

SUMÁRIO

	ATENDIMENTO AO OFÍCIO N°1251/2009 – DILIC/IBAMA	10
1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	CARACTERIZAÇÃO DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELO ESTUDO AMBIENTAL	11
3.	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	17
3.1	Tema: Interligação do AHE Belo Monte ao Sistema Interligado Nacional (SIN) - Pag. 19.....	17
4.	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	19
4.1	Tema: APP Variável – Pag. 27.....	19
5.	MEIO FÍSICO	30
5.1	RECURSOS HÍDRICOS	30
5.1.1	Tema: Caracterização Hidráulica e Sedimentológica a Jusante da Casa de Força – Pag. 31	30
5.1.2	Tema: Resultados das simulações – Pag. 31	39
5.1.3	Tema: Potencial transporte de sedimentos – Pag. 32	39
5.1.4	Tema: Espeleologia - Pag .34.....	44
5.1.5	Tema: Enfoque especial para a região dos igarapés de Altamira – Pag. 36.....	46
5.1.6	Tema: Modelagem Hidráulica para a Volta Grande do rio Xingu – Pag. 39	47
5.1.7	Tema: Caracterização Hidráulica do rio Bacajá – Pag. 42.....	49
5.1.8	Tema: Caracterização Hidráulica do Igarapé Itatá - Pag. 43.....	51
5.2	QUALIDADE DA ÁGUA	51
5.2.1	Comentários das Páginas 49 e 54.....	51
5.2.2	Comentário das páginas 49/50:	53
5.2.3	Comentário da página 50:.....	53
5.2.4	Comentário da página 51:.....	55
5.2.5	Comentário da página 55:.....	56
5.2.6	Tema: Demanda Bioquímica de Oxigenio (DBO _{5,20})- Pág. 54:.....	60
5.2.7	Tema: Carbono total no sedimento – Pág. 57	60
5.2.8	Tema: Metais - Pág. 57.....	61
5.2.9	Comentário da página 58:.....	62
5.2.10	Tema: Síntese das Recomendações sobre o diagnóstico apresentado – Pág. 67.....	63
5.2.11	MODELAGEM MATEMÁTICA DA QUALIDADE DA ÁGUA	72
6.	MEIO BIÓTICO.....	239
6.1	Tema: Unidades de Paisagem – Pág 92.....	239
6.2	Tema: Evolução do Desmatamento – Pag. 93.....	241
6.3	Tema: Recomposição de matas ciliares na APP – Pag. 94	244
6.4	Tema: Questionamentos sobre fragmentos prioritários – Pag. 95.....	246
6.5	Tema: Conclusão do parecer sobre as unidades de paisagem: (página 96).....	248
6.6	Tema: Vegetação – Pag. 98.....	251
6.7	Tema: Médios e Grandes Mamíferos – Pag. 132	257
6.8	Tema: Avifauna – Pag. 140.....	263
6.9	Tema: Epilíton – Pag 143	264
6.10	Tema: Ictiofauna – Pag. 151.....	265
7.	MEIO SOCIECONÔMICO	267
7.1	Tema: Etapa de Planejamento - Pág. 203.....	267
7.2	Tema: Surgimento/incremento de tensões sociais - Pág. 204	268
7.3	Tema: Aumento do conhecimento técnico-científico sobre a região – Pág. 204	269
7.4	Tema: Dinâmica Populacional - Pág. 206	269

7.5	Tema: Intensificação do uso e ocupação desordenados do solo, em especial no entorno das vilas residenciais - Pág. 207.....	279
7.6	Tema: Aumento na Arrecadação de Tributos – Pág. 215	280
7.7	Tema: Ampliação de Renda – pág. 216.....	281
7.8	Tema: Modificação / Desestruturação das Redes de Relações Sociais - pág. 217...281	
7.9	Tema: Interferências em Áreas de Pesquisas e Concessões Minerárias - pág. 216..282	
7.10	Tema: Melhoria na Acessibilidade pela Ampliação do Sistema Viário - pág. 218...283	
7.11	Tema: Reversão do Fluxo Migratório - Pág 231	284
7.12	Tema: Possibilidade de Ociosidade e Deterioração dos Equipamentos e Serviços Sociais - pág. 231	287
7.13	Tema: Diminuição da Arrecadação de Tributos - pág. 232	288
7.14	Tema: Especulação Imobiliária e Aumento sobre os Imóveis do Entorno - pág. 234	289
7.15	Tema: Perda de Atividades Produtivas - pág. 234.....	290
7.16	Tema: Interrupção Temporária da Navegação entre o Barramento e o Núcleo de Referência Rural São Pedro – Pág. 240	294
7.17	Tema: Plano de Atendimento à População Atingida - pág. 283	295
7.18	Tema: Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias na Área Rural - pág.284	296
7.19	Tema: Projeto de Regularização Fundiária Rural – Pág. 284.....	296
7.20	Tema: Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias - Pág. 284	297
7.21	Tema: Projeto de Reassentamento Rural - Pág. 285	297
7.22	Tema: Projeto de Reorganização de Áreas Remanescentes - Pág. 285.....	297
7.23	Tema: Projeto de Reparação - Pág. 285	298
7.24	Tema: Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais - Pág. 285...298	
7.25	Tema: Projeto de Apoio a Pequena Produção e Agricultura Familiar - Pág. 286.....	299
7.26	Tema: Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais - Pág. 285...299	
7.27	Tema: Projeto de Apoio a Pequena Produção e Agricultura Familiar - Pág. 286.....	299
7.28	Tema: Projeto de Recomposição das Atividades Produtivas de Áreas Remanescentes - Pág. 286.....	300
7.29	Tema: Projeto de Recomposição das Atividades Comerciais Rurais - Pág. 287.....	300
7.30	Tema: Projeto de Reestruturação do Extrativismo Vegetal - Pág. 287.....	301
7.31	Tema: Programa de Recomposição da Infraestrutura Rural - Pág. 288	301
7.32	Projeto de Recomposição da Infraestrutura Viária - Pág. 288.....	302
7.33	Tema: Projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial - Pág. 288.....	302
7.34	Tema: Projeto de Recomposição da Infraestrutura de Saneamento - Pág. 289.....	304
7.35	Tema: Projeto de Relocação de Cemitérios - Pág. 290	305
7.36	Tema: Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias na Área Urbana - Pág. 290.....	305
7.37	Tema: Projeto de Regularização Fundiária Urbana - Pág. 291	306
7.38	Tema: Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias Urbanas - Pág. 291	306
7.39	Tema: Projeto de Reassentamento Urbano - Pág. 291	307
7.40	Tema: Projeto de Reparação - Pág. 292	307
7.41	Tema: Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Urbanas - Pág. 293 308	
7.42	Tema: Programa de Acompanhamento Social - Pág. 294	309
7.43	Tema: Projeto de Acompanhamento e Monitoramento Social das Comunidades do Entorno da Obra e das Comunidades Anfitriãs - Pág. 294.....	310
7.44	Tema: Programa Restituição/Recuperação da Atividade de Turismo e Lazer - Pág. 295	311

7.45	Tema: Projeto de Reestruturação das Atividades Produtivas de Turismo e Lazer - Pág. 295	311
7.46	Tema: Programa de Recomposição/Adequação dos Serviços e Equipamentos Sociais - Pág. 295	312
7.47	Tema: Plano de Qualificação Urbana - Pág. 296	314
7.48	Tema: Programa de Intervenção em Altamira - Pág. 297	316
7.49	Tema: Programa de Intervenção em Vitória do Xingu, Belo Monte e Belo Monte do Pontal (páginas 299/300) - Pág. 297.	318
7.50	Tema: Plano de Articulação Institucional – Pág. 301	318
7.51	Tema: Programa de Articulação e Interação Institucional – Pág. 301	322
7.52	Tema: Programa de Fortalecimento da Administração Pública - Pág. 303	322
7.53	Tema: Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos - Pág. 304	323
7.54	Tema: Plano de Relacionamento com a População - Pág. 305	323
7.55	Tema: Programa de Incentivo à Capacitação Profissional e o Desenvolvimento de Atividades Produtivas – Pág. 304	324
7.56	Tema: Programa de Interação Social e Comunicação - Pág. 305	326
7.57	Tema: Programa de Educação Ambiental de Belo Monte - Pág. 306	326
7.58	Tema: Plano de Valorização do Patrimônio - Pág. 306	327
7.59	Tema: Plano de Saúde Pública - Pág. 308	327
7.60	Tema: Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande Do Xingu - Pág. 310 ..	331
8.	IMPACTOS DO MEIO FÍSICO	358
8.1	Tema: Interferência pela Dragagem e Disposição de Material Dragado – Pag. 224	358
8.2	Tema: Interrupção no Escoamento de Água nos Igarapés do Compartimento Ambiental	359
8.3	Tema: Alteração das Características Hidráulicas dos Igarapés de Altamira – pag. 255	359
8.4	Tema: Possibilidade de Fuga de Água – pag. 256	360
9.	IMPACTOS SOBRE A QUALIDADE DAS ÁGUAS E MACRÓFITAS AQUÁTICAS	362
9.1	Tema: Perda de Diversidade de Invertebrados, Algas e Macrófitas Aquáticas	362
9.2	Tema: Alteração na Qualidade das Águas pela Geração de Efluentes Líquidos e Sólidos, Inclusive de Embarcações	363
9.3	Tema: Alteração da Qualidade das Águas Superficiais com Propensão ao Desenvolvimento de Cianofíceas, Macrófitas Aquáticas e Vetores de Doenças	364
9.4	Tema: Eutrofização dos Corpos Hídricos	365
9.5	Tema: Alteração da Qualidade da Água a Jusante da Casa de Força Principal	366
9.6	Tema: Alteração no Nível de Coliformes em Áreas de Concentração de População	367
10.	IMPACTOS DO MEIO BIÓTICO	369
10.1	Tema: Aumento da Pressão de Caça – Pag. 210	369
10.2	Tema: Aumento da Perda de Diversidade da Flora – Pag. 211	369
10.3	Tema: Perda de Diversidade de Fauna – Pag. 212	370
10.4	Tema: Aumento da População de Espécies Exóticas (Fauna e Flora) – Pag. 212 ...	372
10.5	Tema: Proliferação de Zoonoses – Pag. 213	372
10.6	Tema: Alterações na Repartição de Benefícios da Exploração Pesqueira – Pag. 213	373
10.7	Tema: Aumento da Perda de Indivíduos da Fauna por Atropelamento – Pag. 219	373
10.8	Tema: Perda de Diversidade de Invertebrados, Algas e Macrófitas Aquáticas – Pag. 221	374
10.9	Tema: Perda de Habitat Natural – Pag. 223	374

11.	PROGRAMAS RELATIVOS À QUALIDADE DAS ÁGUAS E ÀS MACRÓFITAS AQUÁTICAS	376
11.1	Tema: Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas.....	376
12.	PROGRAMAS DO MEIO BIÓTICO.....	377
12.1	Tema: Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – pág. 266.....	377
12.2	Tema: Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres – Pag. 272.....	378
12.3	Tema: Projeto de Delineamento da Capacidade do Mercado Madeireiro e Certificação de Madeira – Pag. 273	378
12.4	Tema: Programa de Conservação e Manejo da Flora – Pag. 274.....	379
12.5	Tema: Programa de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios – Pag. 275	379
12.6	Tema: Programa de Conservação da Fauna Terrestre – Pag. 275	380
12.7	Tema: Projeto de Monitoramento da Herpetofauna – Pag. 276	380
12.8	Tema: Projeto de Monitoramento de Mamíferos Terrestres – Pag. 276.....	381
12.9	Tema: Projeto de Monitoramento de Quirópteros – Pag. 277	382
12.10	Tema: Plano de Conservação dos Ecossistemas Aquáticos – Pag. 278.....	382
12.11	Tema: Projeto de Monitoramento das Florestas Aluviais – Pag. 278.....	382
12.12	Tema: Projeto de Monitoramento das Formações Pioneiras – Pag. 279.....	383
12.13	Tema: Projeto de Aquicultura de Peixes Ornamentais – Pag. 279	383
12.14	Tema: Projeto de Monitoramento da Ictiofauna – Pag. 280.....	384
12.15	Tema: Projeto de Implantação e Monitoramento de Mecanismo para Transposição de Peixes – Pag. 281.....	386
12.16	Tema: Programa de Conservação da Fauna Aquática – Pag. 282	386
12.17	Tema: Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanentes	387
13.	HIDROGRAMA ECOLÓGICO	388
13.1	Introdução.....	388
13.2	Critérios Adotados para a Definição do Hidrograma Ecológico.....	388
13.3	Simulação da Aplicação do Hidrograma Ecológico.....	396
13.4	Espécies da flora e da ictiofauna mais sensíveis e que poderão ser afetadas pela redução de vazão no TVR	399
13.4.1	Espécies de plantas mais sensíveis à redução de vazão	399
13.4.2	Espécies de peixes mais sensíveis à redução de vazão	401
14.	CONCLUSÕES.....	420
14.1	Reapresentar os impactos relacionados ao aumento do afluxo migratório, quantificando e espacializando seus efeitos no total da Área de Influência Indireta do empreendimento.	420
14.2	Reapresentar os programas de mitigação do aumento do afluxo migratório, de forma a garantir a preparação da região para receber o empreendimento, deixando claras as atribuições do empreendedor.....	429
14.3	Apresentar programa de monitoramento do aumento do afluxo migratório para toda a AII, associado ao cronograma da obra, com indicadores e parâmetros que tornem transparente esse monitoramento.	432
14.4	Apresentar indicadores socioeconômicos, que permitam verificar o aumento de demanda sobre a infraestrutura de serviços públicos. Aferir esses indicadores na situação atual (marco zero) e propor parâmetros futuros conforme o programa de monitoramento do afluxo populacional, a serem garantidos por atuação do empreendedor.	433
14.5	Monitorar os gastos e a arrecadação municipal, além dos repasses de recursos federais e estaduais, de maneira a inferir ao longo do tempo a situação das contas municipais e as aplicações dos recursos.....	434

14.6	Apresentar programa de desmobilização, associado a curva de redução de postos de trabalho, com ações de mitigação e compensação para as administrações públicas.	434
14.7	Apresentar propostas de ações antecipatórias, específicas do empreendedor, para serem implementadas imediatamente após a eventual obtenção de LP, e com amplo esforço de comunicação regional, contemplando, minimamente:	434
14.8	Apresentar avaliação mais precisa e consolidada dos impactos na navegação, durante a fase de construção e operação da usina, incorporando os usos a jusante da confluência do rio Bacajá e a população indígena.	436
14.9	Apresentar de forma mais detalhada a avaliação de impactos para os três cenários propostos no hidrograma.	441
14.10	Apresentar análise contundente dos impactos ocasionados no TVR, para as alternativas II e III contidas no Quadro 10.4.5-29 do volume 31. Considerar, principalmente, a necessidade de manutenção, em níveis aceitáveis, do recrutamento das espécies. Devem-se apresentar propostas de mitigação face aos impactos identificados, especialmente relativos à segurança alimentar e a manutenção do modo de vida das populações humanas.	441
14.11	Reapresentar os estudos de qualidade da água, notadamente os prognósticos efetuados com base nas modelagens matemáticas.	450
14.12	Aprofundar as discussões acerca da retenção de sedimentos nos reservatórios e eventuais impactos nos tabuleiros de nidificação dos quelônios	451
14.13	Apresentar modelagem da projeção do desmatamento nos municípios da AII considerando os cenários de implantação e não implantação do AHE Belo Monte.	452
14.14	Apresentar programa que, conjuntamente com programa de aquicultura de peixes ornamentais contemple totalmente a população dependente economicamente da pesca dos Loricariidae nas áreas impactadas pelo empreendimento.	454

LISTA DAS FIGURAS

FIGURA 4-1 - Fragmentos Florestais Incluídos na Faixa da APP Variável do Reservatório do Xingu	22
FIGURA 4-2 - Imóveis rurais atingidos pelas APP de 100 metros e pela APP variável	25
FIGURA 4-3 - (a) Perfil de um relevo ao longo de um transecto e	27
FIGURA 4-4 - Mosaico da Amazônia Central obtido pelo radar de abertura sintética SAR com a indicação da área de mapeamento (retângulo preto).....	28
FIGURA 5-1 - Seções do rio Xingu à jusante da Casa de Força	42
FIGURA 5-2 - Perfis geológicos transversais passando pelas cavidades naturais caverna e abrigo Kararaô e gruta do China, exibindo suas situações em relação ao futuro Reservatório dos Canais.....	45
FIGURA 5-3 - Alternativas de medidas preventivas para garantir a preservação e conservação das cavidades naturais caverna e abrigo Kararaô e gruta do China: A) tapete de argila e B) dique com fundação em rochas de baixa permeabilidade (Formação Trombetas ou Complexo Xingu).	46
FIGURA 6-1 - Localização dos fragmentos florestais amostrados no estudo do AHE do Belo Monte.	255
FIGURA 7-1 - Alternativas de implantação de tapete de argila e dique sobre fundações de rochas de baixa permeabilidade (Formação Trombetas ou Complexo Xingu) na caverna e abrigo Kararaô e na gruta do China, exibindo suas situações em relação ao futuro Reservatório dos Canais.	361
FIGURA 8-1 - Alternativas de implantação de tapete de argila (A) e dique (B) sobre fundações de rochas de baixa permeabilidade (Formação Trombetas ou Complexo Xingu) na caverna e abrigo Kararaô e na gruta do China, exibindo suas situações em relação ao futuro Reservatório dos Canais.....	361
FIGURA 13-1 - Distribuição espacial das Planícies Aluviais e dos Terraços no TVR	392
FIGURA 13-2 - Margem esquerda do rio Xingu, marca d'água na árvore (a)mostra nível de água no período da cheia (vazão de 26.018m ³ /s).....	394
FIGURA 13-3 - Área parcialmente seca em ilha. Algumas regiões apresentavam pequenos acúmulos de água (a) pouco profundos e não conectados com o canal do rio. A vazão no período da foto estava próxima a 3.500 m ³ /s.....	394
FIGURA 13-4 - Fotos comparativas nas vazões de 3.500 e 7.000 m ³ /s.....	395
FIGURA 13-5 - Pacus (esquerda) e aracus (centro) se alimentando nos depósitos de matéria orgânica e periliton encontrados sobre as pedras no período seco e poças de água formadas no meio do Rio Xingu, durante esse período (direita) (Fotografias: Victoria Isaac).	404
FIGURA 14-1 - Alteração dos Canais de Escoamento do Fluxo do rio Xingu Associada ao Processo de Construção das Obras Principais no Sítio Pimental	437

LISTA DOS GRÁFICOS

GRÁFICO 5-1 - Maré de Sizígia nas seções S28 e S1 para rugosidades de Manning de 0,030 e 0,040	32
GRÁFICO 5-2 - Ábaco que apresenta a Correlação dos Níveis d'Água em qualquer seção do rio Amazonas (localizada pela longitude geográfica) e os Níveis d'Água em Santarém.....	33
GRÁFICO 5-3 - Rio Amazonas Curva Chave Média em Óbidos.....	34
GRÁFICO 5-4 - Correlação dos Níveis d'água entre Santarém e Óbidos.....	34
GRÁFICO 5-5 - Curva Chave em Boca do Santo Antônio I, com os valores observados de..	36

GRÁFICO 5-6 - Vazões em Altamira e Óbidos.....	36
GRÁFICO 5-7 - Níveis d'Água em Boca do Santo Antônio	37
GRÁFICO 5-8 - Cotas observadas em Boca de Santo Antonio I (BSAI) às 7:00h e 17:00h...	37
GRÁFICO 5-9 - Níveis d'água calculados na curva chave de Boca de Santo Antônio I - (ref. IBGE)	38
GRÁFICO 5-10 - Aferição para vazão de 970 m ³ /s – Margem Esquerda.....	49
GRÁFICO 5-11 - Curvas de solubilidade de metais na água a 20 °C em função do pH. Fonte: Moore e Ramamoorthy (1984).	59
GRÁFICO 5-12 - Especificação do mercúrio em função da concentração de cloreto e do pH da água.	59
GRÁFICO 5-13 - Projeção de população para Altamira até 2035	80
GRÁFICO 5-14 - Variação do tempo de retenção (T.R.) no igarapé Altamira durante o ciclo hidrológico para as vazões médias e máximas.	84
GRÁFICO 5-15 - Variação do tempo de retenção (T.R.) no igarapé Ambé durante o ciclo hidrológico para vazões médias e máximas.	85
GRÁFICO 5-16 - Variação do tempo de retenção (T.R.) no igarapé Pannels durante o ciclo hidrológico para vazões médias e máximas.	85
GRÁFICO 6-1 - Dendrograma de dissimilaridade entre os setores e períodos de coleta (E: Enchente; S: Seca; V: Vazante).	265
GRÁFICO 13-1 - Comparação das Vazões Simuladas (Junho de 1949 a Novembro de 1956) com os Hidrogramas Propostos.....	398

LISTA DAS TABELAS

TABELA 5-1 Amplitudes Médias das Oscilações de Maré em Porto de Santana (Macapá) e Gurupá	31
TABELA 5-2 Correlação de Vazões e Níveis d'Água: Óbidos, Santarém e Foz do Xingu	35
TABELA 5-3 Vazões em Altamira, Cotas na seção S1 e Rugosidades de Manning.....	38
TABELA 5-4 Localização dos pontos de coleta de parâmetros físico-químicos da água para cada campanha de coleta no rio Xingu e tributários, divididos por trechos, para elaboração do diagnóstico da qualidade da água e limnologia do EIA do AHE Belo Monte	65
TABELA 5-5 Localização dos pontos de coleta de parâmetros físico-químicos do sedimento para cada campanha de coleta no rio Xingu e tributários, divididos por trechos, para elaboração do diagnóstico da qualidade da água e limnologia do EIA do AHE Belo Monte.	66
TABELA 5- 6 Localização dos pontos de coleta de biota aquática para cada campanha de coleta no rio Xingu e tributários, divididos por trechos, para elaboração do diagnóstico da qualidade da água e limnologia do EIA do AHE Belo Monte. Legenda: F: fitoplâncton; Z: zooplâncton; B: bentos.	67
TABELA 5-7 Dados físicos e químicos da água nos pontos de coleta de macrófitas aquáticas para os diferentes períodos (enchente, cheia, vazante e seca), no rio Xingu e tributários.	71
TABELA 5-8 Concentrações de nutrientes na água nos pontos de coleta de macrófitas aquáticas para os diferentes períodos de coleta (enchente, cheia, vazante e seca), no rio Xingu e tributários.....	72
TABELA 5-9 Ponderação do IET para diferentes categorias de estado trófico.....	73
TABELA 5-10 Coeficientes de exportação: MQUAL 1,5 (2003)	76
TABELA 5-11 Projeção de crescimento populacional para Altamira considerando a implantação do AHE Belo Monte.....	79

TABELA 5-12 Cálculo do tempo de residência médio (T.R.) da água no Reservatório dos Canais.....	83
TABELA 5-13 Dados morfométricos dos igarapés Altamira, Ambé e Panelas.	83
TABELA 5-14 Tempo de retenção em dias quando se considera a vazão média (Q médio) e a vazão máxima (Q max) no igarapé Altamira.....	84
TABELA 5-15 Tempo de retenção em dias quando se considera a vazão média (Q médio) e a vazão máxima (Q max) no igarapé Ambé	84
TABELA 5-16 Tempo de retenção em dias quando se considera a vazão média (Q médio) e a vazão máxima (Q max) no igarapé Panelas.....	85
TABELA 5-17 AHE BELO MONTE – CASA DE FORÇA PRINCIPAL - VAZÕES OPERADAS (m ³ /s) (vazões naturais descontados os usos consultivos, o hidrograma ecológico e a evaporação)	99
TABELA 5-18 Oxigênio Dissolvido (mg/L)	100
TABELA 5-19 Quantidade de carbono oxidável presentes em cada parcela vegetal	101
TABELA 5-20 Cálculo do Carbono Biodegradável	102
TABELA 5-21 Taxas de Biodegradação da Fitomassa Inundada – Res. do rio Xingu	102
TABELA 5-22 Taxas de Biodegradação da Fitomassa Inundada – Res. dos Canais	103
TABELA 6-1 Tamanho e perímetro dos fragmentos amostrados.....	256
TABELA 7-1 Distribuição da População Atraída, por Município.....	271
TABELA 7-2 Déficit dos Serviços Públicos para os Municípios Impactados da AII, Diagnóstico do EIA.	273
TABELA 7-3 Demanda dos Serviços Públicos para a Região de Inserção do AHE Belo Monte.....	274
TABELA 7-4 Distribuição da População Atraída de 6 a 19 anos por Município.....	275
TABELA 7-5 Demanda de Salas de Aula no Ensino Público, Segundo a Distribuição de População Atraída pelo AHE Belo Monte.....	276
TABELA 7-6 Demanda dos Serviços e Equipamentos de Saúde para a Região de Inserção do AHE Belo Monte.	276
TABELA 7-7 Demanda dos Serviços de Segurança Pública da Região de Inserção do AHE Belo Monte	278
TABELA 7-8 Demanda dos Serviços de Saneamento para a Região de Inserção do AHE Belo Monte.....	279
TABELA 13-1 Quantitativos de uso do solo e cobertura em compartimentos da Área Diretamente Afetada - ADA do AHE Belo Monte.....	390
TABELA 13-2 Hidrograma ecológico proposto no EIA	396
TABELA 13-3 Simulação da aplicação do hidrograma ecológico sobre o período histórico crítico do sistema nacional (jun/1949 a Nov/1956).....	397
TABELA 14-1 Distribuição da População Atraída.....	422
TABELA 14-2 Déficit dos Serviços Públicos para os Municípios Impactados da AII, Diagnóstico do EIA	423
TABELA 14-3 Demanda dos Serviços Públicos para a Região de Inserção do AHE Belo Monte.....	424
TABELA 14-4 Distribuição da População Atraída de 6 a 19 anos por Município.....	425
TABELA 14-5 Demanda de Salas de Aulas no Ensino Público segundo a Distribuição de População Atraída pelo AHE Belo Monte.....	426
TABELA 14-6 Demanda dos Serviços de Saúde para a Região de Inserção do AHE Belo Monte.....	426
TABELA 14-7 Demanda dos Serviços de Segurança Pública da Região de Inserção do AHE Belo Monte	427

TABELA 14-8 Demanda dos Serviços de Saneamento para a Região de Inserção do AHE Belo Monte	428
---	-----

LISTA DOS QUADROS

QUADRO 4-1 Comparação entre as faixas de APPs estudadas no EIA.....	20
QUADRO 4-2 Comparação dos ambientes protegidos segundo a adoção das diferentes faixas de APP	20
QUADRO 4-3 Percentuais das propriedades pesquisadas dentro das APPs.....	23
QUADRO 6-1 Espécies de Mamíferos Terrestres não Voadores e não Primatas Registradas durante os Levantamentos Realizados em Quatro Áreas de Amostragem, nos Levantamentos de 2000 e 2001	261
QUADRO 6-2 Avistamentos de Mamíferos Terrestres Registrados em Levantamentos de Transecção Linear nas Quatro Áreas de Amostragem.....	262
QUADRO 7-1 Cronograma do Programa de Desmobilização.....	287
QUADRO 7-2 Cronograma do Programa de Recomposição/Adequação dos Serviços e Equipamentos Sociais	313
QUADRO 7-3 Cronograma do Programa de Intervenção em Altamira	315
QUADRO 7-4 Cronograma do Programa de Intervenção em Vitória do Xingu	315
QUADRO 7-5 Cronograma do Programa de Intervenção em Belo Monte e Belo Monte do Pontal	316
QUADRO 7-6 Cronograma do Plano de Articulação Institucional	320
QUADRO 7-7 Cronograma do Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos	321
QUADRO 7-8 Cronograma do Programa de Incentivo à Estruturação da Atenção Básica dos Municípios	328
QUADRO 7-9 Cronograma do Programa de Vigilância Epidemiológica, Prevenção e Controle de Doenças – Execução Física 1º Ano.....	329
QUADRO 7-10 Cronograma das Atividades do Subprograma de Vigilância Epidemiológica Prevenção e Controle de Doenças do 2º ao 15º Anos.....	330

ANEXOS

ANEXO I - Modelagem Matemática para Avaliação do Processo Erosivo a Jusante de Belo Monte.....	108
ANEXO II - Cálculos das fontes pontuais de fósforo e nitrogênio para o rio Xingu.....	118
ANEXO III - Estimativa de cargas pontuais e não pontuais pelo modelo MQUAL e avaliação do estado trófico.....	133
ANEXO IV - Modelagem Matemática de Qualidade das Águas.....	154
ANEXO V - Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos.....	335
ANEXO VI - Programa de Desmobilização de Mão-de-obra.....	344
ANEXO VII - Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervenientes	348
ANEXO VIII – Nota Técnica: Informações sobre a Operação do Reservatório do AHE Belo Monte.....	407

ATENDIMENTO AO OFÍCIO N°1251/2009 – DILIC/IBAMA

1. INTRODUÇÃO

A Análise Técnica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, processo nº 02001.001848/2006-75, elaborada pelo IBAMA, por meio do Parecer N. 114/2009, teve como objetivo analisar a viabilidade ambiental do citado empreendimento, com vistas a dar subsídios técnicos à tomada de decisão quanto à concessão da Licença Prévia (LP).

Para a elaboração desse Parecer a equipe técnica do IBAMA considerou: todo o conteúdo do EIA, as Notas Técnicas elaboradas pelo Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais – IVIG, do acordo de cooperação técnica entre o IBAMA e a COPPE – UFRJ; as vistorias técnicas; a legislação em vigor; as audiências públicas; e demais documentos do processo nº 02001.001848/2006-75 pertinentes para a análise.

O documento apresentado a seguir tem como objeto o atendimento aos questionamentos apontados pelo IBAMA nesse Parecer nº. 114/2009, de 23 de novembro de 2009, encaminhado à Eletrobrás. Foram desenvolvidos novos esclarecimentos, que somados a outros anteriores (reuniões dos dias 19 e 20 de novembro no IBAMA), constituem um documento que representa um esforço da equipe do EIA/RIMA do AHE Belo Monte de esclarecer as dúvidas apontadas e avançar na apresentação de novas solicitações.

2. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

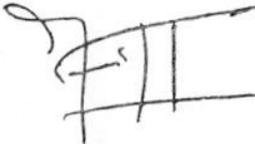
No **QUADRO 2-1**, é apresentada a relação dos profissionais responsáveis pela elaboração deste documento que atende ao parecer 114/2009.

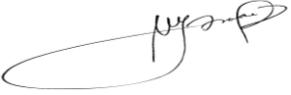
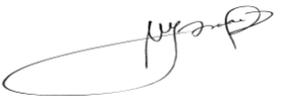
QUADRO 2-1
EQUIPE TÉCNICA DO EIA DO AHE BELO MONTE – ATENDIMENTO AO PARECER N.114/2009

MEIO/ GRUPO TEMÁTICO	EMPRESA / INSTITUIÇÃO	NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	FUNÇÃO NO PROJETO	REGISTRO PROFISSIONAL	CTF IBAMA	ASSINATURA
	LEME ENGENHARIA LTDA					22279	
Coordenação Geral	LEME Engenharia	Cristiane Peixoto Vieira	Engenheira Civil / Mestre em Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Saneamento	Coordenadora Geral dos Estudos de Impacto Ambiental	CREA/MG – 57.945 D	2010648	
		Delfim José Leite Rocha	Engenheiro Civil / Mestre em Mecânica dos Solos	Assessoria à coordenação dos Estudos de Impacto Ambiental	CREA/RJ - 03238	3868639	
		Victória Tuyama Sollero	Geógrafa/ Mestre em Análise Ambiental	Assessoria à coordenação dos Estudos de Impacto Ambiental	CREA/MG- 28683/D	212382	
Caracterização do empreendimento	LEME Engenharia	Delfim José Leite Rocha	Engenheiro Civil / Mestre em Mecânica dos Solos	Assessoria à coordenação dos Estudos de Impacto Ambiental	CREA/RJ - 03238	3868639	

MEIO/ GRUPO TEMÁTICO	EMPRESA / INSTITUIÇÃO	NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	FUNÇÃO NO PROJETO	REGISTRO PROFISSIONAL	CTF IBAMA	ASSINATURA
Definição das Áreas de Influência	LEME Engenharia	Victória Tuyama Sollero	Geógrafa/ Mestre em Análise Ambiental	Assessoria à coordenação dos Estudos de Impacto Ambiental	CREA/MG- 28683/D	212382	
		Marcelo de Ávila Chaves	Engenheiro Agrônomo, Mestre em Sensoriamento Remoto e Doutor em Ciência Florestal/Sistema de Informações Geográficas	Coordenador de Geoprocessamento e responsável pelo tema “Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal”	CREA/MG 37439/D	201370	
		Luciano Ferraz Andrade	Graduando em Geografia e Geoprocessamen to	Geoprocessamento	-	-	
Recursos Hídricos e Caracterização Hidráulica e sedimentológica	THEMAG	Pedro Diego Jensen	Engenheiro Civil	Coordenador da Equipe	CREA/SP 060.087.583-8	224.507	
		Rene Alvaro Romer Lacerda	Engenheiro Civil	Responsável pelos estudos hidrológicos, recursos hídricos e climatologia	CREA/SP 060.063.915-2	224.629	
		Rubens Terra Barth	Engenheiro Civil/ Mestrado/ Doutorado	Responsável pelos estudos hidráulicos	CREA/SP. 060.080.907-1	-	

MEIO/ GRUPO TEMÁTICO	EMPRESA / INSTITUIÇÃO	NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	FUNÇÃO NO PROJETO	REGISTRO PROFISSIONAL	CTF IBAMA	ASSINATURA
Espeleologia	THEMAG	Marilda Tressoldi	Geóloga/ Mestrado/ Doutorado	Responsável pelos estudos geológico- geotécnicos, recursos minerais, hidrogeológico e espeleológicos	CREA/SP 060.058.138-2	224.620	
	LEME Engenharia	Marcos Bartasson Tannus	Geólogo	Coordenador do Meio Físico	CREA/MG - 27174	328347	
		Maria Elina Bichuette	Bióloga	Estudos bioespeleológicos e análises de relevância das cavernas	CRBio 047029/01-D		
		Flávia Pellegatti Franco	Bióloga	Estudos bioespeleológicos, coleta de fauna subterrânea e avaliação do ecossistema			
		Dennis Rafael Pedroso	Biólogo	coleta de fauna subterrânea, triagem e identificação do material em laboratório			
		Alessandro Guipponi	Biólogo	coleta de fauna subterrânea, triagem e identificação do material em laboratório			

MEIO/ GRUPO TEMÁTICO	EMPRESA / INSTITUIÇÃO	NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	FUNÇÃO NO PROJETO	REGISTRO PROFISSIONAL	CTF IBAMA	ASSINATURA
Qualidade da Água	Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IIEGA)	José Galizia Tundisi	Limnólogo / Doutor em Ciências Biológicas (Botânica)	Coordenador Geral e elaboração de relatórios Modelagem Matemática – Diagnóstico	CRBio 33693/01-D	296428	
		Takako Matsumura Tundisi	Limnóloga / Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia)	Diretora de Projetos e elaboração de relatórios Organismos Planctônicos	CRBio 33694/01-D	-	
		Carlos Rogério Faria	Biólogo	Gerenciamento comercial Logística de campo	-	3780938	
Qualidade da Água	Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IIEGA)	Donato Seiji Abe	Biólogo / Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental (Limnologia)	Coordenador de pesquisa e trabalho de campo, elaboração de relatórios Análise estatística	CRBio 06075/01-D	311398	
		Corina Sidagis Galli	Bióloga /Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (Limnologia)	Coordenação e elaboração de relatórios Qualidade da água e sedimento	-	3781165	
Meio Biótico	LEME Engenharia	Valéria Fernanda Saracura	Zootecnista Mestre em Ciência Animal e Doutora em Biologia Animal	Coordenadora do Meio Biótico. Análise de flora e fauna. Avaliação de Impactos	CRMVDF 0130/Z	300374	
Meio Biótico	LEME Engenharia	Cleber José Rodrigues Alho	Bacharel em História Natural, Mestre em Helmintologia, Doutor em Ecologia e Pós- Doutor em Ecologia e Museologia	Coordenador do meio biótico. Análise de flora e fauna. Avaliação de Impactos	(CRBio) – 04886/4- D.	1658617	

MEIO/ GRUPO TEMÁTICO	EMPRESA / INSTITUIÇÃO	NOME DO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	FUNÇÃO NO PROJETO	REGISTRO PROFISSIONAL	CTF IBAMA	ASSINATURA
Ictiofauna	LEME Engenharia	Victoria Judith Isaac Nahum	Bióloga (pós Doc)	Coordenadora dos estudos de ictiofauna	-	1800316	
Meio Sócio- econômico	LEME Engenharia	Maurício Alexandre Silva Moreira	Bacharel em Ciências Sociais	Coordenador do Meio Socioeconômico e Cultural	-	928231	
		Priscila Guimarães Corrieri Gomide	Geógrafa	Assessoria Técnica à coordenação do meio sócio econômico e cultural	CREA/MG 27143/D	2010427	
Hidrograma Ecológico	LEME Engenharia	Cristiane Peixoto Vieira	Engenheira Civil / Mestre em Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Saneamento	Coordenadora Geral e do Meio físico	CREA/MG – 57.945 D	2010648	
Hidrograma Ecológico	LEME Engenharia	Victoria Judith Isaac Nahum	Bióloga (pós Doc)	Coordenadora dos estudos de ictiofauna	-	1800316	
		Valéria Fernanda Saracura	Zootecnista Mestre em Ciência Animal e Doutora em Biologia Animal	Coordenadora do Meio Biótico.	CRMVDF 0130/Z	300374	
Apoio a elaboração dos documentos	LEME Engenharia	Carlos Andrade Chicarelli	Geógrafo	Apoio Técnico	CREA/MG 120924 LP		
		Jane Fonseca Canguçu	Pedagoga	Secretária	-	-	-
		Gustavo Guerra Procópio	Estagiário de Engenharia Ambiental	Apoio Técnico	-	-	-

3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.1 Tema: Interligação do AHE Belo Monte ao Sistema Interligado Nacional (SIN) - Pag. 19

Recomendação

Que a Diretoria de Licenciamento Ambiental dê um encaminhamento sobre a questão, haja vista a necessidade da linha de transmissão interligada ao SIN para que o AHE Belo Monte se justifique. Por outro lado, não há uma definição acerca da viabilidade ambiental dessa linha de transmissão e a que se encontra em licenciamento, a princípio, não tem capacidade de escoar a totalidade da energia gerada pelo AHE Belo Monte.

RESPOSTA

Conforme explicita o EIA em seu Capítulo 4 “Caracterização do Empreendimento” (Volume 1), o AHE Belo Monte deverá se interligar à Rede Básica do Sistema Interligado Nacional (SIN) na futura Subestação Xingu, prevista nas proximidades da Volta Grande do Xingu, à margem direita, conforme documentação encaminhada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), conforme definições contidas no Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (PDEE) 2007/2016, elaborado em 2007 pelo Ministério de Minas e Energia (MME) / Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

A conexão da Casa de Força Principal do AHE Belo Monte à futura SE Xingu se dará através de cinco linhas de transmissão em 500 kV, circuito simples, com um feixe de 4 condutores tipo *Rail* por fase (4x954 MCM), com extensão de aproximadamente 17 km.

Considerando o projeto elétrico, o cabo utilizado e o comprimento das linhas de conexão, estes cinco circuitos são suficientes para o escoamento da totalidade da energia gerada pelo AHE Belo Monte.

A partir da Subestação Xingu, a energia de Belo Monte já estará na Rede Básica do SIN, não mais fazendo parte do empreendimento AHE Belo Monte. A apresentação das informações do “Relatório de Caracterização e Análise Socioambiental – R3” relativo à LT Tucuruí-Macapá-Manaus, teve por objetivo apenas situar a futura SE Xingu, integrante deste sistema, uma vez que trata-se de empreendimento independente do AHE Belo Monte, já em processo de licenciamento ambiental próprio.

O planejamento e estudo da rede do SIN, em médio e longo prazos, são realizados pela EPE.

A EPE está estudando reforços na rede existente do SIN para adequá-la à expansão do sistema, considerando intercâmbios de energia em todo o sistema interligado, onde diversas usinas estarão conectadas, inclusive Belo Monte. Parte dessa expansão em estudo pela EPE já foi definida, sendo o Sistema de Interligação Tucuruí-Macapá-Manaus, cujas linhas já foram licitadas pela ANEEL.

Resumindo:

- a Subestação Xingu, onde o AHE Belo Monte será conectado, está incluída na interligação Tucuruí-Macapá-Manaus. No entanto, esta não faz parte do empreendimento Belo Monte e sim da Rede Básica do Sistema Interligado Nacional; e
- a transmissão de energia da Casa de Força Principal para o SIN (na SE Xingu) se fará pelas cinco linhas de 500 kV.

4. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

4.1 Tema: APP Variável – Pag. 27

Recomendações:

Aprofundar a proposta da APP variável, incluindo a identificação das propriedades que serão afetadas e os resultados do estudo de paisagem.

Apresentar a estimativa das APPs afetadas pelo empreendimento (canteiro de obras, vias de acesso a serem ampliadas ou implantadas, porto fluvial, ponte provisória a ser construída sobre o rio Xingu, alojamentos, áreas administrativas, almoxarifados, vila residencial, linhas de transmissão e subestações associadas, bota-fora, áreas das estruturas de engenharia componentes do arranjo geral, áreas de inundação dos reservatórios do Xingu e dos Canais), considerando a cheia média anual.

RESPOSTA

O Termo de Referência (TR) para elaboração do EIA e do RIMA do AHE Belo Monte, emitido em dezembro de 2007 pelo IBAMA, define que para os “canais de derivação e seu reservatório deverá ser contemplada uma área com largura mínima de 100m (cem metros) em projeção horizontal”, e que para o estirão do Reservatório do rio Xingu deverá ser proposta uma “APP com faixa variável, com largura média de 500m (quinhentos metros) em projeção horizontal e mínima de 100m (cem metros) no entorno do reservatório...”.

Uma retrospectiva dos estudos desenvolvidos no EIA em relação à APP, seguindo as orientações do TR, mostra que este tema foi tratado em diversos estágios do EIA, sendo que a proposta de APP variável, em estrito atendimento aos ditames do referido TR, foi apresentada no Volume 33 do EIA, dentro do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial do AHE Belo Monte (PACUERA).

Nesse sentido, são retomadas aqui as principais conclusões derivadas desse amplo rol de estudos feitos com relação à delimitação da APP variável para o futuro Reservatório do Xingu, demonstrando que a proposição feita encontra-se embasada em sólidos critérios e levantamentos técnicos, procurando compatibilizar a minimização de impactos socioeconômicos adversos decorrentes da adoção indiscriminada da largura de 500m para essa APP, com a potencialização de benefícios ambientais que serão gerados pela ampliação da faixa em algumas áreas relevantes para a conservação de ambientes e de elementos do patrimônio natural.

Conclui-se, no entanto, que o atendimento à determinação do TR do IBAMA no sentido de uma proposição de APP com largura variável para o futuro Reservatório do Xingu, mantendo uma largura média de 500m, a despeito de trazer benefícios incontestáveis para a conservação de habitats preferenciais para a fauna aquática e terrestre e para elementos do patrimônio natural (cavidades naturais), por outro lado imprime impactos socioeconômicos sobre 444 imóveis rurais situados na faixa de APP Variável, exigindo o reassentamento de 107 grupos domésticos¹, que habitam edificações situadas dentro desta faixa.

¹ O grupo doméstico é definido pelo conjunto de pessoas residentes, que ocupam um mesmo domicílio e que dependem de um mesmo orçamento, mesmo que não tenham laços familiares. Neste caso, destaca-se que é possível que um mesmo grupo familiar (pai, mãe, filhos, noras etc.) residente num mesmo domicílio possa

O **QUADRO 4-1** mostra a comparação entre as faixas de APP estudadas para o futuro Reservatório do Xingu em termos de imóveis afetados, áreas desses imóveis e grupos domésticos residentes nos mesmos.

QUADRO 4-1
Comparação entre as faixas de APPs estudadas no EIA

	APP fixa de 500m	APP fixa de 100m	APP variável (mínimo de 100m e com 500 m, em média)
Área (ha)	20.264	4.816	20.467
Nº imóveis afetados	455	424	444
Nº imóveis inviabilizados (mais de 50% da área do imóvel afetada)	144	03	143
Nº grupos domésticos afetados	172	91	107

Considerando-se uma APP com largura fixa de 500 m no entorno do futuro Reservatório do Xingu, verifica-se, no **QUADRO 4-1**, que os impactos socioeconômicos são potencializados, uma vez que são afetados 11 imóveis a mais do que para a alternativa de APP Variável, além de serem afetados mais 65 grupos domésticos, perfazendo um total de 172 grupos a serem reassentados porque residiriam a menos de 500 metros das margens do futuro reservatório. Em relação às áreas dos imóveis situados internamente à faixa de APP Variável ou da APP fixa de 500m, observa-se que os números de imóveis que teriam 50% ou mais de sua área afetada (tornando-se potencialmente inviáveis em termos econômicos) são muito semelhantes.

Em contrapartida, a eventual implementação de uma APP com largura de 100 m, embora diminuísse em apenas 20 o número de imóveis rurais diretamente afetados (em relação à alternativa de APP Variável), levaria a que apenas 03 imóveis tivessem mais de 50% de sua área incluída dentro dessa APP. Observa-se, com base no **QUADRO 4-1**, que na alternativa de APP com largura de 100 m estariam incluídos 91 grupos domésticos.

Detalhando os resultados apresentados no **QUADRO 4-1** para a área total de cada alternativa de APP analisada, o **QUADRO 4-2** mostra os quantitativos dos ambientes protegidos para as três faixas de APP consideradas, destacando-se a supremacia das faixas mais largas ocupadas por formações florestais em relação àquelas pertinentes à APP de 100 m. Quanto às cavidades naturais inseridas nessas alternativas de APPs, verifica-se que a APP variável é também aquela que abrange maior número de elementos desse patrimônio natural.

QUADRO 4-2
Comparação dos ambientes protegidos segundo a adoção das diferentes faixas de APP

Tipologia	APP fixa de 500m	APP fixa de 100m	APP variável
Formações florestais (ha)	9.435	1.970	10.341
Usos antrópicos (ha)	10.829	2.846	10.126
Cavidades protegidas (nº)	5	4	6

constituir dois ou mais grupos domésticos, desde que tenham orçamentos familiares distintos (Volume 23, página 22, EIA)

Em relação às alternativas de faixas de APPs estudadas, pode-se ainda observar, a partir do QUADRO 4-1 e do QUADRO 4-2, que a APP Variável protege 203 ha a mais do que a APP fixa de 500 m. Para a alternativa de APP variável, dos 10.341 ha de formações florestais abrangidas, 7.254 ha são de Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras e 1.390 ha são de Floresta Ombrófila Densa Aluvial. Em contrapartida, para a alternativa de APP fixa de 500 m, dos 9.435 ha de formações florestais, apenas 365 ha são correspondentes a formações aluviais.

Tal fato deve-se à aplicação dos critérios que foram adotados para o delineamento da proposta de APP Variável no entorno do Reservatório do Xingu. Conforme explicitado em todos os documentos relativos ao assunto até agora emitidos, esses critérios visaram à maximização da conservação de ambientes naturais e à minimização dos impactos ambientais, em especial aqueles de cunho socioeconômico, que a materialização dessa APP poderá gerar, caso o empreendimento seja considerado viável. Dessa forma, a faixa proposta para a APP do futuro Reservatório do Xingu sofreu ampliação em relação à largura de 500 m nas seguintes áreas:

- Nas manchas residuais de planícies aluviais mapeáveis na escala de 1:100 000, que foi a escala definida de mapeamento temático do EIA. Algumas dessas planícies representam nichos ecológicos importantes para a criação e reprodução de peixes e de outros grupos da fauna (lagoas marginais, remansos, canais anastomosados) e a sua incorporação em algumas áreas da APP constituem uma medida mitigadora e compensatória associada ao impacto de sua supressão em outras áreas que serão suprimidas pela formação do reservatório;
- Nas áreas de remanescentes de formações florestais de terra firme, buscando a preservação desses remanescentes, identificados nos mapeamentos de uso e ocupação do solo e nos estudos de vegetação e de ecologia da paisagem, ambos detalhados e mapeados no EIA. Em relação aos fragmentos florestais identificados e analisados, a **FIGURA 4-1** representa os remanescentes florestais que foram incluídos na faixa da APP Variável, mostrando que a ampliação desta faixa na região próxima ao sítio Pimental deve-se à presença de remanescentes florestais em manchas expressivas nessa região; e
- Inclusão de cavidades naturais situadas próximas à área do futuro reservatório, como forma de preservar esses elementos do patrimônio natural, assim como o seu entorno.

Por outro lado, a APP Variável teve sua largura reduzida (até um mínimo de 100 metros) nas áreas próximas a povoados e outros aglomerados humanos e onde foram identificadas edificações rurais cadastradas nos estudos socioeconômicos realizados no âmbito do EIA. Neste sentido, cabe ressaltar que na área próxima ao remanso do futuro Reservatório do Xingu, adotou-se, ao se propor a APP Variável, o critério de reduzir sua largura até o mínimo de 100m, dado que esse trecho constitui uma das áreas de pesca de peixes ornamentais devido à presença de pedrais, os quais se estendem até a confluência do rio Iriri, e dado que nesta área há um adensamento de moradias próximas ao rio, especialmente em sua margem direita.

Lembra-se, aqui, que no documento “Atendimento às Demandas do Parecer nº 29/2009”, emitido em junho de 2009, foi apresentado mapa onde foram plotadas a APP com largura de 100 metros, conforme estabelece a Resolução CONAMA nº 302, e a APP Variável, que resultou de uma superposição de informações relevantes para a delimitação dos limites desta APP, conforme especificados no referido relatório.

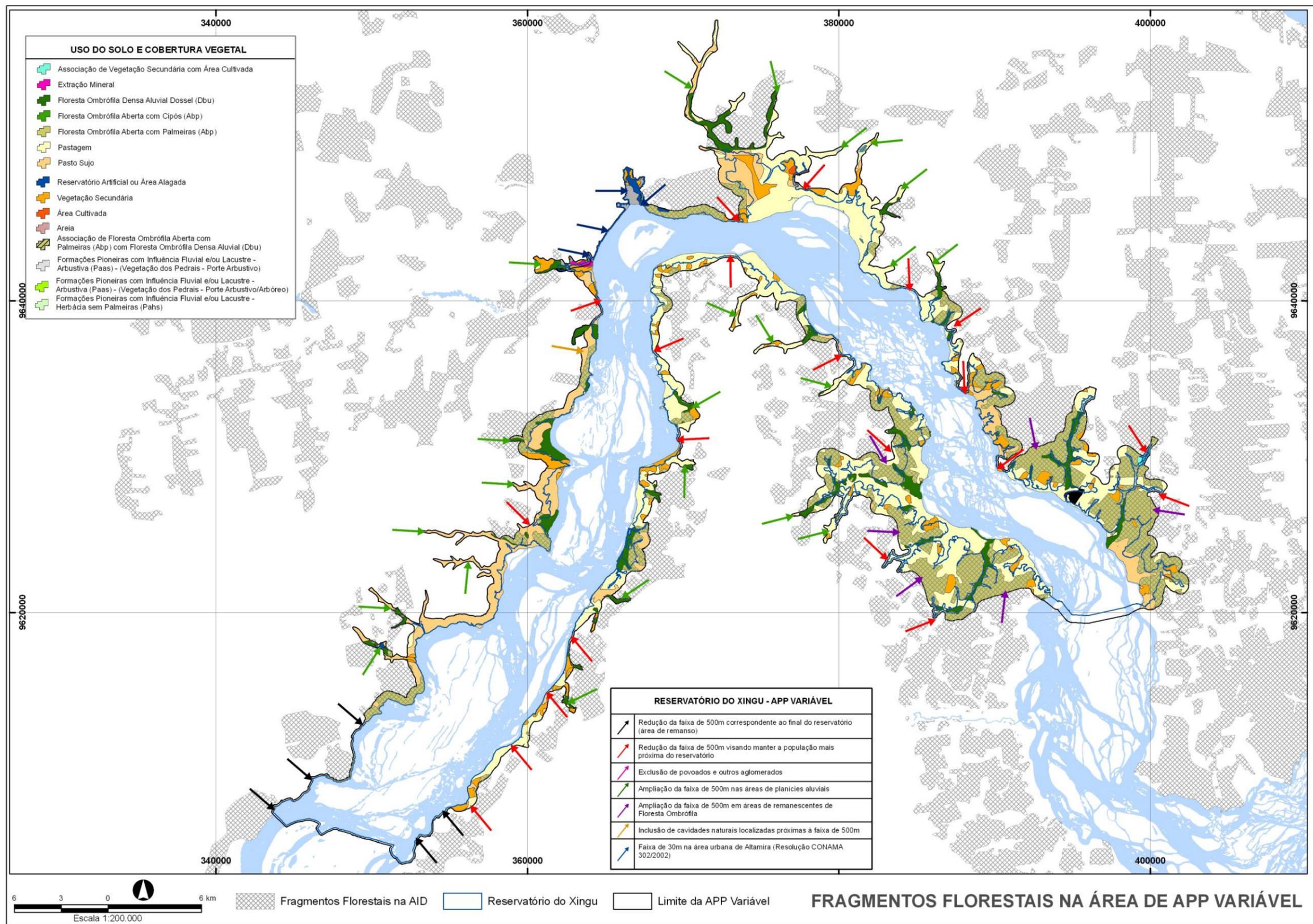


FIGURA 4-1 – Fragmentos Florestais Incluídos na Faixa da APP Variável do Reservatório do Xingu

Buscando aprofundar as análises feitas com relação às questões socioeconômicas afetas à proposição da APP variável, retoma-se aqui o mapa já apresentado no documento “Atendimento às Demandas do Parecer nº 29/2009”, realçando as áreas dos imóveis rurais identificados na Pesquisa Censitária desenvolvida pela equipe socioeconômica do EIA, viabilizando a sua comparação com o nível de interferência nesses imóveis em relação às faixas da APP de 100m (estabelecida pelo CONAMA para reservatórios artificiais) e da APP Variável, solicitada no Termo de Referência do IBAMA.

Para análise do grau de comprometimento dos imóveis rurais a serem afetados por estas duas alternativas de APPs (larguras de 100 m e variável) foram considerados todos os imóveis rurais situados ao longo do futuro Reservatório do Xingu que sofrem interferência das APPs (aqueles antes referenciados no **QUADRO 4-1**), além de 52 imóveis do Setor de Pesquisa Socioeconômica Censitária do Reservatório dos Canais, que também serão afetados pela APP Variável, na região dos futuros canais de derivação a serem escavados nos igarapés Galhoso e di Maria, região esta situada próxima ao eixo da barragem do sítio Pimental, onde esta APP abrange maior extensão. A **FIGURA 4-2** mostra a identificação dos imóveis e as respectivas áreas afetadas pelo Reservatório do Xingu e pelas APPs plotadas (largura de 100 m e largura variável), enquanto que o **QUADRO 4-3** identifica os quantitativos dos imóveis rurais inseridos em cada uma dessas alternativas de APP para o futuro Reservatório do Xingu em acordo com diferentes faixas de afetação de sua área pela implementação da APP.

QUADRO 4-3

Percentuais das propriedades pesquisadas dentro das APPs

	0% a 25%	25% > 50%	50% > 75%	75 e 100%	Total de imóveis atingidos
APP 100	401	20	2	1	424
APP Variável	101	200	102	41	444

A partir do **QUADRO 4-3** verifica-se que a implementação de APP Variável, estabelecida de forma a manter o atendimento ao critério do IBAMA de largura média de 500m, atingirá área superior a 50% em 143 imóveis, representando 32% dos imóveis situados nesta faixa.

O documento “Atendimento às Demandas do Parecer nº29/2009” explicita ainda que as edificações que ficarem dentro da faixa poderão ser relocadas para a sua borda, ficando a uma distância próxima de 100m do reservatório. Este procedimento se justifica devido à forma de ocupação humana dessa região na qual, tanto a população ribeirinha mais antiga quanto os colonos assentados mais recentemente pelo Instituto Nacional de Colonização Agrária (INCRA) apresentam modos de vida marcados por hábitos vinculados ao rio. Este é usado como via de transporte, meio de sustento (pesca) e para as atividades domésticas, como banho e lavagem de louças, roupas, ou simplesmente como local de lazer e contemplação, o que pressupõe que as moradias fiquem próximas aos cursos de água.

No contexto supracitado, a eventual implementação de uma faixa de APP com largura fixa de 500 metros afastaria essa população do convívio direto com o rio, além de tornar inviável uma série de lotes demarcados pelo INCRA e que têm traçado perpendicular ao rio Xingu, justamente para permitir o acesso da população às suas margens. Portanto, o critério adotado de, nessas áreas, reduzir a largura da faixa de APP abaixo de 500 m buscou, prioritariamente, minimizar impactos socioeconômicos, compensando tal redução com a ampliação da faixa em outras áreas nas quais esse procedimento efetivamente trará benefícios ambientais de

conservação de habitats e de elementos do patrimônio natural relevantes, conforme anteriormente abordado.

Portanto, fica patente que os impactos socioeconômicos decorrentes da ampliação da faixa de APP, com base nos critérios estabelecidos, foram devidamente avaliados, e que o órgão ambiental deve levar em consideração o impacto de implantação desta APP Variável proposta para atender o TR, em uma área onde grande parte dos habitantes, que moram próximo ao rio, guarda uma estreita ligação e dependência com o mesmo.

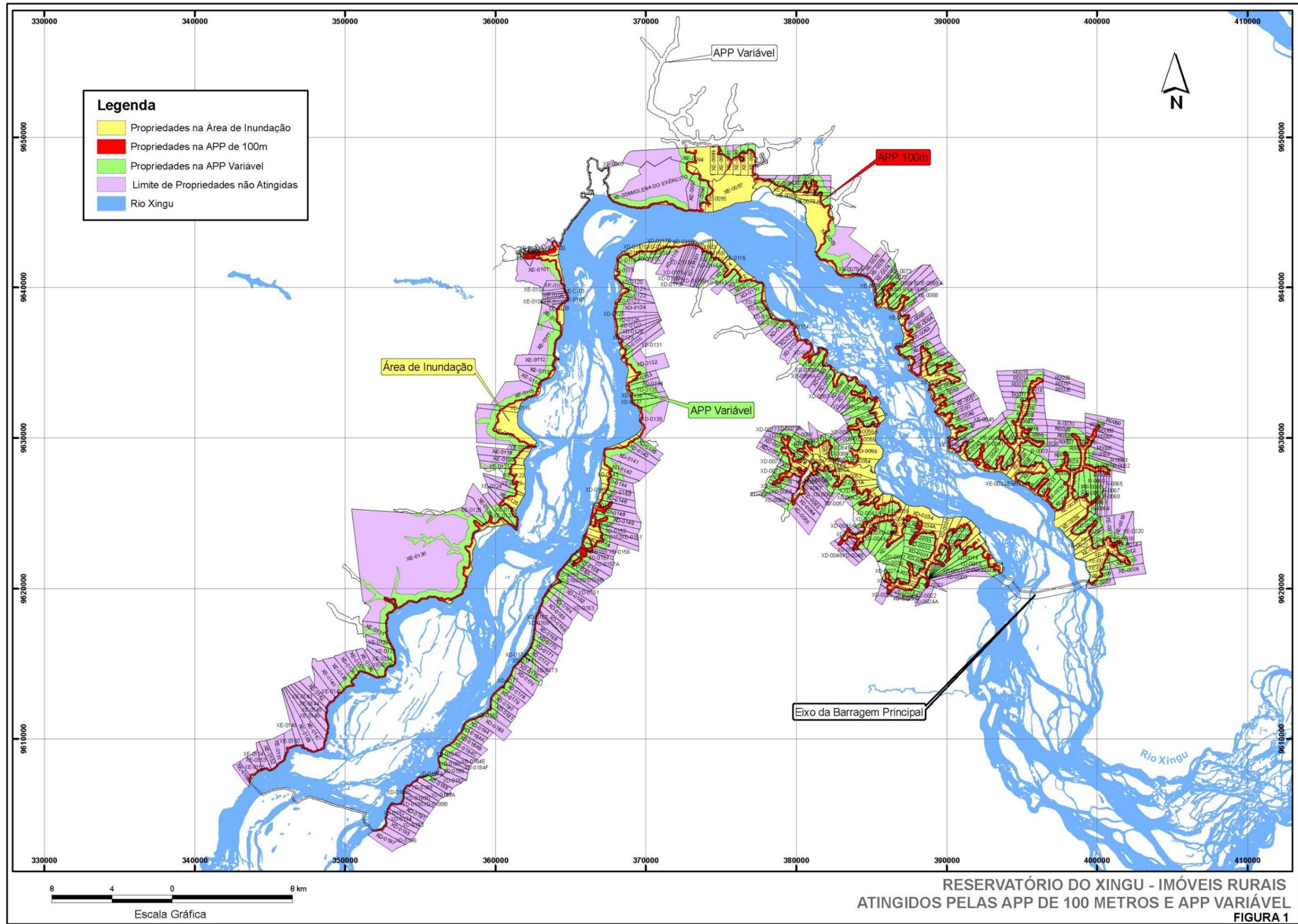


FIGURA 4-2 - Imóveis rurais atingidos pelas APP de 100 metros e pela APP variável

Vale ainda observar que, em caráter complementar ao tratamento do assunto que já havia sido feito no EIA, no documento “Atendimento às solicitações feitas pela DILIC/IBAMA na reunião dos dias 23 a 25 de março de 2009 e pelo ofício nº37/2009 CGENE/DILIC/IBAMA”, mais especificamente em seu item 4, foi quantificado e analisado o uso do solo e a cobertura vegetal na APP natural do rio Xingu no trecho de abrangência da Área Diretamente Afetada (ADA) do AHE Belo Monte, destacando aquelas tipologias que serão afetadas pela implantação do empreendimento.

Considerando que a largura da calha natural do rio Xingu é em média de 5 km, sua APP natural tem sua largura definida em 500m. De acordo com os dados apresentados no relatório de atendimento à solicitação de informações complementares supracitado, a área total da APP natural do rio Xingu, no trecho previsto para a formação do futuro Reservatório do Xingu (entre o sítio Pimental e o final deste reservatório) é de 103 km², sendo que 37 km² serão diretamente afetados pelo futuro reservatório.

As análises efetuadas quanto ao uso e ocupação do solo dessa área indicaram que 15% da APP natural do rio Xingu, nesse trecho, estão recobertos por florestas ombrófilas e vegetação secundária e que 53% desta APP natural apresenta algum tipo de uso antrópico, em ambas as margens, principalmente próximo à cidade de Altamira.

Por fim, observa-se que a proposta de APP Variável deverá ser objeto de inserção e de discussão no Plano Ambiental de Conservação e Uso do Reservatório Artificial (PACUERA), o qual deverá estabelecer ações (a serem discutidas com a população local) de disciplinamento da ocupação do território no entorno do reservatório, de forma a “garantir a segurança e a qualidade de vida da população, preservando os usos múltiplos da água e as condições de sustentabilidade ambiental em presença do empreendimento” (Termo de Referência do IBAMA, dezembro de 2007).

APP Natural do rio Xingu

O assunto em questão foi objeto de abordagem detalhada no relatório “Atendimento às Solicitações feitas pela DILIC/IBAMA na reunião dos dias 23 a 25 de março/2009 e pelo ofício no 37/2009 CGENE/DILIC/IBAMA” e no Anexo 10.1 do documento “Atendimento às Demandas do Parecer nº 29/2009”. Em função da recomendação, busca-se, a seguir, consolidar as justificativas já apresentadas que comprovam a impossibilidade técnica e metodológica de se proceder à estimativa das APPs afetadas a partir da cheia média anual. Reitera-se, ainda, que a despeito dessa impossibilidade, a avaliação de impacto ambiental realizada no EIA do AHE Belo Monte levou em conta as possíveis imprecisões em relação à delimitação da APP, analisando os efeitos da inundação ou ressecamento das planícies fluviais e seus reflexos sobre os ambientes aquáticos e terrestres de forma global, sem a preocupação específica de se aterem aos limites estabelecidos pela ADA. E mais, que a estimativa das APPs naturais definidas pela legislação brasileira, na ADA do empreendimento, foi discriminada para a calha do rio Xingu e para a porção territorial fora da calha, a qual independe da vazão do rio, uma vez que tratam-se das áreas das estruturas das obras e Reservatório dos Canais.

Conforme abordado nos relatórios supracitados, a delimitação das áreas de preservação permanente situadas ao longo dos cursos d'água é regida pela resolução CONAMA nº 303 de março de 2002, que regulamenta o art. 2 da Lei Federal 4.771 de 15 de setembro de 1965 – Código Florestal Brasileiro. A largura da faixa marginal de proteção é variável entre os

valores de 30, 50, 100, 200 e 500 metros, medidos em projeção horizontal, de acordo com a largura da planície de inundação, i.e., o nível mais alto alcançado pelo curso d'água por ocasião da cheia sazonal. Assim, a largura e a conformação da planície de inundação é sempre variável e condicionada pelo relevo ao longo das margens, conforme exemplificado na **FIGURA 4-3**.

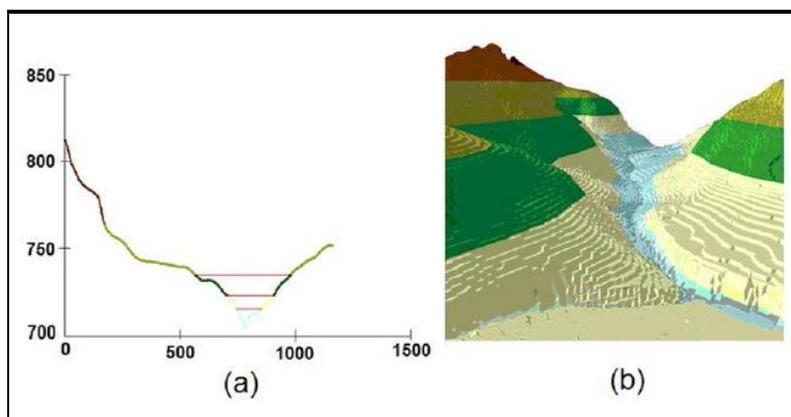


FIGURA 4-3 - (a) Perfil de um relevo ao longo de um transecto e (b) perspectiva da planície de inundação, em azul.

Ressalta-se que, pela interpretação da legislação atual, a região situada entre o nível normal e o nível mais alto dos cursos d'água não constitui área de preservação permanente.

As cartas topográficas do Mapeamento Sistemático Nacional e as restituições aerofotogramétricas disponíveis para os Estudos de Impacto Ambiental de empreendimentos na Amazônia representam a rede de drenagem em períodos de vazão reduzida dos rios e igarapés, pois nesses períodos ocorrem condições climáticas favoráveis para a obtenção das fotografias aéreas. A cheia sazonal ocorre no período chuvoso o que implica em restrições ou dificuldades técnicas para a execução de levantamentos aerofotogramétricos. Além disso, nas planícies com presença de mata fechada, a lâmina d'água sob as copas das árvores não pode ser registrada pelas fotografias. Portanto, o mapeamento das planícies de inundação na ocasião das cheias sazonais não se encontra disponível em nenhum produto cartográfico produzido pelos órgãos públicos e privados responsáveis pela cartografia do território nacional.

Diante do exposto foram realizados, no âmbito dos Estudos de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, esforços técnicos para se estimar as planícies de inundação dentro dos prazos e recursos tecnológicos disponíveis.

Inicialmente, avaliou-se a existência de trabalhos e de imagens pretéritas de radar obtidas no período das cheias sazonais para a região. Hess et. al. (2003) fizeram o primeiro mapeamento dos habitats aquáticos nas planícies aluviais da Amazônia Central, em escala regional, a partir do mosaico de imagens dos períodos de vazante (setembro/novembro de 2005) e de cheia (maio/junho de 2006), adquiridas pelo radar de abertura sintética-SAR, na banda L com resolução de 100m, a bordo do satélite japonês JERS-1. A **FIGURA 4-4** mostra o mosaico e a área de mapeamento (1.77 milhões de km²), onde foram aplicadas técnicas de processamento digital de imagens (técnicas de segmentação e agrupamento) para o mapeamento da extensão das planícies aluviais que são inundadas na época da cheia.

Pela análise dessa figura observa-se que a bacia hidrográfica do rio Xingu (elipse amarela) encontra-se fora da área de mapeamento (retângulo preto). A resolução espacial do mosaico existente (100 metros) restringe a sua utilização para aplicações de escala maior detalhe, sendo indicado apenas para estudos regionais.

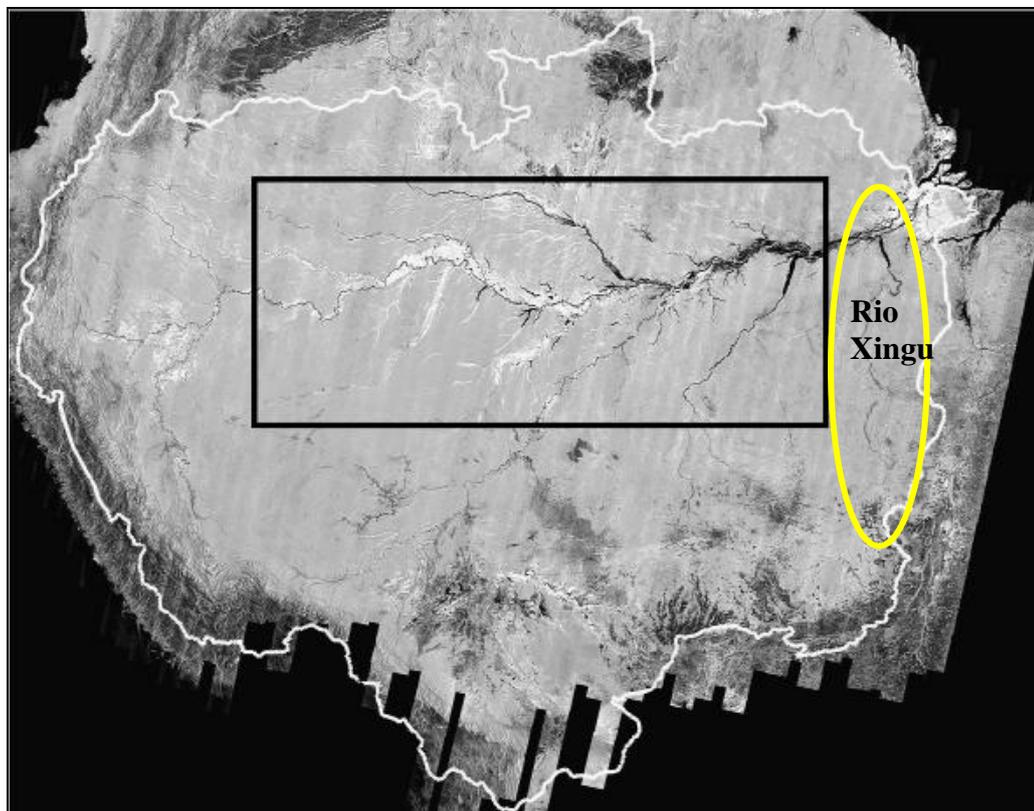


FIGURA 4-4 - Mosaico da Amazônia Central obtido pelo radar de abertura sintética SAR com a indicação da área de mapeamento (retângulo preto).

A alternativa de programação do satélite para aquisição de imagens de radar de maior resolução específicas para a Área Diretamente Afetada do AHE Belo Monte foi descartada devido ao longo prazo necessário para a encomenda e aquisição das imagens no período das cheias sazonais, conforme justificado Na página 105 – item 4.2 – Metodologia, subitem A do relatório de “Atendimento às Solicitações feitas pela DILIC/IBAMA na reunião dos dias 23 a 25 de março/2009 e pelo ofício no 37/2009 CGENE/DILIC/IBAMA”.

Os trabalhos de campo e os sobrevôos realizados nas épocas de cheia e de seca indicaram que o trecho de vazão reduzida era o local de maior variação de inundação das planícies aluviais. Na maior parte da área do futuro Reservatório do Xingu, devido ao predomínio de relevo mais acidentado, não se observou grandes variações nas inundações das suas planícies. Exceção foi observada nas planícies de inundação dos igarapés que cortam a cidade de Altamira. Assim, os esforços técnicos foram direcionados para a identificação de imagens de satélite do espectro ótico, disponíveis para a ADA do AHE Belo Monte, para o período de maior vazão do rio Xingu, em especial para o Trecho de Vazão Reduzida. As imagens selecionadas correspondiam a uma vazão de 7.312 m³/s estimada na cidade de Altamira.

Do exposto, depreende-se a grande dificuldade de se mapear, com precisão, *in loco* ou a partir de sensores remotos as Áreas de Preservação Permanente das planícies de inundação,

seguindo-se fielmente a legislação. Portanto, todos os cálculos e espacializações dessas áreas de preservação basearam-se na calha do rio, definida a partir da restituição aerofotogramétrica devidamente ajustada a uma lâmina d'água obtida na imagem de satélite correspondente à vazão de 7.312 m³/s.

Entretanto, reafirma-se aqui o já destacado no início deste item, isto é, que a avaliação de impacto ambiental realizada no EIA do AHE Belo Monte levou em conta as possíveis imprecisões em relação à delimitação da APP, analisando os efeitos da inundação ou ressecamento das planícies fluviais e seus reflexos sobre os ambientes aquáticos e terrestres de forma global, sem a preocupação específica de se aterem aos limites estabelecidos pela ADA.

Além disso, observa-se que a estimativa das APPs naturais definidas pela legislação brasileira, na ADA do empreendimento, foi discriminada para a calha do rio Xingu e para a porção territorial fora da calha, a qual independe da vazão do rio, uma vez que tratam-se das áreas das estruturas das obras e reservatório dos canais. O primeiro quadro apresentado no Desenho 6365-EIA-DE-G91-039 do relatório de Atendimento às demandas do parecer COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, no 29/2009 mostra a quantificação do uso e cobertura vegetal da APP na porção fora da calha do rio Xingu. O segundo quadro deste Desenho mostra a quantificação do uso e cobertura vegetal na calha do rio Xingu inserida na ADA do empreendimento.

5. MEIO FÍSICO

5.1 RECURSOS HÍDRICOS

5.1.1 Tema: Caracterização Hidráulica e Sedimentológica a Jusante da Casa de Força – Pag. 31

Comentário:

Questiona-se o uso das cartas da Marinha para estipular as seções topobatimétricas, além de todas as relações feitas com os dados de maré para se inferir as cotas absolutas das seções em estudo. Preocupa o excesso de relações e estimativas na elaboração do modelo, principalmente relacionado à definição das seções topobatimétricas e os níveis d'água utilizados como balizadores na aferição do modelo, os quais não foram devidamente explicitados (somente a curva-chave Boca de Santo Antônio). Neste sentido, solicita-se esclarecimentos e questiona-se o porquê de não terem sido efetuadas seções topobatimétricas em campo.

RESPOSTA

As cartas da Marinha apresentam de forma bastante detalhada a batimetria de todo o trecho do rio Xingu entre a travessia da Transamazônica e a foz no rio Amazonas, de forma até mais completa do que o levantamento de um número finito de seções. Isto porque o levantamento de seções topobatimétricas em campo pouco acrescentariam aos resultados da modelagem realizada porque o escoamento é condicionado pela complexidade de interferências da Maré no rio Xingu e do remanso do rio Amazonas no rio Xingu. Dessa forma, o trabalho considerou todas as informações existentes na marinha sobre maré, além de dados fluviométricos das estações de medição existentes no rio Xingu e no rio Amazonas que pudessem estabelecer algum tipo de correlação com os dados do empreendimento, obtendo-se um ajuste adequado conforme comprovam os cálculos de calibragem dos pontos cota-vazão da curva chave na seção de montante do trecho (Boca de Santo Antônio) a partir das vazões do rio Amazonas e do rio Xingu e dos níveis de maré, incluindo a dispersão observada nas vazões baixas por conta do efeito da maré.

Assim, reitera-se que o procedimento metodológico adotado é adequado para as simulações e estimativas feitas no contexto do EIA e, neste sentido, apresenta-se, a seguir, esclarecimentos a respeito da seqüência de atividades e dos resultados obtidos, o que vem ao encontro das assertivas acima apresentadas.

Sendo que nas cartas da Marinha as profundidades são referidas ao nível das mínimas excepcionais do rio Amazonas, para definição das cotas absolutas da calha do Xingu foram utilizadas:

- No extremo de montante, junto à restituição da Casa de Força, a seção batimétrica existente (Boca de Santo Antônio) e a curva chave definida, ambas referidas ao zero IBGE; e
- No extremo de jusante (junto à foz no rio Amazonas) o nível d'água mínimo do rio Amazonas, correspondente a estiagens excepcionais, de acordo com os registros de vazão em Óbidos (rio Amazonas).

Complementando o texto do Volume 7 do EIA, a obtenção da referência IBGE para as seções obtidas das cartas da Marinha obedeceu a seguinte seqüência:

a) Obtenção da Declividade da Referência das Cartas da Marinha

A referência de níveis das Cartas da Marinha corresponde a “mínimas excepcionais”. Nessas condições existe efeito de maré no rio Amazonas e também no rio Xingu, com o qual a análise fica mais complexa e leva a serem consideradas oscilações da maré na condição de jusante do modelo. Ou seja, as mínimas excepcionais são obtidas pela conjugação de vazões mínimas com o nível da maré correspondente ao mínimo de sizigia.

A maré na foz do rio Xingu foi correlacionada à maré em Gurupá, que é a estação maregráfica mais próxima. Como não se dispõe de registros contínuos em Gurupá, utilizou-se dados da estação de porto de Santana (Macapá), a qual apresenta registros contínuos entre 2001 e 2005. Portanto, o que se fez foi um procedimento de regionalização da informação a partir da transferência de dados para locais onde as medições são ausentes ou apresentam falhas. Essa transferência se baseou na relação das amplitudes médias entre a maré de Gurupá e a maré de Macapá, conforme indica a **TABELA 5-1**.

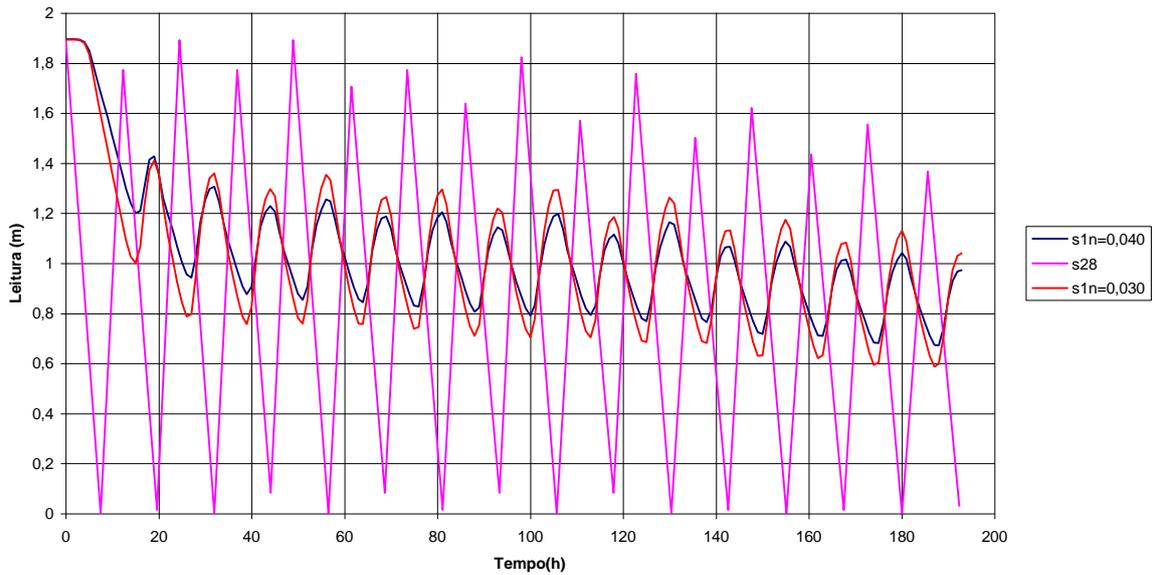
TABELA 5-1

Amplitudes Médias das Oscilações de Maré em Porto de Santana (Macapá) e Gurupá

Posto	Sizigia (lua cheia e lua nova)	Quadratura (quarto crescente e minguante)
	Amplitude da Maré (m)	Amplitude da Maré (m)
Porto de Santana	2,56	1,61
Gurupá	1,73	1,14

O modelo matemático de escoamento com maré foi então alimentado com essas condições de contorno, considerando igual a zero, por hipótese de referência da Marinha, o nível mínimo de maré a jusante e, na primeira iteração, declividade zero da referência das seções.

Após iterações, obteve-se, conforme indicado no **GRÁFICO 5-1**, convergência para desnível de 0,8 m no trecho: assim, as seções foram referidas à cota zero na foz do Xingu (Seção 28) e a cotas crescentes para montante, de forma proporcional à distância, resultando o nível d'água mínimo (de referência) em Boca de Santo Antônio (local da casa de força) igual a 0,8 m.



Nota: S28 é a maré na foz do Xingu; (S1 $n = 0,040$) corresponde à maré obtida através da simulação na Boca de Santo Antônio, para a rugosidade de Manning de 0,040; e (S1 $n = 0,030$) idem para a rugosidade de 0,030.

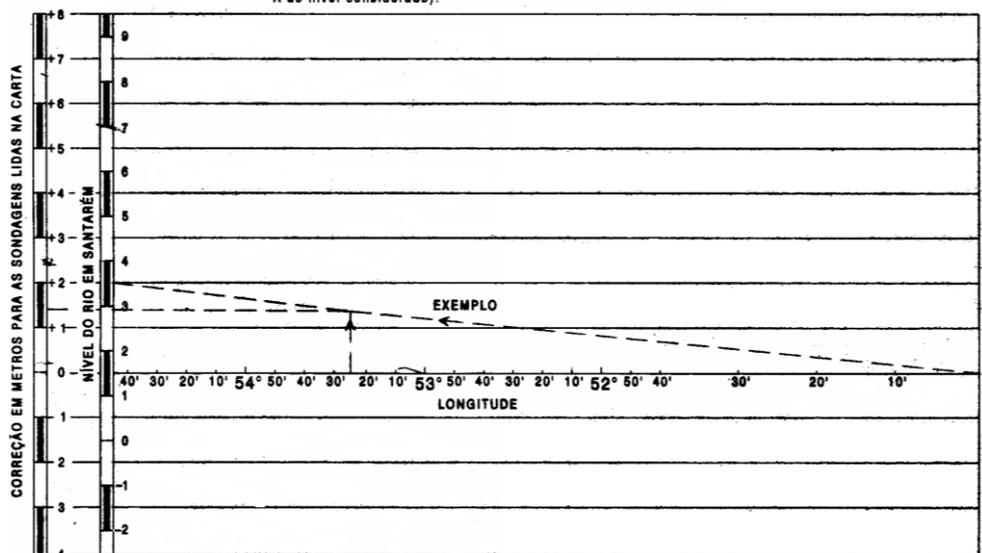
GRÁFICO 5-1 - Maré de Sizígia nas seções S28 e S1 para rugosidades de Manning de 0,030 e 0,040

b) Obtenção dos níveis d'água na foz do rio Xingu em função da vazão do rio Amazonas, para a referência da Marinha

O nível d'água do rio Amazonas na foz do Xingu (na referência da Marinha) pode ser obtido do ábaco constante das cartas da Marinha, em função do nível d'água em Santarém (vide **GRÁFICO 5-2**, a seguir).

REGIME DO RIO AMAZONAS
 PERÍODO DE ENCHENTE: Novembro a Junho - NÍVEL MÁXIMO: Junho e Julho.
 PERÍODO DE VAZANTE: Julho a Outubro - NÍVEL MÍNIMO: Outubro e Novembro.

ÁBACO PARA CORREÇÃO DAS SONDAGENS
 Exemplo: Estando o nível do rio em Santarém na cota +3,5m, a
 correção em Prainha (Long 53°28'W) será +1,5m (unir o ponto
 A ao nível considerado).



Fonte: Cartas da Marinha 4102-A-4102B

GRÁFICO 5-2 - Ábaco que apresenta a Correlação dos Níveis d'Água em qualquer seção do rio Amazonas (localizada pela longitude geográfica) e os Níveis d'Água em Santarém

Por outro lado, a partir de dados da Agência Nacional das Águas (ANA), pode-se obter uma relação entre vazão e nível d'água em Óbidos e, por correlação de níveis d'água entre Óbidos e Santarém, a relação entre a vazão em Óbidos (representativa da vazão do Amazonas) e os níveis d'água em Santarém (referência da ANA), conforme indicam o **GRÁFICO 5-3** e o **GRÁFICO 5-4**.

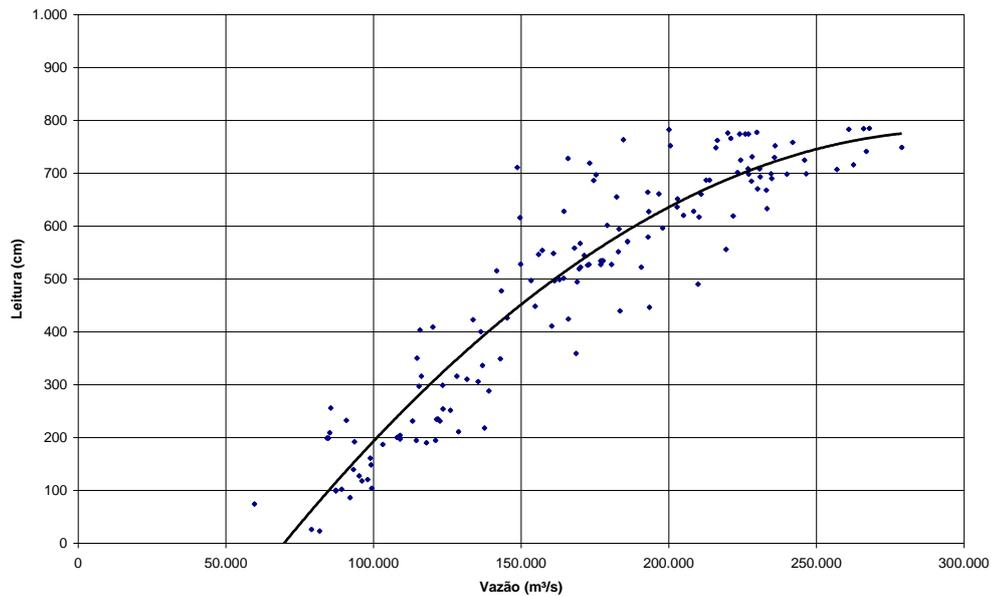


GRÁFICO 5-3 - Rio Amazonas Curva Chave Média em Óbidos

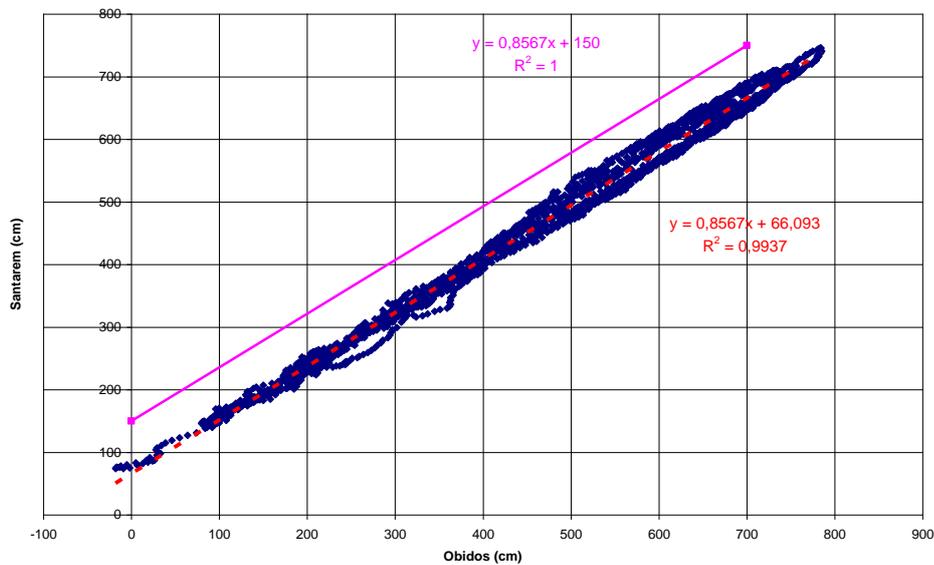


GRÁFICO 5-4 - Correlação dos Níveis d'água entre Santarém e Óbidos

A transformação dos níveis d'água em Santarém da referência da ANA para a referência da Marinha utilizou o fato de que, na referência da Marinha, o nível d'água 1,50 m corresponde à correção zero nas cartas da Marinha, ou seja, o N.A. 1,50 m em Santarém corresponde às vazões mínimas observadas no rio Amazonas (condição de construção das cartas). Foi então deslocado o zero das observações de N.A. da ANA em Santarém, de forma que as menores vazões coincidisse com o valor 1,50 m. Os resultados podem ser visualizados na **TABELA 5-2**.

TABELA 5-2
Correlação de Vazões e Níveis d'Água: Óbidos, Santarém e Foz do Xingu

Caso	Mês	Vazão em Óbidos (m ³ /s)	NA (m)		
			Ref. ANA	Ref. Marinha	
			Óbidos	Santarém	Foz do Xingu
1	março	161.974	5,02	5,80	2,00
2	abril	230.737	7,12	7,60	2,82
2a	abril	261.897	7,60	8,01	3,02
3	maio	184.403	5,86	6,52	2,33
4	maio	237.864	7,25	7,71	2,88
5	junho	263.134	7,62	8,03	3,02
6	junho	228.438	7,07	7,56	2,81
7	julho	144.381	4,26	5,15	1,70
8	julho	204.386	6,48	7,05	2,57
9	out/02 (*)	90.000	1,39	2,69	0,54
10	nov/02 (*)	88.200	1,20	2,53	0,50

Observação: (*) estudos de transitórios

c) Referência IBGE

Com as seções batimétricas referidas à linha d'água de 0,8 m de desnível (parágrafo a), as condições de maré e vazão observadas entre 29/10/2002 e 04/11/2002, e o nível d'água na foz do Xingu obtido da **TABELA 5-2** (0,54 m, referenciada Marinha), foi novamente rodado o modelo matemático de escoamento com maré e concluiu-se que devem ser adicionados 0,92 m à referência da Marinha para obter em Boca do Santo Antônio os níveis d'água observados nesse período com a referência IBGE (vide **GRÁFICO 5-5**, **GRÁFICO 5-6** e **GRÁFICO 5-7**).

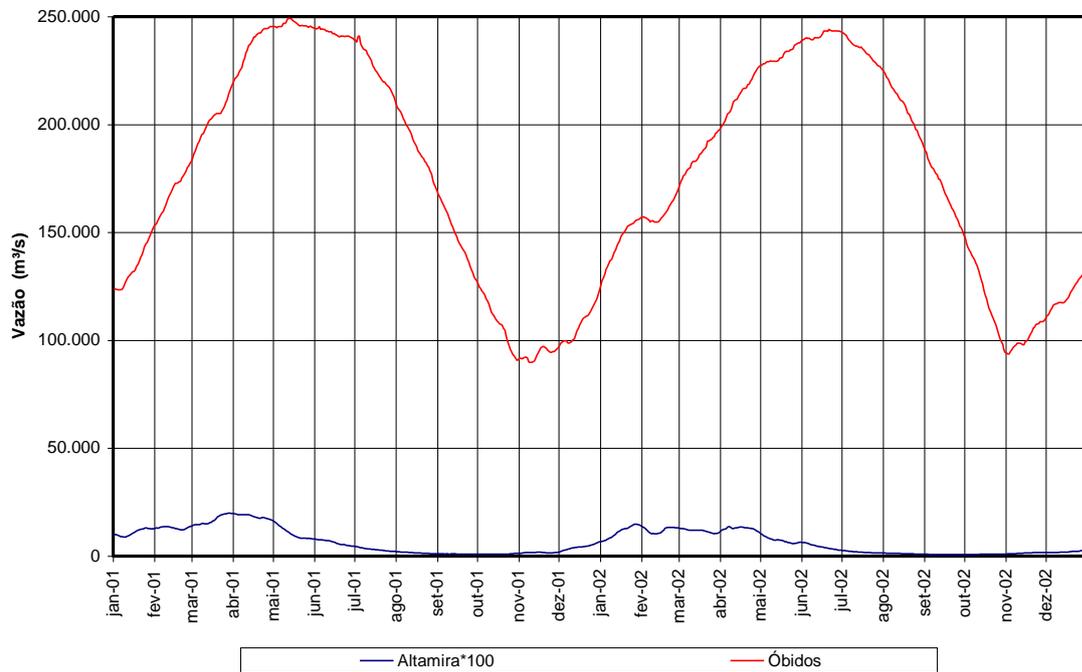


GRÁFICO 5-5 - Curva Chave em Boca do Santo Antônio I, com os valores observados de Nível e Vazão. 2001-2002

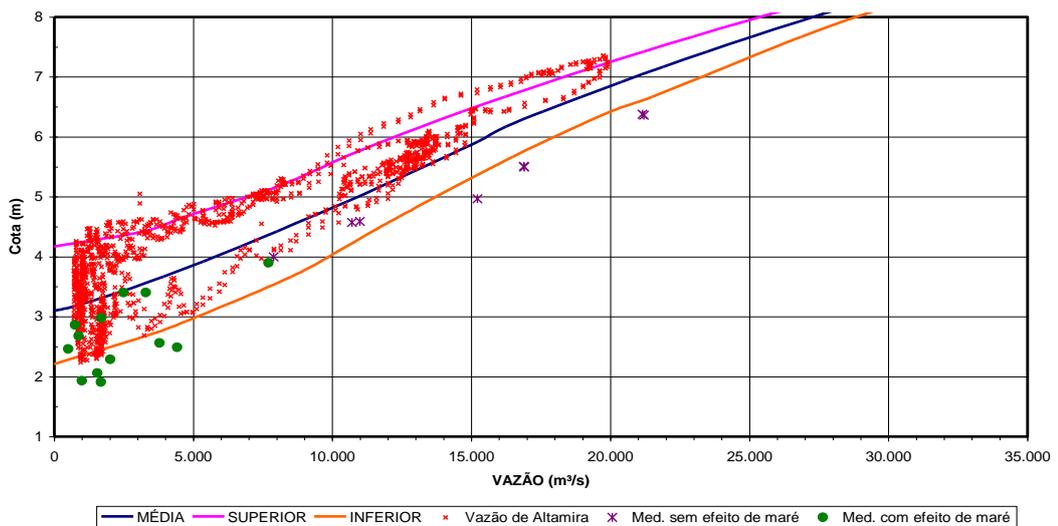


GRÁFICO 5-6 - Vazões em Altamira e Óbidos

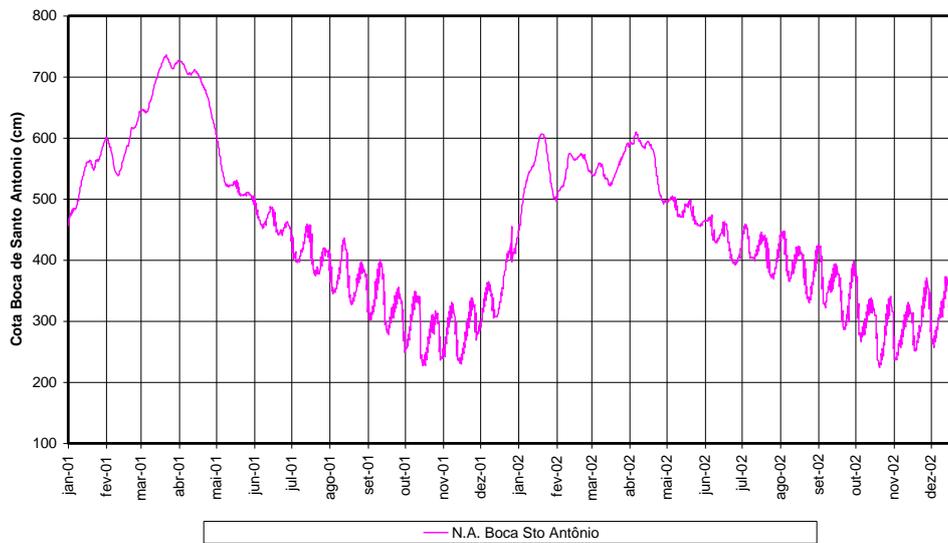


GRÁFICO 5-7 - Níveis d'Água em Boca do Santo Antônio

Dessa forma, as profundidades indicadas nas cartas da Marinha foram referenciadas ao nível d'água IBGE 0,92 m na foz do Xingu (Seção 28) e ao nível d'água IBGE 0,92 + 0,80 = 1,72 m, na Boca de Santo Antônio (Seção 1), adotando-se uma interpolação linear da referência nas seções intermediárias (vide **GRÁFICO 5-8**).

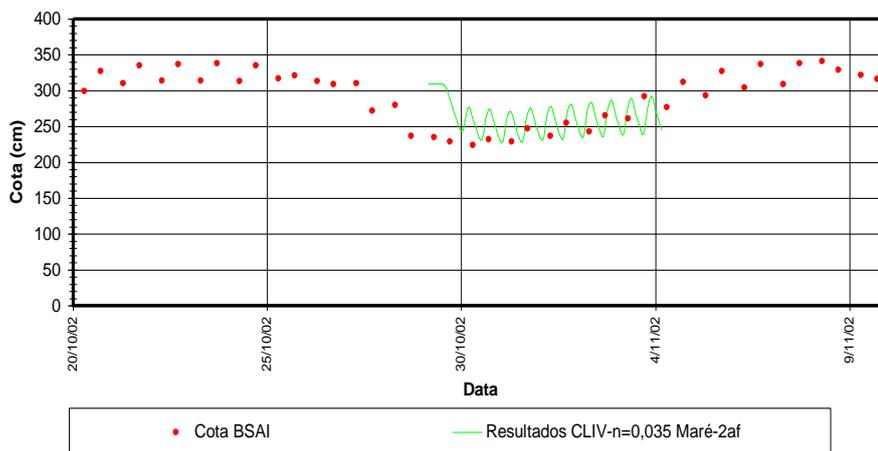


GRÁFICO 5-8 - Cotas observadas em Boca de Santo Antonio I (BSAI) às 7:00h e 17:00h. Cotas da Maré calculada na mesma seção (resultado do Modelo Matemático CLIV)

Os níveis d'água de jusante (na foz do Xingu) para as vazões do rio Amazonas escolhidas também foram corrigidos no fator 0,92 m.

Este processo é complexo devido às características da própria dinâmica do escoamento - sujeita a oscilações de maré, vazões do rio Amazonas e vazões do rio Xingu, todos independentes entre si.

Reitera-se, portanto, o que foi destacado no início deste item, isto é, o que se observa desse estudo é que o levantamento de seções topobatimétricas em campo pouco acrescentariam aos resultados da modelagem porque o escoamento é condicionado pela complexidade de interferências da Maré no rio Xingu e do remanso do rio Amazonas no rio Xingu. Dessa forma, o trabalho considerou todas as informações existentes na marinha sobre maré, além de dados fluviométricos das estações de medição existentes no rio Xingu e no rio Amazonas que pudessem estabelecer algum tipo de correlação com os dados do empreendimento.

A confirmação de que o ajuste é adequado foi obtida pela reprodução, através de cálculos de calibragem, dos pontos cota-vazão da curva chave na seção de montante do trecho (Boca de Santo Antônio) a partir das vazões do rio Amazonas e do rio Xingu e dos níveis de maré, incluindo a dispersão observada nas vazões baixas por conta do efeito da maré (vide **TABELA 5-3** e **GRÁFICO 5-9**).

TABELA 5-3
Vazões em Altamira, Cotas na seção S1 e Rugosidades de Manning

Q (m ³ /s)	NA na seção S1 Cota (m)	Rugosidade de Manning
3.091	3,68	0,035
4.679	3,21	0,035
6.357	4,29	0,035
14.153	5,70	0,032
19.182	6,70	0,030
27.027	7,95	0,030
32.109	8,71	0,030

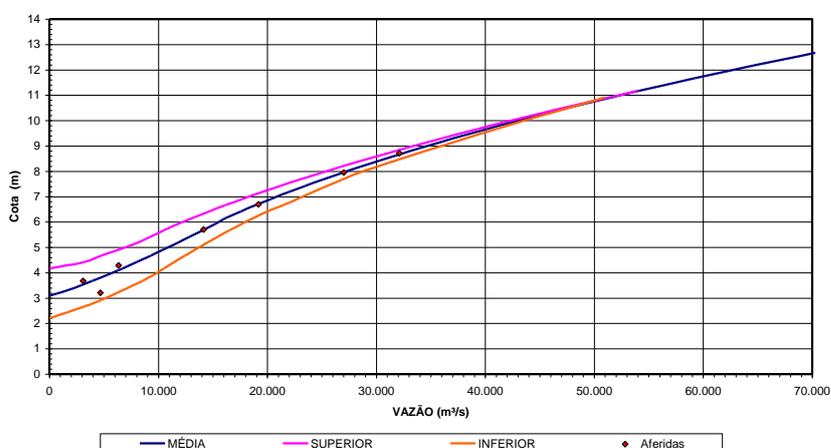


GRÁFICO 5-9 - Níveis d'água calculados na curva chave de Boca de Santo Antônio I - (ref. IBGE)

5.1.2 Tema: Resultados das simulações – Pag. 31

Comentários:

Verifica-se que, na situação de vazões elevadas no rio Xingu e vazões baixas no rio Amazonas, as linhas d'água apresentam elevada declividade nos trechos de logo a jusante da casa de força e acentuam-se ainda mais no trecho de 40.000 m até 60.000 m na região de ocorrências das praias. Tal situação, a princípio, parece um contrasenso, haja visto o trecho ser caracterizado por haver grandes deposições de areia. Solicita-se um esclarecimento acerca da situação.

RESPOSTA

Os cálculos hidrodinâmicos de diagnóstico mostram, com efeito, que nos primeiros 60 km a jusante da futura Casa de Força Principal ocorrem velocidades relativamente altas nas condições de vazões elevadas no rio Xingu e baixas no rio Amazonas. As linhas do trecho de deposição franca se estendem a jusante do km 60 e a nidificação das tartarugas é observada atualmente principalmente na Seção 13 (km 57,8) para jusante.

No entanto, é preciso observar que as altas velocidades mostram que a montante do km 60 já ocorreu deposição e que, portanto, a seção de escoamento ficou menor e as velocidades maiores. Em um processo de evolução natural essa deposição deverá avançar para jusante onde se observam grandes seções de escoamento, baixas velocidades do fluxo e, portanto, ausência de possibilidades de erosão, o que ratifica a previsão feita no EIA de que não são esperadas alterações importantes no transporte de sedimento do rio Xingu pela presença do empreendimento e a deposição de jusante associada à maré não será impactada. Não existe, portanto, contrasenso no que tange a essa conclusão e à verificação de que, nos primeiros 60 km a jusante da futura Casa de Força Principal, ocorrem velocidades relativamente altas nas condições de vazões elevadas no rio Xingu e baixas no rio Amazonas.

5.1.3 Tema: Potencial transporte de sedimentos – Pag. 32

Comentário:

- a) *Os resultados da capacidade de transporte de sedimentos apresentaram uma variação bastante significativa para cada equação empregada. Para a situação de grandes vazões no rio Xingu, com exceção de um dos métodos para o qual o valor atingiu 10 g/L, os demais forneceram concentrações abaixo de 400 mg/L. Para os outros dois cenários, apesar de uma grande variação entre as equações aplicadas, os valores ficaram em sua grande parte abaixo de 10mg/L. Por fim, com base nos gráficos apresentados, verifica-se que a seção onde se encontram as praias de desova possui relativamente, no trecho em estudo, uma grande capacidade de transporte de sólidos. Entretanto, quando comparado a rios de águas brancas da Amazônia, o rio Xingu apresenta valores bastante inferiores.*

RESPOSTA

É preciso bem contextualizar a questão afeta à predição das alterações na dinâmica de transporte de sedimentos para estudos ambientais envolvendo empreendimentos hidrelétricos, suas incertezas e a necessidade de um monitoramento a longo prazo para ratificar as hipóteses

levantadas a priori, de forma que se possa compreender e avaliar adequadamente os resultados obtidos para o tema no tocante à identificação de impactos para o AHE Belo Monte. Neste contexto, destaca-se que:

- Existem diversas fórmulas para o cálculo da capacidade de transporte de sedimentos nos cursos de água, que normalmente apresentam grande dispersão nos resultados finais. Isto não é um caso particular do empreendimento de Belo Monte e sim um fato para toda a disciplina de sedimentos, conforme reconhecido pelos diferentes especialistas que militam no tema, no âmbito nacional e internacional. Para a tentativa de escolha da equação que representa melhor o curso de água em estudo, o melhor que se pode fazer é uma revisão dos estudos de prognóstico a partir de um monitoramento de longo prazo.
- A partir de dados históricos, pode-se conhecer melhor o escoamento em estudo e definir o equacionamento que melhor interpreta o funcionamento hidráulico e de capacidade de transporte. O presente estudo baseou-se em dados regionalizados, como são todos os estudos de transporte de sedimentos, e avançou em uma modelagem, apresentada em anexo ao EIA, para se avaliar os impactos que poderão ser observados no trecho de jusante. Nesse momento do licenciamento do AHE Belo Monte, a modelagem já se apresenta como um diferencial daquilo que é usualmente praticado nos estudos ambientais afetos a empreendimentos hidrelétricos, cumprindo o objetivo de indicar a escala de tempo e a extensão da erosão que deve ser esperada.
- Os estudos realizados para o AHE Belo Monte mostram que na seção 13, onde se localizam as praias de nidificação, os resultados de todos os métodos aplicados apontam transporte sólido muito baixo e a própria ocorrência da praia indica menor potencial de transporte de sedimentos, onde forma-se uma zona de deposição.

b) *Em relação aos estudos de início de transporte de sólidos, o estudo apresenta:*

“Pode-se observar na TABELA 7.4.3-10 que na faixa que compreende a vazão modeladora (entre 6.357 m³/s e 9.542 m³/s) não há condições de início de transporte de areias finas, tanto de fundo como em suspensão a partir da seção S15 (esta onde se encontram bancos de areia) até a seção S25, com alguma recuperação nas proximidades da confluência com o Amazonas e condições muito incipientes de transporte de areia fina (0,1 mm) na seção S14, demonstrando ser esta uma região deposicional. Para vazões excepcionalmente elevadas (32.109 m³/s) há um trecho de cerca de 20 km entre as seções S20 e S22 onde também nessas condições praticamente não há início de transporte de leito ou em suspensão. Significa que, mesmo após a construção da barragem, com a retenção de sedimentos no reservatório, não haveria condições de erosão do leito.” (pág. 79 – Volume 7)

Comentário:

Com base no explicitado acima, questiona-se a conclusão do parágrafo, haja visto que os resultados apresentam no trecho onde há ocorrência de praias (S11 a S15), transporte de partículas de até 1,4 mm (S12). Entretanto, é dado destaque somente à seção S15, a qual representa a última seção do trecho principal em análise. Neste sentido, recomenda-se a solicitação de esclarecimentos acerca das conclusões acima citadas.

RESPOSTA

A conclusão do parágrafo sobre as condições de erosão do leito após a construção da barragem é desenvolvida com mais detalhes e precisão na simulação matemática realizada no contexto da avaliação de impactos, apresentada no EIA. A resposta a essa questão é apresentada no comentário a seguir que esclarece as conclusões do estudo de modelagem de sedimentos a jusante da futura Casa de Força Principal. A **FIGURA 5-1** apresentada no EIA como figura 7.4.3-2 no Volume 7 e reproduzida abaixo, mostra as seções analisadas no estudo.

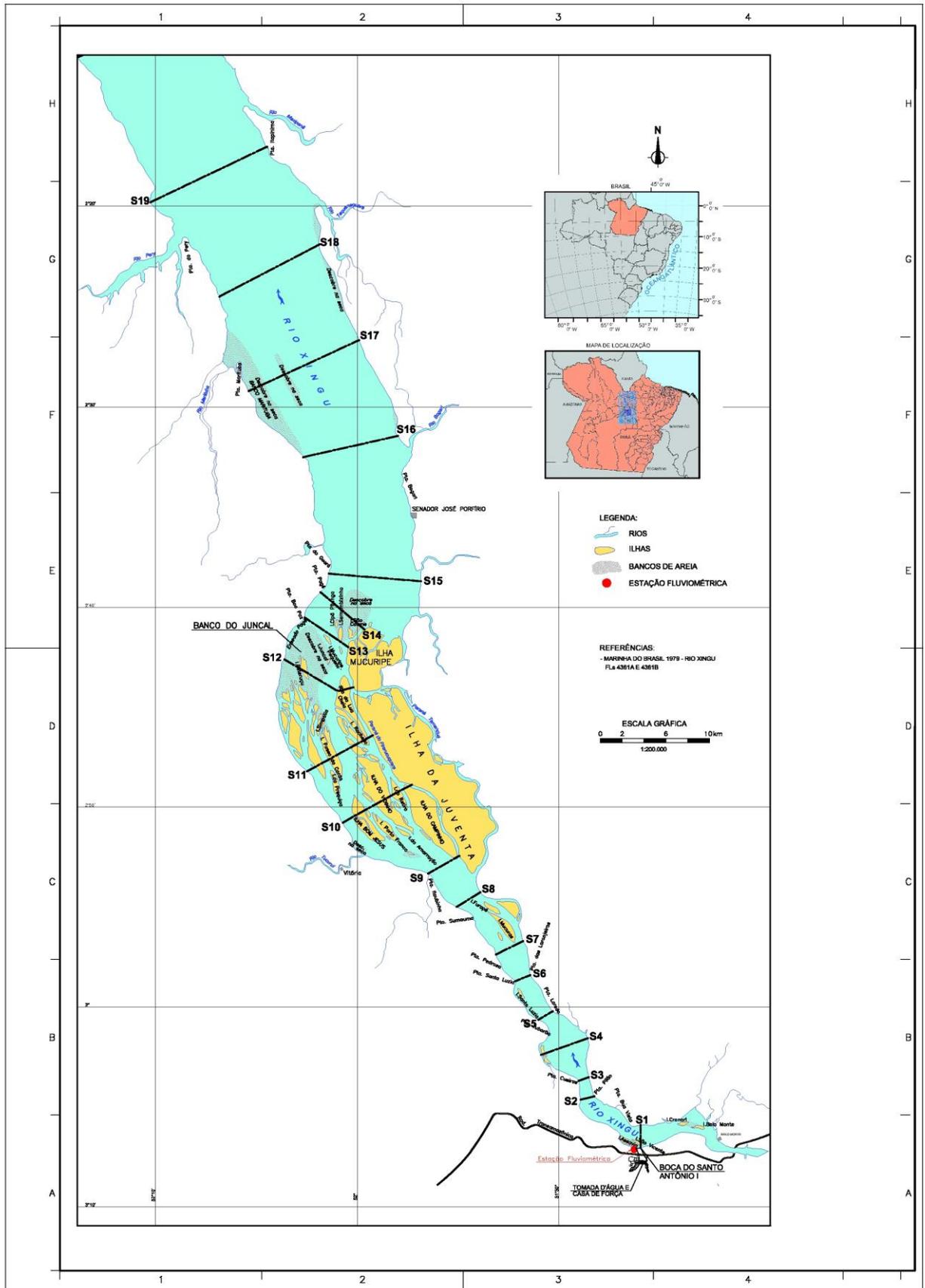


FIGURA 5-1 – Seções do rio Xingu à jusante da Casa de Força

c) Comentário final

Neste estudo foi apresentada uma simulação da capacidade de transporte de sedimentos na situação natural do rio Xingu, o que é razoável para o diagnóstico. Entretanto, espera-se que na análise de impactos seja considerada a retenção dos sedimentos nos reservatórios e os impactos a jusante. Com base no exposto no comentário anterior, destaca-se não haver a princípio concordância com a conclusão (iii).

Ainda, lembrando que foi utilizada a simulação hidráulica anteriormente analisada e sob a qual existem questionamentos acerca da representatividade das seções topobatimétricas adotadas, associadas principalmente ao uso da cartografia da Marinha, e da aferição do modelo, entendemos ser necessária a apresentação dos esclarecimentos pertinentes, destacados ao longo deste Parecer, os quais poderão suscitar pedidos de complementações dos estudos.

RESPOSTA

Destaca-se que no volume 7 do EIA foi apresentada uma simulação hidráulica da condição natural no trecho a jusante da Casa de Força Principal e no capítulo de impactos foi avaliado o impacto de EROSÃO A JUSANTE DA CASA DE FORÇA PRINCIPAL (EIA, Volume 31, Item 10.4.4. - Etapa de Operação Comercial). Nesse impacto foram descritos os aspectos gerais do fenômeno e feitas as avaliações correspondentes, com base nos resultados do Relatório “Avaliação do Processo Erosivo a Jusante de Belo Monte”, que apresenta simulações da evolução do leito do rio na ocorrência de retenção total do sedimento de fundo no reservatório. Entretanto, como o comentário feito pelo Ibama deixa antever que esse documento possa não ter sido analisado, o mesmo é apresentado ao final do presente relatório, sendo destacados, a seguir, as principais conclusões nele pontuadas.

Foi aplicado um modelo matemático que resolve por diferenças finitas as equações de conservação da massa da fase sólida e do transporte sólido pela equação de Engelund-Hansen.

Os resultados, para vazões até 14.000 m³/s, ao longo de 50 anos de operação mostram erosão apenas nos primeiros 12 km a jusante da Casa de Força. Com base nesse prognóstico é que se pode concluir na avaliação de impactos que:

- Como a carga de sedimentos natural do rio Xingu é relativamente baixa, as evoluções do leito serão lentas, com variações centimétricas ao longo de anos de operação do aproveitamento;
- A região do banco do Juncal, e do banco que se forma a jusante dele, nas proximidades das ilhas Cipó Pitanga, Sernambizinho e São Cosme, onde se encontram os ninhos das tartarugas, a uma distância aproximada de 60 km da Casa de Força Principal, constitui o início da ria do Xingu, onde as larguras e profundidades do leito do rio são maiores e as velocidades menores, existindo influência da maré e do rio Amazonas, enquanto os níveis d’água são pouco influenciados pelas vazões do rio Xingu;
- Em condições naturais essa região é de deposição e o corte do suprimento dos sedimentos tenderá a estabilizar os bancos de areia, com variações normais, sazonais e interanuais, de sedimentação-erosão em função da variação das vazões afluentes;

- O processo mostrado pelos resultados da modelagem matemática registra erosões no trecho inicial, logo a jusante da restituição da Casa de Força Principal, sendo que o sedimento retirado dessa região próxima alimentará os trechos mais a jusante; e
- Após 50 anos de simulação com vazões da ordem da cheia média anual o modelo mostra erosões da ordem de 3 m nos 10 km iniciais, junto à restituição da Casa de Força Principal, e depósitos da ordem de 1 m entre 10 e 30 km a jusante da mesma. A jusante deste ponto acontecem erosões e depósitos alternados entre seções, com amplitude máxima de 1 m, para finalmente mostrar estabilidade a partir do km 60, no começo da ria do Xingu, onde estão localizados os bancos de nidificação das tartarugas.

Os resultados do modelo matemático são, contudo, aproximados, baseados em uma pequena série de dados de vazão sólida observados e é recomendável a execução de monitoramento para acompanhar a evolução do leito do rio Xingu entre a restituição da Casa de Força Principal e o banco Juncal, no início da ria do Xingu.

Somente para a vazão contínua de 19.000 m³/s, (situação que não ocorrerá na prática, uma vez que é representativa dos 2 meses mais úmidos do ano) ao longo de 50 anos, aparecem erosões nas seções 11 (0,32 m), 12 (1,07 m) e 13 (1,3 m), com assoreamento nas seções 14 (0,90 m) e 15 (0,51 m).

Em resumo, o relatório conclui, com base na modelagem realizada para subsidiar a identificação e a avaliação de impactos contida no Volume 31 do EIA, que a jusante da Casa de Força Principal, num trecho de 10 km no Baixo Xingu, são esperadas erosões da ordem de 3 m após 50 anos de operação. A jusante destes 10 km poderá haver alternadamente erosões e depósitos com amplitudes esperadas de até 1 m, até a região do banco Juncal, de nidificação das tartarugas, no começo da ria do Xingu, onde o leito mostra estabilidade ao longo do tempo.

5.1.4 Tema: Espeleologia - Pag .34

O Abrigo Kararaô, a Gruta da China e a Caverna Kararaô estarão sujeitos aos maiores impactos, pois estão com suas entradas em cotas mais baixas – 78,2 a 89,3 m – que o nível do reservatório e sujeitas à sua influência.

RESPOSTA

O documento “Levantamento do Patrimônio Espeleológico – Atendimento ao Termo de Referência do CECAV”, datado de Agosto de 2009 e emitido ao IBAMA, explicita que o Abrigo Kararaô, a Gruta do China e a Caverna Kararaô se encontram em uma serra com orientação próxima de NNW-SSE, com suas entradas posicionadas na escarpa reversa ao reservatório. Esta serra servirá como futuro divisor entre o reservatório e o vale de um afluente do igarapé Santa Helena. Portanto, as aberturas das cavidades não estão voltadas para o futuro reservatório. Este posicionamento pode ser visualizado na FIGURA 5-2, elaborada a partir dos resultados dos levantamentos topográficos de detalhe realizados na área de entorno das cavidades e em seus interiores.

O perfil A-A’, constante da FIGURA 5-2, foi orientado de forma atravessar a Caverna Kararaô na porção onde esta mais se aproxima do reservatório. O resultado demonstrou que o final da caverna encontra-se a cerca de 102 m da borda do futuro reservatório,

aproximadamente 18m abaixo da cota de inundação. O perfil B-B' foi orientado passando pela entrada e salão principal da Caverna Kararaô. Nota-se que a cota mais baixa do salão principal da caverna está 17m abaixo da cota do reservatório, distando aproximadamente 147m deste. A partir dos levantamentos, observou-se que a Gruta do China superpõe o trecho final do Abrigo Kararaô, sugerindo uma gênese conjunta para estas cavidades. Assim, o perfil C-C' está orientado segundo o trecho onde as cavidades se sobrepõem, mostrando que essas duas cavidades encontram-se a cerca de 208m do reservatório e entre 15 a 20m abaixo deste.

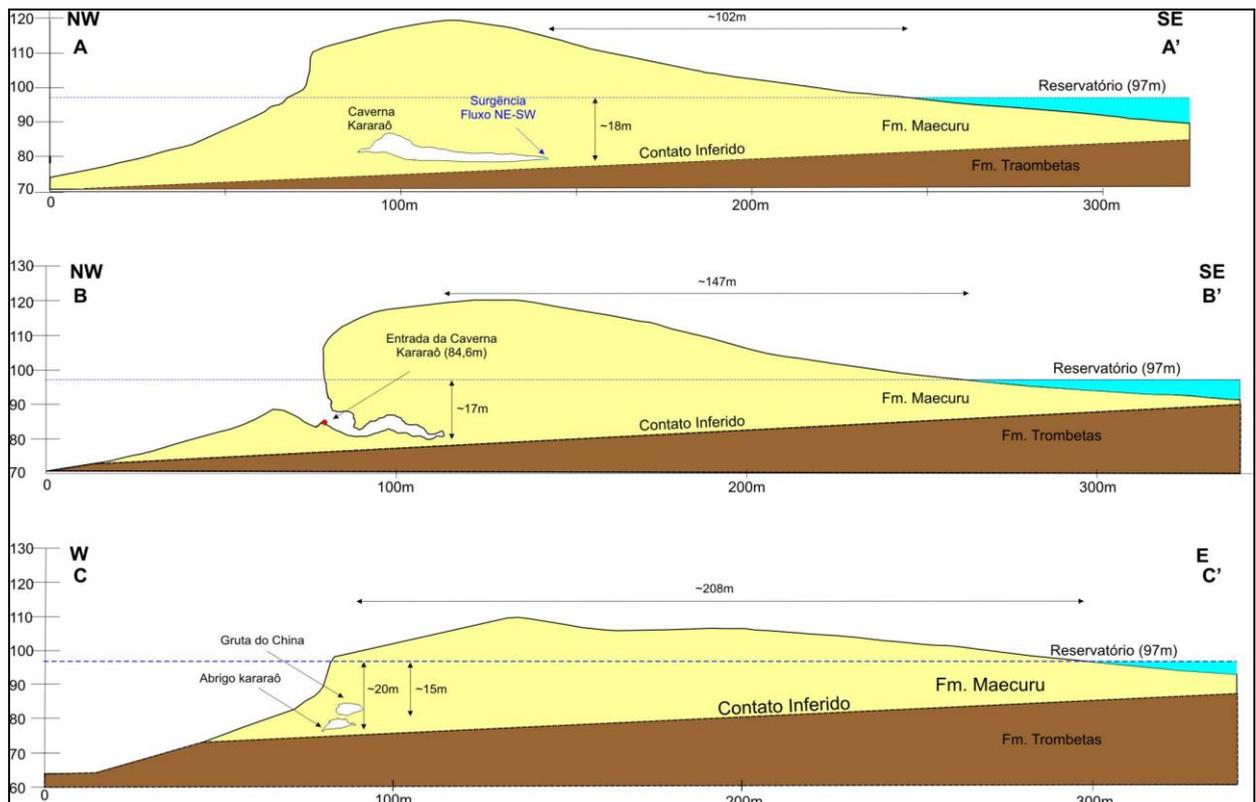


FIGURA 5-2 - Perfis geológicos transversais passando pelas cavidades naturais caverna e abrigo Kararaô e gruta do China, exibindo suas situações em relação ao futuro Reservatório dos Canais.

Considerando a possibilidade de infiltração de água nessas cavidades a partir da margem esquerda do futuro Reservatório dos Canais, está proposto no EIA, em caráter preventivo, o Programa de Controle de Estanqueidade do Reservatório. Nesse programa são apresentadas alternativas de medidas preventivas de controle que deverão ser contempladas no projeto de engenharia, entre elas tapetes de argila e diques com fundação em solos/rochas de baixa permeabilidade, como naqueles do Complexo Xingu e/ou Formação Trombetas, as quais deverão garantir a conservação e preservação das cavidades e evitar a possibilidade de fuga de água do reservatório dos canais. Essas alternativas, apresentadas na FIGURA 5-3, serão objeto de detalhamento na fase de PBA, quando se terá um melhor conhecimento geológico-geotécnico e hidrogeológico da área em pauta. Observa-se que os desenhos com as soluções propostas (FIGURA 5-3) foram apresentados anteriormente no documento “Levantamento do Patrimônio Espeleológico – Atendimento ao Termo de Referência do CECAV”, datado de agosto de 2009, antes aqui citado, mais especificamente nas FIGURAS 13-1 e 13-2.

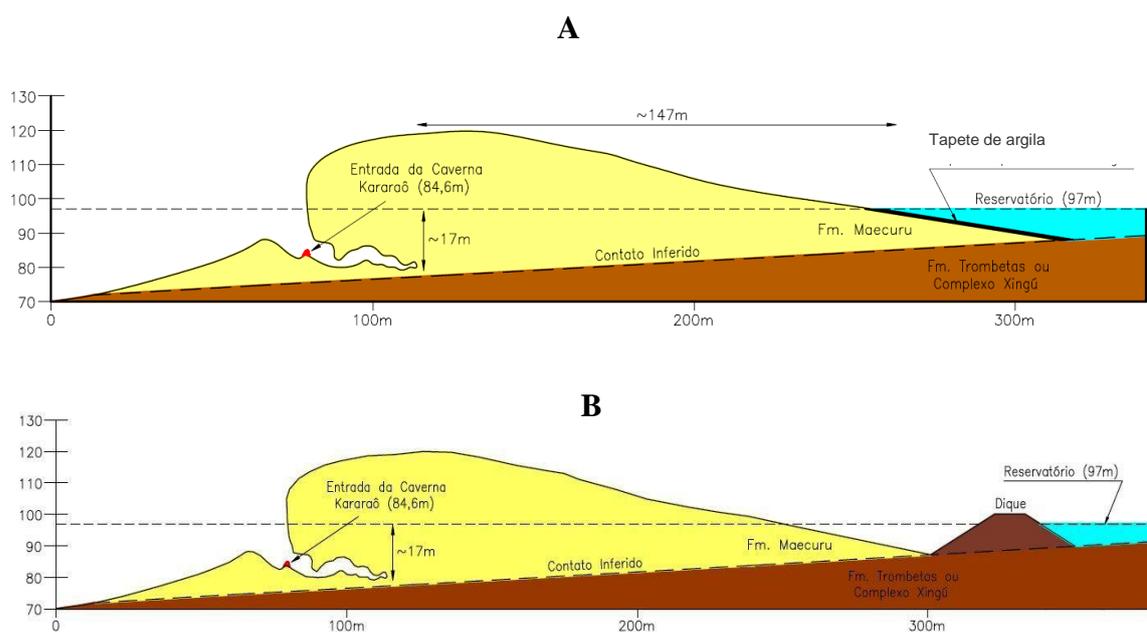


FIGURA 5-3 - Alternativas de medidas preventivas para garantir a preservação e conservação das cavidades naturais caverna e abrigo Kararaô e gruta do China: A) tapete de argila e B) dique com fundação em rochas de baixa permeabilidade (Formação Trombetas ou Complexo Xingu).

5.1.5 Tema: Enfoque especial para a região dos igarapés de Altamira – Pag. 36

Comentário:

O prognóstico com a implantação do reservatório foi elaborado para eventos com recorrência de 100 anos e não considerou simplesmente a construção da barragem, mas também uma série de ações de requalificação urbana em Altamira que envolvem a retirada/substituição de travessias que atualmente estrangulam as seções dos igarapés. Para tanto, considerou-se no igarapé Altamira a existência de duas travessias (ao invés de 3 atualmente), no igarapé Pannels manteve-se a travessia existente, contudo considerou-se a sua ampliação de 30 m de vão livre para 70 m, no igarapé Ambé foram admitidas a inexistência de travessias – essa proposta deve ser verificada, haja visto que das duas travessias ali existentes uma se trata da BR-230, a Transamazônica. Tal informação não condiz com o verificado no Plano de Requalificação de Altamira, onde são verificadas duas travessias no Ambé, nesse sentido, solicita-se que seja esclarecido a previsão das pontes nos prognósticos realizados.

RESPOSTA

Nos estudos de diagnóstico foram consideradas as restrições impostas pelas travessias existentes na Rua José Porfírio, Av. Ernesto Acioly e Transamazônica. Deve ser lembrado ainda que nos igarapés de Altamira as inundações são frequentes devido às limitações impostas pelas travessias e pela presença de habitações em áreas baixas. Para mitigar as inundações nos estudos hidráulicos de prognóstico, em conformidade com os estudos de requalificação urbana, foram estudadas as adequações necessárias das travessias, ou mesmo a

obrigatoriedade de sua eliminação, para reduzir a suscetibilidade das habitações ao longo dos igarapés a inundações.

Assim, para o igarapé Ambé foi considerada, inicialmente, a permanência de somente uma das travessias, exatamente aquela relacionada à rodovia Transamazônica, adequando-a para que passe a apresentar um vão livre suficiente para não causar alteração dos níveis d'água ao longo do igarapé.

Verificou-se, no entanto, que desde que seja mantido o conceito de adoção de um vão livre suficiente nas travessias para não causar sobrelevação do nível d'água, é possível fazer com que os níveis d'água para duas travessias permaneçam praticamente iguais aos obtidos nos estudos hidráulicos que consideraram, a princípio, apenas uma única. Assim, caso a discussão futura mais detalhada do Programa de Requalificação Urbana de Altamira conduza à adoção de mais travessias - observando-se que tal discussão deverá ocorrer na etapa de licenciamento de instalação, por ocasião da elaboração do PBA —, não serão fatores hidráulicos que impedirão obrigatoriamente a materialização das mesmas, desde que, reitera-se, as mesmas sejam adequadas em termos das dimensões de seus vãos livres.

5.1.6 Tema: Modelagem Hidráulica para a Volta Grande do rio Xingu – Pag. 39

Comentário Geral:

Com relação às medições realizadas no estudo elaborado pela Eletronorte, as quais foram feitas, segundo o estudo, leituras quase que simultâneas de aproximadamente sete seções, questiona-se qual o valor de vazão que está se admitindo, haja visto que a vazão obtida naquela data no posto de Altamira, no rigor, não corresponde às vazões situadas a cerca de 100 quilômetros a jusante, devido à presença de eventuais contribuições ao longo do trecho. Isso pode ser verificado por meio do estudo elaborado pela HIDROTEL, apresentado na Tabela 7.7.2-60, no qual, foi de fato mensurada a vazão nas seções 4 e 5 e comparou-se com as vazões do posto de Altamira constatando-se diferenças na ordem de 22%.

Considerando que foram utilizados na aferição do modelo dados hidrométricos em seções ao longo da Volta Grande referenciados pela vazão de Altamira, solicita-se que seja feito o esclarecimento acerca dessa situação. Há que se considerar, por exemplo, que de fato, se a proposta de vazão mínima afluente ao TVR for de 700 m³/s no eixo do barramento, essa vazão poderá ser inferior àquela vazão de 700 m³/s de Altamira e que a cerca de cem quilômetros a jusante o estudo considerou que permanecia 700 m³/s e que poderia ser de 800 m³/s (exemplo) e verificou-se que o nível da lâmina líquida fosse algo como de um metro.

Para a TI Paquiçamba, o estudo conclui que para a vazão de estiagem 700 m³/s existe escoamento no canal que corre defronte a TI, entretanto, com relação a altura da lâmina líquida obtida por meio da modelagem matemática – profundidade máxima de 1 metro nas seções – há que se ter reservas, haja vista as imprecisões envolvidas em todo o processo de cálculo, onde são verificadas diferenças entre o valores modelados e àqueles verificados dessa ordem de um metro.

Em relação às vazões na comunidade São Pedro, com base nas informações existentes não há como se afirmar que haverá vazão passando por aquele canal da margem esquerda, o estudo conclui por estabelecer um programa de monitoramento, ou seja, após o licenciamento prévio aprofundar os estudos naquela região. Entretanto, há que se considerar a dificuldade

em realizar levantamentos de campo de longo prazo entre a licença prévia e a obtenção da licença de instalação, devido ao impacto no cronograma do empreendimento. Posto isso, e considerando que os impactos naquela comunidade se darão assim que forem autorizadas as obras (LI) e que se iniciarão pela implantação da ponte de serviço que interromperá o fluxo nos canais da margem esquerda deve-se ter uma clara definição sobre a condição que estará submetida aquela comunidade antes do início da instalação do empreendimento, para verificar a necessidade de remoção daquela população ou a possibilidade de manutenção naquela localidade. Este assunto será abordado na avaliação dos impactos.

RESPOSTA

De pronto há que se esclarecer que ao se falar de variação de vazão entre a região de Altamira e a região compreendida entre o sítio Pimental e o trecho da Volta Grande do Xingu (TVR), imediatamente a montante do rio Bacajá, deve-se lembrar que o trecho em questão, com cerca de 45 km de extensão, tem contribuição de igarapés de pequeno porte, sendo o incremento de área de bacia hidrográfica bastante reduzido. Ou seja, pode-se admitir com segurança que as vazões do rio Xingu em Altamira e em uma seção imediatamente a montante do rio Bacajá são praticamente iguais, conforme demonstrado a seguir.

Para tal demonstração, basta considerar as áreas de drenagem de dois dos postos hidrométricos existentes no rio Xingu. No posto Altamira, situado na cidade de Altamira, a área de drenagem é de 446.573 km², e a área de bacia hidrográfica no posto Belo Monte, que fica nas proximidades da futura Casa de Força Principal, a cerca de 145 km a jusante da cidade de Altamira, é de 478.816 km². Excluindo a área da bacia hidrográfica do rio Bacajá, que é de 25.592 km², obtem-se uma área incremental de 6.651 km² para a bacia hidrográfica do rio Xingu entre Altamira e uma seção imediatamente a montante do rio Bacajá.

Considerando que na estiagem (setembro/outubro) a vazão específica do rio Bacajá é de 1,0 l/s/km², e usando esta mesma vazão para a bacia incremental, tem-se uma vazão incremental na estiagem de 6,6 m³/s, valor bastante reduzido em relação à vazão preconizada no hidrograma ecológico para o período de estiagem, que é de 700 m³/s.

Vale acrescentar que as diferenças entre as vazões obtidas a partir do Posto Hidrométrico de Altamira e as medidas pela Hidrotel nas seções 4 e 5 podem ser explicadas por duas razões:

- A vazão medida nessas seções não foi realizada em período de estiagem, dado que o objetivo dessas medições era a identificação da partição de vazão entre os canais do rio Xingu e, com isto, subsidiar as análises hidráulicas. A vazão medida nessas seções foi da ordem de 11.500 m³/s (valor superior à vazão média) e a partição de vazão, definida a partir da Seção 5, nas datas de 5/02 e 6/02/08, é 20% pela margem esquerda e 80% pela direita; e
- Destaca-se ainda que o trecho do rio entre as seções 4 e 5 é mais acidentado que o do Posto Fluviométrico de Altamira, com a seção 4 posicionada em região de pedral. Portanto, espera-se maior imprecisão na medição de vazão nas seções 4 e 5 e comparações devem ser relativizadas. Além disso, a determinação das vazões a partir do posto fluviométrico de Altamira é mais confiável.

Deve-se mencionar ainda que para a vazão de 970 m³/s os níveis d'água medidos no campo e os resultados do modelo matemático entre as seções 4 e 7 são praticamente coincidentes,

podendo-se afirmar que o modelo matemático alcançou precisão da ordem dos 10 cm neste trecho. O **GRÁFICO 5-10**, a seguir, demonstra a proximidade dos resultados da modelagem com aqueles obtidos em campo por levantamento topobatimétrico.

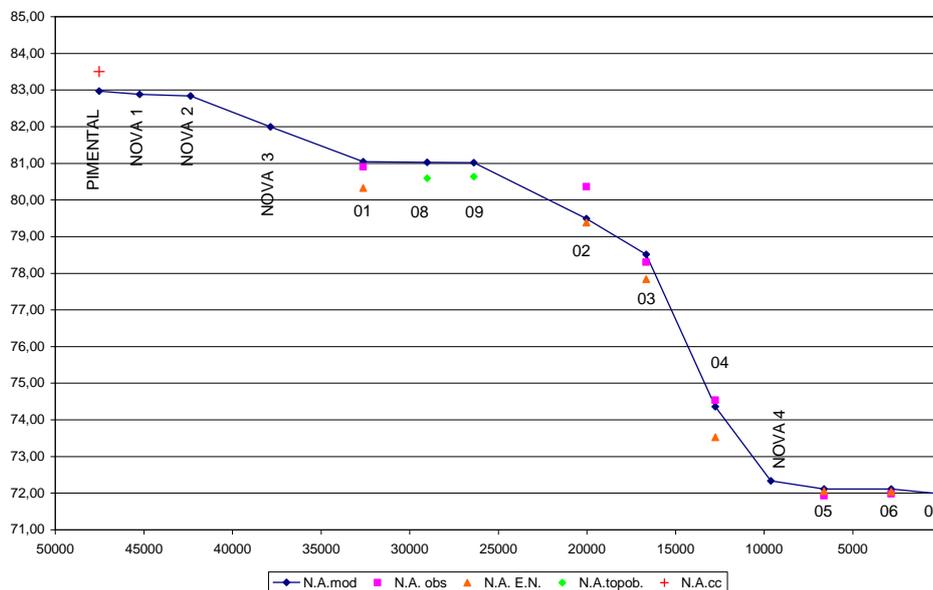


GRÁFICO 5-10 - Aferição para vazão de 970 m³/s – Margem Esquerda

Com relação às vazões na margem esquerda do rio Xingu, o estudo mostra que, depois da entrada em operação do empreendimento, um trecho de aproximadamente 10 km de extensão terá a vazão interrompida pelo barramento e que as drenagens existentes não serão suficientes para garantir o escoamento nesse local. Dessa forma, todos os proprietários, posseiros e demais famílias residentes na margem esquerda e nas ilhas do rio Xingu entre o barramento e o núcleo rural de São Pedro foram incluídos como público-alvo do Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias e, mais especificamente, do Projeto de Reassentamento Rural, além de outros integrantes do Plano de Atendimento à População Atingida (como é o caso do Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais e do Programa de Acompanhamento Social).

Considerando ainda que os impactos nesses 10 km até a localidade de São Pedro se darão assim que forem iniciadas as obras, dada as interrupções de vazão para a construção da ponte de serviço, o EIA propõe que esse público seja tratado prioritariamente nas negociações, em conjunto com aquela população residente nos locais de implantação da infraestrutura de apoio.

5.1.7 Tema: Caracterização Hidráulica do rio Bacajá – Pag. 42

Comentário:

Os estudos apresentados fornecem subsídios para a avaliação de impactos referentes à redução da inundação de planícies e às conseqüências para a vegetação e à ictiofauna. Outro ponto de grande relevância e que ainda não foi respondido neste item do estudo, se refere às condições de navegabilidade no rio Xingu e no rio Bacajá. Conforme o estudo mostrou, os efeitos do rio Xingu sobre o Bacajá podem se prolongar até os 20 ou 30 km a montante da sua confluência (a depender das combinações das vazões) e se dará de forma mais acentuada

nos primeiros 5 km. Constatou-se em vistoria realizada a presença de um trecho encachoeirado próximo à confluência (seção de controle), que pode ser verificado nos primeiros 5 km dos gráficos apresentados.

Resta saber se é somente esse trecho do rio Bacajá que apresenta maior dificuldade para navegação e, ainda, de que forma a mudança nas vazões do Xingu irão interferir na utilização desse trecho para navegação. Importante salientar que os usos praticados hoje estão associados a épocas definidas (coleta de sementes, pesca, etc), bem como ao uso de embarcações específicas. A análise deverá contemplar esses aspectos.

RESPOSTA

As análises de escoamento no rio Bacajá com a redução de vazões no rio Xingu mostram uma perda de lâmina d'água que pode interferir na navegação nos 25 km sujeitos à interferência do empreendimento. Analisando o hidrograma ecológico proposto para a Volta Grande, observa-se que no mês de março, quando o rio Bacajá já pode estar bem cheio, a vazão do rio Xingu pode ser de até 2.500 m³/s.

Análises das reduções de lâmina d'água que ocorrerão no rio Bacajá foram feitas nos estudos ambientais, possibilitando uma avaliação quantitativa das perdas de profundidade que ocorrerão (essas análises constam do documento “Caracterização Hidráulica do rio Bacajá”, emitido ao IBAMA e à FUNAI). Esses estudos detectaram que podem ocorrer reduções de até 3 m, próximo à foz, podendo implicar, nestes casos, em impactos sobre a navegação. Estudos posteriores deverão identificar pontos de dificuldades de navegação em períodos mais secos do rio Bacajá e associá-los com os resultados da modelagem realizada para a avaliação pontual dos possíveis impactos sobre a navegação.

No entanto, e conforme pontuam os estudos etnoecológicos realizados (vide relatório “Estudos Etnoecológicos – Análise Ambiental”, datado de julho de 2009), “Mesmo no período de estiagem essa travessia é realizada. Os obstáculos impostos pelo período seco são limitadores, mas não são empecilhos para impedir a mobilidade dos habitantes da TI Trincheira Bacajá, que frequentemente servem-se desse único acesso para realizar inúmeras tarefas em Altamira”. De fato, analisando-se o Mapa de Uso e Ocupação Indígena (Anexos XIII e XIV do documento supracitado referente à análise ambiental dos estudos etnoecológicos), observa-se que há várias corredeiras especialmente ao longo do primeiro terço do rio Bacajá inserido na referida TI, a partir da interseção de jusante com o seu limite territorial.

Reafirma-se, portanto, a suficiência dessa informação para a atual fase de licenciamento, uma vez que se identificou o trecho que será passível de sofrer interferência com a operação do AHE Belo Monte. À luz do mapeamento de eventuais pontos de dificuldade de navegação, recomendados pelo EIA, poderão ser feitas intervenções pontuais de engenharia no sentido de eliminá-las. Conforme apresentado no EIA, destaca-se a relevância de que esse mapeamento do canal principal durante a estiagem seja estendido para a bacia do rio Bacajá, procedendo-se às interferências pontuais nos problemas assim detectados obrigatoriamente antes da entrada em operação da usina.

5.1.8 Tema: Caracterização Hidráulica do Igarapé Itatá - Pag. 43

Comentário:

Com base nos resultados obtidos verifica-se que a influência do rio Xingu sobre o igarapé Itatá finda nos primeiros 7 km. Entretanto, para as vazões abaixo dos 8.000m³/s, os efeitos são limitados aos primeiros mil metros do igarapé. Destaca-se que a inundação do igarapé nos 6 km a montante do primeiro será reduzida com a implantação do barramento, o que pode dificultar o acesso por barco a esses igarapés que eram realizados somente nas cheias do Xingu.

RESPOSTA

Conforme avaliado no EIA, os igarapés do trecho de vazão reduzida têm suas vazões de seca bem próximas de zero, o que impede a sua navegação durante boa parte do ano. Portanto, não foram identificadas dependências exclusivas do rio para deslocamento no igarapé Itatá, bem como nos demais afluentes do rio Xingu, com exceção para o rio Bacajá que, apesar de ter sua vazão bastante reduzida na estiagem, ainda continua sendo o caminho exclusivo para as populações que vivem às margens desse afluente (vide resposta ao comentário feito para o tema “Caracterização Hidráulica do rio Bacajá”).

Mesmo assim, o Programa de Monitoramento das Condições de Navegação do Trecho de Vazão Reduzida (TVR), previsto no EIA, visa garantir um conhecimento de todas as rotas navegáveis no TVR bem como as restrições das embarcações utilizadas e os possíveis escoamentos de produção que possam ser realizados pelo rio em alguma parte do ano. Este programa deve ter seu início imediatamente após a concessão da Licença de Instalação (LI), de forma a caracterizar as condições naturais de navegação, tanto nos períodos de estiagem como de cheia, e implantar ações necessárias para que não haja nenhum comprometimento de atividades e rotas utilizadas nesse e em outros igarapés antes da entrada em operação da usina.

5.2 QUALIDADE DA ÁGUA

5.2.1 Comentários das Páginas 49 e 54

Comentário – Pag. 49

Em relação aos pontos (biótopos) escolhidos para a realização do monitoramento nictemeral, tem-se que não foram contemplados importantes biótopos como pedrais e igapós. Não foi apresentado um embasamento técnico pormenorizado para a escolha desses pontos amostrais. Sendo necessária a apresentação da justificativa na determinação desses biótopos com a devida relativização da importância desses biótopos para o monitoramento em questão (nictemeral).

Comentário – Pag. 54

“Foram monitorados cinco localidades e de modo geral não foram verificadas grandes variações dos parâmetros analisados. Entretanto questiona-se o método de escolha dos biótopos. Os biótopos escolhidos foram: rio Xingu, a jusante da foz do rio Iriri; ilha da Fazenda; Lagoa Cajuí; rio Xingu próximo a Senador José Porfírio. Questiona-se o porquê de não monitorar os igapós, outras lagoas e regiões características de pedrais.”

RESPOSTA

A definição da rede de amostragem para análise de variação nictemeral foi realizada em conjunto com a equipe da ictiofauna visando indicar os biótopos mais representativos do ecossistema aquático da região, conforme descrição a seguir apresentada. Os igapós não foram incluídos na análise da variação nictemeral pois essas formações são pouco frequentes na área de estudo, não caracterizando biótopos representativos na AID e na ADA.

- Ambiente de pedrais - identificado pelo ponto RX08, localizado na calha do rio Xingu a jusante da foz do rio Iriri. Essa região do rio apresenta falha geológica, onde a água corre com maior velocidade; nesse trecho predominam substratos rochosos, pedregulhos e depósitos de areias em partes mais profundas. O ponto RX08 é considerado uma área controle das amostragens do meio biótico aquático, servindo também para caracterizar o biótopo da AID que será impactado com a formação do futuro Reservatório do Xingu e pela redução de vazão na Volta Grande;
- Ambiente de remanso: representado pelo ponto RX01, localizado a montante da cidade de Altamira, na área do futuro Reservatório do Xingu, e pelo ponto denominado Fazenda, na Volta Grande, em um braço secundário anastomosado. As áreas de remanso são regiões marginais e pouco profundas do rio, onde a velocidade da correnteza é mínima ou nula, o que favorece o acúmulo de sedimentos e de nutrientes, sendo extremamente relevantes para o desenvolvimento da fauna bentônica e da ictiofauna;
- Ambiente de lagoa: representado pela lagoa insular Cajuí. Trata-se de um corpo d'água temporário e de pequena profundidade, que mantém ligação com o canal principal do rio. O substrato do fundo é constituído de areia, de lama e de depósito orgânico proveniente da vegetação marginal. As águas assumem coloração parda e mostram menor transparência em relação ao rio, devido ao excesso de material em suspensão; e
- Ambiente de ria: representado pelo ponto RX16, posicionado a jusante da Casa de Força Principal do futuro empreendimento. Corresponde ao trecho inferior do rio Xingu, de menor declividade e maior largura, que sofre influência, na época de estiagem, do regime de marés e do rio Amazonas.

Conclui-se, pois, que a concepção da malha amostral para análise da variação nictemeral contemplou os diferentes biótopos, levando-se também em conta outros critérios como representatividade dos principais compartimentos a serem impactados pelo empreendimento e condições de acessibilidade.

Entende-se que os resultados obtidos foram também suficientes para realizar o diagnóstico da variação nictemeral, já que as variáveis físicas e químicas analisadas ao longo de 24 horas apresentaram pouca variabilidade nos pontos amostrados.

No monitoramento nictemeral de um rio não são esperadas oscilações significativas das variáveis físicas e químicas, por se tratar de um ambiente lótico tropical, onde as maiores variações são determinadas pela vazão, e não pela temperatura ou pelo déficit de oxigênio dissolvido.

Esse padrão foi observado no monitoramento realizado no rio Xingu. Constatou-se, no período noturno, uma redução na concentração de oxigênio dissolvido, devido provavelmente

ao consumo de O₂ decorrente do processo respiratório da comunidade biológica em região de remanso, onde há menor circulação de água.

5.2.2 Comentário das páginas 49/50:

No que tange às estações de amostragem, a quantidade apresentada no texto não representa as estações que foram objetos de todas as campanhas previstas (seca, enchente, cheia e vazante).

Para a análise dos parâmetros físicos e químicos, o estudo justifica a falta de continuidade no número de estações amostrais na dificuldade de acesso aos pontos amostrais em determinadas épocas do ano e também na inserção de estações adicionais para melhor caracterização do sistema, o que proporcionou, segundo o estudo, um número amostral de relativa significância:

RESPOSTA

Reproduz-se aqui o texto constante à pág. 13 do Volume 15 do EIA: “A inserção de estações adicionais na segunda, terceira e quarta campanhas justifica-se pela necessidade de cobrir áreas não contempladas nas coletas anteriores, de amostrar diferentes biótopos como lagoas e igarapés, bem como locais verificados como sendo importantes sobre o ponto de vista de sofrerem influências diretas ou indiretas do empreendimento e das ações antrópicas na região, proporcionando um número amostral de relativa significância.” (sublinhado nosso).

5.2.3 Comentário da página 50:

Para as análises de fito-zoo e bentos a justificativa para a grande variação de pontos amostrais nas campanhas (9 a 24 estações), segundo o estudo, se dá pela dificuldade de acesso - redução das vazões na seca - bem como, a redução dos habitats para a coleta de plâncton. Entretanto, o estudo conclui:

“... apesar da supressão de alguns pontos nos períodos de seca e de vazante, a ampla malha amostral realizada na área de estudo foi bem representativa, não prejudicando a análise das comunidades fito e zooplanctônicas”. (páginas 16 e 17, volume 15).

Conforme pode ser verificado na tabela 7.8.3-3 (pág. 17 – Volume 15) não há estações que contemplaram nas quatro campanhas a coleta de fito, zoo e macroinvertebrados bentônicos. O número de estações que contemplou a coleta de fito e zoo ao longo das quatro campanhas é de 6 estações, bastante inferior ao número total de 29 estações. Para os macroinvertebrados bentônicos não é identificada qualquer estação em que tenham sido realizadas as quatro campanhas. Preocupa-se se tal descontinuidade no levantamento não compromete a caracterização dos compartimentos diagnosticados, bem como não prejudica o estabelecimento de relações entre as comunidades bióticas. Neste sentido, recomenda-se que sejam solicitados esclarecimentos ao empreendedor, acerca das limitações do levantamento realizado, abordando inclusive, as consequências das limitações identificadas e o emprego das ferramentas estatísticas apresentadas nos itens posteriores do presente estudo.

RESPOSTA

A concepção da malha amostral teve como princípio diagnosticar adequadamente todos os compartimentos previamente estabelecidos no presente estudo (calha do Xingu, Volta Grande, jusante da Casa de Força e tributários). Contudo, a dificuldade de acesso a alguns pontos, especialmente no período de seca, resultou na necessidade de promover ajustes à rede de amostragem no decorrer das campanhas, assim como adicionar outros pontos à rede de amostragem em atendimento ao Termo de Referência (TR) do IBAMA emitido em dezembro de 2007.

Considera-se que o número de coletas não comprometeu a qualidade do diagnóstico realizado, já que foram cobertos todos os compartimentos estabelecidos na área de estudo.

A seguir, são justificadas as ferramentas estatísticas utilizadas nas análises de dados.

- A análise de variância e de comparações múltiplas de Tukey aplicadas tanto para as variáveis físicas e químicas da água como para a biota aquática objetivou verificar se houve diferenças significativas entre os distintos compartimentos avaliados (calha do Xingu, Volta Grande, jusante da Casa de Força e tributários), bem como entre os distintos períodos hidrológicos (enchente, cheia, vazante e estiagem).

- A análise de regressão múltipla passo a passo foi utilizada para verificar a influência das variáveis ambientais (independentes) sobre as variáveis dependentes, tais como densidade e riqueza de fitoplâncton e zooplâncton. Essa análise possibilitou identificar quais variáveis ambientais são mais influentes, informando, também, a porcentagem da influência de cada uma delas sobre a variabilidade das variáveis dependentes. Para tanto, utilizou-se a matriz de correlação linear simples para identificar quais variáveis ambientais apresentaram correlação significativa com as variáveis dependentes, sendo utilizadas no modelo linear apenas as variáveis ambientais que apresentaram correlação significativa ao nível de significância de 5 %.

- A análise de correlação linear simples entre os táxons de macroinvertebrados bentônicos e granulometria foi aplicada para avaliar a influência da composição dos sedimentos sobre a ocorrência dos organismos bentônicos.

- A análise de similaridade para as diferentes biotas aquáticas (fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e macrófitas aquáticas) visou identificar quais pontos do rio Xingu apresentaram similaridade de táxons, atribuindo essas similaridades às condições ambientais dos diferentes compartimentos analisados. O mesmo foi aplicado aos tributários. Observou-se, por exemplo, que os tributários mais impactados, como aqueles localizados nas proximidades de áreas urbanas, apresentaram maior similaridade entre si formando um agrupamento distinto daqueles representados por tributários que apresentaram águas em melhor estado de conservação.

Apesar da falta de coincidência do número de observações, as análises estatísticas puderam ser aplicadas, levando em consideração os distintos valores de N e tomando-se como premissa níveis de significância de 5 %. De acordo com Zar (1999), apesar de o poder do teste amostral ser maior quando se utiliza o número idêntico de amostras entre os diferentes grupos a serem comparados em uma análise (ANOVA, por exemplo), este não é um requisito exigido. Assim,

mesmo não havendo coincidência do número de observações entre as diferentes campanhas feitas no rio Xingu e seus tributários, os resultados obtidos foram bastante coerentes.

Um exemplo é a análise de similaridade aplicada para densidade dos grupos taxonômicos do fitoplâncton, bem como para os grupos taxonômicos do zooplâncton. Os resultados apontam agrupamentos de amostras de tributários mais bem preservados, como os rios Iriri e Bacajá, distinguindo-as com muita clareza de outro agrupamento de amostras coletadas em tributários mais impactados, localizados em áreas urbanas (igarapés Altamira, Panelas e Tucuruí), ou cuja bacia já se encontra muito antropizada (igarapé Ituna).

Ainda no caso do zooplâncton, a análise de similaridade distinguiu nitidamente as amostras da calha do Xingu daquela coletadas na Volta Grande, demonstrando que as densidades das classes zooplânctônicas entre esses dois compartimentos são distintas.

Em relação aos macroinvertebrados bentônicos, verificou-se que a ocorrência dos táxons esteve relacionada às características do substrato em cada ponto específico. Como exemplo, constatou-se uma elevada correlação entre a ocorrência de Oligochaeta com as frações mais finas dos sedimentos, como silte e argila. Os sedimentos mais finos são, em geral, ricos em matéria orgânica e, portanto, tendem a apresentar deficiência na concentração de oxigênio dissolvido, condições estas suportadas apenas por poucas espécies bentônicas, tais como aquelas pertencentes à classe Oligochaeta (Bretschko & Helesic, 1998).

Mesmo na análise de variância, a densidade e, em muitos casos, também a diversidade dos grupos taxonômicos do zooplâncton como Rotifera, Cladocera e Copepoda, observados na época de seca foram significativamente maiores quando comparados aos demais períodos. Tais resultados são atribuídos à maior ocorrência, na estiagem, de condições de remanso e à existência de maior diversidade de nichos, como poças, trechos de vazão reduzida, entre outros ambientes favoráveis ao desenvolvimento do zooplâncton (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2000).

Portanto, as análises estatísticas apresentaram grande coerência nos resultados, demonstrando que os dados obtidos são representativos tanto para o rio Xingu como para os tributários.

5.2.4 Comentário da página 51:

“Conforme o estudo destaca, foram utilizados todos os dados de fito e zooplâncton obtidos nas campanhas para que a regressão múltipla apresentasse maior consistência. Entretanto, há que se considerar se de fato há ou não variações significativas entre os compartimentos e entre os diferentes períodos hidrológicos que, uma vez ocorrendo, entende-se não ser adequado efetuar essa comparação.”

RESPOSTA

A análise de regressão múltipla passo a passo foi utilizada para verificar quais variáveis ambientais (independentes) em todo o rio Xingu e em todos os tributários tiveram influência significativa sobre a variabilidade das variáveis dependentes, tais como densidade e riqueza de fito e zooplâncton.

A análise foi aplicada visando a obtenção de informações complementares às outras análises realizadas no estudo, tais como análise de variância, análise de comparações múltiplas de

Tukey e análise de similaridade. Porém, a aplicação da análise de regressão múltipla passo a passo se torna confiável apenas no caso em que o número de observações (amostras coletadas) for muito maior do que o número de variáveis independentes, caso contrário incorrerá em grandes erros de estimativa.

A subdivisão da matriz contendo todas as observações do rio Xingu, bem como da matriz contendo todas as observações dos tributários, em matrizes menores referentes a diferentes períodos hidrológicos ou a diferentes compartimentos, tornaria o número de observações nessas matrizes resultantes muito reduzido em relação ao número de variáveis independentes, comprometendo, em termos estatísticos, a confiabilidade dos resultados da análise de regressão múltipla passo a passo.

Essa foi a razão da utilização das matrizes com todas as observações obtidas no rio Xingu e nos seus tributários, ao invés da utilização de matrizes menores para comparar possíveis diferenças existentes entre os períodos hidrológicos ou entre os compartimentos distintos. Porém, o fato de haver variações significativas entre os compartimentos e entre os diferentes períodos não invalida a análise visto que ela identifica, de forma geral para todo o ciclo hidrológico, quais variáveis ambientais exercem maior influência sobre as variáveis dependentes, fornecendo, portanto, informações complementares àquelas fornecidas por outras análises estatísticas. Essa forma de utilização dos dados na análise de regressão múltipla passo a passo é comumente aplicada em estudos ambientais.

5.2.5 Comentário da página 55:

“A presença excessiva desses elementos metálicos é motivo de preocupação. Deve-se identificar com a maior precisão possível a sua origem, bem como estudar na devida profundidade a repercussão que a alteração causada pela formação dos reservatórios causaria nos níveis de solubilização desses metais. Além disso, preocupa a atual biodisponibilidade desses metais, sendo recomendável a investigação da sua eventual presença na cadeia trófica. Neste sentido, recomenda-se que sejam apresentados os dados sobre a composição das rochas máficas-ultramáficas para inferir a presença desses elementos-traço, e, se disponíveis, dados sobre a presença desses elementos nos tecidos de peixes. Além disso, apresentar um estudo sobre as curvas de solubilização desses elementos em relação ao pH e, aprofundar os estudos sobre cada um dos elementos e seus potenciais de toxicidade para o homem e para a fauna aquática. Ademais, solicita-se que sejam apresentados os embasamentos técnicos pela inclusão e exclusão de demais elementos constantes na Resolução CONAMA nº 357/2005 nas análises efetuadas.”

RESPOSTA

Do conjunto de metais avaliados nas águas superficiais (EIA, Volume 15 – pág 73) – cromo, níquel, ferro, chumbo, zinco e mercúrio –, apenas alguns foram observados em maior concentração em relação à Resolução CONAMA 357/05 para as águas de classe 2.

O mercúrio foi observado em concentrações ligeiramente superiores ao valor máximo permitido pela legislação apenas na campanha de enchente e somente no igarapé Altamira. O níquel foi detectado acima do limite apenas na campanha de enchente em alguns pontos do rio Xingu e nos igarapés Pannels e Cobal. O zinco foi encontrado em concentrações superiores ao limite permitido pela legislação nas quatro campanhas em vários pontos distintos. Esse metal é comum na matriz geológica local e, portanto, pode estar presente naturalmente.

O cromo e o chumbo foram observados em concentrações acima do limite permitido na maioria dos pontos nos períodos de enchente e cheia. Porém, nos períodos de vazante e seca, o cromo foi registrado em concentrações abaixo do limite, sendo que o chumbo não foi detectado nos pontos amostrados. O caráter sazonal do registro dos metais nos sedimentos indica baixa capacidade de retenção, ou seja, o material carregado e depositado em um determinado período pode ser lavado e deixar de ser registrado na campanha de amostragem seguinte. Este padrão revela que a concentração de metais é variável e tem baixa possibilidade de ser limitante à colonização pela biota aquática ou de estar sendo responsável pela contaminação de toda a cadeia trófica.

As concentrações anômalas de níquel, cromo e chumbo verificadas nas águas superficiais podem traduzir um *background* regional decorrente da ocorrência destes elementos em rochas máficas-ultramáficas associadas ao Complexo Xingu.

Máfico é a designação dada em geologia a qualquer mineral, magma ou rocha ígnea (vulcânica ou intrusiva) que seja comparativamente rico em elementos químicos pesados, nomeadamente em compostos ferromagnesianos, e relativamente pobre em sílica. Os minerais mais comuns que entram na formação das rochas máficas são as olivinas, piroxênios, anfíbolios, biotita e outras micas, augita e, quando a riqueza em cálcio é maior, as plagioclásios e feldspatos. Algumas olivinas podem ter Ni na sua composição geral: $(Mg,Fe)_2SiO_4$; os piroxênios têm uma composição geral: $XY(Si,Al)_2O_6$ sendo que o X pode ser composto por Ca, Na, Fe^{+2} , Mg, Zn, Mn, Li e o Y pode ser composto por Cr, Al, Fe^{+3} . Macambira & Ferreira Filho (2002) indicam a potencialidade metalogenética para a ocorrência de níquel e cromo em corpos máficos-ultramáficos intrudidos no Complexo Xingu. Ressalta-se que são conhecidas jazidas de níquel laterítico nesses ambientes geológicos no município de São Felix do Xingu, região do médio Xingu. Ocorrências de cromo são também encontradas no Enderbitto Cajazeiras, unidade geológica ocorrente no sul da Área de Influência Indireta (AII) do AHE Belo Monte.

Já a análise do contexto geológico da Área de Influência Direta (AID) do AHE Belo Monte demonstra que a Unidade AxII (Suíte Metamórfica Três Palmeiras) é a de maior importância metalogenética. No domínio da Suíte Metamórfica Três Palmeiras, deve-se ressaltar as ocorrências de ouro nas formas aluvionar e primária, principalmente as áreas situadas na Volta Grande do Xingu. Considerando as especificidades geológicas dessa unidade, pode-se inferir uma prognose metalogenética com favorabilidade para ouro e metais-base, como cobre, chumbo e zinco.

Solubilização dos metais em relação ao pH

No GRÁFICO 5-11 estão apresentadas as curvas de solubilidade dos diferentes metais na água em função do pH. As curvas mostram diferentes comportamentos dos metais quanto à variação de pH no meio aquoso em relação à solubilidade. No caso do níquel, para um pH ligeiramente alcalino (8,0), o metal se solubiliza a uma concentração de 70 mg/L, sendo que para um pH alcalino (10,2) a solubilidade cai para 0,1 mg/L. Apesar de apresentar elevada solubilidade na faixa de pH observada no rio Xingu e seus tributários (entre 5,3 e 8,7), faixa esta que possivelmente será semelhante no caso dos reservatórios a serem formados, o níquel forma complexos estáveis com compostos orgânicos e inorgânicos, cuja tendência é o acúmulo nos sedimentos ou na forma de material em suspensão na água (Moore e Ramamoorthy, 1984), ficando imobilizado e indisponível para a biota aquática.

Já os metais como cromo, chumbo e zinco são solúveis tanto em meio ácido como alcalino. No caso do cromo, a menor solubilidade ocorre a um pH de 7,4, sendo que, para o chumbo, o pH é de 9,9 e, para o zinco, o pH de menor solubilidade é de 10,2. Assim, a solubilidade do cromo e do zinco na água é elevada na faixa de pH a ser observada nos reservatórios (entre 5,3 e 8,7). No caso do chumbo, a sua solubilidade é extremamente baixa na água nessa faixa de pH, e sua presença em ambientes aquáticos é predominante na forma particulada (Moore e Ramamoorthy, 1984).

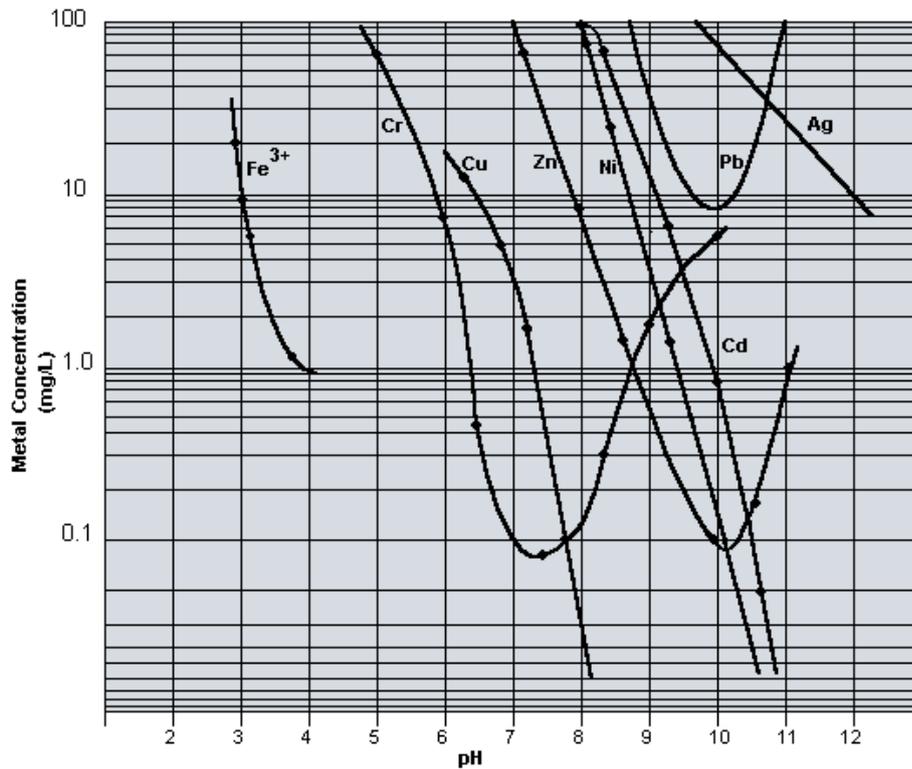
Já a solubilidade do ferro (Fe^{+3}) se torna elevada apenas para pH inferiores a 4, isto é, em meio ácido. Porém, sua solubilidade aumenta estando na forma de Fe^{+2} , por exemplo, em condições de anoxia. Uma vez que são previstas concentrações elevadas de oxigênio dissolvido no Reservatório do Xingu, é provável que o ferro ocorra predominantemente na forma particulada. Já no Reservatório dos Canais, é prevista a formação de Fe^{+2} apenas durante a ocorrência de camada anóxica no hipolímnio durante os períodos de vazão mínima e em alguns bolsões.

Apesar da elevada solubilidade de alguns metais na água na faixa de pH a ser observada nos reservatórios a serem formados, estudos sobre especiação mostram que grande parte do cromo (67-98%) em ambientes aquáticos está presente na forma particulada, sendo que a maior proporção da forma dissolvida (97 a 99%) é de Cr(+3), que é a forma menos tóxica (Moore e Ramamoorthy, 1984). Portanto, é possível que boa parte do cromo permaneça nessa forma na água dos reservatórios, sendo que nos sedimentos ele irá predominar na forma particulada ou complexada aos detritos, permanecendo insolúvel e indisponível à biota aquática. Esse fato possivelmente se repete ao chumbo.

Já o mercúrio ocorre em três formas de oxidação na água: mercúrio elementar (0), estado mercurioso (+1) e estado mercúrico (+2).

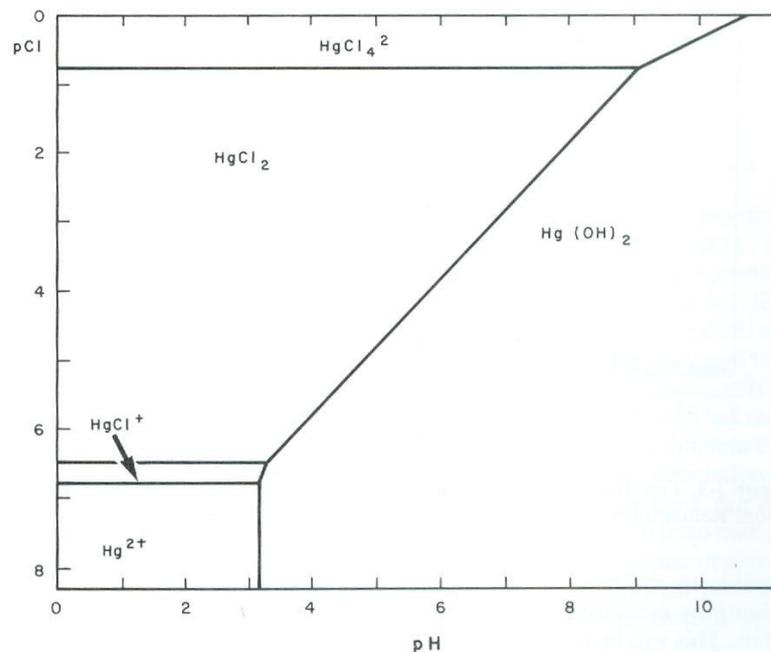
Em ambientes com grande disponibilidade de oxigênio, como previsto no Reservatório do Xingu, a forma predominante é a mercúrica, sendo que em ambientes anóxicos predomina a forma elementar do mercúrio. Em pH superiores a 4 e de baixa salinidade, a forma predominante de mercúrio é o $\text{Hg}(\text{OH})_2$. Na ausência de quantidades significativas de compostos orgânicos na água, o mercúrio apresenta distintas formas em função do pH, como pode ser verificado no **GRÁFICO 5-12**. O mercúrio forma complexos estáveis com várias substâncias orgânicas presente na água, em especial com compostos contendo enxofre.

Portanto, apesar de alguns metais apresentarem elevada solubilidade em meio aquoso na faixa de pH a ser observada nos reservatórios a serem formados no rio Xingu, deve-se considerar que eles formam complexos estáveis com diversas substâncias orgânicas e inorgânicas, cuja tendência é a ocorrência de deposição e acúmulo nos sedimentos na forma particulada.



Fonte: Moore, J. W., Ramamoorthy, S. Heavy metals in natural waters. Pringer-Verlag, New York, 268p. 1984.

GRÁFICO 5-11 - Curvas de solubilidade de metais na água a 20 °C em função do pH. Fonte: Moore e Ramamoorthy (1984).



Fonte: Lockwood, R. A., Chen, K. Y. Adsorption of Hg(II) by hydrous manganese oxides. Environmental Quality 3: 273-378. 1973.

GRÁFICO 5-12 - Especiação do mercúrio em função da concentração de cloreto e do pH da água.

Por fim, observa-se que a não contemplação de algumas variáveis da Resolução CONAMA 357/2005 no estudo foi em função das características uso do solo e atividades econômicas predominantes na bacia. Muitas das variáveis da resolução são referentes à contaminação por efluentes industriais, atividade pouco desenvolvida na região. Uma vez que as principais atividades na bacia do rio Xingu são a pecuária, o cultivo de cacau, a pesca e a extração de areia e ouro, optou-se por analisar os elementos metálicos mais relacionados a essas atividades e com a geologia local, a citar: cromo, chumbo, níquel, zinco, mercúrio e ferro.

5.2.6 Tema: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20})- Pág. 54:

“Deve se avaliar esse parâmetro com cautela, haja vista importantes falhas no diagnóstico pela ausência desse parâmetro em algumas campanhas, notadamente no período da cheia quando são esperados valores elevados.”

RESPOSTA

Em função dos baixos valores de DBO_{5,20} observados em todos os pontos nas campanhas de vazante, de seca e de enchente (abaixo de 4 mg/L), procurou-se evidenciar na campanha de cheia os níveis de DBO_{5,20} apenas nos tributários que percorrem áreas urbanas, tais como os igarapés Panelas, Altamira e Ambé, potenciais receptores de cargas de esgotos domésticos. Nos demais pontos, a caracterização não foi realizada uma vez que a carga orgânica potencial seria pouco significativa em função da reduzida ocupação humana. Esse fato pode ser comprovado pelos dados de carbono orgânico dissolvido, apresentados na Tabela 15B, bem como de material em suspensão orgânico, apresentado na Tabela 18B do Anexo 7.8.3-1 do EIA (Volume 15) referentes ao período de cheia, cujos valores estiveram na mesma ordem de grandeza em relação aos demais períodos amostrados.

Verifica-se também que os valores de O₂ dissolvido (Tabela 7B) e de saturação de oxigênio (Tabela 8B) obtidos no período de cheia estiveram elevados e na mesma ordem de grandeza dos dados obtidos na enchente, vazante e seca. Esses resultados evidenciam que a DBO no período de cheia não foi tão distinta em relação aos demais períodos do ciclo hidrológico. Portanto, a ausência da análise de DBO em alguns pontos durante a campanha de cheia não prejudicou o diagnóstico da qualidade da água, visto que já eram esperados valores pouco significativos nos pontos mais afastados das áreas urbanas ou com menor aporte de carga orgânica.

5.2.7 Tema: Carbono total no sedimento – Pág. 57

Comentário:

“ O texto afirma que foram atingidos valores superiores ao estabelecido na CONAMA nº 344/2004 de 100 mg/g sed nas estações amostrais RX18, RX04 e RX05, entretanto, esse valor acima não é verificado nos GRÁFICOS 7.8.3-40 e 7.8.3-41 (págs. 108 e 109 – Volume 15), os quais são similares a tabela 1D contida no Anexo 7.8.3-3. Há necessidade de esclarecimento destes dados.”

RESPOSTA

Em relação às informações que constam no texto sobre as concentrações de Carbono Total no sedimento acima do Valor Alerta estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 nos pontos

RX18, RX04 e RX05, constatou-se um erro cometido na interpretação dos resultados. Os dados apresentados no Gráfico 7.8.3-40 da página 108 do Volume 15 do EIA, e na Tabela 1D do Anexo 7.8.3-3 Resultados os parâmetros físicos e químicos do sedimento da região do AHE Belo Monte estão corretos.

Para corrigir as informações constantes no texto, foi elaborada a presente errata.

No **Volume 15 do EIA AHE Belo Monte - Ecossistema Aquático – Qualidade da Água e Limnologia** - página 108, no item **7.8.3.5.3 Carbono total no sedimento**, no segundo parágrafo, onde está escrito:

“Locais como o RX18, RX04 e RX05 apresentaram **concentrações maiores ao valor alerta** sendo os mesmos locais onde se formam remansos e se depositam sedimentos e matéria orgânica”.

deve-se substituir por:

“Locais como o RX18, RX04 e RX05 apresentaram **as maiores concentrações observadas**, sendo os mesmos locais onde se formam remansos e se depositam sedimentos e matéria orgânica”.

Deve-se considerar que o erro apresentado no relatório não altera a conclusão do diagnóstico.

5.2.8 Tema: Metais - Pág. 57

Recomendação

“Deve ser apresentado o embasamento técnico o qual permite concluir que a presença de metais tem baixa possibilidade de ser limitante à colonização pela biota aquática ou de estar sendo responsável pela contaminação de toda a cadeia trófica.”

RESPOSTA

O caso em questão refere-se à presença de metais em sedimentos do rio Xingu e tributários. Dos metais analisados, cromo, níquel chumbo e mercúrio apresentaram pontualmente concentrações acima do nível 1 determinadas pela Resolução CONAMA 344, de 25 de março de 2004 no Artigo 3, onde são definidos os critérios de qualidade dos sedimentos a partir de dois níveis: nível 1 – limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota; nível 2 – limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota.

Conforme descrito na Resolução CONAMA 344/04, a avaliação da qualidade dos sedimentos é baseada nos critérios estabelecidos pelo *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life* (Environmental Canada, 2002).

No presente estudo, este mesmo critério foi utilizado para concluir que as concentrações de metais encontradas nos sedimentos não são limitantes à colonização da biota aquática e tem baixa probabilidade de contaminação da cadeia trófica. Na análise de sedimentos, deve-se levar em conta que o leito dos rios está em constante movimento e que as condições mudam continuamente, razão pela qual não se pode extrapolar uma situação observada em pontos localizados para todo um sistema.

5.2.9 Comentário da página 58:

*“Há que se fazer ressalvas acerca da qualidade das águas e dos sedimentos diagnosticados principalmente pela presença de metais com concentrações muitas vezes acima do preconizado, bem como a presença de *E. coli* – na água – com densidade elevada. Outros desdobramentos desses aspectos já foram comentados anteriormente neste Parecer.*

*Solicita-se que, na conclusão dos estudos, seja feita uma avaliação das limitações do levantamento realizado. Abordar as lacunas de determinadas campanhas e parâmetros, como DBO, *E. coli*, a falta de informações sobre a presença de metais na cadeia trófica, a malha amostral da variação nictemeral, poucas campanhas de fito-zoo e bentos, falta de compatibilidade entre estações amostrais e campanhas para essas comunidades citadas e, as limitações das ferramentas estatísticas empregadas. Por fim, informar se de fato o levantamento realizado foi capaz de atender aos objetivos definidos para o estudo e/ou as suas limitações.”*

RESPOSTA

Conclusão

A descontinuidade no número de estações amostrais, conforme citado, ocorreu em função da dificuldade de acesso dos pesquisadores aos pontos de coleta em determinadas campanhas, principalmente no período de seca em tributários da Volta Grande e no período da cheia pela dificuldade de trânsito nos travessões. Por outro lado, foi necessário adicionar outros pontos à rede de amostragem em atendimento ao Termo de Referência (TR) do IBAMA emitido em dezembro de 2007.

As questões relacionadas à DBO e às campanhas das variações nictemeraias já foram tratadas nos itens 5.2.1 e 5.2.6 deste documento de resposta ao Parecer do IBAMA.

Em função das baixas concentrações de colimetrias observadas nos pontos mais afastados de regiões habitadas nas campanhas de vazante, de seca e de enchente, procurou-se evidenciar na campanha de cheia os níveis de *E. coli* apenas nos tributários que percorrem áreas urbanas, tais como os igarapés Panelas, Altamira e Ambé, e ilha da Fazenda, potenciais receptores de cargas de esgotos domésticos.

O menor número de campanhas de fitoplâncton, de zooplâncton e de bentos em alguns compartimentos do rio Xingu não prejudicou a obtenção dos resultados, que foram relevantes para os objetivos do EIA e do RIMA. Como exemplo, citam-se as análises estatísticas, que apresentaram grande coerência, demonstrando que os dados obtidos são representativos tanto para o rio Xingu como para os tributários.

Portanto, conforme justificado nas respostas apresentadas no presente documento, o levantamento realizado foi capaz de atender aos objetivos definidos para o estudo como diagnóstico indicador, mesmo com essas limitações. As demais complementações apresentadas neste documento reforçam esta afirmação.

5.2.10 Tema: Síntese das Recomendações sobre o diagnóstico apresentado – Pág. 67

1. *Apresentar, de forma mais detalhadas, as motivações técnicas empregadas na definição da malha amostral (quantidade e localização dos pontos) e das ferramentas estatísticas escolhidas.*
2. *Questiona-se a representatividade da estação BAC-01 em representar o rio Bacajá, haja vista a influência exercida pelo rio Xingu ao longo dos primeiros 25 km a partir da confluência dos dois rios para a montante do rio Bacajá.*
3. *Em relação à análise da variação nictemeral e com base nos objetivos de tal análise, solicita-se que seja apresentado embasamento técnico pormenorizado para a escolha dos biótopos, bem como do período hidrológico escolhido para efetuar tal campanha. Justificar o fato de não terem sido contemplados ambientes com lagoas insulares, igapós e pedrais e não terem sido realizadas campanhas em outros períodos hidrológicos.*
4. *Em relação às campanhas das comunidades bióticas, solicita-se que sejam apresentados esclarecimentos acerca das implicações, para o diagnóstico proposto, da falta de continuidade no número de estações amostrais e a compatibilização de campanhas para essas comunidades em uma mesma estação amostral. Concluir sobre a suficiência dos dados levantados para fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos. Abordar a adequabilidade da aplicação das ferramentas estatísticas nesse contexto e suas limitações.*
5. *Reapresentar as análises sobre o E. coli, rever os parâmetros legais empregues no EIA.*
6. *Sobre os metais, que sejam apresentados:*
 - *Informações sobre a composição das rochas máficas-ultramáficas para inferir a presença desses elementos-traço;*
 - *Dados sobre a presença desses elementos nos tecidos de peixes, ou outros dados que possam confirmar a baixa possibilidade de contaminação da biota aquática informada no EIA; e*
 - *Apresentar estudo sobre as curvas de solubilização desses elementos em relação ao pH, bem como aprofundar os estudos sobre cada um dos elementos e seus potenciais de toxicidade para o homem e para a fauna aquática.*
7. *Esclarecer as informações contidas na análise dos resultados de carbono total no sedimento, haja vista a verificação de incompatibilidades entre as informações prestadas - págs. 18 e 19 – Volume 15;*
8. *Apresentar a base de dados utilizados para obter as correlações de macrófitas com os parâmetros físicos e químicos da água, bem como esclarecer a conclusão acerca do prognóstico de macrófitas com base nos resultados apresentados.*

RESPOSTA

Item 1:

Em relação à malha amostral, apesar de não terem sido realizadas coletas em todos os pontos nas quatro campanhas, todos os compartimentos (calha do Xingu, Volta Grande, Jusante da Casa de Força, Tributários) puderam ser adequadamente diagnosticados. Segundo anteriormente citado, a dificuldade de acesso impossibilitou a tomada de amostras em determinadas localidades, porém, novos pontos foram incluídos no esforço de se caracterizar todos os compartimentos. Nas **TABELAS 5-4, 5-5 e 5-6** se encontra a descrição dos pontos de coleta e as campanhas em que os mesmos foram amostrados para qualidade da água, qualidade do sedimento e biota aquática respectivamente.

Sobre as análises estatísticas utilizadas para interpretação dos dados, os esclarecimentos já foram apresentados no âmbito do presente documento, mais especificamente na resposta ao comentário constante do item 5.2.3.

TABELA 5-4

Localização dos pontos de coleta de parâmetros físico-químicos da água para cada campanha de coleta no rio Xingu e tributários, divididos por trechos, para elaboração do diagnóstico da qualidade da água e limnologia do EIA do AHE Belo Monte

Trecho	Ponto de coleta	Localização	Descrição	Campanhas de coleta / pontos amostrados			
				Enchente	Vazante	Seca	Cheia
				Janeiro 2007	Mai 2007	Setembro 2007	Março 2008
Calha do rio Xingu	RX09	Rio Xingu	a montante da confluência com o rio Iriri	x	x	x	x
	RX08	Rio Xingu	a jusante da confluência com o rio Iriri	x	x	x	x
	RX19	Rio Xingu	a montante da área remansada do AHE Belo Monte		x	x	x
	RX01	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório	x	x	x	x
	RX02	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório, a montante do município de Altamira	x	x	x	x
	RX18	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório, a jusante do município de Altamira		x	x	x
	RX03	Rio Xingu	futuro corpo do reservatório, próximo à barragem	x	x	x	x
	PIMENTAL	Rio Xingu - Sítio Pimental	Sítio Pimental			x	x
Tributários da Calha do rio Xingu	IRI01	Rio Iriri	a montante da confluência com o rio Xingu	x	x	x	x
	PAN01	Igarapé Panelas	próximo a confluência com o rio Xingu	x	x	x	x
	PAN02	Igarapé Panelas	próximo a confluência com o rio Xingu	x	x	x	x
	ALT01	Igarapé Altamira	próximo a confluência com o rio Xingu- sob influência do município de Altamira	x	x	x	x
	ALT02	Igarapé Altamira	próximo a confluência com o rio Xingu - sob influência do município de Altamira	x	x	x	x
	AMB01	Igarapé Ambé	próximo a confluência com o rio Xingu	x	x	x	x
	AMB02	Igarapé Ambé	próximo a confluência com o rio Xingu	x	x	x	x
	IGLH	Igarapé Galhoso	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	x	x	x	x
	IGLH(M)	Igarapé Galhoso Montante	área a ser inundada pelo canal	x	x	x	x
	IDM	Igarapé Di Maria	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	x	x	x	x
Volta Grande do Xingu	RESSACA	Rio Xingu	a montante da Ilha da Fazenda			x	x
	FAZENDA	Rio Xingu - Ilha da Fazenda	Ilha da Fazenda			x	x
	RX04	Rio Xingu	a jusante da Ilha da Fazenda	x	x	x	x
	RX20	Rio Xingu	sob influência da Aldeia Paquiçamba		x	x	x
	RX05	Rio Xingu	a montante da confluência do rio Bacajá	x	x	x	x
	RX06	Rio Xingu	a jusante da confluência do rio Bacajá	x	x	x	x
	RX21	Rio Xingu	a montante do Igarapé Ticaruca			x	
RX17	Rio Xingu	a montante do município de Belo Monte	x	x	x	x	
Tributários da Volta Grande do Xingu	IITU	Igarapé Ituna	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	x	x		x
	TI03	Ig. Terra Indígena	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu - sob influência da tribo indígena Arara da Volta Grande do Xingu			x	x
	BAC01	Rio Bacajá	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	x	x	x	x
	BAC02	Rio Bacajá	a montante do ponto BAC01		x		x
	PAQUIÇ	Ig. Paquiçamba	área a ser inundada pelo reservatório dos canais - imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu			x	
	PAQUIÇ(M)	Ig. Paquiçamba Montante	área a ser inundada pelo reservatório dos canais	x	x	x	x
	TICARUCA	Ig. Ticaruca	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu			x	
Jusante da Casa de Força Principal	RX11	Rio Xingu	a jusante do município de Belo Monte	x	x	x	x
	RX07	Rio Xingu	imediatamente a jusante da casa de força principal	x	x	x	x
	RX14	Rio Xingu	Próximo à lagoa Cajuí	x	x	x	x
	RX15	Rio Xingu	a jusante do Igarapé Tucuri	x	x	x	x
	RX16	Rio Xingu	a montante do município Senador José Porfírio	x	x	x	x
Tributários a Jusante da Casa de Força Principal	IGCO	Igarapé Cobal	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu		x	x	x
	IGCO(M)	Igarapé Cobal	a montante do ponto IGCO			x	
	TUC01	Igarapé Tucuri	imediatamente a montante da confluência com o rio Xingu	x	x	x	x
Lagoa	Lagoa Cajuí	Lagoa Marginal				x	

TABELA 5-5

Localização dos pontos de coleta de parâmetros físico-químicos do sedimento para cada campanha de coleta no rio Xingu e tributários, divididos por trechos, para elaboração do diagnóstico da qualidade da água e limnologia do EIA do AHE Belo Monte.

Trecho	Ponto de coleta	Localização	Campanhas/pontos amostrados	
			Seca	Cheia
			Setembro 2007	Março 2008
Calha do rio Xingu	RX 09	Rio Xingu	x	x
	RX 08	Rio Xingu	x	
	RX 01	Rio Xingu	x	x
	RX 02	Rio Xingu	x	x
	RX 18	Rio Xingu	x	x
	RX 03	Rio Xingu		x
	PIMENTAL	Rio Xingu	x	
Tributários da Calha do rio Xingu	IRI 01	Rio Iriri	x	x
	PAN 01	Igarapé Panelas		x
	PAN 02	Igarapé Panelas		x
	ALT 01	Igarapé Altamira	x	x
	ALT 02	Igarapé Altamira		x
	AMB 01	Igarapé Ambé	x	x
	AMB 02	Igarapé Ambé	x	x
	IGLH	Igarapé Galhoso	x	x
	IGLH (M)	Igarapé Galhoso Montante		x
IDM	Igarapé Di Maria		x	
Volta Grande do Xingu	RESSACA	Rio Xingu	x	x
	FAZENDA	Rio Xingu	x	
	RX 04	Rio Xingu		x
	RX 20	Rio Xingu	x	
	RX 05	Rio Xingu	x	x
	RX 17	Rio Xingu	x	x
Tributários da Volta Grande do Xingu	IITU	Igarapé Ituna		x
	BAC 01	Rio Bacajá	x	x
	PAQUIÇ.	Ig. Paquiçamba	x	
	PAQUIÇ.(M)	Ig. Paquiçamba Montante		x
	TICARUCA	Igarapé Ticaruca	x	
Jusante da Casa de Força Principal	RX 11	Rio Xingu	x	
	RX 14	Rio Xingu	x	x
	RX 15	Rio Xingu		x
	RX 16	Rio Xingu	x	x
Tributários a Jusante da Casa de Força Principal	IGCO	Igarapé Cobal		x
	TUC 01	Igarapé Tucuri		x
Lagoa	Lagoa Cajuí	Lagoa Cajuí		

TABELA 5- 6

Localização dos pontos de coleta de biota aquática para cada campanha de coleta no rio Xingu e tributários, divididos por trechos, para elaboração do diagnóstico da qualidade da água e limnologia do EIA do AHE Belo Monte. Legenda: F: fitoplâncton; Z: zooplâncton; B: bentos.

Trecho	Ponto de coleta	Localização	Campanhas de coleta / pontos amostrados			
			Enchente	Vazante	Seca	Cheia
			Janeiro 2007	Mai 2007	Setembro 2007	Março 2007
Calha do rio Xingu	RX 09	Rio Xingu	F / Z	F / Z	F / Z	F / Z / B
	RX 08	Rio Xingu	-	F / Z	F / Z	-
	RX 01	Rio Xingu	F / Z / B	F / Z	F / Z	F / Z / B
	RX 02	Rio Xingu	F / Z / B	F / Z / B	F / Z	F / Z / B
	RX 18	Rio Xingu	-	-	B	F / Z / B
	RX 03	Rio Xingu	F / Z / B	-	-	F / Z / B
Tributários da Calha do Xingu	IRI 01	Rio Iriri	F / Z	F / Z / B	F / Z / B	F / Z / B
	PAN 01	Igarapé Panelas	F / Z	F / Z	F / Z	B
	PAN 02	Igarapé Panelas	-	B	B	F / Z / B
	ALT 01	Igarapé Altamira	B	-	B	F / Z / B
	ALT 02	Igarapé Altamira	-	B	B	F / Z / B
	AMB 01	Igarapé Ambé	F / Z	F / Z / B	-	F / Z / B
	AMB 02	Igarapé Ambé	B	-	B	F / Z / B
	IGLH	Igarapé Galhoso	-	B	-	F / Z / B
	IGLH (M)	Igarapé Galhoso	-	-	-	B
Volta Grande do Xingu	IDM	Igarapé Di Maria	B	-	-	F / Z / B
	RESSACA	Rio Xingu	-	-	-	F / Z / B
	RX 04	Rio Xingu	F / Z / B	-	-	F / Z / B
	RX 20	Rio Xingu	-	F / Z	-	-
	RX 05	Rio Xingu	B	B	F / Z	F / Z / B
Tributários da Volta Grande do Xingu	RX 17	Rio Xingu	F / Z	F / Z / B	F / Z	F / Z / B
	IITU	Igarapé Ituna	F / Z	B	-	F / Z / B
	BAC 01	Rio Bacajá	F / Z / B	F / Z	B	F / Z / B
Jusante da Casa de Força Principal	PAQUIÇ. (M)	Ig. Paquiçamba Montante	-	-	-	F / Z / B
	RX 14	Rio Xingu	-	-	-	F / Z / B
	RX 15	Rio Xingu	F / Z	-	-	B
Tributários a Jusante da Casa de Força Principal	RX 16	Rio Xingu	F / Z / B	F / Z	F / Z	F / Z / B
	IGCO	Igarapé Cobal	B	B	-	F / Z / B
	TUC 01	Igarapé Tucuri	F / Z	-	B	F / Z / B

Item 2:

O objetivo da estação BAC-01 foi a de caracterizar o ambiente do ponto de vista limnológico e da qualidade da água. Nessa caracterização, não foi observada influência significativa do rio Xingu sobre o rio Bacajá os pontos BAC-01 e BAC-02, haja vista a elevada condutividade elétrica da água e de concentração de íons totais registrados nesse tributário. Portanto, foi concluído que a estação BAC-01 é representativa da qualidade da água do rio Bacajá, próximo a sua foz. No período de seca, foi observada uma pequena influência do rio Bacajá sobre o rio Xingu, detectada pelo ligeiro aumento da condutividade no rio Xingu logo após a foz do Bacajá. Essa influência deve-se à redução da vazão no braço do rio Xingu na Volta Grande, onde estava localizado o ponto de amostragem BAC-01.

Item 3:

Os esclarecimentos já foram apresentados no âmbito do presente documento, mais especificamente na resposta ao comentário do item 5.2.1.

Item 4:

Em atendimento aos questionamentos sobre a falta de coincidência do número de observações entre as quatro campanhas de campo realizadas pelo Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IEGA) no rio Xingu e seus principais tributários, concorda-se, em parte, com o parecer de que este fato pode ter interferido na análise estatística aplicada para os dados da biota aquática (fito plâncton, zooplâncton e bentos).

Porém, deve-se levar em consideração que, infelizmente, nem sempre tornou-se possível a obtenção das amostras em todos os pontos pré-definidos em função das condições do acesso, em especial no período da seca (setembro de 2007). Por outro lado, apesar dessa falta de coincidência do número de observações, as análises estatísticas puderam ser aplicadas, levando em consideração os distintos valores de N e tomando-se como premissa, níveis de significância de 5%. De acordo com Zar (1999), apesar do fato do número idêntico de amostras entre os diferentes grupos a serem comparados em uma análise (ANOVA, por exemplo) aumentar o poder do teste, ele não é um requisito exigido. Assim, mesmo não havendo coincidência do número de observações entre as diferentes campanhas feitas no rio Xingu e seus tributários, os resultados obtidos, a nosso ver, foram bastante coerentes.

Um exemplo disso é a análise de similaridade aplicada para densidade dos grupos taxonômicos do fitoplâncton, bem como para os grupos taxonômicos do zooplâncton, que agruparam amostras referentes aos tributários mais bem preservados, como os rios Iriri e Bacajá, distinguindo-as com muita clareza de outro agrupamento de amostras coletadas em tributários mais impactados, como aqueles localizados em áreas urbanas, (igarapés Altamira, Pannels e Tucuruí), ou cuja bacia já se encontra muito antropizada, como o igarapé Ituna. Ainda no caso do zooplâncton, a análise de similaridade distinguiu claramente as amostras da calha do Xingu das amostras da Volta Grande, demonstrando que as densidades das classes zooplânctônicas entre esses dois compartimentos são distintas. Com relação aos macroinvertebrados bentônicos, verificou-se que a ocorrência dos táxons esteve relacionada às características do substrato em cada ponto específico, como por exemplo, a elevada correlação entre a ocorrência de Oligochaeta com as frações mais finas dos sedimentos, como silte e argila, uma vez que sedimentos mais finos são, em geral, ricos em matéria orgânica e, portanto, deficientes em oxigênio dissolvido, condições estas suportadas apenas por poucas espécies bentônicas, tais como os pertencentes à classe Oligochaeta (Bretschko & Helesic (1998). Mesmo na análise de variância, a densidade e, em muitos casos, também da diversidade dos grupos taxonômicos do zooplâncton como Rotifera, Cladocera e Copepoda do período de seca foram significativamente maiores quando comparadas aos demais períodos, atribuídas à maior ocorrência de condições de remanso e à existência de maior diversidade de nichos, como poças, trechos de vazão reduzida, entre outros, favoráveis ao desenvolvimento do zooplâncton (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2000).

Portanto, as análises estatísticas apresentaram grande coerência nos resultados, demonstrando que os dados obtidos continuaram sendo representativos tanto para o rio Xingu como para os tributários.

Item 5:

As análises de *E. coli* foram realizadas de acordo com metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998) utilizando a técnica de substrato definido com incubação por 24 horas a 35°C em cartelas plásticas IDEXX Colilert® Quanti-Tray®/2000 para coliformes totais e *E. coli*. Foi escolhida esta técnica por ser a mais eficiente para ser aplicada em laboratórios de campo, como foi o caso do rio Xingu. Esse método é também apropriado para regiões que apresentam dificuldade logística no transporte de amostras, especialmente aquelas que requerem um prazo máximo de 24 horas na realização das análises, incluindo coliformes, o que poderia comprometer nos resultados obtidos.

Os parâmetros legais empregados no diagnóstico do EIA foram as Resoluções CONAMA 357/2005 e CONAMA 274/2000. Como forma de controle mais estrito foi adotado, no diagnóstico do EIA, o valor de 800 NMP/100 mL de *E. coli* como valor máximo recomendado pela Resolução CONAMA 274/2000, já que as águas do rio Xingu e de alguns de seus tributários são muito utilizadas pela população da região para recreação.

À continuação, os trechos das legislações que se referem aos limites de *E. coli*:

- Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 para águas Classe 1: “os coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

- Resolução CONAMA 274 de 29 de Novembro de 2000, Art. 2o As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

Item 6:

Os esclarecimentos já foram prestados anteriormente no âmbito deste documento, mais especificamente na resposta ao comentário constante no item 5.2.5.

Item 7:

Os esclarecimentos já foram prestados anteriormente no âmbito deste documento, mais especificamente na resposta ao tema “Carbono total no sedimento”.

Item 8:

Os resultados do diagnóstico das macrófitas aquáticas obtidos nas quatro campanhas realizadas no rio Xingu e tributários mostram que as espécies *Eichhornia* spp (*E. azurea* + *E.*

crassipes) e *Paspalum* sp apresentam uma baixa correlação com as concentrações de nutrientes nitrogênio e fósforo e uma alta correlação com o pH da água, nos quatro períodos hidrológicos amostrados. Esta baixa correlação indica que o rio Xingu é pobre em nutrientes, não apresentando condições eutróficas, o que restringe a produção de quantidades elevadas de biomassa dessas espécies.

Em contraste, a espécie *Neptunia* sp apresentou alta correlação com a concentração de fósforo total em três períodos hidrológicos (vazante, seca e cheia) e com nitrogênio no período de cheia. Esse resultado indica que as baixas concentrações de nutrientes (nitrogênio e fósforo) presentes no rio Xingu e nos igarapés amostrados são suficientes para o desenvolvimento dessa espécie em particular.

Os riscos de proliferação de espécies de macrófitas, principalmente *Eichhornia crassipes* e *Eichhornia azurea*, *Salvinia auriculata*, identificadas no presente estudo, e de outras espécies, como *Lemna* sp, detectada em campanhas anteriores realizadas em 2001, podem ser maiores em locais onde ocorra aumento da eutrofização e com maior tempo de retenção da água. Inserem-se nesta categoria o Reservatório dos Canais e os braços que serão formados pelo Reservatório do Xingu nos igarapés de Altamira.

Estes impactos poderão ser mitigados, no caso dos igarapés, com ações de saneamento, básico, tais como implantação do sistema de tratamento de esgotos na cidade de Altamira, que reduzirão o aporte de nutrientes aos corpos de água.

No caso do Reservatório dos Canais haverá uma medida mitigadora importante, representada pela própria regra operacional do sistema, que consistirá na descarga de grandes volumes de água a partir do Reservatório do Xingu, o que contribuirá para a remoção dessas macrófitas nos períodos de enchente e cheia.

No caso de macrófitas enraizadas, como *Montrichardia linifera*, a maioria sofrerá o impacto do aumento da coluna da água durante o enchimento do Reservatório do Xingu, o qual afetará principalmente sua biomassa.

Nas **TABELAS 5-7 e 5-8** constam, respectivamente, os dados físicos e químicos da água e as concentrações de nutrientes (nitrogênio e fósforo) obtidos nos pontos de coleta de macrófitas aquáticas, utilizados para estabelecer correlações com a biomassa desses vegetais encontrados no rio Xingu e tributários, nos diferentes períodos hidrológicos.

TABELA 5-7

Dados físicos e químicos da água nos pontos de coleta de macrófitas aquáticas para os diferentes períodos (enchente, cheia, vazante e seca), no rio Xingu e tributários.

Ponto	pH				Saturação de oxigênio (%)			
	enchente	vazante	seca	cheia	enchente	vazante	seca	cheia
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
ALT01	6,95	6,02	5,57	5,98	100,33	77,59	89,62	75,49
ALT02	6,10	5,98	5,46	6,28	87,67	83,40	87,04	79,38
AMB01	5,88	5,62	5,0	5,97	82,35	73,85	91,05	59,85
AMB02	5,88	5,98	5,46	6,18	96,56	82,96	94,51	78,91
IGLH(M)	6,64	6,18	5,50	8,68	102,34	106,34	89,23	72,43
IITU	6,84	6,12	n.d.	5,72	99,02	101,13	n.d.	85,89
RX16	7,25	6,29	6,42	8,05	102,87	106,67	98,49	82,35
IGCO	n.d.	6,12	6,53	6,70	n.d.	102,57	104,74	79,45
TUC01	5,54	5,41	6,07	6,49	99,04	95,13	100,73	78,16
MAC01	n.d.	n.d.	n.d.	7,94	n.d.	n.d.	n.d.	84,52
MAC02	n.d.	n.d.	n.d.	7,12	n.d.	n.d.	n.d.	81,25
MAC03	n.d.	n.d.	n.d.	7,31	n.d.	n.d.	n.d.	87,12

Ponto	Potencial de óxido-redução (mV)			
	enchente	vazante	seca	cheia
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
ALT01	394	347	203	166
ALT02	263	269	249	154
AMB01	376	361	360	179
AMB02	379	345	356	169
IGLH(M)	404	384	388	123
IITU	388	370	n.d.	393
RX16	405	373	342	124
IGCO	n.d.	366	319	365
TUC01	370	323	361	396
MAC01	n.d.	n.d.	n.d.	213
MAC02	n.d.	n.d.	n.d.	195
MAC03	n.d.	n.d.	n.d.	245

TABELA 5-8

Concentrações de nutrientes na água nos pontos de coleta de macrófitas aquáticas para os diferentes períodos de coleta (enchente, cheia, vazante e seca), no rio Xingu e tributários.

Ponto	Nitrogênio total Kjeldahl (mg/L)				Fósforo total (ug/L)			
	enchente	vazante	seca	cheia	enchente	vazante	seca	cheia
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
ALT01	1,56	1,00	0,51	1,06	23,90	43,74	46,13	53,13
ALT02	0,89	0,74	0,21	0,89	11,00	13,97	15,84	27,65
AMB01	0,94	0,74	0,56	0,76	9,19	12,71	11,65	17,23
AMB02	0,89	0,84	0,09	0,55	7,26	8,19	19,48	6,74
IGLH(M)	0,36	1,16	0,47	0,55	63,77	37,10	47,19	28,55
IITU	1,77	1,26	n.d.	0,81	40,50	34,52	n.d.	67,13
RX16	1,41	1,00	0,64	0,47	15,03	16,06	26,55	11,45
IGCO	n.d.	0,68	0,26	0,81	n.d.	31,65	18,55	23,87
TUC01	0,68	0,26	0,43	0,34	10,06	10,45	17,06	15,81
MAC01	n.d.	n.d.	n.d.	0,65	n.d.	n.d.	n.d.	10,29
MAC02	n.d.	n.d.	n.d.	0,36	n.d.	n.d.	n.d.	9,61
MAC03	n.d.	n.d.	n.d.	0,58	n.d.	n.d.	n.d.	10,32

5.2.11 MODELAGEM MATEMÁTICA DA QUALIDADE DA ÁGUA

Comentários – Pág. 69

Os dados de entrada e os memoriais de cálculo não são explicitados, o que dificulta a compreensão do estudo.

Chama atenção que os resultados de concentração de fósforo e IET indicam uma situação mais crítica para o reservatório do rio Xingu. Entretanto, o próprio estudo aponta que devido ao elevado tempo de retenção do reservatório dos canais ao longo do período de estiagem, este apresentará maiores problemas de qualidade da água, associados a uma maior retenção de fósforo e a formação da estratificação térmica e possível anoxia, principalmente nos bolsões de elevada profundidade e baixa circulação de água.

RESPOSTA

Sobre os dados de entrada e as memórias de cálculo das modelagens matemáticas

Para a simulação matemática das condições de qualidade da água dos Reservatórios dos canais e do Xingu foram utilizados o Índice de Estado Trófico (IET) para calcular o estado trófico dos futuros reservatórios e o modelo MQUAL para calcular as cargas pontuais e difusas afluentes aos futuros reservatórios.

Nos Anexos II e III são apresentados, em detalhes, os cálculos realizados pelo IIEGA das fontes pontuais e difusas de fósforo e nitrogênio para o rio Xingu e para os reservatórios, bem como . os procedimentos metodológicos adotados e os resultados derivados da aplicação do modelo matemático. Assim, apresenta-se, neste item, uma síntese dos procedimentos metodológicos utilizados, pontuando-se os principais aspectos referentes aos dados de entrada

para a modelagem, recomendando-se a análise detalhada do teor dos dois anexos supra referenciados.

Sobre o IET:

Foram utilizadas para cálculo do IET as concentrações de fósforo obtidas a partir de coletas em campo e das análises realizadas em laboratório das amostras coletadas nas quatro campanhas feitas no rio Xingu e tributários. O fósforo foi utilizado para o cálculo uma vez que este elemento é o principal fator limitante para a eutrofização, conforme documento na literatura específica. A fórmula utilizada para o cálculo do IET foi a partir de CETESB, 2008 e é apresentada a seguir:

Índice de Estado Trófico para Reservatório:

$$\text{IET (PT)} = 10x (6 - (1,77 - 0,42x(\ln \text{PT})/\ln 2))$$

Onde: PT – fósforo total

O IET é classificado conforme indicado na **TABELA 5-9**.

TABELA 5-9
Ponderação do IET para diferentes categorias de estado trófico

Categoria estado trófico	Ponderação
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59
Eutrófico	59 < IET ≤ 63
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67
Hipereutrófico	IET > 67

Sobre o Modelo Matemático Utilizado:

O modelo matemático implementado no projeto correlaciona o uso e ocupação do solo da bacia (cargas difusas) e a população de Altamira (cargas pontuais) com a qualidade da água. Este aplicativo foi baseado no Modelo de Qualidade de Água (MQUAL 1.5, 2003), que avalia a concentração de fósforo e nitrogênio em função do uso do solo na bacia. Especificamente para a população humana, foram adotadas cargas “per capita”, levando-se em conta o contingente populacional atual de Altamira e as projeções dos estudos socioeconômicos contemplados no EIA.

Para tal análise foram utilizadas variáveis de influência nesta concentração nos reservatórios, abaixo sintetizadas e detalhadas nos **Anexos II e III**:

- Cargas difusas: geradas pela bacia contribuinte dos reservatórios analisados, sendo estas cargas provenientes do uso e ocupação do solo das respectivas bacias;
- Cargas pontuais: representam o lançamento direto de esgoto gerado pela população de Altamira, considerando-se vários níveis de eficiência de tratamento para remoção de fósforo.
- Volume dos futuros reservatórios - que exerce influência direta no tempo de residência e na diluição das cargas de fósforo total na água;
- Vazão: tem influência direta no tempo de residência e também nas cargas exportadas provenientes da bacia a montante; e
- Coeficientes de exportação: são os coeficientes utilizados que ponderam a estimativa da contribuição de cada tipo de uso e ocupação do solo e da população na quantidade de fósforo afluente aos futuros reservatórios.

A seguir são explicados mais detalhadamente quais os tipos dessas variáveis utilizadas e as considerações feitas nos cálculos:

Cargas difusas:

- Área de atividade agrícola;
- Floresta;
- Pastagem;
- Área Urbana;
- Área industrial e comercial.

Cargas pontuais:

Esgoto: estimadas pela quantidade de carga gerada para cada habitante (população humana) da área urbana de Altamira (3,56 g/per capita/dia de fósforo e 9,32 g/per capita/dia de nitrogênio) e eficiências de tratamento para remoção de fósforo nas taxas de 0, 30, 50 e 100%.

Concentração de fósforo nos reservatórios:

$$\text{Concentração} = \frac{\text{Massa}(g)}{\text{Volume}(m^3)}$$

Tempo de residência da água nos reservatórios:

$$t = \frac{\text{Volume}}{\text{Vazão}} = \text{Tempo de residência da água no reservatório}$$

Vazão: relaciona-se com a quantidade de carga despejada na bacia, mas também com o tempo de residência do reservatório, ambos de forma direta:

Carga despejada através da vazão:

$$Mv = V * Ca$$

Onde:

Ca = Concentração da água que está sendo despejada no reservatório

V = Vazão do reservatório

Mv = Carga despejada através da vazão.

A modelagem realizada assume um volume constante, representado pelo volume médio dos reservatórios, para todos os períodos do ano. No caso da vazão, foram realizadas estimativas para as vazões mínima, média e máxima para cada reservatório o que resultou em distintos tempos de retenção adotados no modelo.

Coefficientes de exportação:

Os coeficientes de exportação para fósforo, nitrogênio e também para DBO, além de material em suspensão utilizados para o cálculo são os determinados pelo Modelo MQUAL 1,5 (2003). Os valores utilizados constam da **TABELA 5-10**, apresentada a seguir.

TABELA 5-10
 Coeficientes de exportação: MQUAL 1,5 (2003)

Número de Ordem	Fonte	Área do Uso do Solo (km²)*	Unidade dos Coeficientes	Coeficiente de P Total	Coeficiente de Nitrogênio Total	Coeficiente de DBOc	Coeficiente de Sólidos em Suspensão
1	PASTAGEM		kg/km ² .dia	0,05022	0,90000	2,00000	40
2	FLORESTAS		kg/km ² .dia	0,03906	0,60000	1,30200	20
3	CAPOEIRA		kg/km ² .dia	0,02790	0,50000	1,07880	30
4	ATIVIDADE AGRÍCOLA		kg/km ² .dia	0,34596	2,95000	7,564	230
5	URBANO		kg/km ² .dia	0,03383	1,27400	4,00000	50

*Aplicado de acordo com as categorias do mapa de uso e ocupação do solo (EIA).

Fórmulas gerais utilizadas para o cálculo da concentração de fósforo nos reservatórios:

- a) A fórmula básica para o cálculo da estimativa de cargas geradas pela bacia a ser avaliada (cargas difusas, geradas pelo tipo de uso e ocupação do solo e cargas pontuais, geradas pelo esgoto doméstico da população que o despeja no reservatório e/ou rios que o alimenta e uma outra carga pontual), é apresentada da seguinte forma:

$$Mb = \underbrace{\frac{k_i \cdot A_i + \dots + k_j \cdot A_j^n}{100}}_{\text{Cargas rurais, uso e ocupação do solo}} + \underbrace{k_L \cdot PL}_{\text{cargas populacionais - tratamento de esgotos}} + \underbrace{I_n}_{\text{outras cargas pontuais}}$$

Sendo:

Mb : Carga gerada na bacia, em kg/dia.

$k_{i...j}$: Coeficiente de exportação do respectivo uso do solo, dado em kg/km².dia.

$A_{i...j}$: Área em hectares do respectivo tipo de uso e ocupação do solo, relacionado a $k_{i...j}$. A divisão por 100 converte essas áreas de hectare para km².

k_L : Coeficiente de exportação relativo à população com lançamento direto, dado em kg/hab.dia.

PL : População com lançamento direto de esgoto.

I_n : Somatória das cargas pontuais diárias na bacia, em kg/dia.

Para o cálculo das cargas exportadas pela bacia a montante, a fórmula empregada é apresentada a seguir:

$$Mv = Vazao * Ca * (3600 * 24 / 1000)$$

Sendo:

Ca : Concentração da água que está sendo despejada no reservatório, em g/ m³.

$Vazão$: Vazão de entrada no reservatório, em m³/s.

Mv : Carga despejada através da vazão, em kg/dia.

Foi utilizado ainda o modelo empírico de Vollenweider – 1976, com coeficiente de sedimentação do fósforo de Salas e Martino (1991), traduzido pela equação:

$$Mc = \frac{L}{V * \left(\frac{1}{t} + \frac{2}{\sqrt{t}} \right)}$$

Onde:

L: Carga das contribuições, sendo: (Mv+Mb)*365*1000, assim sendo dado em g/ano.

V: Volume, em m³.

$t = \frac{\text{Volume}}{\text{Vazão}}$ = tempo de residência da água no reservatório, em anos, para isto Vazão é dada em m³/ano.

$\frac{2}{\sqrt{t}}$: Coeficiente de sedimentação (Salas e Martino – 1991) – utilizado somente para o reservatório dos Canais, uma vez que esse processo não é significativo no reservatório principal, devido à turbulência e ausência de estratificação.

Mc: Concentração do fósforo no reservatório, em g/ m³.

b) Para o incremento anual da população foi utilizada a informação do estudo socioeconômico.

OBS: Os detalhes dos dados de entrada dos modelos, incluindo o incremento anual da população e as estimativas das cargas difusas, pontuais e totais estão detalhados nos **Anexos II e III**.

Conforme solicitação do IBAMA, no **Anexo IV** é apresentada uma simulação das condições de circulação vertical, de temperatura e oxigênio dissolvido no reservatório principal, no reservatório dos Canais e seus braços, utilizando-se outra abordagem metodológica.

Comentário:

a) Em relação ao crescimento populacional estimado de 5,3% a.a., não foi apresentada a justificativa essa taxa de crescimento.

RESPOSTA

No Anexo II consta a revisão das estimativas populacionais realizadas à luz dos estudos socioeconômicos constantes do EIA.

A partir da população em 2007, estimou-se o crescimento populacional até 2035. A população de Altamira, ano a ano, foi calculada tendo com referência a Estimativa da População do Estado do Pará para o mesmo período de tempo, conforme o IBGE (Projeção da População para o Período 1991 - 2031 - Revisão 2008), média de crescimento de 1,14% ao ano, ou seja, adotaram-se os mesmos percentuais de crescimento anual da população do estado.

Conforme mostrado na **TABELA 5-11**, a partir do ano de 2013, ano previsto para o maior afluxo de pessoas para a Altamira em função do AHE Belo Monte, somou-se a população estimada para a cidade e a população atraída pelo empreendimento.

Após 2013, espera-se um decréscimo na taxa anual de crescimento, em função da diminuição da população atraída, até 2020, ano de conclusão da implantação do AHE. Estabilizado o efeito do empreendimento, conforme o modelo de projeção adotada, cerca de 10.000 pessoas deverão se fixar definitivamente em Altamira.

A partir de 2021 até o ano de 2035, contemplando um cenário representativo da consolidação de uma nova realidade a partir da operação do reservatório, decorridos praticamente 15 anos após a entrada em operação comercial de todas as unidades geradoras do AHE Belo Monte, estimou-se um crescimento anual da população em 0,8%, acompanhando novamente as previsões do crescimento populacional do estado do Pará.

TABELA 5-11

Projeção de crescimento populacional para Altamira considerando a implantação do AHE Belo Monte

Ano	População Estimada	População Atraída	Total da População Estimada
2007	68665		68665
2008	69740		69740
2009	70709		70709
2010	71706		71706
2011	72652		72652
2012	73575		73575
2013	74421	26200	100621
2014	75307	22726	98033
2015	76105	19712	95817
2016	76858	17099	93957
2017	77588	14831	92419
2018	78286	12865	91151
2019	78952	11159	90111
2020	79592	9679	89271
2021			89985
2022			90705
2023			91431
2024			92162
2025			92900
2026			93643
2027			94392
2028			95147
2029			95908
2030			96676
2031			97449
2032			98229
2033			99014
2034			99806
2035			100605

O **GRÁFICO 5-13**, apresenta o crescimento da população ao longo dos anos, considerando a população atraída pelo empreendimento. Os resultados do cálculo das cargas pontuais de fósforo e nitrogênio a partir da aplicação desse cenário são apresentados no **Anexo II** deste documento.

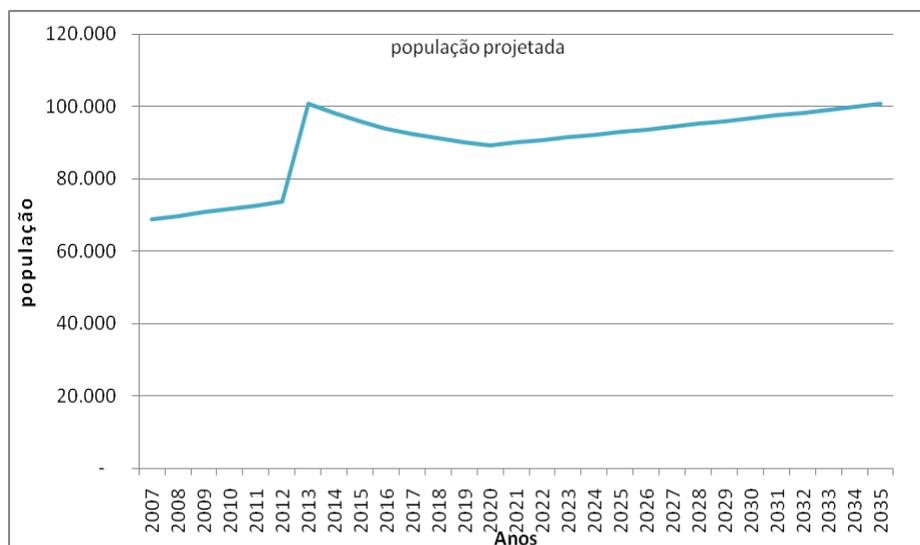


GRÁFICO 5-13 - Projeção de população para Altamira até 2035

b) *O cenário de evolução da concentração de fósforo na água, advindo do incremento nas taxas de desmatamento da bacia de contribuição, apresenta resultados sem aderência a situação verificada no diagnóstico de qualidade da água, no qual constata-se que as maiores concentrações no rio Xingu ocorreram na época de cheia. Isso é esperado, uma vez que durante a enchente e a cheia ocorre a lavagem dos solos e o incremento de processos erosivos, os quais são mais acentuados em áreas desprovidas de cobertura vegetal.*

RESPOSTA

As cargas difusas provenientes das bacias hidrográficas são alteradas no transporte por processos biogeoquímicos, químicos e biológicos (Ryding & Rast, 1989), além do nível de conservação da mata ciliar.

Deve-se considerar ainda que as cargas provenientes do desmatamento podem ser transportadas para os rios e reservatórios em forma de pulsos segundo os índices de precipitação e, portanto, podem representar um incremento ocasional na concentração de fósforo da água a qual tende a voltar posteriormente aos níveis de background. Assim, dependendo do momento da coleta, podem ocorrer variações na concentração de fósforo na água. Portanto, não necessariamente pode se esperar que haja aderência entre as cargas estimadas e as determinações de fósforo na água devido a este conjunto de processos.

Na simulação procurou-se demonstrar o impacto do desmatamento no aumento da concentração do fósforo na água. Cabe destacar que esse cenário foi realizado com o objetivo de demonstrar a importância da manutenção de cobertura vegetal e da APP na bacia hidrográfica, não tendo sido aplicado na modelagem matemática.

Recomendações – Pág. 70

“Apresentar os dados de entrada e os memoriais de cálculo das modelagens matemáticas.”

RESPOSTA

Os dados de entrada utilizados nas simulações da modelagem matemática foram os gerados pelas campanhas de diagnóstico da qualidade da água e limnologia, realizadas nos períodos de enchente (janeiro 2007), vazante (maio 2007), seca (setembro 2007) e cheia (março 2008). Os dados podem ser encontrados no Anexo 7.8.3-1 (EIA, Volume 15).

Todo o procedimento empregado para os cálculos, o detalhamento dos coeficientes, com as respectivas referências bibliográficas, incluindo as fórmulas utilizadas nos cálculos, determinação de cargas difusas e de cargas pontuais, divisão das áreas (urbana, rural, florestas, pastagens, áreas comerciais e industriais) e Índices de Estado Trófico foram revisados e complementados conforme solicitação do IBAMA, segundo apresentado nos **Anexos II e III**.

Adicionalmente foram realizados estudos específicos utilizando-se diferentes metodologias e abordagens referentes ao reservatório principal e reservatório dos canais apresentados no **Anexo IV**.

Comentário:

Em relação ao crescimento populacional estimado de 5,3 % a.a. apresentar a referência e comparar com àquela adotada no estudo na estimativa do afluxo populacional com a implantação do empreendimento e a desmobilização com o término das obras.

RESPOSTA

Os esclarecimentos relativos a este questionamento constam de resposta anteriormente apresentada neste documento.

Comentário:

“Apresentar esclarecimento acerca do cenário de evolução da concentração de fósforo na água advindo do incremento nas taxas de desmatamento da bacia de contribuição com base no comentário feito.”

RESPOSTA

Os esclarecimentos relativos a este questionamento constam de resposta anteriormente apresentada neste documento.

5.2.11.1 Tema: Reservatório dos Canais – Pág. 70

“Contemplar nos estudos de qualidade de água (modelagem matemática) a compartimentalização dos sistemas em estudo, em relação ao tempo de detenção, principalmente nos reservatórios dos canais e nos braços a serem formados nos igarapés em Altamira.”

RESPOSTA

No **Anexo IV** constam as compartimentações adotadas para aplicação do Modelo de Simulação da Qualidade da Água tanto para o reservatório do rio Xingu (4 compartimentos) como para o reservatório de Canais (11 compartimentos).

Para o conjunto de compartimentos adotados, foram utilizados três modelos de simulação, abaixo descritos:

- ✓ **Modelo hidráulico.** Concebido para retratar o processo de circulação da água no reservatório, durante as fases de enchimento e operação. A simulação destes processos é realizada pelo programa MEKONG, apropriado à modelação de grandes planícies de inundação.
- ✓ **Modelo de eutrofização.** O modelo de eutrofização baseia-se fundamentalmente no módulo EUTRO4 do modelo de simulação de qualidade da água WASP4 (Water Quality Analysis Simulation Program) distribuído pela EPA - Environmental Protection Agency, americana. O programa original foi adaptado para capacitar a representação do processo de incorporação e biodegradação da matéria vegetal inundada.
- ✓ **Modelo de estratificação térmica.** Modelo matemático desenvolvido por Huber e Harleman, do “Massachusetts Institute of Technology”, e posteriormente aplicado em diversos reservatórios, com significativo sucesso.

Complementarmente a estes três modelos básicos, foram utilizados mais dois modelos auxiliares, a saber:

- ✓ **Modelo hidrodinâmico MIKE 21.** Modelo matemático desenvolvido pela DHI Water & Environment (Dinamarca). Foi utilizado para determinar a direção e o sentido do fluxo das águas ao longo de todo o seu trajeto no reservatório dos canais, o que permitiu uma segmentação que efetivamente representa o futuro funcionamento deste reservatório, e que foi considerada no modelo MEKONG.
- ✓ **Modelo de operação hidráulica do reservatório.** Planilha Excel, estruturada para simular, com discretização mensal, a operação hidráulica do AHE Belo Monte. Foi utilizada para avaliar as possibilidades de atendimento das condições estabelecidas na Resolução nº 740, de 06 de outubro de 2009 da Agência Nacional de Águas – ANA. Esta Resolução determina regras a serem observadas durante a operação da usina, no que se refere à manutenção de um hidrograma de vazões no trecho de vazão reduzida e a vazão a ser veiculada no reservatório dos canais.

A aplicação desses modelos foi complementada com simulações de estratificação térmica, de densidade e de taxa de saturação de oxigênio dissolvido, além da estimativa dos déficits relativos de oxigênio dissolvido (**Anexo IV**).

Para o estudo de modelagem matemática e simulação apresentados no **Anexo III**, o tempo de residência do Reservatório dos Canais foi calculado levando-se em conta a vazão e o volume para diferentes períodos conforme apresentado a seguir:

$$t = \frac{\text{volume}}{\text{vazão}}$$

O tempo de residência médio para a vazão média no Reservatório dos Canais (7.851m³/s) é de 3 dias. Foi calculado ainda o tempo de residência para vazões de cheia e seca, conforme apresentado na **TABELA 5-12**:

TABELA 5-12
Cálculo do tempo de residência médio (T.R.) da água no Reservatório dos Canais

Vazão afluyente (m ³ /s)	T.R. aprox. (dias)
300	87
7.300	3,5
7.851	3
14.000	2

Essa tabela mostra que em determinadas condições críticas extremas produzidas pelas vazões hidrológicas, o tempo de retenção do Reservatório dos Canais pode se elevar a 87 dias, o que deverá ocorrer em apenas 4,0% do tempo aproximadamente, de acordo com as séries históricas apresentadas no **Anexo IV**.

IGARAPÉS DE ALTAMIRA

Os cálculos do tempo de retenção dos igarapés da região de Altamira (igarapés Altamira, Pannels e Ambé), na condição atual, foram baseados em dados morfométricos (**TABELA 5-13**) e de vazão média (Q média) e vazão máxima (Q máx) fornecidos pelos estudos hidrológicos de remanso realizados para elaboração do EIA que se encontram nas **TABELAS 5-14, 5-15 e 5-16**.

O tempo de residência destes igarapés foi estimado de forma simplificada, porém deve-se considerar que esta informação é substancial para avaliar as condições futuras de eutrofização destes braços do reservatório do Xingu.. Segundo as simulações realizadas, o tempo de retenção no período de cheia é de 5 a 10 dias para os três igarapés, conforme pode ser observado nas **TABELAS 5-14, 5-15 e 5-16** e nos **GRÁFICOS 5-14, 5-15 e 5-16**.

TABELA 5-13
Dados morfométricos dos igarapés Altamira, Ambé e Pannels.

	Ig. Altamira	Ig. Ambé	Ig. Pannels
Comprimento (m)	19.000	33.000	43.000
Largura (m)	11	10	13
Profundidade média (m)	5	5	5
Volume (m³)	1.045.000	1.650.000	2.795.000

TABELA 5-14

Tempo de retenção em dias quando se considera a vazão média (Q médio) e a vazão máxima (Q max) no igarapé Altamira

ALTAMIRA				
MÊS	Q medio (m ³ /dia)	T.R. (Q medio) em dias	Q max (m ³ /dia)	T.R. (Q max) em dias
jan	102816,00	10,16	194400,00	5,38
fev	195264,00	5,35	317088,00	3,30
mar	235872,00	4,43	353376,00	2,96
abr	208224,00	5,02	304992,00	3,43
mai	146016,00	7,16	232416,00	4,50
jun	53568,00	19,51	91584,00	11,41
jul	26784,00	39,02	37152,00	28,13
ago	12096,00	86,39	20736,00	50,40
set	6912,00	151,19	9504,00	109,95
out	11232,00	93,04	19872,00	52,59
nov	15552,00	67,19	37152,00	28,13
dez	30240,00	34,56	76896,00	13,59

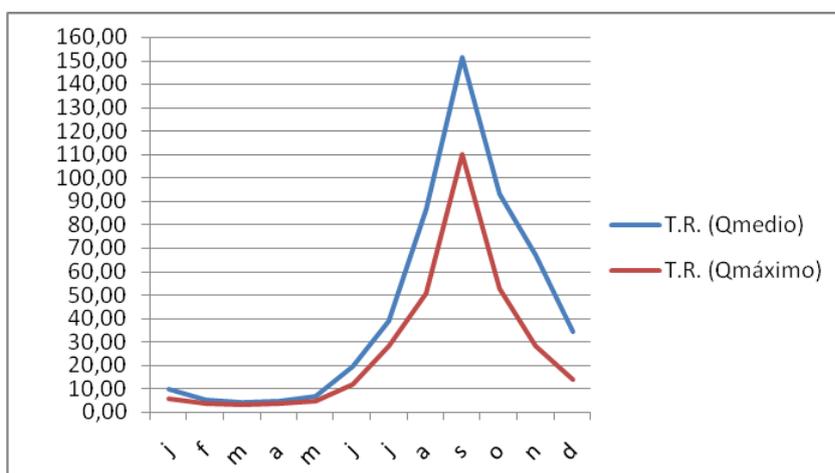


GRÁFICO 5-14 - Variação do tempo de retenção (T.R.) no igarapé Altamira durante o ciclo hidrológico para as vazões médias e máximas.

TABELA 5-15

Tempo de retenção em dias quando se considera a vazão média (Q médio) e a vazão máxima (Q max) no igarapé Ambé

AMBÉ				
MÊS	Q medio (m ³ /dia)	T.R. (Q medio) em dias	Q max (m ³ /dia)	T.R. (Q max) em dias
jan	317088,00	5,20	600480,00	2,75
fev	601344,00	2,74	976320,00	1,69
mar	727488,00	2,27	1089504,00	1,51
abr	643680,00	2,56	941760,00	1,75
mai	449280,00	3,67	716256,00	2,30
jun	165888,00	9,95	281664,00	5,86
jul	81216,00	20,32	114912,00	14,36
ago	38016,00	43,40	63072,00	26,16
set	21600,00	76,39	30240,00	54,56
out	33696,00	48,97	62208,00	26,52
nov	47520,00	34,72	114048,00	14,47
dez	94176,00	17,52	236736,00	6,97

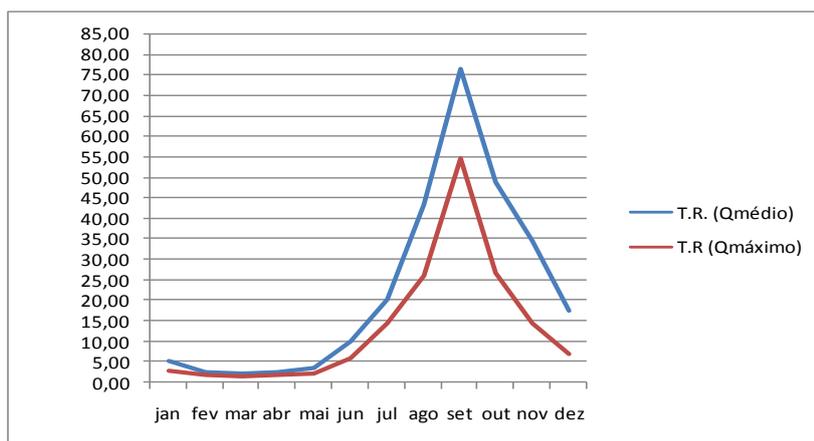


GRÁFICO 5-15 - Variação do tempo de retenção (T.R.) no igarapé Ambé durante o ciclo hidrológico para vazões médias e máximas.

TABELA 5-16

Tempo de retenção em dias quando se considera a vazão média (Q médio) e a vazão máxima (Q max) no igarapé Panelas

PANELA				
MÊS	Q medio (m ³ /dia)	T.R. (Q medio) em dias	Q max (m ³ /dia)	T.R. (Q max) em dias
jan	725760,00	3,85	1373760,00	2,03
fev	1377216,00	2,03	2234304,00	1,25
mar	1664064,00	1,68	2492640,00	1,12
abr	1472256,00	1,90	2154816,00	1,30
mai	1028160,00	2,72	1639872,00	1,70
jun	380160,00	7,35	644544,00	4,34
jul	185760,00	15,05	262656,00	10,64
ago	87264,00	32,03	144288,00	19,37
set	50112,00	55,78	68256,00	40,95
out	76896,00	36,35	141696,00	19,73
nov	108000,00	25,88	260064,00	10,75
dez	215136,00	12,99	541728,00	5,16

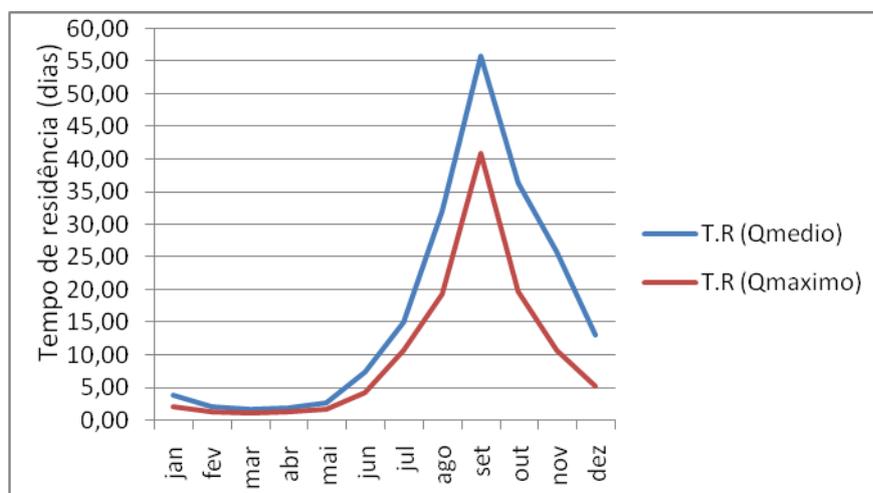


GRÁFICO 5-16 - Variação do tempo de retenção (T.R.) no igarapé Panelas durante o ciclo hidrológico para vazões médias e máximas.

Comentário – Pág. 71

“Não é apresentado o método de cálculo dos tempos de residência, apenas é citado que os dados foram fornecido pela Themag Eng. Caso os valores apresentados correspondam a um valor médio, deve-se considerar que haverá localidades com tempos de residência infinitamente maiores. Caso fosse simplesmente utilizado o volume total do reservatório dos canais e a vazão afluente, o tempo de residência médio seria infinitamente superior ao apresentado. Neste sentido, solicita-se que seja apresentado de forma detalhada o método aplicado no cálculo do tempo de residência. Apresentar também a precisão do mapa hipsométrico utilizado.”

“Não foram explicitados os detalhes dos cálculos realizados, tampouco a origem das informações empregues. Dessa forma, solicita-se que sejam melhor detalhados os cálculos e as estimativas realizadas.”

RESPOSTA

Os esclarecimentos relativos a este questionamento podem ser todos encontrados no **Anexo IV**.

Comentário – Pág. 71

“Não fica claro o raciocínio que leva a interpretar que as conseqüências biológicas da descarga a jusante serão mais drásticas durante a descarga no período de vazante, não seria no período da seca e início da enchente quando o reservatório dos canais começa a ser “lavado”?”

RESPOSTA

Há dois momentos críticos que poderão ocorrer na descarga a jusante. Um destes momentos poderá ocorrer durante a descarga no período de seca, uma vez que nessa época o reservatório de canais poderá estar estratificado, com déficit de oxigênio no hipolímnio, de forma que esta descarga poderá afetar a qualidade da água a jusante da Casa de Força, cujo efeito será minimizado pela rereação mecânica promovida pela turbulência das águas.

Outro período crítico poderá ocorrer no início da enchente, quando a água proveniente do reservatório do Xingu for liberada para o reservatório dos Canais. Por efeito hidráulico, em alguma proporção, a água do reservatório dos Canais com menor concentração de oxigênio será liberada a jusante da Casa de Força. Este efeito será, provavelmente, de curta duração devido ao grande volume de água que atingirá o reservatório dos Canais no período de enchente e cheia, promovendo a renovação da água do reservatório, conforme demonstrado no **Anexo IV**.

Conforme já citado, o efeito da descarga desta água com menor concentração de oxigênio a jusante da Casa de Força Principal será minimizado pela re-oxigenação produzida pelo turbilhamento. Os volumes provenientes do trecho de vazão reduzida, os quais estarão sempre saturados de oxigênio dissolvido, contribuirão para recompor a saturação de O₂ a jusante da Casa de Força Principal. Nesse sentido, pode-se prognosticar um efeito temporário e eventual a jusante da Casa de Força Principal durante os períodos críticos mencionados.

Comentário – Pág. 72

"referente a distribuição probabilística de nível trófico de lagos tropicais em função da concentração de fósforo total deve ser melhor discutido, no sentido de apresentar as etapas preliminares de cálculo ou base teórica que subsidiaram os resultados apresentados."

RESPOSTA

A origem dos valores empregados para os cálculos da probabilidade do nível trófico do reservatório dos Canais e do reservatório do Xingu baseia-se nas concentrações de fósforo observadas nas campanhas realizadas no diagnóstico da qualidade da água e nas simulações da concentração futura de fósforo nos reservatórios em função do seu tempo de retenção, segundo metodologia descrita em Vollenweider (1982), de acordo com os detalhamentos apresentados nos **Anexos II e III**.

Comentário – Pág. 73

"Verifica-se que o estudo aponta uma alta probabilidade de ocorrência de situações críticas de qualidade da água nos reservatórios dos canais, notadamente no período de redução das vazões afluentes (vazante e seca). As situações críticas são: proliferação de plantas aquáticas e de algas que podem produzir toxinas; queda na concentração de oxigênio; mortalidade de peixes; proliferação de vetores e hospedeiros de doenças de veiculação hídrica. Ainda, acrescenta-se a preocupação de a anoxia ocorrida no reservatório dos canais propiciar a mobilização de metais e contaminar a cadeia trófica."

RESPOSTA

As situações apontadas como críticas, com probabilidade de ocorrência no reservatório dos Canais, serão verificadas apenas nos compartimentos onde haverá restrição da circulação da água nos períodos de secas mais severas, previstas localmente nas regiões mais profundas dos braços. (ver detalhamento do **Anexo IV**). Durante o período de enchente e cheia haverá uma renovação das águas desse reservatório promovida pelo fluxo de água do reservatório do Xingu, melhorando sensivelmente sua qualidade com redução do estado trófico e de seus efeitos associados, inclusive nas áreas de circulação mais restrita.

As situações descritas acima são também passíveis de mitigação ou prevenção desde que se tomem as medidas de controle propostas no EIA para o manejo do reservatório. O gerenciamento da qualidade da água do Reservatório dos Canais é uma das prioridades fundamentais da gestão integrada do AHE Belo Monte, que envolve os seguintes processos:

- Controle dos usos do solo na bacia hidrográfica: redução do desmatamento; uso de fertilizantes e pesticidas sob controle; manutenção das matas ciliares ao longo dos tributários para acentuar o efeito tampão do fluxo de cargas difusas; manutenção e preservação das áreas alagadas na bacia hidrográfica e manutenção de mosaicos de vegetação nas bacias hidrográficas como mecanismos para reforçar o efeito tampão. É bem conhecido o efeito que a vegetação tem sobre o controle das fontes de poluição e contaminação especialmente as fontes não pontuais. A vegetação promove a retenção de material em suspensão, nitrogênio e fósforo, pesticidas e herbicidas. Matas ciliares ao longo dos rios fornecem matéria orgânica para alimento dos peixes e macro invertebrados, sombreiam os rios impedindo o crescimento exagerado da vegetação

aquática e protegem o sistema de forma integrada, mantendo e regulando os ciclos de matéria orgânica e os fluxos de energia.

- Verifica-se aqui, portanto, a relevância da implementação do PACUERA previsto no EIA (Volume 33, item 12.16), incluindo o Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanente e o Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu Entorno;
- O tratamento de esgotos domésticos em Altamira deverá ser implementado para evitar o aporte de carga de nutrientes ao reservatório dos Canais a partir do reservatório do Xingu, conforme proposto no Programa de Intervenção em Altamira (EIA, Volume 33, item 12.10.1). Em pequenas vilas e aglomerados urbanos ou fazendas deverão ser tomadas as iniciativas de reduzir estas fontes.

Esses processos associados atuarão efetivamente na manutenção das condições satisfatórias da qualidade do sistema aquático.

Paralelamente, será desenvolvido um Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água (EIA, Volume 33, item 12.6.4) visando acompanhar as condições gerais do ecossistema aquático e propor ações de caráter preventivo e corretivo.

Comentário – Pág. 74

“As ações propostas, de modo geral, são adequadas mas não suficientes para evitar as situações críticas previstas. Dentre as ações sugeridas destaca-se o montante de vegetação recomendada a ser suprimida em torno de 100% como uma ação drástica mas adequada. Questiona-se, entretanto a viabilidade de suprimir 100% da vegetação, haja vista que em outros processos de licenciamento, verificou-se limitações do ponto de vista operacional na supressão de vegetação em terrenos de elevada declividade. Neste sentido, questiona-se também as ações propostas para controlar a disponibilização dos metais contidos no sedimento, com o uso de sulfato de alumínio ou argila, devido à necessidade de cobrir áreas extensas. Também preocupa a possibilidade de na tentativa de resolver um problema gerar outro, por meio da adição de alumínio na região, importante lembrar os pHs mais ácidos esperados no fundo no lago. A preocupação se dá, no sentido de evitar propor ações que não sejam viáveis de serem realizadas.”

Considerando que o sucesso das ações propostas têm grande relevância para avaliar a viabilidade ambiental do empreendimento, solicita-se que seja aprofundada a análise sobre a viabilidade técnica e econômica de empregá-las. Ainda, sobre a possibilidade de aterramento de bolsões e a necessidade de previsão de um sistema de descarga de águas nos diques para os igarapés barrados, não foi apresentado embasamento técnico para descartar tais medidas.”

RESPOSTA

A concepção de engenharia do empreendimento já pressupõe a remoção total da vegetação na área do reservatório dos Canais de modo a permitir a adequada circulação das águas para fins de geração de energia.

O intenso uso antrópico do solo, o grau de alteração da vegetação remanescente e a relativa facilidade de acesso garantem a viabilidade da supressão preconizada, inclusive nos grotões e áreas de maior declividade.

O Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas do Reservatório (EIA, Volume 33, item 12.7.1) prevê as seguintes ações para toda a área do reservatório:

- Derrubada de árvores;
- Desdobramento de madeira e separação de fuste;
- Transporte de material orgânico seco para bota-espera orgânico para posterior utilização em recuperação de áreas degradadas;
- Retirada de lenha e madeira; e
- Retirada e depósito do material fino e de resíduos.

Essa limpeza da área do reservatório e a remoção de 100% da biomassa vegetal, do ponto de vista ambiental, garantirá a qualidade da água do reservatório.

A aplicação de sulfato de alumínio ou argila é apresentada como uma das medidas complementares e de caráter pontual, não estando contemplada nos programas ambientais. As medidas de controle para evitar a disponibilização dos metais dos sedimentos para a coluna d'água estão associadas principalmente à manutenção da oxigenação do sistema que irá prevalecer na maior parte do tempo, reduzindo assim a possibilidade de solubilização de metais eventualmente presentes na área do reservatório (vide conclusões).

Da mesma forma, o aterramento de bolsões foi sugerido como medida complementar e pontual que poderá ser avaliada no futuro, não sendo prevista como medida de controle da qualidade da água do sistema aquático pelos programas ambientais (vide conclusões).

As descargas previstas para os igarapés barrados decorrem da percolação passiva relativa à pressão hidrostática do corpo do reservatório. Nos períodos de enchente e cheia, coincidindo com a época de maior pluviometria, esta água percolada se misturará com a drenagem natural do terreno, até seu deságüe no rio Xingu no trecho de Vazão Reduzida. Nos períodos de seca e vazante, a drenagem natural já é bastante rarefeita e, em alguns casos, os igarapés se caracterizam como canais que drenam áreas bastante degradadas onde a vegetação original já foi convertida para usos antrópicos, chegando a secar totalmente.

Comentário – Pág. 74

“Para a estimativa realizada não foi apresentada a base de dados de vazão dos igarapés, e o cálculo de tempo de residência foi realizado de forma simplificada. Com base nisso, entende-se que os tempos de residência podem ser ainda maiores aos apresentados, o que agrava a situação prognosticada.

RESPOSTA

O cálculo dos tempos de retenção para os igarapés Ambé, Altamira e Panelas já foi apresentado detalhadamente em resposta anterior constante deste documento, resultando em tempos de retenção médio da ordem de 12 dias. De acordo com os estudos e as simulações referentes à concentração de fósforo nesses três igarapés, os índices de estado trófico poderão atingir níveis que variam de mesotrófico à eutrófico dependendo das medidas mitigadoras que forem aplicadas nas sub-bacias contribuintes (vide documento Atendimento às Demandas do Parecer COHID/CGN/DILIC/IBAMA N°29/2009-referência Qualidade da Água e Limnologia, protocolado em julho/2009).

Com a formação do reservatório do Xingu, os tempos de retenção poderão ser maiores, demandando as medidas de proteção e controle do aporte de cargas já propostas no Plano de Requalificação Urbana, mais especificamente no Programa de Intervenção em Altamira (EIA, Volume 33, item 12.10.1), tais como:

- Remoção da população residente nas áreas em torno dos igarapés, até a cota 100m;
- Coleta e tratamento de esgotos para toda a população urbana;
- Melhoria das condições de drenagem urbana e solução dos problemas resultantes das inundações periódicas;
- Recuperação ambiental da área dos igarapés Altamira, Ambé e Panelas, e respectivas APPs; e
- Formação de um parque linear ao longo do igarapé Altamira

Comentário

Em relação às medidas mitigadoras propostas, a princípio, se mostram adequadas, entretanto é importante verificar que o problema de eutrofização prognosticado somente poderá ser combatido com a implantação sistemas de tratamento de esgotos que removam nutrientes, os chamados tratamento terciários. Tais sistemas são muito pouco presentes no Brasil, devido à dificuldade de domínio da tecnologia e também ao elevado custo operacional geralmente associado. A necessidade de se implantar tal sistema para o empreendimento já é uma condição imposta ao empreendedor pela Agência Nacional de Águas. Considerando que o impacto causado pelo empreendimento agrava de forma significativa a situação sanitária na região, entende-se ser de responsabilidade do empreendedor implantar o sistema de esgotamento sanitário completo (coleta, tratamento e lançamento final), bem como acordar com a companhia de saneamento local, mediante a apresentação do projeto básico do sistema, incluindo estimativa dos custos operacionais, a necessidade de haver subsídios técnico e/ou financeiro para que a mesma possa receber e operar o sistema a ser implantado, haja vista a particularidade do sistema previsto.”

RESPOSTA

O controle da eutrofização dos reservatórios será feito por meio das seguintes medidas:

- Redução do aporte de cargas pontuais, por meio do tratamento de esgotos domésticos urbanos (Programa de Intervenção em Altamira – EIA, Volume 33, item 12.10.1);
- Controle da proliferação de macrófitas aquáticas nas margens e áreas de circulação mais restringidas, principalmente no Reservatório dos Canais (Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas – EIA, Volume 33; item 12.6.4.2); e
- Controle do aporte de cargas difusas baseado na proteção das margens dos reservatórios por meio da implementação das APPs (Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanente, integrante do PACUERA – EIA, Volume 33, item 12.16.1).

O Programa de Intervenção em Altamira prevê a implantação de sistema de coleta e tratamento de esgotos. Estão previstas cinco estações de tratamento de esgotos compostas por um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB), um biofiltro aerado submerso (BF) e um decantador secundário (DS). Essas unidades realizam tratamento em nível secundário, com processo 100% biológico, atingindo eficiência de remoção de matéria orgânica superior a 95% e de fósforo na faixa de 30 a 50%, o que satisfaz as condições de qualidade da água, relativas à eutrofização (vide **Anexo III**). Devido à baixa taxa de turbidez do efluente final, o sistema de tratamento pode ser associado a uma unidade de aplicação de ultravioleta para garantir maior eficiência na desinfecção.

As vantagens do sistema proposto são:

- Baixa geração de lodos;
- Simplicidade operacional;
- Baixo custo de implantação e operação;
- Baixo impacto em ambientes urbanos;
- Possibilidade de aproveitamento de biogás para geração de energia;
- Compacidade e possibilidade de cobertura (evitando problemas com odores e impacto visual);
- Alta concentração de biomassa ativa; e
- Resistência a choques hidráulicos e de carga orgânica.

5.2.11.2 Tema: Considerações finais sobre o prognóstico de qualidade da água no reservatório dos canais e nos igarapés de Altamira – Pág. 75

O documento apresentado abordou os aspectos do diagnóstico, impacto e medidas mitigadoras relativos à qualidade da água no reservatório dos canais e nos “braços” formados em Altamira pelo reservatório do rio Xingu, nos igarapés Altamira, Ambé e Panelas. As considerações aqui elencadas são parciais haja vista a necessidade de integração com os demais temas contidos no estudo de impacto ambiental.

A solicitação de que fosse feita uma modelagem matemática da hidrodinâmica dos reservatórios dos canais com o intuito de prognosticar a qualidade da água naquele ambiente não foi atendida. O estudo apresentado é fundamentado em bases teóricas sobre o tema bem como na vasta experiência da equipe de consultores que realizou os estudos de qualidade da água. A base de informações sobre a hidrodinâmica dos reservatórios dos canais não é apresentada e a origem dos dados de entrada aos cálculos apresentados muitas vezes é não é explicitada, dificultando a avaliação.

Por outro lado, a inferência apresentada no estudo sobre os impactos previstos na formação do reservatório dos canais bem como nos braços do reservatório do Xingu (região de Altamira) se mostra pertinente, entretanto, devido à falta de profundidade nos aspectos técnicos, principalmente relacionados ao desconhecimento da hidrodinâmica no futuro reservatório, a identificação dos impactos carece de maior respaldo técnico para melhor delimitá-los em termos de magnitude, localização e temporalidade.

Por exemplo, é prevista a ocorrência de cianobactérias no reservatório dos canais, tal fenômeno está intimamente relacionado ao tempo de detenção dos inúmeros braços desse reservatório, na ausência dessa informação vem se utilizando um valor médio de 60 dias na estiagem, valor esse questionado nesta análise e que parece bem pouco razoável para a análise em questão. Pois, ao se utilizar valores médios pode-se estar mascarando tempos de detenção infinitamente maiores em braços com baixa circulação. Conseqüentemente, a estimativa de haver problemas de qualidade da água no reservatório somente no período da seca pode ser equivocada, uma vez verificado que apesar das elevadas vazões afluentes a morfometria do reservatório mantém regiões sem circulação de água durante o ano todo. Associado a um dimensionamento mais preciso do impacto vem uma mais robusta análise sobre a viabilidade/necessidade de se adotar ações preventivas e mitigadoras diferenciadas tais como o aterramento dos braços com elevado tempo de detenção, prontamente descartada no documento em análise.

Destaca-se que sob a qualidade água do reservatório dos canais pode haver elementos determinantes na discussão da viabilidade ambiental do empreendimento. A formação de um reservatório com problemas de eutrofização e todas as consequências associadas pode ser entendido com inviável? Como garantir a manutenção dos usos múltiplos da água? Tem-se que as medidas preventivas e mitigadoras propostas serão incapazes de evitar os impactos previstos e sim atenuá-los. Dessa forma, não parece haver outra solução a de restringir os usos do reservatório, uma vez confirmados os impactos previstos, neste sentido, a geração de energia estaria se sobrepondo aos outros usos possíveis daquele recurso hídrico.

Por fim, considerando ser necessário um maior aprofundamento sobre o prognóstico da qualidade da água nos reservatórios recomenda-se que sejam realizados os estudos

hidrodinâmicos sobre o reservatório dos canais e que também sejam esclarecidos os questionamentos apontados neste parecer e que seguem sistematizados abaixo:

- *Realizar os estudos hidrodinâmicos sobre o reservatório dos canais para aperfeiçoar o prognóstico de qualidade da água;*

RESPOSTA

Todo detalhamento metodológico empregado para melhor conhecimento da compartimentação e funcionamento dinâmico do reservatório do Xingu e do reservatório dos Canais encontra-se no **Anexo IV**.

Comentário

Apresentar de forma detalhada o método aplicado no cálculo do tempo de residência e a precisão do mapa hipsométrico utilizado;

RESPOSTA

O detalhamento metodológico dos estudos realizados é apresentado no **Anexo IV** deste documento.

Comentário

Apresentar o detalhamento dos cálculos e estimativas empregados no cálculo da resistência térmica a circulação, ao déficit relativo de O_2 , à estimativa para a retenção de fósforo nos reservatório do Xingu e dos canais;

RESPOSTA

Os cálculos da resistência térmica à circulação foram realizados utilizando como dados de entrada as simulações referentes aos modelos descritos no **Anexo IV**.

Comentário

Esclarecer o raciocínio que leva a interpretar que as conseqüências biológicas da descarga a jusante serão mais drásticas durante a descarga no período de vazante;

RESPOSTA

Os esclarecimentos a este questionamento foram apresentados anteriormente neste documento de respostas.

Comentário

Apresentar a origem dos valores empregados no gráfico (Figura 1-6) referente à distribuição probabilística de nível trófico de lagos tropicais em função da concentração de fósforo total;

RESPOSTA

Os esclarecimentos a este questionamento foram apresentados anteriormente neste documento de respostas (vide **Anexo III**).

Comentário

Aprofundar a discussão dos efeitos da formação dos reservatórios sobre a mobilização de metais e a contaminação da cadeia trófica;

RESPOSTA

Do conjunto de metais dissolvidos avaliados nas águas superficiais (Volume 15, pág 73) – cromo, níquel, ferro, chumbo, zinco e mercúrio – apenas alguns foram observados em maior concentração em relação à Resolução CONAMA 357/05 para as águas de classe 2. O mercúrio foi observado em concentrações ligeiramente superiores ao valor máximo permitido pela legislação apenas na campanha de enchente e somente no igarapé Altamira, provavelmente originado no lixão de Altamira de onde infiltra chorume para o igarapé.

O níquel foi detectado acima do limite apenas na campanha de enchente em alguns pontos do rio Xingu e nos igarapés Pannels e Cobal. O zinco foi encontrado em concentrações superiores ao limite permitido pela legislação nas quatro campanhas em vários pontos distintos. Esse metal é comum na matriz geológica regional e, portanto, pode estar presente naturalmente. O cromo e o chumbo foram observados em concentrações acima do limite permitido pela referida Resolução na maioria dos pontos de coleta nos períodos de enchente e cheia. Porém, nos períodos de vazante e seca, o cromo foi observado em concentrações abaixo do limite legalmente estabelecido, sendo que o chumbo não foi detectado nos pontos amostrados.

Nas análises de sedimento, o mercúrio foi encontrado em concentrações superiores ao limite determinado pela Resolução CONAMA 344/04 no ponto localizado no igarapé Ambé na campanha de seca e na campanha de cheia em vários pontos no rio Xingu (RX18, RX04, RX05, RX17), bem como nos igarapés Pannels, Galhoso, Di Maria, Cobal, Tucuruí e no rio Bacajá. Todas as concentrações observadas se encontraram entre os níveis 1 e 2 da legislação, sendo que a mesma define estes limites como: nível 1 - limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota; e nível 2 - limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota. Esse metal tem provavelmente origem antrópica, em função das atividades de extração do ouro ocorrida nessa região.

O chumbo foi detectado em concentrações superiores ao nível 1 da Resolução CONAMA 344/04, na estação seca, em dois pontos no rio Xingu (IRI01 e RX18). Já na cheia este elemento foi detectado no rio Xingu e tributários como o igarapé Pannels e o Ambé na cidade de Altamira, o igarapé di Maria, a ilha da Ressaca, o rio Bacajá e os igarapés Paquiçamba, Cobal e Tucuruí. Segundo a análise do contexto geológico realizado para a Área de Influência Indireta (AII), a Suíte Metamórfica Três Palmeiras é a unidade de maior importância metalogenética da região, com favorabilidade para ouro e metais-base, como cobre, chumbo e zinco o que justifica sua presença nos sedimentos analisados.

O cromo foi detectado no ponto IRI01, na confluência do rio Iriri com o rio Xingu e próximo a ilha da Ressaca onde foram observados valores acima dos níveis 1 e 2 da legislação no

período de cheia. Por outro lado, o níquel apresentou concentrações acima dos limites 1 e 2 da legislação no IRI01 no período de seca e no Ressaca no período de cheia. Estas concentrações de níquel, cromo e chumbo traduzem um *background* regional decorrente da ocorrência destes elementos em rochas máficas-ultramáficas associadas ao Complexo Xingu.

O caráter sazonal do registro dos metais nos sedimentos indica baixa capacidade de retenção, ou seja, o material carregado e depositado em um período pode ser lavado e deixar de ser registrado na campanha de amostragem seguinte. Este padrão revela que as concentrações são variáveis e não deverão mostrar-se limitantes à colonização pela biota aquática ou de estar sendo responsável pela contaminação de toda a cadeia trófica. A grande diversidade de organismos bentônicos (macroinvertebrados bentônicos), utilizados como indicadores da qualidade do ambiente aquático, e de peixes observados na região estudada no diagnóstico refletem as boas condições do sistema em relação ao conteúdo de contaminantes na cadeia trófica.

Conforme estudos apresentados no **Anexo IV**, não são esperados processos de estratificação térmica e condições de anoxia no reservatório do Xingu, o que resultará em permanente aeração do sistema o que implica na predominância de formas não disponíveis de metais para incorporação na cadeia trófica. Observa-se que o comportamento do reservatório do Xingu reproduzirá um status equivalente à da estação de cheia verificada na condição de rio.

No reservatório dos Canais, durante a maior parte do tempo, devido à circulação, deverão ser verificadas boas condições de oxigenação, exceto em alguns bolsões localizados, de maior profundidade, onde poderão predominar condições temporárias de anoxia, durante os períodos de seca (**Anexo III**). Esse processo poderá resultar em ressobilização de metais no hipolimnio deste reservatório e tendência à biodisponibilidade e conseqüente incorporação de metais à rede trófica.

Por outro lado, as condições de baixa concentração de oxigênio nestes ambientes de bolsões limitarão a colonização significativa de organismos aquáticos, restringindo, portanto, a contaminação da cadeia trófica do reservatório como um todo. Ademais, a vazão muito elevada durante os períodos de enchente e cheia eliminará a concentração dos metais por re-oxigenação do reservatório dos Canais (vide **Anexo IV**). A própria regra operacional do sistema, que proporcionará ao reservatório dos Canais vazões elevadas durante o período de enchente e cheia, irá atenuar sensivelmente os níveis de solubilização dos metais (vide **Anexo IV**).

Comentário

Sobre as ações mitigadoras propostas solicita-se:

◦Apresentar uma avaliação acerca da viabilidade técnica de se propor a supressão de 100% da vegetação no reservatório de canais, haja vista eventuais limitações do ponto de vista operacional na supressão de vegetação em terrenos de elevada declividade.

RESPOSTA

Foram apresentados estudos que mostram as diferentes conseqüências da remoção de 100%, 50%, 20%, 10% e 0% de vegetação nos dois reservatórios. O resultado mais favorável para a qualidade da água, inclusive durante a fase de enchimento é a remoção da totalidade da

vegetação, o que implica em ação logística que deve ser considerada durante o período de construção.

As simulações apresentadas no **Anexo IV** prevêem taxas de desmatamento de 50% no reservatório do Xingu e 100% no reservatório dos Canais, não incluindo a camada de serapilheira, a matéria carbonácea contida na camada do solo e a vegetação rasteira. Nessas condições, os resultados indicam que os níveis de oxigênio se manterão satisfatórios em ambos os reservatórios, de forma que se podem admitir eventualmente alguns remanescentes vegetais em áreas de difícil acesso.

Comentário

Apresentar uma avaliação acerca da viabilidade técnica das ações propostas para controlar a disponibilização dos metais contidos no sedimento com o uso de sulfato de alumínio ou argila, considerando a necessidade de cobrir áreas extensas e também os potenciais impactos da adição de sulfato de alumínio naquele sistema.

RESPOSTA

Os esclarecimentos a este questionamento foram apresentados em item anterior, no âmbito deste documento de respostas. Adicionalmente, cita-se, como referência: Cooke G.D.& Kennedy R.H. Water quality management for reservoirs and tail waters. Rep. of the Army. U.S. Corps of Engineers. Report 1. pp.179, 1989.

Comentário

Aprofundar a discussão sobre a possibilidade de aterramento de bolsões e da necessidade de previsão de um sistema de descarga de águas nos diques para os igarapés barrados haja vista a não apresentação de embasamento técnico suficiente para descartar tais ações.

RESPOSTA

Os esclarecimentos a este questionamento foram apresentados em item anterior, no âmbito deste documento de respostas.

5.2.11.3 Tema: Trecho de Vazão Reduzida – Pag. 77

Comentário

O estudo não contemplou os resultados da modelagem hidráulica efetuada para a Volta Grande do Xingu, pois conforme exposto neste parecer os estudos hidráulicos para o TVR indicaram que:

“Para o trecho a jusante do barramento com foco no comportamento hidráulico defronte a comunidade São Pedro (margem esquerda – ME) o estudo conclui que para uma vazão de 63 m³/s veiculada na ME obtém-se uma lâmina d'água da ordem do metro, velocidades próximas a 0,1 m/s. Por outro lado, ao simular a veiculação de toda a vazão pela margem direita (barragem com as estruturas hidráulicas situadas na margem direita) a margem esquerda fica com vazão zero, formando trechos secos ou com lagoas com água parada. Entretanto, o estudo conclui que devido às incertezas acerca da distribuição de vazões entre os canais para

vazões da ordem de 1.000 m³/s deverá ser previsto um programa de monitoramento para a região. Para as vazões mais elevadas o estudo conclui que os resultados foram razoáveis, haja vista a concordância entre os níveis da água para as vazões simuladas e as medições existentes.”

Posto isso, verifica-se que não foi efetuado o prognóstico adequadamente.

Recomendação:

Reapresentar o prognóstico de qualidade da água para o TVR contemplando os estudos hidráulicos já efetuados.

- Para o Compartimento Ilha da Fazenda / Ressaca na estiagem, os resultados não apresentaram variação significativa das concentrações de fósforo com a variação da vazão. Houve entretanto, uma variação significativa na concentração de oxigênio dissolvido entre os pontos RX04 e RX05 havendo um deplecionamento de montante para jusante e um leve decréscimo com a redução da vazão, destaca-se que para o ponto RX05 foram inferidos valores próximo a 85% de saturação de oxigênio. Durante a vazante, foi verificado um aumento na concentração de fósforo de acordo com o aumento da vazão e para a concentração de oxigênio dissolvido manteve-se o comportamento verificado na estiagem.
- Para o Compartimento Paquiçamba foram constatados valores elevados de fósforo com o aumento da vazão chegando a valores próximo a 45 microgramas/litro e valores relativamente baixos de oxigênio com a redução da vazão na estiagem chegando a valores próximo a 85% de saturação de oxigênio.
- Para o Compartimento a Jusante do Bacajá destaca-se somente os valores de condutividade que sofrem uma elevação com a influência do Bacajá e tende a voltar ao padrão do Xingu a jusante na estação RX17.
- Para o Compartimento a jusante da casa de força principal considerando a influência da vazão defluente do reservatório dos canais, foram efetuadas combinações de cenários. Primeiramente inferiu-se o resultado da combinação de diferentes vazões e níveis de saturação de oxigênio dissolvido das águas advindas do reservatório dos canais com àquela advinda do TVR. Para as águas advinda do TVR admitiu-se 100% de saturação de oxigênio, obtido da simulação para o TVR. Após essa verificação, efetuou-se o cálculo da distância a jusante da casa de força necessário para que a mistura (vazão defluente do reservatório dos canais + vazão do TVR) obtenham 80% de saturação de oxigênio. Para tanto, verificou três diferentes situações:

i) Reservatório dos canais: $O_2 = 6 \text{ mg/L}$ e $Q = 12.000 \text{ m}^3/\text{s}$; TVR: $O_2 = 8 \text{ mg/L}$ e $Q = 4.000 \text{ m}^3/\text{s}$;

ii) Reservatório dos canais: $O_2 = 4 \text{ mg/L}$ e $Q = 12.000 \text{ m}^3/\text{s}$; TVR: $O_2 = 8 \text{ mg/L}$ e $Q = 4.000 \text{ m}^3/\text{s}$;

iii) Reservatório dos canais: $O_2 = 2 \text{ mg/L}$ e $Q = 12.000 \text{ m}^3/\text{s}$; TVR: $O_2 = 8 \text{ mg/L}$ e $Q = 4.000 \text{ m}^3/\text{s}$;

Os resultados apresentam para a situação i) o rio Xingu precisará de cerca de 50 km para atingir uma saturação de oxigênio dissolvido próximo a 80%, para a situação ii) necessitará de 100 km e para a situação iii) necessitará de aproximadamente 330 km.

Comentário – Pág. 78

A sequência do estudo é confusa por não apresentar claramente a origem das situações de contorno, os cálculos empregados, bem como a justificativa para os cenários adotados. A ausência de tais informações dificulta a compreensão.

RESPOSTA

As condições de contorno estão descritas no documento “Modelagem Matemática e Ecológica da AHE Belo Monte”, Apêndice 10.2, página 32 do Volume 32 do EIA. Foi feita uma parametrização da concentração de oxigênio dissolvido para diferentes vazões até um mínimo de 200 m³/s e esta parametrização mostrou como resultados que há pouca variação na concentração de oxigênio dissolvido com a redução da vazão no TVR.

Os dados utilizados como base para os cálculos das vazões e concentração de oxigênio dissolvido na água e a parametrização para avaliação das relações O₂/vazão no TVR são apresentados nas **TABELAS 5-17 e 5-18**.

TABELA 5-17

AHE BELO MONTE – CASA DE FORÇA PRINCIPAL - VAZÕES OPERADAS (m³/s)
(vazões naturais descontados os usos consultivos, o hidrograma ecológico e a evaporação)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	5.609	13.993	12.516	24.370	19.580	9.952	2.201	712	307	821	1.599	3.496
1932	7.177	9.221	16.091	7.353	4.816	1.943	1.651	804	592	643	922	2.548
1933	4.475	11.715	14.176	15.380	14.318	5.483	1.586	339	90	523	1.358	2.569
1934	4.431	9.541	12.861	23.424	15.238	6.031	1.465	491	280	481	740	3.601
1935	11.345	12.961	16.259	28.155	17.088	11.641	2.212	750	387	0	681	3.796
1936	10.752	17.360	10.363	10.274	6.126	2.391	680	347	260	51	613	3.262
1937	3.254	4.298	8.078	16.521	9.984	4.072	1.944	860	636	562	818	2.341
1938	7.400	9.217	7.761	23.147	17.476	8.021	1.442	572	421	544	1.629	1.598
1939	13.397	17.395	19.355	15.721	9.394	5.644	2.628	886	520	491	1.151	4.157
1940	8.659	16.072	15.645	14.766	20.633	11.197	2.379	672	211	160	1.162	1.897
1941	5.264	7.019	12.953	18.039	10.856	4.462	1.103	356	239	855	1.195	3.091
1942	1.987	7.004	7.763	6.637	7.295	4.259	1.471	409	19	0	1.935	3.248
1943	11.768	21.193	39.934	8.364	8.723	3.470	1.586	656	78	178	1.020	2.605
1944	3.776	9.645	10.587	14.635	14.824	5.805	1.541	414	140	633	1.552	2.880
1945	5.201	13.046	11.604	31.757	25.147	12.857	1.691	455	138	461	1.031	2.457
1946	3.006	9.504	15.625	5.377	7.688	2.167	3.155	1.581	768	0	929	1.541
1947	7.071	13.156	14.788	31.112	21.444	10.003	1.544	318	116	999	1.153	3.619
1948	7.499	15.115	22.197	14.283	9.642	3.694	1.562	541	317	204	378	2.550
1949	13.974	18.121	20.900	8.740	9.608	3.523	2.119	826	506	287	978	2.266
1950	4.633	11.607	11.062	21.317	20.544	9.970	1.227	279	0	149	571	2.379
1951	6.313	7.956	11.936	5.557	6.599	3.105	2.365	763	462	296	768	2.488
1952	3.891	9.332	6.859	21.917	17.269	6.039	1.727	731	483	689	749	1.396
1953	5.690	14.181	12.697	27.481	21.924	11.176	1.911	566	211	1.176	2.158	4.517
1954	4.582	8.469	14.752	10.043	11.356	4.816	1.574	769	139	0	538	1.681
1955	6.761	13.146	13.327	21.480	25.770	13.571	1.881	365	22	337	1.562	2.465
1956	6.300	14.602	12.094	17.048	13.807	4.730	2.950	1.413	1.000	1.074	1.180	2.031
1957	14.372	16.502	20.820	25.024	15.248	10.390	1.719	496	211	0	475	3.145
1958	3.533	8.066	12.974	32.603	15.153	6.232	1.283	644	457	334	705	2.937
1959	7.273	11.837	19.936	18.334	15.529	6.653	2.215	709	373	0	359	2.865
1960	2.142	7.124	8.353	14.701	13.518	7.707	1.358	354	0	81	2.312	3.819
1961	6.337	19.101	25.793	7.294	6.916	3.629	1.886	514	81	0	1.091	1.971
1962	3.771	6.127	9.477	15.171	8.264	2.466	827	1.061	251	211	1.115	3.265
1963	7.361	9.306	13.974	9.768	10.300	5.003	1.680	424	214	6	312	1.509
1964	15.922	19.933	21.660	27.128	15.939	10.191	1.660	508	251	381	970	3.691
1965	5.097	12.724	13.618	23.229	14.275	5.727	1.761	802	694	374	729	2.962
1966	2.234	6.368	5.981	12.178	12.781	4.958	1.856	565	243	570	1.440	2.701
1967	5.266	6.744	7.102	37.614	21.821	13.243	1.515	337	129	88	492	2.457
1968	3.459	5.383	8.615	17.792	9.651	2.972	980	147	0	0	218	3.115
1969	6.001	8.510	11.551	11.277	10.263	3.811	851	12	0	0	0	263
1970	2.663	7.594	13.993	6.629	9.208	2.557	860	273	0	0	398	851
1971	1.411	4.727	7.077	10.126	9.465	4.841	1.679	412	0	0	1.835	3.231
1972	4.421	10.310	12.515	8.918	10.539	3.833	1.486	387	94	0	278	897
1973	3.227	5.328	11.789	15.668	15.497	6.230	2.664	1.306	388	712	2.026	4.718
1974	6.363	13.590	17.596	19.566	21.980	11.427	3.243	1.158	692	642	603	3.141
1975	6.261	13.712	16.834	16.853	16.242	7.314	2.842	967	290	25	333	1.904
1976	5.295	9.331	11.390	6.924	7.242	3.519	1.272	290	39	278	1.409	4.169
1977	8.095	13.976	16.010	13.351	17.600	8.858	3.495	1.074	419	793	2.488	3.937
1978	14.570	14.497	21.613	14.794	13.474	7.423	2.977	1.457	681	755	1.147	3.022
1979	7.555	16.693	22.048	14.002	9.429	3.901	1.413	548	638	745	1.171	2.435
1980	7.147	13.932	26.192	13.552	6.505	2.368	1.068	510	316	409	761	3.213
1981	9.237	13.869	10.027	12.890	7.871	2.858	1.102	495	344	255	939	4.383
1982	8.976	21.680	24.303	13.704	13.466	5.180	2.175	940	561	1.144	1.174	1.812
1983	5.147	13.484	14.101	12.903	5.733	2.503	1.034	452	312	479	1.528	3.025
1984	5.736	7.953	9.525	11.390	15.095	5.513	1.884	678	547	665	1.747	2.473
1985	8.577	20.959	22.349	18.852	21.446	8.316	3.058	1.229	577	638	1.858	5.848
1986	15.217	17.150	18.570	12.709	10.755	4.663	2.106	941	670	1.436	3.232	3.381
1987	5.951	7.023	14.618	13.843	8.788	3.383	1.261	451	279	457	635	2.072
1988	6.089	8.821	15.267	12.812	12.687	5.317	2.081	742	358	446	1.327	6.207
1989	12.247	12.503	17.618	17.897	11.491	7.544	3.445	1.384	774	698	2.191	8.865
1990	16.837	11.954	18.246	10.130	6.794	3.288	1.554	971	494	647	1.063	1.948
1991	6.486	14.323	14.476	19.188	16.257	7.915	2.689	958	429	521	1.063	2.630
1992	5.640	12.470	13.530	11.145	7.678	2.870	1.149	548	437	791	1.254	4.451
1993	8.122	9.513	17.029	12.083	9.222	3.726	1.369	516	556	638	999	2.081
1994	9.995	16.493	19.469	14.531	11.413	5.189	3.199	1.208	702	647	697	2.685
1995	10.905	16.021	17.853	17.043	19.674	10.978	3.720	1.357	610	491	694	3.399
1996	9.349	10.747	12.223	10.053	12.705	4.693	1.737	726	394	418	1.150	2.687
1997	6.262	13.476	13.509	18.800	14.950	4.927	1.870	700	420	473	465	1.039
1998	2.620	4.058	5.879	1.836	2.600	876	218	8	0	7	568	2.740
1999	5.775	6.403	10.888	8.442	9.498	4.406	1.228	201	25	194	563	2.144
2000	9.533	14.360	17.999	14.068	9.601	3.424	1.635	771	421	823	1.849	5.409

TABELA 5-18
Oxigênio Dissolvido (mg/L)

	enchente	vazante	seca	cheia
Ponto	Janeiro 2007	Mai 2007	Setembro 2007	Março 2008
RX09	7,46	7,82	6,65	6,51
RX08	7,52	8,08	6,78	7,18
RX19		7,82	6,75	6,89
RX01	7,86	7,80	6,93	7,22
RX02	7,65	7,20	6,95	7,49
RX18		7,28	6,36	6,92
RX03	7,78	8,08	7,18	7,02
PIMENTAL			7,25	7,31
IRI01	7,31	7,96	6,90	6,99
PAN01	7,92	7,04	7,57	6,56
PAN02	8,30	7,18	7,60	6,20
ALT01	7,45	6,10	7,01	5,98
ALT02	6,78	6,54	6,80	6,28
AMB01	6,45	5,82	7,14	4,67
AMB02	7,40	6,30	7,29	6,18
IGLH	8,22	7,80	8,30	9,00
IGLH(M)	7,64	7,96	6,75	5,73
IDM	7,80	8,45	8,40	6,87
RESSACA			7,06	5,63
FAZENDA			7,03	6,34
RX04	7,70	8,05	7,16	7,07
RX20		8,10	7,50	6,05
RX05	7,53	8,07	7,27	5,75
RX06	7,47	8,13	7,42	6,56
RX21			7,15	
RX17	8,39	8,94	7,60	7,35
IITU	7,51	7,98		6,88
TI03			7,50	6,05
BAC01	6,86	8,30	7,32	6,61
BAC02		8,09		6,25
PAQUIÇ			8,20	
PAQUIÇ(M)	8,40	8,35	7,65	6,57
TICARUCA			7,85	
RX11	8,56	9,20	7,89	7,15
RX07	8,55	8,90	7,78	6,99
RX14	8,25	8,72	7,70	5,87
RX15	8,11	8,69	7,60	8,84
RX16	7,69	7,90	7,22	6,27
IGCO		7,82	7,56	6,12
IGCO(M)			6,55	
TUC01	7,61	7,30	7,50	5,99
Lagoa Cajuí				6,57

5.2.11.4 Tema: Determinação da Biomassa Inundada de Floresta na Fase de Enchimento dos Reservatórios - Pág. 78

Comentário – Pág. 79

Não são apresentadas: as referências das estimativas de carbono presentes na vegetação a ser inundada; a taxa de transferência de carbono e a DBO por matéria carbonácea. Não ficam claros os critérios que foram adotados para estimar a área relativa a cada tipologia de vegetação a ser inundada nos reservatório. Por fim, o estudo apresentado neste capítulo não apresenta qualquer parâmetro balizador com vistas a definir os limites aceitos na modelagem, como por exemplo, a DBO máxima que o sistema pode suportar.

RESPOSTA

As informações referentes às constituições de biomassa de diferentes tipos de florestas existentes na área de inundação estão baseadas na seguinte bibliografia: Junk (1997) e Parolin (2008). Estes autores determinaram a composição e a biomassa de vegetação, que foi a base do cálculo realizado no presente estudo e se encontra descrita na **TABELA 5-19**. Também foram realizadas medidas da composição química da vegetação, descritas em Furch (1997), e a demanda de oxigênio por matéria carbônica foi baseada nos dados de Furch (1997) e Junk (1997).

TABELA 5-19
Quantidade de carbono oxidável presentes em cada parcela vegetal

Carbono Oxidável	Densidade (t/ha)				
	Galhos	Folhas	Casca	Serrapilheira	Total
Floresta Ombrófila Aluvial	2,8138	2,342	1,06108	1,2675	7,48438
Floresta com menor Biomassa	1,4069	1,171	0,5305	0,6337	3,7421
Floresta com Biomassa Intermediária	1,72	1,58	0,84	0,94	5,08
Desmatamento	-	-	-	-	2,64

Fonte: Junk (1997) e Parolin (2008).

A área relativa a cada tipologia da vegetação a ser inundada no reservatório foi determinada a partir de imagens de satélite Landsat e uso de *software* de geoprocessamento ArcGis.

Quanto à DBO máxima que o sistema pode suportar, no Reservatório do Xingu existirá uma situação de saturação de oxigênio permanente devido à vazão e ao baixo tempo de retenção do sistema, o que favorece a rápida decomposição da matéria orgânica e a renovação do oxigênio dissolvido.

No reservatório dos Canais, mesmo com a estratificação do corpo de água nos períodos de seca e vazante, com a formação de hipolímnio com déficit de oxigênio dissolvido, a entrada de água altamente oxigenada nos períodos de enchente e cheia proveniente do reservatório do Xingu promoverá a renovação da água do sistema e a auto-depuração.

Na simulação apresentada no **Anexo IV**, foi considerada a inundação da fitomassa residente no reservatório do Xingu e no reservatório de Canais.

Considerando os percentuais de cada tipologia nas ADA dos reservatórios, foram calculados os seguintes valores de carbono facilmente oxidável. Esses valores deverão ser adotados em todos os segmentos dos reservatórios (inclusive nas áreas correspondentes ao leito do rio do reservatório Principal), conforme apresentado na **TABELA 5-20**.

TABELA 5-20
Cálculo do Carbono Biodegradável

Reservatório do Rio Xingu	MO solo	Galhos	Folhas	Cascas	Serrapilheira	Total
Biomassa média (ton/ha)	2,45	24,11	6,26	4,35	2,24	39,41
Biomassa média (%)	6,2	61,2	15,9	11,0	5,7	100
C-oxidável (kg/m ²)	0,014(**)	0,045(*)	0,052	0,028	0,012	0,152
C-oxidável (%)	9,5	29,8	34,2	18,6	7,9	100
Reservatório Canais	MO solo	Galhos	Folhas	Cascas	Serap.	Total
Biomassa média (ton/ha)	4,40	32,12	2,75	2,23	2,81	44,31
Biomassa média (%)	9,9	72,5	6,2	5,0	6,3	100
C-oxidável (kg/m ²)	0,026(**)	0,060(*)	0,023	0,014	0,015	0,138
C-oxidável (%)	18,7	43,5	16,4	10,5	10,8	100

(*) considerou-se que apenas 35% dos galhos sejam degradados no curto prazo.

(**) considerou-se que 10% do carbono do solo seja reativo e uma profundidade de 10 cm.

Fonte: Bianchini Jr, I. – UFSCar (2009)

As constantes das equações cinéticas relativas ao processo de biodegradação da fitomassa afogada do reservatório do rio Xingu e reservatório dos Canais são apresentadas respectivamente nas **TABELAS 5-21 e 5-22**. Os valores das constantes cinéticas foram baseados em resultados dos ensaios de consumo de matéria orgânica desenvolvida em laboratório.

TABELA 5-21
Taxas de Biodegradação da Fitomassa Inundada – Res. do rio Xingu

Descrição	Valor	Unidade
Taxa de solubilização - condição aeróbica	0,749	1/dia
Taxa de solubilização - condição anaeróbica	0,348	1/dia
Taxa de oxidação material particulado - cond. aeróbica	0,251	1/dia
Taxa de oxidação material particulado - cond. anaeróbica	0,465	1/dia
Taxa de oxidação material dissolvido- cond. aeróbica	0,016	1/dia
Taxa de oxidação material dissolvido- cond. anaeróbica	0,003	1/dia
Razão nitrogênio- carbono	0,0287	mg N/mg C
Razão fósforo- carbono	0,0016	mg P/mg C

Fonte: Bianchini Jr, I. – UFSCar (2009)

TABELA 5-22

Taxas de Biodegradação da Fitomassa Inundada – Res. dos Canais

Descrição	Valor	Unidade
Taxa de solubilização - condição aeróbica	0.757	1/dia
Taxa de solubilização - condição anaeróbica	0.362	1/dia
Taxa de oxidação material particulado - cond. aeróbica	0.243	1/dia
Taxa de oxidação material particulado - cond. anaeróbica	0.451	1/dia
Taxa de oxidação material dissolvido- cond. aeróbica	0.016	1/dia
Taxa de oxidação material dissolvido- cond. anaeróbica	0.003	1/dia
Razão nitrogênio- carbono	0.0287	mg N/mg C
Razão fósforo- carbono	0.0016	mg P/mg C

Fonte: Bianchini Jr, I. – UFSCar (2009)

5.2.11.5 Tema: Comentário Final: (Modelagem Matemática de Qualidade da Água) – Pág. 79

Conforme pode ser constatado ao longo do exposto, o estudo de modelagem matemática de qualidade da água (para todos os compartimentos) apresenta deficiências que dificultam a análise, principalmente àquelas relativas a não explicitação de dados de entrada, sequência de cálculos, referências adotadas, etc.

O modelo aplicado apresenta limitações para verificar de forma mais detalhada por exemplo, a qualidade da água nos diferentes bolsões formados no reservatório dos canais.

Destaca-se que a modelagem matemática de qualidade da água foi objeto de análise da Agência Nacional de Águas, sendo que a Nota Técnica que subsidiou à emissão da Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica apontou deficiências no Estudo similares àquelas apontadas ao longo deste parecer. Entretanto, com base nas conclusões do EIA, recomendou-se a emissão da DRDH desde que houvesse a manutenção da vazão mínima de 300 m³/s para o reservatório dos canais e por outro lado, fosse inserido condicionante à outorga de recursos hídricos relativa à realização de estudos complementares de qualidade da água bastante detalhados, a serem realizados já com o reservatório formado. Considerou-se que os levantamentos topobatimétricos necessários para a realização da modelagem hidrodinâmica com a precisão desejada seria inviável de ser efetuado entre a DRDH e a outorga e viáveis de serem realizados por batimetria com o reservatório formado.

Em reunião realizada na Presidência do Ibama, a consultoria responsável pela realização dos estudos de qualidade da água - IIEGA afirmou que os estudos de qualidade de água (modelagem matemática) que contemplem a compartimentalização dos sistemas (hidrodinâmica), em relação ao tempo de detenção, na atual fase do empreendimento (inexistência do reservatório) seria demasiadamente teórico e não agregaria informações àquelas já disponíveis no EIA.

Recomendação Final: (Modelagem Matemática de Qualidade da Água)

- 1. Entende-se que os estudos de modelagem matemática da qualidade da água devem ser reapresentados com o objetivo de sanar as questões elencadas ao longo deste parecer.*
- 2. Solicitar manifestação formal do empreendedor acerca da inexequibilidade do estudo de hidrodinâmica para estudar a qualidade das águas no reservatório dos canais, na atual fase do licenciamento. Ainda, solicitar apoio técnico especializado da Agência Nacional de Água e/ou de profissional independente para auxiliar na tomada de decisão sobre o tema.*

RESPOSTA

Em atendimento à solicitação do IBAMA, foi conduzido um estudo detalhado da compartimentação do reservatório dos Canais e dos braços com a finalidade de melhor compreender o mecanismo de circulação vertical, térmico e de oxigênio dissolvido para cada compartimento. Esse estudo, efetuado com uso de vários tipos de modelos, corrobora as principais conclusões sobre o funcionamento da dinâmica do reservatório dos Canais e seus compartimentos em vários períodos do ano, tendo sido aprofundado consideravelmente a especialização da informação (vide **Anexo IV**).

Vale destacar que, mesmo com as diferentes metodologias utilizadas, as conclusões são similares e atestam a viabilidade ambiental do empreendimento.

Portanto, tendo em vista os mecanismos de circulação do reservatório dos Canais e a sua dinâmica vertical, verifica-se que não é necessária a adoção de medidas não convencionais como, por exemplo, o aterramento dos braços, a aplicação de sulfato de alumínio e o uso de argila para impermeabilização dos sedimentos.

Mesmo assim, insiste-se na aplicação de medidas previstas no âmbito dos estudos ambientais como o tratamento de esgoto da cidade de Altamira, a manutenção das APPs em ambos os reservatórios, o desmatamento das áreas de inundação, além de medidas adicionais de educação sanitária e ambiental para evitar a contaminação futura das águas dos reservatórios.

Considerações gerais sobre a viabilidade do empreendimento quanto à qualidade da água e limnologia

Do ponto de vista limnológico e da qualidade da água há total viabilidade do empreendimento. O reservatório Principal terá um tempo de retenção muito baixo, o que implica em uma qualidade da água sem danos à biota aquática, oferecendo usos múltiplos além da produção de energia. Os riscos de proliferação de cianobactérias no Reservatório do Xingu são muito baixos em função do baixo tempo de retenção, com baixa probabilidade de eutrofização. As áreas dos igarapés de Altamira deverão receber ações de saneamento e recomposição de vegetação assim como o tratamento de esgotos de Altamira deverá garantir o saneamento do Reservatório do Xingu.

O controle das cargas difusas na bacia do Reservatório do Xingu e no Reservatório dos Canais é fundamental para diminuir a possibilidade de eutrofização, principalmente neste último.

Para tanto, é fundamental implementar e monitorar eficientemente as APPs, conforme previsto no EIA, no âmbito do PACUERA, com seus dois programas associados.

O sistema reservatório do Xingu - reservatório dos Canais funcionará como um conjunto de reatores no qual a influência do reservatório do Xingu deverá revitalizar a qualidade da água do reservatório dos Canais durante período enchente/cheia, mantendo a qualidade da água em condições satisfatórias para a biota aquática.

Sobre a viabilidade do empreendimento quanto ao Reservatório dos Canais (qualidade da água, limnologia e modelagem matemática e ecológica)

O empreendimento é viável quanto à qualidade da água no Reservatório dos Canais. Este será revitalizado a cada período de enchente/cheia e recuperará sua qualidade da água. A descarga a jusante da Casa de Força Principal deverá ter dois períodos críticos: um na vazante e outro no início da enchente. No entanto, são períodos curtos onde, após o tempo de retenção mais elevado (máximo de 87 dias) haverá uma intrusão de volumes elevados de água de boa qualidade que revitalizará o sistema.

O monitoramento da qualidade da água para a contínua observação do sistema e seu acompanhamento com a operação será fundamental para a correção/mitigação de impactos. A descarga mínima de 700 a 1.200 m³/s a jusante do Reservatório do Xingu irá garantir uma boa qualidade da água a jusante da Casa de Força Principal na ria do Xingu, durante os períodos críticos de vazante e seca, já que esta descarga será proveniente da Volta Grande.

Conclusão

- O modelo de circulação térmica (simulação) para os braços C04; C05; C07; e C09 do Reservatório dos Canais demonstrou um período de circulação completa com perfis verticais com baixa estratificação ou estratificação ausente. Durante esse período de circulação mais intensa (janeiro e fevereiro) o sistema deverá estar saturado de oxigênio dissolvido, da superfície até o fundo, com saturação entre 80 a 100%.
- Com o progresso da estratificação durante o período de seca, haverá em algumas regiões dos braços, água com menor concentração de oxigênio dissolvido, em sistema estratificado. Isto ocorrerá nas regiões mais profundas desses braços.
- O influxo de água do reservatório Principal para o Reservatório dos Canais promoverá, através da advecção, uma reestruturação vertical do metalimnio e da estratificação térmica, promovendo uma reoxigenação rápida e progressiva, durante o período de enchente/cheia e, portanto, uma revitalização por etapas, da qualidade da água.
- Os estudos da Resistência Térmica Relativa à Circulação (RTRC) demonstraram que esta RTRC é zero em janeiro e fevereiro, aumentando progressivamente até julho (máximo de estratificação durante o período de seca) e depois diminuindo paulatinamente. Isto ocorrerá somente no hipolimnio. O epilimnio em todas as simulações mostrou-se homogêneo durante todo o período, com RTRC igual a zero, com circulação completa.
- O Déficit Relativo de Oxigênio Dissolvido (DROD) apresentou diferenças para cada braço e foi mais intenso nas regiões mais profundas dos braços. Entretanto, a média de

oxigênio dissolvido para o Reservatório dos Canais, incluindo os braços, deverá ser, pela simulação de aproximadamente 5 a 6mg/l o que possibilita usos múltiplos adequados para a água do Reservatório dos Canais, durante todo o ano.

- Em conclusão, o modelo de circulação térmica e de oxigênio dissolvido aplicado aos braços do Reservatório dos Canais demonstrou circulação limitada e desoxigenação limitada para determinados períodos e nas regiões mais profundas dos braços.
- Deve-se enfatizar o efeito restaurador que ocorrerá durante o período de enchente/cheia no Reservatório dos Canais e seus braços.
- O tempo de retenção médio dos braços do Reservatório dos Canais é inferior a 1 ano de acordo com os resultados da simulação.
- Deve-se acrescentar que o maior tempo de retenção médio (87 dias) para o Reservatório dos Canais ocorrerá somente em 4,1% da serie histórica, o que contribuirá para manter a qualidade da água em níveis adequados aos usos múltiplos neste ecossistema.
- As medidas de: manter a APP no entorno do Reservatório dos Canais para controle e redução das cargas difusas e a remoção do fósforo das contribuições pontuais (esgoto doméstico) são suficientes para manter a qualidade da água e o grau de trofia do Reservatório dos Canais em níveis adequados.
- Foram utilizadas diferentes metodologias e abordagens para a simulação das condições de circulação térmica e de oxigênio dissolvido para o reservatório Principal e o reservatório dos Canais e seus braços. Estas metodologias apresentam resultados coincidentes e concordantes.
- As informações atuais existentes sobre a espacialização no reservatório dos Canais, adicionadas como resultado do estudo apresentado no **Anexo IV** indica não haver necessidade de aterramento nos compartimentos deste reservatório.
- O empreendimento AHE Belo Monte, quanto à qualidade da água e limnologia é totalmente viável. Isto ficou demonstrado pelo trabalho de campo, pelo diagnóstico e prognóstico realizado, pelas próprias características limnológicas do rio Xingu e pelo arranjo do empreendimento e sua futura operação. O sistema de descargas a jusante da Casa de Força Principal, o hidrograma ecológico, a preservação da qualidade da água na Volta Grande do rio Xingu e na ria garantem sua viabilidade. O monitoramento espacial e temporal do sistema garantirá correções e ações mitigadoras em articulação com a operação e com o conjunto de projetos ambientais nas outras áreas que afetam a qualidade da água dos reservatórios e do rio Xingu

5.5.11.6 Referências Bibliográficas

Vollenweider, R.A. Eutrophication of Waters: monitoring, assessment and control. OECD. 1982.

Salas, H.J. e Martino, P. A simplified phosphorus trophic state model for warm-water tropical lakes. Water Research, v. 25, n.3, p. 341-350. 1991.

Furch K. Chemistry of várzea and igapó soils and nutrient inventory of their floodplain forests. pp.47-67. In: W. Junk (Editor). Ecological Studies. The Central Amazon floodplain Springer. Verlag. Berlin. 1997.

Parolin P. Growth, productivity and use of trees in white water floodplains. pp. 375-391. In: Junk et al. (Editors). The Central Amazon floodplain: actual use and options for a sustainable management. Backhuys Publishers. 584 pp. 2008.

Junk W. (Editor). Ecological Studies. The Central Amazon floodplain. Springer. Verlag. Berlin. 1997.

ANEXO I

Modelagem Matemática para Avaliação do Processo Erosivo a Jusante de Belo Monte

AVALIAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO A JUSANTE DE BELO MONTE

1. Introdução

A partir de questionamentos levantados sobre eventual possibilidade de erosão a jusante do AHE Belo Monte, foi feita uma simulação para avaliar o processo de transformação do leito num período de 50 anos.

Foi produzido um modelo de erosão unidimensional, simplificado, considerando a equação de conservação da massa na fase sólida e equação de capacidade de transporte sólido. O balanço de transporte sólido foi feito no trecho entre duas seções consecutivas do cálculo de remanso (dados disponíveis) utilizando um valor de porosidade de 45%, usual para as areias, material considerado nos cálculos.

Nas simulações considerou-se as características hidrodinâmicas a jusante do AHE Belo Monte, considerando o hidrograma médio anual. Os dados correspondem a estudos de remanso de estudos existentes para o trecho, com vazões que se aproximam de valores considerados notáveis para a análise em questão.

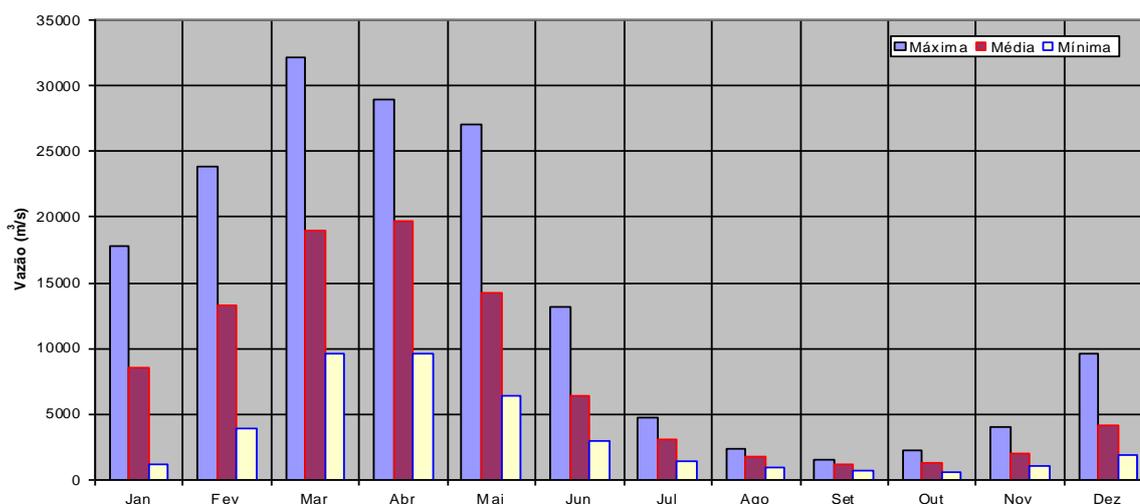


Figura 1.1– Hidrograma médio anual em Altamira

2. Modelo de Erosão

O modelo baseia-se na proposição de De Vries (Delft Hydraulics Laboratory – 1969 – apud Garde Raju – 1988) que adota as equações de conservação da quantidade de movimento e da massa para a fase líquida, conservação da massa para a fase sólida e uma equação de transporte sólido. Em suas considerações, para escoamentos em regime fluvial a celeridade da onda de variação do transporte sólido é muito inferior às celeridades características da fase líquida. Neste caso pode-se considerar o escoamento da fase líquida é quase permanente, podendo-se desprezar os termos com variação temporal. Por esta razão nas simulações considerou-se os resultados dos cálculos de remanso que já haviam sido efetuados para outras finalidades de estudo.

As equações restantes utilizadas foram a da conservação da massa da fase sólida:

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{\gamma_s} \frac{\partial q_s}{\partial x} = -\lambda \quad 2.1$$

e a equações de transporte sólido total. Neste caso utilizou-se a equação de Engelund-Hansen para caracterizar a capacidade de transporte sólido total:

$$\phi = \frac{0,1}{f} \tau_*^{2,5} \quad 2.2$$

onde:

ϕ - parâmetro de transporte de Einstein

$$\phi = \frac{q_s}{\gamma_s \sqrt{(s-1)g} d^3}$$

τ_* - parâmetro de Shields

$$\tau_* = \frac{V_*^2}{(-1)gd}$$

$$s = \frac{\gamma_s}{\gamma}$$

q_s – capacidade de transporte sólido específico em peso (N/s.m)

γ – peso específico da água

γ_s – peso específico do sedimento

g – aceleração da gravidade

d – diâmetro característico

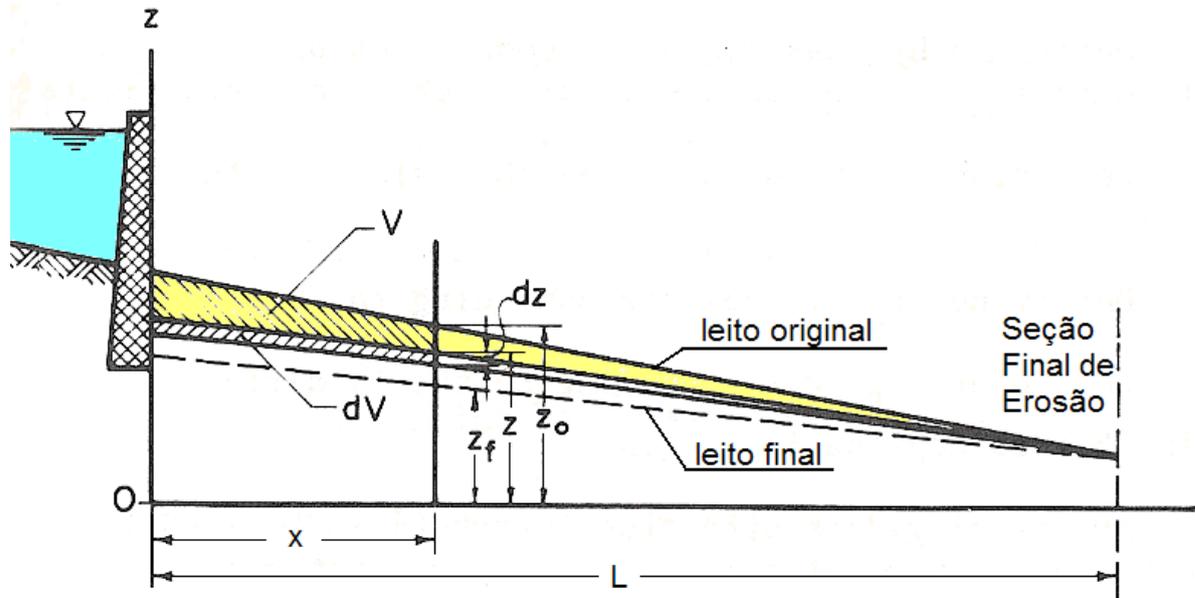
V_* - velocidade de atrito

$$V_* = \sqrt{g \cdot R_h \cdot S}$$

R_h – raio hidráulico

S – declividade da linha de energia

f – fator de atrito da fórmula universal de perda de carga



A resolução do sistema é feito por diferenças finitas e neste caso adotou-se as mesmas seções do cálculo de remanso, utilizando os parâmetros destes resultados. Para as vazões menores, situação em que a capacidade de transporte é mais modesta, utilizou-se um intervalo de tempo de 5 anos para a resolução da fase sólida. Para a vazão maior de simulação, utilizou-se um intervalo de tempo de 1 ano.

3. Simulações

As simulações foram realizadas a partir de resultados de simulações hidrodinâmicas feitas em outras etapas do estudo de viabilidade com outras finalidades. Conforme já foi visto em análises anteriores, a vazão que condiciona a morfologia de um rio, denominada de vazão dominante, corresponde aproximadamente a vazão média anual. No caso do Rio Xingu, no trecho em estudo, esta vazão está em torno de $8000 \text{ m}^3/\text{s}$. Como as simulações hidrodinâmicas foram realizadas para diferentes vazões, mas não especificamente para esta, tomou-se a vazão mais próxima e imediatamente superior a este valor, ou seja $9542 \text{ m}^3/\text{s}$. Este valor, como pode-se ver é superior à vazão média de 8 meses do ano.

Nesta simulação, dentro de um critério conservativo, foi utilizada a equação de transporte sólido total de Engelund-Hansen, com a vazão de $9542 \text{ m}^3/\text{s}$ invariável durante todo o ano, no período de 50 anos. Não foi feito o ajuste de linha d'água, devido ao fato do leito permanecer praticamente inalterado no transcurso deste período, conforme pode-se ver na tabela e figura a seguir. Nesta simulação considerou-se retenção total de sedimentos na área do reservatório e um intervalo de tempo de cálculo de 5 anos na resolução da fase sólida.

Conforme se observa a única alteração observada ocorre no trecho inicial, com alguma erosão entre as seções 2 e 3, com agradação nas seções 4 e 5 e o restante do trecho permanecendo inalterado. Foram mantidos os mesmos valores hidrodinâmicos ao longo do tempo uma vez que os parâmetros de remanso ficaram invariáveis (tabela 3.1 e figura 3.1).

Depois disto simulou-se a vazão de $14.153 \text{ m}^3/\text{s}$, situação que ocorre em média em dois dos meses de cheias do ano (fevereiro e maio). Conforme pode-se ver, mesmo considerando isoladamente esta situação presente dois meses ao ano, as alterações são insignificantes (tabela 3.2 e figura 3.2). Neste caso também adotou-se um intervalo de tempo de 5 anos na resolução da fase sólida.

Para uma situação representativa dos meses de vazões mais elevadas, (março e abril), com $Q = 19.182 \text{ m}^3/\text{s}$, a capacidade de transporte torna-se bem superior, porém mesmo assim as variações são pouco significativas, sendo mais sentidas no trecho imediatamente a jusante do aproveitamento. No período de 50 anos ocorre uma pequena erosão na seção 13 (da ordem de 1,3 m) e praticamente igual agradação (da ordem de 0,90 m) na seção 14. Os níveis de água de remanso variam muito pouco no decurso deste período de 50 anos, sendo mais expressivo entre as seções S6 e S11, com abaixamento da ordem de 0,60 m e 0,80 m, num trecho onde o leito deverá sofrer alguma agradação (tabela 3.1 e figura 3.1). Neste caso o intervalo de tempo de cálculo da fase sólida foi de um ano.

Tabela 3.1. - Resultado das simulações em 50 anos para $Q = 9.542 \text{ m}^3/\text{s}$

Seção	X (m)	NA (m)	Zinicial (m)	Z50anos (m)	ΔZ (m)
1	0	5,04	-10,67	-10,94	0,27
2	6350	4,94	-11,80	-13,26	1,46
3	8185	4,89	-8,31	-11,67	3,36
4	11855	4,86	-3,33	-0,67	-2,66
5	15175	4,82	-11,95	-10,53	-1,42
6	19205	4,78	-9,56	-10,14	0,58
7	22365	4,74	-3,57	-3,94	0,37
8	28105	4,67	-8,40	-7,37	-1,03
9	32085	4,64	-4,91	-4,95	0,04
10	40365	4,59	-8,45	-8,36	-0,09
11	46055	4,55	-8,47	-8,47	0,00
12	53715	4,26	-3,51	-3,53	0,02
13	57835	4,10	-3,53	-3,69	0,16
14	60710	4,07	-23,54	-23,37	-0,17
15	63070	4,06	-16,55	-16,55	0,00
16	74580	4,05	-8,59	-8,59	0,00
17	82915	4,03	-9,94	-9,94	0,00
18	92355	4,03	-8,97	-8,97	0,00
19	103405	4,02	-8,72	-8,72	0,00
20	118485	4,02	-19,18	-19,18	0,00
21	131380	4,02	-36,84	-36,84	0,00
22	138805	4,02	-19,77	-19,77	0,00
23	147380	4,01	-19,81	-19,81	0,00
24	159630	4,01	-14,86	-14,86	0,00
25	169350	4,00	-18,20	-18,20	0,00
26	177370	3,98	-19,74	-19,74	0,00
27	181155	3,97	-13,26	-13,26	0,00
28	187465	3,94	-14,78	-14,78	0,00

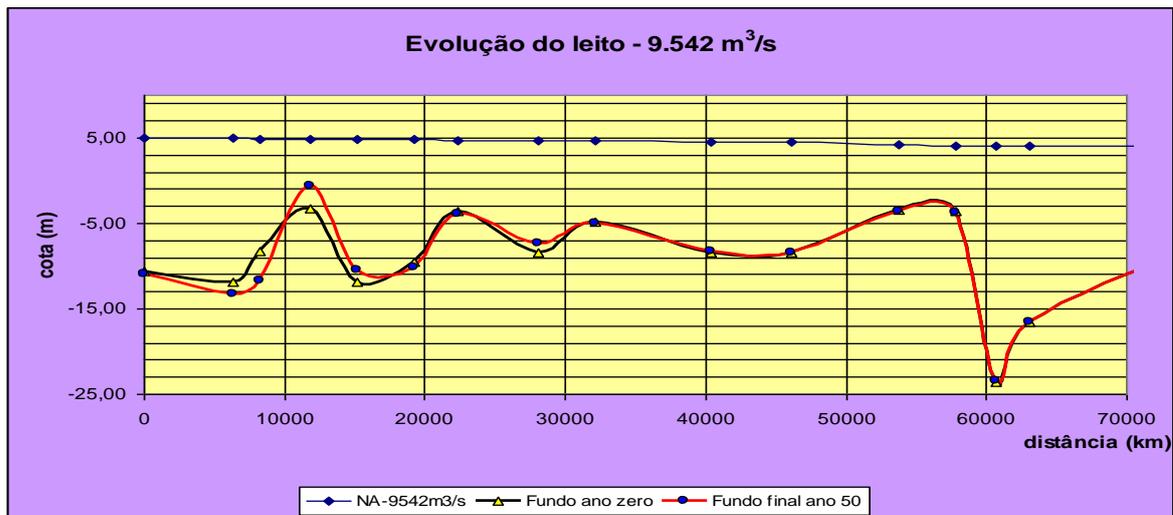


Figura 3.1. - Resultado das simulações em 50 anos para $Q = 9.542 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabela 3.2. – Resultado das simulações em 50 anos para $Q = 14.153 \text{ m}^3/\text{s}$

Seção	x (m)	NA (m)	Zinicial (m)	Z50anos (m)	ΔZ (m)
1	0	5,97	-10,76	-10,81	0,04
2	6350	5,81	-11,52	-11,90	0,38
3	8185	5,72	-8,51	-9,32	0,81
4	11855	5,67	-3,12	-2,23	-0,89
5	15175	5,61	-11,98	-12,01	0,03
6	19205	5,54	-9,57	-9,70	0,12
7	22365	5,47	-3,58	-3,62	0,04
8	28105	5,36	-8,37	-8,22	-0,15
9	32085	5,30	-4,92	-4,93	0,01
10	40365	5,22	-8,46	-8,44	-0,01
11	46055	5,15	-8,48	-8,48	0,00
12	53715	4,52	-3,68	-3,68	0,00
13	57835	4,16	-3,27	-3,31	0,04
14	60710	4,09	-23,51	-23,46	-0,04
15	63070	4,07	-16,55	-16,55	0,00
16	74580	4,04	-8,60	-8,60	0,00
17	82915	4,01	-9,94	-9,94	0,00
18	92355	3,99	-8,98	-8,98	0,00
19	103405	3,98	-8,72	-8,72	0,00
20	118485	3,97	-19,19	-19,19	0,00
21	131380	3,97	-36,84	-36,84	0,00
22	138805	3,97	-19,77	-19,77	0,00
23	147380	3,97	-19,80	-19,80	0,00
24	159630	3,95	-14,86	-14,86	0,00
25	169350	3,93	-18,21	-18,21	0,00
26	177370	3,90	-19,74	-19,74	0,00
27	181155	3,87	-13,26	-13,26	0,00
28	187465	3,80	-14,78	-14,78	0,00

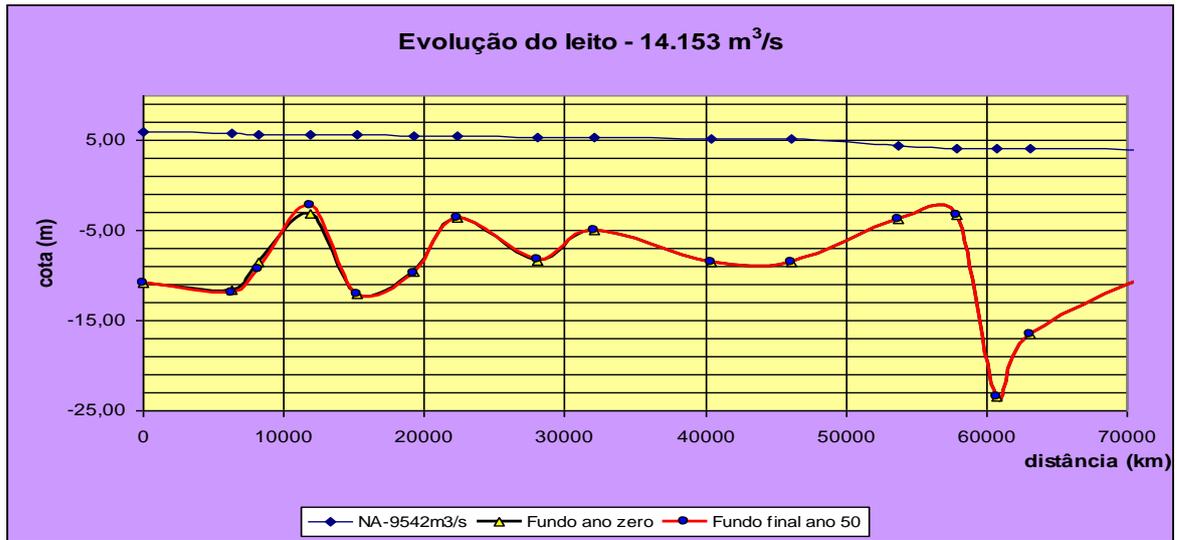


Figura 3.2. - Resultado das simulações em 50 anos para $Q = 14.153 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabela 3.3. - Resultado das simulações em 50 anos para $Q = 19.182 \text{ m}^3/\text{s}$

Seção	x (m)	NA (m)	Zinicial (m)	Z50anos (m)	ΔZ (m)
1	0	6,70	-10,67	-14,47	-3,03
2	6350	6,49	-11,81	-13,04	-2,70
3	8185	6,35	-8,32	-13,47	-3,75
4	11855	6,31	-3,33	-0,71	0,91
5	15175	6,22	-11,94	-9,92	2,25
6	19205	6,12	-9,56	-8,71	1,04
7	22365	6,03	-3,57	-3,58	0,03
8	28105	5,89	-8,40	-6,58	1,54
9	32085	5,81	-4,91	-4,86	0,07
10	40365	5,71	-8,45	-7,92	0,48
11	46055	5,61	-8,47	-8,84	-0,32
12	53715	4,79	-3,51	-5,37	-1,07
13	57835	4,31	-3,53	-4,29	-1,34
14	60710	4,20	-23,54	-21,89	0,90
15	63070	4,18	-16,55	-16,03	0,51
16	74580	4,13	-8,59	-8,59	-0,01
17	82915	4,09	-9,93	-9,93	-0,01
18	92355	4,05	-8,98	-8,98	0,00
19	103405	4,04	-8,72	-8,72	0,00
20	118485	4,02	-19,19	-19,19	0,00
21	131380	4,02	-36,84	-36,84	0,00
22	138805	4,02	-19,77	-19,77	0,00
23	147380	4,01	-19,81	-19,81	0,01
24	159630	3,99	-14,86	-14,86	0,00
25	169350	3,96	-18,20	-18,20	-0,01
26	177370	3,90	-19,74	-19,74	0,00
27	181155	3,86	-13,26	-13,28	0,02
28	187465	3,74	-14,78	-14,74	-0,04

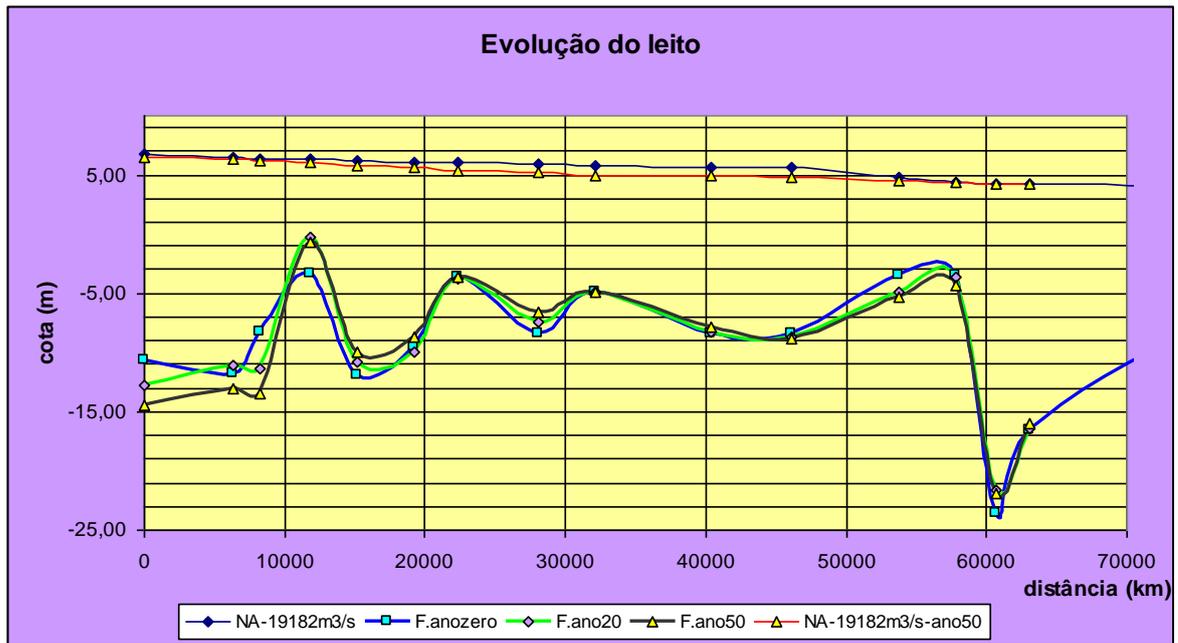


Figura 3.3. - Resultado das simulações em 50 anos para $Q = 19.182 \text{ m}^3/\text{s}$

4. Conclusões

Os estudos realizados, mesmo utilizando dados secundários e a aplicação de um modelo simplificado, emprega uma equação de capacidade de transporte sólido (Engelund-Hansen) de uso amplamente consagrado em estudos voltados para analisar a dinâmica de transporte de sedimentos em projetos hidrelétricos. Além disso, ressalta-se o cuidado de se trabalhar com hipóteses conservadoras, não considerando qualquer possibilidade de transpasse de sedimentos pelo reservatório, mesmo nas vazões mais elevadas.

Considerou-se o uso da vazão modeladora (ou pouco superior a ela) e dados do hidrograma anual médio nas situações de vazões de cheias e, mesmo nas condições mais desfavoráveis, com vazões relativamente elevadas, as variações de leito se mostraram muito discretas.

Ainda que não se pretenda com isto esgotar o assunto, uma vez que o fenômeno é extremamente complexo, pode-se inferir com os resultados ora obtidos, juntamente com outras análises anteriores, que qualquer refinamento de cálculo não deverá apresentar resultados significativamente diferentes por se tratar de região com baixa capacidade de transporte e características deposicionais.

Referências Bibliográficas

- AMERICAN SOCIETY of CIVIL ENGINEERS.** *Sediment engineering*; prepared by the ASCE Task Committee for the Preparation of the Manual on Sedimentation of the Sedimentation Committee of the Hydraulics Division; edited by Vito A. Vanoni. New York: ASCE /c1975/ reimp. 1977. 745p. (Manuals and Reports on Engineering Practice, 54)
- CARVALHO, N.O.** *Hidrossedimentometria Prática*. Rio de Janeiro: CPRM Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais 372 p.
- ENGELUND, Frank & HANSEN, E.** *A monograph on sediment transport in alluvial streams*. Copenhagen: Teknisk Forlag, 1967. 62p.
- GARDE, R.J. & RANGA RAJU, K.G.** *Mechanics of sediment transportation and alluvial stream problems*. 2a.ed. New York: John Wiley, 1985. 618p.
- GRAF, Walter Hans.** *Hydraulics of sediment transport*. New York: McGraw-Hill, 1971. 513p. (McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering)
- RIJN, Leo C. Van** – Journal of Hydraulic Engineering – A.S.C.E. - Partes I, II e III Vol 110 N.10 1984
- SHEN, Hsieh W.** *River Mechanics Vol. I e II*. – Fort Collins, Colorado, E.U.A. – 1971.
- SHUMM, S. A.** *River Morphology*. Benchmark Papers in Geology – Dowden, Hutchinson&Ross, Inc. , Stroudsburg, Pennsylvania, E.U.A. – 1973, 429 p.
- SIMONS, Daril B. e SENTURK, Fuat.** *Sediment Transport Technology*. Water Resources Publications – Fort Collins, Colorado, E.U.A. – 1977, 807 p.

ANEXO II

Cálculos das fontes pontuais de fósforo e nitrogênio para o rio Xingu

Cálculos das fontes pontuais de fósforo e nitrogênio para o rio Xingu

Introdução

O cálculo das fontes pontuais de nitrogênio e fósforo para os rios e reservatórios é feito utilizando-se os dados unitários “*per capita*” da população humana. Para realizar estes cálculos, foram tomados por base os dados oferecidos pelos estudos socioeconômicos de Altamira, conforme apresentado na **TABELA 1** do presente documento. Os dados da população urbana de Altamira apresentaram 68.665 habitantes em 2007. Estes dados foram utilizados para a elaboração do cenário que corresponde a uma expectativa de crescimento populacional projetada nos estudos socioeconômicos. Separou-se no estudo, para a facilidade de entendimento de projeção de cargas, o período 2007-2015 (fase rio) e 2015-2035 (fase reservatório).

As cargas pontuais foram calculadas a partir das cargas unitárias que são 3,56 gramas *per capita*/dia para fósforo e 9,32 gramas/*per capita*/dia para nitrogênio.

Além do incremento das cargas pontuais até 2035 simulou-se também a resposta em termos de carga de fósforo contemplando 0% de remoção de fósforo, 30% de remoção de fósforo, 50% de remoção de fósforo do esgoto tratado. Embora seja difícil uma eficiência de 100% de fósforo, simulou-se 100% de remoção de fósforo para efeito comparativo.

Consideraram-se cenários com 0% de remoção de fósforo, 30% de remoção de fósforo, 50% de remoção de fósforo e 100% de remoção de fósforo. (0%) com 30%; 50% e 100% de tratamento com diferentes repercussões nas cargas pontuais e na carga total que chegará ao rio Xingu e atingirá os futuros reservatórios. A **TABELA 1** mostra o crescimento anual da população urbana de Altamira no período 2007 a 2035 de acordo com a projeção dos estudos socioeconômicos.

O **GRÁFICO 1** representa este crescimento comparativamente a partir de 2007.

As **TABELAS 2 e 3** apresentam os dados estimados de nitrogênio e fósforo, de acordo com a população estimada pela sócioeconomia, com 0%, 30%, 50% e 100% de remoção de fósforo e nitrogênio.

Os **GRÁFICOS 2 ao 17** apresentam o cenário, com população estimada pela sócio economia, resultante das diferentes porcentagens de remoção (0%, 30%, 50% e 100%) para nitrogênio e fósforo.

TABELA 1

Taxas de crescimento anual da população urbana projetada de Altamira 2007-2035 de acordo com os estudos sócio econômicos

	Pop. Projetada
2007	68.665
2008	69.740
2009	70.709
2010	71.706
2011	72.652
2012	73.575
2013	100.621
2014	98.033
2015	95.817
2016	93.957
2017	92.419
2018	91.151
2019	90.111
2020	89.271
2021	89.985
2022	90.705
2023	91.431
2024	92.162
2025	92.900
2026	93.643
2027	94.392
2028	95.147
2029	95.908
2030	96.676
2031	97.449
2032	98.229
2033	99.014
2034	99.806
2035	100.605

A **TABELA 2** apresenta as cargas pontuais totais de nitrogênio em toneladas por ano no período de 2007 a 2035 com remoção de nitrogênio de 0%, 30%, 50% e 100%; considerando-se os diversos cenários de crescimento da população.

TABELA 2

Carga pontual total de Nitrogênio (toneladas/ano) no período de 2007 a 2035 com 0%, 30%, 50% e 100% de remoção de nitrogênio para a população projetada pelos dados da sócio economia.

	População Projetada com 1% de crescimento	Carga pontual Nitrogênio (Tonelada/ano) 0% de remoção de nitrogênio	Carga pontual Nitrogênio (Tonelada/ano) 30% de remoção de nitrogênio	Carga pontual Nitrogênio (Tonelada/ano) 50% de remoção de nitrogênio	Carga pontual Nitrogênio (Tonelada/ano) 100% de remoção de nitrogênio
2007	68.665	233,58	163,51	116,79	0
2008	69.740	237,24	166,07	118,62	0
2009	70.709	240,54	168,38	120,27	0
2010	71.706	243,93	170,75	121,96	0
2011	72.652	247,15	173,00	123,57	0
2012	73.575	250,29	175,20	125,14	0
2013	100.621	342,29	239,60	171,15	0
2014	98.033	333,49	233,44	166,74	0
2015	95.817	325,95	228,17	162,98	0
2016	93.957	319,62	223,73	159,81	0
2017	92.419	314,39	220,07	157,20	0
2018	91.151	310,08	217,05	155,04	0
2019	90.111	306,54	214,58	153,27	0
2020	89.271	303,68	212,58	151,84	0
2021	89.985	306,11	214,28	153,06	0
2022	90.705	308,56	215,99	154,28	0
2023	91.431	311,03	217,72	155,51	0
2024	92.162	313,52	219,46	156,76	0
2025	92.900	316,03	221,22	158,01	0
2026	93.643	318,55	222,99	159,28	0
2027	94.392	321,10	224,77	160,55	0
2028	95.147	323,67	226,57	161,84	0
2029	95.908	326,26	228,38	163,13	0
2030	96.676	328,87	230,21	164,44	0
2031	97.449	331,50	232,05	165,75	0
2032	98.229	334,15	233,91	167,08	0
2033	99.014	336,83	235,78	168,41	0
2034	99.806	339,52	237,67	169,76	0
2035	100.605	342,24	239,57	171,12	0

A **TABELA 3** apresenta as cargas pontuais totais de Fósforo em toneladas por ano no período de 2007 a 2035 com remoção de fósforo de 0%, 30%, 50% e 100%; considerando-se os diversos cenários de crescimento da população.

TABELA 3

Carga pontual total de Fósforo (toneladas/ano) no período de 2007 a 2035 com 0%, 30%, 50% e 100% de remoção de fósforo para a população projetada pelos dados sócio econômicos.

	População Projetada com 1% de crescimento	Carga pontual Fósforo (Tonelada/ano) 0% de remoção de fósforo	Carga pontual Fósforo (Tonelada/ano) 30% de remoção de fósforo	Carga pontual Fósforo (Tonelada/ano) 50% de remoção de fósforo	Carga pontual Fósforo (Tonelada/ano) 100% de remoção de fósforo
2007	68.665	89,22	62,46	44,61	0
2008	69.740	90,62	63,43	45,31	0
2009	70.709	91,88	64,32	45,94	0
2010	71.706	93,17	65,22	46,59	0
2011	72.652	94,40	66,08	47,20	0
2012	73.575	95,60	66,92	47,80	0
2013	100.621	130,75	91,52	65,37	0
2014	98.033	127,38	89,17	63,69	0
2015	95.817	124,51	87,15	62,25	0
2016	93.957	122,09	85,46	61,04	0
2017	92.419	120,09	84,06	60,04	0
2018	91.151	118,44	82,91	59,22	0
2019	90.111	117,09	81,96	58,54	0
2020	89.271	116,00	81,20	58,00	0
2021	89.985	116,93	81,85	58,46	0
2022	90.705	117,86	82,50	58,93	0
2023	91.431	118,81	83,16	59,40	0
2024	92.162	119,76	83,83	59,88	0
2025	92.900	120,71	84,50	60,36	0
2026	93.643	121,68	85,18	60,84	0
2027	94.392	122,65	85,86	61,33	0
2028	95.147	123,63	86,54	61,82	0
2029	95.908	124,62	87,24	62,31	0
2030	96.676	125,62	87,93	62,81	0
2031	97.449	126,63	88,64	63,31	0
2032	98.229	127,64	89,35	63,82	0
2033	99.014	128,66	90,06	64,33	0
2034	99.806	129,69	90,78	64,84	0
2035	100.605	130,73	91,51	65,36	0

Deve-se entender que embora todos os cálculos e estimativas foram realizados para fósforo e nitrogênio, os cálculos finais referentes à concentração de elementos nos reservatórios, grau de eutrofização e curva probabilística referem-se somente a fósforo que é universalmente reconhecido como o principal fator limitante ao crescimento e desenvolvimento de florescimentos de cianobactérias. (OECD, 1982).

O **GRÁFICO 1** apresenta o crescimento populacional com cenários de 2007 a 2035, considerando o crescimento projetado de acordo com as avaliações dos estudos sócio econômicos.

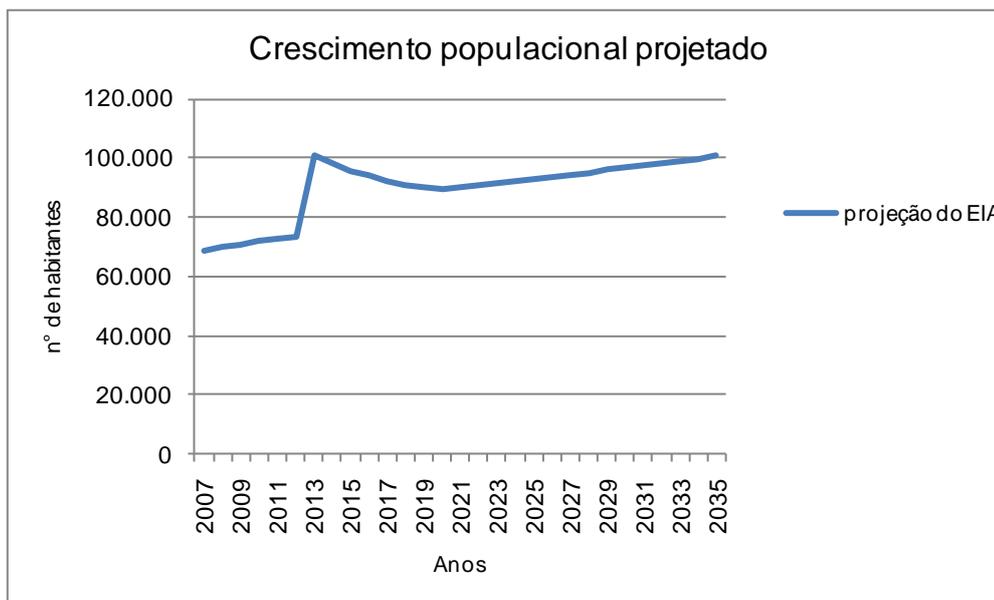


GRÁFICO 1 - Crescimento populacional anual com diferentes taxas de crescimento para a população urbana de Altamira.

O **GRÁFICO 2** apresenta a evolução das cargas pontuais de nitrogênio por ano considerando-se ausência de remoção de nitrogênio no período 2007 – 2015.

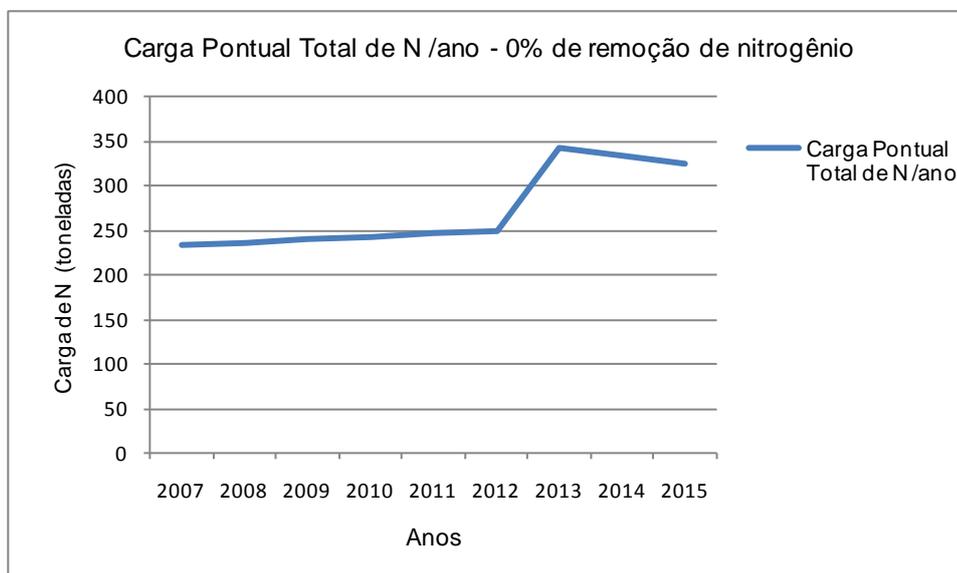


GRÁFICO 2 - Carga pontual total de Nitrogênio anual com 0% de remoção de nitrogênio da população urbana de Altamira projetada de acordo com os estudos do EIA.

O **GRÁFICO 3** apresenta a evolução das cargas pontuais de nitrogênio por ano considerando-se ausência de remoção de nitrogênio no período 2015 – 2035.

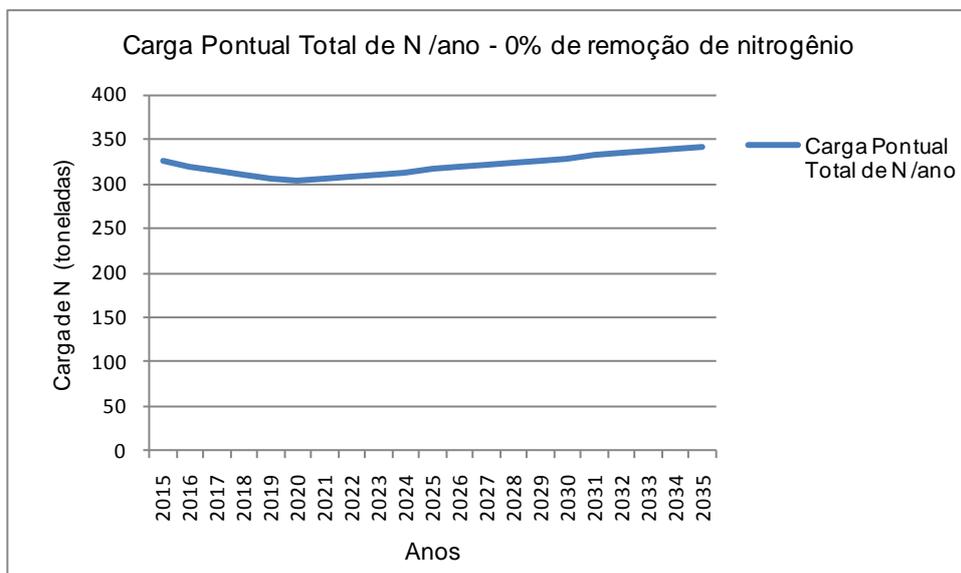


GRÁFICO 3 - Carga pontual total de Nitrogênio anual com 0% de remoção de nitrogênio da população projetada de acordo com os estudos do EIA.

O **GRÁFICO 4** apresenta a evolução das cargas pontuais de nitrogênio por ano considerando-se 30% de remoção de nitrogênio no período 2007 – 2015.

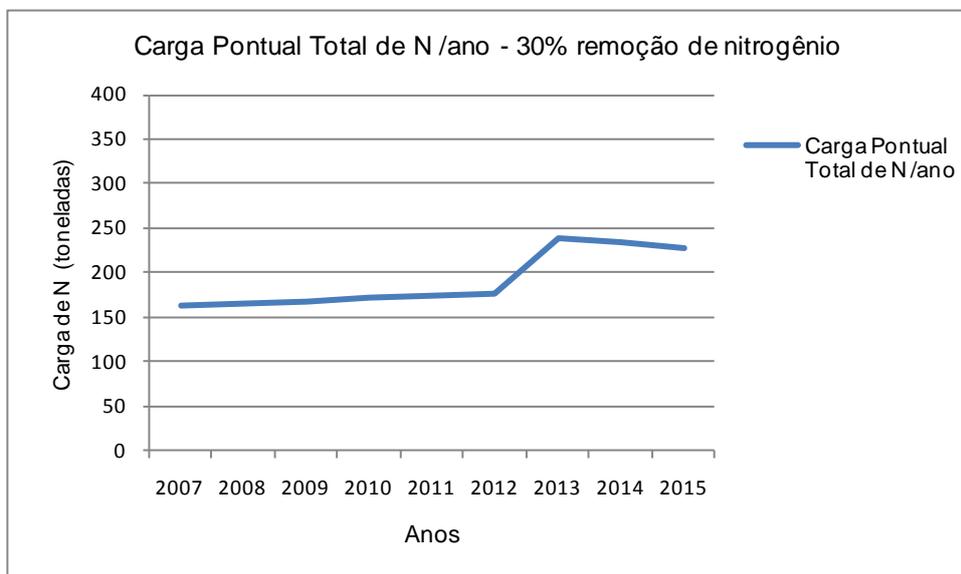


GRÁFICO 4 - Carga pontual total de Nitrogênio anual com 30% de remoção de nitrogênio da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 5** apresenta a evolução das cargas pontuais de nitrogênio por ano considerando-se 30% de remoção de nitrogênio no período 2015 – 2035.

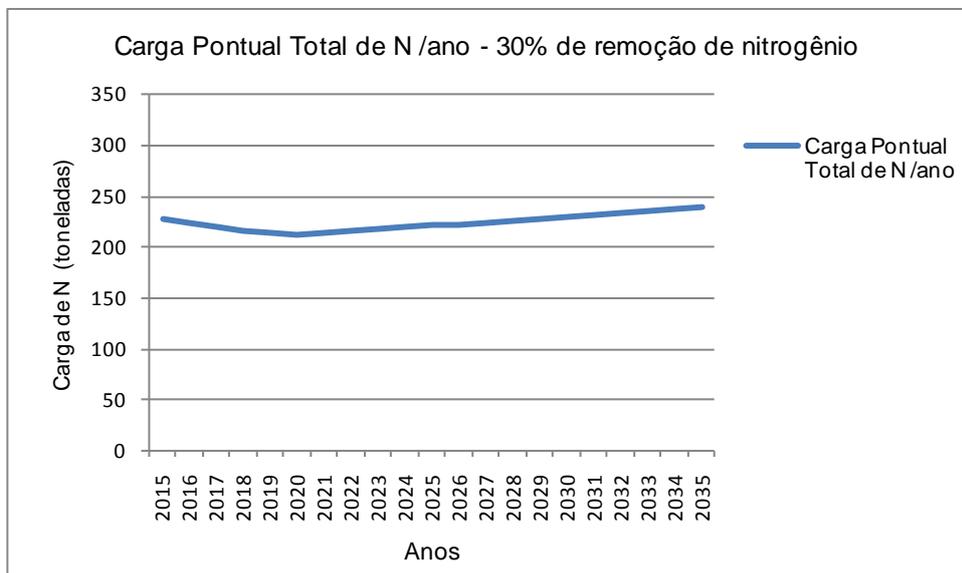


GRÁFICO 5 - Carga pontual total de Nitrogênio anual com 30% de remoção de nitrogênio da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 6** apresenta a evolução das cargas pontuais de nitrogênio por ano considerando-se 50% de remoção de nitrogênio no período 2007 – 2015.

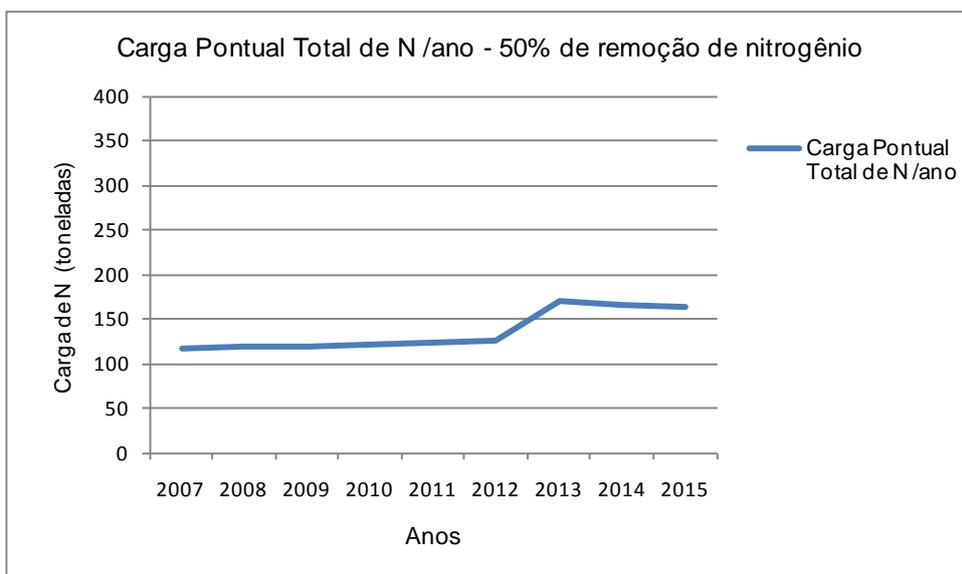


GRÁFICO 6 - Carga pontual total de Nitrogênio anual com 50% remoção de nitrogênio da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 7** apresenta a evolução das cargas pontuais de nitrogênio por ano considerando-se 50% de remoção de nitrogênio no período 2015 – 2035.

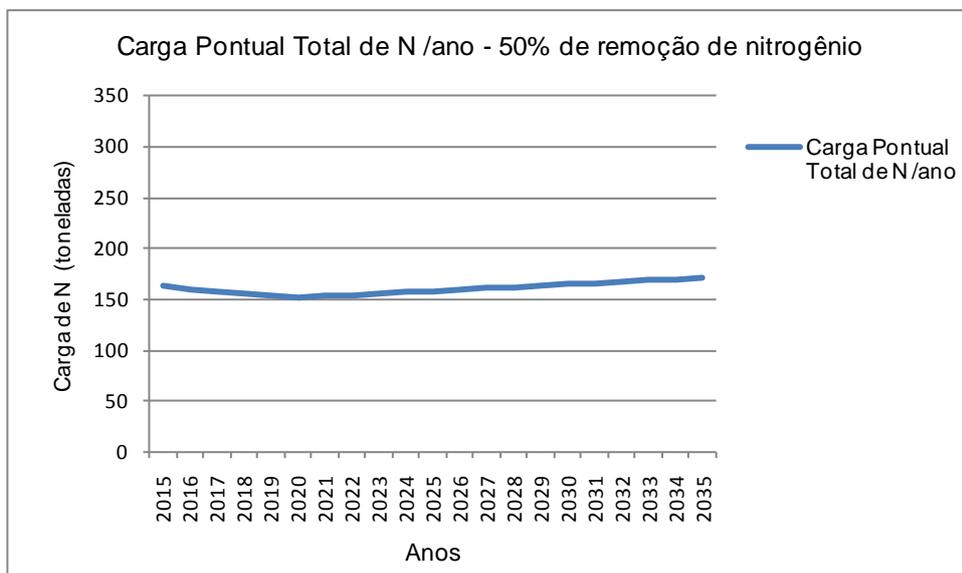


GRÁFICO 7 - Carga pontual total de Nitrogênio anual com 50% de remoção de nitrogênio da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 8** apresenta a evolução das cargas pontuais de nitrogênio por ano considerando-se 100% de remoção de nitrogênio no período 2007 – 2015.

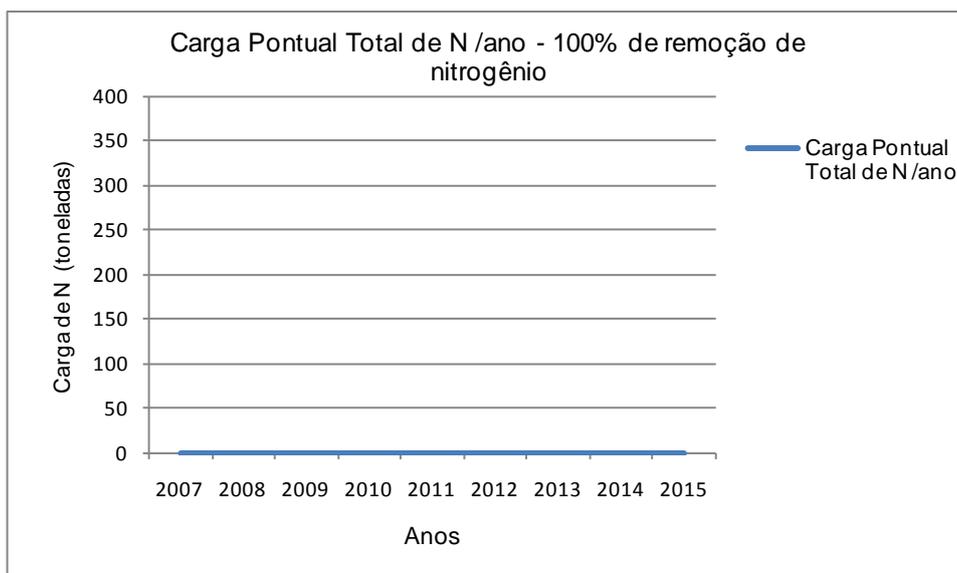


GRÁFICO 8 - Carga pontual total de Nitrogênio anual com 100% de remoção de nitrogênio da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 9** apresenta a evolução das cargas pontuais de nitrogênio por ano considerando-se 100% de remoção de nitrogênio no período 2015 – 2035.

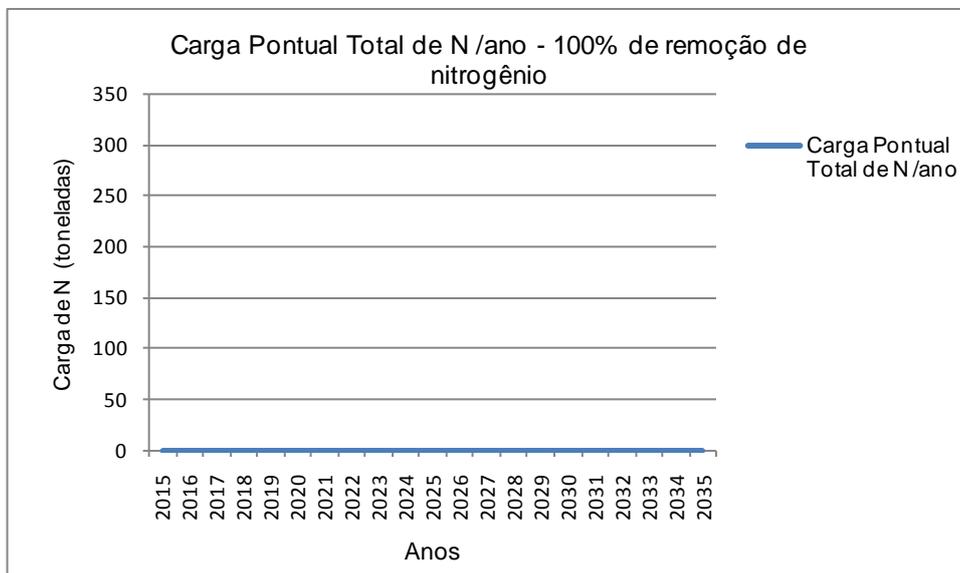


GRÁFICO 9 - Carga pontual total de Nitrogênio anual com 100% de remoção e nitrogênio da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 10** apresenta a evolução das cargas pontuais de fósforo por ano considerando-se ausência da remoção de fósforo no período 2007 – 2015.

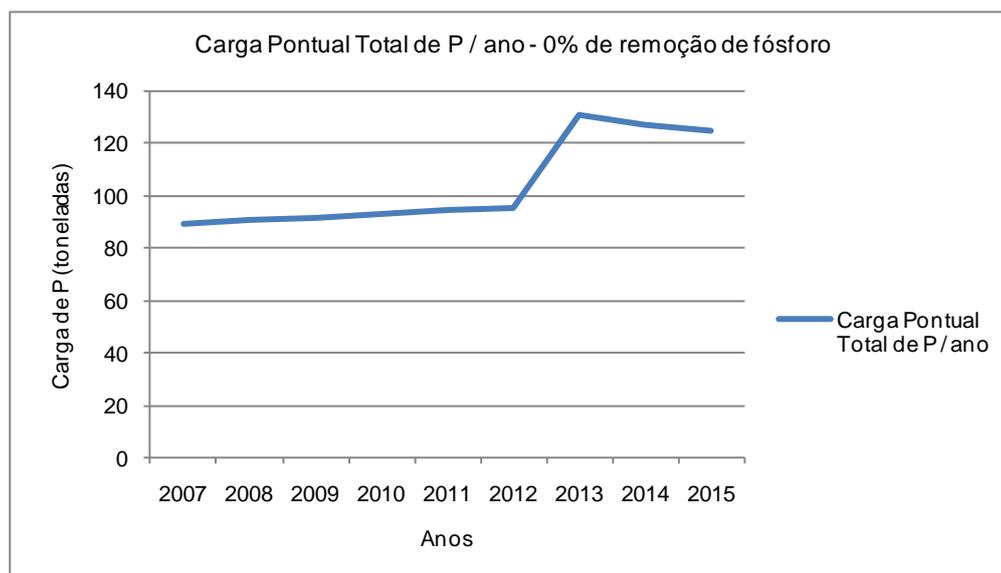


GRÁFICO 10 - Carga pontual total de Fósforo anual com 0% de remoção de fósforo da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 11** apresenta a evolução das cargas pontuais de fósforo por ano considerando-se ausência da remoção de fósforo no período 2015 – 2035.

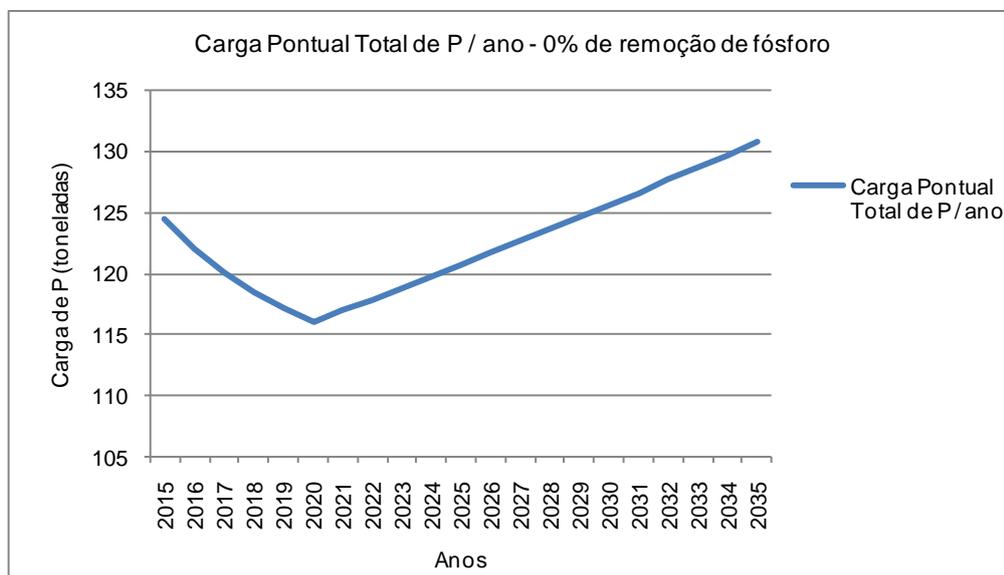


GRÁFICO 11 - Carga pontual total de Fósforo anual com 0% de remoção de fósforo da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 12** apresenta a evolução das cargas pontuais de fósforo por ano considerando-se 30% de remoção de fósforo no período 2007 – 2015.

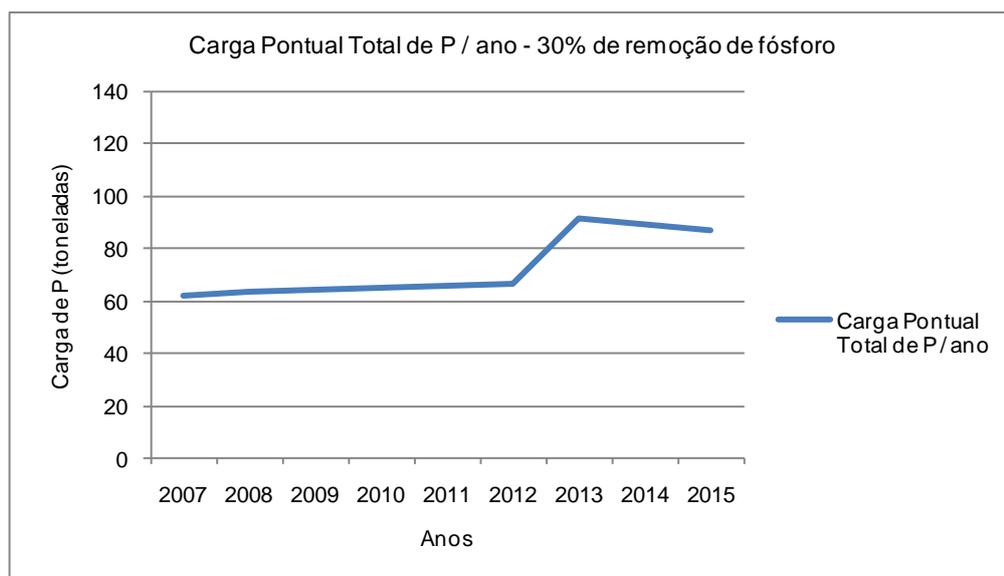


GRÁFICO 12 - Carga pontual total de Fósforo anual com 30% de remoção de fósforo da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 13** apresenta a evolução das cargas pontuais de fósforo por ano considerando-se 30% de remoção de fósforo no período 2015 – 2035.

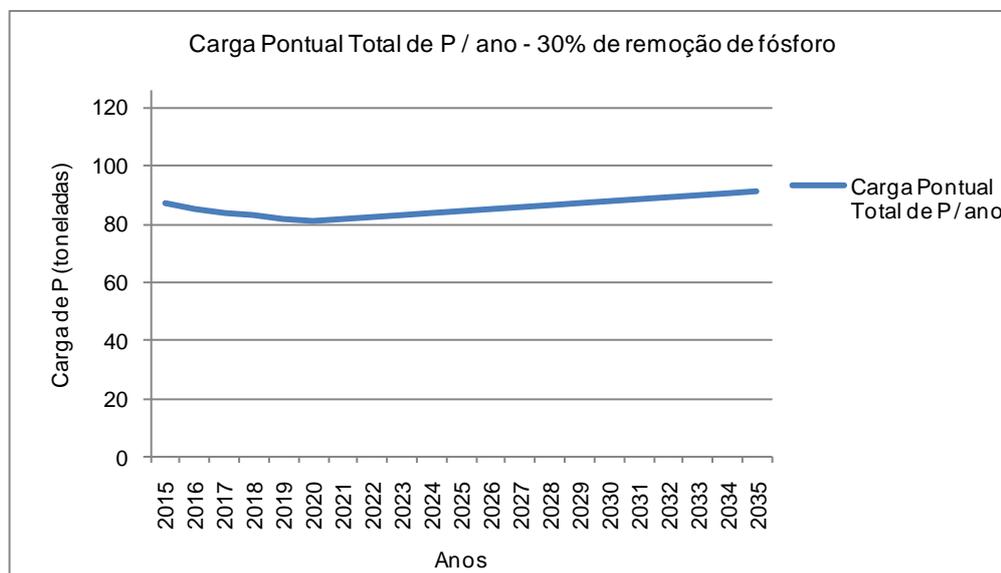


GRÁFICO 13 - Carga pontual total de Fósforo anual com 30% de remoção de fósforo da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 14** apresenta a evolução das cargas pontuais de fósforo por ano considerando-se 50% de remoção de fósforo no período 2007 – 2015.

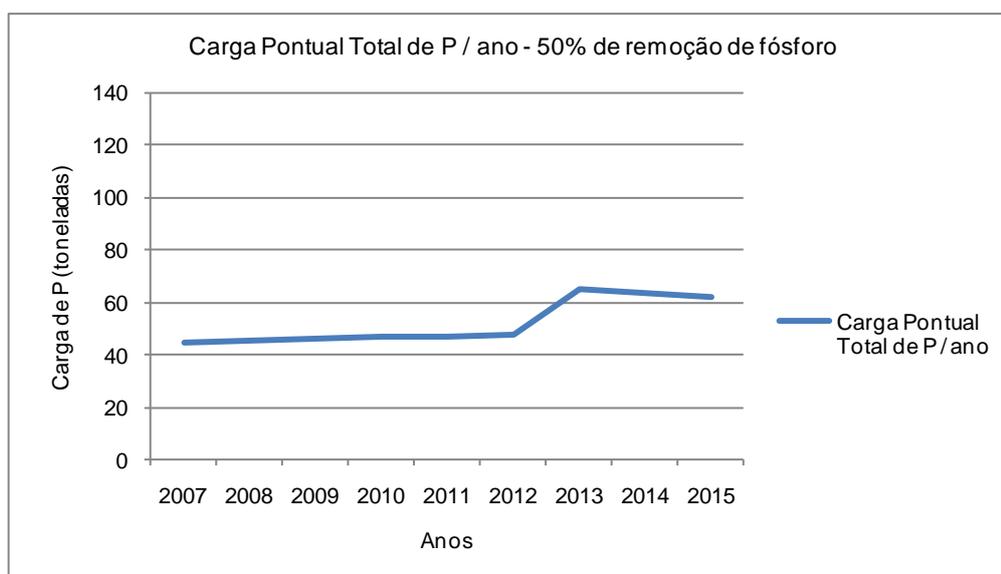


GRÁFICO 14 - Carga pontual total de Fósforo anual com 50% de remoção de fósforo da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 15** apresenta a evolução das cargas pontuais de fósforo por ano considerando-se 50% de remoção de fósforo no período 2015 – 2035.

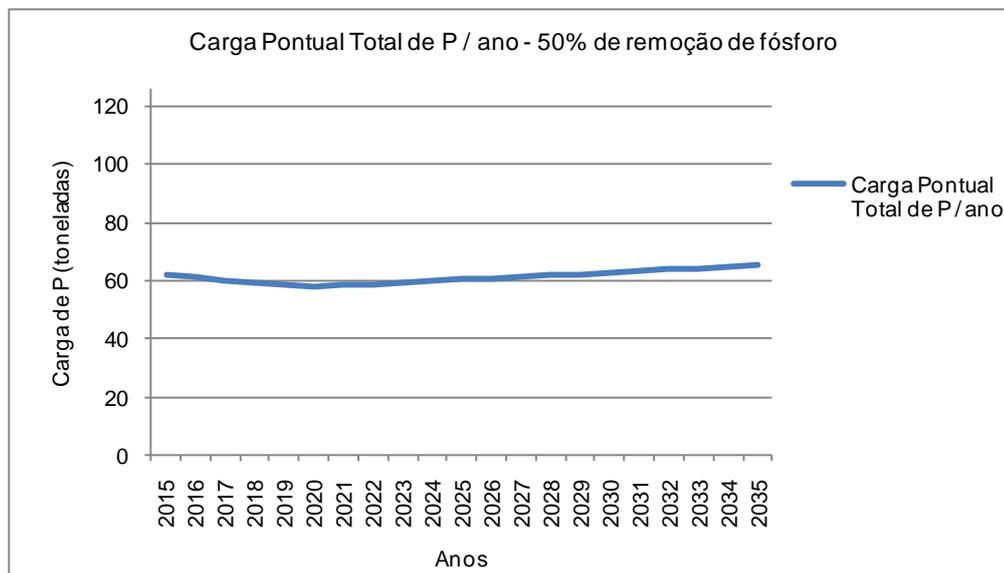


GRÁFICO 15 - Carga pontual total de Fósforo anual com 50% de remoção de fósforo da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 16** apresenta a evolução das cargas pontuais de fósforo por ano considerando-se 100% de remoção de fósforo no período 2007 – 2015.

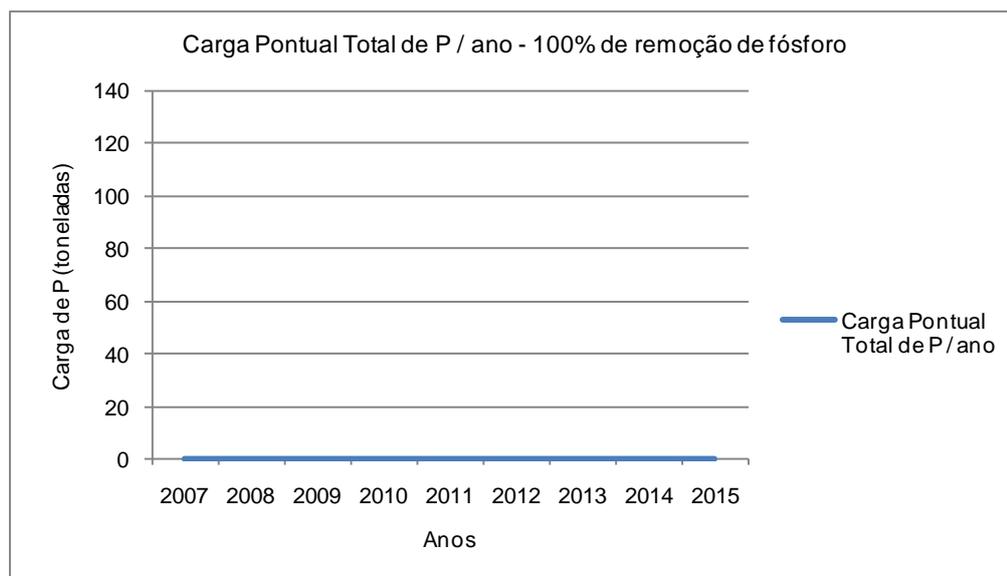


GRÁFICO 16 - Carga pontual total de Fósforo anual com 100% de remoção de fósforo da população projetada de acordo com os estudos do EIA

O **GRÁFICO 17** apresenta a evolução das cargas pontuais de fósforo por ano considerando-se 100% de remoção de fósforo no período 2015 – 2035.

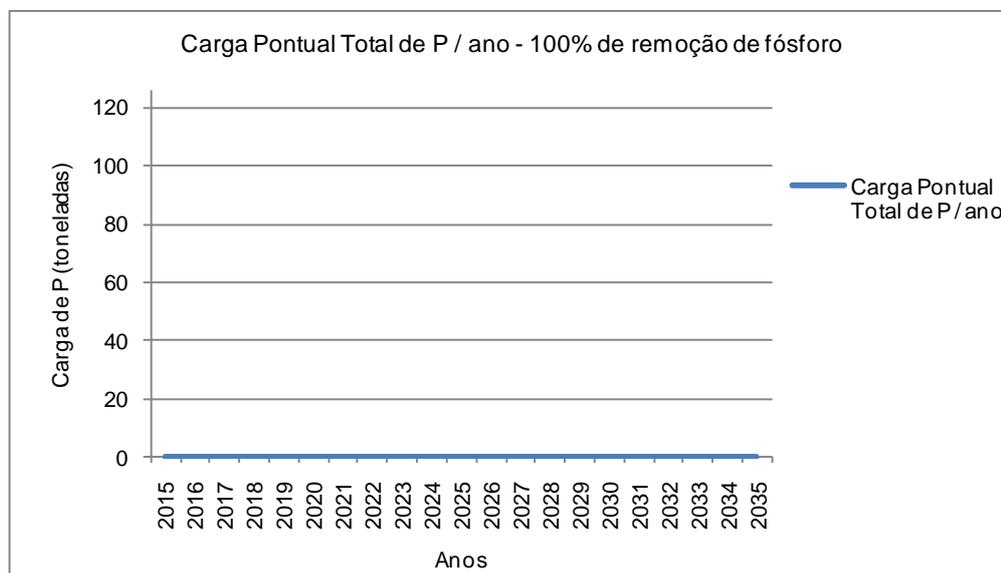


GRÁFICO 17 - Carga pontual total de Fósforo anual com 100% de remoção de fósforo da população projetada de acordo com os estudos do EIA

Como ficaram demonstradas nos **GRÁFICOS 2 a 17**, as cargas pontuais totais anuais de nitrogênio e fósforo apresentam um aumento em função do crescimento da população. Este crescimento como já foi explicitado baseou-se nos estudos sócio-econômicos. Foram simulados também os efeitos de uma redução de 30%, 50% e 100% na carga pontual, como resultado da remoção de fósforo no tratamento de esgoto da cidade de Altamira da área urbana de Altamira.

A conclusão apresentada nos gráficos para todos os cenários é de que esta redução é significativamente eficiente com a remoção de 100% de fósforo. Isto é evidente na redução da carga e no potencial de eutrofização. Estas cargas pontuais foram determinadas a partir da área urbana de Altamira. Outras cargas pontuais de populações ao longo da bacia podem ser consideradas de pequeno porte alterando muito pouco a carga pontual total e anual que chega aos reservatórios. Na simulação realizada utilizou-se um cenário de 2007 a 2015, portanto sem a existência do reservatório. E um cenário de 2015 a 2035 já com os reservatórios funcionando a partir de 2015.

Deve-se ainda esclarecer que a carga pontual anual de nitrogênio e fósforo que atinge o reservatório principal a partir de 2015 é a mesma carga que atinge o reservatório dos canais uma vez que os dois reservatórios estarão funcionando como reatores em conjunto. E esta carga é transferida do reservatório principal para o reservatório dos canais durante todos os períodos hidrológicos: enchente, cheia, vazante e seca.

Referências Bibliográficas

Straskraba, M.; Tundisi, J.G. 2008. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. Vol. 9. Gerenciamento da Qualidade de Água de reservatórios. ILEC/ IIE, 238 pp.

ANEXO III

**Estimativa de cargas pontuais e não pontuais pelo modelo MQUAL e
avaliação do estado trófico.**

1 Introdução

Cargas potenciais afluentes aos futuros reservatórios foram estimadas a partir do modelo MQUAL 1.5 (SMA, 2003) (cargas difusas) e a partir dos dados de fontes de N e P per capita baseados na população de Altamira (zona urbana) e seu crescimento até 2035 (fontes pontuais).

2 Descrição dos procedimentos metodológicos para avaliação das cargas pontuais e não pontuais nos reservatórios da AHE Belo Monte. Validação do modelo.

2.1 Para avaliação das cargas pontuais foram realizadas estimativas com o crescimento populacional usado no EIA. A base numérica para estas estimativas foi a população urbana atual de Altamira, 68.665 habitantes de acordo com as informações dos estudos socioeconômicos.

2.2 As cargas pontuais foram calculadas a partir dos dados teóricos, de produção de P e N per capita, respectivamente 3,56g e 9,32g por dia.

2.3 A evolução das cargas pontuais com base no crescimento populacional foi feita para o período 2007-2015 e 2015-2035. Este procedimento foi adotado para separar a fase rio da fase reservatório, já que as simulações consideram a hipótese de que o enchimento ocorrerá no ano de 2015. A população de Altamira foi considerada como geradora de cargas pontuais.

2.4 A avaliação das cargas difusas para os reservatórios foi feita utilizando-se o modelo MQUAL 1,5 (SMA, 2003) com coeficientes de exportação deste modelo, para pastagens, áreas agrícolas, florestas, capoeira e áreas urbanas para o cenário de 2007.

2.5 Os agrupamentos dos usos foram feitos utilizando-se os mapas e as áreas dos usos do solo em km², contemplando a AID. Os prognósticos foram feitos somente com a projeção da população. Não foram feitas simulações com as cargas difusas, pois assumiu-se os mesmos valores para todos os horizontes de estudo.

2.6 Para o cálculo das contribuições difusas foi considerada a Área de Influência Direta - AID que drena para os futuros reservatórios. As porções complementares de AID estão localizadas a jusante do reservatório principal e a jusante do reservatório dos canais. Os dados da **TABELA 3** apresentam os dados da AID menos a ADA e foram utilizados porque a AID representa a bacia de contribuição efetivamente.

2.7 A soma das cargas pontuais e das cargas difusas resultou na carga total 2007-2015 e 2015-2035.

2.8 Para a validação do modelo utilizou-se a carga total em 2007 e 2015, para fósforo no rio para a comparação dos dados simulados para 1 dia de retenção (rio Xingu) com os dados medidos em campo nas quatro campanhas realizadas durante o ciclo hidrológico.

2.9 Utilizou-se somente fósforo para o cálculo, pois este é o principal fator limitante para a eutrofização. No reservatório a concentração de fósforo foi calculada a partir da fórmula:

$$Mc = \frac{L}{V * \left(\frac{1}{t} + \frac{2}{\sqrt{t}}\right)}$$

Onde:

Mc = concentração de fósforo no reservatório.

L = carga total de fósforo que chega no reservatório.

V = Volume do reservatório

t = tempo de retenção

$2/\sqrt{t}$ = Taxa de sedimentação de fósforo.

2.10 Os cálculos da concentração de fósforo nos futuros reservatórios foram feitos para o reservatório dos canais e para o reservatório principal, utilizando-se tempos de retenção de 3 dias para vazões médias (7.851m³/s), 7 dias para vazões de vazante ou enchente (3.700m³/s) e 27 dias para vazões mínimas (300m³/s) para o reservatório principal (representando diferentes condições de vazões) e de 3 dias para vazões médias (7.851m³/s), 7 dias para vazões de vazante ou enchente (3.700m³/s), 7 e 87 dias (também representando diferentes condições de vazões) para o reservatório dos canais.

2.11 Os resultados das concentrações de fósforo obtidas com as simulações foram comparadas com os resultados obtidos nas amostragens e análises de laboratório das amostras coletadas nos diferentes períodos do ciclo hidrológico, nas quatro campanhas realizadas durante os períodos do ciclo hidrológico.

3 Descrição dos resultados

A **TABELA 1** apresenta os coeficientes de exportação utilizados para estimar as cargas difusas dos diferentes usos do solo na AID. As Tabelas de 2 e 3 apresentam os dados de entrada necessários à aplicação do modelo MQUAL para cargas difusas de acordo com os mapas de uso e ocupação do solo apresentado no Volume 13 do EIA. As tabelas de 4 a 7 apresentam os dados obtidos através da estimativa das cargas difusas.

As **TABELAS 8 a 11** apresentam os resultados das cargas difusas, pontuais e totais de nitrogênio e fósforo que deverão chegar nos reservatórios por ano a partir de 2015. Note-se que nestas tabelas estão incluídos também os dados de 2007 a 2015 (fase pré reservatório em vermelho). Verifique-se também que a carga total com 100% de remoção de fósforo (carga pontual) é igual à carga difusa.

As **TABELAS 14 e 15** apresentam as cargas pontuais, difusas e totais no rio Xingu no período de 2007 a 2015.

A **TABELA 1** apresenta os coeficientes de exportação segundo o MQUAL 1.5.

TABELA 1

Coefficientes de exportação das cargas difusas em função dos usos do solo segundo o modelo MQUAL 1.5 (2003).

Número de Ordem	FONTE	Unidade dos Coeficientes	Coefficiente de P Total	Coefficiente de Nitrogênio Total	Coefficiente de DBO	Coefficiente de Sólidos em Suspensão
1	PASTAGEM	kg/km ² .dia	0,05022	0,90000	2,00000	40
2	FLORESTAS	kg/km ² .dia	0,03906	0,60000	1,30200	20
3	CAPOEIRA	kg/km ² .dia	0,02790	0,50000	1,07880	30
4	ATIV. AGRICOLA	kg/km ² .dia	0,34596	2,95000	7,56400	230
5	URBANO	kg/km ² .dia	0,03383	1,27400	4,00000	50

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente, 2003

TABELA 2

Porções da AID referentes ao Reservatório Principal, ao Reservatório dos Canais e as áreas complementares á jusante dos reservatórios. Áreas de usos do solo.

	Porção da AID referente aos reservatórios (N.A. 97m)	
	Res. Principal	Res. Dos Canais
Usos do solo	Área(km²)	Área(km²)
Floresta	795,29	162,50
Capoeira	140,62	31,90
Pastagem	1070,26	173,48
Área cultivada	4,05	4,24
Área Urbana	23,92	0,70
Extração Mineral	0,41	0,00
TOTAL	2034,55	372,82

Fonte: EIA, Ano base LANDSAT 2005 e CIBERS2 (2006).

TABELA 3

Áreas de uso do solo na AID menos a ADA, depois de construídos os reservatórios.

	Porção da AID menos a ADA referente aos reservatórios (N.A. 97m)	
	Res. Principal	Res. Dos Canais
Usos do solo	Área(km²)	Área(km²)
Floresta	672,55	110,89
Capoeira	136,14	27,75
Pastagem	1035,71	99,31
Área cultivada	2,75	0,00
Área urbana	23,2	0,70
TOTAL	1870,35	238,65

TABELA 4

Cargas difusas de Fósforo total geradas na bacia de contribuição dos futuros reservatórios (AID).

Número de Ordem	FONTE	Porção da AID referente aos reservatórios		Unidade dos Coeficientes	Coeficiente de Fósforo Total	Carga difusa de Fósforo total da porção da AID referente aos reservatórios	
		Res. Principal	Res. dos Canais			Res. Principal	Res. dos Canais
1	PASTAGEM	1035,71	99,31	kg/km ² .dia	0,05	52,01	4,99
2	FLORESTAS	672,55	110,89	kg/km ² .dia	0,04	26,27	4,33
3	CAPOEIRA	136,14	27,75	kg/km ² .dia	0,03	3,80	0,77
4	ATIV. AGRICOLA	2,75	0,00	kg/km ² .dia	0,35	0,95	0,00
5	URBANO	23,2	0,70	kg/km ² .dia	0,03	0,78	0,02
	TOTAL	1870,35	238,65		0,50	83,82	10,12

TABELA 5

Cargas difusas de Nitrogênio total geradas na bacia de contribuição dos futuros reservatórios. (AID).

Número de Ordem	FONTE	Porção da AID referente aos reservatórios		Unidade dos Coeficientes	Coeficiente de Nitrogênio Total	Carga difusa de Nitrogênio total da porção da AID referente aos reservatórios	
		Res. Principal	Res. dos Canais			Res. Principal	Res. dos Canais
1	PASTAGEM	1035,71	99,31	kg/km ² .dia	0,90	932,14	89,38
2	FLORESTAS	672,55	110,89	kg/km ² .dia	0,60	403,53	66,53
3	CAPOEIRA	136,14	27,75	kg/km ² .dia	0,50	68,07	13,88
4	ATIV. AGRICOLA	2,75	0,00	kg/km ² .dia	2,95	8,1125	0
5	URBANO	23,2	0,70	kg/km ² .dia	1,27	29,56	0,89
	TOTAL	1870,35	238,65		6,22	1441,41	170,68

TABELA 6

Cargas difusas de DBO geradas na bacia de contribuição dos futuros reservatórios. (AID)

Número de Ordem	FONTE	Porção da AID referente aos reservatórios		Unidade dos Coeficientes	Coeficiente de DBO Total	Carga difusa de DBO total da porção da AID referente aos reservatórios	
		Res. Principal	Res. dos Canais			Res. Principal	Res. dos Canais
1	PASTAGEM	1035,71	99,31	kg/km ² .dia	2,00	2071,42	198,62
2	FLORESTAS	672,55	110,89	kg/km ² .dia	1,30	875,66	144,38
3	CAPOEIRA	136,14	27,75	kg/km ² .dia	1,08	146,87	29,94
4	ATIV. AGRICOLA	2,75	0,00	kg/km ² .dia	7,56	20,80	0
5	URBANO	23,2	0,70	kg/km ² .dia	4,00	92,8	2,8
	TOTAL	1870,35	238,65		15,94	3207,55	375,74

TABELA 7

Cargas difusas de Sólidos em Suspensão na AID referentes a vários usos do solo nas bacias dos futuros reservatórios.

Número de Ordem	FONTE	Porção da AID referente aos reservatórios		Unidade dos Coeficientes	Coeficiente de Sólidos em Suspensão	Carga difusa de Sólidos em Suspensão da porção da AID referente aos reservatórios	
		Res. Principal	Res. dos Canais			Res. Principal	Res. dos Canais
1	PASTAGEM	1035,71	99,31	kg/km ² .dia	40,00	41428,40	3972,40
2	FLORESTAS	672,55	110,89	kg/km ² .dia	20,00	13451,00	2217,80
3	CAPOEIRA	136,14	27,75	kg/km ² .dia	30,00	4084,20	832,50
4	ATIV. AGRICOLA	2,75	0,00	kg/km ² .dia	230,00	632,50	0,00
5	URBANO	23,2	0,70	kg/km ² .dia	50,00	1160,00	35,00
	TOTAL	1870,35	238,65			60756,10	7057,70

TABELA 8

Cargas totais (somatória das cargas difusas e das cargas pontuais) de nitrogênio por ano para o período 2007 a 2035 com crescimento da população conforme estudos da sócio economia. (Reservatório principal).

	População Projetada com (estudos sócio e econômicos)	Carga difusa de Nitrogênio (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 0% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 30% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 50% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 100% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)
2007	68.665	526,11	233,58	759,70	163,51	689,62	116,79	642,91	0,00	526,11
2008	69.740	526,11	237,24	763,36	166,07	692,18	118,62	644,73	0,00	526,11
2009	70.709	526,11	240,54	766,65	168,38	694,49	120,27	646,38	0,00	526,11
2010	71.706	526,11	243,93	770,04	170,75	696,86	121,96	648,08	0,00	526,11
2011	72.652	526,11	247,15	773,26	173,00	699,12	123,57	649,69	0,00	526,11
2012	73.575	526,11	250,29	776,40	175,20	701,32	125,14	651,26	0,00	526,11
2013	100.621	526,11	342,29	868,41	239,60	765,72	171,15	697,26	0,00	526,11
2014	98.033	526,11	333,49	859,60	233,44	759,56	166,74	692,86	0,00	526,11
2015	95.817	526,11	325,95	852,07	228,17	754,28	162,98	689,09	0,00	526,11
2016	93.957	526,11	319,62	845,74	223,73	749,85	159,81	685,92	0,00	526,11
2017	92.419	526,11	314,39	840,51	220,07	746,19	157,20	683,31	0,00	526,11
2018	91.151	526,11	310,08	836,19	217,05	743,17	155,04	681,15	0,00	526,11
2019	90.111	526,11	306,54	832,65	214,58	740,69	153,27	679,38	0,00	526,11
2020	89.271	526,11	303,68	829,80	212,58	738,69	151,84	677,96	0,00	526,11
2021	89.985	526,11	306,11	832,23	214,28	740,39	153,06	679,17	0,00	526,11
2022	90.705	526,11	308,56	834,67	215,99	742,11	154,28	680,39	0,00	526,11
2023	91.431	526,11	311,03	837,14	217,72	743,83	155,51	681,63	0,00	526,11
2024	92.162	526,11	313,52	839,63	219,46	745,58	156,76	682,87	0,00	526,11
2025	92.900	526,11	316,03	842,14	221,22	747,33	158,01	684,13	0,00	526,11
2026	93.643	526,11	318,55	844,67	222,99	749,10	159,28	685,39	0,00	526,11
2027	94.392	526,11	321,10	847,22	224,77	750,89	160,55	686,67	0,00	526,11
2028	95.147	526,11	323,67	849,79	226,57	752,68	161,84	687,95	0,00	526,11
2029	95.908	526,11	326,26	852,37	228,38	754,50	163,13	689,24	0,00	526,11
2030	96.676	526,11	328,87	854,98	230,21	756,32	164,44	690,55	0,00	526,11
2031	97.449	526,11	331,50	857,62	232,05	758,17	165,75	691,86	0,00	526,11
2032	98.229	526,11	334,15	860,27	233,91	760,02	167,08	693,19	0,00	526,11
2033	99.014	526,11	336,83	862,94	235,78	761,89	168,41	694,53	0,00	526,11
2034	99.806	526,11	339,52	865,64	237,67	763,78	169,76	695,87	0,00	526,11
2035	100.605	526,11	342,24	868,35	239,57	765,68	171,12	697,23	0,00	526,11

Verifica-se após exame da TABELA 8 que as cargas difusas de nitrogênio são mais relevantes que as cargas difusas de fósforo. E para fósforo as cargas pontuais assumem maior importância, o que leva a conclusão da relevância da remoção do fósforo total. Em vários outros estudos realizados com o mesmo problema, em outras regiões, constatou-se que a contribuição de fósforo total para as cargas pontuais é maior do que a difusa (AIIEGA, 2009).

TABELA 9

Cargas totais (somatória das cargas difusas e das cargas pontuais) de fósforo por ano para o período 2007 a 2035 com crescimento da população conforme estudos da sócio economia. (Reservatório principal).

	População Projetada com (estudos sócio econômicos)	Carga difusa de Fósforo (Tonelada/ano)	Carga pontual Fósforo (Tonelada/ano) 0% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 30% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 50% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 100% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)
2007	68.665	30,59	89,22	119,82	62,46	93,05	44,61	75,21	0,00	30,59
2008	69.740	30,59	90,62	121,21	63,43	94,03	45,31	75,90	0,00	30,59
2009	70.709	30,59	91,88	122,47	64,32	94,91	45,94	76,53	0,00	30,59
2010	71.706	30,59	93,17	123,77	65,22	95,82	46,59	77,18	0,00	30,59
2011	72.652	30,59	94,40	125,00	66,08	96,68	47,20	77,80	0,00	30,59
2012	73.575	30,59	95,60	126,20	66,92	97,52	47,80	78,40	0,00	30,59
2013	100.621	30,59	130,75	161,34	91,52	122,12	65,37	95,97	0,00	30,59
2014	98.033	30,59	127,38	157,98	89,17	119,76	63,69	94,29	0,00	30,59
2015	95.817	30,59	124,51	155,10	87,15	117,75	62,25	92,85	0,00	30,59
2016	93.957	30,59	122,09	152,68	85,46	116,05	61,04	91,64	0,00	30,59
2017	92.419	30,59	120,09	150,68	84,06	114,66	60,04	90,64	0,00	30,59
2018	91.151	30,59	118,44	149,03	82,91	113,50	59,22	89,81	0,00	30,59
2019	90.111	30,59	117,09	147,68	81,96	112,56	58,54	89,14	0,00	30,59
2020	89.271	30,59	116,00	146,59	81,20	111,79	58,00	88,59	0,00	30,59
2021	89.985	30,59	116,93	147,52	81,85	112,44	58,46	89,06	0,00	30,59
2022	90.705	30,59	117,86	148,46	82,50	113,10	58,93	89,52	0,00	30,59
2023	91.431	30,59	118,81	149,40	83,16	113,76	59,40	90,00	0,00	30,59
2024	92.162	30,59	119,76	150,35	83,83	114,42	59,88	90,47	0,00	30,59
2025	92.900	30,59	120,71	151,31	84,50	115,09	60,36	90,95	0,00	30,59
2026	93.643	30,59	121,68	152,27	85,18	115,77	60,84	91,43	0,00	30,59
2027	94.392	30,59	122,65	153,25	85,86	116,45	61,33	91,92	0,00	30,59
2028	95.147	30,59	123,63	154,23	86,54	117,14	61,82	92,41	0,00	30,59
2029	95.908	30,59	124,62	155,22	87,24	117,83	62,31	92,91	0,00	30,59
2030	96.676	30,59	125,62	156,21	87,93	118,53	62,81	93,40	0,00	30,59
2031	97.449	30,59	126,63	157,22	88,64	119,23	63,31	93,91	0,00	30,59
2032	98.229	30,59	127,64	158,23	89,35	119,94	63,82	94,41	0,00	30,59
2033	99.014	30,59	128,66	159,25	90,06	120,65	64,33	94,92	0,00	30,59
2034	99.806	30,59	129,69	160,28	90,78	121,38	64,84	95,44	0,00	30,59
2035	100.605	30,59	130,73	161,32	91,51	122,10	65,36	95,96	0,00	30,59

TABELA 10

Cargas totais (somatória das cargas difusas e das cargas pontuais) de nitrogênio por ano para o período 2007 a 2035 com crescimento da população conforme estudos da sócio economia. Reservatório dos Canais.

	População Projetada com (estudos sócio econômicos)	Carga difusa de Nitrogênio (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 0% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 30% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 50% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 100% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)
2007	68.665	62,30	233,58	295,88	163,51	225,81	116,79	179,09	0,00	62,30
2008	69.740	62,30	237,24	299,54	166,07	228,37	118,62	180,92	0,00	62,30
2009	70.709	62,30	240,54	302,84	168,38	230,67	120,27	182,57	0,00	62,30
2010	71.706	62,30	243,93	306,23	170,75	233,05	121,96	184,26	0,00	62,30
2011	72.652	62,30	247,15	309,45	173,00	235,30	123,57	185,87	0,00	62,30
2012	73.575	62,30	250,29	312,59	175,20	237,50	125,14	187,44	0,00	62,30
2013	100.621	62,30	342,29	404,59	239,60	301,90	171,15	233,44	0,00	62,30
2014	98.033	62,30	333,49	395,79	233,44	295,74	166,74	229,04	0,00	62,30
2015	95.817	62,30	325,95	388,25	228,17	290,46	162,98	225,27	0,00	62,30
2016	93.957	62,30	319,62	381,92	223,73	286,03	159,81	222,11	0,00	62,30
2017	92.419	62,30	314,39	376,69	220,07	282,37	157,20	219,49	0,00	62,30
2018	91.151	62,30	310,08	372,37	217,05	279,35	155,04	217,34	0,00	62,30
2019	90.111	62,30	306,54	368,84	214,58	276,88	153,27	215,57	0,00	62,30
2020	89.271	62,30	303,68	365,98	212,58	274,88	151,84	214,14	0,00	62,30
2021	89.985	62,30	306,11	368,41	214,28	276,58	153,06	215,35	0,00	62,30
2022	90.705	62,30	308,56	370,86	215,99	278,29	154,28	216,58	0,00	62,30
2023	91.431	62,30	311,03	373,33	217,72	280,02	155,51	217,81	0,00	62,30
2024	92.162	62,30	313,52	375,82	219,46	281,76	156,76	219,06	0,00	62,30
2025	92.900	62,30	316,03	378,32	221,22	283,52	158,01	220,31	0,00	62,30
2026	93.643	62,30	318,55	380,85	222,99	285,29	159,28	221,58	0,00	62,30
2027	94.392	62,30	321,10	383,40	224,77	287,07	160,55	222,85	0,00	62,30
2028	95.147	62,30	323,67	385,97	226,57	288,87	161,84	224,13	0,00	62,30
2029	95.908	62,30	326,26	388,56	228,38	290,68	163,13	225,43	0,00	62,30
2030	96.676	62,30	328,87	391,17	230,21	292,51	164,44	226,73	0,00	62,30
2031	97.449	62,30	331,50	393,80	232,05	294,35	165,75	228,05	0,00	62,30
2032	98.229	62,30	334,15	396,45	233,91	296,21	167,08	229,37	0,00	62,30
2033	99.014	62,30	336,83	399,13	235,78	298,08	168,41	230,71	0,00	62,30
2034	99.806	62,30	339,52	401,82	237,67	299,96	169,76	232,06	0,00	62,30
2035	100.605	62,30	342,24	404,54	239,57	301,86	171,12	233,42	0,00	62,30

TABELA 11

Cargas totais (somatória das cargas difusas e das cargas pontuais) de fósforo por ano para o período 2007 a 2035 com crescimento da população conforme estudos da sócio economia. Reservatório dos Canais.

	População Projetada com (estudos sócio econômicos)	Carga difusa de Fósforo (Tonelada/ano)	Carga pontual Fósforo (Tonelada/ano) 0% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 30% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 50% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 100% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)
2007	68.665	3,69	89,22	92,92	62,46	66,15	44,61	48,30	0,00	3,69
2008	69.740	3,69	90,62	94,31	63,43	67,13	45,31	49,00	0,00	3,69
2009	70.709	3,69	91,88	95,57	64,32	68,01	45,94	49,63	0,00	3,69
2010	71.706	3,69	93,17	96,87	65,22	68,91	46,59	50,28	0,00	3,69
2011	72.652	3,69	94,40	98,10	66,08	69,78	47,20	50,89	0,00	3,69
2012	73.575	3,69	95,60	99,30	66,92	70,61	47,80	51,49	0,00	3,69
2013	100.621	3,69	130,75	134,44	91,52	95,22	65,37	69,07	0,00	3,69
2014	98.033	3,69	127,38	131,08	89,17	92,86	63,69	67,38	0,00	3,69
2015	95.817	3,69	124,51	128,20	87,15	90,85	62,25	65,95	0,00	3,69
2016	93.957	3,69	122,09	125,78	85,46	89,15	61,04	64,74	0,00	3,69
2017	92.419	3,69	120,09	123,78	84,06	87,76	60,04	63,74	0,00	3,69
2018	91.151	3,69	118,44	122,13	82,91	86,60	59,22	62,91	0,00	3,69
2019	90.111	3,69	117,09	120,78	81,96	85,66	58,54	62,24	0,00	3,69
2020	89.271	3,69	116,00	119,69	81,20	84,89	58,00	61,69	0,00	3,69
2021	89.985	3,69	116,93	120,62	81,85	85,54	58,46	62,16	0,00	3,69
2022	90.705	3,69	117,86	121,55	82,50	86,20	58,93	62,62	0,00	3,69
2023	91.431	3,69	118,81	122,50	83,16	86,86	59,40	63,10	0,00	3,69
2024	92.162	3,69	119,76	123,45	83,83	87,52	59,88	63,57	0,00	3,69
2025	92.900	3,69	120,71	124,41	84,50	88,19	60,36	64,05	0,00	3,69
2026	93.643	3,69	121,68	125,37	85,18	88,87	60,84	64,53	0,00	3,69
2027	94.392	3,69	122,65	126,35	85,86	89,55	61,33	65,02	0,00	3,69
2028	95.147	3,69	123,63	127,33	86,54	90,24	61,82	65,51	0,00	3,69
2029	95.908	3,69	124,62	128,32	87,24	90,93	62,31	66,00	0,00	3,69
2030	96.676	3,69	125,62	129,31	87,93	91,63	62,81	66,50	0,00	3,69
2031	97.449	3,69	126,63	130,32	88,64	92,33	63,31	67,01	0,00	3,69
2032	98.229	3,69	127,64	131,33	89,35	93,04	63,82	67,51	0,00	3,69
2033	99.014	3,69	128,66	132,35	90,06	93,75	64,33	68,02	0,00	3,69
2034	99.806	3,69	129,69	133,38	90,78	94,47	64,84	68,54	0,00	3,69
2035	100.605	3,69	130,73	134,42	91,51	95,20	65,36	69,06	0,00	3,69

TABELA 12
Cargas totais (somatória das cargas difusas e das cargas pontuais) de nitrogênio por ano
para o período 2007 a 2015 com crescimento conforme estudos da sócio economia. Rio Xingu

	População Projetada com (estudos sócio econômicos)	Carga difusa de Nitrogênio (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 0% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 30% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 50% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Nitrogênio (Toneladas/ano) 100% de remoção de nitrogênio	Cargas totais (Toneladas/ano)
2007	68665	2009,926073	233,584597	2243,51067	163,5092179	2173,435291	116,7922985	2126,718372	0	2009,926073
2008	69740	2009,926073	237,241532	2247,167605	166,0690724	2175,995146	118,620766	2128,546839	0	2009,926073
2009	70709	2009,926073	240,5378762	2250,463949	168,3765133	2178,302586	120,2689381	2130,195011	0	2009,926073
2010	71706	2009,926073	243,9294708	2253,855544	170,7506296	2180,676703	121,9647354	2131,890809	0	2009,926073
2011	72652	2009,926073	247,1475736	2257,073647	173,0033015	2182,929375	123,5737868	2133,49986	0	2009,926073
2012	73575	2009,926073	250,287435	2260,213508	175,2012045	2185,127278	125,1437175	2135,069791	0	2009,926073
2013	100621	2009,926073	342,2925178	2352,218591	239,6047625	2249,530836	171,1462589	2181,072332	0	2009,926073
2014	98032,88	2009,926073	333,4882512	2343,414324	233,4417758	2243,367849	166,7441256	2176,670199	0	2009,926073
2015	95817,42831	2009,926073	325,9517276	2335,877801	228,1662093	2238,092282	162,9758638	2172,901937	0	2009,926073

TABELA 13

Cargas totais (somatória das cargas difusas e das cargas pontuais) de fósforo por ano para o período 2007 a 2015 com crescimento conforme estudos da sócio economia. Rio Xingu

	População Projetada com (estudos sócio econômicos)	Carga difusa de Fósforo (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 0% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 30% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 50% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)	Carga pontual Fósforo (Toneladas/ano) 100% de remoção de fósforo	Cargas totais (Toneladas/ano)
2007	68665	68,31025225	89,223301	157,5335533	62,4563107	130,766563	44,6116505	106,9219028	0	68,31025225
2008	69740	68,31025225	90,620156	158,9304083	63,4341092	131,7443615	45,310078	107,6203303	0	68,31025225
2009	70709	68,31025225	91,8792746	160,1895269	64,31549222	132,6257445	45,9396373	108,2498896	0	68,31025225
2010	71706	68,31025225	93,1747764	161,4850287	65,22234348	133,5325957	46,5873882	108,8976405	0	68,31025225
2011	72652	68,31025225	94,4040088	162,7142611	66,08280616	134,3930584	47,2020044	109,5122567	0	68,31025225
2012	73575	68,31025225	95,603355	163,9136073	66,9223485	135,2326008	47,8016775	110,1119298	0	68,31025225
2013	100621	68,31025225	130,7469274	199,0571797	91,52284918	159,8331014	65,3734637	127,683716	0	68,31025225
2014	98032,88	68,31025225	127,3839243	195,6941765	89,16874699	157,4789992	63,69196214	126,0022144	0	68,31025225
2015	95817,42831	68,31025225	124,5051663	192,8154186	87,15361644	155,4638687	62,25258317	124,5628354	0	68,31025225

As **TABELAS 14 e 15** apresentam as concentrações de fósforo no reservatório principal e no reservatório dos canais respectivamente para diferentes tempos de retenção e com diferentes condições e cenários de remoção de fósforo (0%; 30%; 50% e 100%).

TABELA 14

Concentração de fósforo no Reservatório Principal estimada a partir da carga total segundo Vollenweider (1982) para diferentes tempos de retenção (dias) representando diferentes condições de vazões e com diferentes cenários de remoção de fósforo para 2015 e 2035.

População projetada com taxa de crescimento dados do estudo sócioeconômico (Reservatório Principal); P (g/m³)			
Remoção de fósforo	Tempo de Retenção (dias)	2015	2035
0%	3	0,040987	0,042631
	7	0,067859	0,070580
	27	0,144549	0,150346
30%	3	0,031117	0,032267
	7	0,051517	0,053422
	27	0,109738	0,113796
50%	3	0,024536	0,025358
	7	0,040622	0,041983
	27	0,086530	0,089429
100%	3	0,008085	0,008085
	7	0,013385	0,013385
	27	0,028512	0,028512

As variações de fósforo (aumento) no reservatório principal são relativamente mais acentuadas sem remoção de fósforo (0% de remoção). Verifica-se que após 30%, 50% e 100% de remoção de fósforo há redução do fósforo no reservatório principal. Mesmo com este aumento a categoria trófica sofre poucas variações, ou seja, o reservatório principal enquadra-se entre oligotrófico e mesotrófico.

Nas **TABELAS 14 e 15** mostra-se que a concentração de fósforo é ligeiramente superior para o reservatório principal em relação ao reservatório dos canais. Verifica-se que mesmo com essa concentração maior, não ocorreram grandes alterações na categoria trófica do reservatório (oligotrófico a eutrófico). Isto ocorre porque há um gradiente da variação de fósforo, no qual se enquadram as categorias oligotrófico, mesotrófico e eutrófico. O ligeiro incremento de fósforo no reservatório principal em relação ao reservatório dos canais pode ser devido ao fato de que neste reservatório dos canais há maior precipitação de fósforo devido ao maior tempo de retenção durante a seca.

TABELA 15

Concentração de fósforo no Reservatório dos Canais estimada a partir da carga total segundo Vollenweider (1982) para diferentes tempos de retenção (dias) representando diferentes condições de vazões e com diferentes cenários de remoção de fósforo para 2015 e 2035.

População projetada com taxa de crescimento dados do estudo sócioeconômico (Reservatório dos Canais); P (g/m ³)			
Remoção de fósforo	Tempo de Retenção (dias)	2015	2035
0%	3	0,03812	0,03997
	7	0,06311	0,06618
	87	0,25109	0,26327
30%	3	0,02701	0,02831
	7	0,04472	0,04687
	87	0,17793	0,18646
50%	3	0,01961	0,02053
	7	0,03247	0,03400
	87	0,12916	0,13525
100%	3	0,00110	0,00110
	7	0,00182	0,00182
	87	0,00723	0,00723

Embora a simulação tenha sido feita para 3 períodos, ela envolve diferentes cenários do tempo de retenção, e, portanto, contempla principalmente a condição crítica que ocorre na estiagem quando o tempo de retenção é maior. Como se pode observar nas **TABELAS 14 e 15**, tempos de retenção de 3, 7 e 27 dias para o reservatório principal e tempos de retenção de 3, 7 e 87 dias (T.R. médio) para o reservatório dos canais representam diferentes situações do ciclo hidrológico para as simulações da carga utilizando os dados dos estudos socioeconômicos.

A simulação das diferentes cargas totais para o rio Xingu é apresentada na **TABELA 16**. Esta é a situação de pré reservatório.

TABELA 16

Simulação das diferentes cargas totais de fósforo(em g/m³) para o rio Xingu no período de 2007 a 2015 (pré- construção do reservatório) sem e com remoção de fósforo das cargas pontuais (0%; 30%; 50% e 100%).

População projetada no EIA com taxa de crescimento dados do estudo sócio econômico para Altamira (rio Xingu)										
Remoção de fósforo	Tempo de Retenção (dias)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0%	1	0,0103	0,0104	0,0105	0,0106	0,0107	0,0107	0,0130	0,0128	0,0126
30%	1	0,0086	0,0086	0,0087	0,0088	0,0088	0,0089	0,0105	0,0103	0,0102
50%	1	0,0070	0,0071	0,0071	0,0071	0,0072	0,0072	0,0084	0,0083	0,0082
100%	1	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045

A análise desta **TABELA 16** e a comparação com os dados de concentrações de fósforo obtidas com o trabalho de campo, coletas de amostras e análises de laboratório (**TABELA 17**) mostra dados da mesma ordem de grandeza obtidos com a simulação o que comprova a validade dos dados obtidos no campo e das concentrações projetadas através do uso dos modelos de cargas difusas e pontuais.

TABELA 17

Concentrações de fósforo obtidas com o trabalho de campo e coletas de amostras e análises de laboratório.

Fósforo total (g/m³)

Trecho	Ponto	Enchente	Vazante	Seca	Cheia
		Janeiro 2007	Mai 2007	Setembro 2007	Março 2008
Calha do rio Xingu	RX09	0,0231	0,01665	0,01845	0,02581
	RX08	0,02484	0,02197	0,01371	0,02506
	RX19	n.d.	0,02023	0,01561	0,0159
	RX01	0,02065	0,02523	0,01571	0,03771
	RX02	0,01784	0,01645	0,02258	0,01926
	RX18	n.d.	0,0221	0,01861	0,02287
	RX03	0,01939	0,02077	0,01255	0,02526
	PIMENTAL	n.d.	n.d.	0,02433	0,03019

nd – não determinado.

Os **GRÁFICOS 1** ao 8 mostram as curvas probabilísticas de acordo com Salas e Martino 1991 aplicadas aos resultados obtidos nas **TABELAS 14 e 15** e a probabilidade dos índices de estado trófico do reservatório Principal e do Reservatório dos Canais em função de diferentes tempos de retenção e em duas épocas 2015 e 2035.

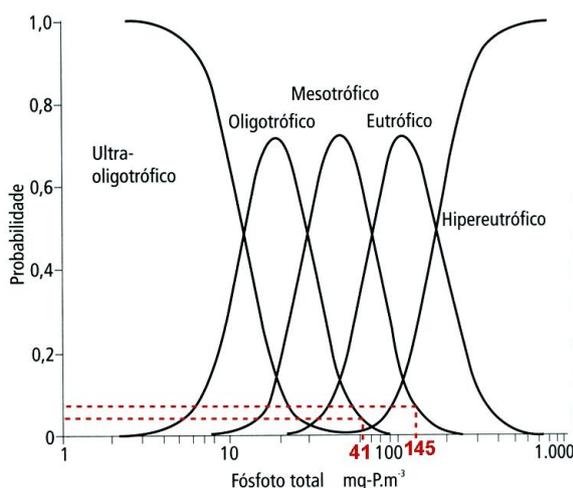


GRÁFICO 1 - Curva probabilística de estado trófico de Salas e Martino (1991).

Este Gráfico apresenta o cenário para o Reservatório Principal para tempo de retenção de 3 e 27 dias, com os valores de 41 e 145 mg/m³ respectivamente de concentração de Fósforo, para 2015 com 0% de remoção de fósforo.

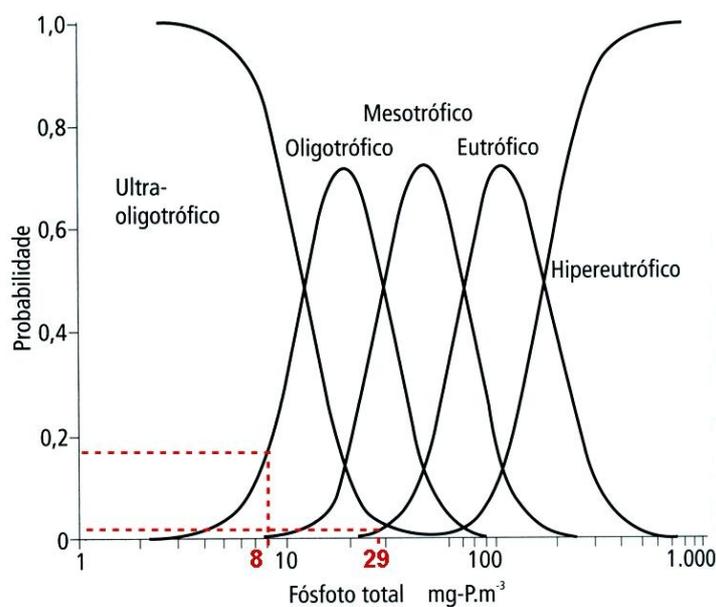


GRÁFICO 2 - Curva probabilística de estado trófico de Salas e Martino (1991).

Este Gráfico apresenta o cenário para o Reservatório Principal para tempo de retenção de 3 e 27 dias, com os valores de 8 e 29 mg/m³ respectivamente de concentração de Fósforo, para 2015 com 100% de remoção de fósforo.

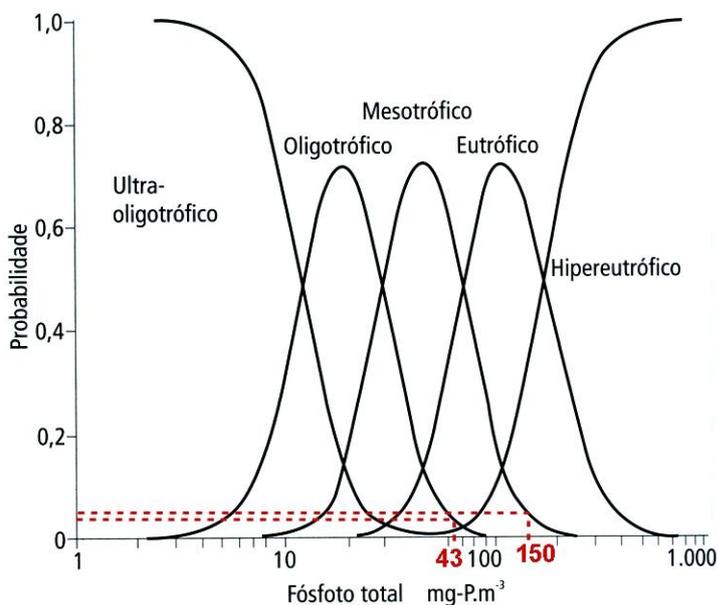


GRÁFICO 3 - Curva probabilística de estado trófico de Salas e Martino (1991).

Este Gráfico apresenta o cenário para o Reservatório Principal para tempo de retenção de 3 e 27 dias, com os valores de 43 e 150 mg/m³ respectivamente de concentração de Fósforo, para 2035 com 0% de remoção de fósforo.

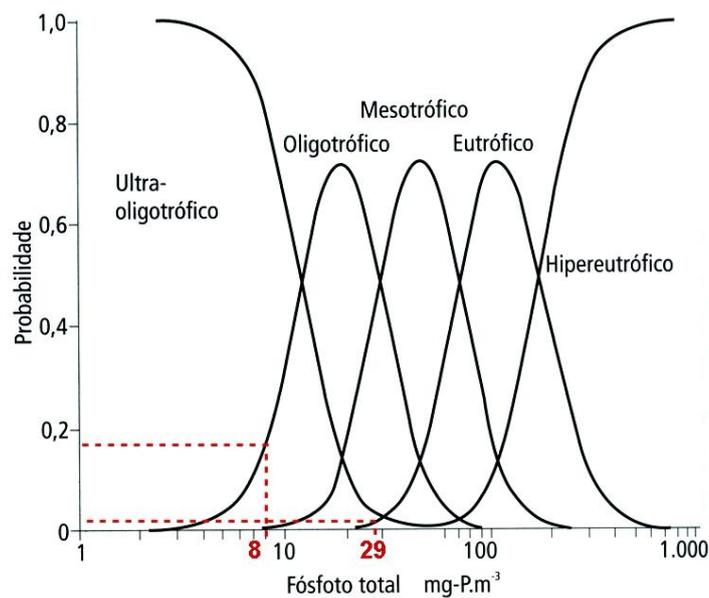


GRÁFICO 4 - Curva probabilística de estado trófico de Salas e Martino (1991).

Este Gráfico apresenta o cenário para o Reservatório Principal para tempo de retenção de 3 e 27 dias, com os valores de 8 e 29 mg/m³ respectivamente de concentração de Fósforo, para 2035 com 100% de remoção de fósforo.

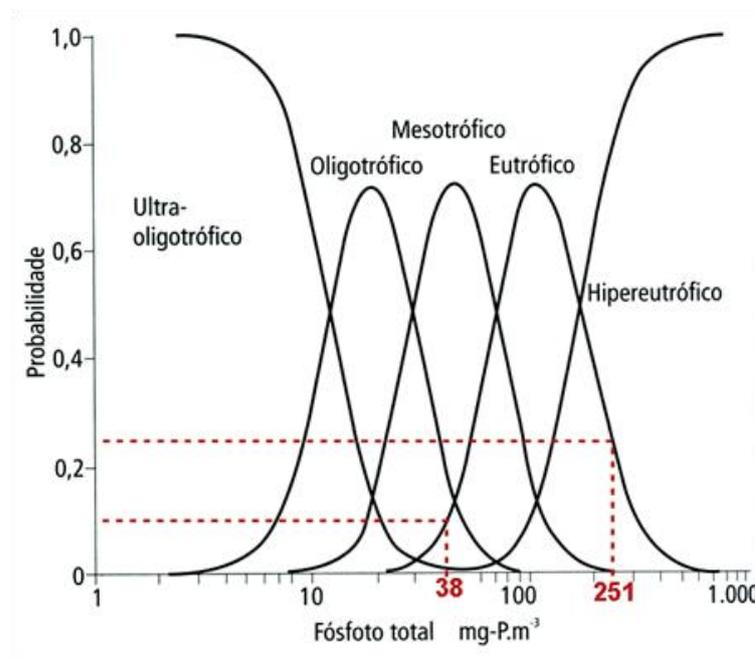


GRÁFICO 5 - Curva probabilística de estado trófico de Salas e Martino (1991).

Este Gráfico apresenta o cenário para o Reservatório dos Canais para tempo de retenção de 3 e 87 dias, com os valores de 38 e 251 mg/m³ respectivamente de concentração de Fósforo, para 2015 com 0% de remoção de fósforo.

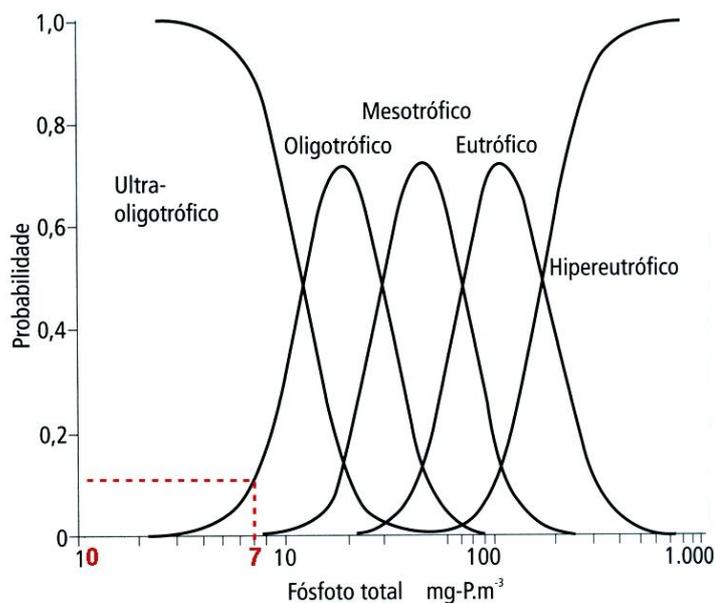


GRÁFICO 6 - Curva probabilística de estado trófico de Salas e Martino (1991).

Este Gráfico apresenta o cenário para o Reservatório dos Canais para tempo de retenção de 3 e 87 dias, com os valores de 0 e 7 mg/m³ respectivamente de concentração de Fósforo, para 2015 com 100% de remoção de fósforo.

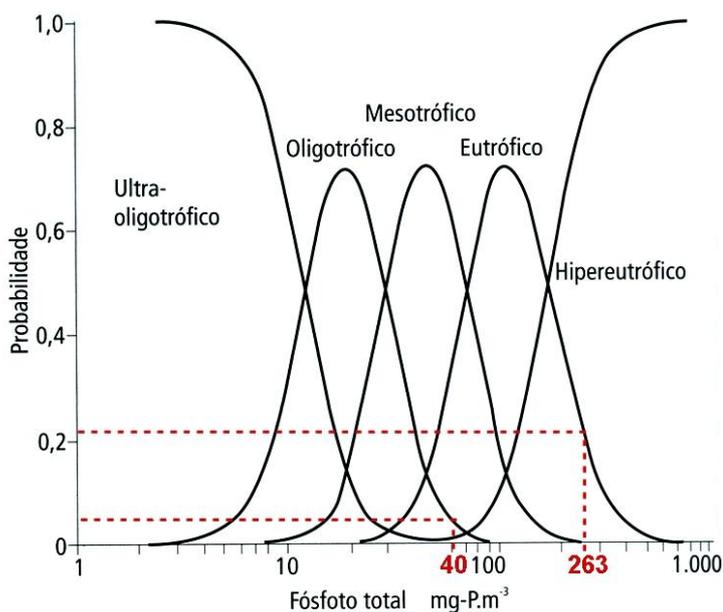


GRÁFICO 7 - Curva probabilística de estado trófico de Salas e Martino (1991).

Este Gráfico apresenta o cenário para o Reservatório dos Canais para tempo de retenção de 3 e 87 dias, com os valores de 40 e 263 mg/m³ respectivamente de concentração de Fósforo, para 2035 com 0% de remoção de fósforo.

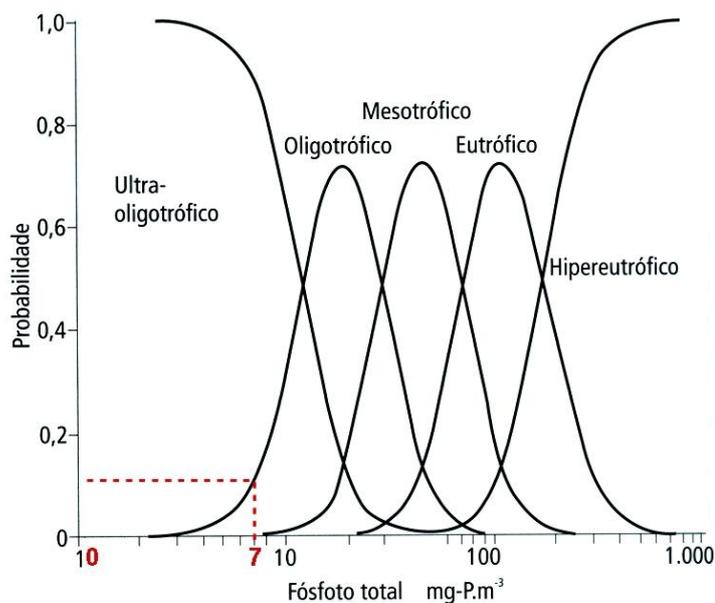


GRÁFICO 8 - Curva probabilística de estado trófico de Salas e Martino (1991).

Este Gráfico apresenta o cenário para o Reservatório dos Canais para tempo de retenção de 3 e 87 dias, com os valores de 0 e 7 mg/m³ respectivamente de concentração de Fósforo, para 2035 com 100% de remoção de fósforo.

As curvas probabilísticas resultantes apresentam diferentes probabilidades de eutrofização de acordo com as cargas estimadas. Assim, verifica-se que no caso do reservatório principal, em todos os cenários de carga para 2015 e 2035 as maiores probabilidades encontram-se nos graus de trofia, **oligotrófico e mesotrófico**. Verifica-se que aumentando o tempo de retenção para 27 dias neste reservatório, há um aumento de concentração estimada de fósforo e a probabilidade passa para **eutrófico**. Só para o reservatório dos canais há maior probabilidade para o nível de trofia **hipereutrófico**, (0,25 de probabilidade) com o tempo de retenção de 87 dias e com concentrações estimadas de fósforo de 251 mg/m³ e 263 mg/m³ durante este período. (Fig.5 e Fig 7) O tempo de retenção de 3 dias para o reservatório dos canais é o que apresenta o cenário mais favorável apresentando-se este como oligotrófico, resultante da redução do tempo de retenção e da entrada da água do reservatório principal durante o período de cheia. Em pequenos tempos de residência o reservatório dos canais terá uma situação de boa qualidade da água como mostram os dados dos gráficos 5,6,7 e 8.

Resultados e Conclusões

Os resultados mostram que as cargas totais dependem do aumento das cargas pontuais representadas pelo aumento da população. A redução das cargas pontuais com a remoção de 30%; 50% e 100% do fósforo produz substancial diminuição destas cargas, reforçando a necessidade dessa medida indicada no EIA.

Na **TABELA 13** apresenta-se os resultados da simulação realizada no período de 2007 a 2015 com diferentes cargas totais remoção de 0%; 30%; 50% e 100% de fósforo para a fase rio (pré-construção do empreendimento). Os resultados mostram boa aderência com os dados obtidos no campo durante as quatro campanhas pois são da mesma ordem de grandeza A **TABELA 17** apresenta estes dados obtidos na calha do rio Xingu em trabalho de campo e

análises de laboratório. Com estes resultados demonstra-se que o modelo aplicado é válido, pois os resultados obtidos com a simulação são da mesma ordem de grandeza dos resultados medidos.

- A principal conclusão é que a redução de cargas pontuais é fundamental para controlar o estado trófico dos reservatórios mantendo-se a carga difusa e, portanto controlando-se os usos do solo a níveis de 2007.
- A probabilidade de eutrofização dos reservatórios foi analisada utilizando-se as simulações da concentração de Fósforo para 2015 e 2035 para o reservatório principal e o reservatório dos canais.
- As análises da probabilidade mostram que para o reservatório principal a probabilidade de eutrofização oscila de oligotrófico para mesotrófico. E para o reservatório dos canais esta probabilidade oscila de mesotrófico para eutrófico.
- O tratamento de esgotos domésticos poderá remover 100% de carga afluyente de fósforo se a estação for eficiente e projetada para a remoção de todo o fósforo proveniente dos esgotos domésticos. Foi também realizada uma simulação com redução de 30% e 50% de fósforo. Com 100% de remoção de fósforo a probabilidade de eutrofização do reservatório principal diminui muito conforme constatado nas curvas probabilísticas de Salas e Martino (1988, 1991). Este reservatório tem todas as condições para se manter oligo-mesotrófico por longo período: baixo tempo de retenção, poucos braços, alta vazão nos períodos de cheia e enchente (alta vazão implica em alta concentração de O₂ dissolvido e precipitação de fósforo no sedimento, diminuindo a disponibilidade (Straskraba & Tundisi, 2008). A única possível fonte de eutrofização no reservatório principal são os igarapés que tem tempo de retenção maior, no entanto, com a remoção de fósforo esta probabilidade diminui.
- Já no reservatório dos canais há uma maior probabilidade de eutrofização durante períodos limitados devido ao aumento do tempo de retenção (87 dias) e estratificação térmica e química. Com 100% de remoção da vegetação, fontes difusas controladas e com APP's funcionando como tampão, o que controla a retenção de fósforo no reservatório dos canais é o tempo de retenção mais elevado durante o período de seca. É fundamental, portanto, que a vazão de 300 m³/s seja mantida como regra operacional de acordo com as regras de operação estabelecidas pela ANA para a minimização dos efeitos da estratificação durante o período de tempo de retenção mais elevado. Com as APP's funcionando adequadamente como sistema tampão, com as regras de operação mantendo-se 300 m³/s pode –se diminuir a probabilidade de eutrofização. Os melhores cenários para os dois reservatórios são aqueles produzidos pela remoção de 100% do fósforo, o que diminui a probabilidade de eutrofização.
- A redução das cargas difusas e pontuais na AID e AII depende da proteção e conservação das bacias hidrográficas, da manutenção das APPs como áreas tampão e do tratamento de esgotos da população de Altamira. O controle das cargas difusas e pontuais geradas pelo empreendimento (vilas, povoados, áreas de trabalho) é fundamental.

Referências Bibliográficas

Salas, H. & P.Martinó, 1991. A simplified phosphorus trophic model state for warm water tropical lakes. *Water Research* 25: 341- 350.

SALAS, H.J. & MARTINO, P. 1988. Memorial Del IV Encuentro Del proyecto regional “Desarrollo de metodologias simplificadas para la evaluacion de eutraficacion em lagos cálidos tropicales”. CEPIS/JCA. Organizacion Mundial de La Salud/ Organizacion Panamericana de La Salud – Programa de Salud Ambiental. 28pp.

SMA. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Versão 1.5 do Modelo de Correlação Uso do Solo/ Qualidade de Água- MQUAL.2003.

STRASKRABA, M. & TUNDISI, J.G. *Diretrizes para o gerenciamento de lagos*. Vol.9. Gerenciamento de qualidade de água de reservatórios. IIE/ILEC. 300pp. 2008 (2º edição).

VOLLENWEIDER, R.A. *Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication*. Paris: OECD, 1965. (DAS/CSI/68.27).

IIEGA. *Elaboração de Estudos Técnicos para Subsidiar Ações da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), na Recuperação Ambiental de Mananciais das Bacias Hidrográficas da Represa do Guarapiranga e do Braço Taquacetuba da Represa Billings*. Relatório IX (Final). 250pp.2009.

ANEXO IV

Modelagem Matemática de Qualidade das Águas

MODELAGEM MATEMÁTICA DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

1. INTRODUÇÃO

A inundação da vegetação, associada às cargas de poluição geradas na bacia hidrográfica, é a causa de um dos principais impactos que ocorrem na qualidade da água pela implantação de reservatórios. No contexto da bacia de contribuição do futuro reservatório, merece destaque a cidade de Altamira que constitui o principal centro populacional da região.

Na formação do reservatório, observa-se o desencadeamento de uma série de reações de natureza físico-química e biológica, as quais podem provocar impactos significativos no meio biótico.

Duas fases são identificadas neste processo:

- ✓ Fase de enchimento do reservatório, onde se observa a ocorrência de condições mais críticas em termos de qualidade da água. A biomassa vegetal residente é afogada e se decompõe, liberando uma grande quantidade de compostos orgânicos e nutrientes, com possibilidades de estabelecimento de condições anóxicas. Este processo ocorre até o reservatório alcançar o seu nível operacional, a partir do qual toda a vegetação estará incorporada; e,
- ✓ Fase de operação, onde ocorre o consumo de toda a matéria orgânica inundada e afluyente e posterior estabilização das condições bioquímicas do meio aquático. A formação do reservatório propicia um novo equilíbrio ao sistema hídrico, condicionando tempos de residência relativamente mais elevados e favorecendo o aumento no nível de trofia do sistema hídrico. No ciclo de estabilização do regime hidráulico pode ocorrer também a estratificação térmica do reservatório, onde são formados dois reatores bioquímicos distintos, o hipolímnio e o epilímnio.

Para representar estes processos, foram utilizados para o estudo do AHE Belo Monte três modelos de simulação inter-relacionados:

- ✓ **Modelo hidráulico.** Concebido para retratar o processo de circulação da água no reservatório, durante as fases de enchimento e operação. A simulação destes processos é realizada pelo programa MEKONG, apropriado à modelação de grandes planícies de inundação.
- ✓ **Modelo de eutrofização.** Baseia-se fundamentalmente no módulo EUTRO4 do modelo de simulação de qualidade da água WASP4 (Water Quality Analysis Simulation Program) distribuído pela EPA - Environmental Protection Agency, americana. O programa original foi adaptado para capacitar a representação do processo de incorporação e biodegradação da matéria vegetal inundada.
- ✓ **Modelo de estratificação térmica.** Modelo matemático desenvolvido por Huber e Harleman, do “Massachusetts Institute of Technology”, e posteriormente aplicado em diversos reservatórios, com significativo sucesso.

Complementarmente a estes três modelos básicos, foram utilizados mais dois modelos auxiliares, a saber:

- ✓ **Modelo hidrodinâmico bidimensional MIKE 21.** Modelo matemático desenvolvido pela DHI Water & Environment (Dinamarca). Foi utilizado para determinar a direção e o sentido do fluxo das águas ao longo de todo o seu trajeto no reservatório dos canais, o que permitiu uma

segmentação que efetivamente representa o futuro funcionamento deste reservatório. Nesse processo de compartimentação foram utilizados os levantamentos planialtimétricos elaborados na escala 1:10.000 da área do futuro reservatório.

- ✓ **Modelo de operação hidráulica do reservatório.** Estruturado para simular, com discretização mensal, a operação hidráulica do AHE Belo Monte. Foi utilizado para avaliar as possibilidades de atendimento das condições estabelecidas na Resolução nº 740, de 06 de outubro de 2009 da Agência Nacional de Águas – ANA. Esta Resolução determina regras a serem observadas durante a operação da usina, no que se refere à manutenção de um hidrograma de vazões no trecho de vazão reduzida e a vazão a ser veiculada no reservatório dos canais.

Nos itens, a seguir, é apresentada a seqüência de atividades consideradas nos estudos, descrevendo-se inicialmente a conceituação teórica dos modelos e, posteriormente, as fases de preparação dos dados de entrada e aplicação dos modelos de simulação.

2. CONCEITUAÇÃO TEÓRICA DOS MODELOS DE SIMULAÇÃO

2.1. Modelo Hidráulico

O modelo apresentado é parte integrante de um sistema destinado à simulação da qualidade da água em reservatórios, gerando as variáveis de natureza hidráulica requisitadas pelo modelo de simulação de qualidade da água.

O modelo matemático concebido é do tipo bidimensional e baseia-se no algoritmo proposto por Jean A. Cunge que o utilizou na modelagem das áreas inundadas do Delta do Mekong.

No processo de modelagem, o corpo hídrico é representado por uma seqüência de compartimentos horizontais e trechos de canais por onde se processa o escoamento entre células vizinhas. As leis de transferência de vazões baseiam-se nas formulações da Fórmula de Manning aliada à expressão da continuidade, cujo sentido do escoamento é função da diferença dos níveis d'água entre as células consideradas.

O condicionante físico que regula o escoamento é ditado principalmente pela topografia local. A água que extravasa de sua calha natural, tem seu fluxo de vazão moldado pelas fronteiras naturais do terreno, tais como meandros, vales irregulares, depressões no terreno e vegetação, o que pressupõe o conhecimento da morfologia da área inundada, a qual deve ser amarrada topograficamente.

• Concepção Teórica

Na aplicação do modelo de células, considera-se que a superfície da água de cada compartimento seja horizontal em toda sua extensão, caracterizada através de seu nível d'água representativo z_i .

Baseado nesta premissa é admitido as seguintes hipóteses:

- ✓ O volume de água V_i contido em cada célula está diretamente relacionado com o seu respectivo nível z_i ; e,
- ✓ A transferência da vazão $Q_{i,k}$ entre duas células adjacentes de número de ordem i e k , em qualquer tempo, é função dos seus respectivos níveis d'água.

Ou seja:

$$V_i = V(z_i)$$

$$Q_{i,k} = f(z_i, z_k)$$

Onde **i** e **j** são os números de ordem das células adjacentes.

No balanço de massa, em uma dada célula de ordem **i**, são considerados os fluxos de vazões que ocorrem entre esta e as células adjacentes. A equação da continuidade representativa deste processo é a seguinte:

$$A s_i * dz_i / dt = Q_{i,k} \quad (1)$$

Onde:

$A s_i$ = área da superfície da célula **i** correspondente ao nível z_i

$Q_{i,k}$ = vazão entre as células **i** e **k** em função dos níveis z_i e z_k

A transferência de vazões entre células baseia-se na equação dinâmica, onde são desprezados os termos de inércia e utiliza a fórmula de Manning-Strickler para a declividade da linha da energia:

$$\Delta h / \Delta x = S_0 - S_f \quad (2)$$

Onde:

Δh = diferença de profundidade do escoamento

Δx = distância entre centros de células

S_0 = declividade do terreno entre os centros de células

S_f = declividade da linha de energia

$$S_0 = - \Delta z_p / \Delta x \quad (3)$$

Onde:

Δz_p = diferença de cotas de fundo entre centros de células

$$S_f = Q_{i,k}^2 * n^2 / A_{i,k}^2 * R_{i,k}^{4/3} \quad (4)$$

Onde:

n = coef. de rugosidade da fórmula de Manning entre as células **i** e **k**

$A_{i,k}$ = área da seção transversal entre as células **i** e **k**

$R_{i,k}$ = raio hidráulico da seção $A_{i,k}$

Os valores $A_{i,k}$ e $R_{i,k}$ associada à seção transversal entre as células **i** e **k** são calculados para um nível

ponderado z_p , dado por:

$$z_p = \alpha * z_i + (1 - \alpha) * z_k \quad (5)$$

Onde α é um coeficiente de ponderação entre 0 e 1.

No modelo matemático, considerou-se $\alpha = 1/2$, portanto:

$$z_p = (z_i + z_k) / 2 \quad (6)$$

Substituindo as equações (3) e (4) na equação (2) resulta:

$$\Delta h / \Delta x = - \Delta z_p / \Delta x - Q_{i,k}^2 * n^2 / A_{i,k}^2 * R_{i,k}^{4/3} \quad (7)$$

Reorganizando os termos e escrevendo-se a expressão resultante em função da diferença Δz entre os níveis d'água dos centros de cada célula i e k , e explicitando-se a vazão de transferência, resulta:

$$Q_{i,k} = \text{sign} * A_{i,k} * R_{i,k}^{2/3} * (|z_k - z_i|)^{1/2} / n / \Delta x^{1/2} \quad (8)$$

$$\text{sign} = (z_k - z_i) / (|z_k - z_i|)$$

O termo **sign** indica o sinal do fluxo da vazão, sendo considerada positiva quando entra na célula i e negativa quando sai.

Considerando-se na expressão (8) o coeficiente de vazão $\Phi = A_{i,k} * R_{i,k}^{2/3} / n / \Delta x^{1/2}$ resulta:

$$Q_{i,k} = \text{sign} * \Phi * (|z_k - z_i|)^{1/2} \quad (9)$$

- Formulação Numérica do Modelo

No processo de solução numérica, a equação originalmente contínua passa a ser tratada em termos de incrementos finitos. Desta forma, procura-se uma formulação matemática que a transforme em equações do tipo lineares.

Esta solução parte da discretização da equação da continuidade (1), já citada anteriormente:

$$A_{si}^n * \Delta z_i^{n+1} / \Delta t = \sum Q_{i,k} \quad (10)$$

Onde:

$$\Delta z_i = \text{variação dos níveis de água entre os tempos } n \text{ e } n+1$$

Na discretização temporal, o índice n será referido ao tempo $n * \Delta t$ anterior ao cálculo onde a variável é conhecida. O índice $n+1$ corresponde ao tempo atual, onde se procura o valor desconhecido da variável.

Considerando a aplicação de um esquema implícito ao termo $Q_{i,k}$, resulta:

$$Q_{i,k} [Z_i(\tau), Z_k(\tau)] = \Theta * Q_{i,k}^{n+1} + (1 - \Theta) * Q_{i,k}^n \quad (11)$$

Onde:

Θ = coeficiente de ponderação no tempo, variável entre 0 e 1

τ = tempo intermediário entre $n * \Delta t$ e $(n + 1) * \Delta t$

Para $\Theta = 1$, tem-se uma formulação totalmente implícita, condição adotada no modelo hidráulico.

Como as relações de vazões obtidas não são lineares, o sistema é expandido através da aplicação da série de Taylor. Neste processo, desprezam-se os termos de ordem superior e admite-se que as variações Δz_i são pequenas durante o intervalo de tempo Δt . A equação assim desenvolvida resulta:

$$Q_{i,k}^{n+1} = Q_{i,k}^n + \delta Q_{i,k}^n / \delta z_i * \Delta z_i^{n+1} + \delta Q_{i,k}^n / \delta z_k * \Delta z_k^{n+1} \quad (12)$$

Substituindo o resultado encontrado na expressão (10) resulta no seguinte sistema linear de equações:

$$A_{si}^n * \Delta z_i^{n+1} / \Delta t = \Sigma Q_{i,k}^n + \Sigma \delta Q_{i,k}^n / \delta z_i * \Delta z_i^{n+1} + \Sigma \delta Q_{i,k}^n / \delta z_k * \Delta z_k^{n+1}$$

O conjunto de equações resultantes forma um sistema linear, contendo n equações a n incógnitas pode ser representada numericamente através de uma matriz de coeficientes do tipo esparsa, com muitos elementos nulos.

• Aplicação do Modelo Hidráulico

A modelagem matemática requer um trabalho preparatório dos dados de entrada, devendo compreender as seguintes atividades:

- ✓ Montagem do esquema topológico de células representativo do sistema hídrico;
- ✓ Definição das variáveis temporais, representadas pelas vazões afluentes e defluentes ao corpo hídrico simulado;
- ✓ Calibragem do modelo hidráulico; e,
- ✓ Exploração do sistema com a imposição de cenários alternativos de aportes de vazões hidrológicas e operativas.

• Compartimentação do Reservatório

A compartimentação do reservatório é realizada após uma análise cuidadosa dos fluxos que poderão ocorrer na área alagada, com nível de detalhamento compatível com os níveis de precisão desejados na modelagem.

Este trabalho é baseado em dados cartográficos e levantamentos topobatimétricos de seções transversais realizados ao longo sistema hídrico que, tratados numericamente, permitem a definição dos dados de entrada do modelo matemático.

A delimitação dos compartimentos é orientada pelos pontos notáveis que caracterizam o corpo d'água a ser simulado, identificando-se inicialmente os canais onde os escoamentos ocorrem com maior facilidade. Neste processo, a primeira delimitação deverá contemplar os compartimentos representativos do curso d'água principal, separando-os das porções laterais inundadas, onde as

velocidades do fluxo d'água se processam de forma mais lenta.

Atenção especial é dispensada aos cursos d'água afluentes ao corpo principal que, dependendo de suas dimensões, deverão ser representadas por compartimentos independentes. Nestes locais, em função dos altos tempos de residência, há geralmente a ocorrência de processos de eutrofização.

A partir destes conceitos, define-se o esquema topológico do sistema hídrico, caracterizado por um conjunto de compartimentos individualizados interligados entre si através de canais hipotéticos de drenagem.

Baseado nesta topologia é definido os parâmetros geométricos representativos de cada compartimento, o qual é caracterizado através de pares de valores relacionando o nível d'água com a área da superfície líquida.

Os canais de comunicação entre segmentos, definidos preliminarmente nesta fase, são ajustados durante a calibragem do modelo.

- **Definição das Variáveis Temporais**

Os insumos básicos de entrada são constituídos por séries de vazões afluentes e defluentes ao meio hídrico.

As vazões afluentes são representadas pelo aporte principal de vazão aplicada em sua extremidade de montante e aquelas provenientes das contribuições laterais, definidas pelos estudos hidrológicos.

As parcelas relativas às defluências representam as retiradas e/ou as vazões de saída do reservatório, as quais são definidas com base em suas regras operativas.

- **Calibragem do Modelo Hidráulico**

Após a montagem dos dados de entrada, parte-se para a calibragem do modelo de simulação, através da aferição do coeficiente de condutância, que regula o fluxo d'água entre os compartimentos.

Esta tarefa é realizada através de um processo de tentativas, onde se procura um ajuste entre os valores de níveis d'água simulados pelo modelo e os observados que são utilizados como referencia no processo de calibragem.

Os valores de referência de níveis d'água adotados na modelagem são provenientes dos estudos de remanso do trecho do reservatório do rio Xingu. Para o reservatório dos Canais, foram utilizados os modelos de simulação MIKE 21 e HEC-HAS considerando-se a topobatimetria da área do reservatório e o projeto de engenharia relativo à escavação dos canais. Nesse caso, os estudos indicaram um desnível de 1m (vazão de 13.900 m³/s) entre o reservatório do rio Xingu (atuais igarapés Galhoso e de Maria) e a Casa de Força Principal.

2.2. Modelo Matemático de Eutrofização

O modelo de eutrofização baseia-se fundamentalmente na estrutura lógica do módulo **EUTRO4** do programa **WASP4**, ao qual foram acrescentadas as equações que permitem simular os processos físicos e bioquímicos de incorporação e degradação da biomassa que ocorrem durante as fases de enchimento e operação do reservatório.

A seguir são apresentadas as versões originais do modelo WASP, conforme concebido pela EPA e as alterações introduzidas neste programa, capacitando-o para simular os processos associados à incorporação e biodegradação da biomassa inundada.

- **Modelo WASP4 Original**

O modelo de simulação de qualidade da água **WASP4** (Water Quality Analysis Simulation Program) desenvolvido pela United States Environmental Protection Agency - USEPA é de ampla aceitação nos estudos de planejamento.

As características deste modelo, em termos de estrutura espacial, discretização temporal, versatilidade estrutural e variáveis de estado simuláveis, torna-o adequado para aplicação aos estudos de qualidade da água voltados à dinâmica de reservatórios.

Através dos módulos presentes neste programa, são simulados os efeitos de advecção, dispersão e interação dos diversos constituintes considerados no processo. Os constituintes simulados podem ser conservativos ou não, incluindo-se substâncias tóxicas e as variáveis envolvidas no processo de eutrofização do reservatório.

Estas cinéticas são realizadas por quatro módulos independentes:

- ✓ **DYNHYD4** – Simula o movimento da água em rios, estuários ou reservatórios, cujo processo é representado, matematicamente, por duas equações diferenciais que controlam a conservação da massa e quantidade de movimento do escoamento conhecido como Equações de Saint Venant.
- ✓ **Módulo básico** – Simula o transporte dos constituintes conservativos, tais como: cloretos, traçadores químicos, etc.
- ✓ **EUTRO4** – Simula especificamente os processos físico-químicos que afetam o transporte e a interação entre os nutrientes, fitoplânctons, matéria orgânica e oxigênio dissolvido.
- ✓ **TOXI4** – Simula a evolução e a degradação de elementos tóxicos, através de um grande número de processos químicos e biológicos. Estes processos incluem a biodegradação, hidrólise, fotólise e oxidação química, metais pesados, etc.

No módulo **EUTRO4** objeto dos trabalhos de modelagem é identificado quatro sistemas interativos:

- ✓ Cinética fitoplanctônica;
- ✓ Ciclo do fósforo;
- ✓ Ciclo do nitrogênio e
- ✓ Balanço do oxigênio dissolvido

No processo de simulação, o corpo hídrico é representado por um conjunto de segmentos ou reatores de mistura completa, onde ocorrem reações envolvendo as seguintes variáveis bioquímicas:

- ✓ Amônia: **NH3**
- ✓ Nitrato: **NO3**

- ✓ Ortofosfato: **OPO₄**
- ✓ Clorofila A: **CHLa**
- ✓ Demanda bioquímica do oxigênio: **DBO**
- ✓ Oxigênio dissolvido: **OD**
- ✓ Nitrogênio orgânico: **ON**
- ✓ Fósforo orgânico: **OP**

Conforme esquematizado na **Figura 2.2/1**, os processos cinéticos e as reações de transformação envolvem a participação de oito variáveis de estado, os quais são integrados em quatro sistemas interativos:

- ✓ **Cinética fitoplantônica** – Esta cinética assume um destaque central no processo de eutrofização, interagindo e afetando os demais ciclos. Durante a fase de crescimento, ocorre a absorção dos compostos de fósforo e nitrogênio e liberação de oxigênio dissolvido. Após a sua morte, a biodegradação reconstitui estes elementos ao meio aquático, na formas de nitrogênio e fósforo orgânico, momento onde ocorre também o consumo de oxigênio dissolvido;
- ✓ **Ciclo do fósforo** – O fósforo na sua forma orgânica é transformado em ortofosfato o qual é absorvido pelos fitoplanctons para a sua multiplicação e crescimento;
- ✓ **Ciclo do nitrogênio** – O nitrogênio orgânico é transformado em amônia e nitrato o qual, por sua vez, suprem também as comunidades fitoplanctônicas. Na ausência de oxigênio dissolvido, o nitrato através do processo de denitrificação libera o nitrogênio.
- ✓ **Ciclo do oxigênio dissolvido** – O oxigênio dissolvido interage com todos os demais processos, sendo consumido no processo de oxidação do carbono orgânico, com liberação de CO₂, e da amônia que é transformada em nitrato. A regeneração do oxigênio dissolvido é realizada através do processo de re-aeração na superfície líquida e liberação de oxigênio durante a fase de crescimento da comunidade fitoplanctônica.

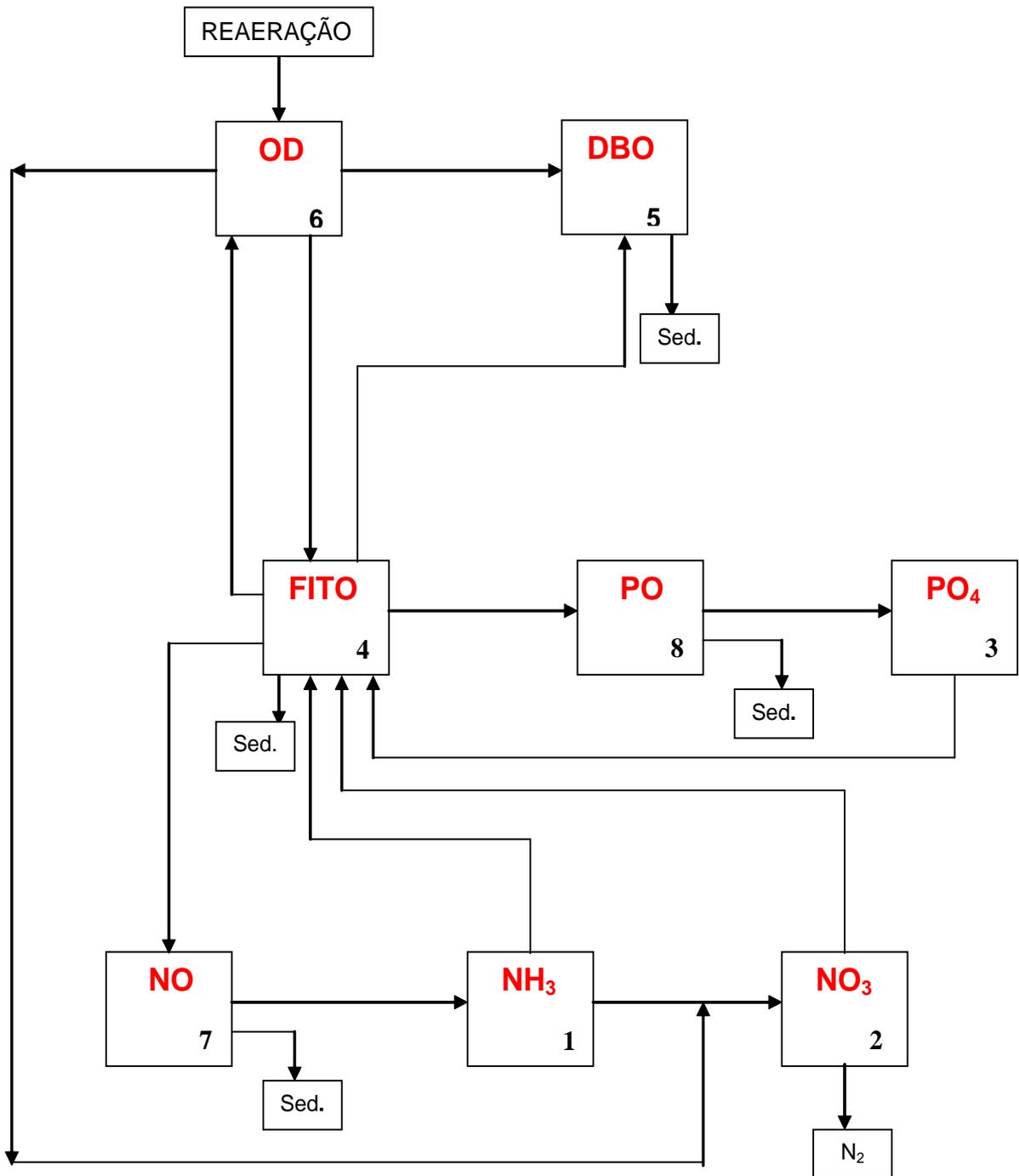


FIGURA 2.2/1 – ESTRUTURA DO MÓDULO EUTRO4 ORIGINAL

- **Módulo EUTRO4 Modificado**

As alterações implementadas no programa original visaram capacitar a representação dos processos físicos e bioquímicos relacionados à incorporação e biodegradação da fitomassa inundada, que ocorrem a partir da fase de enchimento do reservatório.

A fim de capacitar a representação do processo de incorporação e posterior biodegradação da biomassa inundada, foi realizado um trabalho de adaptação no programa original, mais especificamente no módulo EUTRO4, com a incorporação de novos algoritmos, sem alteração de sua estrutura lógica.

Na formulação do modelo, admite-se o reservatório subdividido em compartimentos independentes, cada qual se comportando como um reator de mistura completa, cujas cinéticas, representadas por equações diferenciais de primeira ordem, descrevem as variações temporais dos seguintes parâmetros:

- ✓ Demanda bioquímica de oxigênio;
- ✓ Nitrogênio contido na vegetação submersa e dissolvido na água;
- ✓ Fósforo contido na vegetação e dissolvido na água; e,
- ✓ Oxigênio dissolvido.

Nesta nova concepção foram acrescentados três novos sistemas ao módulo EUTRO4 original, conforme esquematizado na **Figura 2.2/2**.

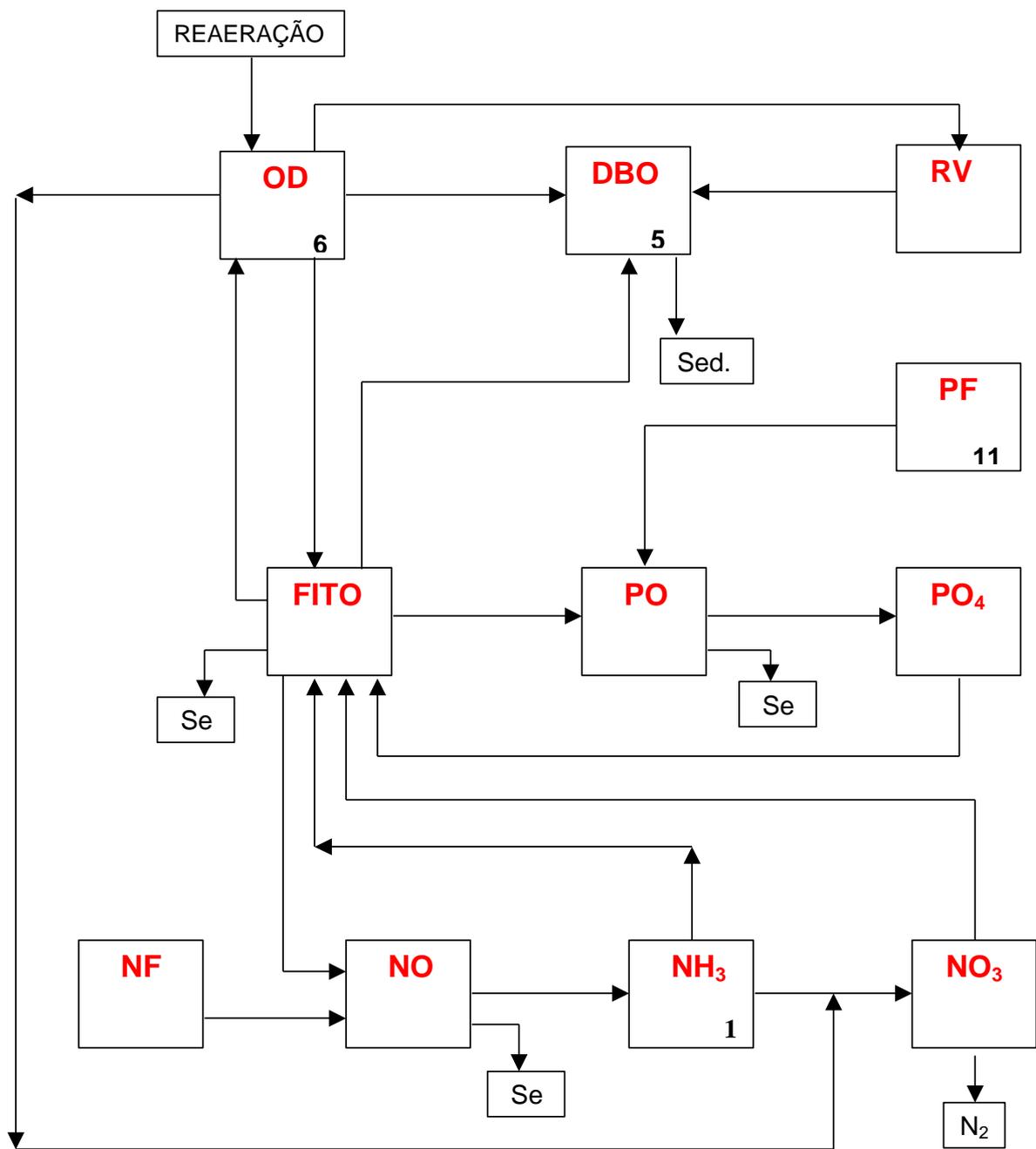


FIGURA 2.2/2 – ESTRUTURA DO MÓDULO EUTRO4 MODIFICADO

Na **Figura 2.2/3** são representadas as interações cinéticas dos processos relacionados à degradação da matéria vegetal inundada, as quais foram incorporadas neste novo módulo.

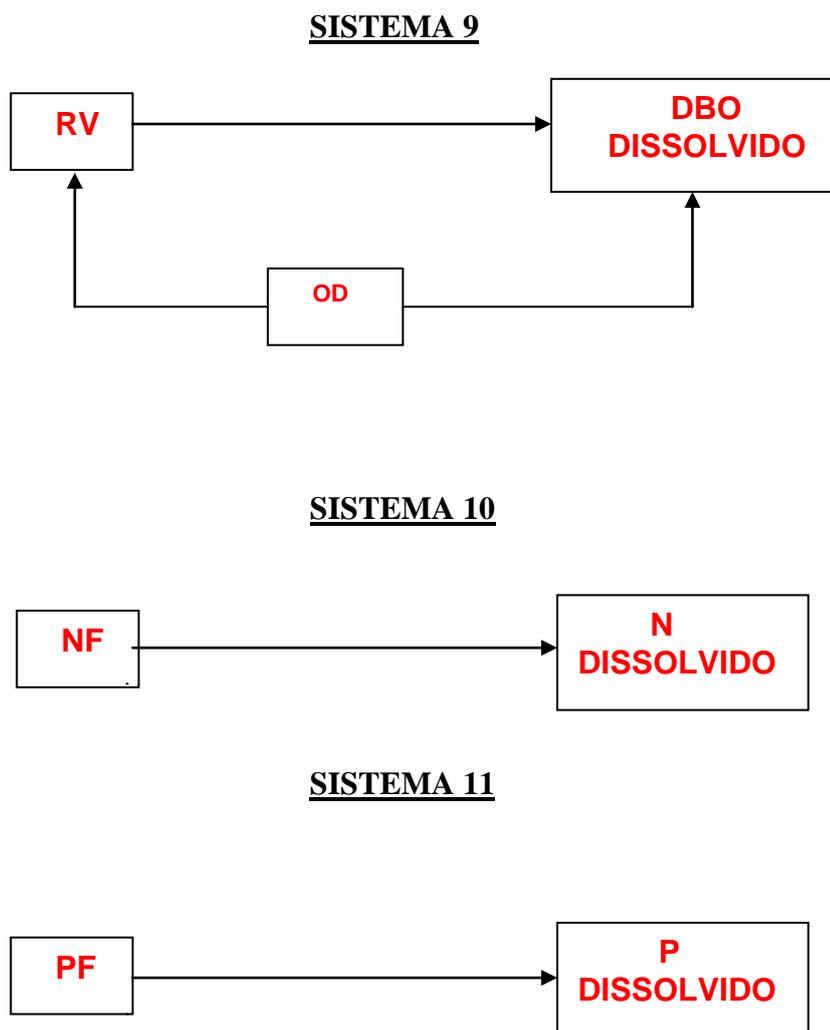


FIGURA 2.2/3 – REPRESENTAÇÕES CINÉTICAS DOS SISTEMAS 9, 10 E 11

Onde:

- DBO** = demanda bioquímica do oxigênio
- RV** = DBO da matéria vegetal fixa ao solo
- OD** = oxigênio dissolvido
- NF** = nitrogênio fixo na matéria vegetal
- PF** = fósforo fixo na matéria vegetal
- K1** = taxa de biodegradação da DBO fixa
- K2** = taxa de dissolução da DBO fixa
- K3** = taxa de biodegradação da DBO dissolvida

A representação destes processos é descrita por três sistemas interativos:

SISTEMA 9 – Representadas as seguintes cinéticas:

- ✓ A matéria vegetal inundada fixa ao fundo do reservatório, sofre biodegradação com consumo de oxigênio dissolvido, segundo uma taxa k_1 ;
- ✓ A matéria vegetal inundada fixa ao solo, sofre dissolução, produzindo uma DBO dissolvida na massa líquida, a uma taxa de transferência k_2 ;
- ✓ A DBO dissolvida, por sua vez, sofre também um processo de biodegradação com consumo de oxigênio, segundo uma taxa k_3 .

O processo de degradação da biomassa inundada, representada pelas parcelas fixa ao solo e dissolvida, são regidas pelos níveis de concentrações de oxigênio dissolvido no corpo hídrico que estabelecem as cinéticas representativas das condições aeróbicas e anaeróbicas.

Desta forma é requerido, como dados de entrada, o fornecimento de dois conjuntos de parâmetros K_1 , K_2 e K_3 representativas das condições aeróbicas e anaeróbicas do corpo hídrico.

SISTEMA 10. O nitrogênio fixo presente na matéria vegetal inundada sofre dissolução, produzindo nitrogênio orgânico na forma dissolvida.

SISTEMA 11. O fósforo fixo na presente na matéria vegetal inundada sofre dissolução, produzindo fósforo orgânico na forma dissolvida.

Onde:

K_1 = taxa de biodegradação da DBO fixa

K_2 = taxa de dissolução da DBO fixa

K_3 = taxa de biodegradação da DBO dissolvida

As parcelas de cargas representativas do nitrogênio e fósforo são definidas com base nas relações estequiométricas entre o nitrogênio-carbono orgânico e o fósforo-carbono orgânico cujos valores são partes dos dados de entrada do modelo matemático.

O modelo adotado apresenta algumas características que devem ser consideradas quando da interpretação de seus resultados, dentre os quais se citam:

- O modelo considera cada segmento como sendo um reator de mistura completa e
- O processo de biodegradação tem início logo após o seu afogamento, ou seja, não se prevê, portanto, a morte gradual da fitomassa submersa. Desse modo, em algumas situações, as simulações podem conter resultados que sejam mais críticos do que o esperado (por exemplo: déficits de OD), pois a defasagem temporal entre submersão e morte da vegetação contribui para a atenuação da velocidade das alterações da qualidade da água. No entanto, a despeito destas limitações, o modelo utilizado fornece, inequivocamente, as tendências das características da qualidade da água do futuro reservatório.

2.3. Modelo Matemático de Estratificação Térmica

A estratificação térmica deve-se à criação de ambientes lânticos com reduzida capacidade de renovação. Este processo é constatado ao longo da coluna d'água em reservatórios profundos, com o aparecimento de dois níveis ou camadas principais distintas de temperatura denominadas epilímnio e hipolímnio.

O estabelecimento da estratificação é favorecido quando o volume do reservatório é grande, face aos volumes de vazões anuais afluentes. Nestas condições a isoterma é horizontal durante a maior parte do ano e a estratificação é geralmente mantida durante o verão e o outono.

A causa primária da estratificação térmica é a baixa condutividade térmica da água, a limitação da penetração da energia radiante e da luz, e o fato de que o fluxo de vazões no fim da primavera e no verão tende a ser mais quente que superfície do reservatório. Este fluxo quente afluente permanece na camada superficial do reservatório.

Outro fluxo de calor penetra nas camadas da superfície do reservatório na forma de energia radiante, sendo grande parte absorvida nos primeiros poucos metros, condicionando um aquecimento maior da água situada próximo à superfície, em contraste com aquela situada nas camadas mais profundas que se mantém em temperaturas mais baixas. A água mais aquecida e menos densa tende a permanecer na superfície, absorvendo mais calor, e estabelecendo condições de estratificação.

Por outro lado, o processo de evaporação esfria a camada superficial, provocando o aparecimento de correntes de convecção. Este processo é intensificado durante o período noturno com a ausência da radiação solar e perdas por condutividade. A ação do vento vem intensificar este processo, provocando uma circulação turbulenta na camada do epilímnio.

A destruição da estratificação térmica é acompanhada por uma mistura vertical do reservatório e conseqüente quedas nos índices de qualidade da água.

Na condição estratificada, a camada do hipolimnio apresenta-se como um reator bioquímico isolado da atmosfera, impedindo o processo de re-aeração. Neste ambiente são normalmente observadas condições de anaerobiose e baixos índices de qualidade das águas, com produção indesejável de gases e odores, ocasionalmente com efeitos tóxicos, com uma produção de amônia, redução de sulfeto e formação de metano.

Esta situação mais crítica, observada na camada de fundo, decorre principalmente dos processos de decomposição da matéria orgânica oriunda da vegetação afogada.

Durante a quebra da termoclina ocorre uma mistura das camadas, causando uma rápida deterioração da qualidade da água. Por esta razão, o conhecimento do perfil térmico é essencial para o controle da qualidade da água e da previsão de estruturas hidráulicas de descargas adequadas, visando minimizar os impactos decorrentes destes processos.

• Conceituação Teórica

O modelo matemático adotado baseia-se no processo de absorção e transmissão da radiação solar, convecção devido ao esfriamento da superfície pela evaporação, ação do vento e os fluxos de vazões afluentes e defluentes.

As primeiras verificações do modelo matemático foram desenvolvidas em laboratório, através de modelos físicos desenvolvidos por Huber e Harleman do "Massachusetts Institute of Technology" e posteriormente aplicado em diversos reservatórios com sucesso.

O comportamento térmico do reservatório, normalmente é simulado, descrevendo um ciclo anual

completo, de forma a acompanhar as variações sazonais de vazões e condições climáticas, calculando as perdas de calor diárias como uma função das informações meteorológicas.

No processo de modelagem, o reservatório é esquematizado em uma série de elementos horizontais com elevação y , área $A=f(Y)$ e espessura dy . O fluxo de calor penetra na superfície horizontal por radiação, por advecção vertical e por difusão. A equação dinâmica, controlando os processos de transmissão e distribuição da temperatura no corpo d'água, considera em sua formulação a conservação da continuidade e do calor.

A relativa estabilidade conferida aos corpos de água estratificados se deve principalmente às propriedades peculiares da água caracterizadas pelos seus elevados calores latentes de evaporação ($L_v = 590 \text{ cal.g}^{-1}$) e fusão ($L_f = 80 \text{ cal.g}^{-1}$). Deste modo, a água exige o aporte de grandes quantidades de energia para trocar o seu estado físico, conferindo-lhe uma elevada inércia térmica que resulta numa demora em aquecimento e resfriamento.

As principais simplificações da modelagem são:

- ✓ A isoterma no reservatório estratificado é horizontal e o gradiente térmico existe apenas na direção vertical.
- ✓ O transporte de calor devido à mistura provocada pelo fluxo turbulento ocorre somente na região do epilímnio e se limita ao espaço de tempo em que a temperatura induz a desestabilização do perfil de densidade.
- ✓ A radiação solar é transmitida somente na direção vertical.
- ✓ O fluxo de calor não é perdido na interface física entre a massa líquida e o solo junto às margens e fundo do reservatório. As trocas de calor partem da superfície do reservatório, via evaporação e através dos fluxos de vazões derivadas da afluência e da defluência.
- ✓ A densidade e o calor específico e o coeficiente de difusão molecular da água é assumido constante ao longo da simulação.
- ✓ A energia da radiação solar, transmitida para a água e interceptada pelas margens, é distribuída uniformemente sobre a seção transversal e na profundidade de interceptação.

3. LEVANTAMENTO E COLETA DE DADOS

Para o desenvolvimento da modelagem matemática, procedeu-se uma fase preparatória de coleta de dados disponíveis e de levantamentos de campo, abrangendo os seguintes tipos de informações:

- **Dados Cartográficos e Topográficos**

A base cartográfica para os estudos do AHE Belo Monte foi gerada por meio de uma compilação de várias fontes de dados cartográficos georeferenciados: levantamentos topográficos, batimétricos e aerofotogramétricos, formando-se assim um mosaico cartográfico heterogêneo, porém, com um nível de precisão e integridade que atende as necessidades do projeto. Estas fontes de dados integram o elenco de informações provenientes de estudos anteriores desenvolvidos durante as etapas de inventário e viabilidade.

A verificação da qualidade das curvas de nível da restituição 1:10.000, em função dos levantamentos atualizados de campo na área dos canais, aumentou a confiabilidade dos dados altimétricos, bem como permitiu a verificação da precisão dos serviços de aerofotogrametria, principalmente nas áreas

cobertas por florestas, onde a qualidade dos levantamentos aerofotogramétricos se torna menos precisa devido à densa cobertura vegetal.

Os dados cartográficos integram os levantamentos executados pela empresa Xingu Cartografia, na região dos canais de adução e junção, e os levantamentos realizados no âmbito dos estudos de viabilidade.

- **Dados Hidrológicos e Hidráulicos**

- Dados climáticos observados na estação meteorológica de Altamira, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, onde foram utilizados os seguintes parâmetros climáticos: Temperatura do ar; Velocidade do vento; Umidade relativa do ar; Nebulosidade. A estação meteorológica de Altamira localiza-se nas coordenadas de 03° 12' de Latitude Sul e 51° 12' de Longitude Oeste e altitude de 74,04 m.
- Séries de vazões médias diárias. Considerou-se a série de vazões observadas na rede fluviométrica de interesse, conforme relação apresentada no **Quadro 3/1**.

QUADRO 3/1 - REDE DE ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DE INTERESSE

Código ANA	Estação	Curso d'água	OPER.	LAT.	LONG.	A.Dren. (km²)	Início oper.
18530000	São Miguel X-5	Xingu	Eletronorte	04°56'	52°51'	286.871	Jan/80
18700000	Pedra do Ó	Iriri	Eletronorte	04°32'	54°00'	123.827	Set/76
18850000	Altamira	Xingu	Eletronorte	03°12'	52°12'	446.203	Jan/71
18870000	Aldeia Bacajá	Bacajá	Desativada	04°54'	51°25'	12.389	Jul/76
18880000	Fazenda Cipaubá	Bacajá	Eletronorte	03°46'	51°31'	23.070	Nov/77

Fonte: HIDROWEB, ANA (www.ana.gov.br)

- Série de vazão média mensal gerada no local do aproveitamento de Belo Monte, abrangendo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2007, conforme consta do Anexo I da Resolução nº 740, de 06 de outubro de 2009 da Agência Nacional de Águas – ANA. A série de vazão é apresentada no **Quadro 3/2**.

QUADRO 3/2: SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS PARA A AHE BELO MONTE

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	6.720	15.603	15.024	28.377	21.385	11.156	3.204	1.615	1.063	1.531	2.414	4.409
1932	8.288	10.831	20.099	15.360	8.821	3.947	2.854	1.707	1.348	1.353	1.737	3.461
1933	5.586	13.325	16.684	19.387	16.123	6.687	2.589	1.242	846	1.233	2.173	3.482
1934	5.542	11.151	16.869	31.431	19.243	8.035	2.668	1.394	1.036	1.191	1.555	4.514
1935	12.456	14.571	18.767	32.162	18.893	12.845	3.215	1.653	1.143	678	1.496	4.709
1936	11.863	18.970	14.371	18.281	10.131	4.395	1.883	1.250	1.016	761	1.428	4.175
1937	4.365	5.908	10.586	20.528	11.789	5.276	2.947	1.763	1.392	1.272	1.633	3.254
1938	8.511	10.827	11.769	31.154	21.481	10.025	2.645	1.475	1.177	1.254	2.444	2.511
1939	14.508	19.005	21.863	19.728	11.199	6.848	3.631	1.789	1.276	1.201	1.966	5.070
1940	9.770	17.682	19.653	22.773	24.638	13.201	3.582	1.575	967	870	1.977	2.810
1941	6.375	8.629	15.461	22.046	12.661	5.666	2.106	1.259	995	1.565	2.010	4.004
1942	3.098	8.614	11.771	14.644	11.300	6.263	2.674	1.312	775	696	2.750	4.161
1943	12.879	22.803	42.442	12.371	10.528	4.674	2.589	1.559	834	888	1.835	3.518
1944	4.887	11.255	14.595	22.642	18.829	7.809	2.744	1.317	896	1.343	2.367	3.793
1945	6.312	14.656	14.112	35.764	26.952	14.061	2.694	1.358	894	1.171	1.846	3.370
1946	4.117	11.114	19.633	13.384	11.693	4.171	4.358	2.484	1.524	690	1.744	2.454
1947	8.182	14.766	17.296	35.119	23.249	11.207	2.547	1.221	872	1.709	1.968	4.532
1948	8.610	16.725	26.205	22.290	13.647	5.698	2.765	1.444	1.073	914	1.193	3.463
1949	15.085	19.731	23.408	12.747	11.413	4.727	3.122	1.729	1.262	997	1.793	3.179
1950	5.744	13.217	15.070	29.324	24.549	11.974	2.430	1.182	683	859	1.386	3.292
1951	7.424	9.566	14.444	9.564	8.404	4.309	3.368	1.666	1.218	1.006	1.583	3.401
1952	5.002	10.942	10.867	29.924	21.274	8.043	2.930	1.634	1.239	1.399	1.564	2.309
1953	6.801	15.791	15.205	31.488	23.729	12.380	2.914	1.469	967	1.886	2.973	5.430
1954	5.693	10.079	18.760	18.050	15.361	6.820	2.777	1.672	895	655	1.353	2.594
1955	7.872	14.756	15.835	25.487	27.575	14.775	2.884	1.268	778	1.047	2.377	3.378
1956	7.411	16.212	16.102	25.055	17.812	6.734	4.153	2.316	1.756	1.784	1.995	2.944
1957	15.483	18.112	23.328	29.031	17.053	11.594	2.722	1.399	967	584	1.290	4.058
1958	4.644	9.676	16.982	40.610	19.158	8.236	2.486	1.547	1.213	1.044	1.520	3.850
1959	8.384	13.447	22.444	22.341	17.334	7.857	3.218	1.612	1.129	614	1.174	3.778
1960	3.253	8.734	12.361	22.708	17.523	9.711	2.561	1.257	742	791	3.127	4.732
1961	7.448	20.711	28.301	11.301	8.721	4.833	2.889	1.417	837	482	1.906	2.884
1962	4.882	7.737	13.485	23.178	12.269	4.470	2.030	1.964	1.007	921	1.930	4.178
1963	8.472	10.916	16.482	13.775	12.105	6.207	2.683	1.327	970	716	1.127	2.422
1964	17.033	21.543	25.668	35.135	19.944	12.195	2.863	1.411	1.007	1.091	1.785	4.604
1965	6.208	14.334	16.126	27.236	16.080	6.931	2.764	1.705	1.450	1.084	1.544	3.875
1966	3.345	7.978	9.989	20.185	16.786	6.962	3.059	1.468	999	1.280	2.255	3.614
1967	6.377	8.354	9.610	41.621	23.626	14.447	2.518	1.240	885	798	1.307	3.370
1968	4.570	6.993	12.623	25.799	13.656	4.976	2.183	1.050	684	698	1.033	4.028
1969	7.112	10.120	14.059	15.284	12.068	5.015	1.854	915	425	380	560	1.176
1970	3.774	9.204	18.001	14.636	13.213	4.561	2.063	1.176	698	496	1.213	1.764
1971	2.522	6.337	9.585	14.133	11.270	6.045	2.682	1.315	752	693	2.650	4.144
1972	5.532	11.920	16.523	16.925	14.544	5.837	2.689	1.290	850	641	1.093	1.810
1973	4.338	6.938	14.297	19.675	17.302	7.434	3.667	2.209	1.144	1.422	2.841	5.631
1974	7.474	15.200	21.604	27.573	25.985	13.431	4.446	2.061	1.448	1.352	1.418	4.054
1975	7.372	15.322	19.342	20.860	18.047	8.518	3.845	1.870	1.046	735	1.148	2.817
1976	6.406	10.941	15.398	14.931	11.247	5.523	2.475	1.193	795	988	2.224	5.082
1977	9.206	15.586	18.518	17.358	19.405	10.062	4.498	1.977	1.175	1.503	3.303	4.850
1978	15.681	16.107	25.621	22.801	17.479	9.427	4.180	2.360	1.437	1.465	1.962	3.935

QUADRO 3/2: SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS PARA A AHE BELO MONTE

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1979	8.666	18.303	24.556	18.009	11.234	5.105	2.416	1.451	1.394	1.455	1.986	3.348
1980	8.258	15.542	30.200	21.559	10.510	4.372	2.271	1.413	1.072	1.119	1.576	4.126
1981	10.348	15.479	12.535	16.897	9.676	4.062	2.105	1.398	1.100	965	1.754	5.296
1982	10.087	23.290	28.311	21.711	17.471	7.184	3.378	1.843	1.317	1.854	1.989	2.725
1983	6.258	15.094	16.609	16.910	7.538	3.707	2.037	1.355	1.068	1.189	2.343	3.938
1984	6.847	9.563	13.533	19.397	19.100	7.517	3.087	1.581	1.303	1.375	2.562	3.386
1985	9.688	22.569	24.857	22.859	23.251	9.520	4.061	2.132	1.333	1.348	2.673	6.761
1986	16.328	18.760	22.578	20.716	14.760	6.667	3.309	1.844	1.426	2.146	4.047	4.294
1987	7.062	8.633	17.126	17.850	10.593	4.587	2.264	1.354	1.035	1.167	1.450	2.985
1988	7.200	10.431	19.275	20.819	16.692	7.321	3.284	1.645	1.114	1.156	2.142	7.120
1989	13.358	14.113	20.126	21.904	13.296	8.748	4.448	2.287	1.530	1.408	3.006	9.778
1990	17.948	13.564	22.254	18.137	10.799	5.292	2.757	1.874	1.250	1.357	1.878	2.861
1991	7.597	15.933	16.984	23.195	18.062	9.119	3.692	1.861	1.185	1.231	1.878	3.543
1992	6.751	14.080	17.538	19.152	11.683	4.874	2.352	1.451	1.193	1.501	2.069	5.364
1993	9.233	11.123	19.537	16.090	11.027	4.930	2.372	1.419	1.312	1.348	1.814	2.994
1994	11.106	18.103	23.477	22.538	15.418	7.193	4.402	2.111	1.458	1.357	1.512	3.598
1995	12.016	17.631	20.361	21.050	21.479	12.182	4.723	2.260	1.366	1.201	1.509	4.312
1996	10.460	12.357	16.231	18.060	16.710	6.697	2.940	1.629	1.150	1.128	1.965	3.600
1997	7.373	15.086	16.017	22.807	16.755	6.131	2.873	1.603	1.176	1.183	1.280	1.952
1998	3.731	5.668	9.887	9.843	6.605	2.880	1.421	911	710	717	1.383	3.653
1999	6.886	8.013	13.396	12.449	11.303	5.610	2.231	1.104	781	904	1.378	3.057
2000	10.644	15.970	22.007	22.075	13.606	5.428	2.838	1.674	1.177	1.533	2.664	6.322
2001	11.305	13.377	17.037	18.497	10.850	6.421	3.051	1.503	1.038	1.003	1.588	4.234
2002	11.562	12.412	12.067	13.079	7.567	4.375	1.835	1.161	810	879	1.396	1.986
2003	1.132	3.960	13.079	19.204	10.503	3.703	2.361	2.284	1.133	1.144	2.320	5.188
2004	7.981	13.031	28.219	27.700	14.720	6.698	3.306	1.894	1.368	1.313	2.446	3.699
2005	6.774	12.311	20.619	22.893	14.483	5.852	2.705	1.413	1.015	1.104	1.394	4.184
2006	11.102	13.229	19.592	25.123	24.596	11.794	4.113	2.048	1.172	1.238	2.660	3.889
2007	6.026	13.276	20.884	17.281	9.933	4.876	2.269	1.444	959	871	1.053	2.259
Máxima	17.948	23.290	42.442	41.621	27.575	14.775	4.723	2.484	1.756	2.146	4.047	9.778
Média	8.134	13.297	18.132	21.610	15.555	7.388	2.929	1.585	1.085	1.116	1.892	3.835
Mínima	1.132	3.960	9.585	9.564	6.605	2.880	1.421	911	425	380	560	1.176

Fonte: Resolução 740/2009 - ANA

- **Dados de Qualidade das Águas**

Compreendem os parâmetros de natureza química e física disponíveis em quatro campanhas de amostragens de qualidade da água, desenvolvidas no âmbito dos estudos do EIA do AHE Belo Monte, respectivamente nos seguintes períodos: janeiro, maio, setembro de 2007 e março de 2008, conforme pontos relacionados no **Quadro 3/3** e localização indicada na **Figura 3/1**.

QUADRO 3/3 - IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Ponto	Curso d'água	Local	Coordenadas UTM	
			Leste	Norte
RX09	Rio Xingu	Calha do Rio Xingu	321.696	9.575.504
RX08	Rio Xingu	Calha do Rio Xingu	322.924	9.580.174
RX19	Rio Xingu	Calha do Rio Xingu	346.981	9.597.715
RX01	Rio Xingu	Calha do Rio Xingu	364.567	9.622.460
RX02	Rio Xingu	Calha do Rio Xingu	367.873	9.642.564
RX18	Rio Xingu	Calha do Rio Xingu	369.016	9.645.307
RX03	Rio Xingu	Calha do Rio Xingu	393.609	9.621.881
PIMENTAL	Rio Xingu – sítio Pimental	Calha do Rio Xingu	395.955	9.691.993
IRI01	Rio Iriri	Trib. da Calha do Rio Xingu	318.199	9.578.553
PAN01	Igarapé Panelas	Trib. da Calha do Rio Xingu	363.419	9.642.198
PAN02	Igarapé Panelas	Trib. da Calha do Rio Xingu	362.587	9.642.191
ALT01	Igarapé Altamira	Trib. da Calha do Rio Xingu	366.435	9.645.980
ALT02	Igarapé Altamira	Trib. da Calha do Rio Xingu	364.918	9.646.170
AMB01	Igarapé Ambé	Trib. da Calha do Rio Xingu	367.261	9.646.183
AMB02	Igarapé Ambé	Trib. da Calha do Rio Xingu	367.145	9.646.750
IGLH	Igarapé Galhoso	Trib. da Calha do Rio Xingu	394.547	9.627.243
IGLH (M)	Ig. Galhoso Montante	Trib. da Calha do Rio Xingu	396.417	9.633.754
IDM	Igarapé Di Maria	Trib. da Calha do Rio Xingu	397.174	9.624.564
RESSACA	Rio Xingu	Volta Grande do Rio Xingu	395.716	9.605.109
FAZENDA	Rio Xingu – Ilha da Fazenda	Volta Grande do Rio Xingu	397.063	9.605.381
RX04	Rio Xingu	Volta Grande do Rio Xingu	398.892	9.604.506
RX20	Rio Xingu	Volta Grande do Rio Xingu	411.004	9.612.597
RX05	Rio Xingu	Volta Grande do Rio Xingu	419.119	9.611.979
RX06	Rio Xingu	Volta Grande do Rio Xingu	422.128	9.613.197
RX21	Rio Xingu	Volta Grande do Rio Xingu	416.888	9.632.498
RX17	Rio Xingu	Volta Grande do Rio Xingu	423.568	9.654.245
IITU	Igarapé Ituna	Trib. da Volta Grande do Rio Xingu	391.202	9.612.864
TI 03	Ig. Terra Índigena	Trib. da Volta Grande do Rio Xingu	414.875	9.603.900
BAC 01	Rio Bacajá	Trib. da Volta Grande do Rio Xingu	421.033	9.611.460
BAC 02	Rio Bacajá	Trib. da Volta Grande do Rio Xingu	423.488	9.608.353
PAQUIÇ.	Ig. Paquiçamba	Trib. da Volta Grande do Rio Xingu	412.047	9.632.445
PAQUIÇ.(M)	Ig. Paquiçamba Montante	Trib. da Volta Grande do Rio Xingu	396.324	9.638.657
TICARUCA	Ig. Ticaruca	Trib. da Volta Grande do Rio Xingu	418.045	9.632.970
RX11	Rio Xingu	Jusante da Casa de Força Principal	420.042	9.655.929
RX07	Rio Xingu	Jusante da Casa de Força Principal	412.421	9.657.260
RX14	Rio Xingu	Jusante da Casa de Força Principal	392.988	9.681.701
RX15	Rio Xingu	Jusante da Casa de Força Principal	387.534	9.688.205
RX16	Rio Xingu	Jusante da Casa de Força Principal	392.490	9.711.720
IGCO	Igarapé Cobal	Trib. a Jusante da Casa de Força	416.556	9.656.208
IGCO (M)	Igarapé Cobal	Trib. a Jusante da Casa de Força	416.230	9.656.499
TUC 01	Igarapé Tucuruí	Trib. a Jusante da Casa de Força	388.040	9.682.481
Lagoa Cajuí	Lagoa Marginal	Lagoa	400.120	9.683.151

Fonte: Campanhas de Qualidade da Água – EIA do AHE Belo Monte, 2009

-Dados de amostragens de qualidade das águas desenvolvidas no âmbito do Projeto Brasil das Águas e campanha realizada em agosto/2004 (período seco), conforme pontos relacionados no **Quadro 3/4**.

QUADRO 3/4 - IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Ponto	Curso d'água	Local	Coordenadas UTM	
			Norte	Leste
BDA-189	Rio Xingu	A jusante cidade de Altamira	368.448	9.645.070
BDA-221	Rio Xingu	A jusante da confluência com o rio Iriri	337.905	9.588.510
BDA-155	Rio Xingu	Porto de Moz	382.290	9.721.473

Fonte: Banco de dados do Projeto Brasil das Águas (www.brasildasaguas.com.br)

Inserir Figura 3/1

MAPA DE PONTOS DE AMOSTRAGEM DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

6365-EIA-DE-G92-006

- **Levantamento de Dados de Fitomassa**

Para o mapeamento e caracterização do uso do solo do AHE Belo Monte foi adotado um método de trabalho baseado na utilização de técnicas de interpretação automática e visual de produtos de sensoriamento remoto da área de estudo (fotografias aéreas panorâmicas de sobrevôo e imagens multiespectrais de satélite).

Os dados primários extraídos desses produtos foram consolidados a partir da análise integrada das informações coletadas nos trabalhos de campo pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e nos mapeamentos geomorfológicos e pedológicos que integram os estudos ambientais.

O sistema de classificação utilizado baseou-se no sistema fitogeográfico do IBGE (1991), proposto por (VELOSO, 1991) e adaptado às peculiaridades ambientais, produtivas e vegetacionais locais.

No mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal considerou-se a seguinte legenda:

- Vegetação Secundária
- Floresta Ombrófila Densa Aluvial
- Pastagem
- Pasto Sujo
- Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras
- Área Cultivada
- Área Urbana
- Extração Mineral
- Associação de Vegetação Secundária com Área Cultivada
- Povoados ou Estruturas Urbanas
- Reservatório Artificial ou Áreas Alagadas

4. MONTAGEM DOS DADOS DE ENTRADA

A seguir são apresentadas as fases relativas à montagem dos dados de entrada do modelo matemático.

- **Compartimentação do Reservatório**

No processo de modelagem, o reservatório é representado por uma seqüência de células horizontais interligadas através de elementos de canais por onde veiculam as vazões e os constituintes químicos e bioquímicos.

Cada compartimento é representado como um reator homogêneo de mistura completa, ambiente onde processam as cinéticas e as transformações dos componentes limnológicos presentes no meio líquido e aqueles decorrentes da incorporação e biodegradação da biomassa inundada.

No processo de segmentação do reservatório do AHE Belo Monte, adotaram-se dois compartimentos principais:

- Compartimento do reservatório do rio Xingu acompanhando seu curso, representado por quatro segmentos subsequentes com conformação encaixada denominadas respectivamente X-01 a X-04. No segmento X-04, situado mais a jusante, uma parte das águas veiculadas no rio Xingu será destinada preferencialmente à manutenção da vazão ecológica a jusante no Trecho de Vazão Reduzida ou dirigida às estruturas vertentes quando ocorre excedente hídrico. Outra parte será desviada para o reservatório dos Canais que conduzirão as águas à Casa de Força Principal do AHE Belo Monte. Cada segmento de canal está associado a uma bacia contribuinte lateral identificada como B-01 a B-04. O compartimento do reservatório do Xingu deverá operar preferencialmente na cota 97,00 m.
- Compartimento do reservatório de Canais. No processo de segmentação da área desse reservatório, procurou inicialmente identificar os setores onde o fluxo d'água se processa de maneira preferencial. Nesta atividade utilizou-se o modelo de simulação hidrodinâmico bidimensional MIKE 21 da DHI, que forneceu, como um dos resultados da modelagem matemática, mapa contendo as linhas de fluxo que ocorrerão na área do futuro reservatório, conforme ilustrado na **Figura 4.1**.

As análises permitiram compartimentar o reservatório em 11 segmentos, identificadas como C-01 a C-11, sendo que oito segmentos representam o curso do canal principal, onde o escoamento se processa de maneira preferencial. Quatro segmentos representam os braços laterais remansados do reservatório, onde fluxo d'água se processa de forma mais lenta. Cada compartimento de canal está associado a uma bacia contribuinte lateral identificada como B-05 a B-15. No compartimento do reservatório de canais, os níveis d'água operacionais poderão variar entre as cotas 96,00 e 97,00 m.

Na **Figura 4/2** é apresentado o esquema topológico geral adotado na modelagem matemática.

Na **Figura 4/3** é apresentado um mapa abrangendo os reservatórios do rio Xingu e dos Canais com a respectiva divisão em parcelas de segmentos. Na **Figura 4/4** é particularizada com mais detalhes a área do reservatório de canais.

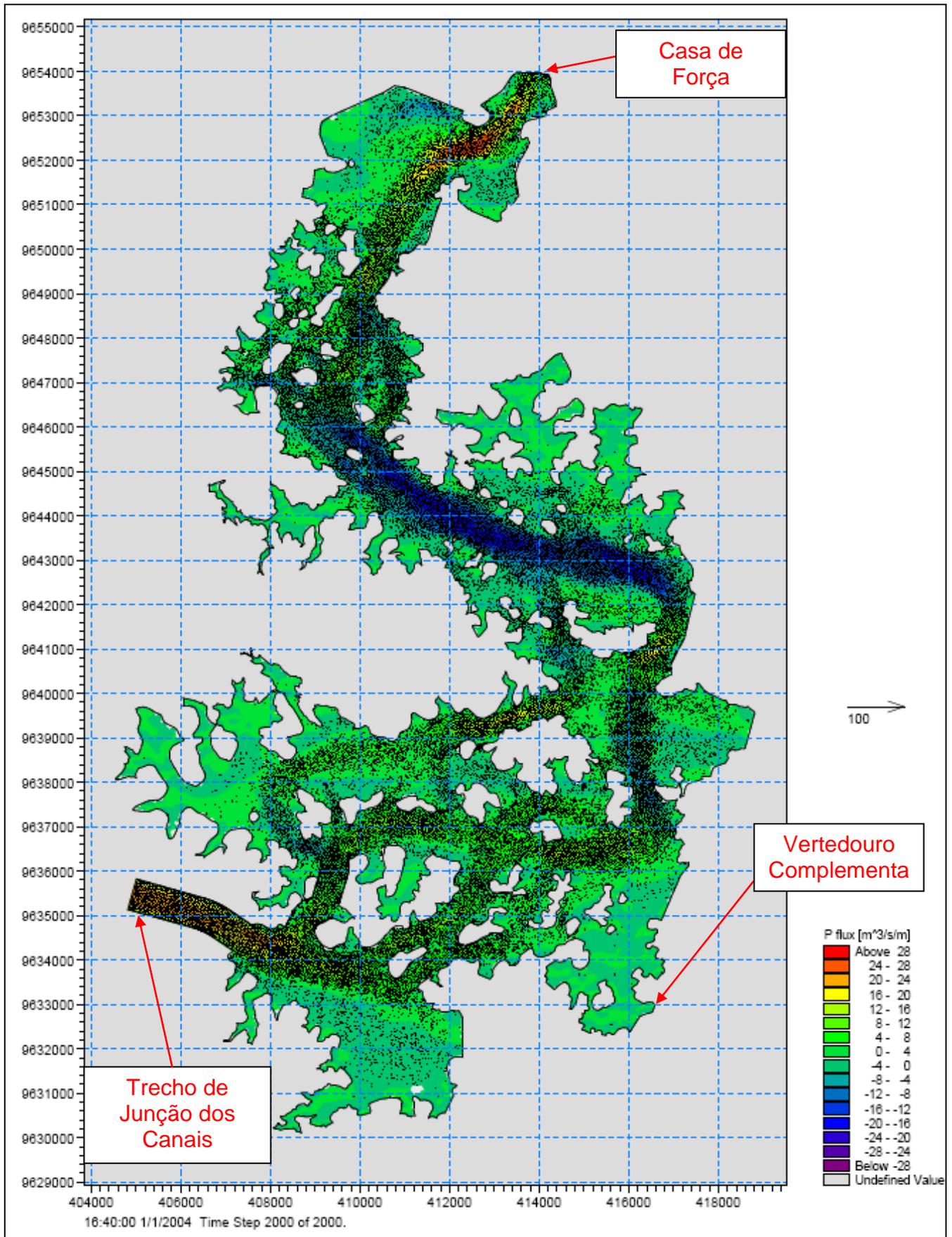


FIGURA 4/1 - FLUXO DE VAZÕES NO RESERVATÓRIO DE CANAIS ENTRE O TRECHO DE JUNÇÃO E A CASA DE FORÇA PRINCIPAL – MODELO MIKE 21

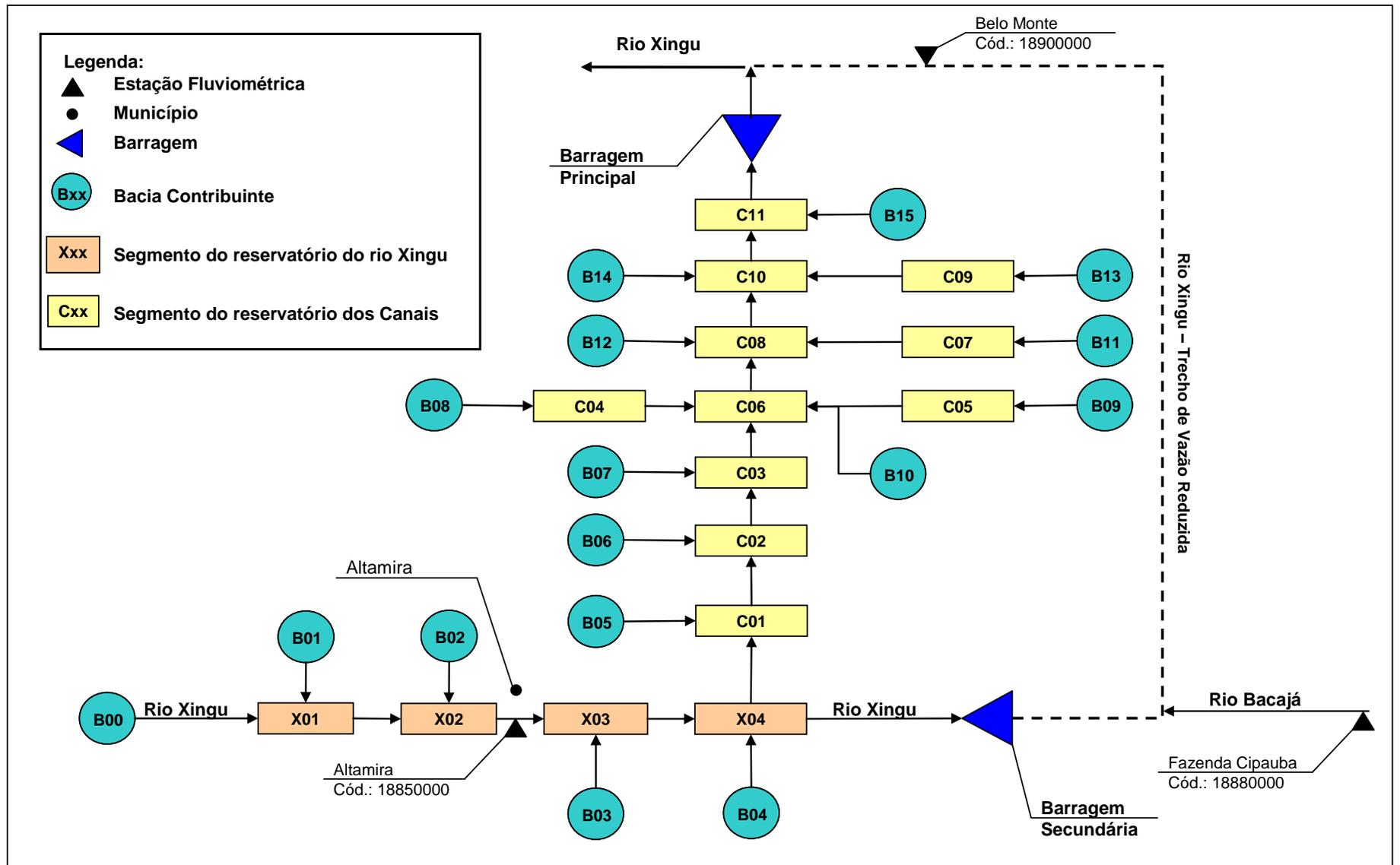


FIGURA 4/2 - ESQUEMA TOPOLÓGICO DA AHE BELO MONTE

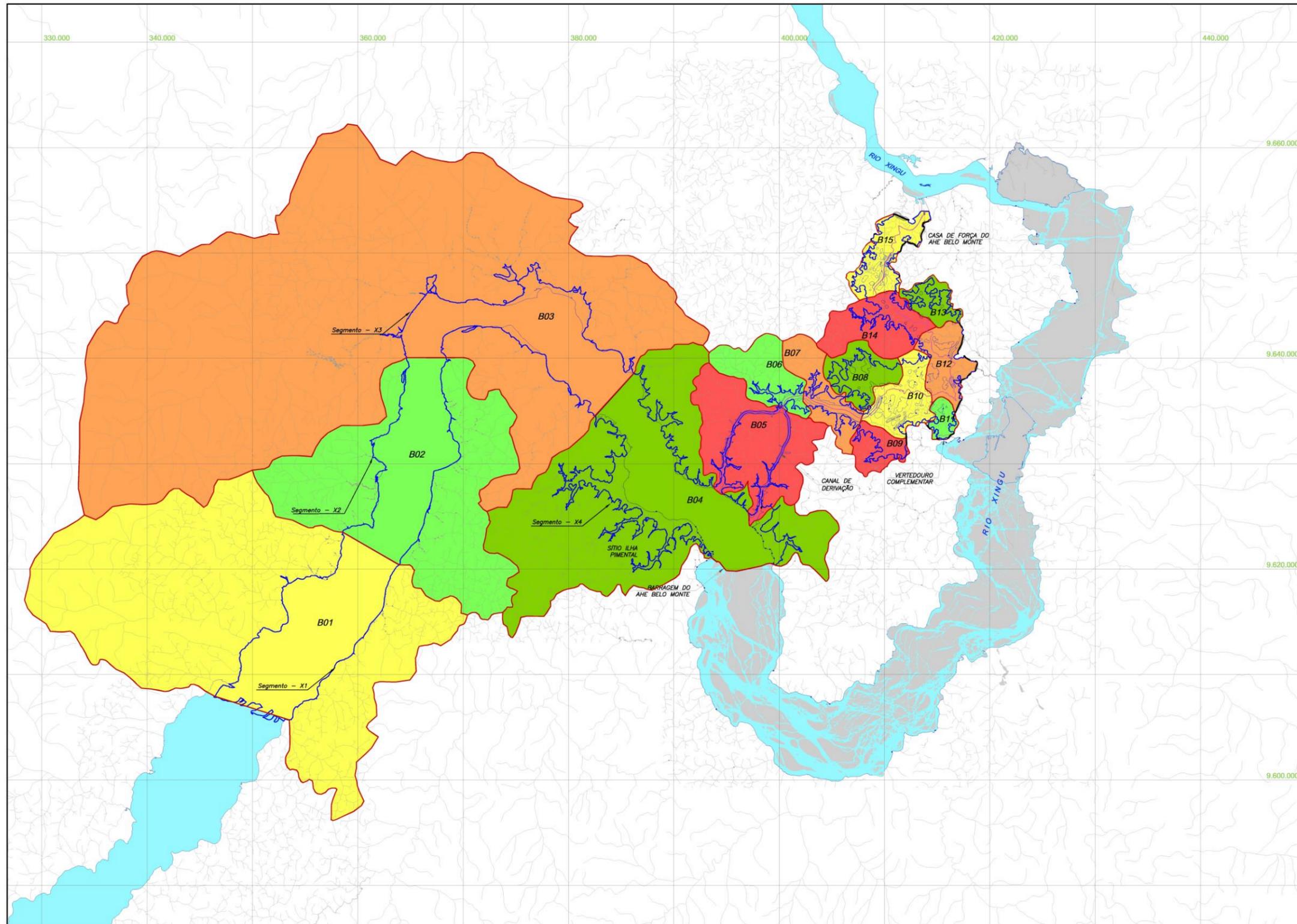


Figura 4/3 - Parcelas de segmentos dos reservatórios do Xingu e dos Canais

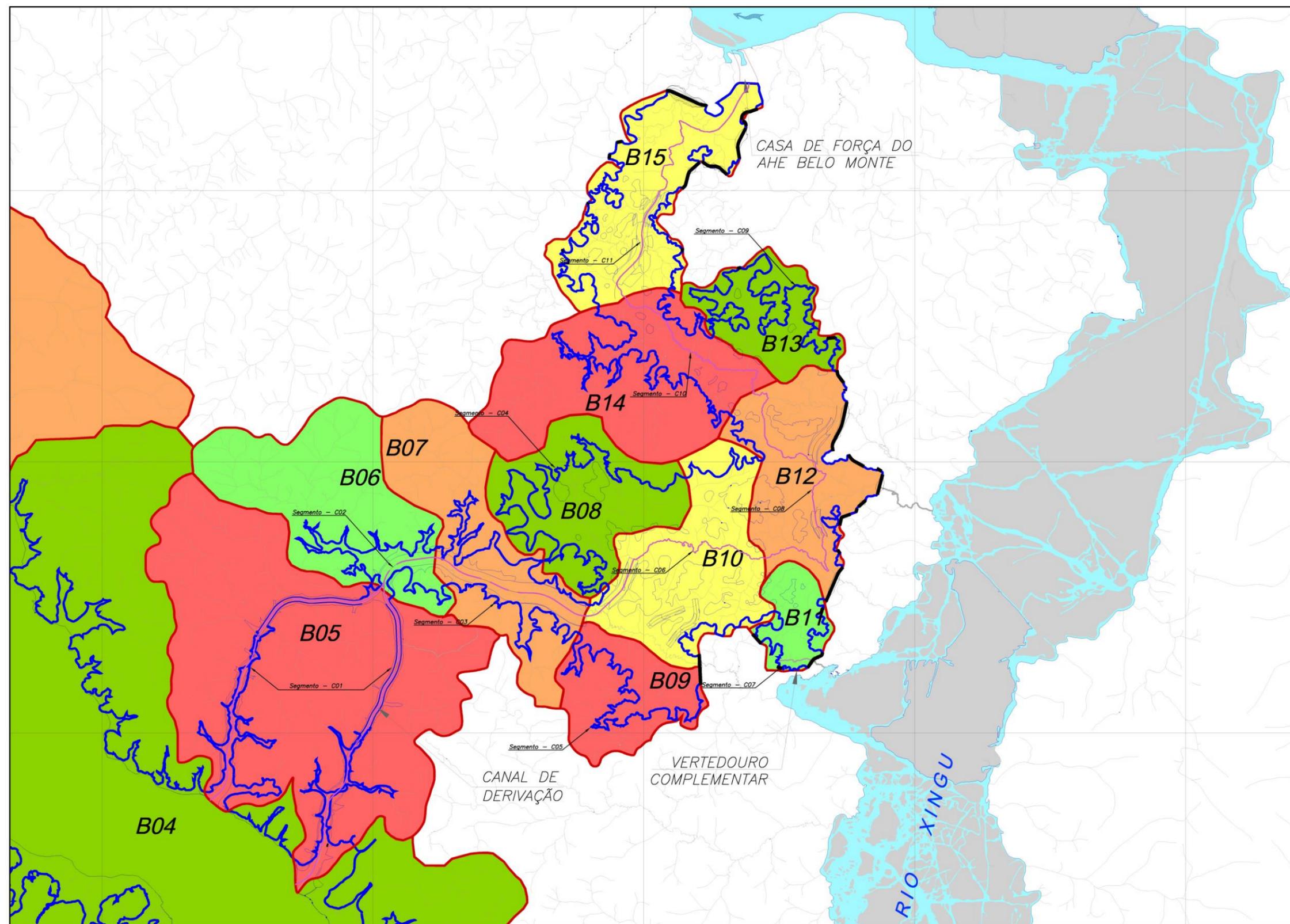


Figura 4/4 – Detalhe das parcelas de segmentos do Reservatório dos Canais

- **Modelagem Hidráulica**

- **Dados Hidráulicos do Reservatório**

A definição dos dados de entrada do modelo hidráulico baseou-se fundamentalmente nos elementos geométricos e hidráulicos extraídos da restituição aerofotogramétrica e dos levantamentos topobatimétricos de seções transversais, disponibilizadas em formato DWG.

Para a definição destes parâmetros utilizaram-se os recursos disponíveis do software AutoCAD e de programas utilitários de tratamento numérico, que permitiu a compilação e a formatação dos dados de entrada da modelagem.

Como insumo de entrada, o modelo hidráulico admite dados característicos de cada segmento considerado na modelagem do reservatório, representado através de pares de pontos relacionando à cota do nível d'água e a respectiva área da superfície líquida ocupada.

Os valores das relações cota-área-volume do espelho d'água são apresentados nos **Quadros 4/1 a 4/4**.

Os canais virtuais, interligando os vários segmentos, são retratados através de uma variável denominada condutância, definida também a partir de pares de pontos relacionadas à cota do nível d'água. A estimativa destes dados é realizada através da seguinte expressão:

$$K_{ij} = A_{ij} * RH_{ij}^{2/3} / (n * \Delta X_{ij}^{1/2})$$

Onde:

A_{ij} = área da seção transversal do canal virtual em função da cota do N.A., em m²;

RH_{ij} = raio hidráulico para uma dada cota, em m;

n = coeficiente de rugosidade da fórmula de Manning e

ΔX_{ij} = distância entre os centros dos segmentos i e j em m.

QUADRO 4/1 – CURVAS COTA-ÁREA-VOLUMES DOS SEGMENTOS

Cota (m)	Xingu 1		Xingu 2		Xingu 3		Xingu 4	
	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Área (km ²)	Volume (hm ³)
85	18,7	26,1	11,6	113,3	20,2	22,8	22,9	15,1
90	46,1	182,0	28,6	211,3	49,8	191,3	56,5	206,0
95	79,3	491,4	49,3	403,9	85,8	525,9	97,3	585,5
97	98,2	620,9	61,0	477,4	106,2	666,3	120,5	745,5

QUADRO 4/2 – CURVAS COTA-ÁREA-VOLUMES DOS SEGMENTOS

Cota (m)	Canal 1		Canal 2		Canal 3		Canal 4	
	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Área (km ²)	Volume (hm ³)
70	-	-	-	-	-	-	0,3	1,8
75	-	-	-	-	0,0	0,0	1,7	6,2
80	3,1	7,7	-	-	1,2	2,1	4,5	21,4
85	5,6	28,7	0,2	5,6	2,7	11,4	7,6	50,3
90	6,2	58,3	1,5	9,6	4,9	30,1	10,0	94,4
95	6,8	90,9	3,3	21,3	7,0	59,5	12,5	150,8
97	7,0	111,3	4,1	30,5	7,8	79,0	13,5	187,9

QUADRO 4/3 – CURVAS COTA-ÁREA-VOLUMES DOS SEGMENTOS - continuação

Cota (m)	Canal 5		Canal 6		Canal 7		Canal 8	
	Área (km ²)	Volume (hm ³)						
60	-	-	-	-	-	-	1,8	36,1
65	-	-	0,1	1,7	0,3	0,6	5,2	52,5
70	-	-	2,9	7,8	1,0	3,8	6,0	80,5
75	0,3	1,1	4,8	26,8	1,4	9,8	5,3	108,7
80	1,8	5,8	9,9	62,6	2,7	19,8	7,8	141,4
85	3,7	18,8	13,9	119,3	3,8	35,2	12,4	187,6
90	5,3	41,3	16,6	196,5	4,5	56,3	16,0	260,4
95	7,0	72,0	19,4	287,0	5,2	80,8	19,6	350,1
97	7,6	92,1	20,5	347,4	5,5	97,3	21,0	415,3

QUADRO 4/4 – CURVAS COTA-ÁREA-VOLUMES DOS SEGMENTOS – continuação

Cota (m)	Canal 9		Canal 10		Canal 11	
	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Área (km ²)	Volume (hm ³)
60	0,1	2,7	0,1	2,9	2,7	54,4
65	0,6	4,4	1,3	6,0	5,3	73,4
70	1,1	8,5	2,5	15,2	7,1	104,1
75	1,7	15,2	3,3	29,7	7,1	139,7
80	3,4	27,5	6,2	53,2	12,2	187,5
85	5,4	48,1	8,3	87,6	13,8	247,1
90	6,9	79,1	9,6	133,0	18,9	331,1
95	8,5	117,7	10,8	184,2	21,5	433,0
97	9,1	143,8	11,3	219,3	22,5	507,0

Integrando os segmentos participantes do processo de modelagem resulta a curva cota-área-volume dos reservatórios de Belo Monte conforme apresentado no Quadro 4/5.

QUADRO 4/5 - CURVA COTA-ÁREA-VOLUME DO RESERVATÓRIO

Cota (m)	Área (km ²)	Volume (m ³ * 10 ⁶)
60	4,8	96,2
65	12,8	138,5
70	20,8	221,6
75	25,6	337,2
80	52,8	529,0
85	150,8	1.017,0
90	281,5	2.080,8
95	433,3	3.854,1
97	516,0	4.802,3
100	663,2	6.566,4

- Definição das Vazões Afluentes aos Reservatórios

As vazões afluentes aos reservatórios foram definidas a partir das vazões médias mensais de longo termo, tendo por base dados das séries históricas registradas nas estações fluviométricas de interesse listadas no **Quadro 3/1**.

Para os cursos d'água afluentes lateralmente aos reservatórios, foram utilizados os dados disponíveis da estação fluviométrica de Fazenda Cipaubá, operada pela ANA e implantada no rio Bacajá.

Os valores de vazões apurados neste curso d'água, expressos através de seus valores específicos em l/s/km, foram irradiados para os cursos tributários vizinhos afluentes, compondo desta forma as séries de vazões médias mensais laterais afluentes aos reservatórios.

As vazões afluentes a montante do reservatório do Rio Xingu foram compostas a partir das vazões médias mensais de longo termo definidas para o eixo de Belo Monte, conforme valores apresentados no **Quadro 3/2**.

No Quadro 4/6 estão relacionados os cursos d'água considerados na modelagem, onde são identificados os segmentos e a respectiva área de drenagem contribuinte.

QUADRO 4/6 – ÁREA DAS BACIAS CONTRIBUINTES DOS SEGMENTOS

Bacia Contribuinte	Local	Área (km²)
B01	Reservatório do rio Xingu	659,8
B02	Reservatório do rio Xingu	339,3
B03	Reservatório do rio Xingu	1.203,1
B04	Reservatório do rio Xingu	398,7
B05	Reservatório de Canais	104,5
B06	Reservatório de Canais	38,7
B07	Reservatório de Canais	34,8
B08	Reservatório de Canais	29,4
B09	Reservatório de Canais	18,1
B10	Reservatório de Canais	32,2
B11	Reservatório de Canais	8,2
B12	Reservatório de Canais	26,8
B13	Reservatório de Canais	16,2
B14	Reservatório de Canais	44,0
B15	Reservatório de Canais	31,2

No **Quadro 4/7** são discriminados os dados de vazões médias mensais afluentes lateralmente a cada segmento do reservatório, considerando-se um padrão sazonal médio de vazão.

QUADRO 4/7 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS AFLUENTES (m³/s)

SEG	Curso d'água											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
B01	12,47	18,88	24,34	19,19	14,50	6,46	3,26	2,05	1,76	2,83	4,29	7,09
B02	6,41	9,71	12,52	9,87	7,46	3,32	1,68	1,05	0,91	1,46	2,21	3,65
B03	22,74	34,42	44,38	34,99	26,44	11,79	5,95	3,73	3,22	5,16	7,82	12,93
B04	7,54	11,41	14,71	11,60	8,76	3,91	1,97	1,24	1,07	1,71	2,59	4,29
B05	1,98	2,99	3,85	3,04	2,29	1,02	0,52	0,33	0,28	0,45	0,68	1,13
B06	0,73	1,11	1,43	1,13	0,85	0,38	0,19	0,12	0,10	0,17	0,25	0,42
B07	0,66	1,00	1,28	1,01	0,76	0,34	0,17	0,11	0,09	0,15	0,23	0,37
B08	0,56	0,84	1,08	0,86	0,65	0,29	0,15	0,09	0,08	0,13	0,19	0,32
B09	0,34	0,52	0,67	0,53	0,40	0,18	0,09	0,06	0,05	0,08	0,12	0,19
B10	0,61	0,92	1,19	0,94	0,71	0,32	0,16	0,10	0,09	0,14	0,21	0,35
B11	0,15	0,23	0,30	0,24	0,18	0,08	0,04	0,03	0,02	0,04	0,05	0,09
B12	0,51	0,77	0,99	0,78	0,59	0,26	0,13	0,08	0,07	0,12	0,17	0,29
B13	0,31	0,46	0,60	0,47	0,36	0,16	0,08	0,05	0,04	0,07	0,11	0,17
B14	0,83	1,26	1,62	1,28	0,97	0,43	0,22	0,14	0,12	0,19	0,29	0,47
B15	0,59	0,89	1,15	0,91	0,69	0,31	0,15	0,10	0,08	0,13	0,20	0,34

- **Modelo de Qualidade da Água**

Na montagem dos dados de entrada foram definidos os seguintes tipos de informações:

- ✓ Condições de contorno para as variáveis bioquímicas;
- ✓ Carga pontual gerada pela população urbana de Altamira;
- ✓ Dados hidrológicos e climatológicos;
- ✓ Dados relativos à densidade de carbono biodegradável;
- ✓ Constantes das equações cinéticas relativas aos ciclos dos nutrientes e do oxigênio dissolvido e
- ✓ Taxas de biodegradação da fitomassa inundada.

As variáveis temporais relativas aos níveis d'água e o fluxo de vazões entre segmentos são supridas pelo modelo de simulação hidráulico.

- Variáveis Bioquímicas

Como condições de contorno, utilizaram-se dados obtidos das quatro campanhas de qualidade da água desenvolvidas respectivamente em janeiro, maio e setembro de 2007 e março de 2008, conforme explicitado no **Quadro 4/8** e dados das campanhas do Projeto Brasil das Águas apresentados no **Quadro 4/9**.

QUADRO 4/8 - CAMPANHAS DE AMOSTRAGENS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Parâmetro	RX09				RX08			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	30,60	30,00	31,80	27,40	30,50	28,80	31,20	27,00
PH	7,19	6,35	6,32	5,98	6,92	6,43	6,18	5,80
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,46	7,82	6,65	6,51	7,52	8,08	6,78	7,18
DBO ₅ (mg/l)	4,51	1,57	1,45	nd	3,99	1,67	1,68	nd
Fósforo Total (ug/L)	23,10	16,65	18,45	25,81	24,84	21,97	13,71	25,06
Nitrato (ug/L)	2672,36	404,89	57,28	204,74	98,83	128,48	144,94	274,87
Amônia (ug/L)	104,92	46,82	7,42	68,99	11,75	3,41	91,69	18,54
Parâmetro	RX19				RX01			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	-	30,10	32,30	27,50	30,80	30,00	31,30	27,40
PH	-	6,29	6,15	6,04	7,24	6,43	6,30	6,15
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	-	7,82	6,75	6,89	7,86	7,80	6,93	7,22
DBO ₅ (mg/l)	-	1,88	1,85	nd	4,35	1,87	1,88	nd
Fósforo Total (ug/L)	-	20,23	15,61	15,90	20,65	25,23	15,71	37,71
Nitrato (ug/L)	-	458,44	8,99	2264,81	3,43	416,51	201,16	435,51
Amônia (ug/L)	-	13,66	0,00	16,32	32,31	9,75	0,53	31,90
Parâmetro	RX02				RX18			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	30,50	30,00	30,20	27,70	-	29,40	31,20	27,50
PH	7,18	6,19	5,80	6,00	-	5,99	5,70	5,67
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,65	7,20	6,95	7,49	-	7,28	6,36	6,92
DBO ₅ (mg/l)	4,01	1,12	1,46	nd	-	2,07	1,75	nd
Fósforo Total (ug/L)	17,84	16,45	22,58	19,26	-	22,10	18,61	22,87
Nitrato (ug/L)	128,51	181,48	83,28	2305,40	-	776,47	10,68	862,16
Amônia (ug/L)	308,46	3,41	23,85	125,36	-	31,21	4,77	85,31
Parâmetro	RX03				PIMENTAL			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	30,10	30,20	31,00	27,40	-	-	30,30	27,20
PH	7,20	6,34	6,15	5,45	-	-	6,20	5,01
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,78	8,08	7,18	7,05	-	-	7,25	7,31
DBO ₅ (mg/l)	3,89	1,54	1,78	nd	-	-	2,20	nd
Fósforo Total (ug/L)	19,39	20,77	12,55	25,26	-	-	24,23	30,19
Nitrato (ug/L)	8,83	36,53	1294,83	84,38	-	-	8342,20	127,87
Amônia (ug/L)	12,17	8,29	73,14	25,22	-	-	310,03	14,84
Parâmetro	IRI01				PAN01			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	30,50	28,60	31,10	26,90	27,50	26,90	27,00	25,90
PH	7,17	6,39	6,20	5,50	6,68	5,90	5,35	5,98
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,31	7,96	6,90	6,99	7,92	7,04	7,57	6,56
DBO ₅ (mg/l)	3,98	2,58	1,99	4,58	4,35	1,13	0,39	15,75
Fósforo Total (ug/L)	27,26	24,32	69,84	35,39	5,74	9,23	22,74	23,03
Nitrato (ug/L)	1870,18	315,59	231,51	182,75	3017,31	74,94	132,67	790,52
Amônia (ug/L)	141,01	15,12	5,83	33,38	232,50	3,90	0,53	34,12
Parâmetro	PAN02				ALT01			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	27,80	26,90	27,70	25,90	30,30	26,40	26,70	25,90
PH	6,78	6,34	5,48	5,80	6,95	6,02	5,57	5,98

QUADRO 4/8 - CAMPANHAS DE AMOSTRAGENS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Oxigênio Dissolvido (mg/l)	8,30	7,18	7,60	6,20	7,45	6,10	7,01	5,98
DBO ₅ (mg/l)	5,25	1,90	0,49	6,70	4,71	3,71	0,66	17,94
Fósforo Total (ug/L)	13,52	12,13	19,84	39,29	23,90	43,74	46,13	53,13
Nitrato (ug/L)	157,19	3997,62	144,66	7268,43	25,85	1779,88	277,36	1202,86
Amônia (ug/L)	13,42	13,17	83,74	442,85	30,64	111,69	166,94	166,16

Parâmetro	ALT02				AMB01			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	27,50	26,50	26,80	26,00	26,60	26,20	26,50	26,90
PH	7,19	6,35	6,32	5,98	6,92	6,43	6,18	5,80
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	6,78	6,54	6,80	6,28	6,45	5,82	7,14	4,67
DBO ₅ (mg/l)	4,30	2,48	0,71	12,03	4,36	2,10	2,10	14,01
Fósforo Total (ug/L)	11,00	13,97	15,84	27,65	9,19	12,71	11,65	17,23
Nitrato (ug/L)	89,46	604,02	91,39	140,20	8,23	7,87	11,45	2369,84
Amônia (ug/L)	8,39	19,02	20,67	12,61	22,24	13,66	0,53	243,31
Parâmetro	AMB02				IGLH			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	28,10	28,70	27,60	26,60	28,10	27,20	26,40	26,90
PH	nd	6,29	6,15	6,04	7,24	6,43	6,30	6,15
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,40	6,30	7,29	6,18	8,22	7,80	8,30	9,00
DBO ₅ (mg/l)	3,73	nd	1,90	18,54	3,78	2,60	2,85	nd
Fósforo Total (ug/L)	7,26	8,19	19,48	6,74	21,23	27,74	41,77	27,87
Nitrato (ug/L)	13,83	280,77	13,20	79,33	4111,35	121,84	284,52	60,72
Amônia (ug/L)	16,37	9,27	1,06	24,48	457,44	15,12	27,56	81,60
Parâmetro	IGLH (M)				IDM			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	29,90	29,70	29,00	26,00	30,40	29,70	25,90	27,20
PH	7,18	6,19	5,80	6,00	nd	5,99	5,70	5,67
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,64	7,96	6,75	5,73	7,80	8,45	8,40	6,87
DBO ₅ (mg/l)	3,02	3,10	3,21	nd	4,10	1,95	2,01	nd
Fósforo Total (ug/L)	63,77	37,10	47,19	28,55	21,32	20,42	34,71	32,52
Nitrato (ug/L)	14,50	778,36	33,03	27,15	13,25	136,06	157,91	94,87
Amônia (ug/L)	5,88	0,98	7,42	42,28	31,06	1,95	3,18	11,13
Parâmetro	RESSACA				FAZENDA			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	-	-	30,50	27,10	-	-	30,60	27,60
PH	7,20	6,34	6,15	5,45	-	-	6,20	5,01
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	-	-	7,06	5,63	-	-	7,03	6,35
DBO ₅ (mg/l)	-	-	1,99	nd	-	-	1,78	0,07
Fósforo Total (ug/L)	-	-	9,94	19,19	-	-	16,35	35,94
Nitrato (ug/L)	-	-	15,62	nd	-	-	970,47	1473,93
Amônia (ug/L)	-	-	0,53	336,77	-	-	60,95	94,95
Parâmetro	RX04				RX20			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	30,50	30,20	31,00	27,80	-	29,90	30,50	26,80
PH	7,17	6,39	6,20	5,50	-	6,46	6,20	6,56
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,70	8,05	7,16	7,07	-	8,10	7,50	6,05
DBO ₅ (mg/l)	4,15	1,75	1,77	nd	-	1,86	1,76	nd

QUADRO 4/8 - CAMPANHAS DE AMOSTRAGENS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Fósforo Total (ug/L)	21,16	22,29	18,39	30,29	-	19,81	11,39	41,39
Nitrato (ug/L)	83,56	168,83	84,06	118,13	-	37,57	581,51	44,24
Amônia (ug/L)	28,54	3,90	2,65	17,06	-	2,44	35,51	14,84
Parâmetro	RX05				RX06			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	30,00	29,80	30,30	27,10	30,10	29,70	30,10	26,93
PH	7,09	6,45	6,12	6,60	7,24	6,53	6,20	6,61
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,53	8,07	7,27	5,75	7,47	8,13	7,42	6,56
DBO ₅ (mg/l)	4,26	1,89	1,95	nd	4,75	1,67	1,90	nd
Fósforo Total (ug/L)	19,16	18,03	13,87	28,39	22,81	23,97	25,35	24,10
Nitrato (ug/L)	13,76	1264,18	16,01	382,05	10,27	106,86	1,68	40,72
Amônia (ug/L)	5,88	54,14	0,00	45,99	11,33	0,98	0,00	15,58

Parâmetro	RX21				RX17			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	-	-	31,60	-	30,50	30,40	32,10	27,70
PH	-	-	6,42	-	7,39	6,54	6,47	6,99
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	-	-	7,15	-	8,39	8,94	7,60	7,35
DBO ₅ (mg/l)	-	-	1,57	-	4,78	1,99	2,01	nd
Fósforo Total (ug/L)	-	-	32,19	-	19,97	18,42	23,52	26,32
Nitrato (ug/L)	-	-	492,70	-	904,04	35,47	4984,15	7083,22
Amônia (ug/L)	-	-	4,24	-	112,89	19,02	235,31	324,91
Parâmetro	IITU				TI03			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	28,80	26,10	-	25,20	-	-	28,70	24,50
PH	6,84	6,12	-	5,72	-	-	5,86	6,56
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,51	7,98	-	6,88	-	-	7,50	6,05
DBO ₅ (mg/l)	3,45	1,69	-	nd	-	-	2,24	nd
Fósforo Total (ug/L)	40,50	34,52	-	67,13	-	-	64,71	20,58
Nitrato (ug/L)	1639,61	171,67	-	107,60	-	-	134,20	360,42
Amônia (ug/L)	97,36	3,90	-	9,64	-	-	0,53	8,90
Parâmetro	BAC01				BAC02			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	30,00	28,40	30,20	25,80	-	28,30	-	25,70
PH	7,55	6,40	6,21	6,96	-	6,41	-	6,85
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	6,86	8,30	7,32	6,61	-	8,09	-	6,25
DBO ₅ (mg/l)	3,54	1,89	1,65	nd	-	1,94	-	nd
Fósforo Total (ug/L)	51,87	48,97	41,13	62,19	-	37,35	-	56,65
Nitrato (ug/L)	2480,10	868,35	0,79	185,29	-	733,38	-	129,42
Amônia (ug/L)	203,54	9,27	1,59	11,13	-	21,46	-	9,64
Parâmetro	PAQUIÇ				PAQUIÇ (M)			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	-	-	26,90	-	30,80	27,00	26,40	24,80
PH	-	-	5,70	-	7,28	6,08	5,35	8,63
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	-	-	8,20	-	8,40	8,35	7,65	6,57
DBO ₅ (mg/l)	-	-	1,87	-	nd	nd	2,69	nd
Fósforo Total (ug/L)	-	-	58,10	-	13,29	27,13	47,45	18,35
Nitrato (ug/L)	-	-	255,19	-	35,69	584,43	64,04	741,62

QUADRO 4/8 - CAMPANHAS DE AMOSTRAGENS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Amônia (ug/L)	-	-	0,00	-	12,59	8,29	0,53	0,00
Parâmetro	TICARUCA				RX11			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	-	-	27,50	-	30,30	30,30	31,60	27,70
PH	-	-	5,85	-	7,21	6,55	6,41	6,88
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	-	-	7,85	-	8,56	9,20	7,89	7,15
DBO ₅ (mg/l)	-	-	1,67	-	5,01	2,05	1,66	nd
Fósforo Total (ug/L)	-	-	45,39	-	17,29	22,19	19,81	19,26
Nitrato (ug/L)	-	-	628,78	-	3437,56	39,73	23,67	1136,23
Amônia (ug/L)	-	-	3,18	-	262,71	0,98	0,00	123,14
Parâmetro	RX07				RX14			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	30,70	30,90	31,70	27,90	30,50	30,70	31,40	28,10
PH	7,12	6,25	6,30	6,73	7,21	6,54	6,25	6,68
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	8,55	8,90	7,78	6,99	8,25	8,72	7,70	5,87
DBO ₅ (mg/l)	4,62	2,11	2,00	nd	4,26	1,85	1,62	nd
Fósforo Total (ug/L)	14,32	15,13	15,32	20,42	15,74	15,26	11,61	45,19
Nitrato (ug/L)	4,86	22,66	156,74	879,19	117,18	315,14	1557,19	1072,35
Amônia (ug/L)	9,65	3,90	1,06	59,34	22,66	8,78	69,43	111,27

Parâmetro	RX15				RX16			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	30,60	30,30	31,70	28,20	29,80	30,40	31,90	28,50
PH	7,31	6,55	6,18	7,12	7,25	6,29	6,42	8,05
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	8,11	8,69	7,60	8,84	7,69	7,90	7,22	6,27
DBO ₅ (mg/l)	3,99	2,15	1,45	nd	4,99	1,75	1,70	nd
Fósforo Total (ug/L)	16,87	15,81	17,48	21,35	15,03	16,06	26,55	11,45
Nitrato (ug/L)	3,76	56,33	240,49	2494,00	6,32	9762,58	28,82	7263,56
Amônia (ug/L)	7,55	12,19	1,06	135,75	14,69	352,14	1,06	336,03
Parâmetro	IGCO				IGCO (M)			
	Data				Data			
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08
Temperatura da Água (°C)	-	28,40	32,30	27,70	-	-	27,50	-
PH	-	6,12	6,53	6,70	-	-	5,80	-
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	-	7,82	7,56	6,12	-	-	6,55	-
DBO ₅ (mg/l)	3,12	2,10	1,95	nd	-	2,85	2,65	-
Fósforo Total (ug/L)	-	31,65	18,55	23,87	-	-	48,27	-
Nitrato (ug/L)	-	120,25	25,76	173,39	-	-	26,74	-
Amônia (ug/L)	-	7,80	0,00	23,74	-	-	0,00	-
Parâmetro	TUC01							
	Data							
	Jan/07	Mai/07	Set/07	Mar/08				
Temperatura da Água (°C)	27,90	28,00	30,10	28,10				
PH	5,54	5,41	6,07	6,49				
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7,61	7,30	7,50	5,99				
DBO ₅ (mg/l)	3,66	2,56	2,35	nd				
Fósforo Total (ug/L)	10,06	10,45	17,06	15,81				
Nitrato (ug/L)	3691,70	408,17	441,49	9322,30				
Amônia (ug/L)	271,11	3,41	1,59	399,08				

Fonte: Campanhas de Qualidade da Água - EIA da AHE Belo Monte, 2009

QUADRO 4/9 - CAMPANHAS DE AMOSTRAGENS DO PROJETO BRASIL DAS ÁGUAS

Parâmetro	BDA-189	BDA-221	BDA-155
Data	Ago/2004	Ago/2004	Ago/2004
Temperatura da Água (°C)	30,30	30,04	30,67
PH	7,62	7,56	7,32
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	6,29	6,28	6,37
DBO ₅ (mg/l)	-	-	-
Fósforo Total (ug/L)	27,94	18,04	20,60
Nitrato (ug/L)	62,58	11,52	3,23
Amônia (ug/L)	0,00	0,529	0,00

Fonte: Banco de dados do Projeto Brasil das Águas (www.brasildasaguas.com.br)

- Carga Pontual da População Urbana de Altamira

A cidade de Altamira constitui pólo populacional da área dos estudos, contando com uma população atual de aproximadamente 68.665 habitantes.

Nestas condições, calcularam-se as cargas potenciais representada pelas parcelas de DBO, Fósforo e Nitrogênio e população residente prevista para o ano de 2013, conforme apresentado no **Quadro 4/10**.

QUADRO 4/10 – CARGAS PONTUAIS DO MUNICÍPIO DE ALTAMIRA

Parâmetro	Carga Específica (g/dia.hab)	População (ano 2013)	Carga Total (kg/dia)
DBO	54,00	100.621	5433,5
Fósforo	3,56	100.621	358,2
Nitrogênio	9,32	100.621	937,8

Fonte: Anexo II

- Densidade de Carbono Biodegradável

Na estimativa da densidade de carbono biodegradável, expressa em kg/m², consideraram-se as tipologias vegetais presentes na área do reservatório do rio Xingu e na área do reservatório dos Canais, conforme apresentado no **Quadro 4/11**.

QUADRO 4/11 – ÁREAS ABRANGIDA PELAS PRINCIPAIS TIPOLOGIAS VEGETAIS

Tipologia	Reservatório Principal (%)	Reservatório dos Canais (%)
Capoeira	1,13	3,10
Corpos d'água	58,00	0,00
Floresta	31,46	38,50
Pastagem	8,86	55,30
Pasto Sujo / Capoeirinha / área urbana	0,17	0,00
Agricultura	0,34	3,10

Fonte: LEME Engenharia – Ano 2009

Nas ações de desmatamento do reservatório é prevista a remoção de 100% da cobertura florestal da área correspondente ao Reservatório dos Canais e 50% da área do reservatório do rio Xingu, conforme preconizado no Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios.

Considerando os percentuais de cada tipologia nas ADA dos reservatórios, foram calculados os seguintes valores de carbono facilmente oxidável, adotados em todos os segmentos dos reservatórios, conforme apresentado no **Quadro 4/12**.

QUADRO 4/12 - CÁLCULO DO CARBONO BIODEGRADÁVEL DOS RESERVATÓRIOS

Reservatório do Rio Xingu	MO solo	Galhos	Folhas	Cascas	Serrapilheira	Total
Biomassa média (ton/ha)	2,45	24,11	6,26	4,35	2,24	39,41
Biomassa média (%)	6,2	61,2	15,9	11,0	5,7	100
C-oxidável (kg/m ²)	0,014(**)	0,045(*)	0,052	0,028	0,012	0,152
C-oxidável (%)	9,5	29,8	34,2	18,6	7,9	100
Reservatório dos Canais	MO solo	Galhos	Folhas	Cascas	Serap.	Total
Biomassa média (ton/ha)	4,40	32,12	2,75	2,23	2,81	44,31
Biomassa média (%)	9,9	72,5	6,2	5,0	6,3	100
C-oxidável (kg/m ²)	0,026(**)	0,060(*)	0,023	0,014	0,015	0,138
C-oxidável (%)	18,7	43,5	16,4	10,5	10,8	100

(*) considerou-se que apenas 35% dos galhos sejam degradados no curto prazo.

(**) considerou-se que 10% do carbono do solo seja reativo e uma profundidade de 10 cm.

- Constantes das Equações Cinéticas

As constantes das equações cinéticas relativas aos ciclos dos nutrientes e do oxigênio dissolvido adotado na modelagem são apresentadas no **Quadro 4/12**.

QUADRO 4/12 – CONSTANTES DAS EQUAÇÕES CINÉTICAS

Constante	Descrição	Valor	Unidade
K1320C	Nitrification rate at 20° C	0,10	1/day
K1320T	Temperature coefficient for k1320C	1,085	-
KNIT	half-saturation constant for nitrification-oxygen limitation	2,0	mg O2/L
K140C	Denitrification rate at 20° C	0,09	1/day
K140T	Temperature coefficient for K140C	1,045	-
KNO3	half-saturation const. for denitrification- oxygen limitation	2,0	mg O2/L
KIC	Saturated growth rate of phytoplankton at 20° C	0,2	1/day
KIT	Temperature coefficient for KIC	1,068	-
XKC	Cholorophyll extinction coefficient	0,017	m ² /mg chla
PHIMX	Maximum phosphorous quantum yield	720	mg C/mole
KMNGI	Nitrogen half-saturation const. for phytoplankton growth	0,025	mg N/L
KMPGI	Phosphorous half-saturation const. for phyto. growth	0,001	mg PO4/L
NCRB	Nitrogen-to-carbon ratio in phytoplankton	0,250	mg N/mg C
PCRB	phosphorus-to-carbon ratio in phytoplankton	0,025	mgPO4/mgC
KIRC	endogenous respiration rate of phytoplankton at 20° C	0,125	1/day
KIRT	temperature coefficient for KIRC	1,045	-
KID	non-predatory phytoplankton death rate	0,020	1/day
KPZDC	decomposition rate for phyto. in the sediment at 20° C	0,020	1/day
KPZDT	temperature coefficient for KPZDDC	1,08	-
KDC	BOD deoxygenation rate at 20° C	0,10	1/day
KDT	temperature coefficient	1,047	-
KDSC	decomposition rate for CBOD. in the sediment at 20° C	0,011	1/day
KDST	temperature coefficient	1,047	-
KBOD	half-satur. const. for carbon. Deoxygenation oxygen limit.	0,00	mg O2/L
OCRB	oxygen-to-carbon ratio in phytoplankton	2,67	mgO2/mg C
K2	reaeration rate at 20° C for entire water body	0,00	1/day
K1013C	mineralization rate of dissolved organic nitrogen at 20°C	0,020	1/day
K1013T	temperature coefficient for K1013C	1,02	-
KONDC	decomposition rate for organic nitrogen in the sediment	0,0004	1/day
KONDT	temperature coefficient	1,08	-
K58C	mineralization. rate of dissolved organic phosphorus at 20°C	0,22	1/day
K58T	temperature coefficient for K58C	1,08	-
KOPDC	decomposition. rate for organic phosphorus in the sediment	0,0004	1/day
KOPDT	temperature coefficient	1,08	-

As constantes das equações cinéticas relativas ao processo de biodegradação da fitomassa afogada do reservatório do Rio Xingu e reservatório dos Canais são apresentadas respectivamente nos **Quadros 4/13 e 4/14**. Os valores das constantes cinéticas foram baseados em resultados dos ensaios de consumo de matéria orgânica desenvolvida em laboratório.

QUADRO 4/13 - TAXAS DE BIODEGRADAÇÃO DA FITOMASSA INUNDADA – RES. DO RIO XINGU

Descrição	Valor	Unidade
Taxa de solubilização - condição aeróbica	0,749	1/dia
Taxa de solubilização - condição anaeróbica	0,348	1/dia
Taxa de oxidação material particulado - cond. aeróbica	0,251	1/dia
Taxa de oxidação material particulado - cond. anaeróbica	0,465	1/dia
Taxa de oxidação material dissolvido- cond. aeróbica	0,016	1/dia
Taxa de oxidação material dissolvido- cond. anaeróbica	0.003	1/dia
Razão nitrogênio- carbono	0.0287	mg N/mg C
Razão fósforo- carbono	0.0016	mg P/mg C

QUADRO 4/14 - TAXAS DE BIODEGRADAÇÃO DA FITOMASSA INUNDADA – RES. DOS CANAIS

Descrição	Valor	Unidade
Taxa de solubilização - condição aeróbica	0.757	1/dia
Taxa de solubilização - condição anaeróbica	0.362	1/dia
Taxa de oxidação material particulado - cond. aeróbica	0.243	1/dia
Taxa de oxidação material particulado - cond. anaeróbica	0.451	1/dia
Taxa de oxidação material dissolvido- cond. aeróbica	0.016	1/dia
Taxa de oxidação material dissolvido- cond. anaeróbica	0.003	1/dia
Razão nitrogênio- carbono	0.0287	mg N/mg C
Razão fósforo- carbono	0.0016	mg P/mg C

5. RESULTADOS MODELAGEM MATEMÁTICA

A seguir são apresentados os resultados das simulações, considerando a aplicação dos seguintes modelos matemáticos:

- Modelo de Operação Hidráulica do Reservatório. Através destas análises foram definidos os dados de vazões utilizados nos trabalhos de modelagem da qualidade da água;
- Modelo de Estratificação Térmica. Análise o comportamento hidrotérmico dos reservatórios do Rio Xingu e dos Canais, quanto à formação de compartimentos estratificados nas áreas dos futuros lagos;
- Modelo de Simulação da Qualidade da Água, onde serão analisadas as condições de qualidade da água dos reservatórios no período de enchimento e operação.

5.1. Modelo de Operação Hidráulica dos Reservatórios

No que se refere às características físicas e níveis operacionais dos reservatórios, adotaram-se os seguintes parâmetros:

- Nível d'água máximo normal a montante do reservatório do rio Xingu: 97,0 m;
- Nível d'água máximo maximum a montante do reservatório do rio Xingu: 97,5 m;

- Nível d'água mínimo normal a montante do reservatório do rio Xingu: 97,0 m;
- Nível d'água máximo normal a montante do reservatório dos canais: 97,0 m;
- Nível d'água mínimo normal a montante do reservatório dos canais: 96,0 m;
- Volume do reservatório do rio Xingu no nível d'água máximo normal: 2.510 hm³;
- Volume do reservatório dos canais no nível d'água máximo normal: 2.231 hm³;
- Vazão máxima turbinada: 13.900 m³/s (principal) + 2.277 m³/s (complementar);

A operação dos reservatórios deverá respeitar as seguintes condições gerais:

- a) Vazão mínima a ser mantida no reservatório dos canais: 300 m³/s;
- b) Vazões médias mensais a serem mantidas no trecho de vazão reduzida (TVR), alternando os hidrogramas A e B em anos consecutivos, conforme apresentado no **Quadro 5.1/1**.

QUADRO 5.1/1 - VAZÕES MÉDIAS A SEREM MANTIDAS NO TRECHO DE VAZÃO REDUZIDA (TVR)

Mês	Hidrograma A (m ³ /s)	Hidrograma B (m ³ /s)
Jan	1.100	1.100
Fev	1.600	1.600
Mar	2.500	4.000
Abr	4.000	8.000
Mai	1.800	4.000
Jun	1.200	2.000
Jul	1.000	1.200
Ago	900	900
Set	750	750
Out	700	700
Nov	800	800
Dez	900	900

- c) Caso, em dado mês, a vazão afluente for inferior à prescrita no **Quadro 5.1/1**, deve ser mantida vazão igual à afluente no TVR.
- d) O nível d'água mínimo do reservatório poderá ser reduzido para atender simultaneamente as condições expressas descritas nos itens (a) e (b), quando a vazão afluente for inferior à vazão prescrita para o TVR somada a 300 m³/s;
- e) A vazão instantânea no mês de outubro no TVR não poderá ser inferior a 700 m³/s, exceto caso a vazão afluente o seja;
- f) Nos meses de ascensão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à

vazão média prescrita para o mês anterior, exceto caso a vazão afluyente o seja;

- g) Nos meses de recessão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à vazão média prescrita para o mês seguinte, exceto caso a vazão afluyente o seja;
- h) Operação a fio d'água, com vazões defluyentes iguais às vazões afluyentes, com exceção dos períodos em que a vazão afluyente for inferior à vazão prescrita para o TVR somada a 300 m³/s e
- i) O início do enchimento do reservatório deverá ocorrer entre os meses de janeiro e junho, mantendo-se neste período, no Trecho de Vazão Reduzida, as vazões mínimas do Hidrograma B, constantes do **Quadro 5.1/1**.

- **Análise do Regime de Vazões**

Para a caracterização do regime sazonal de vazões utilizaram-se os dados de vazões médias mensais geradas no local do eixo do AHE Belo Monte.

Considerando-se as vazões médias mensais de longo termo geradas no período de janeiro de 1931 a dezembro de 2007, verifica-se a ocorrência de um semestre mais úmido compreendido de janeiro a junho, com máximas anuais verificadas geralmente no mês de abril, com vazões médias de 21.610 m³/s. O semestre mais seco compreende os meses de julho a dezembro e mínimas verificadas no mês de setembro, com vazão de 1.085 m³/s. A vazão média de longo período é de 8.047 m³/s.

Na **Figura 5.1/1** é apresentado o histograma de vazões médias mensais.

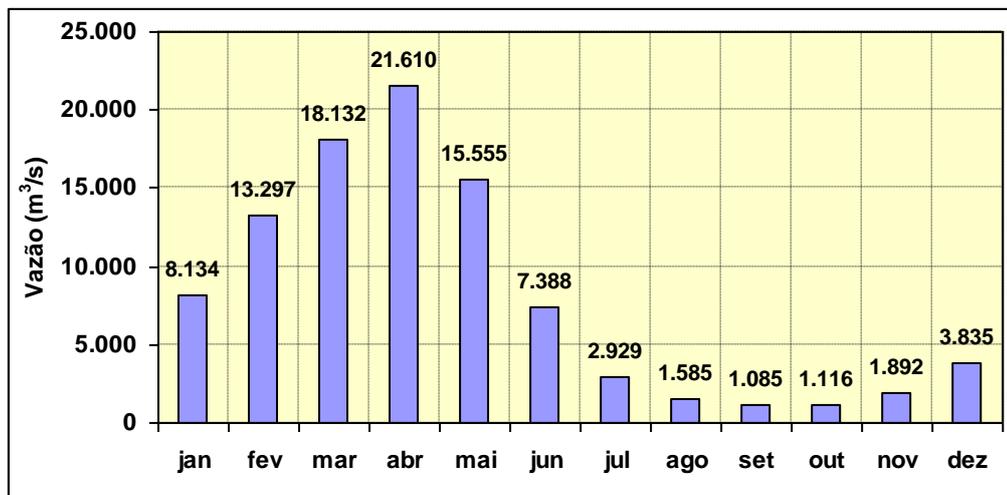


FIGURA 5.1/1 - HISTOGRAMA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

A mínima média mensal foi verificada em outubro de 1969, com uma vazão assinalada de 380 m³/s.

Na **Figura 5.1/2** é apresentado gráfico representativo da curva de permanência de vazão média mensal e no **Quadro 5.1/2** são indicados alguns valores de vazão permanente.

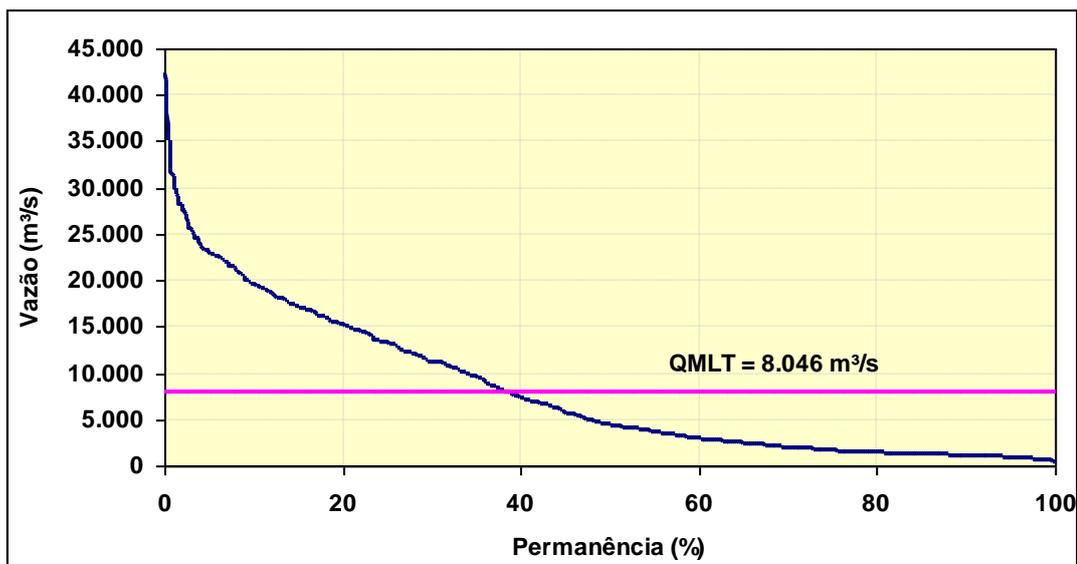


FIGURA 5.1/2 - CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÃO MÉDIA MENSAL

QUADRO 5.1/2 - PERMANÊNCIA DE VAZÃO MÉDIA MENSAL

Permanência (%)	Vazão (m³/s)	Permanência (%)	Vazão (m³/s)
5 %	23.178	65 %	2.454
10 %	19.633	70 %	1.986
15 %	17.126	75 %	1.645
20 %	15.205	80 %	1.421
25 %	13.296	85 %	1.280
30 %	11.270	90 %	1.143
35 %	9.610	95 %	911
40 %	7.411	96 %	871
45 %	5.744	97 %	795
50 %	4.446	98 %	717
55 %	3.692	99 %	678
60 %	2.940	100 %	380

No **Quadro 5.1/3** são apresentados os tempos de residência médio no reservatório do rio Xingu e no reservatório de canais. No curso do rio Xingu, aplicaram-se as vazões médias mensais de longo termo e no trecho do reservatório dos Canais foi obedecida a regra correspondente ao Hidrograma B.

QUADRO 5.1/3 - TEMPOS DE RESIDÊNCIA

Mês	Reservatório do Rio Xingu		Reservatório dos Canais	
	Vazão Afluente (m ³ /s)	Tempo de Residência (dias)	Reservatório de Canais (m ³ /s)	Tempo de Residência (dias)
Jan	8134	3,6	7.034	3,7
Fev	13297	2,2	11.697	2,2
Mar	18132	1,6	14.132	1,8
Abr	21610	1,3	13.610	1,9
Mai	15555	1,9	11.555	2,2
Jun	7388	3,9	5.388	4,8
Jul	2929	9,9	1.729	14,9
Ago	1585	18,3	685	37,7
Set	1085	26,8	335	77,1
Out	1116	26,0	416	62,1
Nov	1892	15,4	1.092	23,6
Dez	3835	7,6	2.935	8,8

Considerando-se o atendimento simultâneo do hidrograma de vazões no Trecho de Vazão Reduzida e manutenção de vazão mínima de 300 m³/s no reservatório dos Canais, é apresentado no **Quadro 5.1/4** o número de meses em que a disponibilidade hídrica não atende a estes requisitos. Como referência é apresentada também a vazão mínima mensal de cada mês identificada ao longo da série histórica de vazão.

QUADRO 5.1/4 - ANÁLISE DE NÃO ATENDIMENTO DA VAZÃO MÍNIMA REQUISITADA

Meses	Vazão Mínima Mensal (m ³ /s)	Vazão Mínima Requisitada		Número de Falhas de Atendimento	
		Hidrograma A	Hidrograma B	Hidrograma A	Hidrograma B
		+ 300 m ³ /s	+ 300 m ³ /s	+ 300 m ³ /s	+ 300 m ³ /s
Jan	1.132	1.400	1.400	1	1
Fev	3.960	1.900	1.900	0	0
Mar	9.585	2.800	4.300	0	0
Abr	9.564	4.300	8.300	0	0
Mai	6.605	2.100	4.300	0	0
Jun	2.880	1.500	2.300	0	0
Jul	1.421	1.300	1.500	0	1
Ago	911	1.200	1.200	8	8
Set	425	1.050	1.050	36	36
Out	380	1.000	1.000	29	29
Nov	560	1.100	1.100	4	4
Dez	1.176	1.200	1.200	1	1

Uma análise mais abrangente desta série de vazões é retratada no **Quadro 5.1/5**, onde se procurou a manter um escoamento mínimo no trecho de vazão reduzida de acordo com o padrão sazonal dos Hidrogramas A e B. A série de dados analisada representa a diversidade hidrológica de 77 anos ou 924 eventos de vazões mensais.

Na primeira parte da pesquisa é verificado o número de meses em que as vazões veiculadas para o reservatório dos Canais são atendidas, de forma a garantir uma vazão mínima de 300 m³/s. Nos casos de atendimento pleno, o nível d'água máximo normal do reservatório é mantido na cota 97,00 m. Na ocorrência de déficit hídrico é utilizada a água complementar armazenada no volume útil do reservatório (510,3 x 10⁶ m³) e o deplecionamento pode ocorrer entre os níveis operacionais estabelecidos de 96,00 m e 97,00 m.

Na segunda parte da pesquisa foi verificado o número de meses sequenciais em que não foi atendida a premissa de se manter a vazão mínima de 300 m³/s no reservatório dos Canais, mesmo com a operação de deplecionamento do reservatório, podendo, nos casos mais críticos, ocorrer vazão igual a zero.

QUADRO 5.1/5 - RESUMO DA PESQUISA DA BASE DE DADOS DE VAZÕES

Hidrograma	Número de Meses Atendidos		Número de Meses Sequenciais não Atendidos no Reservatório de Canais			
	Sem Deplecionamento do Reservatório	Com Deplecionamento do Reservatório	1 mês	2 meses	3 meses	4 meses
A	845	41	17	7	1	1
B	844	42	17	7	1	1

Obs.: Considerada a série histórica de janeiro de 1931 a dezembro de 2007.

Verifica-se que o atendimento de manutenção da vazão mínima de 300 m³/s no reservatório de canais, neste período de 77 anos, não é verificado em apenas 4,1 % do tempo.

Eventos de deplecionamento do reservatório do rio Xingu são verificados em 8,7% do tempo.

- **Formulação dos Cenários Alternativos de Vazões**

Visando os trabalhos de modelagem matemática, são definidos a seguir dois cenários alternativos de vazão afluente:

- **Cenário 01**, considerando a ocorrência de um ano hidrológico médio. Nestas condições é adotado o padrão de vazão média mensal identificada ao longo da série histórica. No **Quadro 5.1/6** são apresentados os valores de vazão média mensal e a partição do escoamento derivada para o trecho de vazão reduzida e para o reservatório de canais. Para o trecho de vazão reduzida, adotou-se o padrão referente ao Hidrograma B, que apresentam maiores magnitudes de vazão.

QUADRO 5.1/6 - CENÁRIO 01 – OCORRÊNCIA DE ANO HIDROLÓGICO MÉDIO

Mês	Vazão Afluente (m ³ /s)	Trecho de Vazão Reduzida (m ³ /s)	Reservatório de Canais (m ³ /s)
Jan	8.134	1.100	7.034
Fev	13.297	1.600	11.697
Mar	18.132	4.000	14.132
Abr	21.610	8.000	13.610
Mai	15.555	4.000	11.555
Jun	7.388	2.000	5.388
Jul	2.929	1.200	1.729
Ago	1.585	900	685
Set	1.085	750	335
Out	1.116	700	416
Nov	1.892	800	1.092
Dez	3.835	900	2.935

- **Cenário 02**, considerando a ocorrência de um ano hidrológico crítico de vazões mínimas. Nestas condições foi pesquisada, ao longo da série histórica de vazões, a ocorrência de meses seqüentes de vazões mínimas, cujos resultados são apresentados no **Quadro 5.1/7**. Neste caso, verifica-se o pleno atendimento da operação.

QUADRO 5.1/7 - NÚMERO DE MESES SEQÜENTES DE VAZÃO MÍNIMA

Número de Meses Seqüentes	Q média (m ³ /s)	Período
1	380	out/1969
2	403	set/1969 a out/1969
3	455	set/1969 a nov/1969
4	570	ago/1969 a nov/1969
5	691	ago/1969 a dez/1969
6	885	jul/1969 a dez/1969
7	1.298	jul/1969 a jan/1970
8	1.645	jul/2002 a fev/2003
9	1.948	jun/2002 a fev/2003
10	2.510	mai/2002 a fev/2003
11	3.471	abr/2002 a fev/2003
12	3.800	nov/1997 a out/1998

Nesta pesquisa, destaca-se o ano de 1969 como representativo de uma condição hidrológica mais crítica, onde se observa a ocorrência de até sete meses consecutivos de vazão mínima. Desta forma, adotou-se como referencia o padrão de vazão observado no ano de 1969, como cenário de uma condição hidrológica crítica.

No **Quadro 5.1/8** são apresentados os valores de vazão média mensal e a partição do escoamento derivada para o trecho de vazão reduzida e para o reservatório de canais.

Verifica-se a ocorrência de não atendimento pleno de operação nos meses compreendidos de agosto a dezembro.

QUADRO 5.1/8 - CENÁRIO 02 – OCORRÊNCIA DE ANO HIDROLÓGICO CRÍTICO ANO DE 1969

Mês	Vazão Afluente (m³/s)	Trecho de Vazão Reduzida (m³/s)	Reservatório de Canais (m³/s)
Jan	7.112	1.100	6.012
Fev	10.120	1.600	8.520
Mar	14.059	4.000	10.059
Abr	15.284	8.000	7.284
Mai	12.068	4.000	8.068
Jun	5.015	2.000	3.015
Jul	1.854	1.200	654
Ago	915	900	15
Set	425	425	0
Out	380	380	0
Nov	560	560	0
Dez	1.176	900	276

5.2. Modelo de Estratificação Térmica

A seguir são apresentadas as informações utilizadas na composição dos dados de entrada do modelo de estratificação térmica, que inclui as características físicas e hidráulicas do reservatório e informações de natureza hidrometeorológica.

- **Características Físicas e Operacionais do Reservatório**

No **Quadro 5.2/1** são apresentadas as principais características e operacionais dos reservatórios do AHE Belo Monte.

QUADRO 5.2/1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E OPERACIONAIS DOS RESERVATÓRIOS

Parâmetro	Cota (m)	Área (km²)	Volume (m³*10⁶)
Cota da soleira da tomada d'água principal	64,35	11,76	133,00
Cota da soleira do vertedor principal	80,0	40,84	30,00
Cota do nível d'água mínimo do reservatório	96,0	465,00	4.300,00
Cota do nível d'água máximo normal	97,0	516,00	4.802,30

Para a composição da base de dados de entrada da modelagem matemática, foram utilizadas as seguintes informações:

- **Dados Climáticos**

Os dados de natureza climática foram obtidos da estação meteorológica de Altamira operada pelo INMET e do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito - CRESESB.

As informações compreendem os seguintes parâmetros climáticos: temperatura média do ar; radiação solar média, umidade relativa do ar; velocidade do vento e nebulosidade. Dentre estes parâmetros, a radiação solar constitui o parâmetro mais importante em termos de fonte de calor.

No **Quadro 5.2/2** são apresentados os valores dos parâmetros climáticos expressas em termos médios mensais de longo período.

QUADRO 5.2/2 - REGISTROS MÉDIOS MENSIS DOS PARÂMETROS CLIMÁTICOS

Mês	Temperatura do ar (°C)	Radiação Média (kwh/m ² .dia)	Umidade rel. do ar (%)	Velocidade do vento (m/s)	Nebulosidade (0 – 10)
Jan	25,60	3,72	86,00	1,60	6,9
Fev	25,40	3,69	87,00	1,41	7,2
Mar	25,40	3,83	88,00	1,30	7,2
Abr	25,60	3,78	88,00	1,10	6,9
Mai	25,80	4,22	87,00	1,13	6,4
Jun	25,70	4,00	85,00	1,25	5,4
Jul	25,60	4,97	83,00	1,37	5,4
Ago	26,20	5,36	81,00	1,51	5,2
Set	26,80	4,58	79,00	1,81	5,5
Out	27,00	4,39	78,00	1,93	5,9
Nov	26,90	3,83	79,00	1,76	6,1
Dez	26,40	3,86	86,00	1,71	6,9

- **Dados Fluviométricos**

No **Quadro 5.2/3** são apresentadas as vazões médias mensais geradas para o AHE Belo Monte e as temperaturas médias da água obtidas disponíveis através de dados secundários e pelos levantamentos de qualidade da água realizados no âmbito do EIA na área de influência do empreendimento.

QUADRO 5.2/3 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS E TEMPERATURA DA ÁGUA

Mês	Vazão (m³/s)	Volume (m³/dia)	Temp. da água (°C)
Jan	8.134	11.713.446	27,15
Fev	13.297	19.147.138	26,73
Mar	18.132	26.109.444	26,58
Abr	21.610	31.118.587	26,73
Mai	15.555	22.398.807	27,15
Jun	7.388	10.638.103	27,73
Jul	2.929	4.218.059	28,30
Ago	1.585	2.282.737	28,72
Set	1.085	1.562.119	28,88
Out	1.116	1.606.909	28,72
Nov	1.892	2.724.499	28,30
Dez	3.835	5.522.961	27,73

- **Casos Analisados**

A modelagem considerou o reservatório do rio Xingu operando sem deplecionamento, mantendo-se a elevação do nível d'água na cota 97 m. Nestas condições as vazões afluentes e defluentes foram consideradas de mesma magnitude.

Em função das características dos reservatórios e arranjo das estruturas hidráulicas que compõem o sistema de geração, foram simuladas as seguintes partições representativas do reservatório:

- **Caso 01.** Trecho do reservatório do rio Xingu, que junto à estrutura do vertedor principal apresentará uma profundidade de 37 m.

A estratificação térmica do reservatório foi verificada para duas condições hidrológicas típicas: uma representativa de uma condição de vazão média de longo termo e outra assemelhada a um ano hidrológico seco.

Em função dos altos fluxos de vazões observados no período de janeiro a junho, o modelo de simulação apresentou instabilidade numérica durante o processamento.

Nestas condições, para a verificação do processo de estratificação, adotou-se o método estabelecido por Norton et al. (1983)², que define um coeficiente denominado Número de Froude Densimétrico definido pela seguinte expressão:

$$F_D = 319,28 * L * Q * / (h * V)$$

A condição de estratificação é estabelecida quando $F_D < 0,318$.

² NORTON, T et. al. *An Assessment of Reservoir Density Currents and Inflow Processes*, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station Environmental Laboratory, Vicksburg, 1983.

Onde

L = Comprimento do reservatório em m

Q = Vazão em m³/s

h = Profundidade media do reservatório em m

V = Volume do reservatório em m³

No **Quadro 5.2/4**, a estratificação térmica é testada considerando-se a ocorrência de um ano hidrológico médio.

QUADRO 5.2/4 - ANÁLISE DA CONDIÇÃO DE ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA

Ano Hidrológico Médio

Mês	Vazão Media (m ³ /s)	L (m)	Volume (m ³ x 10 ⁶)	Hm (m)	FD
Jan	8.134	79.440	2.510	37	2,22
Fev	13.297	79.440	2.510	37	3,63
Mar	18.132	79.440	2.510	37	4,95
Abr	21.610	79.440	2.510	37	5,90
Mai	15.555	79.440	2.510	37	4,25
Jun	7.388	79.440	2.510	37	2,02
Jul	2.929	79.440	2.510	37	0,80
Ago	1.585	79.440	2.510	37	0,43
Set	1.085	79.440	2.510	37	0,30
Out	1.116	79.440	2.510	37	0,30
Nov	1.892	79.440	2.510	37	0,52
Dez	3.835	79.440	2.510	37	1,05

Os resultados assinalam que não deverá ocorrer estratificação térmica do reservatório do rio Xingu, embora os meses de setembro e outubro assinalem maior tendência para esse fenômeno.

No **Quadro 5.2/5**, a estratificação térmica é verificada considerando-se o padrão de vazão observado no ano de 1969, o mais crítico da serie histórica de vazão (77 anos de dados).

QUADRO 5.2/5 - ANÁLISE DA CONDIÇÃO DE ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA

Ano seco mais crítico (1969)

Mês	Vazão Média (m ³ /s)	L (m)	Volume (m ³ x 10 ⁶)	Hm (m)	FD
Jan	7.112	79.440	2.510	37	1,942
Fev	10.120	79.440	2.510	37	2,764
Mar	14.059	79.440	2.510	37	3,840
Abr	15.284	79.440	2.510	37	4,174
Mai	12.068	79.440	2.510	37	3,296
Jun	5.015	79.440	2.510	37	1,370
Jul	1.854	79.440	2.510	37	0,506
Ago	915	79.440	2.510	37	0,250
Set	425	79.440	2.510	37	0,116
Out	380	79.440	2.510	37	0,104
Nov	560	79.440	2.510	37	0,153
Dez	1.176	79.440	2.510	37	0,321

Os resultados assinalam tendência de ocorrer estratificação térmica do reservatório do rio Xingu no período de agosto a novembro.

- **Caso 02.** Reservatório dos Canais, abrangendo o trecho do corpo central, onde a circulação da água ocorrerá de forma preferencial, o que inclui os canais escavados de derivação e de transposição.

A estratificação térmica desse reservatório também foi verificada para a condição de escoamento representativo de uma condição de vazão média e condição de vazão característica de um ano hidrológico mais crítico, conforme observado no ano de 1969.

Em função dos elevados fluxos de vazões observados, no período de janeiro a junho, o modelo de simulação apresentou, também para este caso, instabilidade numérica durante o processamento. Desta forma, as condições de estratificação do reservatório foram verificadas através da aplicação do método proposto por Norton et. al.(1983), descrito anteriormente.

No **Quadro 5.2/6** a estratificação térmica é verificada para uma situação hidrológica média.

QUADRO 5.2/6 - ANÁLISE DA CONDIÇÃO DE ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA**Ano Hidrológico Médio**

Mês	Vazão Media (m³/s)	L (m)	Volume (m³ x 10⁶)	Hm (m)	FD
Jan	7.034	75.100	1.710	47	2,10
Fev	11.697	75.100	1.710	47	3,49
Mar	14.132	75.100	1.710	47	4,22
Abr	13.610	75.100	1.710	47	4,06
Mai	11.555	75.100	1.710	47	3,45
Jun	5.388	75.100	1.710	47	1,61
Jul	1.729	75.100	1.710	47	0,52
Ago	685	75.100	1.710	47	0,20
Set	335	75.100	1.710	47	0,10
Out	416	75.100	1.710	47	0,12
Nov	1.092	75.100	1.710	47	0,33
Dez	2.935	75.100	1.710	47	0,88

No corpo principal do reservatório dos Canais, o resultado assinala a tendência de ocorrer estratificação térmica no período de agosto a outubro.

No **Quadro 5.2/7**, a estratificação é verificada considerado um padrão de escoamento típico de um ano seco, adotando-se como referência a vazão ocorrida no ano de 1969, o mais crítico da série histórica de vazões.

QUADRO 5.2/7 - ANÁLISE DA CONDIÇÃO DE ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA**Ano de 1969**

Mês	Vazão Media (m³/s)	L (m)	Volume (m³ x 10⁶)	Hm (m)	FD
Jan	6.012	75.100	1.710	47	1,79
Fev	8.520	75.100	1.710	47	2,54
Mar	10.059	75.100	1.710	47	3,00
Abr	7.284	75.100	1.710	47	2,17
Mai	8.068	75.100	1.710	47	2,41
Jun	3.015	75.100	1.710	47	0,90
Jul	654	75.100	1.710	47	0,20
Ago	300	75.100	1.710	47	0,09
Set	300	75.100	1.710	47	0,09
Out	300	75.100	1.710	47	0,09
Nov	300	75.100	1.710	47	0,09
Dez	276	75.100	1.710	47	0,08

Os resultados assinalam tendência de ocorrer estratificação térmica do reservatório no período de julho a dezembro.

- **Caso 03.** Braços (compartimentos) do Reservatório de canais, onde se considerou as partições dos braços tributários do reservatório, onde a circulação da água se processa de forma mais lenta. Nesta compartimentação, considerou-se 4 braços laterais representativos deste ambiente particular.

- **Perfis Longitudinais dos Braços dos Canais**

Nas **Figuras 5.2/1 a 5.2/4** são apresentados os perfis longitudinais do fundo de cada braço acompanhado o curso do talvegue principal. Os elementos da morfologia de cada compartimento foram obtidos da restituição planialtimétrica disponibilizada na escala 1:10.000.

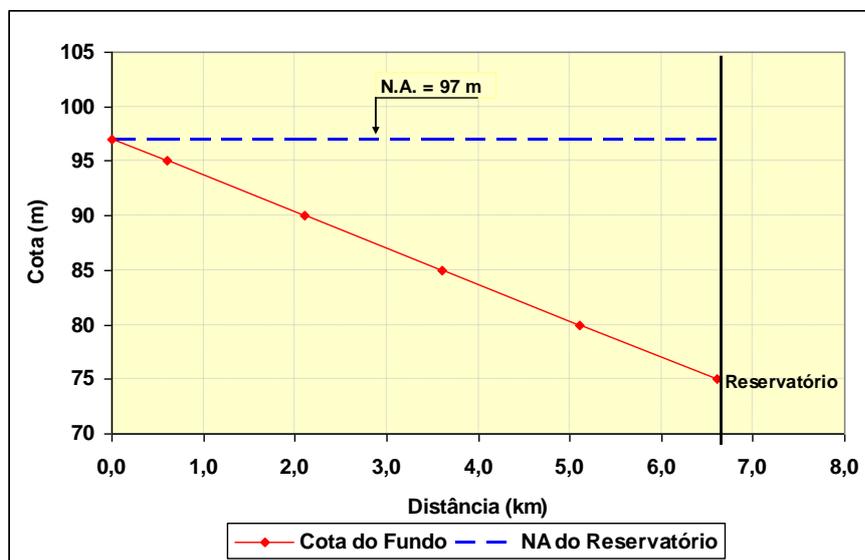


FIGURA 5.2/1 – PERFIL LONGITUDINAL DO BRAÇO C-04

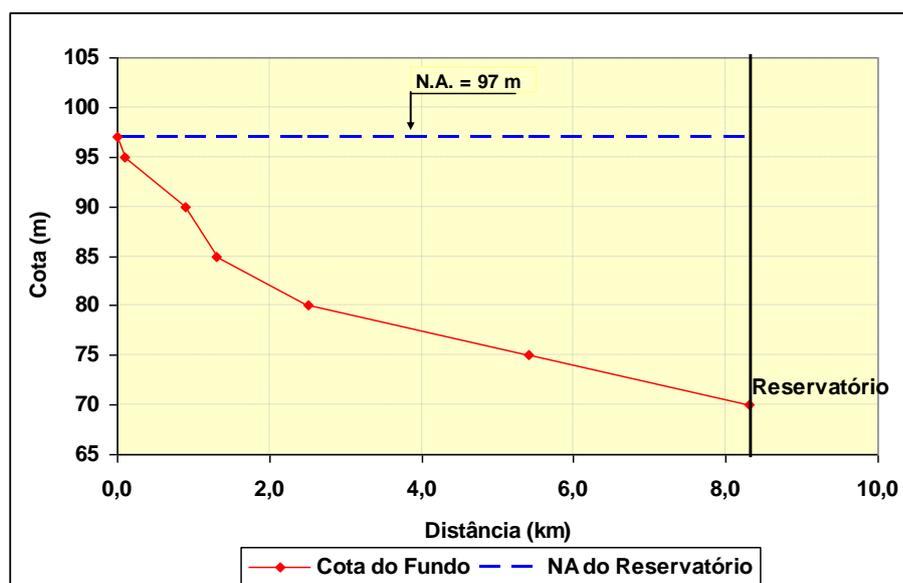


FIGURA 5.2/2 - PERFIL LONGITUDINAL DO BRAÇO C-05

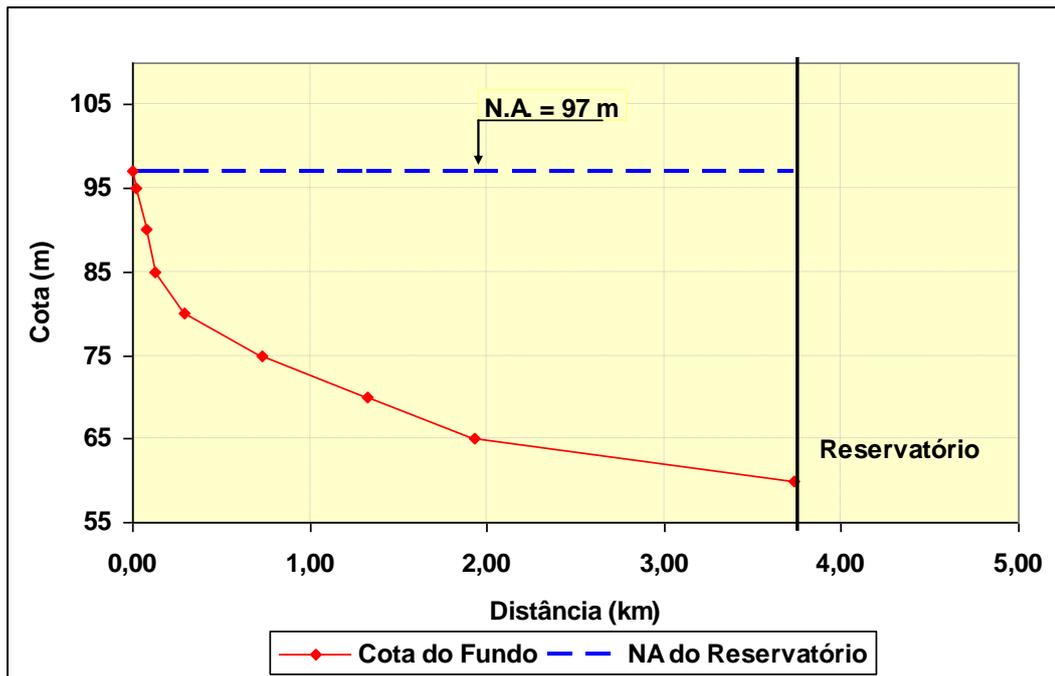


FIGURA 5.2/3 - PERFIL LONGITUDINAL DO BRAÇO C-07

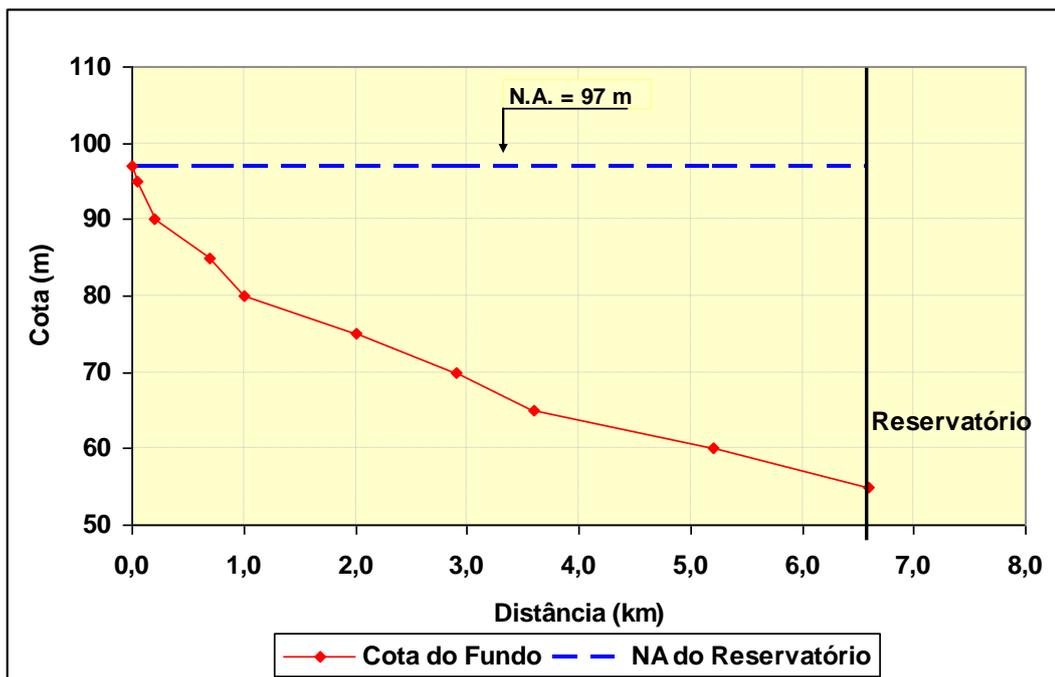


FIGURA 5.2/4 - PERFIL LONGITUDINAL DO BRAÇO C-09

No **Quadro 5.2/8** são apresentados os principais parâmetros geométricos e hidráulicos deste compartimento, considerando-se o comprimento do braço, a profundidade máxima, a área e o volume correspondentes a cota 97,00 m.

QUADRO 5.2/8 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICOS DOS BRAÇOS TRIBUTÁRIOS

Braço Tributário	Compr. (km)	Prof. Máxima (m)	Área (m ² x 10 ⁶)	Volume (m ³ x 10 ⁶)
C-04	6,6	22,0	13,5	187,9
C-05	8,3	27,0	7,6	92,1
C-07	3,7	37,0	5,5	97,3
C-09	6,6	42,0	9,1	143,8

- Casos Simulados

A baixa circulação da água nestes compartimentos permitiu a utilização de técnicas de modelagem matemática, o que possibilitou aferir para cada braço do reservatório dos Canais o perfil sazonal da temperatura da água.

- **Caso 3.1: Braço C-04.** O perfil vertical de temperatura compreende uma grade composta por 23 pontos entre as cotas 75 e 97 m.

Na **Figura 5.2/5** é ilustrado o comportamento sazonal do perfil da temperatura da água representativa de uma condição hidrológica de vazão média e no **Quadro 5.2/9** é apresentado o valor da temperatura da água correspondente a cada elevação.

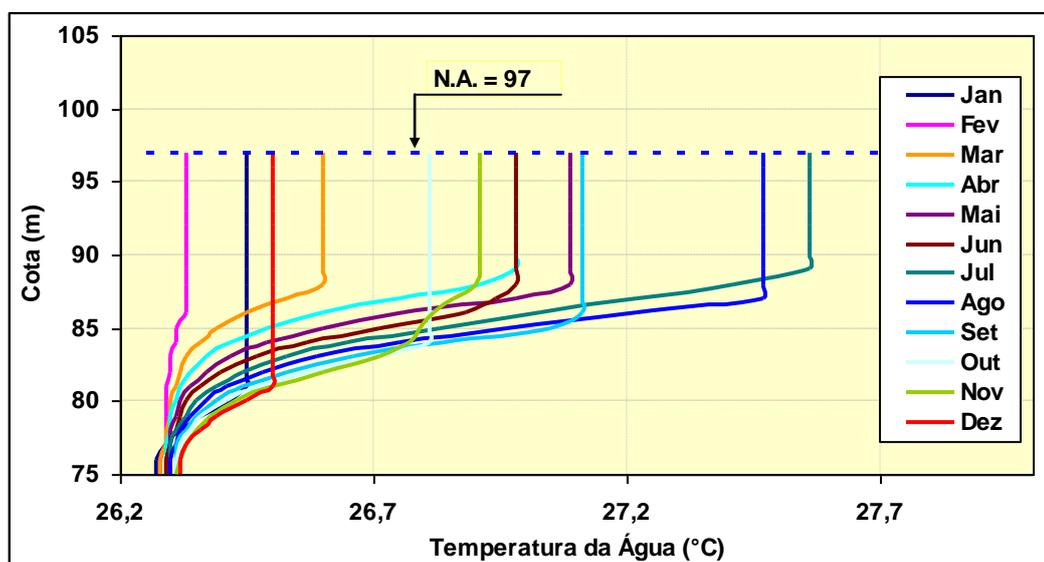


FIGURA 5.2/5 - ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA – BRAÇO C-04

QUADRO 5.2/9 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA EM FUNÇÃO DA ELEVÇÃO – BRAÇO C-04

Cota (m)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
75	26,27	26,28	26,28	26,29	26,29	26,29	26,30	26,30	26,31	26,31	26,31	26,32
76	26,27	26,28	26,28	26,29	26,29	26,29	26,30	26,30	26,31	26,31	26,32	26,32
77	26,29	26,29	26,29	26,29	26,30	26,30	26,30	26,31	26,31	26,32	26,33	26,33
78	26,32	26,29	26,29	26,30	26,30	26,31	26,31	26,32	26,33	26,34	26,35	26,36
79	26,36	26,29	26,30	26,30	26,31	26,32	26,33	26,34	26,35	26,36	26,38	26,39

QUADRO 5.2/9 – VARIACÃO DA TEMPERATURA EM FUNÇÃO DA ELEVACÃO – BRAÇO C-04

Cota (m)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
80	26,42	26,29	26,30	26,31	26,32	26,33	26,35	26,37	26,39	26,41	26,43	26,45
81	26,45	26,29	26,31	26,32	26,34	26,36	26,39	26,41	26,44	26,47	26,50	26,50
82	26,45	26,30	26,32	26,34	26,37	26,40	26,44	26,48	26,53	26,57	26,60	26,50
83	26,45	26,30	26,33	26,37	26,42	26,47	26,53	26,59	26,66	26,71	26,71	26,50
84	26,45	26,31	26,36	26,42	26,49	26,57	26,65	26,75	26,84	26,81	26,77	26,50
85	26,45	26,31	26,39	26,49	26,60	26,71	26,83	26,96	27,05	26,81	26,79	26,50
86	26,45	26,33	26,45	26,60	26,76	26,88	27,03	27,22	27,11	26,81	26,82	26,50
87	26,45	26,33	26,53	26,75	26,98	26,94	27,22	27,47	27,11	26,81	26,86	26,50
88	26,45	26,33	26,60	26,91	27,09	26,98	27,41	27,47	27,11	26,81	26,90	26,50
89	26,45	26,33	26,60	26,98	27,09	26,98	27,56	27,47	27,11	26,81	26,91	26,50
90	26,45	26,33	26,60	26,98	27,09	26,98	27,56	27,47	27,11	26,81	26,91	26,50
91	26,45	26,33	26,60	26,98	27,09	26,98	27,56	27,47	27,11	26,81	26,91	26,50
92	26,45	26,33	26,60	26,98	27,09	26,98	27,56	27,47	27,11	26,81	26,91	26,50
93	26,45	26,33	26,60	26,98	27,09	26,98	27,56	27,47	27,11	26,81	26,91	26,50
94	26,45	26,33	26,60	26,98	27,09	26,98	27,56	27,47	27,11	26,81	26,91	26,50
95	26,45	26,33	26,60	26,98	27,09	26,98	27,56	27,47	27,11	26,81	26,91	26,50
96	26,45	26,33	26,60	26,98	27,09	26,98	27,56	27,47	27,11	26,81	26,91	26,50
97	26,45	26,33	26,60	26,98	27,09	26,98	27,56	27,47	27,11	26,81	26,91	26,50

- **Caso 3.2: Braço C-05.** O perfil vertical de temperatura compreende uma grade composta por 27 pontos entre as cotas 71 e 97 m.

Na **Figura 5.2/6** é apresentado o comportamento sazonal do perfil da temperatura da água representativa de uma condição de vazão média e no **Quadro 5.2/10** é apresentada o valor da temperatura da água correspondente a cada elevação.

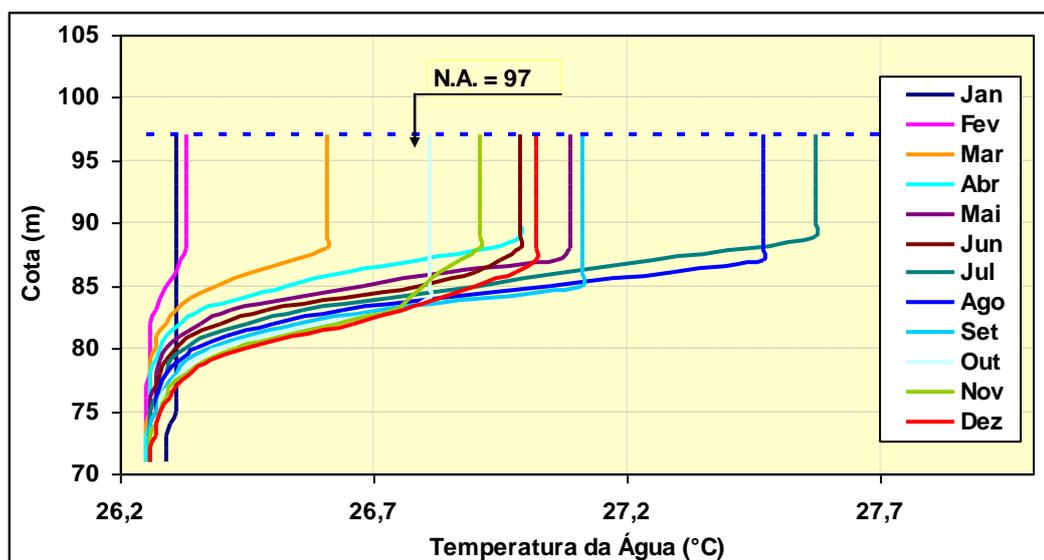


FIGURA 5.2/6 - ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA – BRAÇO C-05

**QUADRO 5.2/10 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA EM FUNÇÃO DA ELEVAÇÃO –
BRAÇO C-05**

Cota (m)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
71	26,29	26,25	26,25	26,25	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
72	26,29	26,25	26,25	26,25	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
73	26,29	26,25	26,25	26,25	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,27
74	26,30	26,25	26,25	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,27	26,27	26,27
75	26,31	26,25	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,27	26,27	26,28	26,28	26,28
76	26,31	26,25	26,26	26,26	26,26	26,27	26,27	26,27	26,28	26,28	26,29	26,30
77	26,31	26,25	26,26	26,26	26,27	26,27	26,28	26,28	26,29	26,30	26,30	26,31
78	26,31	26,26	26,26	26,26	26,27	26,28	26,29	26,29	26,31	26,32	26,33	26,34
79	26,31	26,26	26,26	26,27	26,28	26,29	26,30	26,32	26,33	26,35	26,37	26,38
80	26,31	26,26	26,27	26,28	26,29	26,31	26,33	26,35	26,38	26,40	26,43	26,45
81	26,31	26,26	26,27	26,29	26,32	26,34	26,37	26,41	26,45	26,48	26,52	26,54
82	26,31	26,26	26,29	26,32	26,36	26,40	26,45	26,50	26,55	26,60	26,63	26,66
83	26,31	26,27	26,31	26,36	26,42	26,49	26,56	26,64	26,71	26,76	26,74	26,76
84	26,31	26,28	26,34	26,44	26,54	26,64	26,73	26,83	26,92	26,81	26,77	26,83
85	26,31	26,29	26,39	26,53	26,68	26,79	26,91	27,05	27,11	26,81	26,80	26,90
86	26,31	26,31	26,46	26,65	26,85	26,90	27,08	27,29	27,11	26,81	26,83	26,98
87	26,31	26,32	26,54	26,79	27,06	26,95	27,25	27,47	27,11	26,81	26,87	27,02
88	26,31	26,33	26,61	26,93	27,09	26,99	27,44	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02
89	26,31	26,33	26,61	26,99	27,09	26,99	27,57	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02
90	26,31	26,33	26,61	26,99	27,09	26,99	27,57	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02
91	26,31	26,33	26,61	26,99	27,09	26,99	27,57	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02
92	26,31	26,33	26,61	26,99	27,09	26,99	27,57	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02
93	26,31	26,33	26,61	26,99	27,09	26,99	27,57	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02
94	26,31	26,33	26,61	26,99	27,09	26,99	27,57	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02
95	26,31	26,33	26,61	26,99	27,09	26,99	27,57	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02
96	26,31	26,33	26,61	26,99	27,09	26,99	27,57	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02
97	26,31	26,33	26,61	26,99	27,09	26,99	27,57	27,47	27,11	26,81	26,91	27,02

- **Caso 3.3: Braço C-07.** O perfil vertical de temperatura compreende uma grade composta por 37 pontos entre as cotas 61 e 97 m.

Na **Figura 5.2/7** é apresentado o comportamento sazonal do perfil da temperatura da água representativa de uma condição hidrológica de vazão média e no **Quadro 5.2/11** é apresentado o valor da temperatura da água correspondente a cada elevação.

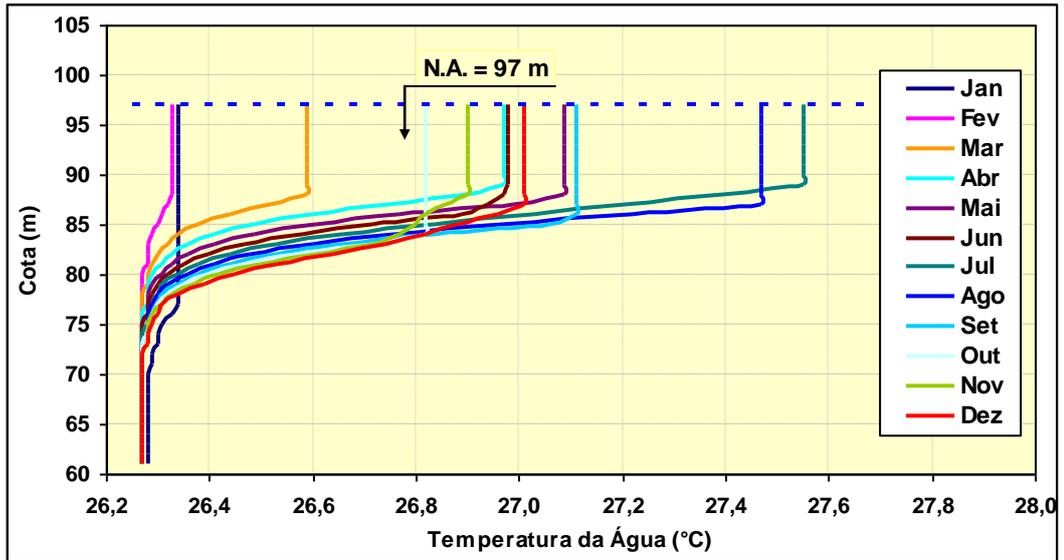


FIGURA 5.2/7- ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA – BRAÇO C-07

**QUADRO 5.2/11 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA EM FUNÇÃO DA ELEVAÇÃO –
BRAÇO C-07**

Cota (m)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
61	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
62	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
63	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
64	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
65	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
66	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
67	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
68	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
69	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
70	26,28	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
71	26,29	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
72	26,29	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
73	26,30	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,28	26,28
74	26,30	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,28	26,28	26,28	26,28	26,28
75	26,31	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,28	26,28	26,28	26,28	26,28	26,29
76	26,33	26,27	26,27	26,27	26,28	26,28	26,28	26,28	26,29	26,29	26,29	26,30
77	26,34	26,27	26,27	26,28	26,28	26,28	26,29	26,29	26,30	26,30	26,31	26,31
78	26,34	26,27	26,27	26,28	26,28	26,29	26,30	26,30	26,31	26,32	26,33	26,34
79	26,34	26,27	26,28	26,28	26,29	26,30	26,31	26,32	26,34	26,35	26,37	26,39
80	26,34	26,27	26,28	26,29	26,31	26,32	26,34	26,36	26,38	26,40	26,42	26,45
81	26,34	26,28	26,29	26,31	26,33	26,35	26,38	26,41	26,44	26,47	26,50	26,53
82	26,34	26,28	26,30	26,33	26,36	26,40	26,44	26,48	26,53	26,57	26,61	26,64
83	26,34	26,28	26,32	26,36	26,41	26,47	26,53	26,60	26,66	26,72	26,72	26,74
84	26,34	26,29	26,34	26,41	26,49	26,58	26,66	26,76	26,84	26,82	26,77	26,82
85	26,34	26,30	26,38	26,49	26,61	26,72	26,84	26,97	27,06	26,82	26,80	26,88
86	26,34	26,31	26,44	26,60	26,77	26,89	27,03	27,22	27,11	26,82	26,82	26,96
87	26,34	26,32	26,52	26,75	26,99	26,94	27,21	27,47	27,11	26,82	26,86	27,01
88	26,34	26,33	26,59	26,90	27,09	26,97	27,40	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
89	26,34	26,33	26,59	26,97	27,09	26,98	27,55	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
90	26,34	26,33	26,59	26,97	27,09	26,98	27,55	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
91	26,34	26,33	26,59	26,97	27,09	26,98	27,55	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
92	26,34	26,33	26,59	26,97	27,09	26,98	27,55	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
93	26,34	26,33	26,59	26,97	27,09	26,98	27,55	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
94	26,34	26,33	26,59	26,97	27,09	26,98	27,55	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
95	26,34	26,33	26,59	26,97	27,09	26,98	27,55	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
96	26,34	26,33	26,59	26,97	27,09	26,98	27,55	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
97	26,34	26,33	26,59	26,97	27,09	26,98	27,55	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01

- **Caso 3.4: Braço C-09.** O perfil vertical de temperatura compreende uma grade composta por 42 pontos entre as cotas 56 e 97 m.

Na **Figura 5.2/8** é apresentado o comportamento sazonal do perfil da temperatura da água representativa de uma condição hidrológica de vazão média e no **Quadro 5.2/12** é apresentada os valores da temperatura da água correspondente a cada elevação.

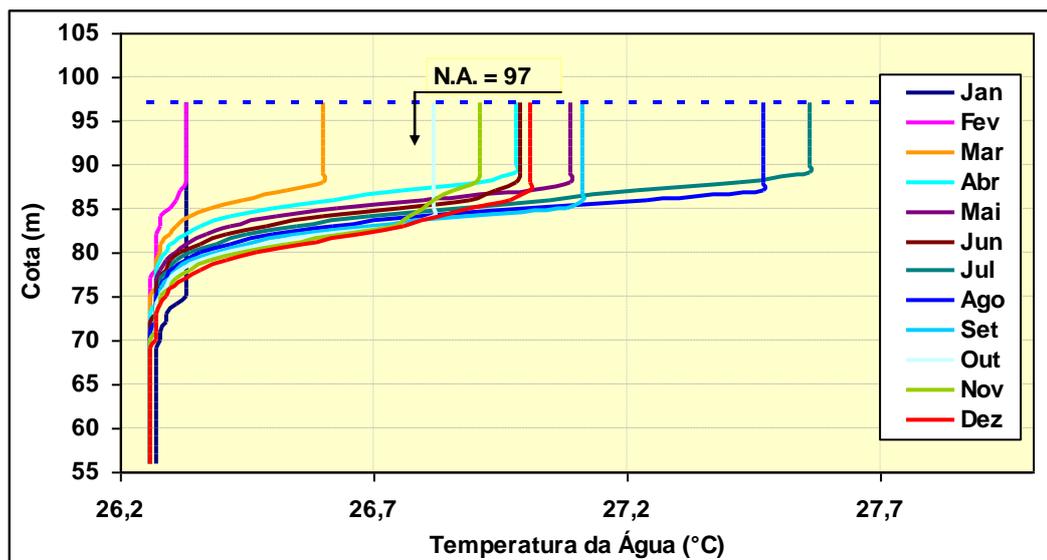


FIGURA 5.2/8 - ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA – BRAÇO C-09

QUADRO 5.2/12 – VARIACÃO DA TEMPERATURA EM FUNÇÃO DA ELEVAÇÃO – BRAÇO C-09

Cota (m)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
56	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
57	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
58	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
59	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
60	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
61	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
62	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
63	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
64	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
65	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
66	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
67	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
68	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
69	26,27	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26
70	26,28	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,27
71	26,28	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,27	26,27	26,27	26,27
72	26,29	26,26	26,26	26,26	26,26	26,26	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
73	26,29	26,26	26,26	26,26	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27
74	26,31	26,26	26,26	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,28	26,28
75	26,33	26,26	26,26	26,27	26,27	26,27	26,27	26,27	26,28	26,28	26,28	26,29
76	26,33	26,26	26,27	26,27	26,27	26,27	26,28	26,28	26,28	26,29	26,30	26,30
77	26,33	26,26	26,27	26,27	26,27	26,28	26,28	26,29	26,30	26,30	26,31	26,33
78	26,33	26,27	26,27	26,27	26,28	26,29	26,30	26,30	26,31	26,32	26,34	26,36
79	26,33	26,27	26,27	26,28	26,29	26,30	26,31	26,33	26,34	26,36	26,38	26,41
80	26,33	26,27	26,28	26,29	26,31	26,32	26,34	26,36	26,39	26,41	26,44	26,47
81	26,33	26,27	26,28	26,30	26,33	26,36	26,39	26,42	26,45	26,49	26,53	26,56
82	26,33	26,27	26,30	26,33	26,37	26,41	26,45	26,50	26,55	26,60	26,64	26,67
83	26,33	26,28	26,31	26,36	26,42	26,49	26,55	26,62	26,69	26,75	26,74	26,76
84	26,33	26,28	26,34	26,42	26,51	26,60	26,69	26,79	26,88	26,82	26,77	26,83
85	26,33	26,30	26,38	26,50	26,63	26,75	26,87	27,00	27,08	26,82	26,80	26,89

QUADRO 5.2/12 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA EM FUNÇÃO DA ELEVAÇÃO – BRAÇO C-09

Cota (m)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
86	26,33	26,31	26,44	26,62	26,80	26,89	27,05	27,24	27,11	26,82	26,82	26,97
87	26,33	26,32	26,53	26,76	27,01	26,94	27,22	27,47	27,11	26,82	26,86	27,01
88	26,33	26,33	26,60	26,91	27,09	26,98	27,42	27,47	27,11	26,82	26,90	27,01
89	26,33	26,33	26,60	26,98	27,09	26,99	27,56	27,47	27,11	26,82	26,91	27,01
90	26,33	26,33	26,60	26,98	27,09	26,99	27,56	27,47	27,11	26,82	26,91	27,01
91	26,33	26,33	26,60	26,98	27,09	26,99	27,56	27,47	27,11	26,82	26,91	27,01
92	26,33	26,33	26,60	26,98	27,09	26,99	27,56	27,47	27,11	26,82	26,91	27,01
93	26,33	26,33	26,60	26,98	27,09	26,99	27,56	27,47	27,11	26,82	26,91	27,01
94	26,33	26,33	26,60	26,98	27,09	26,99	27,56	27,47	27,11	26,82	26,91	27,01
95	26,33	26,33	26,60	26,98	27,09	26,99	27,56	27,47	27,11	26,82	26,91	27,01
96	26,33	26,33	26,60	26,98	27,09	26,99	27,56	27,47	27,11	26,82	26,91	27,01
97	26,33	26,33	26,60	26,98	27,09	26,99	27,56	27,47	27,11	26,82	26,91	27,01

➤ Considerações Gerais

No que se refere aos braços do reservatório dos Canais, as simulações consideram uma situação bastante conservadora, com o reservatório operando permanentemente no nível operacional de 97,0 m.

A estratificação condiciona, de forma geral, a formação de um compartimento superficial (epilimnio) com uma altura de lâmina d'água aproximada de 10 m.

No entanto, condições associadas à ampla sazonalidade observada no regime de vazões e às características operacionais do reservatório contribuem para a quebra da estabilidade da estratificação térmica, conforme descrito na sequência:

- Os picos de vazões observados no período de janeiro a junho conduzem a altos fluxos ao longo dos canais, onde o escoamento se processa de maneira preferencial. Esta condição turbulenta propicia trocas de águas entre os compartimentos do canal de circulação preferencial e os braços. Nesta cinética, a água circulante dotada de temperatura relativamente menos elevada, tenderá a fluir preferencialmente no compartimento do hipolimnio, promovendo assim uma renovação da água neste reator isolado da atmosfera.
- Os níveis d'água no reservatório dos Canais sofrerão variações ao longo do ano, principalmente no período de janeiro a junho, onde as vazões são mais elevadas. Os níveis d'água junto à tomada d'água da Casa de Força Principal poderão flutuar entre os níveis operacionais estabelecidas entre as cotas 96,0 e 97,0 m. Estas flutuações sazonais irão também promover trocas de água entre os compartimentos dos canais preferenciais e dos braços deste reservatório. Durante o período mais seco estas variações deverão ocorrer de forma menos sensível.
- As análises também assinalam que cerca de 8,7% do tempo o reservatório dos Canais (e também do reservatório do rio Xingu) poderá sofrer amplas flutuações, com variações esperadas de até 1,0 m durante o período de julho a dezembro, onde as vazões naturais são sensivelmente menores. Nesta operação de deplecionamento, o volume d'água contido no volume útil no reservatório do rio Xingu (entre as cotas 96 e 97 m) será direcionado para manutenção da vazão mínima de 300 m³/s no reservatório dos Canais.

Desta forma, considera-se que haverá quebra da estratificação térmica durante os meses de janeiro e fevereiro, onde esta tendência se mostra mais favorável, a considerar os fatores causadores desta instabilidade.

No “ADENDO 01 - ANALISE DOS PERFIS DE TEMPERATURA PARA OS QUATRO BRAÇOS DO RESERVATORIO DOS CANAIS (SIMULAÇÃO)”, anexo a este documento, é apresentado com detalhes as análises relacionadas ao déficit de oxigênio dissolvido em cada um dos quatro compartimentos dos braços do reservatório dos Canais.

5.3. Modelagem da Qualidade da Água

Para a composição do cenário a ser simulado, três condições foram objeto de análise:

- ✓ Estabelecimento do mês mais adequado para se iniciar o enchimento do reservatório;
- ✓ Tempo necessário para efetivar a fase de enchimento e
- ✓ Definição das taxas de desmatamento e limpeza de cada parcela de segmento de forma a garantir a qualidade da água em níveis aceitáveis de qualidade.

- Data de Início e Tempo de Enchimento

Para a fixação da data de início de enchimento do reservatório foram considerados os fatores condicionantes à qualidade da água, ao regime de vazões e ao clima atuante na região.

Quanto ao regime de vazões, os cursos d’água da região caracterizam-se por apresentar um padrão sazonal bastante acentuado, com maiores vazões concentradas no primeiro semestre do ano e máximas geralmente verificadas entre os meses de março e maio. As vazões mínimas ocorrem no período de julho a dezembro, sendo setembro com 1.085 m³/s, o mês onde se observam os menores deflúvios.

Fundamentado nestas características é apresentado no **Quadro 5.3/1** um elenco de opções de enchimento, definindo-se, para cada mês, o tempo necessário para completar esta fase.

Nesta avaliação foram consideradas as vazões médias mensais de longo período afluente ao local do eixo do AHE Belo Monte e a manutenção para jusante no rio Xingu, da vazão mínima equalizada com o padrão associado ao Hidrograma B para o Trecho de Vazão Reduzida.

QUADRO 5.3/1 – TEMPO DE ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

Mês	Vazão Afluente (m ³ /s)	Vazão Defluente Hidrograma B (m ³ /s)	Tempo de Enchimento (dias)
Jan	8.134	1.100	8
Fev	13.297	1.600	5
Mar	18.132	4.000	4
Abr	21.610	8.000	5
Mai	15.555	4.000	5
Jun	7.388	2.000	11
Jul	2.929	1.200	34
Ago	1.585	900	103
Set	1.085	750	91
Out	1.116	700	66
Nov	1.892	800	38
Dez	3.835	900	19

Com respeito à data de início de enchimento, verifica-se a ocorrência de uma ampla faixa de duração para completar esta fase, com valores compreendidos entre 4 e 103 dias.

Os meses compreendidos entre janeiro e junho se configuram como mais propícios para se processar o enchimento do reservatório, em função da maior disponibilidade hídrica da bacia e cujo procedimento foi estabelecido pela ANA através da Resolução nº 740, de 06 de outubro de 2009.

Desta forma adotou-se o mês de fevereiro como marco de início para realização do enchimento do reservatório, levando-se também em conta os aspectos relacionados à circulação da água e de reprodução da ictiofauna.

Quanto ao tempo mínimo para se processar o enchimento, considerou-se um período de 30 dias, que condiciona maior tempo para se proceder aos trabalhos de resgate e salvamento da fauna residente nas áreas dos reservatórios.

Considera-se ainda que este período deva promover maior capacidade de assimilação e autodepuração dos compostos derivados em função da maior vazão circulante.

- Cronograma de implantação das turbinas

O cronograma de implantação das turbinas na casa de força principal prevê a instalação de uma turbina a cada três meses e cinco anos para completar as 20 máquinas previstas pelo projeto.

Nestas condições, a vazão circulante no reservatório dos Canais deverá partir com uma vazão de 700 m³/s, correspondente ao engolimento nominal de uma máquina instalada. Ao fim dos cinco primeiros anos de operação, deverá ser atingida a vazão máxima turbinada de 13.900 m³/s. Nas simulações, adotou-se uma condição mais crítica de escoamento, mantendo-se no reservatório dos canais uma vazão constante e igual a 700 m³/s em todo o período simulado.

- Definição das Taxas de Desmatamento e Limpeza do Reservatório

Na área do reservatório dos Canais considerou-se a remoção de 100% da cobertura florestal e para o reservatório do Rio Xingu, a remoção da fitomassa deverá contemplar 50% da vegetação residente, conforme preconizado no Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios. Este procedimento visa a redução máxima da matéria orgânica presente nestes segmentos, visando com isto minimizar a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e quedas nas taxas de oxigênio dissolvido (OD).

- Resultados da Simulação

As simulações retratam o comportamento da qualidade da água do reservatório ao longo de um período de um ano, tendo como marco de início de fechamento, o mês de fevereiro, o que abrange as fases de enchimento e pós-enchimento do reservatório.

No período de enchimento, adotado em 30 dias, manteve-se constante a liberação da vazão equivalente ao Hidrograma B até o reservatório atingir a cota correspondente ao nível d'água máximo normal de 97 m.

Durante a fase operativa, o nível d'água do reservatório foi mantido constante, ou seja, foi descarregada para jusante a vazão afluente ao eixo de Belo Monte, onde parte das vazões é veiculada através do reservatório dos Canais e parte dirigida para jusante no Trecho de Vazão Reduzida do rio Xingu.

Os resultados da modelagem matemática foram apresentados através de saídas gráficas, onde é

analisado o comportamento temporal e espacial dos parâmetros de qualidade da água.

Para cada parâmetro analisado, os resultados foram apresentados através de três conjuntos de gráficos:

- Um conjunto que reúne os compartimentos do reservatório do Rio Xingu;
- Um conjunto que agrupa os compartimentos do reservatório dos Canais, considerando particularmente os setores onde o escoamento se processa de maneira preferencial; e
- Um conjunto que agrupa os compartimentos dos braços tributários do reservatório dos Canais onde o escoamento ocorre de forma mais lenta.

Os resultados da simulação foram analisados com base Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 da CONAMA (Conselho Nacional do Meio ambiente) – Artigo 15, tendo como referência os valores máximos permitidos para rios de águas classe 2.

Para a classificação do estado trófico das águas dos futuros reservatórios, adotaram-se os critérios estabelecidos pela CETESB, que relaciona distintas faixas de trofia à concentração do fósforo para as condições de rios e reservatórios, conforme apresentado nos **Quadros 5.4/1 e 5.4/2**, respectivamente.

QUADRO 5.4/1 - CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO – RIOS

Concentração de Fósforo (mg/L)	Classificação do Estado Trófico
$P \leq 0,013$	Ultraoligotrófico
$0,013 < P \leq 0,035$	Oligotrófico
$0,035 < P \leq 0,137$	Mesotrófico
$0,136 < P \leq 0,296$	Eutrófico
$0,296 < P \leq 0,640$	Supereutrófico
$0,640 < P$	Hipereutrófico

Fonte: CETESB, 2004

QUADRO 5.4/2 - CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO – RESERVATÓRIOS

Concentração de Fósforo (mg/L)	Classificação do Estado Trófico
$P \leq 0,008$	Ultraoligotrófico
$0,008 < P \leq 0,019$	Oligotrófico
$0,019 < P \leq 0,052$	Mesotrófico
$0,052 < P \leq 0,120$	Eutrófico
$0,120 < P \leq 0,233$	Supereutrófico
$0,233 < P$	Hipereutrófico

Fonte: CETESB, 2004

Para aplicação dessa classificação de estado trófico aos reservatórios do rio Xingu e dos Canais, levou-se em conta o tempo de residência da água segundo estabelecido por Straškraba (1999). Considera-se que reservatórios com tempos de residência inferiores a duas semanas sejam ecossistemas com comportamentos similares aos de rios (ambientes com elevadas taxas de renovação da água); com TR superiores a duas semanas e menor que um ano, sejam ambientes com posição intermediária entre rio e lago; e com TR superiores a um ano, sejam ecossistemas com características bastante próximas a lacustres (Straškraba, 1999).

Nestas condições, o compartimento do reservatório do rio Xingu, com um tempo de retenção médio anual de 3,6 dias, pode ser enquadrado como ambientes similares a rio.

No caso do compartimento do reservatório de Canais, o tempo médio anual de retenção hidráulica será de 4,5 dias o que o enquadra também como ambiente similares a rio.

Os braços tributários do reservatório de Canais, com tempos de residência sensivelmente maiores, deverão apresentar comportamento semelhante ao ambiente lagunar.

➤ Segmentos do Reservatório do Rio Xingu

Nas **Figuras 5.3/1 a 5.3/4** são apresentados respectivamente a evolução temporal das concentrações do oxigênio dissolvido, da demanda bioquímica do oxigênio, do fósforo e do nitrogênio de cada compartimento que compõem o reservatório do rio Xingu.

Em função das ações preventivas de desmatamento e limpeza e da alta circulação da água nesse reservatório, verifica-se que as quedas nas taxas de oxigênio não atingem níveis inferiores a 5 mg/L, resultados condizentes com a Resolução CONAMA para águas classe 2.

Os menores índices de oxigênio dissolvido são verificados durante a fase de enchimento do reservatório, com concentrações decrescentes à medida que se desloca para jusante, onde se verifica concentrações mínimas em torno de 6,5 mg/L.

Mesmo comportamento é observado em relação à DBO, cujas concentrações estimadas se mantiveram inferiores a 5mg/L, conforme regulamentado pela Resolução CONAMA 357/05.

Quanto ao fósforo, observa-se uma condição predominantemente oligotrófica, podendo ocorrer eventualmente picos classificados na faixa mesotrófica. Os valores de nitrogênio total também são compatíveis com águas classe 2.

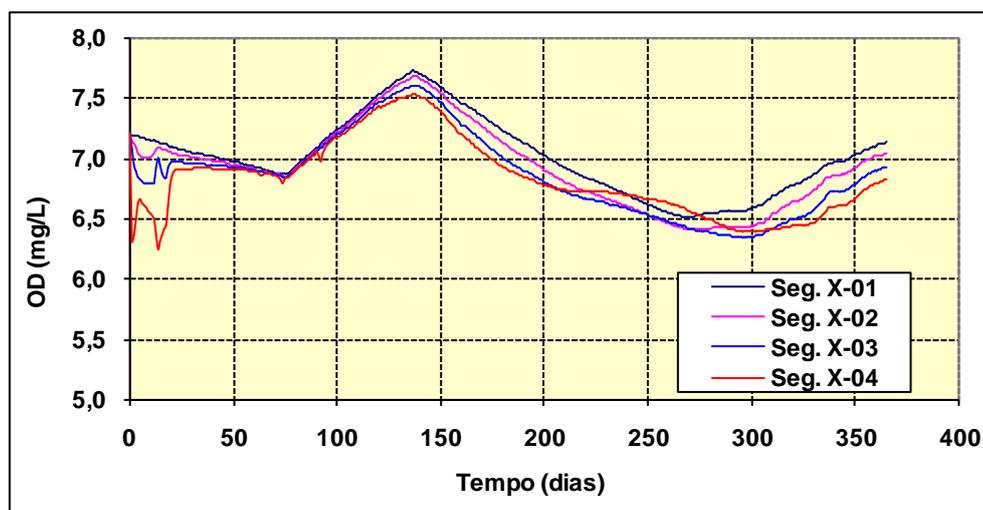


FIGURA 5.3/1 - RESERVATÓRIO DO RIO XINGU – OXIGÊNIO DISSOLVIDO

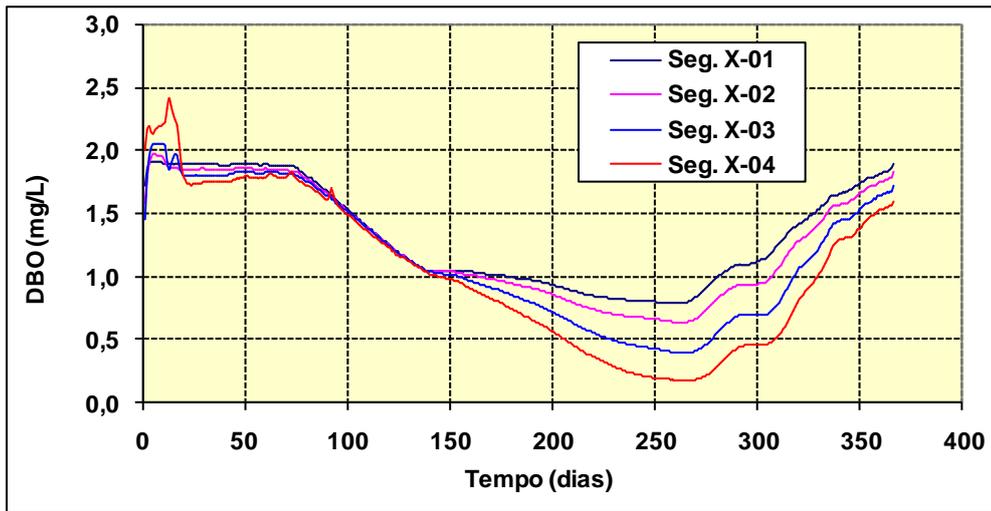


FIGURA 5.3/2 - RESERVATÓRIO DO RIO XINGU – DBO

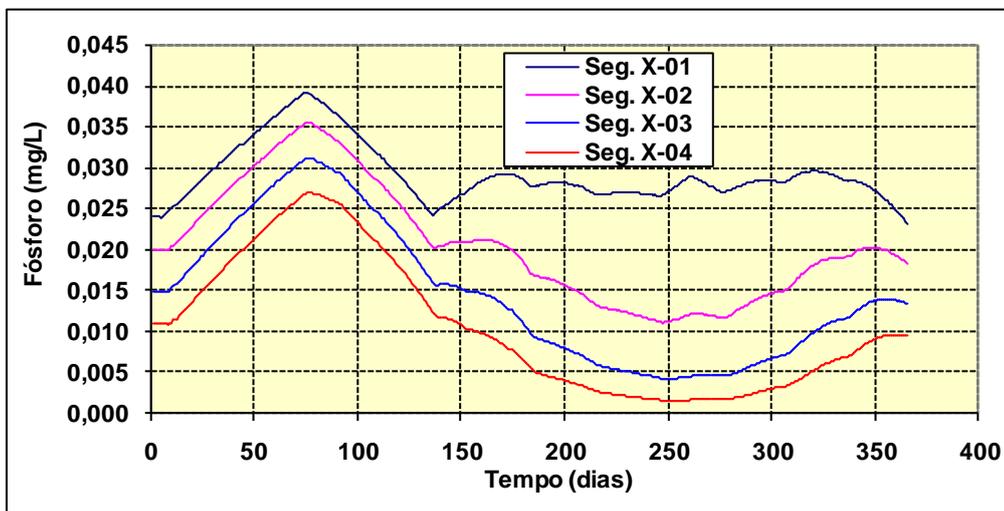


FIGURA 5.3/3 - RESERVATÓRIO DO RIO XINGU – FÓSFORO

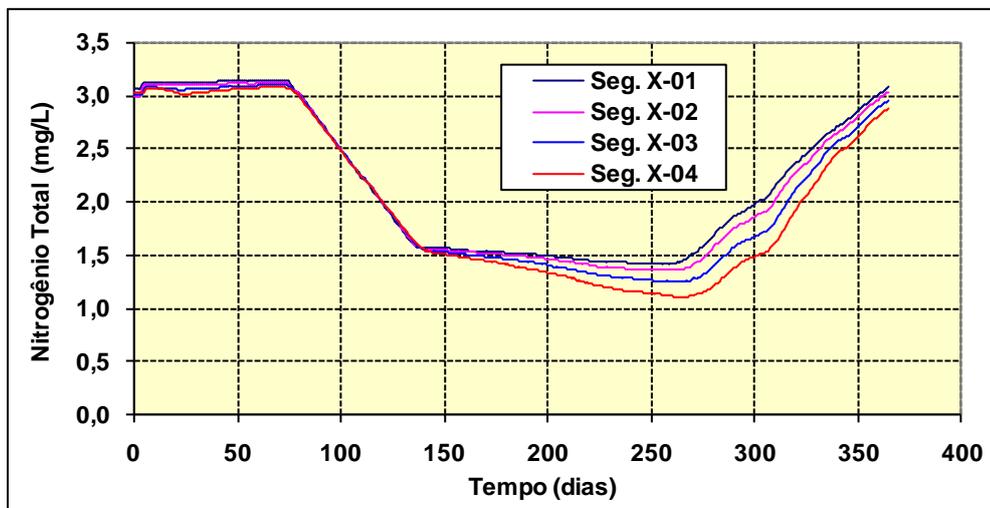


FIGURA 5.3/4 - RESERVATÓRIO DO RIO XINGU – NITROGÊNIO

➤ Segmentos do Reservatório dos Canais

No trecho do reservatório de canais os resultados da modelagem matemática são apresentados através de dois conjuntos de saídas gráficas, conforme apresentadas nas Figuras 5.3/5 a 5.3/8.

- Um conjunto reúne os compartimentos que compõem o corpo central do reservatório, onde o escoamento ocorre de forma preferencial.
- O outro conjunto procura representar as partições dos braços do reservatório de canais, representadas pelos segmentos C-04, C-05, C-07 e C-09, onde o fluxo de vazões se processa de forma de maneira mais lenta.

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que o oxigênio dissolvido constitui o parâmetro mais afetado ao longo dos primeiros dias a partir do início do enchimento.

Concentrações mais baixas de oxigênio dissolvido são observadas nos segmentos dos braços tributários do reservatório, onde são verificadas concentrações mínimas de 2,5 mg/L. Observa-se, no entanto, uma rápida recuperação destes índices, com valores de concentração alcançando 5 mg/L após 70 dias após a operação de fechamento do reservatório.

No corpo central do reservatório, onde ocorre o fluxo preferencial do escoamento, os níveis de oxigênio dissolvidos apresentam-se relativamente mais elevados e com concentrações decrescentes à medida que se desloca para jusante. A concentração mais crítica do oxigênio dissolvido resultou próxima a 4 mg/L. A DBO é mantida em níveis satisfatórios durante o período de simulação do modelo tanto para o canal de escoamento preferencial quanto para os braços tributários.

A concentração de fósforo no corpo central e nos braços tributários (Figuras 5.3/9 e 5.3/10) indica o predomínio de condições mesotróficas. Os valores de nitrogênio total também são compatíveis com águas classe 2.

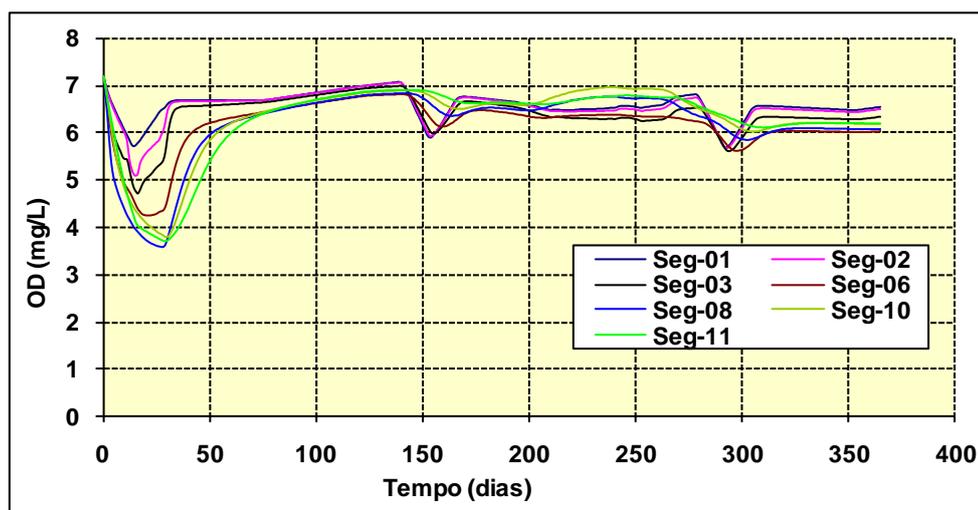


FIGURA 5.3/3 - RESERVATÓRIO DOS CANAIS – CORPO CENTRAL – OXIGÊNIO DISSOLVIDO

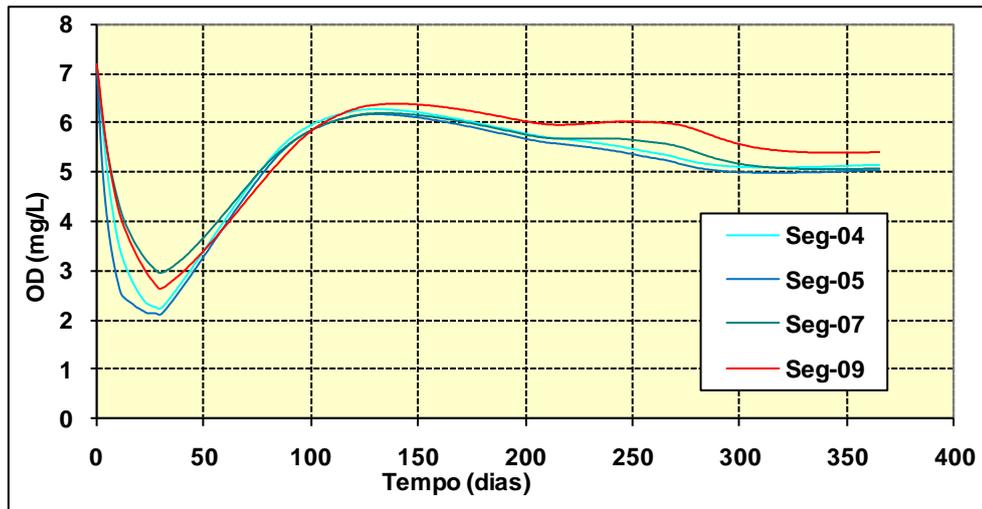


FIGURA 5.3/4 - RESERVATÓRIO DOS CANAIS – BRAÇOS TRIBUTÁRIOS – OXIGÊNIO DISSOLVIDO

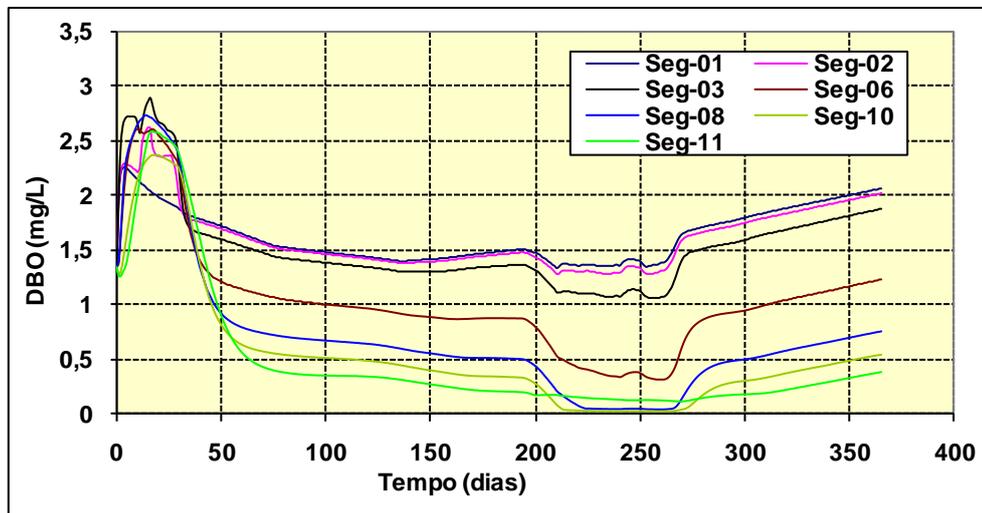


FIGURA 5.3/5 - RESERVATÓRIO DOS CANAIS – CORPO CENTRAL – DBO

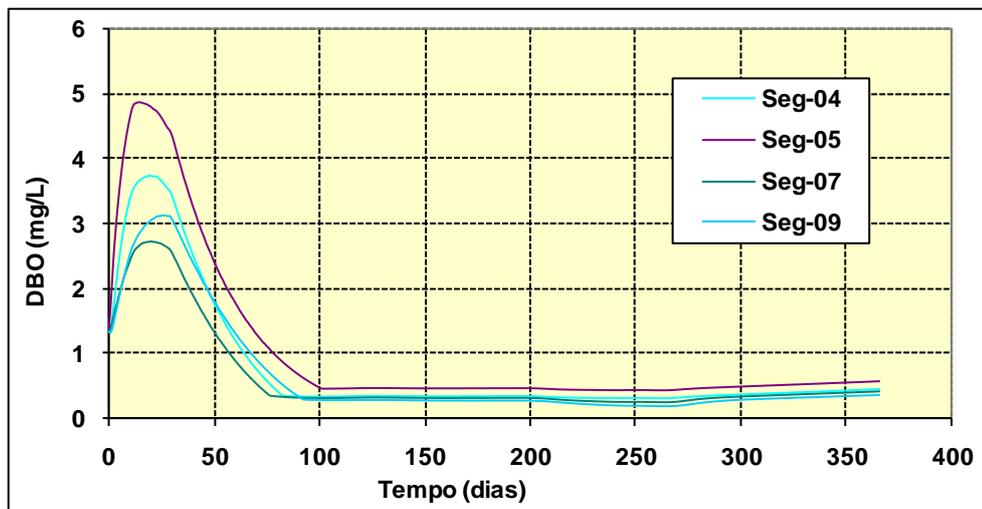


FIGURA 5.3/6 - RESERVATÓRIO DOS CANAIS – BRAÇOS TRIBUTÁRIOS – DBO

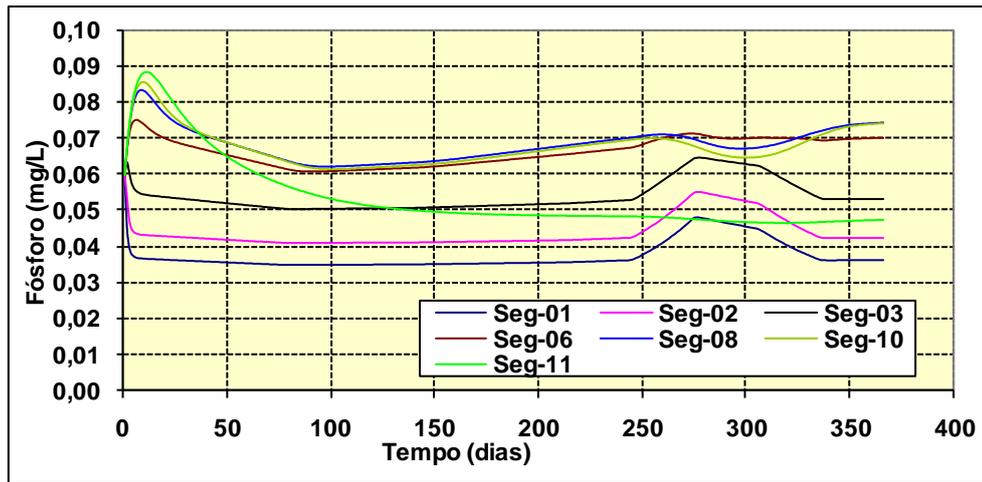


FIGURA 5.3/7 - RESERVATÓRIO DOS CANAIS – CORPO CENTRAL – FÓSFORO

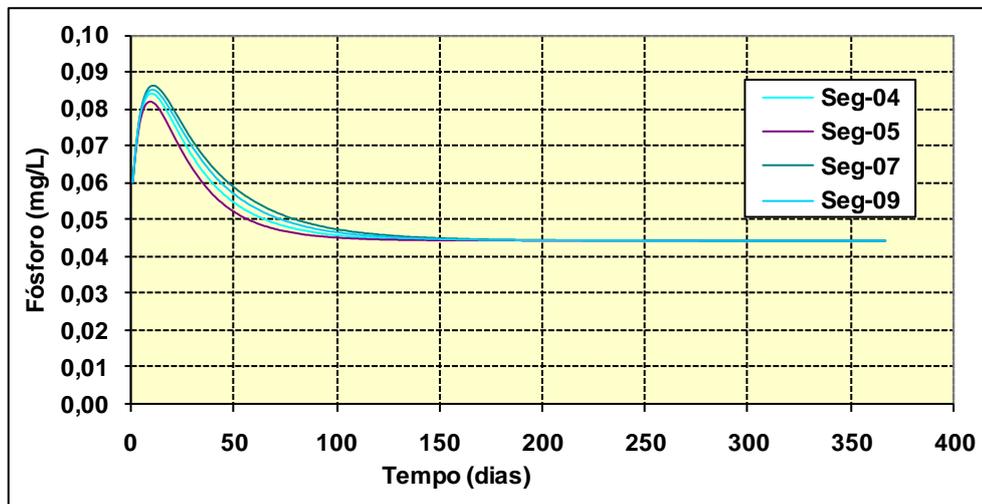


FIGURA 5.3/8 - RESERVATÓRIO DOS CANAIS – BRAÇOS TRIBUTÁRIOS – FÓSFORO

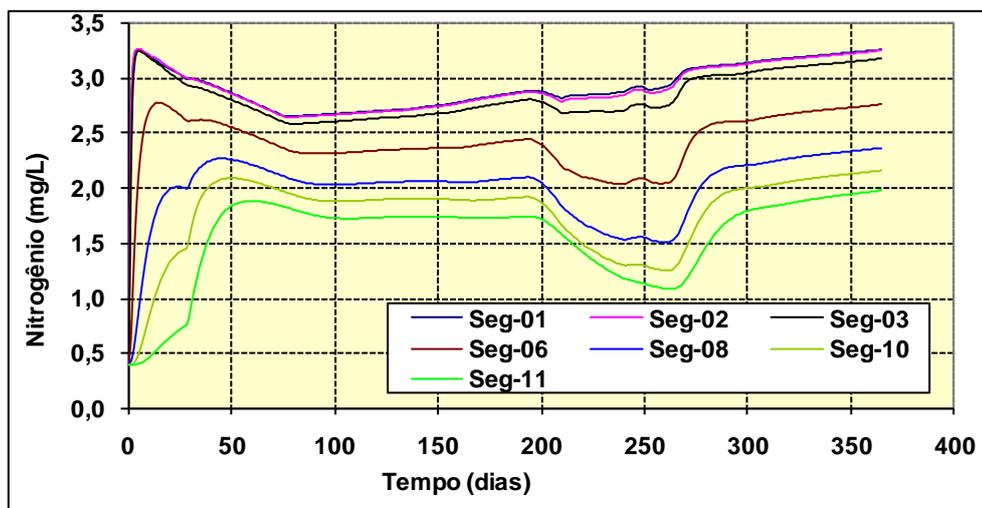


FIGURA 5.3/9 - RESERVATÓRIO DOS CANAIS – CORPO CENTRAL – NITROGÊNIO

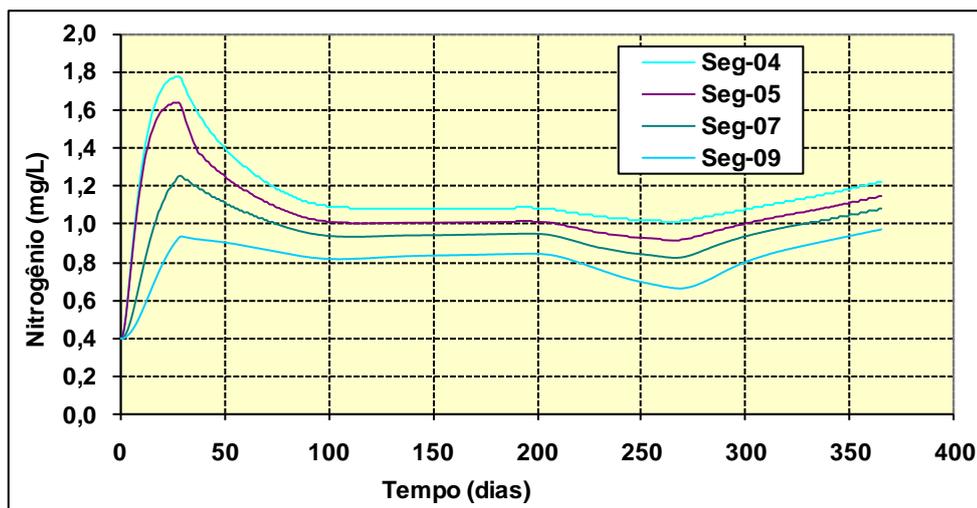


FIGURA 5.3/10 - RESERVATÓRIO DOS CANAIS – BRAÇOS TRIBUTÁRIOS – NITROGÊNIO

5. CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos nas simulações permite inferir que:

i) Os resultados assinalam para as condições hidrológicas médias, que não ocorrerá estratificação térmica do reservatório do rio Xingu, embora os meses de setembro e outubro assinalem maior tendência para esse fenômeno. No reservatório de Canais, especificamente no circuito preferencial das águas, este efeito deverá se refletir nos meses de agosto a novembro, período onde se observam as menores vazões médias.

Ao considerar o padrão de escoamento típico de um ano seco, adotando-se como referência as condições hidrológicas mais críticas da série de vazões, observadas no ano de 1969, o período de estratificação deverá ser ampliado. Para o reservatório do rio Xingu, a estratificação ocorre de agosto a novembro e no reservatório dos Canais esta condição se revela mais crítica, com estratificação verificada no período de julho a dezembro.

ii) Especificamente para o reservatório de Canais, onde se observa tempo de residência da água mais elevado, as simulações assinalam que a estratificação térmica deverá ser normalmente mantida ao longo de todo o ano. Entretanto, condições de vazões elevadas ou flutuações do nível d'água do reservatório podem contribuir para a quebra da termoclina, notadamente durante os meses de janeiro e fevereiro, onde esta tendência se mostra mais determinante.

iii) Com respeito à operação de enchimento, verificou-se a ocorrência de uma ampla faixa de duração para completar esta fase, com valores variando entre 4 e 103 dias. Os meses compreendidos entre janeiro e junho configuraram-se como os mais propícios para processar o enchimento do reservatório, considerando-se a maior disponibilidade hídrica. Dessa forma adotou-se o mês de fevereiro, como marco de início para o enchimento do reservatório. Quanto ao tempo mínimo para se processar o enchimento, considerou-se um período de 30 dias, tendo em vista atender o plano de resgate e salvamento da fauna.

iv) Em função das ações preventivas de desmatamento e limpeza e da alta circulação da água no reservatório do rio Xingu, verificou-se que este se enquadrará como um ambiente lótico (tempo média de retenção: 3,6 dias; sensu Straškraba, 1999). Após o período de supremacia dos processos de consumo de oxigênio (decomposição das estruturas frágeis da vegetação e das frações lábeis da matéria orgânica do solo) deverá ocorrer uma fase na qual os processos de aeração (e.g. difusão

atmosférica, turbilhonamento, fotossíntese) tenderão a predominar e finalmente prevalecerão, restabelecendo as concentrações de oxigênio dissolvido em níveis próximos aos atuais. Nesse reservatório as concentrações de oxigênio não deverão atingir valores abaixo de 5 mg/L; as concentrações de DBO, fósforo inorgânico total e nitrogênio inorgânico total não deverão ser maiores que 2,5; 0,040 e 3,2 mg/L, respectivamente.

De acordo com a Resolução CONAMA essas concentrações permitem enquadrar os segmentos do reservatório Principal como classe 2. Nesse contexto, os valores mais críticos de oxigênio dissolvido serão verificados durante a fase de enchimento do reservatório, com concentrações decrescentes à medida que se desloca para jusante, onde se verifica concentrações mínimas pouco abaixo de 6,5 mg/L. As concentrações de nitrogênio e fósforo corroboraram a provável ocorrência de gradiente longitudinal (no sentido montante jusante) pelo qual, as condições mais favoráveis deverão ocorrer nas regiões do reservatório mais a montante. Contudo, mesmo nas regiões de jusante, as condições no que referem ao balanço de oxigênio e a eutrofização deverão ser extremamente favoráveis para a manutenção da biodiversidade e demais usos múltiplos do reservatório, desde a sua formação. A tendência à eutrofização deverá perdurar por aproximadamente cinco meses após o início da formação do reservatório; depois desse período os processos (químicos e biológicos) de assimilação e sedimentação deverão prevalecer, mantendo o reservatório em condições oligo-mesotróficas. Desde o início da formação do reservatório, as concentrações de DBO deverão oscilar com valores bastante reduzidos; as concentrações mais elevadas (ca. 2 e 2.5 mg/L) deverão ocorrer no primeiro mês. A manutenção dessas condições não favorece a proliferação de algas, de macrófitas aquáticas e de insetos de importância médico-sanitária (i.e. vetores de doenças). Essas condições favorecerão também a precipitação de metais dissolvidos que eventualmente forem aduzidos ao reservatório e desfavorecerão a dissolução e propagação de metais presentes nos sedimentos.

Comparando-se estas previsões com o verificado em reservatórios formados na região norte (e.g. UHE Albina e Tucuruí), nos quais as baixas concentrações de oxigênio dissolvido e os processos anaeróbios predominaram por vários meses (Moreno, 1996), ressalta-se as condições favoráveis previstas para o reservatório Principal da AHE Belo Monte.

No geral, o reservatório de Canais apresentará tempo médio de retenção hidráulica de 4,5 dias o que o enquadra como ambientes similares a rio (Straškraba, 1999). Por sua vez, os braços desse reservatório deverão apresentar tempos de residência sensivelmente maiores e, portanto, comportamento assemelhado a ambientes lacustres. Durante o enchimento, no corpo central do reservatório de Canais (onde ocorre o fluxo preferencial do escoamento), as concentrações de oxigênio dissolvido deverão apresentar-se relativamente mais elevadas e com valores decrescentes à medida que se desloca para jusante (gradiente longitudinal). Nessa região (corpo central do reservatório; segmentos: 1, 2, 3, 6, 8, 10 e 11) a concentração mais crítica do oxigênio dissolvido poderá ser próxima de 4 mg/L. Nas regiões adjacentes (segmentos 4, 5, 7 e 9) as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido deverão situar-se entre 2 e 3 mg/L. No entanto, rápidas elevações dessas concentrações (ca. 5 mg/L) deverão ocorrer depois de 70 dias após o início da operação de enchimento. Importante ressaltar que a ocorrência de anaerobiose (concentração de oxigênio dissolvido = zero mg/L) não deverá ser constatada em nenhuma região e independente do segmento, as concentrações mais críticas (i.e. baixas) deverão ocorrer até o primeiro mês do início da formação do reservatório. Esses eventos indicam que não deverão ocorrer intensos estresses no que se refere à sobrevivência da fauna aquática; bem como, os processos de dissolução de elementos tóxicos (e.g. metais) não serão beneficiados tendo em vista a manutenção de potenciais de oxi-redução sob valores elevados. Outro evento beneficiado por essa condição (i.e. ausência de anaerobiose, elevados potenciais de oxi-redução) será o de floculação e sedimentação das formas solúveis de fósforo (i.e. ortofosfato) que se constituem numa das principais fontes de eutrofização dos ecossistemas aquáticos. Nesse caso, a predominância de ambientes aeróbios induzirá a precipitação de fósforo, atenuando a intensidade das taxas de produção primária fitoplanctônica e de macrófitas aquáticas. Tais atenuações concorrem para o controle de florações no reservatório e para a manutenção dos usos múltiplos do ambiente (i.e. dessedentação de animais, abastecimento urbano, lazer, navegação, etc.). Além da predominância de ambiente aeróbio, a provável ocorrência eventual de estratificação térmica nos braços e corpo central do reservatório tende

a isolar ainda mais a difusão do fósforo proveniente da autofertilização (i.e. dissolução do fósforo desde as camadas superficiais dos sedimentos) e a eventual propagação de elementos tóxicos (i.e. metais) tendo em vista a barreira física constituída pela termoclina.

No reservatório de Canais as concentrações de DBO deverão oscilar com valores relativamente reduzidos; as concentrações mais elevadas (ca. 2,7 e 4,7 mg/L) deverão ser verificadas apenas no primeiro mês e as regiões mais afetadas serão as correspondentes aos braços (segmentos: 4, 5, 7 e 9) e as mais a montante (e.g. segmentos 1, 2 e 3). Após esse período, as DBO deverão decrescer intensamente e em seguida, no corpo central do reservatório seus valores variarão basicamente em função das características do rio Xingu. Por outro lado, nos braços as DBO deverão manter-se variando com valores baixos tendo em vista a compartimentalização do reservatório, ou seja, nos braços (segmentos: 4, 5, 7 e 9) as aduções de matéria orgânica não ocorrerão intensamente após a degradação da fitomassa submersa, pois esses ambientes não possuirão afluentes significativos e os processos advectivos do reservatório não deverão aduzir matéria orgânica dissolvida desde as regiões de montante, por não se constituírem em rotas predominantes das águas. Esses mesmos argumentos valem para as distribuições do fósforo e do nitrogênio. Nesses casos, após o período de ocorrência de maiores concentrações (ca. 30 dias), as concentrações tenderão a decrescer intensamente. Nos braços do reservatório dos Canais, a falta de adução de fósforo (por não se constituírem em rota preferencial das águas) e a desnitrificação tenderão a manter essas regiões em estado oligotrófico; por outro lado, o corpo central poderá constituir-se em ambiente mesoeutrófico ou eutrófico (dependendo da região) em função das características químicas das águas do rio Xingu. Nesse caso, os ambientes mesoeutróficos deverão predominar nas regiões de montante (i.e. segmentos 1, 2 e 3) e os eutróficos nas de jusante (e.g. segmentos 6, 8 e 10). O último segmento (que caracterizará as águas de jusante) deverá apresentar-se eutrófico até aproximadamente o 3º mês da formação do reservatório; em seguida, deverá apresentar declínio gradual e constante nas concentrações de fósforo, constituindo-se no futuro, como meso-oligotrófico. Para tanto ressalta-se que as aduções externas de fósforo deverão ser controladas por mecanismos tais como a criação e manutenção de APPs e tratamento de esgoto da população servida de Altamira.

A manutenção de ambientes oligo-mesotróficos (e.g. reservatório Principal e braços e região mais a jusante do reservatório de Canais) é de extrema importância tendo em vista o não favorecimento da proliferação de plantas aquáticas, de algas que excretam toxinas e de vetores de doenças (insetos). Tais proliferações eventualmente poderão ocorrer na fase inicial de formação do reservatório (até dois meses após a formação) e perdurar mais nas regiões correspondentes aos segmentos 6, 8 e 10 (reservatório dos Canais). Em particular para as macrófitas aquáticas, nos reservatórios brasileiros de grande porte, tais como: Tucuruí (PA), Balbina (AM), Lajeado (TO) observaram-se os aparecimentos de espécies flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Salvinia* sp, *Pistia stratiotes*, etc.) e as expansões de suas populações, em função da eutrofização. Constatou-se, também, a importância dos troncos emergentes como ancoradouro das plantas e dos detritos da vegetação submersa no suprimento de nutrientes para a formação e manutenção dos bancos de macrófitas (Paiva & Salles, 1977). Por outro lado, este ambiente favorece o desenvolvimento de espécies de peixes (refúgio e alimentação) e a nidificação de aves e constitui-se em rotas de fuga de animais durante a operação de enchimento. O potencial de crescimento de macrófitas aquáticas pode ser exemplificado por meio de uma cultura (temperatura média: 23 °C) suprida com água de um ambiente eutrófico, na qual *Salvinia auriculata* apresentou taxa de crescimento de 9,7% ao dia (correspondente a um tempo de duplicação da biomassa de 7,4 dias; Saia & Bianchini Jr., 1998). Devido às atuais concentrações de nitrogênio e fósforo do rio Xingu e a intensidade adotada de desmatamento, as simulações indicaram que, após o período crítico (durante o enchimento) as águas do reservatório de Canais tenderão a apresentar declínio acentuado no grau de trofia devido às perdas de matéria orgânica e de nutrientes por exportação e sedimentação. Conforme mencionado, as condições previstas como predominantes para esse reservatório, poderão favorecer o crescimento das macrófitas aquáticas, embora tais florescimentos sejam mais esperados na época da formação do reservatório (devido à lixiviação do solo e dos detritos). No entanto, os florescimentos (de algas e macrófitas aquáticas) são normalmente eventos temporários, principalmente se evitadas as aduções externas de nutrientes. Nesse contexto, o reservatório de Tucuruí que chegou a apresentar em 1986 (após dois anos da sua formação) 38,1% de sua área coberta pelas plantas aquáticas apresenta

atualmente, cerca de 0,1%. Contribuíram para a ocorrência deste decréscimo, as baixas concentrações de nutrientes do rio Tocantins e as baixas pressões antrópicas nas cercanias do reservatório.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Moreno, I. H. Estrutura da comunidade planctônica do reservatório da UHE-Balbina (Floresta tropical úmida - Amazonas) e sua relação com as condições limnológicas apresentadas na fase de enchimento e pós-enchimento (1987-1990). São Carlos (SP): UFSCar, 237p. (tese), 1996.

Paiva, M. P. & Salles, P. V. Desmatamento de represas hidrelétricas no Brasil. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 28p. (Relatório Técnico), 1977.

Saia, F. T. & Bianchini Jr., I., Modelagem do crescimento e senescência de *Salvinia auriculata* em condições de laboratório. An. VIII Sem. Reg. Ecol., Vol. 3. São Carlos: UFSCar, 1331-1342. 1998.

**ADENDO 1: ANÁLISE DOS PERFIS DE TEMPERATURA PARA OS QUATRO
BRAÇOS DO RESERVATÓRIO DOS CANAIS (SIMULAÇÃO)**

1 INTRODUÇÃO

Todos os perfis de temperatura para os quatro braços do reservatório dos canais mostram uma estratificação térmica variável, mas relativamente estável em todos os meses do ciclo estacional. Apenas em janeiro e fevereiro para os braços C-04, C-05, C-07 e C-09 ocorreram estratificações mais fracas. Em todos os outros meses do ciclo estacional, as estratificações foram mais estáveis.

Embora a diferença de temperatura das estratificações em todos os meses (exceto janeiro e fevereiro) onde ocorre maior estabilidade não seja superior a 2^oC, em nenhum dos perfis, deve-se enfatizar que esta diferença térmica representa uma importante diferença de densidade devido ao comportamento da água a diferentes temperaturas: a temperaturas mais elevadas, a diferença de densidade é muito maior que a temperaturas mais baixas. Essas diferenças térmicas são, portanto, responsáveis por uma estabilização de estratificação, o que pode ser confirmado pelo estudo da resistência térmica à circulação.

As conseqüências desta estratificação térmica nos braços do reservatório dos canais são bem conhecidas e descritas na literatura havendo formação de hipolimnio anóxico no fundo e epilimnio oxigenado. A desoxigenação do hipolimnio é devido à ausência da interação entre a camada superior oxigenada e o hipolimnio anóxico. A decomposição da fauna e da flora e material em suspensão que se depositam no fundo são as causas desta desoxigenação (Hutchinson, 1957, Wetzel, 2001, Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). Em janeiro e fevereiro há pouca ou nenhuma estratificação, exatamente pelo fato de ocorrer influxo de água do reservatório principal (reservatório do Xingu), o que promoverá a circulação vertical do sistema.

2 ANÁLISE DA RESISTÊNCIA TÉRMICA RELATIVA À CIRCULAÇÃO

2.1 Metodologia

Resistência térmica relativa à circulação (RTRC) é definida como a capacidade do lago, reservatório ou braço do reservatório de resistir à instabilidade provocada pelo vento ou resfriamento térmico e manter o sistema estável do ponto de vista da estratificação. A RTRC depende da densidade das massas de água, que são em última análise, as características da água que produzem esta estratificação (Hutchinson, 1967, Wetzel, 2001, Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). A resistência térmica relativa à circulação é dada pela seguinte fórmula:

$$RTRC = (d_2 \text{ H}_2\text{O} - d_1 \text{ H}_2\text{O}) / (d \text{ H}_2\text{O}(4^{\circ}\text{C}) - d \text{ H}_2\text{O}(5^{\circ}\text{C}))$$

onde

d_1 e d_2 são as densidades da água às profundidades que correspondem à temperaturas t_1 e t_2 .

$d \text{ H}_2\text{O}(4^{\circ}\text{C})$, $d \text{ H}_2\text{O}(5^{\circ}\text{C})$ são as densidades da água a 4^oC e 5^oC.

A RTRC foi calculada com base nas tabelas de temperatura da água que foram transformadas em densidade segundo Hutchinson (1957)

Com a utilização de fórmula acima, calculou-se a RTRC para cada profundidade e para todos os meses de simulação.

Os **Quadros 2.1/1 a 2.1/4** apresentam os dados de densidade da água calculados em função das temperaturas, para os quatro braços C-04, C-05, C-07 e C-09 respectivamente. Como se pode verificar por estas tabelas, há um acúmulo de água mais densa na parte mais profunda dos braços do reservatório dos canais.

**QUADRO 2.1/3: DENSIDADE DA ÁGUA DO BRAÇO C-07 CALCULADA DE ACORDO
COM A TEMPERATURA (DADOS SIMULADOS FORNECIDOS) EM CADA
PROFUNDIDADE OU COTA**

Prof. (m)	Cota (m)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
36	61	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
35	62	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
34	63	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
33	64	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
32	65	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
31	66	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
30	67	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
29	68	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
28	69	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
27	70	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
26	71	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
25	72	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
24	73	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
23	74	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
22	75	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
21	76	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
20	77	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
19	78	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
18	79	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9967057
17	80	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9967057	0,9967057	0,9966786
16	81	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9967057	0,9967057	0,9966786	0,9966786	0,9966786
15	82	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9967057	0,9966786	0,9966786	0,9966515	0,9966515	0,9966515
14	83	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9966786	0,9966786	0,9966515	0,9966243	0,9966243	0,9966243	0,9966243
13	84	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9966786	0,9966515	0,9966243	0,996597	0,996597	0,996597	0,996597	0,996597
12	85	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9966786	0,9966515	0,9966243	0,996597	0,9965421	0,9965146	0,996597	0,996597	0,9965696
11	86	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9966515	0,996597	0,9965696	0,9965421	0,9964869	0,9965146	0,996597	0,996597	0,9965421
10	87	0,9967326	0,9967326	0,9966786	0,996597	0,9965421	0,9965696	0,9964869	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
9	88	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965696	0,9965146	0,9965421	0,9964313	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
8	89	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
7	90	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
6	91	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
5	92	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
4	93	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
3	94	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
2	95	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
1	96	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
0	97	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421

Fonte: Hutchinson, 1957

**QUADRO2.1/4: DENSIDADE DA ÁGUA DO BRAÇO C-09 CALCULADA DE ACORDO
COM A TEMPERATURA (DADOS SIMULADOS FORNECIDOS) EM CADA
PROFUNDIDADE OU COTA**

Prof.(m)	Cota (m)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
41	56	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
40	57	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
39	58	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
38	59	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
37	60	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
36	61	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
35	62	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
34	63	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
33	64	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
32	65	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
31	66	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
30	67	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
29	68	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
28	69	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
27	70	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
26	71	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
25	72	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
24	73	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
23	74	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
22	75	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
21	76	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
20	77	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326
19	78	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057
18	79	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9967057
17	80	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9967057	0,9967057	0,9966786
16	81	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9967057	0,9966786	0,9966786	0,9966786	0,9966515
15	82	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9966786	0,9966786	0,9966515	0,9966515	0,9966515	0,9966243
14	83	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9967057	0,9966786	0,9966515	0,9966515	0,9966243	0,996597	0,9966243	0,996597
13	84	0,9967326	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9966786	0,9966515	0,9966243	0,996597	0,9965696	0,996597	0,996597	0,996597
12	85	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9966786	0,9966515	0,996597	0,9965696	0,9965421	0,9965146	0,996597	0,996597	0,9965696
11	86	0,9967326	0,9967326	0,9967057	0,9966515	0,996597	0,9965696	0,9965146	0,9964869	0,9965146	0,996597	0,996597	0,9965421
10	87	0,9967326	0,9967326	0,9966786	0,996597	0,9965421	0,9965696	0,9964869	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
9	88	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965696	0,9965146	0,9965421	0,9964313	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
8	89	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
7	90	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
6	91	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
5	92	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
4	93	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
3	94	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
2	95	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
1	96	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421
0	97	0,9967326	0,9967326	0,9966515	0,9965421	0,9965146	0,9965421	0,9963753	0,9964033	0,9965146	0,996597	0,9965696	0,9965421

Fonte: Hutchinson,1957

2.2 Resultados

Os Quadros 2.2/1 a 2.2/8 apresentam os dados da resistência térmica relativa à circulação (RTRC) para os quatro braços durante todos os meses da simulação. Em janeiro e fevereiro a RTRC foi zero evidenciando o efeito do aumento do volume e do influxo de águas do reservatório Principal. A medida que o processo evolui aumenta a RTRC devido à estabilidade cada vez mais acentuada do sistema culminando com o máximo de RTRC em julho o que representa a maior estabilidade do sistema.

A relação entre RTRC do epilimnio e do hipolimnio foi também simulada e é apresentada para todos os braços nos Quadros 2.2/2, 2.2/4, 2.2/6 e 2.2/8. Nestas tabelas fica claro que o epilimnio terá mais efetiva circulação (RTRC = zero) e o hipolimnio estará sempre apresentando maior RTRC em função das diferenças em estabilidade e estratificação.

QUADRO 2.2/1: RESISTÊNCIA TÉRMICA RELATIVA À CIRCULAÇÃO DO BRAÇO C-04 DURANTE O ANO SIMULADO.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
RTRC	6,66666667	0	10,01235	23,51852	26,91358	23,51852	44,11111	40,65432	26,91358	16,74074	20,12346	6,666667

QUADRO 2.2/2: RESISTÊNCIA TÉRMICA RELATIVA À CIRCULAÇÃO NO EPILÍMNIO E NO HIPOLÍMNIO (DE ACORDO COM OS DADOS SIMULADOS FORNECIDOS) DE CADA MÊS DO ANO SIMULADO NO BRAÇO C- 04.

Mês	Camada	RTRC
Janeiro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	0
Fevereiro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	0
Março	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	6,666667
Abril	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Maio	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	23,51852
Junho	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Julho	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	37,19753
Agosto	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	30,33333
Setembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Outubro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	10,01235
Novembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	16,74074
Dezembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346

QUADRO 2.2/3: RESISTÊNCIA TÉRMICA RELATIVA À CIRCULAÇÃO DO BRAÇO C-05 DURANTE O ANO SIMULADO.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
RTRC	0	0	10,01235	23,51852	26,91358	23,51852	44,11111	40,65432	26,91358	16,74074	20,12346	23,51852

QUADRO 2.2/4: RESISTÊNCIA TÉRMICA RELATIVA À CIRCULAÇÃO NO EPILÍMNIO E NO HIPOLÍMNIO (DE ACORDO COM OS DADOS SIMULADOS FORNECIDOS) DE CADA MÊS DO ANO SIMULADO NO BRAÇO C-05.

Mês	Camada	RTRC
Janeiro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	0
Fevereiro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	0
Março	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	6,666667
Abril	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Maio	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Junho	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Julho	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	37,19753
Agosto	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	33,76543
Setembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Outubro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	10,01235
Novembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	16,74074
Dezembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346

QUADRO 2.2/5: RESISTÊNCIA TÉRMICA RELATIVA À CIRCULAÇÃO DO BRAÇO C- 07 DURANTE O ANO SIMULADO.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
RTRC	0	0	10,01235	23,51852	26,91358	23,51852	44,11111	40,65432	26,91358	16,74074	20,12346	23,51852

QUADRO 2.2/6: RESISTÊNCIA TÉRMICA RELATIVA À CIRCULAÇÃO NO EPILÍMNIO E NO HIPOLÍMNIO (DE ACORDO COM OS DADOS SIMULADOS FORNECIDOS) DE CADA MÊS DO ANO SIMULADO NO BRAÇO C-07.

Mês	Camada	RTRC
Janeiro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	0
Fevereiro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	0
Março	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	6,666667
Abril	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Maio	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	23,51852
Junho	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Julho	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	37,19753
Agosto	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	30,33333
Setembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	16,74074
Outubro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	13,37037
Novembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	16,74074
Dezembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346

QUADRO 2.2/7: RESISTÊNCIA TÉRMICA RELATIVA À CIRCULAÇÃO DO BRAÇO C-09 DURANTE O ANO SIMULADO.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
RTRC	0	0	10,01235	23,51852	26,91358	23,51852	44,11111	40,65432	26,91358	16,74074	20,12346	23,51852

QUADRO 2.2/8: RESISTÊNCIA TÉRMICA RELATIVA À CIRCULAÇÃO NO EPILÍMNIO E NO HIPOLÍMNIO (DE ACORDO COM OS DADOS SIMULADOS FORNECIDOS) DE CADA MÊS DO ANO SIMULADO NO BRAÇO C-09.

Mês	Camada	RTRC
Janeiro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	0
Fevereiro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	0
Março	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	6,666667
Abril	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Maio	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	23,51852
Junho	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Julho	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	37,19753
Agosto	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	30,33333
Setembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346
Outubro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	10,01235
Novembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	16,74074
Dezembro	RTRC epilimnio	0
	RTRC hipolimnio	20,12346

2.3 Discussão

Como ficou demonstrado pela simulação, ocorrerá uma estratificação nos braços dos reservatórios dos canais com um gradiente vertical de temperatura e densidade. Nos meses de maior influxo de água (Janeiro e fevereiro) a estratificação é muito baixa, e não há resistência térmica relativa à circulação. No período de vazante haverá uma estratificação acentuada principalmente nos braços mais profundos, com maior resistência térmica relativa à circulação. Verifica-se, portanto que no hipolimnio haverá maior RTRC devido à maior densidade da água nas profundidades hipolimnéticas. Como resultado haverá uma desoxigenação nos braços que serão, por determinados períodos anóxicos. Deve-se, entretanto, enfatizar que em Janeiro e Fevereiro, todos os braços sofrerão uma renovação total das massas de água com o RTRC =0 e completa reoxigenação da coluna da água. Esta revitalização do sistema estará assegurada pela alta vazão que entrará na operação do sistema no período de enchente/cheia.

3 DÉFICIT RELATIVO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (DROD)

O DROD é uma medida que representa o quanto um corpo de água (rio, lago ou reservatório) se afasta da saturação ideal de oxigênio dissolvido (100% - 80% de saturação). Durante um ciclo estacional está na dependência dos processos de estratificação térmica e de densidade da coluna de água.

Quanto maior o DROD maior é o afastamento da saturação ideal, e pior é a qualidade da água para a vida aquática por exemplo. Hutchinson, (1957) descreve os vários processos resultantes deste DROD, todos em relação aos ciclos biogeoquímicos, vida aquática e distribuição vertical das comunidades aquáticas (fitoplâncton, zooplâncton, peixes e macroinvertebrados bentônicos).

3.1 Metodologia

O déficit relativo de oxigênio dissolvido é calculado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$DROD = (M_1 - M_2) / \delta$$

Onde M_1 = Saturação de O_2 no período de maior circulação

M_2 = Saturação de O_2 no período de circulação mínima

δ = Período entre M_1 e M_2 em meses.

Para cada um dos braços do reservatório dos canais (C-04, C-05, C-07 e C-09) calculou-se o déficit relativo de O_2 dissolvido em função da circulação total e saturação total em Janeiro-Fevereiro e para Julho (período de máxima estabilidade com maior RTRC) e Outubro, início de um novo processo de reoxigenação do sistema partir do influxo do reservatório principal.

3.2 Resultados

Os Quadros 3.2/1 a 3.2/4 mostram o déficit relativo de oxigênio dissolvido para os quatro braços do reservatório dos canais a partir dos cálculos realizados considerando-se os períodos de máxima circulação Janeiro e Fevereiro e de circulação mínima em Julho.

Foi realizada uma simulação para o mês de outubro onde há uma menor estratificação térmica de acordo com os dados da simulação dos perfis verticais de temperatura.

QUADRO 3.2/1: DIFERENTES DÉFICITS DE OXIGÊNIO PARA O BRAÇO C-04 DO RESERVATÓRIO DOS CANAIS

Mês	Saturação
Fevereiro	100%
Janeiro	100%
Intervalo de tempo	1 mês
Déficit relativo de O ₂	0%

Mês	Saturação
Fevereiro	100%
julho	35%
Intervalo de tempo	5 meses
Déficit relativo de O ₂	13%

Mês	Saturação
Fevereiro	100%
Outubro	20%
Intervalo de tempo	8 meses
Déficit relativo de O ₂	10%

QUADRO 3.2/2: DIFERENTES DÉFICITS DE OXIGÊNIO PARA O BRAÇO C-05 DO RESERVATÓRIO DOS CANAIS.

Mês	Saturação
janeiro	100%
fevereiro	100%
Intervalo de tempo	1 mês
Déficit relativo de O ₂	0%

Mês	Saturação
janeiro	100%
julho	25%
Intervalo de tempo	6 meses
Déficit relativo de O ₂	13%

Mês	Saturação
janeiro	100%
Outubro	10%
Intervalo de tempo	9 meses
Déficit relativo de O ₂	10%

QUADRO 3.2/3: DIFERENTES DÉFICITS DE OXIGÊNIO PARA O BRAÇO C-07 DO RESERVATÓRIO DOS CANAIS.

Mês	Saturação
janeiro	100%
fevereiro	100%
Intervalo de tempo	1 mês
Déficit relativo de O ₂	0%

Mês	Saturação
janeiro	100%
julho	0%
Intervalo de tempo	6 meses
Déficit relativo de O ₂	17%

Mês	Saturação
janeiro	100%
Outubro	5%
Intervalo de tempo	9 meses
Déficit relativo de O ₂	11%

QUADRO 3.2/4: DIFERENTES DÉFICITS DE OXIGÊNIO PARA O BRAÇO C-09 DO RESERVATÓRIO DOS CANAIS.

Mês	Saturação
Fevereiro	100%
Janeiro	100%
Intervalo de tempo	1 mês
Déficit relativo de O ₂	0%

Mês	Saturação
Fevereiro	100%
julho	0%
Intervalo de tempo	5 meses
Déficit relativo de O ₂	20%

Mês	Saturação
Fevereiro	100%
Outubro	0%
Intervalo de tempo	8 meses
Déficit relativo de O ₂	12,5%

3.3 Discussão

O déficit relativo de oxigênio dissolvido (DROD) mede a diferença em saturação de O₂ dissolvido entre períodos de máxima circulação (100% de saturação aproximadamente) e de mínima circulação (e de condições variáveis de saturação no hipólímio). Os resultados apresentados para os quatro braços mostram que provavelmente ocorrerá um déficit zero de oxigênio dissolvido durante o período de enchente (Janeiro e fevereiro) e um déficit maior de oxigênio dissolvido durante os períodos de estratificação. Nas regiões mais profundas dos braços, haverá maior nível de estratificação e concomitantemente maior déficit relativo de oxigênio dissolvido devido à baixa circulação. Isto significa, nessas regiões, um hipólímio anóxico ou com baixas concentrações de oxigênio dissolvido. As alterações drásticas que ocorrerão na circulação do reservatório dos canais e dos braços em Janeiro e fevereiro (enchente) deverão revitalizar o sistema com reoxigenação de 100% da coluna de água. É por isto que, apesar do déficit relativo do oxigênio dissolvido aumentar, este déficit ainda não é

exageradamente elevado devido aos influxos de água com alta saturação de oxigênio dissolvido durante a enchente/cheia. Ou seja, o sistema terá um “estoque” de oxigênio dissolvido que será lentamente alterado durante o período de estratificação em regiões específicas durante parte do ciclo sazonal.

Deve-se destacar que o epilímnio, com profundidades variáveis para cada braço (aproximadamente 10 m), tem circulação completa durante todo o ano e estará permanentemente oxigenado, com níveis que poderão atingir 100% ou mais de saturação, permitindo os usos múltiplos diversificados da água em toda a extensão do reservatório.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hutchinson, G.E. 1957. A Treatise on Limnology. Vol I . Geography, physics and chemistry. John wiley & sons Inc, 1015 pp.

Tundisi, J.G. & Matsumura-Tundisi, T. 2008. Limnologia. Oficina de Textos. 632 pp.

Wetzel, R.G. 2006. Limnology. Academic Press. 2001pp.

6. MEIO BIÓTICO

6.1 Tema: Unidades de Paisagem – Pág 92

Comentário:

As diferentes classes de habitats (tipos fitofisionômicos) identificadas nos trabalhos de campo não foram utilizadas nos estudos de paisagem, o que fez com que os fragmentos fossem analisados independentes do habitat, o que limita os resultados alcançados pelo estudo, principalmente quando se pensa em habitats preferenciais para a soltura de animais, o que poderia direcionar melhor a proposição de corredores.

RESPOSTA

O estudo de unidade de paisagem realmente não fez análise de habitats, mesmo porque a análise de habitat não era o objetivo do estudo.

A abordagem de hábitat aparece especificamente em cada um dos grandes componentes estudados, tanto nos ecossistemas aquáticos quanto nos terrestres: vegetação aquática, macrófitas, macroinvertebrados aquáticos, fito e zooplânctons, peixes, quelônios aquáticos, mamíferos aquáticos, vegetação terrestre, invertebrados, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Essa abordagem da caracterização do hábitat com a associação da espécie ou grupo de espécies que ocupa determinado espaço no ambiente físico-químico-biológico é particularmente apropriada porque esse espaço, que tem uma dimensão tridimensional em estrutura: as características físicas do local, os componentes de temperatura e umidade, além das interações biológicas de competição, por exemplo, de nichos por espaço, reprodução e alimentação. Aliás, o Termo de Referência do Ibama, prefere utilizar o termo biótopo, como aparece quando aborda o escopo do estudo de Ictiofauna e qualidade de água. Essa é mais uma questão semântica. Biótopo é originado da literatura européia, especificamente da escola francesa, enquanto que o termo hábitat é mais utilizado na abordagem anglo-saxônica, mais difundida globalmente, inclusive com o termo micro-habitat, que detalha as minúcias da interação do ocupante do espaço (espécies) com os componentes abióticos e bióticos existentes nesse espaço tridimensional.

De fato, o estudo de unidades de paisagem teve como principal objetivo mostrar o status presente do estágio de fragmentação da cobertura vegetal original. A relação da abordagem entre esses fragmentos com respeito a tamanho, grau de antropização, características de habitats da fauna em fitofisionomias, particularmente de floresta ombrófila (ambientes de terra firme) com possível soltura de animais resgatados, deve ser objeto de detalhamento de estudo em, pelo menos, dois aspectos relevantes:

1. Considerar todas as implicações próprias do processo de fragmentação, hoje relativamente bem documentada na literatura científica, tais como:

- Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities. Laurence, W.F. e Bierregard, Jr. R, O. (editores) – que resume os resultados de longos estudos de fragmentos na Amazônia.

- Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas, do MMA, que faz uma revisão conceitual do tema, estudos de casos e recomendações de ações de conservação.

2. Considerar o que os planos, programas e projetos propõem com relação ao resgate de animais, com enfoque no aproveitamento científico da fauna a ser resgatada. A simples soltura de animais em fragmentos isolados, antropizados, pode não resultar em objetivos positivos, caso os animais translocados não sejam monitorados para acompanhar seu sucesso ou não em novos locais. A literatura científica recente sobre esse tema é bastante convincente sobre iniciativas bem e mal sucedidas.

Esclarece-se que a metodologia mais adequada para análise de habitats é outra e completamente diferente dos métodos utilizados no estudo de unidade de paisagem (vide Cooperrider, A. Y.; Boyd, R. J. & Stuart, H. R. 1986. Inventory and Monitoring of Wildlife Habitat. Dept. Inter. Bur. Land Manage. Service Center. Denver, Co. 858 p.). Estudos de análise de habitats são mais detalhados e devem ser desenvolvidos quando o objetivo é manejar espécies da fauna ameaçadas de extinção, raras ou em perigo, buscando a conservação das espécies; o que não é o caso de um Estudo de Impacto Ambiental, cujo objetivo é outro. Para a elaboração de EIA, estudos de unidade de paisagens são mais indicados e adequados, uma vez que os resultados auxiliam no entendimento dos processos vigentes e atuais do uso e ocupação do solo.

Estudos de habitats consistem na avaliação da estrutura da vegetação, composição de espécies de plantas, presença ou ausência de fatores físicos, edáficos e hídricos, como também análise de aspectos microclimáticos e espaciais locais. Além disso, há que se ter conhecimento da ecologia da espécie animal em questão.

Seguindo orientações metodológicas e conceituais o estudo de análise de paisagem adotou um número reduzido de métricas independentes, escolhidas em função do objetivo do estudo (vide: Forman, R. T. T. & Godron, M. 1986. Landscape ecology. Wiley & Sons Ed., New York; McCarigal, K. & Marks, B. J. 1995. FRAGSTAS: special pattern analysis program for quantifying landscape structure. U. S. Forest Service General Technical Report PNW 351).

Para maiores detalhes sugere-se a consulta ao texto bastante elucidativo de Jean Paul Metzger intitulado 'Estrutura da Paisagem: o Uso Adequado de Métricas', capítulo do livro Métodos de Estudo em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre, organizado por Laury Cullen Jr., Rudy Rudran e Cláudio Valladares Pádua, em 2003.

Finalizando, vale outro esclarecimento: diferentemente do Bioma Cerrado, em regiões amazônicas, cuja paisagem predominante é formada por ambientes florestais, como é o caso da região em análise pelo estudo de ecologia da paisagem, os locais mais indicados para a soltura de animais silvestres terrestres oriundos de ações de resgate obviamente são ambientes com remanescentes florestais, independentemente se estes são floresta ombrófila aberta com palmeiras ou com cipó. Isto porquê tais animais circulam entre habitats e não fazem distinção da fitofisionomia, inclusive utilizando de forma oportunística ambientes inundáveis (floresta aluvial), quando estes estão secos.

Além disso, a priorização dos fragmentos para o estabelecimento de corredores deve obviamente à época em que tais corredores forem efetivamente estabelecidos, considerar os maiores fragmentos, mais próximos e com melhor forma, os quais não necessariamente serão

os mesmos que foram apontados no estudo atual, em função da dinâmica de desmatamento e uso do solo vigente na região.

Ressalta-se que a Instrução Normativa 149/2007, do IBAMA, estabelece que a necessidade de elaboração do Programa de Resgate ou Salvamento de Fauna será definida pelo IBAMA (artigo 10) e que a concessão de autorização para realização de resgate ou salvamento de fauna na área do empreendimento e sua respectiva área de influência far-se-á mediante a apresentação dos resultados obtidos no Programa de Monitoramento de Fauna e apresentação do Programa de Resgate ou Salvamento de Fauna (artigo 11), que ocorrerá no âmbito do Plano Básico Ambiental (artigo 12). Ou seja, uma vez que por ausência de mecanismos eficientes de controle ambiental na região a dinâmica de ocupação e desmatamento é muito intensa, os melhores locais para eventuais soltura de animais resgatados devem ser detalhados e definidos durante a fase de PBA e construção da obra, quando os fragmentos mais adequados naquele momento serão objeto de ações de proteção.

Quanto ao resgate de fauna, cabe salientar uma das conclusões do documento “O tratamento do impacto das hidrelétricas sobre a fauna terrestre” (documento elaborado pela Eletrobrás, em 1999): em função do conhecimento científico e da experiência adquiridos pelo setor elétrico e pelo órgão ambiental federal, os resgates de fauna visando à retirada total dos animais da área do reservatório e sua transferência para as áreas não alagadas não atingem o efeito esperado do salvamento dos animais, e ainda acarretam desequilíbrios drásticos nas populações das áreas receptoras, com grandes mortalidades em ambas populações. Dessa forma, os especialistas entendem que o resgate deva ser direcionado para populações de animais com status de conservação mais preocupantes, ou que tenham algum significado especial para a biodiversidade regional, ou que sejam objeto de estudos ecológicos e de aproveitamento científico.

6.2 Tema: Evolução do Desmatamento – Pag. 93

Comentário:

Apesar de só a expectativa de construção do empreendimento já poder ter gerado um incremento do desmatamento entre 2002 e 2003, o estudo não apresenta projeções de desmatamento para as próximas décadas, comparando cenários com e sem o empreendimento. A falta deste dado no EIA foi questionado em Audiência Pública, sendo protocolado documento afirmando que o município de Altamira já concentra as maiores taxas de novos desmatamentos na Amazônia brasileira, bem como ressaltado que o aumento da imigração e o aprimoramento da infraestrutura de transportes são causadores de desmatamentos em larga escala.

RESPOSTA

Em vários trechos do EIA são considerados os cenários de desmatamento para a região do AHE Belo Monte. Especificamente no Prognóstico Global - Volume 31 do EIA - são analisados cenários de evolução da bacia do rio Xingu sem o empreendimento (páginas 2 a 30) e com o empreendimento, neste caso sem considerar as medidas ambientais propostas (páginas 32 a 53) e considerando tais medidas (páginas 54 a 74).

Os estudos da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) feitos para a bacia do rio Xingu também abordam a questão dos cenários de desmatamento para essa área de influência regional (Estudos da AAI, páginas 128 a 148, e Resumo Executivo, páginas 41 e 42).

Informações adicionais e a contextualização sobre o desmatamento da região também podem ser observadas para a Área de Influência Direta (AID), realizados no âmbito dos estudos de paisagem, analisando dados do PRODES entre os anos de 2000 e 2007, apresentando gráfico de evolução de desmatamento e análise de sua consequência na paisagem (vide EIA Volume 13 - ADA e AID (Meio Biótico) – Uso do Solo e Vegetação – item Unidade de Paisagem).

A síntese dos resultados é a seguinte: na AAI, para o cenário tendencial 2015, processando-se as informações disponibilizadas para o período 2000/2007, sumarizam-se alguns pontos notáveis da projeção 2007/2015, sendo que a taxa efetiva de crescimento da área desmatada é de 4,11% ao ano para a bacia hidrográfica como um todo. Em termos absolutos, o incremento da área desflorestada é de 23.800 km². Em 2015, a área desmatada passaria para 98.776 km², evoluindo de um valor inicial em 2007 de 74.976 km².

Há uma quantidade expressiva de municípios da bacia que já se encontram com o estoque de florestas disponíveis (fora das áreas protegidas) praticamente exaurido, como é o caso de Altamira (3,3% da área do município, excluindo as Terras Indígenas e Unidades de Conservação). Em se considerando 20% de área florestada como “o mínimo a ser preservado”, esses municípios já não se enquadram nessa situação, pois já ultrapassaram o limite de 80% de ocupação.

Há também pontos notáveis a serem destacados no cenário tendencial 2025 apresentado nos estudos da AAI para a bacia do rio Xingu: a taxa anual efetiva de crescimento da área desflorestada é de 3,15%, em vez dos 4,11% preliminarmente assumidos para 2015, devido à redução de estoques florestais e do possível aumento de fiscalização. O incremento da área desflorestada é de 49.153 km² e, em 2025, a área desmatada passaria para 134.699 km², evoluindo de um valor de referência em 2015 da ordem de 98.776 km², conforme antes aqui abordado.

Entre os sete maiores municípios, com participações acima de 4% em termos da contribuição ao incremento da área desflorestada projetada para 2025, está Altamira, sendo a maioria dos demais localizada ao norte do Mato Grosso, portanto fora da Área de Influência Indireta (AII) do AHE Belo Monte e sinalizando, mais uma vez, o direcionamento dos incrementos da ocupação.

Como se depreende, a manutenção de taxas de crescimento do desflorestamento de 4,11% e 3,15% a.a. do Cenário Tendencial deve levar à exaustão dos estoques de áreas em mais de uma dezena de municípios da bacia hidrográfica, a maioria no estado do Mato Grosso.

É importante enfatizar, entretanto, que a dinâmica que impulsiona a atual motivação do desflorestamento, cujo padrão procurou-se estabelecer em alguma medida, relaciona-se também a outras demandas de ordem socioeconômica, conforme a seguir elencado.

O asfaltamento das estradas e vicinais da região, nos moldes de outras rodovias da região Amazônica (por exemplo, a BR-364), promoverá o uso alternativo do solo, com ocupação das margens da rodovia e a expansão da substituição da vegetação florestal por plantios agrícolas, pastagens e monoculturas. Para alguns segmentos da sociedade brasileira a floresta

é vista como fator impeditivo ao desenvolvimento, pois há fragilidade na implantação das políticas alternativas para a conservação das florestas (redução de impostos, pagamento pela manutenção da floresta em pé, pelos benefícios ambientais daquela floresta protegida). Enquanto as políticas públicas estimularem a conversão da floresta para uso alternativo do solo, o desmatamento continuará acontecendo, independente da implantação de hidrelétricas.

Não é devido à implantação de hidrelétricas que ocorre o desmatamento na região amazônica. Em termos proporcionais, as áreas que são desmatadas para a implantação de pastagens e de atividades agrícolas, e que atualmente se encontram abandonadas, são muitas vezes maiores do que áreas desmatadas ou alteradas pela implantação de hidrelétricas. Estes empreendimentos podem, no máximo, potencializar uma situação que já ocorre no seu local de implantação, em função da ausência de fiscalização e controle por parte do poder público local, estadual e federal.

Para controlar o avanço do desmatamento, a implantação de áreas protegidas tem sido uma prática utilizada e, em alguns casos, bastante efetiva. Vale observar que a indicação de proteção de grandes extensões de maciços florestais na Amazônia vem sendo preconizada por pesquisadores e estudiosos, sendo que estas áreas teriam a capacidade de funcionar como unidades evolutivas, mantendo populações viáveis de espécies em longo prazo (Peres 2005).

Exemplos de criação de Unidades de Conservação como medida de compensação em torno de empreendimentos hidrelétricos são vários na região amazônica, além de apoio à fiscalização de limites de unidades já existentes e mesmo de Terras Indígenas (exemplos das UHE Tucuruí, Balbina e Samuel). No caso da UHE Balbina, a efetiva implantação e manutenção das Terras Indígenas Waimiri Atroari e da Reserva Biológica do Uatumã permitiu a proteção de cerca de 3,5 milhões de hectares de florestas nativas, o que corresponde a uma área dez vezes maior que a inundada pelo reservatório.

Desta forma, objetivando indicar áreas para a criação de Unidade de Conservação de proteção integral na região do empreendimento, é proposto no EIA do AHE Belo Monte o Projeto de Criação de Unidades de Conservação, inserido no Programa de Compensação Ambiental (Volume 33, item 12.7.5.1, págs. 154 a 160). Neste Projeto são propostos estudos em duas regiões de interesse, situadas na margem direita do rio Xingu. A primeira região situa-se próxima à Volta Grande, na margem direita do rio Bacajá, um dos mais importantes afluentes do rio Xingu. Esta região limita-se com a Terra Indígena Arara da Volta Grande do Xingu, situada na margem esquerda do rio Bacajá. O polígono de interesse apresenta cerca de 80.000 hectares de floresta em melhor estado de conservação, quando comparado com as florestas na margem esquerda do rio Xingu na região da Volta Grande. A criação de uma unidade de conservação nessa região permitirá a proteção dos últimos maciços florestais de terra firme aí presentes e também propiciará a proteção das florestas aluviais do rio Bacajá.

A outra área potencial para ser uma Unidade de Conservação de proteção integral situa-se do sul da AII do AHE Belo Monte, entre a Terras Indígenas Koatinemo e Trincheira Bacajá (Unidade 2). Há um polígono com cerca de 200.000 ha, ainda com florestas bem conservadas, que poderá, junto com as supracitadas Terras Indígenas, formar um bloco contínuo de floresta com cerca de 1,6 milhões de hectares.

Por fim, vale lembrar que impactos derivados de pressões sobre a cobertura vegetal, tais como aumento da pressão sobre recursos florestais madeireiros e não madeireiros e aumento da perda de diversidade da flora, foram devidamente identificados, caracterizados e avaliados

no EIA (Volumes 29, 30 e 31), associados a diferentes processos do empreendimento nas etapas de construção, enchimento dos reservatórios e operação do AHE Belo Monte, com especial destaque para aqueles derivados do impacto primário de aumento do fluxo migratório e sua consequência traduzida pelo aumento do uso e ocupação desordenado do solo (na etapa de construção, conforme pode ser consultado no Volume 29). Para fazer frente aos mesmos, e seguindo um dos preceitos metodológicos balizadores da adoção de redes de precedência para a identificação e avaliação de impactos, foi feita recomendação prioritária da adoção de ações preventivas para minimização e controle do afluxo de pessoas à região, fato gerador da rede de precedência. Em termos mitigadores, indicou-se a colocação em prática de várias medidas que compõem programas do Plano de Conservação da Flora e, a título de compensação, a criação de Unidades de Conservação, conforme antes aqui exposto.

6.3 Tema: Recomposição de matas ciliares na APP – Pag. 94

Comentário:

Quanto às áreas de isolamento analisadas, dos 12 fragmentos considerados prioritários em relação às métricas de paisagem utilizadas nas áreas A1 e A2, ao norte da rodovia Transamazônica, todos foram considerados como tendo pouca probabilidade de conexão (apesar de distâncias menores que 600 m entre eles) e, portanto, “... não têm condições de manter populações viáveis de espécies ... pois a maior parte da vegetação ciliar que poderia ser usada para a criação de corredores de biodiversidade encontra-se destruída”. O estudo não propõe nenhuma medida de recomposição para essas matas ciliares, inclusive como uma provável medida de compensação pela intervenção nas Áreas de Preservação Permanente a serem permanentemente afetadas pelo empreendimento.

RESPOSTA

A afirmação de que “o estudo não propõe nenhuma medida de recomposição para essas matas ciliares, inclusive como uma provável medida de compensação pela intervenção nas Áreas de Preservação Permanente a serem permanentemente afetadas pelo empreendimento” não é correta. O EIA prevê sim várias medidas e programas visando a recuperação das matas ciliares e de outras áreas de preservação permanente que serão afetadas pelo empreendimento (vide Volume 33 do EIA), lembrando-se as mesmas a seguir.

O estudo de Unidade de Paisagem apresentado no EIA (Volume 13 - ADA e AID (Biótico) - Uso do Solo e Vegetação) identificou que estão muito alteradas e degradadas as matas ciliares dos igarapés presentes na região da Volta Grande do rio Xingu, especialmente na margem esquerda. Observou-se que, em linhas gerais, a APP não tem sido respeitada. Por outro lado a floresta aluvial presente na calha do rio Xingu e nos principais tributários da margem direita (igarapés Itatá e Ituna e rio Bacajá) está bem preservada e deverá ser mantida, após a implantação do empreendimento, caso este venha a ser considerado viável.

Sendo assim, foram propostas várias medidas tanto para a recuperação das matas ciliares e APP dos reservatórios, quanto mecanismos de contenção da ocupação e manutenção das florestas aluviais. Tais medidas e proposições de programas visam à recuperação de áreas degradadas, estabelecimento de corredores ecológicos, recuperação de APPs e ordenamento do uso e ocupação do solo do entorno dos reservatórios, tendo sido desenvolvidas com base nos resultados do diagnóstico, do prognóstico e do processo de identificação, caracterização e avaliação de impactos.

Dessa forma, as medidas de recuperação de APP, de áreas degradadas e de áreas de conservação da fauna e flora e de conectividade de corredores são apresentadas no Volume 33 do EIA – Planos, Programas e Projetos”, especificamente no âmbito dos seguintes Programas:

- Programa de Conservação e Manejo da Flora, composto pelos seguintes projetos: Projeto de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora e Projeto de Formação de Banco de Germoplasma;
- Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios, composto pelo Projeto de Desmatamento
- Programa de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios

Destaca-se ainda o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA), que indica dois Programas: Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu Entorno; e Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanente.

Esses programas deverão ser detalhados em uma fase posterior ao licenciamento ambiental, após obtida a Licença Prévia (LP), caso o empreendimento seja considerado viável ambientalmente.

No âmbito do desenvolvimento do Projeto Básico Ambiental e, mais especificamente, no âmbito do desenvolvimento do Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu entorno deverão ser indicados os fragmentos a serem mantidos, conectados e locais que deverão ser recuperados, promovendo a reabilitação das matas ciliares. O detalhamento deste programa e dos demais previstos no EIA deverá considerar os planos de ocupação da AID do empreendimento, cujas áreas de assentamentos já estão definidas e consolidadas, como também considerar o detalhamento do projeto de engenharia e de implantação das estruturas de apoio e construtivas do empreendimento, em especial, vias de acesso temporárias e permanentes. Sendo assim, ainda é prematuro apontar quais fragmentos devem ser prioritários para conectividade, recuperação e manutenção, haja vista a grande dinâmica de uso e ocupação do solo vigente, a necessidade de detalhamento do projeto de engenharia, como também desenvolver uma proposta de planejamento regional, considerando a existência de reserva legal, a necessidade de relocação de população atingida pela implantação do Reservatório dos Canais, etc. No entanto, obedecendo a legislação brasileira vigente (Código Florestal e leis correlatas), a vegetação ciliar deverá ser protegida, recuperada e mantida sendo previsto um Programa específico para isto: Programa de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios, devendo ser detalhado no âmbito do PBA.

Obviamente, na ocasião de desenvolvimento do PBA, sugere-se que seja feita uma priorização das áreas a serem recuperadas e que poderão se ligar aos fragmentos maiores, mais próximos e com menor efeito de borda para serem mantidos e recuperados, considerando sua condição fundiária, legal e de destinação pelos projetos agropecuários governamentais.

6.4 Tema: Questionamentos sobre fragmentos prioritários – Pag. 95

Comentário:

Área A4 - Não é possível saber a partir do texto por que três fragmentos deixaram de ser prioritários, apesar de serem considerados como tal a partir das métricas utilizadas e não serem afetados pelo empreendimento, bem como quais fragmentos podem ser viabilizados com a criação de corredores.

Área A5 - A conclusão é a mesma apresentada em relação à área A4, não sendo possível saber, apesar da prioridade indicada no texto, porque os fragmentos deixaram de ser prioritários.

Área A6 - São sugeridos cinco corredores de biodiversidade que conectarão todos os cinco fragmentos de mais de 1.000 hectares... Entretanto, não são informados os locais prováveis para implantação dos corredores.

Área A7 - Da mesma forma não é possível saber porque todos os fragmentos deixaram de ser considerados prioritários, uma vez que a proposição de corredores poderia ser uma alternativa para viabilizar os mesmos frente aos objetivos do estudo.

RESPOSTA

O estudo de Unidade de Paisagem analisa 11 (onze) setores da AID, indicando sim fragmentos florestais prioritários para serem mantidos, recuperados e conectados, em especial os fragmentos vizinhos à Terra Indígena Paquiçamba, área A6 (vide Volume 13, Figura 7.8.2.2 – 19).

Destaca também os melhores fragmentos para a conservação da biodiversidade considerando as três métricas utilizadas, a formação do Reservatório dos Canais e a implantação das estruturas do AHE Belo Monte.

Especificamente em resposta aos questionamentos apresentados com relação a não apresentação de justificativas para a não priorização de alguns fragmentos, retomam-se aqui trechos do citado Volume 13 que elucidam os mesmos:

- Para a Área A4 – explicita o EIA: “Na área A4 existem seis fragmentos com áreas superiores a 1.000 hectares. Contudo, três não foram considerados prioritários para conservação pelas métricas de paisagem usadas neste estudo, pois apresentam elevado índice de forma. Isto implica em elevado efeito de borda, diminuindo a capacidade dos mesmos em ter uma área nuclear (área interna do fragmento que permanece com características estruturais semelhantes a floresta contínua), diminuindo sua capacidade de manter populações viáveis de espécies” (grifo nosso);
- Para a Área A5 – explicita o EIA: “Os fragmentos florestais situados na região A5 não têm condições de manter populações viáveis de espécies, devido ao seu pequeno tamanho, alto grau do índice de forma e grau de isolamento. Contudo, alguns fragmentos podem ser viabilizados com a criação de corredores de biodiversidade” (grifo nosso). E mais, “Dos 12 fragmentos, cinco são prioritários para a conservação segundo as métricas usadas neste estudo (Erro! Fonte de referência não encontrada.).

Neste caso sugerimos a criação de três corredores de biodiversidade, que conectarão estes fragmentos permitindo que as populações isoladas em cada fragmento possam funcionar como meta-população”;

- Para a Área A6 – explicita o EIA: “Existe um grande potencial de conectividade entre os fragmentos florestais da região A6, devido a grande proximidade entre os mesmos. Desta forma, considerando o grau de alteração antrópica presente na região de inserção do AHE Belo Monte, **mesmo os fragmentos que não foram considerados prioritários em uma primeira análise formam corredores e fazem a ligação entre grupos de fragmentos prioritários, sinalizando para um grande potencial de conectividade se tais áreas com remanescentes florestais vierem a ser mantidas após a implantação do empreendimento**” (grifo nosso); e
- Para a Área A7 – explicita o EIA: “O grande número de fragmentos florestais com tamanhos pequenos é também resultado do processo de desmatamento ao longo da rodovia Transamazônica e seus travessões. Estes desmatamentos têm o formato de espinha de peixe, e são reconhecidamente o resultado do processo de ocupação que tem como vetor principal a estrada e seus respectivos ramais (Erro! Fonte de referência não encontrada.). **Os fragmentos florestais situados na região A7 não têm condições de manter populações viáveis de espécies que necessitem de maiores requerimentos de área, como por exemplo, médios e grandes vertebrados ou ainda a árvores raras. Cabe comentar que alguns dos fragmentos considerados não prioritários são na realidade pequenas porções de fragmentos maiores que se projetam para além da AID. Assim, numa perspectiva de médio a longo prazo, os fragmentos da porção sul desta área poderão, se mantidos, funcionar como corredores de fauna.**” (grifo nosso).

Especificamente quanto aos locais prováveis da implantação dos corredores, vale ainda destacar que o que observou-se na região - e o estudo de Unidade de Paisagem evidencia isto - foi o desmatamento indiscriminado das áreas de preservação permanente. O estudo informa ainda que as APP são as melhores alternativas para o fluxo de animais e manutenção dos processos biológicos na região (vide figura 7.8.2.2-17, Volume 13). Sendo assim, **o mais indicado, em certa medida óbvio, é priorizar os igarapés e cursos d’água para a implantação de corredores ecológicos, com a devida recuperação. No entanto, atenção especial deverá ser dada aos locais de uso pela população humana, uma vez que algumas áreas próximas aos igarapés são utilizadas para plantio de arroz e outras culturas. Ou seja, deve-se ter em mente que a região estudada configura uma área rural que, desde a década de 70, tem sido usada para assentamento rural. Desta forma, não seria adequada a proposição de projetos de recuperação de pastagens e áreas degradadas, sem antes considerar as indicações governamentais para o uso e ocupação do solo da região e a legislação ambiental vigente (APP e reserva legal).**

Por fim, **cabe observar que nas figuras que apresentam o grau de prioridade dos fragmentos florestais em cada região estudada no Diagnóstico do EIA – tema Unidade de Paisagem (Volume 13), a ADA aparece bem destacada em hachurado vermelho, sendo perfeitamente possível identificar quais fragmentos sofrerão impacto pela implantação do Reservatório dos Canais, sendo portanto, inviabilizados pelo empreendimento.**

6.5 Tema: Conclusão do parecer sobre as unidades de paisagem: (página 96)

Comentário:

Entretanto, são muitas as limitações do estudo, conforme registradas neste Parecer. Percebe-se que não houve uma clara ligação entre os resultados e os objetivos propostos no estudo, pois muitos fragmentos que poderiam ser considerados prioritários para soltura de animais, criação de corredores de biodiversidade e proposição de novas unidades de conservação, a partir das métricas de paisagem utilizadas, não foram considerados, por obstáculos (fragmentos cercados por pastagem, mata ciliar degradada) que, a priori, impediriam que medidas de recomposição da paisagem fossem tomadas para conectar os fragmentos. O estudo não deixa claro o porquê de não se adotar medidas de recomposição frente a esses obstáculos.

RESPOSTA

O estudo de Unidade de Paisagem apresentado no EIA do AHE Belo Monte foi realizado considerando os principais elementos de análise que indicaram o grau de fragmentação e de isolamento de remanescentes florestais da região de inserção do empreendimento. Este estudo baseou-se em literatura específica sobre o tema, utilizando-se de métodos adequados de análise, sendo que as discussões e considerações apresentadas foram respaldadas por publicações técnico-científicas atuais e consistentes.

Contudo, não parece ser objetivo do empreendimento propor-se a restaurar e reparar os drásticos efeitos do desmatamento e fragmentação da cobertura vegetal decorrente do processo de uso e ocupação do solo que ocorreu nas últimas décadas na região, conforme amplamente documentado no EIA. Ao lado das propostas de mitigação e compensação por perdas ambientais decorrentes da implantação do empreendimento, há proposições nítidas para atenuar o intenso grau de degradação ambiental hoje encontrado no local, notadamente no que diz respeito ao desmatamento e à fragmentação da cobertura vegetal.

Os resultados apresentados vieram ao encontro dos objetivos previamente estabelecidos e, tais estudos foram de grande valia para a caracterização do uso e ocupação do solo, identificando os remanescentes florestais e as áreas antropizadas. As informações, em conjunto com outros resultados do diagnóstico, utilizadas na avaliação dos impactos ambientais e na proposição de medidas de mitigação e de compensação consideraram o histórico de ocupação da região.

Cabe ressaltar que o Termo de Referência emitido pelo IBAMA em dezembro de 2007 não apresenta explicitamente a necessidade de realização de estudo de unidade de paisagem. No entanto, a condução de mais um estudo adicional no escopo do desenvolvimento dos documentos que compuseram o EIA foi uma decisão da equipe técnica de modo a dar mais suporte à caracterização, diagnóstico e integração das informações de diversos temas do meio biótico, como também à análise de impacto.

No Volume 13 – ADA e AID (Biótico) – Uso do Solo e Vegetação – item Unidade de Paisagem é apresentado o estudo e a situação atual do uso e ocupação do solo para a região, o que corresponde ainda à apresentação do diagnóstico sobre a região, sendo que a proposição de medidas não foi (e não deveria) ser apresentada neste Volume.

As medidas e proposições de programas para a recuperação de áreas degradadas, estabelecimento de corredores ecológicos, recuperação de APP, ações de resgate/salvamento de fauna e soltura de animais são apresentadas em outro Volume do EIA e foram desenvolvidas tendo como base os resultados do diagnóstico, prognóstico e da avaliação de impacto. E, obviamente, considerando os estudos de unidades de paisagem.

Desta forma, as medidas de recuperação de APP, de áreas degradadas, de conservação da fauna e flora, de conectividade de corredores, de resgate de fauna são apresentadas no Volume 33 Planos, Programas e Projetos, especificamente os Programas:

- Programa de Conservação e Manejo da Flora

Projeto de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora

Projeto de Formação de Banco de Germoplasma

- Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios

- Projeto de Desmatamento

- Programa de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios

- Programa de Conservação da Fauna Terrestre

Projeto de Salvamento e Aproveitamento Científico da Fauna

E no Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios – PACUERA, que indica dois Programas:

- Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu Entorno

- Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanente

Estes programas deverão ser detalhados em uma fase posterior ao licenciamento ambiental, quando caso o empreendimento seja considerado viável ambientalmente, obtenha a LP – Licença Prévia.

No âmbito do desenvolvimento do Projeto Básico Ambiental e, mais especificamente, no âmbito do desenvolvimento do Programa de gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu entorno deverão ser indicados os fragmentos a serem mantidos, conectados e locais que deverão ser recuperados. O detalhamento deste programa e dos demais previstos no EIA deverá considerar os planos de ocupação da AID do empreendimento, cujas áreas de assentamentos já estão definidas e consolidadas, como também considerar o detalhamento do projeto de engenharia e de implantação das estruturas de apoio e construtivas do empreendimento, em especial, vias de acesso temporárias e definitivas. Sendo assim, ainda é prematuro apontar quais os fragmentos devem ser prioritárias para conectividade, recuperação e manutenção, haja vista a grande dinâmica de uso e ocupação do solo vigente, a necessidade de detalhamento do projeto de engenharia, como também desenvolver uma proposta de planejamento regional, considerando a existência de reserva legal, a necessidade de realocação de população atingida pela implantação do reservatório dos canais, etc. Obviamente, na ocasião de desenvolvimento do PBA, sugere-se que haja priorização dos fragmentos maiores, mais próximos e com menor efeito de borda para serem mantidos e recuperados, considerando sua condição fundiária, legal e de destinação pelos projetos

agropecuários governamentais. Quanto à recuperação da APP, a legislação é clara e deve ser considerada no detalhamento dos projetos e programas para o PBA.

Por outro lado, o EIA também prevê medidas de proposição de novas unidades de conservação, a partir das métricas de paisagem utilizadas. Desta forma, o Programa de Compensação Ambiental, com dois Projetos (de Apoio às Ações de Implantação e Manejo de Unidades de Conservação Existente e d Criação de Unidades de Conservação), consideraram os resultados do Estudo de Unidade de Paisagem, as indicações de áreas prioritárias para conservação (Portaria nº 9/2007, MMA), os projetos de assentamentos do INCRA e ITERPA existentes e propostos, como também aspectos biogeográficos de distribuição das espécies nos grandes interflúvios amazônicos (vide Volume 33, item 12.7.5, página 153). Não foi proposta a criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral (conforme preconiza a legislação – SNUC) nos fragmentos existentes na Volta Grande, em função do avançado grau de antropização da área, da proximidade com a Terra Indígena (os quais poderão consistir no futuro em áreas de caça e uso das comunidades indígenas) e que tais fragmentos ficarão isolados com a formação do Reservatório dos Canais. Desde a década de 80, tem sido desenvolvidos estudos sobre efeitos de fragmentação em ambientes florestais nas comunidades de plantas e animais de terra firme (vide Section III – The Effects of Fragmentation – Michael Soulé – Conservation Biology – The Science of Scarcity and Diversity – 1986. Sinauer Associates Publishers), cujos resultados mostram que pequenos fragmentos não conseguem manter populações mínimas viáveis de grande mamíferos e predadores. Estudos e publicações recentes têm demonstrado também que em unidades de conservação com cerca de 10.000 hectares (em outros biomas como no Cerrado e na Mata Atlântica), não conseguem manter populações de grandes mamíferos, uma vez que estas UC abrigam apenas parte do território de uso de dois ou três indivíduos destas espécies (vide Rodrigues, F. H. G. Biologia e Conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. 2002. 105 o. Tese (Doutorado em Ecologia) – IB, UNICAMP. Campinas). Mesmo grandes aves, como a ema no Bioma Cerrado, já estão extintas localmente de áreas protegidas isoladas e que sofrem intensa pressão de caça.

Desta forma, foram indicadas ações específicas para áreas próximas ao empreendimento e com localização estratégica, as quais ainda estão preservadas e que, em conjunto com outras áreas protegidas (terras indígenas), formariam um grande maciço florestal para efetivamente manter a biodiversidade regional, caso vierem a ser implantadas e protegidas.

Finalizando, destaca-se que a recuperação de áreas degradadas é uma atividade com alto custo financeiro e físico e deve ser realizada em conformidade com orientações técnicas adequadas e com objetivos bem específicos, considerando a condição da área em questão. Sendo assim, a indicação de áreas para recuperação deve priorizar aquelas que já tenham fragmentos ou elementos florestais que atuem de forma a auxiliar nas atividades de recuperação. Isto explica a razão de se priorizar os corredores com vegetação remanescentes para ligar um fragmento florestal ao outro, ao invés de sugerir a recuperação de pastagens para conectar os fragmentos. Além disso, toda intervenção deverá considerar o uso e ocupação do solo na região e a condição fundiária da área a ser recuperada, uma vez que, em caso de pastagens inseridas em propriedades particulares, elas correspondem à área de uso exclusivo do produtor rural.

6.6 Tema: Vegetação – Pag. 98

Comentário:

a) *Quando se analisa o shape dos pontos de amostragem, a partir do qual se pressupõe que as figuras foram produzidas, e o mapa 6365-EIA-DE-G92-003, que apresenta esse shape, percebe-se que o comprimento, a disposição e a forma dos transectos, bem como a distância entre as parcelas, são diferentes dos apresentados no texto e nas figuras 2, 3 e 4. Muitos transectos não são lineares, outros podem apenas ser considerados aproximadamente lineares, e todas as parcelas estão dispostas a distâncias variáveis uma da outra dentro de cada transecto, desde distâncias menores que 100 m a maiores que 500 m, incluindo dois transectos na área 3 praticamente no mesmo local. O shape apresenta para as três áreas todas as 64 parcelas mostradas na tabela 5 do estudo, com as mesmas coordenadas. Entretanto, a localização e a disposição das parcelas são diferentes daqueles constantes no estudo. Percebe-se que a área de estudo está subdimensionada em relação ao universo representado pela AID, quanto à representação dos maiores padrões das comunidades amostradas, bem como às especificidades ambientais da área. Não é possível entender como foi realizada a adequação do método à escala de estudo, a partir das áreas amostrais selecionadas. Da mesma forma, não se pode dizer que foi realizada uma amostragem sistemática, nem na escolha das áreas amostrais, nem na disposição dos transectos em cada área e nem na disposição das parcelas em cada transecto.*

Das 64 parcelas apresentadas e descritas no texto quanto ao tipo fitofisionômico, 31 apresentam a descrição da vegetação discordando do mapa de uso do solo e cobertura vegetal da AID (desenho 6365-EIA-DE-G92-004). Os levantamentos de campo podem não ter sido utilizados para validar o mapa apresentado, por que foram produzidos por equipes diferentes e não houve integração nas análises apresentadas no documento final.

b) *página 101 - Quando se avaliam as curvas cumulativas dos estimadores de riqueza, apresentados no estudo por fitofisionomia, percebe-se uma grande diferença entre o valor estimado e o observado. Considerando o estimador Jackknife (outros estimadores usados foram Chao 1 e Jackknife 2), para ABC, a riqueza esperada foi de 580 (35,8% a mais em relação às 427 espécies observadas), para ABP, foi de 519 (40,7% a mais em relação às 369 espécies observadas), e para DBU, de 281 (40,5% a mais em relação às 200 espécies observadas). Não foi apresentado o erro associado a esses valores, o que não permite avaliar a precisão das estimativas apresentadas.*

c) *página 105 - O EIA não indica as espécies ameaçadas de acordo com a IUCN. Ressalta-se que as espécies encontradas apenas no entorno podem ocorrer nas áreas a serem afetadas pelo empreendimento, apesar de não terem sido observadas.*

d) *Nessa escala de análise alguma característica pode explicar a maior abundância destas espécies em áreas a serem diretamente afetadas. Contudo, o estudo não coletou variáveis ambientais que permitam caracterizar o padrão de distribuição das espécies. A perda das áreas afetadas pode implicar na manutenção da população remanescente de cada espécie no entorno. Espécies cujas populações serão mantidas no entorno com abundâncias muito pequenas podem requerer medidas de manejo para a manutenção de populações viáveis.*

e) Formações Pioneiras (pagina 122) - Os dados brutos não foram apresentados, não sendo possível analisar os resultados apresentadas conforme realizado para os indivíduos arbóreos.

O estudo também identificou duas espécies associadas às corredeiras do rio Xingu – Mourera alcicornis (Tul.) P. Royen e Mourera fluviatilis Aubl. – identificadas nas três áreas de amostragem. Não foi realizado o levantamento destas populações nas áreas estudadas. Desse modo, não é possível saber o quanto da população de cada espécie será diretamente afetada pelo empreendimento.

RESPOSTA

Os métodos adotados, a suficiência amostral e as análises utilizadas para os estudos da vegetação atenderam plenamente o que está disposto no Termo de Referência (TR) emitido pelo IBAMA em dezembro de 2007 (vide itens 147 a 154 do TR). O diagnóstico da Vegetação - Volume 13 do EIA - apresenta detalhadamente a metodologia adotada, os conceitos e critérios utilizados para a identificação das tipologias vegetacionais, a intensidade amostral empregada e as análises estatísticas utilizadas para interpretação dos resultados obtidos em campo. Por outro lado, vale informar que a equipe técnica responsável pelos estudos de caracterização da Flora do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) considerou os levantamentos como suficientes e adequados ao objetivo do trabalho. Além disso, os limites de erro para o levantamento fitossociológico foram atendidos e estão em conformidade com o que foi solicitado no TR específico. Foram utilizados estimadores de riqueza, feita análise da curva de incremento de espécies por área e obtidas informações adequadas para caracterizar e comprovar que os padrões já esperados para as três tipologias florestais que ocorrem na região - Floresta Ombrófila Aberta com Cipó e Palmeira, e Floresta Densa Aluvial.

Vale ressaltar que o processo para o estabelecimento do desenho amostral, além de contar com a base teórica e técnica, foi construído de forma participativa e coerente. Uma vez estabelecida uma proposta do desenho amostral pelos coordenadores dos estudos, em conjunto com os pesquisadores e consultores envolvidos, foi realizada uma reunião técnica com os analistas do IBAMA, em outubro de 2007, para apresentação e discussão dessa proposta, tendo sido ratificado o desenho amostral apresentado. Esse mesmo desenho amostral foi a base para a obtenção das licenças de coleta para os diversos estudos do meio biótico.

Por outro lado, ressalta-se que as figuras ilustrativas produzidas e apresentadas no texto do diagnóstico de vegetação (Volume 13, EIA) apresentam em destaque as regiões estudadas pela equipe, e o mapa 6365-EIA-DE-G92-003 resulta na integração dos sítios amostrais de todos os temas levantados e inventariados pelo meio biótico. Em se comparando figuras de texto e mapas certamente serão observadas diferenças, em função da escala das informações e de não ser adequado comparar figuras ilustrativas com mapas gerados a partir de dados georreferenciados. Ainda assim, considerando o objetivo do estudo, a localização dos sítios amostrais da vegetação são coincidentes quando se considera as figuras no texto e o mapa com a disposição destes, o que de fato é mais importante neste estudo.

Esclarece-se ainda que os dados qualitativos e quantitativos gerados nos estudos específicos de vegetação, que constam no Volume 17 – Relatório MPEG Vegetação, são bem robustos e foram essenciais para a adequada caracterização dos recursos florestais e florísticos da região de inserção do empreendimento. Tais informações biológicas sobre a vegetação foram

amplamente utilizadas na avaliação de impacto, como também as informações geográficas e de geoprocessamento que compuseram o Volume 13 - ADA e AID (Biótico) – Uso do Solo e Vegetação, item Uso do Solo. Especificamente é este documento que traz informações de geoprocessamento adequadas e integradas, cujos quantitativos do uso do solo e cobertura vegetal para a área de influência direta e para a área diretamente afetada foram utilizados na avaliação dos impactos relativos. Exemplificando: a quantificação de áreas que irão sofrer perda de cobertura vegetal, como também o estabelecimento de medidas mitigadoras relacionados às áreas *versus* classe de uso do solo, considerou as informações contidas no Volume 13 - Uso do Solo, especificamente nas Tabelas 7.8.2.1-1 e 7.8.2.1-2.

A análise dos impactos sobre a flora considerou inicialmente os impactos sobre grupos de espécies mais sensíveis, como as ameaçadas de extinção, endêmicas e raras. Isto pode ser observado na descrição detalhada dos impactos relacionados com a flora (vide Volumes 29 a 32). No entanto, em atendimento ao TR foi feita uma análise integrada dos processos de impactos, considerando as orientações do item 3.3.6 do referido TR - Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais.

As espécies inventariadas da flora, e que são consideradas oficialmente ameaçadas de extinção ou que estão em alguma lista nacional e internacional sob algum grau de vulnerabilidade ou ameaça, estão apresentadas no Quadro 7.8.2.3-11, página 207, do Diagnóstico da Vegetação, Volume 13.

Em acordo com o acima exposto, e face ao comentário apresentado que deu origem a esta resposta, procede-se, a seguir, a um detalhamento da metodologia adotada, implementando-se os devidos comentários que justificam a sua adoção e a sua representatividade para os objetivos do EIA, reitera-se, em plena compatibilidade com o que foi demandado no TR emitido pelo IBAMA e, inclusive, discutido com seus analistas em reunião realizada durante a elaboração do EIA (outubro de 2007).

O padrão de distribuição e ocorrência das espécies vegetais identificadas seguiu o que já é conhecido em literatura, ou seja, há espécies que ocorrem em agrupamentos, outras que apresentam naturalmente distribuição rarefeita, apresentando poucos indivíduos por parcela amostral. Isto foi bastante observado nos levantamentos da flora para os estudos ambientais do AHE Belo Monte, cuja abundância e densidade relativa das espécies florestais seguiu o padrão observado para florestas tropicais úmidas, alta riqueza e baixa densidade.

Os estudos da vegetação das Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) pelo AHE Belo Monte foram planejados para fornecer subsídios para avaliação dos impactos ambientais mediante a adequada caracterização da flora da região do médio e baixo Xingu, conforme documento encaminhado ao IBAMA sob o título “Esclarecimentos sobre os Estudos do Meio Biótico solicitados pelo IBAMA na Reunião de 21 de Agosto de 2009”.

Dessa forma, para estabelecer o desenho amostral adotado nos levantamentos do meio biótico que compuseram o conjunto de informações para a caracterização da região do AHE Belo Monte foi tomada como base de discussão a metodologia preconizada em estudos de avaliação ecológica rápida (vide SAYRE, R.; ROCA, E.; SEDAGHATKISH, G.; YOUNG, B.; KEEL, S.; ROCA, R. & SHEPPARD, S. 2000. *Nature in Focus. Rapid Ecological Assessment. The Nature Conservancy*. 182 p.), considerando ainda o conjunto de informações técnicas e científicas já disponíveis sobre a região, especialmente as levantadas nos anos 2000 e 2001 por parte do mesmo grupo de pesquisadores.

A Avaliação Ecológica Rápida é uma metodologia amplamente adotada e aceita pelas esferas governamental e não governamental de países megadiversos (desenvolvidos e em desenvolvimento), sendo utilizada na análise da relevância de ecossistemas e paisagens para orientar tomadas de decisões quanto à indicação de ações de conservação.

No caso de Estudos de Impacto Ambiental, cujos conhecimentos necessários exigem informações sobre padrões de distribuição e ocorrência dos componentes do meio biótico, considerando ainda a escala de planejamento meso e microrregional, as amostragens considerando orientações da Avaliação Ecológica Rápida são adequadas e aceitas pela comunidade técnica especialista. Além disso, essa metodologia, aliada às técnicas de amostragem de componentes específicos do meio biótico e às informações ecológicas já disponíveis em literatura sobre grupos e espécies mais sensíveis, fornece a robustez necessária para caracterizar a área de inserção do empreendimento AHE Belo Monte e subsidiar a avaliação dos impactos que serão causados com sua implantação.

Nesse contexto, para orientar o planejamento e estabelecimento do desenho amostral para o EIA do AHE Belo Monte, inicialmente foi realizado um levantamento exaustivo da bibliografia disponível sobre a região do médio e baixo rio Xingu para verificar o grau de conhecimento sobre a área de interesse.

A tecnologia adotada nesse estudo para o estabelecimento dos sítios amostrais baseou-se na análise de paisagem e no mapa de uso e de cobertura vegetal que abrangeu as Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) do AHE Belo Monte.

Como resultado dessa análise, observou-se que os ecossistemas terrestres da região em que está sendo proposta a implantação do AHE Belo Monte apresentam-se bastante degradados e alterados. Observa-se amplas áreas desmatadas e áreas originalmente florestais que foram substituídas por pastagens, devido aos assentamentos rurais e ocupações espontâneas localizados nos travessões da Transamazônica e estradas vicinais, como a chamada Transaurini. Desta forma, as áreas que serão inundadas pelo Reservatório dos Canais, localizadas na margem esquerda do rio Xingu, formam um mosaico de vegetação com pequenos fragmentos florestais, pastagens (ativas ou abandonadas), pequenas áreas de roçados e capoeiras em diversos estágios de sucessão (**FIGURA 6-1**).

Assim, considerando a situação de uso e ocupação do solo da região do AHE Belo Monte e as áreas que serão diretamente afetadas pelo empreendimento, foram selecionadas quatro grandes áreas amostrais, a saber:

- Área 1: corresponde à região que não sofrerá influência direta do empreendimento, próxima à região de confluência entre os rios Iriri e o Xingu;
- Área 2: região que sofrerá com a implantação dos reservatórios (dos Canais e do Xingu);
- Área 3: região da Volta Grande que sofrerá alteração pela redução da vazão no rio Xingu, trecho a jusante da barragem do sítio Pimental; e
- Área 4: região a jusante da localidade de Belo Monte, trecho da ria do Xingu. Esta área foi considerada especialmente para os levantamentos da fauna aquática, em

função dos impactos indiretos a serem causados com a implantação do AHE Belo Monte.

Então, a delimitação das três grandes áreas amostrais para componentes da biota terrestre foi baseada no tipo de alteração que o empreendimento irá causar, como também na fitofisionomia ainda presente. O grau de conhecimento da biodiversidade e a distribuição das amostragens durante os levantamentos realizados para o estudo de impacto ambiental realizado entre os anos de 2000 e 2001 também foram considerados.

Os levantamentos da vegetação florestal desse estudo abrangeram áreas localizadas em três municípios: Altamira, Anapu e Vitória do Xingu, que têm como elemento integrador a Transamazônica e o rio Xingu. Neste contexto, é fundamental conhecer e considerar o uso e ocupação do solo na região, o que também deverá nortear o planejamento de ações de conservação e desenvolvimento das AID e AII do empreendimento, em conjunto com as dimensões territoriais dos municípios e sua geopolítica.

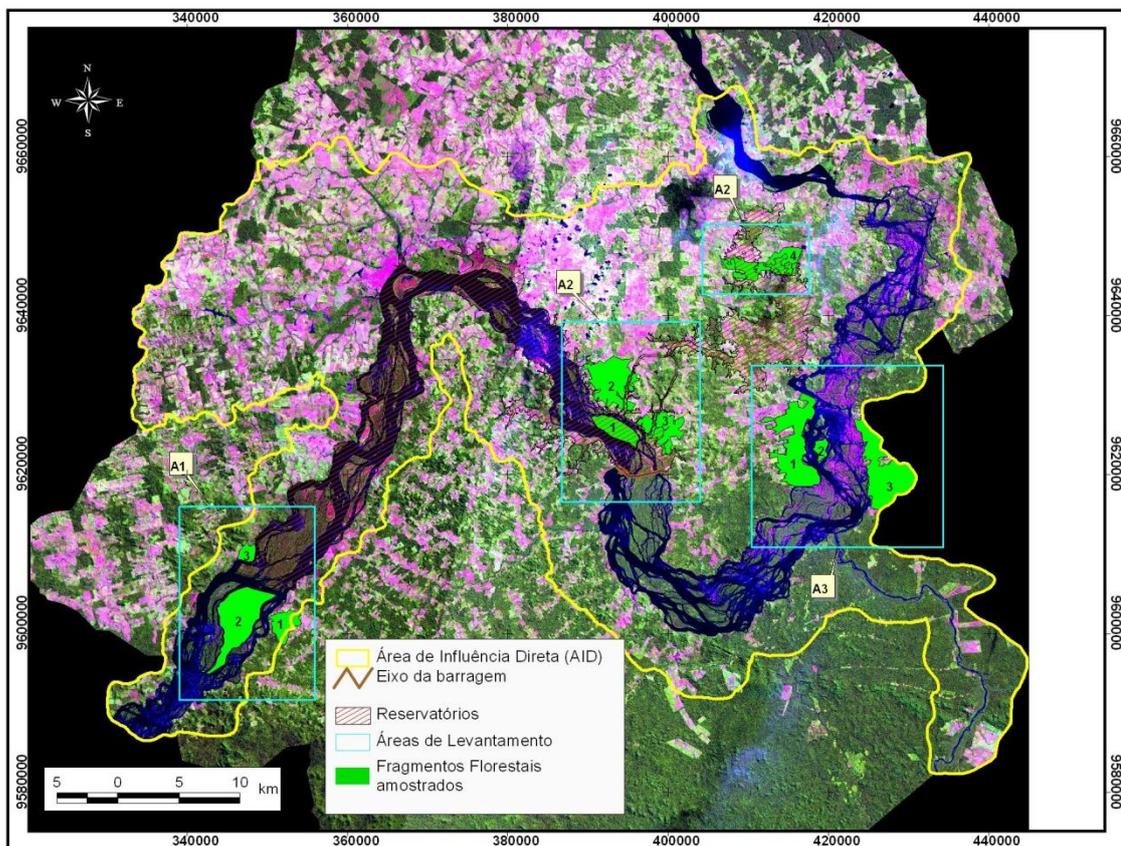


FIGURA 6-1 - Localização dos fragmentos florestais amostrados no estudo do AHE do Belo Monte.

Após a elaboração do mapa de paisagem, de cobertura vegetal e uso do solo, a inserção em mapa do empreendimento e a análise das informações bibliográficas disponíveis, foram realizadas vistorias em campo e discussões em oficinas de planejamento, que contaram com a participação de todos os coordenadores de temas do meio biótico, as quais resultaram na indicação das grandes áreas amostrais antes aqui citadas. Estas compuseram o conjunto de amostragens e levantamentos para os componentes do meio biótico dos ecossistemas terrestres e aquáticos.

Dentro de cada área amostral foram estabelecidos sítios amostrais que consideraram a elementos da biogeografia regional, buscando identificar a influência do rio Xingu como barreira geográfica para os diferentes grupos de fauna e flora e a variação de grupos fauna e flora entre os sítios. Estes sítios pré-selecionados constituem exemplos de cada tipo de fitofisionomia existente na região. Nestes sítios as amostragens de fauna e flora foram estabelecidas em conformidade com cada técnica e estratégia de levantamento para atingir os resultados necessários, confiabilidade das informações e intensidade amostral, determinada pelo TR do IBAMA.

No entanto, devido ao intenso uso e ocupação do solo na margem esquerda do rio Xingu, principal área de intervenção do empreendimento, os fragmentos selecionados e considerados como representativos para caracterizar a fauna e flora, que ocorrem na região do empreendimento, tinham tamanhos diferentes. Isto não constitui problema, uma vez que existem várias técnicas e instrumentos estatísticos de correção e interpretação dos dados biológicos coletados em levantamentos desta natureza que dão a robustez necessária para a apresentação dos resultados (Valentin, 2000; Bart *et al.*, 1998; Siegel e Castellan; 1988).

Em cada sítio amostral foram feitas trilhas retangulares com comprimento total variando de 4.5 a 7 km, de modo a estarem dispostas em margens opostas do rio (margem direita e margem esquerda) e outra em ilha. As trilhas ficaram distantes pelo menos 200 m para manter a independência dos dados. Dessa forma, cada trilha foi considerada como uma unidade amostral nas análises estatísticas e os fragmentos florestais estudados abrangeram os dois grandes grupos de vegetação florestal observados na região: Florestal Ombrófila Aberta (terra firme) e Floresta Ombrófila Densa Aluvial (mata alagada).

A **TABELA 6-1** apresenta o tamanho e perímetro dos fragmentos florestais amostrados e que estão distribuídos nas três áreas amostrais. Desta forma, na área 1 o conjunto de fragmentos amostrados apresenta 4.815 ha em tamanho, na área 2 a somatória das áreas dos fragmentos amostrados é de 7.690 ha e para a área 3 o total é de 7.654 ha.

TABELA 6-1
Tamanho e perímetro dos fragmentos amostrados

Área Amostrai	Nome da Localidade	Área em hectares	Perímetro (km)
1	Itapuama	996,20	15392,36
1	Ilha Grande	3432,40	32378,079
1	Torrão	387,24	8446,991
2	Ilha Taboca	1088,46	15453,786
2	Igarapé Galhoso	2837,19	34139,623
2	Igarapé Di Maria	1692,56	30850,552
2	Travessão km 50	2072,48	31094,413
3	Bom Jardim	3677,62	58907,638
3	Ilha Bela Vista	324,56	8489,225
3	Caracol	3651,93	39828,921

FONTE: Leandro Ferreira (2009).

Para o levantamento da flora, em cada um dos sítios amostrados foram alocadas parcelas, cujo total é de 64 parcelas. O tamanho variado e a não linearidade dos transectos se deve às

situações inusitadas encontradas na realidade de levantamentos de campo, quando do estabelecimento dos transectos. Isto não prejudicou, em absoluto, os resultados ou interferiu sobremaneira na solidez da informação gerada em campo.

Observa-se que quando do processo de obtenção da Licença de Instalação (LI) para o empreendimento em tela, para as áreas que serão desmatadas deverá ser feito o inventário florestal, com base nos levantamentos realizados para o EIA, os quais fornecem subsídios suficientes para a etapa de licenciamento em que o AHE Belo Monte se encontra. Os principais índices ecológicos levantados - riqueza, densidade e abundância das espécies da flora - foram apresentados e indicaram o padrão geral para as espécies da flora amazônica já observado em outros levantamentos realizados na região. Os resultados obtidos no levantamento das espécies da flora nas formações pioneiras ilustram bem tal afirmação, uma vez que os levantamentos realizados em outras áreas com a mesma tipologia de vegetação mostraram que os padrões de distribuição dessas formações são também similares e semelhantes em toda a área de ocorrência das formações pioneiras.

A caracterização das fitofisionomias da região subsidiou sobremaneira a avaliação de impacto, indicando seu estado de conservação, as espécies ou grupo de espécies presentes que são protegidas por lei, as que possuem interesse econômico e ecológico e quais as indicações devem ser consideradas nos programas ambientais em termos de riqueza e abundância. Foram destacadas as espécies ameaçadas de extinção e medidas para a conservação e proteção destas espécies são apresentadas no Volume 33 Planos, Programas e Projetos, especificamente no Programa de Conservação e Manejo da Flora, composto pelo Projeto de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora e pelo Projeto de Formação de Banco de Germoplasma.

No entanto, sugere-se que a implantação destes programas, caso o empreendimento venha a ser considerado viável, baseie-se em levantamentos e inventários mais detalhados a serem realizados nas áreas que sofrerão supressão. Esses estudos poderão ser perfeitamente desenvolvidos no período de cinco anos, prazo previsto entre a obtenção da LI e o enchimento dos reservatórios do Xingu e dos Canais.

6.7 Tema: Médios e Grandes Mamíferos – Pag. 132

Comentário:

a) Apesar de o inventário ser denominado sistemático, a descrição e localização das trilhas realizadas demonstram que não existiu nenhuma forma de sistematização das mesmas, nem se seguiu um padrão aleatório de disposição dos pontos amostrais. Em cada ponto amostral foi estabelecida uma trilha do tipo “fechado” (retangular), de tamanho variável, conforme o tamanho do fragmento de floresta. O tamanho dos fragmentos analisados, o qual definiram o tamanho das trilhas, foi apresentado no documento CTA-DE-10543/2009 “Esclarecimentos sobre os estudos do meio biótico solicitados pelo IBAMA na reunião de 21 de agosto de 2009”.

b) Salientamos que os dados de 2000 e 2001 não foram analisados, sendo apresentada apenas uma tabela como anexo ao relatório do MPEG, com dados de taxa de avistamento com referência ao estudo de 2002. As áreas amostrais do estudo de 2001 são citadas no EIA como presentes na Figura 7.8.2.8-1, mas na realidade não estão representadas nesta.

Como não há uma representação clara da metodologia e dos resultados obtidos no estudo anterior, as diferenças de registros e taxas de avistamento (entre os anos 2000/2001 e 2007/2008) por espécies podem ser apenas um artifício de amostragem. De qualquer forma, o esforço amostral deveria ser muito maior para a obtenção de dados mais confiáveis, principalmente para abundâncias das espécies e para a representação dos diversos habitats e compartimentos do empreendimento.

Desta forma, apesar de 76% (38) das 50 espécies que são esperadas para a região (a partir de dados secundários), terem sido registradas durante o inventário, a curva para a área total não mostrou sinais de estabilização, mesmo as curvas que apresentam tendência para estabilidade nas ilhas mostram a necessidade de um maior esforço amostral.

c) É importante ressaltar que, mesmo com esses comprometimentos amostrais, os resultados indicam que existe uma mastofauna de grande e médio porte representativa da região Amazônica, e, ao contrário do que sugere o texto do EIA, o impacto antrópico presente na região não demonstra magnitude suficiente para ter eliminado a maioria das espécies de maior porte.

RESPOSTA

O inventário de mamíferos de médio e grande portes foi sistemático e não aleatório, uma vez que foram estabelecidas áreas de amostragem em ambas as margens do rio Xingu e em ilhas deste, bem como realizados censos sistemáticos. O termo sistemático usado no relatório se refere ao procedimento durante o censo, como caminhar em velocidade constante e evitar dias chuvosos. Devido ao tamanho variado dos fragmentos e ambientes analisados não foi possível a padronização do tamanho dos transectos. Para maiores esclarecimentos sugere-se a consulta aos seguintes documentos:

- PARDINI, R.; DITT, E. H.; CULLEN JR. L.; BASSI, C. & RUDRAN, R. 2003. Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte. In: Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Org. Laury Cullen Jr; Rudy Rudran e Cláudio Valladares-Padua. Editora UFPR. 667 p.
- CHIARELLO, A. G. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biological Conservation*, 1999, 89:71-82.
- FERRARI, S.F., IWANAGA, S., SOUZA, L.L., COSTA, C.G., RAVETTA, A.L., FREITAS, F.C.; COUTINHO, P.E.G. A problemática do tamanho de amostra em levantamentos de transecção linear de populações de mamíferos em ambiente de floresta. *Resumos do XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia*, Itajaí, SC, 2002b. p. 540.
- EMMONS, L. H. Geographic variation in densities and diversities of non-flying mammals in Amazonia. *Biotropica*, 1984, 16:210-222.
- FERRARI, S. F. e LOPES, M. A. A survey of primates in central Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, sér. Zoologia, 1990, 6:169-179.
- LOPES, M. A.; FERRARI, S. F.. Effects of human colonization on the abundance and diversity of mammals in eastern Brazilian Amazonia. *Cons. Biol.*, 2000, 4:1658-1665.

- MAGURRAN, A.E. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Malden, 2004. 256 pp.

As áreas amostradas no âmbito dos estudos de grandes e médio mamíferos são representativas das duas fitofisionomias dominantes: floresta ombrófila e floresta aluvial. A questão de hábitat tem que ser analisada em função da história natural de cada espécie ou grupo de espécie estudado, incluindo espécies explorando a dimensão horizontal do habitat e outras o hábitat vertical: há espécies terrestres, escansoriais, fossoriais, semi-arbóreas, arbóreas, semi-aquáticas, aquáticas etc. Além disso, a questão da seleção de hábitat depende fundamentalmente da sazonalidade: muitas espécies do ambiente de terra firme se dispersam para habitats de floresta aluvial, em função, por exemplo, do ritmo fenológico decorrente das quatro fases do ciclo hidrológico (seca, enchente, cheia e vazante). Este é o caso de guaribas e outros primatas, que se alimentam de brotos novos, frutos e flores. Além disso, durante a estiagem há expansão de habitats terrestres e espécies de ambientes de terra firme se dispersam para habitats de floresta aluvial. O inverso se dá com o encolhimento de habitats em função da enchente. Para grandes e médios mamíferos, em linhas gerais, não são observadas relações tão firmes com as tipologias em ambientes florestais; em outras palavras, as espécies que compõem este grupo apresentam áreas de uso relativamente amplas e utiliza-se de habitats de terra firme e de várzea em função do recurso disponível, sendo que mesmo espécies semi-aquáticas (que poderiam ser consideradas espécies habitat-dependente de florestas aluviais) também habitam áreas com vegetação de terra firme, como é o caso da anta.

A distribuição de mamíferos se dá basicamente por seleção de habitats preferidos como expressão de comportamento ecológico, em função do tipo de ambiente disponível. Os habitats hoje existentes na região do futuro Reservatório dos Canais estão bastante alterados pela atividade humana, pois grande parte da região foi convertida em pastagens ou áreas agrícolas.

Do mesmo modo, a Terra Indígena Paquiçamba sofre pressão de caça pelos indígenas. Desse modo, a escolha de pontos de amostragens nessa região iria certamente indicar uma mastofauna profundamente depauperada, o que não caracterizaria a fitofisionomia ou ecossistema terrestre, conforme orienta o Termo de Referência (TR) emitido em 2007 pelo IBAMA para a elaboração do EIA e do RIMA do AHE Belo Monte.

Os dados coletados são confiáveis e a significância das amostragens está comprovada nos estudos que apresentaram também ampla e consistente literatura correlata, como também os levantamentos que foram realizados durante os anos de 2000 e 2001. As potenciais mudanças na estrutura e função das comunidades ecológicas variam em função do grau de alteração dos habitats: em casos extremos, como nas pastagens da região do futuro Reservatório dos Canais, haverá empobrecimento extremo quanto à rica variedade de espécies, com alguns animais oportunistas ocasionalmente cruzando a área aberta alterada. Essas mudanças são apresentadas no prognóstico e na identificação e análise dos impactos.

Uma consulta ao TR do IBAMA mostra que, entre outros itens atendidos, o item 155 que trata da fauna terrestre está inteiramente contemplado no diagnóstico, o qual subsidiou a avaliação de impacto e a proposição de medidas.

O texto do EIA não sugere que a maioria das espécies de maior porte foi eliminada da região, mas sim que existe uma forte pressão antrópica em função de práticas de caça, uma vez que

muitas espécies de mamíferos têm potencial cinegético e também pela pressão de desmatamento na região em estudo.

Vale ressaltar que os resultados obtidos nos estudos de 2007/2008 foram comparados com àqueles obtidos nos levantamentos de 2000 e 2001. Neste sentido, são apresentadas a seguir informações a título de esclarecimentos.

Durante o levantamento de 2000/2001, duas duplas de recenseadores, separados por no mínimo uma hora de distância, percorreram cuidadosamente, a uma velocidade constante de aproximadamente 1,5 km/h, trilhas anteriormente varridas, tentando sempre que possível minimizar os ruídos que poderiam causar a fuga dos animais próximos ao local. Além disso, informações complementares foram coletadas através de entrevistas com moradores locais, sendo aplicado um questionário com o auxílio de literatura especializada contendo ilustrações, visando facilitar a identificação das espécies pelos moradores locais.

Como resultado desse estudo, apresenta-se a análise dos levantamentos quantitativos e qualitativos realizados em diferentes localidades da área de influência do AHE Belo Monte, que inclui áreas de terra firme nas duas margens do Xingu e uma ilha localizada na Volta Grande, além de sítios nos ramais (travessões) da Rodovia Transamazônica.

Os resultados foram apresentados na forma de listas de espécies de ocorrência por área de amostragem e de taxas de avistamento (número de avistamentos por 10 km percorridos), que fornecem um índice relativamente confiável da abundância de cada espécie. A fauna de mamíferos da região de influência do AHE Belo Monte é característica da região do sudeste da Amazônia. No contexto do bioma como um todo sua diversidade é relativamente baixa. Por exemplo, no caso do grupo mais bem conhecido – a ordem Primates – ocorrem na área, no máximo, sete espécies diurnas em uma mesma localidade, em comparação com até treze espécies simpátricas em alguns sítios da Amazônia Ocidental (vide Ferrari, S. F. 2004. Biogeography of Amazonian primates. Em: MENDES, S. L. e CHIARELLO, A. G. Eds. A Primatologia no Brasil – 8. Sociedade Brasileira de Primatologia. Santa Tresa, ES).

A diversidade de alguns outros grupos varia menos. No caso dos ungulados (ordens Artiodactyla e Perissodactyla), um total de cinco espécies ocorre em praticamente todos os ecossistemas de floresta de terra firme da Amazônia, e a presença de todas as cinco foi registrada por observação direta em pelo menos um dos quatro sítios levantados durante o estudo de 2000/2001. As áreas amostradas neste período podem ser observadas no Volume 26 – Desenho 6365-EIA-DE-G92-002.

O **QUADRO 6-1**, a seguir, apresenta as espécies de mamíferos terrestres não voadores e não primatas registradas durante os levantamentos realizados em quatro áreas de amostragem, nos levantamentos de 2000 e 2001.

QUADRO 6-1

Espécies de Mamíferos Terrestres não Voadores e não Primatas Registradas durante os Levantamentos Realizados em Quatro Áreas de Amostragem, nos Levantamentos de 2000 e 2001

Táxon	Espécie	Nome popular	Catitu	Taboca	Tucum	Xipai a
Xenartha						
Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Preguiça-bentinho	P	P	P	<i>p</i>
Megalonychidae	<i>Choloepus didactylus</i>	Preguiça-real	P	m	m	P
Myrmecopagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	P	P	P	P
	<i>Cyclopes didactylus</i>	Tamanduá-i	m	?	m	m
Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	<i>p</i>	P	m	<i>p</i>
	<i>Dasypus septemcinctus</i>	Tatuí	P	m	m	<i>p</i>
Carnívora						
Canidae	<i>Atelocynus microtis</i>	Cachorro-do-mato	<i>p</i>	?	m	?
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Irara	P	m	P	P
	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Ariranha	?	?	?	<i>p</i>
Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Quati	P	m	P	P
Felidae	<i>Panthera onca</i>	Onça pintada	<i>p</i>	m	m	<i>p</i>
Perissodactyla						
Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Anta	<i>p</i>	m	P	<i>p</i>
Artiodactyla						
Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Veado mateiro	P	<i>p</i>	P	P
	<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado roxinho	P	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Catetu	P	P	<i>p</i>	P
	<i>Tayassu pecari</i>	Queixada	<i>p</i>	P	P	<i>p</i>
Rodentia						
Dasypodidae	<i>Agouti paca</i>	Paca	<i>p</i>	m	m	m
	<i>Dasyprocta leporina</i>	Cutia	P	P	P	P
Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i>	Coendu	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>
Hydrochaeridae	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Capivara	m	m	m	<i>p</i>
Sciuridae	<i>Sciurus aestuans</i>	Quatipuru	P	m	P	P
Lagomorpha						
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapiti	m	?	m	<i>p</i>

CHAVE: P = REGISTRADO EM LEVANTAMENTOS DE TRANSECÇÃO LINEAR; *p* = REGISTRADO POR OBSERVAÇÃO DIRETA DE ANIMAIS OU VESTÍGIOS (FEZES, PEGADAS, ETC.); M = INDICADO POR MORADORES LOCAIS; ? = INFORMAÇÕES INCONCLUSIVAS. A CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA USADA AQUI (E A SEGUIR) SEGUE FONSECA ET AL. (1996).

Um total de trinta e duas espécies, pertencentes a seis ordens de mamíferos, foi registrado por observação direta durante o levantamento. No caso da floresta de terra firme, o fator fragmentação de hábitat parece não ter tido influência muito grande sobre a diversidade de mamíferos.

O **QUADRO 6-2**, a seguir, apresenta os avistamentos de mamíferos terrestres registrados em levantamentos de transecção linear nas quatro áreas de amostragem. Os resultados referem-se a 300 km percorridos, com exceção de Xipaia (200 Km).

QUADRO 6-2

Avistamentos de Mamíferos Terrestres Registrados em Levantamentos de Transecção Linear nas Quatro Áreas de Amostragem

Táxon	Número de avistamentos (taxa/10Km percorridos)			
	Catitu	Taboca	Tucum	Xipaia
<i>Alouatta belzebul</i>	8 (0,27)	69 (2,30)	24 (0,80)	11 (0,55)
<i>Callicebus moloch</i>	44 (1,47)	0	5 (0,17)	10 (0,50)
<i>Cebus apella</i>	87 (2,90)	0	20 (0,67)	60 (2,00)
<i>Chiropotes albinasus</i>	2 (0,07)	0	A	0
<i>Mico argentatus</i>	58 (1,93)	0	A	5 (0,25)
<i>Saguinus Midas</i>	A	A	44 (1,47)	A
<i>Saimiri sciureus</i>	14 (0,47)	0	16 (0,53)	4 (0,10)
Total Primates	213 (7,10)	69 (2,30)	109 (3,63)	90 (4,50)
<i>Dasyprocta leporina</i>	22 (0,73)	150 (5,00)	91 (3,03)	42 (2,10)
<i>Sciurus aestuans</i>	91 (3,03)	0	44 (1,47)	22 (1,10)
Total Rodentia	113 (3,77)	150 (5,00)	135 (4,50)	64 (3,20)
<i>Mazama americana</i>	1 (0,03)	0	1 (0,03)	3 (0,15)
<i>Mazama gouazoupira</i>	3 (0,10)	0	0	0
<i>Pecari tajacu</i>	1 (0,03)	2 (0,07)	0	5 (0,25)
<i>Tayassu pecari</i>	0	1 (0,03)	1 (0,03)	0
Total Artiodactyla	5 (0,17)	3 (0,10)	2 (0,07)	8 (0,40)
<i>Tapirus terrestris</i>	0	0	1 (0,03)	0
Total Perissodactyla	0	0	1 (0,03)	0
<i>Bradypus variegatus</i>	5 (0,17)	10 (0,33)	3 (0,10)	0
<i>Choloepus didactylus</i>	1 (0,03)	0	0	1 (0,05)
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	0	1 (0,03)	0	4 (0,20)
<i>Dasyopus septemcinctus</i>	1 (0,03)	0	0	0
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1 (0,03)	4 (0,13)	1 (0,03)	2 (0,10)
Total Xenarthra	8 (0,27)	15 (0,50)	4 (0,13)	7 (0,35)
<i>Eira bárbara</i>	3 (0,10)	0	1 (0,03)	1 (0,05)
<i>Nasua nasua</i>	3 (0,10)	0	2 (0,07)	4 (0,20)
Total Carnívora	6 (0,20)	0	3 (0,10)	5 (0,25)
Total Mammalia	345 (11,50)	237 (7,90)	254 (8,47)	174 (8,70)

A = AUSENTE, DE ACORDO COM A DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA CONHECIDA DA ESPÉCIE.

6.8 Tema: Avifauna – Pag. 140

Comentário:

Destacamos um dado presente no relatório do MPEG que causa grande apreensão, quando se compara a avifauna presente na área do AHE Belo Monte, com aquelas de estudos na área da UHE Tucuruí. Para esta hidrelétrica, três anos de estudos intensivos apresentaram uma lista de 63 espécies provavelmente extintas no entorno e nas ilhas do reservatório da UHE Tucuruí, e a comparação dessa listagem com a avifauna registrada na AID do AHE Belo Monte indica que 45 espécies que ocorrem na AID do AHE Belo Monte também ocorriam em Tucuruí até 1984, ano do enchimento do reservatório.

RESPOSTA

Um empreendimento hidrelétrico da magnitude do AHE Belo Monte é, por definição legal, uma atividade impactante. Deste modo, em locais onde haverá grandes modificações do ambiente natural para a implantação do empreendimento, algumas espécies da flora e da fauna desaparecerão. Contudo, não se deve confundir desaparecimento local de espécies com o problema maior de extinção de espécies. Além disso, deve-se dar atenção à abrangência da distribuição biogeográfica das espécies em questão e o tamanho da região de abrangência dos impactos quando se compara dois empreendimentos, como também a listagem da avifauna registrada na Área de Influência Direta (AID) do AHE Belo Monte com a listagem de fauna que ocorria na UHE Tucuruí antes da implantação deste empreendimento.

Primeiramente não é adequado realizar comparações diretas dos resultados de pesquisas realizadas em áreas distintas sem levar em consideração alguns pontos que permitam o adequado entendimento dos fatos e relativização das afirmações, a saber:

1. A implantação da UHE Tucuruí no final da década de 70 ocorreu numa região onde havia extensas áreas contínuas de florestas, as quais foram alteradas e degradadas em função não só do empreendimento hidrelétrico, mas também pela abertura das rodovias Transamazônica e PA-150 e pela implantação de vários assentamentos rurais, alterando consideravelmente os ambientes naturais e propiciando a substituição destes por pastagens, plantios e áreas abandonadas. Diferentemente, a implantação do AHE Belo Monte ocorrerá numa região que já vindo sendo palco de projetos de colonização do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) há mais de 30 anos, cuja matriz de uso e ocupação do solo apresenta-se complexa e com várias classes de uso.
2. A área de lâmina d'água do reservatório do AHE Belo Monte (cerca de 500 km²) corresponde a 1/6 da dimensão do reservatório do UHE Tucuruí (cerca de 3.000 km²). Isto sem contar a diferença de uso e ocupação do solo do entorno de ambos reservatórios.
3. A riqueza de aves observadas no estudo realizado durante três anos na UHE Tucuruí diz respeito aos inventários em ilhas do reservatório, cujas dimensões oscilavam entre 100 e 1.000 ha. Estes estudos foram conduzidos em áreas que compõem um conjunto de ilhas do reservatório e apresentam várias distâncias em relação à terra firme, que encontra-se bastante alterada. Possivelmente vários eventos de extinção local, em função do reduzido tamanho dessas ilhas e de seu grau de isolamento da área fonte, devem ter ocorrido, uma vez que 70% das 71 táxons considerados extintos localmente eram estritamente florestais. Além disso, o monitoramento levado a termo na UHE Tucuruí não comparou os dados das

áreas alteradas pelo reservatórios com áreas controle contiguas, tanto florestais como ribeirinhas, o que não permite assegurar que as espécies não mais ocorram na região de influência do empreendimento. Os inventários realizados no âmbito dos estudos do AHE Belo Monte foram em áreas de terra firme e, quando constituíam fragmentos, estes estavam inseridos numa matriz de uso do solo, que contempla não só pastagens, mas áreas cultivadas, capoeiras e fragmentos florestais, propiciando ainda riqueza de espécies da avifauna, uma vez que foram selecionados os locais mais representativos e melhor conservados para a realização dos inventários de fauna.

6.9 Tema: Epilítton – Pag 143

Comentário:

a) O estudo não esclarece qual foi o número de campanhas realizadas nem a data das mesmas, limitando-se a informar que foram realizadas campanhas no período da cheia e no período da seca.

b) Os resultados mostraram que o setor do reservatório apresentou biomassas algais inferiores quando comparadas com os setores a jusante do reservatório. Este aumento de biomassa pode ser associado a possíveis aportes de nutrientes no rio pelas atividades humanas e aglomerados populacionais e por sua vez pelo aporte de rios tributários na margem direita tais como o Bacajá e Bacajá.

RESPOSTA

Os resultados das análises de epilítton basearam-se em coletas com periodicidade trimestral realizadas durante agosto (seca), novembro (transição seca- cheia), fevereiro (enchente) e maio (cheia) entre 2006 e 2007, conforme apresentado no relatório encaminhado ao IBAMA em atendimento ao ofício nº 37/2009.

O estudo teve a finalidade de fazer uma análise espacial na variação sazonal e no gradiente de profundidade nos ambientes de pedrais no canal principal do médio rio Xingu, tendo sido gerados dois conjuntos de informações. Foi realizada análise da biomassa da região em estudo.

O estudo apresenta a diversidade, a riqueza e ocorrência das espécies de algas no trecho que irá sofrer alteração caso o empreendimento seja licenciado. Por outro lado, o estudo apresenta uma avaliação do papel do epilítton na dieta de Loricariidae, assim como estimativas de biomassa epilítica afetada pelo empreendimento.

Além disso, nos Volumes do EIA relativos à análise de impacto é feita a avaliação dos efeitos da alteração dos ambientes e recursos chaves (alimentares) nas comunidades de peixes com a implantação do empreendimento (vide a descrição e análise do Impacto “Redução de Populações ou Eliminação de Espécies da Ictiofauna Intolerantes ao Aumento da Degradação dos Habitat – chave ou Recursos – chave”, nos Volumes 29 e 30 do EIA).

Para leitura complementar, sugere-se a consulta ao livro “Entre a terra, as águas e os pescadores do médio rio Xingu”. Editores: Maurício Camargo & Rubens Ghilardi Jr. 2009. Belém – PA.

6.10 Tema: Ictiofauna – Pag. 151

Comentário:

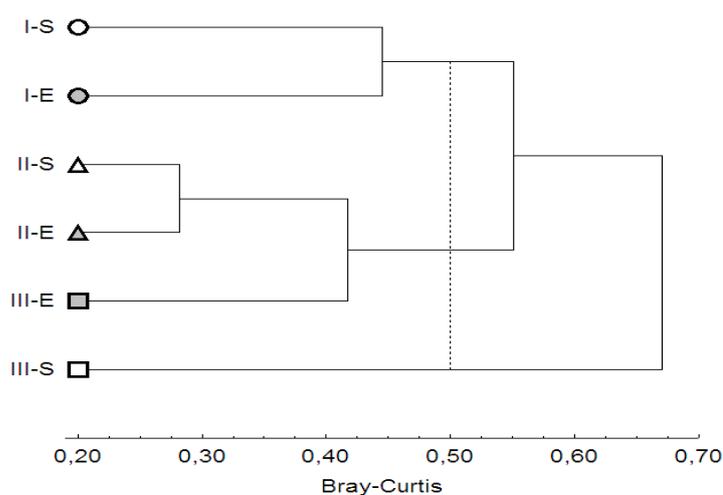
O estudo indica que durante a análise de conectividade espaço-temporal, foram definidos cinco agrupamentos, representados no dendrograma do gráfico 7.8.4.1-27.

Através da análise do dendrograma apontado, não foi possível visualizar cinco grupamentos como anteriormente indicado. O fato é agravado ainda com a análise decorrente do dendrograma, onde descreve-se apenas três agrupamentos. Tal ponto deve ser elucidado pois a análise é de grande importância para o entendimento da ocorrência de endemismos de loricariídeos na Volta Grande do rio Xingu e o texto como está causa confusão ao leitor.

RESPOSTA

Análise de Conectividade Espaço-Temporal para a Ictiofauna

O comentário acima refere-se ao estudo de conectividade espaço temporal dos peixes de corredeiras coletados pelas parcelas realizadas nos pedrais e nas áreas de corredeiras no rio Xingu. O gráfico em questão foi reproduzido a seguir (GRÁFICO 6-1). Os dados de ocorrência das espécies foram agrupados segundo o setor e a época do ano. A figura mostra o resultado da análise de Cluster, utilizando, para tal, a distância de Bray-Curtis. O número de grupos a ser considerado depende do nível de corte que se deseje expressar. No caso deste gráfico o nível de corte escolhido foi o de 0,50 ou 50% de similaridade, o que resulta em três grupos. A linha transversal, no referido gráfico, demonstra o nível de corte escolhido. Se o corte escolhido for a 40% de similaridade, então ficam definidos cinco grupos. Provavelmente, ocorreu que inicialmente foi decidido estabelecer o nível de corte de menor similaridade, sendo que posteriormente se decidiu pelo corte de 50%. Neste caso, houve falha de não se ter modificado o valor de cinco para três grupos, no texto. Ou seja, onde se lê cinco grupos deveria se ler três grupos.



NOTA: Algarismos romanos maiúsculos referem-se aos setores e a linha vertical representa o nível de corte escolhido

GRÁFICO 6-1 - Dendrograma de dissimilaridade entre os setores e períodos de coleta (E: Enchente; S: Seca; V: Vazante).

Sob o ponto de vista conceitual, este resultado indica que existem setores e grupos com maior similaridade e outros mais distantes, sob a ótica da composição de espécies, para esta metodologia. O grupo 1 representa as condições de seca na Volta Grande que parecem ser peculiares e diferentes daquelas de outros setores e épocas do ano. Neste setor destacou-se a presença de *Leporacanthicus joselimai* como uma espécie exclusiva, para esta metodologia. O maior grupo homogêneo foi formado pelas amostras do setor II (futuro Reservatório do Xingu), nas duas estações do ano, junto com as amostras de enchente na Volta Grande. Esta similaridade permite concluir que não se esperam grandes diferenças na fauna de pedrais após o enchimento do Reservatório do Xingu. Por último, o grupo 3, representado pelo setor mais a montante do rio, apresenta também características peculiares que o distingue dos outros setores, nos dois períodos do ano. Este grupo apresentou algumas espécies exclusivas, como *Hypostomus* sp., *Loricaria* sp. e *Parancistrus* cf. *nudiventris*. Em vários resultados fica evidente a singularidade do setor I (Iriri) neste estudo de ictiofauna, o que foi interpretado pelo maior estado de integridade do mesmo sob o ponto de vista ambiental, o que parece garantir uma maior riqueza e diversidade da fauna íctica nesses locais. Isto indica a necessidade de implantar ações de conservação e manejo neste setor, visando fortalecer as áreas protegidas aí já existentes para assegurar a manutenção desse estado, mesmo após o empreendimento ser instalado.

7. MEIO SOCIECONÔMICO

7.1 Tema: Etapa de Planejamento - Pág. 203

Comentário:

Não foram mencionados nesta fase os impactos que poderão estar associados ao período compreendido entre a Licença Prévia e a Licença de Instalação. A partir do momento que a viabilidade ambiental do empreendimento for concedida espera-se o aumento do fluxo de pessoas em busca de emprego, devido às expectativas a serem geradas pelo empreendimento, o que está associado a outros impactos, como o aumento da demanda por serviços públicos e o aumento da pressão sobre os recursos naturais. Além disso, com o advento da possibilidade de construção do empreendimento, poderá ocorrer o aumento da especulação da terra e a intensificação dos vetores de desmatamento já em curso na região.

Recomendações:

Ações antecipatórias precisam ser realizadas para evitar que a qualidade de vida das pessoas da região, e daquelas que chegarem, piore apenas com as expectativas geradas pela construção do empreendimento. Essas ações precisam incluir melhorias nos sistemas de saúde, educação, segurança, entre outros, além de medidas de controle e fiscalização do uso da terra na região.

RESPOSTA:

As recomendações relativas às ações antecipatórias nos sistemas de saúde, educação, segurança, saneamento, entre outras, encontram-se explicitadas na resposta do item 14.7, Conclusões.

No que concerne ao “controle e fiscalização do uso da terra na região” tais ações estão propostas no Programa de Fortalecimento às Ações Públicas, e no Plano de Atendimento à População Atingida (Projeto de Regularização Fundiária das áreas rurais e urbanas) que pressupõem a realização de convênios do empreendedor com as municipalidades e com INCRA e ITERPA, esses últimos responsáveis, no âmbito federal e estadual, pela fiscalização e controle do uso e ocupação da terra na região.

Com as municipalidades tais convênios têm como objetivo capacitar os municípios para a gestão e fiscalização do território (Elaboração e implantação de Plano Diretor e de legislação específica de uso e ocupação do solo, estruturação de setores internos às prefeituras de planejamento e fiscalização do território, entre outros).

Com o INCRA e ITERPA tais convênios visam agilizar o processo de regularização fundiária nas áreas diretamente afetadas, conforme preconizado no Plano de Atendimento à População. As gestões para a realização de tais convênios deverão ocorrer logo após a definição do empreendedor. Caberá ao empreendedor disponibilizar recursos financeiros para a implementação das ações decorrentes de tais convênios.

7.2 Tema: Surgimento/incremento de tensões sociais - Pág. 204

“O EIA considera este impacto reversível a partir das Ações Ambientais propostas.”

Comentário:

Cabe discutir em que base se analisarão o encerramento de tensões sociais, já que os programas ambientais não trazem essa discussão. Um conflito social não é um processo que se encerre simplesmente, mas sim uma evolução da discussão e posicionamento dos agentes sociais. Não representa uma derrota de alguns em prol de outros, mas sim propostas de conciliação entre opções divergentes. É um processo de criação de capital social, que evolui e se modifica conforme os entendimentos e atendimento dos impactos associados. A identificação dos impactos e dos seus efeitos é uma discussão madura e responsável com os grupos sociais, representa a melhor metodologia para a condução dos conflitos sociais.

Recomendação:

“Essa é uma questão que precisa avançar quanto as propostas de participação popular, evoluindo para um Plano de Controle Social do empreendimento, com previsão de participação dos agentes sociais envolvidos e as instâncias de representação”.

RESPOSTA

A participação social constituiu e constitui elemento estruturante dos estudos ambientais realizados assim como do Plano de Gestão Ambiental e dos Programas propostos a serem consolidados no PBA.

No âmbito do Plano de Gestão Ambiental estabeleceu-se como premissa que cada Programa Ambiental deverá garantir, de maneira democrática e transparente, a valorização dos processos de negociação e o controle social.

Para tanto, encontra-se prevista, no referido Plano, a instalação de Fórum de Acompanhamento, o qual deverá aferir como os diversos setores da sociedade estão recebendo a execução das ações ambientais, suas dúvidas e expectativas. Desse Fórum poderão surgir demandas visando a ampliação das ações já propostas, a incorporação de iniciativas não previstas ou a correção de rumos na execução de algum programa, permitindo o atendimento de demandas sociais e ambientais relevantes.

Destaca-se, ainda, que no bojo do Plano de Atendimento à População Atingida (vide EIA, Volume 33, item 12.9) a participação e o controle social são considerados de maneira inequívoca. Nesse Plano encontra-se prevista a formação de Fóruns de Discussão Permanente com o objetivo de instruir o processo de negociação e o atendimento às suas demandas. Tais Fóruns deverão ter caráter deliberativo na implementação dos programas afeitos à população atingida.

No Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial - PACUERA (EIA, Volume 33, item 12.16), no Projeto de Incentivo à Pesca Sustentável (EIA, Volume 33, item 12.8.3.3) ou em programas de reestruturação de atividades econômicas como as olarias ou as vinculadas às praias, por exemplo, (EIA, Volume 33, item 12.9), estão previstas a formação de conselhos, constituição de comissões, realização de reuniões e

audiências públicas, base para o estabelecimento de processos de participação e envolvimento das comunidades.

Além disso, é previsto um Programa de Comunicação e Interação Social (vide EIA, Volume 33, item 12.2.2), que tem por objetivo geral estabelecer um canal de comunicação entre o empreendedor e a sociedade, fornecendo informações sobre o empreendimento e recebendo as sugestões e demandas da sociedade.

Portanto, pode-se avaliar como significativo os espaços de participação e deliberação a serem consolidados no processo de implantação dos planos e programas e projetos previstos no EIA do AHE Belo Monte, o que de fato conflui para o efetivo controle social, conforme acima recomendado.

7.3 Tema: Aumento do conhecimento técnico-científico sobre a região – Pág. 204

Comentário

Sua relevância só pode ser considerada alta se servir como instrumento para geração de conhecimentos na aplicação dos programas ambientais de mitigação ou compensação.

Recomendação

Os conhecimentos técnicos gerados devem estar necessariamente associados a um projeto de Gestão ambiental que permita sistematizar as informações geradas e disponibilizá-las aos gestores do empreendimento, aos órgãos públicos interessados e ao meio acadêmico.”

RESPOSTA

No Plano de Gestão Ambiental do empreendimento (EIA volume 33, item 12.3) foi previsto o estabelecimento de diretrizes e procedimentos relativos à sistematização de informações e sua disponibilização para a consulta do empreendedor, de órgãos governamentais, instituições de pesquisa, população atingida e público interessado em geral. Tais diretrizes serão definidas na fase do PBA e serão precedidas de consultas aos diversos públicos interessados.

7.4 Tema: Dinâmica Populacional - Pág. 206

Recomendações:

Deve ser reapresentada a análise para este impacto e os derivados, de forma a estimar a demanda em infraestrutura provocada pelo aumento no fluxo populacional na AID e AII, contemplando a estimativa da demanda de número de vagas em escolas, de professores, infraestrutura e profissionais de saúde e segurança necessários em função do aumento da população, incluindo sua distribuição pela área de influência, de modo a subsidiar a proposição e análise das medidas ambientais.

As Ações Ambientais propostas devem considerar a atração populacional, bem como a estimativa de que pelo menos 30% das pessoas totais mobilizadas tendem a oferecer resistência a novas migrações e permanecer na AII.

Deve ser proposto um programa de monitoramento dos impactos nas comunidades rurais próximas aos sítios construtivos.”

RESPOSTA

A partir do cenário geral estabelecido no EIA, relativo a população mobilizada pelo empreendimento, foi realizado um maior detalhamento da distribuição espacial do afluxo migratório e seus possíveis impactos.

Os estudos demográficos indicaram que serão mobilizadas pelo empreendimento 96.000 pessoas. Dessas, 23%, ou 22.000 pessoas correspondem à população já residente na região e 77% ou 74.000 pessoas deverão ser atraídas para a área, de outras localidades do Estado ou mesmo do país.³

Dos onze municípios que compõem a AII, cinco deverão absorver, praticamente, a totalidade das 74.000 pessoas que serão atraídas para a região (Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Senador José Porfírio e Brasil Novo), cujos territórios compõem a AID. Os demais municípios da AII - Medicilândia, Uruará, Placas, Porto de Moz, Gurupá, Pacajá – por situarem-se num raio superior a 100 km dos sítios construtivos do empreendimento e da sede de Altamira, principal pólo de referência econômica e de serviços da região, distância esta dificultada pela precariedade de acessos viários, não devem receber população migrante vinculada ao empreendimento.

Ainda de acordo com os estudos demográficos, esta população deverá, preferencialmente, se fixar por determinadas localidades. Assim, o total de 74000 pessoas que afluirá para a região, apresentará a seguinte distribuição:

- 26.200 pessoas na sede de Altamira;
- 40.100 pessoas em Vitória do Xingu e povoados próximos⁴:
 - 30.850 para a sede do município e povoados de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, situado em Anapu:

³ Para composição desse número foram consideradas as seguintes premissas:

- No conjunto dos municípios da AII existem 8.800 (4.340 na AID e 4460 na AII) pessoas em idade produtiva e sem trabalho.

- O modelo de análise adotou como parâmetro que 60% das pessoas em idade produtiva e sem trabalho da AID será efetivamente empregada na obra, o que corresponde a 2600 trabalhadores;

Logo, considerando os parâmetros indicados, desse total, 1.300 trabalhadores possuem família o que totaliza uma população de 5.200 pessoas que somadas a 1.300 trabalhadores solteiros obtem-se 6.500 trabalhadores a serem empregados diretamente no empreendimento e seus familiares que já são residentes na região.

- Considerou-se, ainda, que o contingente restante de pessoas sem trabalho na AID e AII seja aproveitado nos empregos indiretos, também com a mesma proporção de 50% de casados, perfazendo mais 15.500 pessoas vinculadas ao empreendimento e já residentes na região, totalizando, portanto, 22.000 pessoas da região mobilizadas pelo empreendimento.

- Logo, das 96.000 pessoas, 74.000 constituem a população atraída pelo empreendimento e 22.000 constituem pessoas da própria região.

⁴ Desse total devem ser retiradas 1.350 pessoas que deverão ficar em Belo Monte do Pontal (Município de Anapu) e 2.250 pessoas que povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo em Senador José Porfírio.

- 10.000 na sede de Vitória do Xingu (2.500*4 – trabalhadores diretos com familiares);
- 4.850 distribuídos segundo a seguinte hipótese: 10400 (70% na sede do município), 4.450 em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (sendo 70% em Belo Monte (3100) e 30% (1350) em Belo Monte do Pontal);
- 6000⁵ trabalhadores diretos nos sítio construtivo de Belo Monte (abrigados em alojamentos);

- 9250 para a região dos sítios construtivos de Bela Vista, Pimental e dos Canais (município de Vitória do Xingu) e povoados próximos (Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo):

- 7.000⁶ trabalhadores nos sítios construtivos de Bela Vista, Pimental e Canais, abrigados em alojamentos;
- 2.250 nos povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo em Senador José Porfírio.

- 7700 pessoas para outros municípios: Anapu (40%, ou seja, 3080), Senador José Porfírio (10% ou 770) e Brasil Novo (50% ou 3850) situados na AID e integrantes da AII.

Assim, a distribuição da população atraída conforme cada município é apresentada na **TABELA 7-1** a seguir.

TABELA 7-1
Distribuição da População Atraída, por Município

Municípios	População Atraída	População Total	% Incremento da População
Altamira	26.200	92.733	28,25
Vitória do Xingu	36.500*	9.709	375,94
Senador José Porfírio	3.020**	14.370	21,02
Anapu	4.430***	17.778	24,92
Brasil Novo	3.850	18.756	20,53
Total	74.000	153.346	48,26

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009.

NOTA: População atraída distribuída da seguinte maneira:

* Este total corresponde a 40.100 menos os 1.350 de Belo Monte do Pontal (Município de Anapu) e 2.250 nos povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo (em Senador José Porfírio).

** Este total corresponde a 770 pessoas que deverão ser atraídas para a sede de Senador José Porfírio, mais 2.250 nos povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo.

*** Este total corresponde a 3080 em Anapu e 1350 em Belo Monte do Pontal.

⁵ 10.000 (total de empregos diretos no Sítio Belo Monte), menos 1.000 (empregos diretos pessoal local), menos 2.500 trabalhadores residentes em Vitória do Xingu e menos 500 trabalhadores residentes em Altamira = 6.000.

⁶ 8.600 (total empregos diretos) – 1.600 (empregos diretos pessoal local) = 7.000

Os estudos demográficos chegaram ainda à conclusão de que cerca de aproximadamente 30% da população atraída, de acordo com este detalhamento 74.000 pessoas, avaliadas como potencialmente atraídas pelo empreendimento, deverão permanecer na AII, ou seja, 22000 pessoas. Os estudos concluem que as localidades de maior fixação dessa população residual são as sedes municipais de Altamira e Vitória do Xingu.

O EIA avaliou os impactos relacionados a esse afluxo populacional gerando a rede de impactos apresentada na pág. 87 do volume 29 – Avaliação de Impactos – Parte 1, ⁷destacando-se:

- Aumento da demanda por equipamentos e serviços sociais – educação, saúde, e da infraestrutura de saneamento;
- Aumento da demanda por segurança pública;
- Aumento da disseminação das doenças endêmicas e infectocontagiosas;
- Sobrecarga da gestão da administração pública.

É importante assinalar que o aumento de população, não se dará de forma homogênea, devendo acompanhar a evolução do fluxo demográfico, ditado pelo ritmo das obras. Desta forma, a taxa de crescimento da demanda por serviços públicos será maior nos quatro primeiros anos de construção, passando a declinar a partir daí até o décimo ano.

Para os impactos acima listados foram estimados os efeitos que o acréscimo na demanda por serviços de educação, saúde, segurança e saneamento poderá provocar, considerando o momento de maior afluxo populacional, e tendo em vista o déficit atual desses serviços em cada um dos municípios, sumarizado na **TABELA 7-2**, a seguir.

⁷ Na avaliação de impacto constante no referido documento encontra-se listados impactos de segunda ordem que incidem sobre o meio biótico, tais como: aumento da pressão sobre a caça; aumento da pressão sobre recursos florestais madeireiros e não madeireiros; impactos sobre os usos sustentáveis dos recursos pesqueiros, entre outros.

TABELA 7-2
Déficit dos Serviços Públicos para os Municípios Impactados da AII, Diagnóstico do EIA.

Municípios		Altamira		Vitória do Xingu		S. José Porfírio		Anapu		Brasil Novo	
		Oferta	Déficit	Oferta	Déficit	Oferta	Déficit	Oferta	Déficit	Oferta	Déficit
Saúde	Nº Leitos	387	0	0	29	0	43	15	38	44	12
	Nº Médicos	72	21	1	10	2	12	4	14	18	1
Educação	Matriculas no fundamental/% população atendida	96%	4%	95%	5%	93%	7%	94%	6%	96%	4%
Segurança	Nº Efetivo Policial/300 habitantes	220	88	6	26	6	42	10	49	9	53
Saneamento	% de domicilio atendido por rede abastecimento	25%	75%	9%	91%	38%	62%	10%	90%	35%	65%
	% Coleta de Esgoto por rede	2%	98%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
	% Coleta de Lixo	75%	25%	30%	70%	29%	71%	10%	90%	22%	78%

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009.

Em face desse déficit, e tendo em vista o momento de maior contingente populacional a ser atraído, estimou-se o dimensionamento quali-quantitativo da demanda máxima prevista para a infraestrutura e os serviços sociais para a região de inserção do AHE Belo Monte, conforme **TABELA 7-3**.

TABELA 7-3
Demanda dos Serviços Públicos para a Região de Inserção do AHE Belo Monte.

Serviços		Altamira	Vitória do Xingu	Senador José Porfírio	Anapu	Brasil Novo	Total
Educação	Nº. de Salas de Aulas	61	84	8	10	9	172
	Educação Infantil	5	8	1	1	1	15
	Fundamental	45	58	6	8	7	125
	Ensino Médio	11	15	1	2	1	32
Saúde	Nº. de Leitos*	-	108	52	51	23	235
	Nº. de Médicos	47	46	15	18	5	131
	Equipe de PSF	33	13	7	6	6	65
Segurança	Nº. de Efetivo Policial	147	175	10	15	13	360
Saneamento	Abastecimento de Água	91,9 l/s	128,1 l/s	10,5 l/s	15,6 l/s	13,5 l/s	259,7l/s
	Esgoto	74,1 l/s	103,2 l/s	8,5 l/s	12,5 l/s	10,8 l/s	209,4l/s
	Coleta de Lixo	13 t/dia	18 t/dia	1,8 t/dia	2 t/dia	2,2 t/dia	37 t/dia

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009.

Nota: * Parte da demanda é absorvida pelo excedente de leitos de Altamira.

O detalhamento desta demanda de acordo com cada um dos serviços públicos analisados é apresentado, a seguir:

Educação

Admitindo-se que a demanda por educação acompanhará o crescimento da população, a sua evolução será maior nos quatro primeiros anos de construção, passando a declinar a partir daí até o décimo ano.

Para a estimativa do incremento da demanda de vagas escolares, adotou-se a população total atraída direta e indiretamente pelo empreendimento, ou seja, 74.000 pessoas, considerando-se as seguintes ponderações:

- Contingente populacional distribuído por faixas etárias conforme à da população urbana brasileira, com uma pequena predominância da população adulta;

- Para efeito de planejamento das ações de apoio ao serviço de educação foi considerada uma população com idade entre 06 e 19 anos, totalizando 19.507 pessoas (26,37% do total)⁸, assim distribuídas por faixas etárias (**TABELA 7-4**).

TABELA 7-4
Distribuição da População Atraída de 6 a 19 anos por Município.

População em Idade escolar	Altamira	Vitória do Xingu	Senador José Porfírio	Anapu	Brasil Novo	Total
6 anos	474	608	101	79	68	1.330
07 a 14 anos	3.931	5.086	843	665	577	11.102
15 a 17 anos	1.481	1.916	317	250	217	4.181
18 a 19 anos	1.026	1.325	220	173	150	2.894
Total	6.912	8.935	1.481	1167	1012	19.507

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009.

- Para o cálculo do número de salas de aula necessárias não foi incluída a faixa etária de 18 a 19 anos, contingente que em pequena parcela será atendido no ensino médio ou no Ensino de Jovens e Adultos - EJA.

Considerando-se cada sala de aula comportando até 40 alunos e que as escolas funcionam em dois turnos (manhã, tarde) para ensino infantil e fundamental e três turnos para ensino médio, estima-se preliminarmente a necessidade de criação de 191 novas salas de aula, conforme mostrado abaixo:

- Serão 17 salas de aula destinadas à educação infantil;
- Serão 139 salas de aula destinadas ao ensino fundamental;
- Serão 35 salas de aula destinadas ao ensino médio.

Avaliou-se, ainda, que cerca de 10% desta demanda deverá ser absorvida pelo ensino privado, chegando-se a uma necessidade de 172 novas salas de aula para atendimento da demanda de novas vagas nos serviços públicos de educação, considerando o momento de maior fluxo de população, demanda que deverá refluir, gradualmente, com a desmobilização de grande parte da mão de obra.

Portanto, deverá ser considerada esta sazonalidade para o detalhamento das ações a serem desenvolvidas, incluindo a previsão de medidas temporárias de forma a não sobrecarregar as administrações públicas após o arrefecimento da demanda.

Assim, conforme a distribuição de população prevista tem-se a demanda para o ensino público: 61 novas salas para Altamira, 84 para Vitória do Xingu, 08 para Senador José Porfírio, 09 para Brasil Novo e 10 para Anapu (**TABELA 7-5**).

⁸ Referência: Contagem de População do IBGE, 2007

TABELA 7-5
Demanda de Salas de Aula no Ensino Público, Segundo a Distribuição de População Atráida pelo AHE Belo Monte.

Município	Nº de Salas de Aula
Altamira	61
Vitória do Xingu	84
Senador José Porfírio	08
Brasil Novo	09
Anapu	10
Total	172

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009.

Saúde Pública

O dimensionamento das demandas adicionais de serviços de saúde tomou como referência os seguintes parâmetros adotados pelo Ministério de Saúde e OMS:

- 03 leitos/1000 habitantes;
- 01 médico/1000 habitantes;
- 01 equipe de PSF/3500 habitantes e 100% de cobertura da população.

A **TABELA 7-6** a seguir apresenta a demanda adicional estimada por município considerando cada um desses itens:

TABELA 7-6
Demanda dos Serviços e Equipamentos de Saúde para a Região de Inserção do AHE Belo Monte.

Serviços e Equipamentos	Altamira	Vitória do Xingu	Senador José Porfírio	Anapu	Brasil Novo	Total
Leitos*	-	108	52	51	23	235
Médicos	47	46	15	18	5	131
Equipes PSF	33	13	7	6	6	65

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009.

NOTA: * Parte da demanda é absorvida pelo excedente de leitos de Altamira.

A demanda pelo serviço de saúde é transitória, e acompanhará a mobilização das obras civis reduzindo de acordo com a desmobilização dos trabalhadores e população vinculada a obra. Considerando o atual quadro de oferta de leitos hospitalares nos municípios da região e a pressão por equipamento de saúde decorrente do fluxo populacional propõe-se:

- Construção de Hospital de Nível Médio de Atenção à Saúde com 60 leitos em Vitória do Xingu, a ser custeado pelo empreendedor e que deverá atender a população do próprio município;
- Brasil Novo e Anapu serão atendidos pelo superávit de leitos existentes em Altamira;

- Senador José Porfírio será atendido pelo hospital em construção no município que disponibilizará 15 leitos para sua população.

Com relação ao número de médicos, as estimativas elaboradas apontaram a necessidade de contratação de mais 131 médicos para suprir as demandas geradas pelo empreendimento, distribuídos por municípios conforme indicado na **TABELA 7-3**.

A responsabilidade do empreendedor no que concerne à saúde pública deverá enfatizar as ações voltadas à atenção básica. Desta forma, estima-se:

- 71 médicos serão contratados para compor as novas equipes do Programa de Saúde da Família, que serão implantadas no Programa de Estruturação da Atenção Básica;
- Os 60 profissionais que faltam para atender toda a demanda identificada serão supridos:
 - Pelo Empreendedor que deverá contratar 19 médicos para atender os 18.600 trabalhadores vinculados a obra, conforme previsto nas Normas Regulamentadoras da CLT;
 - Pelos médicos que o Município de Senador José Porfírio deverá mobilizar para compor o corpo clínico do hospital atualmente em construção;
 - Pelos médicos que o Município de Vitória do Xingu deverá contratar para o hospital, a ser construído pelo empreendedor.

No que concerne ao PSF estima-se que serão necessárias 65 equipes, das quais:

- 44 para cobrir os atuais 153 mil habitantes;
- 21 novas equipes se considerarmos toda a população atraída pelo empreendimento, 74.000 pessoas.

Segurança

A mobilização e a contratação de mão de obra e o correspondente aumento do fluxo migratório determinarão o crescimento das ocorrências policiais e, em consequência, da demanda por melhoria na estrutura de segurança pública.

Em relação a este serviço, a **TABELA 7-7** apresenta as necessidades de incremento de número de policiais em cada município impactado com o afluxo de população.

TABELA 7-7
Demanda dos Serviços de Segurança Pública da Região de Inserção do AHE Belo Monte

Município	Número de Policiais
Altamira	175
Vitória do Xingu	147
Senador José Porfírio	10
Anapu	15
Brasil Novo	13
Total	360

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009.

Situação que considera o déficit já existente de 88 policiais em Altamira e 26 para Vitória do Xingu, municípios com maior afluxo de pessoas. Estima-se que, no momento de maior atração de população, haverá uma necessidade máxima de mais 246 policiais (considerando o parâmetro de um policial para cada 300 habitantes) o que adicionado ao déficit existente totaliza 360 policiais.

Da mesma maneira que serviços de educação e saúde, a demanda por serviços de segurança pública se diferenciará no tempo, tendendo a um arrefecimento a partir do quinto ano, quando ocorre a redução do ritmo das obras de engenharia civil, devendo-se diminuir para cerca da metade, considerando a população estimada, que deverá permanecer na região. Todas essas situações deverão ser criteriosamente avaliadas no detalhamento da ação no PBA e monitoradas ao longo do tempo, já que a efetivação de um maior contingente de pessoas da própria região como mão de obra do empreendimento poderá indicar uma menor necessidade de ampliação do efetivo.

Saneamento

O dimensionamento das demandas adicionais de serviços de saneamento tomou como referência os seguintes parâmetros:

- Abastecimento de água: 170litros/habitante/dia⁹
- Esgoto sanitário: 80% do consumo de água de 170litros/habitante/dia ou seja, 136litros/habitante/dia¹⁰
- Coleta de resíduos sólidos: 0,5kg/dia/pessoa¹¹

⁹ Fonte: Modelo de Geração de Emprego: Metodologia e Resultados (Sinopse Econômica nº 133, março/2004); Cronograma de Investimentos nos Sítios de Construção – Estudo de Viabilidade do CHE Belo Monte (ELETROBRÁS/ELETRONORTE, 2002); IBGE – Censo Demográfico, 2000; DACACH, Nelson Gandur – Sistemas Urbanos de Água, Livros Técnicos e Científicos, 1979.

¹⁰ Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000; DACACH, Nelson Gandur – Sistemas Urbanos de Água, Livros Técnicos e Científicos, 1979.

¹¹ Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000; PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo – Saneamento do Meio – FUNDACENTRO, USP, Faculdade de Saúde Pública, 1979.

A **TABELA 7-8** a seguir apresenta a demanda adicional estimada por município, considerando cada um desses itens:

TABELA 7-8
Demanda dos Serviços de Saneamento para a Região de Inserção do AHE Belo Monte

Serviços	Altamira	Vitória do Xingu	Senador José Porfírio	Anapu	Brasil Novo	Total
Abastecimento de água	91,9 l/s	128,1 l/s	10,5 l/s	15,6 l/s	13,5 l/s	259,7l/s
Esgoto sanitário	74,1 l/s	103,2 l/s	8,5 l/s	12,5 l/s	10,8 l/s	209,4l/s
Coleta de Lixo	13 t/dia	18 t/dia	1,8 t/dia	2 t/dia	2,2 t/dia	37 t/dia

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009.

Além dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta/disposição de resíduos sólidos, o aumento do fluxo migratório também agravará os problemas de drenagem urbana. Esse processo ocorrerá de forma mais grave nas áreas urbanas onde se prevêem maiores crescimentos da população, especialmente em Altamira, Vitória do Xingu e nas Vilas de Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Dessas localidades, apenas Altamira conta atualmente com sistema de drenagem, restrito à área central da cidade.

O monitoramento dos impactos nas comunidades rurais próximas aos sítios construtivos está previsto no âmbito do Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos – Anexo V, que apresenta indicadores socioeconômicos que permitem verificar a evolução das localidades ao longo da implantação do empreendimento. Para essas localidades também estão previstas ações de acompanhamento social previstas no Projeto de Acompanhamento Social das Comunidades do Entorno da Obra e das Comunidades Anfitriãs.

7.5 Tema: Intensificação do uso e ocupação desordenados do solo, em especial no entorno das vilas residenciais - Pág. 207

Comentários

“O próprio EIA apresenta as dificuldade dos municípios na melhoria de gestão. A capacidade orçamentária desses municípios é limitada, com dificuldade em contratar e capacitar servidores públicos, restando dúvidas quanto a eficácia das Ações Ambientais propostas.”

RESPOSTA

Uma das maiores responsabilidades da administração municipal é zelar por seu território. É fato que foram diagnosticadas, no EIA, as limitações de gestão do poder executivo dos municípios da AII no que se refere aos recursos financeiros, à estrutura administrativa e de pessoal. No entanto, diante das expectativas de atração de população previstas no EIA, é fundamental garantir maior capacidade de atuação das prefeituras na gestão de seus territórios, bem como para o funcionamento de diversos setores administrativos que serão mais exigidos.

Nesse sentido, é proposto um programa específico de preparação dos municípios para este fim, o Programa de Fortalecimento da Administração Pública (vide EIA, Volume 33, item 12.11.2), integrante do Plano de Articulação Institucional, com o objetivo de ampliar a capacidade de planejamento e gestão das administrações municipais para o desempenho de

suas funções. Este programa deve ser obrigatoriamente, precedido de uma ação antecipatória, custeada pelo empreendedor, voltado para a atualização das necessidades das cinco prefeituras dos municípios - Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Senador José Porfírio e Brasil Novo - no que se refere à identificação e à discussão, com os gestores municipais, das necessidades de melhoria das estruturas administrativas e de gerenciamento e das legislações municipais. Permitindo que se inicie a realização dessas melhorias já no âmbito do PBA do AHE Belo Monte.

Além das ações voltadas para garantir maior capacidade de atuação das prefeituras, o Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômico (Anexo V), irá monitorar e avaliar, semestralmente, a evolução do uso e ocupação do solo junto aos sítios construtivos assim como de toda a população atingida pelo empreendimento. Tal monitoramento tem como objetivo indicar a incorporação de ações não previstas ou a correção de rumos na execução de algum programa, permitindo o atendimento de demandas sociais e ambientais relevantes.

7.6 Tema: Aumento na Arrecadação de Tributos – Pág. 215

Comentários

“O EIA considera que ocorrerá um expressivo aumento na arrecadação de tributos com a implementação do AHE Belo Monte. Prevê significativo aumento de atividades ligadas a obra, que necessariamente deverão ser formais. Assim, durante a obra vão aumentar impostos como ISS, Cofins e PIS. Após a entrada em operação a principal fonte de arrecadação será a Compensação Financeira pela Utilização dos Recursos Hídricos para fins de Geração de Energia Elétrica (CF)”

“Cabe destacar que esse efeito vai acontecer somente nos municípios que terão locais de obras e que só Altamira, Vitória do Xingu e Brasil Novo (que conta com apenas 0,1% da área do reservatório) receberão recursos da Compensação Financeira.”

RESPOSTA

Deve-se destacar que são justamente os municípios de Altamira e Vitória do Xingu que receberão a maior parte dos impactos esperados: quase 84% do fluxo de pessoas atraídas pelo empreendimento deverão ficar nestes dois municípios, assim como toda a infraestrutura de apoio à construção, os sítios construtivos, alojamentos e habitações para os trabalhadores. Assim, é certo prever que neles também se observarão os principais efeitos da dinamização econômica esperada durante o ciclo de construção do empreendimento e a correspondente desaceleração das atividades com o fim das obras de engenharia, do quinto ano até o décimo.

Estes mesmos municípios são os que ficarão com a maior parte da população estimada para continuar na região após a construção do empreendimento. Assim, considera-se que o aporte de recursos da Compensação Financeira que beneficiará de maneira relevante Altamira e Vitória do Xingu será fator fundamental para o equilíbrio econômico e social desses municípios.

7.7 Tema: Ampliação de Renda – pág. 216

Comentário

O citado aumento de renda virá pela elevação dos tributos. Os recursos da compensação financeira só ocorrerão após a entrada em operação.

RESPOSTA

Conforme exposto no item anterior, os municípios de Altamira e Vitória do Xingu receberão a maior parte dos impactos esperados e concentrarão as atividades econômicas vinculadas ao empreendimento. Com a respectiva desaceleração dessas atividades, após a etapa de obras de implantação do AHE Belo Monte, haverá diminuição da renda e da arrecadação de tributos. Simultaneamente, com o enchimento do reservatório, inicia-se a operação das primeiras turbinas, a partir do sexto ano de implantação do empreendimento, e conseqüentemente o recebimento da compensação financeira para tais municípios. Dessa forma observa-se que não ocorrerá solução de continuidade no aporte adicional de recursos para tais municípios.

7.8 Tema: Modificação / Desestruturação das Redes de Relações Sociais - pág. 217

Comentário

As relações sociais envolvem uma multiplicidade de efeitos, de difícil mensuração e mitigação. Os efeitos serão diferentes para a ADA rural, conforme o grupo social sobre o qual venha incidir: ribeirinhos ou migrantes assentados – novos e antigos. A sensibilidade do grupo dos ribeirinhos deve ficar exponenciada frente aos laços familiares, culturais e econômicos com o rio”.

RESPOSTA

É certo que a implantação de empreendimentos hidrelétricos de grande porte provoca mudanças que alteram a rede de relações sociais vigentes. São mudanças inevitáveis, que incluem perdas significativas. Contudo, é possível, a partir do novo contexto que se forma, resgatar os elementos centrais dessa rede de modo a reconstruí-los em moldes aceitáveis para os grupos sociais atingidos.

Essas relações sociais envolvem uma multiplicidade de aspectos, que vão desde as práticas culturais e relações de poder até a dinâmica cotidiana das populações, no que se refere às suas condições objetivas de sobrevivência. Nestes termos, ao alterar a rede de relações sociais predominantes em sua área de influência, o AHE Belo Monte muito provavelmente estará impondo mudanças nos modos de vidas das populações locais, mudanças estas diferenciadas espacialmente e segundo os diferentes sujeitos sociais ali presentes.

Vinculado à transferência compulsória de população, a modificação/desestruturação da rede de relações sociais também se manifestará em diferentes momentos ao longo da Etapa de Construção, ligado não só ao processo de implantação da infraestrutura de apoio, mas também aquele de construção das obras principais do empreendimento e, posteriormente, e em maior abrangência, para a formação dos reservatórios.

No caso dessas populações, o processo de desterritorialização, ou abandono compulsório do local de origem é, por si só, indicador da necessidade de se garantir a reprodução material, social e cultural dos modos de vida daqueles que o vivenciam. A ação de desterritorializar é sempre uma ação de desordem, de fragmentação, que simultaneamente se faz acompanhar de um processo de reorganização das novas modalidades de estar no território. Entende-se aqui o território como o espaço vivido, sobre o qual serão construídos novos projetos e novas representações.

Nesse processo se destaca a sensibilidade das populações ribeirinhas às mudanças previstas com a relocação (desterritorialização). Na área atingida pelo AHE Belo Monte, essa população está distribuída ao longo do rio Xingu, desde acima da cidade de Altamira, em terras dos municípios de Brasil Novo, Altamira e Vitória do Xingu. Encontrando-se ribeirinhos, também, nas áreas abaixo do barramento, no trecho de vazão reduzida, municípios de Senador José Porfírio e Anapu.

Os modos de vida ribeirinhos estão formatados num quadro de reprodução social que têm a dimensão cultural como uma forte mediadora nas relações que os seus sujeitos estabelecem entre si e com a natureza. Nesse universo, o rio se configura como um ecossistema estratégico para a sua vida, pois é dele que essa população retira parte de seus meios de sobrevivência, mas também é através do rio que constroem suas redes de sociabilidade.

Todas essas análises foram tratadas nos Volumes 21 e 24 que correspondem ao diagnóstico socioeconômico e cultural da AID e ADA, tendo sido recuperadas nas avaliações de impacto constantes dos itens a.2.3 pág. 63, a.2.1, pág. 181, do Volume 29, e itens a.2.1 pág.20 e 224 do Volume 30.

Portanto, os Programas/Projetos deverão levar em consideração essas características e priorizar soluções que possibilitem a população ribeirinha manter suas relações com o rio Xingu.

7.9 Tema: Interferências em Áreas de Pesquisas e Concessões Minerárias - pág. 216

Comentário

A não formalização do processo minerário não significa o não reconhecimento do impacto ambiental e os direitos dos atingidos”.

RESPOSTA

De fato, concorda-se que a não formalização do processo minerário não significa o não reconhecimento do impacto ambiental e os direitos dos atingidos. Por isso, no EIA, esse impacto ambiental foi considerado independentemente da legalização ou não da atividade minerária, conforme preconizado no comentário acima.

Como diagnosticado no EIA, a maior parte das atividades de mineração que ocorrem na região não é legalizada, situação que vale para a exploração de ouro, areia, brita, argila, (Volume 1, relativo ao Diagnóstico do Meio Físico para as AID e ADA, mais especificamente no item 7.7.4 “Geologia e Recursos Minerais”, subitem 7.7.4.4.3 “Direitos Minerários” e, no que tange à argila, no Anexo 12.9.1 “Situação Legal da Atividade de Extração de Argila”, integrante do Volume 33 “Planos, Programas e Projetos.”)

Independentemente da condição de legalização da atividade mineraria foram analisados os impactos a que essas atividades podem estar expostas, o que gerou a definição de programas específicos, conforme explicitado a seguir:

- O Programa de Acompanhamento das Atividades Minerarias (EIA, Volume 33, item 12.5.4), que tem o objetivo de verificar as reais interferências causadas pelo empreendimento, além de propor e implantar medidas alternativas que compensem as perdas da atividade mineraria em áreas abaixo da cota 97m”. No âmbito desse Programa são apresentados projetos para acompanhamento dos direitos minerários da AID/ADA do AHE Belo Monte; para monitoramento das atividades informais de extração de materiais naturais de construção; e para monitoramento da evolução dos garimpos de ouro situados à jusante da área do reservatório do rio Xingu; e
- O Projeto de Recomposição das Atividades Oleiras (EIA, Volume 33, item 12.9.5.2), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida objetiva identificar alternativas para a continuidade da atividade, permitindo adequá-la a nova situação criada. Vale observar que o EIA já avançou neste sentido detectando áreas que não sofrerão inundação pela formação do reservatório, na cidade de Altamira. Tais áreas possuem reservas superiores àquelas hoje explorados e com qualidade cerâmica do material superior. (Anexo 12.9.2 do Volume 33). Tal Projeto prevê, também, a garantia de suporte técnico e financeiro para a retomada da atividade.

Assim, verifica-se que o EIA, em nenhum momento, nega o reconhecimento dos direitos dos atingidos relacionados aos impactos sobre as atividades minerarias, independente da sua legalidade. Pelo contrário, além desse reconhecimento já indica programas e projetos diversos que apontam medidas mitigadoras e compensatórias adequadas para garantir esses direitos.

7.10 Tema: Melhoria na Acessibilidade pela Ampliação do Sistema Viário - pág. 218

Comentário:

Não consideram como impacto negativo o fato de que o melhor acesso predispõe a maior pressão sobre recursos faunísticos e florísticos. Também não foi analisada a possibilidade de alteração da polarização regional pela melhoria de acesso (caso do Sítio Belo Monte em relação a sede municipal de Vitória do Xingu).

RESPOSTA

O impacto negativo foi considerado. Deve-se observar, entretanto, que a melhoria e a alteração da acessibilidade do sistema viário ocorrerão por meio de intervenções em travessões existentes, ou seja, em áreas onde estão assentamentos do INCRA já consolidados, com vinte ou até mais de trinta anos de existência. Portanto, em locais já bastante modificados pela ação humana e que já perderam, em grande medida, a cobertura florestal original.

Mesmo assim, foram identificados impactos derivados tanto da implementação de melhorias em acessos quanto do aumento do tráfego de veículos e equipamentos e da movimentação de pessoas sobre os recursos florísticos e faunísticos, conforme apresentado nos Volumes 29 a 31, do EIA.

No caso de uma possível alteração da polarização de Vitória do Xingu, constitui proposta do EIA a transferência para a sede do município, da vila com 2.500 casas para trabalhadores do empreendimento. Essa vila encontrava-se prevista, no estudo de viabilidade, para ser construída nas proximidades do sítio construtivo Belo Monte. Com a sua transferência para a sede do município, evitou-se a edificação de uma nova área urbana, maior que a cidade de Vitória do Xingu e com maior capacidade de polarização e maior densidade de infraestrutura urbana.

Assim, a transferência das habitações dos trabalhadores do empreendimento para a sede do município foi indicada pelo Estudo de Impacto Ambiental, tendo como um de seus objetivos fortalecer a hierarquia funcional da cidade de Vitória do Xingu, agregando a ela novos investimentos e dinamizando-a como pólo comercial e de serviços.

Adicionalmente, vale ressaltar que, em atendimento às demandas feitas pela equipe de analistas do IBAMA em seu Ofício nº 37/2009 - CGENE/DILIC/IBAMA, foi apresentado relatório específico contendo, em seu item 03, a identificação e a avaliação detalhada da rede de precedência de impactos da transferência das 2.500 residências para Vitória do Xingu.

7.11 Tema: Reversão do Fluxo Migratório - Pág 231

Recomendação

Deve ser proposto um Programa de Desmobilização específico para a mitigação deste impacto, bem como de seus impactos associados.

RESPOSTA

O Anexo VI deste documento, apresenta o Programa de Desmobilização solicitado, o qual é reproduzido a seguir.

Justificativa

Tendo em vista a demanda de trabalhadores do empreendimento, um número significativo de pessoas será atraído para a região. Esta disponibilidade de postos de trabalho no empreendimento é temporária, apresentando uma diminuição significativa a partir do quarto ano de obra, o que deverá gerar um amplo processo de desmobilização de trabalhadores, em um curto período de tempo, trazendo impactos como a diminuição da atividade econômica, a diminuição da oferta de postos de trabalho, perda de arrecadação de tributos e possível ociosidade dos equipamentos e serviços públicos em vista da diminuição da demanda.

Os estudos do EIA indicaram que após a desmobilização das obras do AHE Belo Monte deverão permanecer na região cerca de 30% da população atraída pelo empreendimento, ou seja, 22.000 pessoas. A permanência deste contingente populacional num momento de desaceleração das atividades econômicas decorrentes do empreendimento poderá gerar um número significativo de desempregados e dificuldade de sobrevivência das famílias.

Observe-se que associado aos possíveis impactos negativos, registra-se também um impacto positivo nas finanças municipais com o início da operação do AHE, principalmente em Vitória do Xingu e Altamira, municípios que receberão a maior quantidade de população

migrante e onde permanecerá a maior parte dos que se fixarão na região após a desmobilização das obras.

Para minimizar tais impactos, e em atendimento ao parecer 114/09 do IBAMA, foi desenvolvida a presente proposta que consolida ações já apresentadas nos diferentes Programas do EIA.

Objetivos

Os objetivos gerais deste programa são os seguintes:

- Garantir a inserção na região da população que permanecerá na área após a desmobilização da obra;
- Ampliar as opções de atividades econômicas para a população local após a implantação do empreendimento;
- Procurar o melhor aproveitamento dos equipamentos e estruturas após o término do período de implantação do empreendimento;

Objetivos Específicos

- Incentivar práticas empreendedoras de acordo com as potencialidades de desenvolvimento sustentável da região;
- Promover a reciclagem da capacitação da mão de obra visando a reinserção da mesma em atividades produtivas consistentes com a nova realidade da região;
- Promover a reinserção da mão de obra desmobilizada no mercado de trabalho local;
- Evitar a ociosidade dos equipamentos sociais implantados em função da atração da população;
- Evitar a ociosidade das habitações construídas em função do empreendimento;
- Incentivar o retorno para seus locais de origem das populações não inseridas na nova realidade regional.

Ações/Procedimentos

O processo de desmobilização da mão de obra estará baseado em uma série de medidas administrativas e gerenciais vinculadas a gestão da mão de obra e em processos de interação com a sociedade local, sendo as principais medidas a serem tomadas indicadas, a seguir:

- Estabelecer parceria com o SINE visando à realização de cadastro da população desmobilizada (direta ou indiretamente vinculado a obra) tendo em vista a sua recolocação em outras atividades;
- Estabelecer parcerias com o sistema S (SESI, SENAI e SENAC) e SEBRAE para promover cursos de reciclagem da capacitação de mão de obra a luz das demandas regionais;
- Estabelecer entendimentos com administrações públicas municipais para discutir a melhor forma de desmobilização das estruturas e equipamentos utilizados no período de construção, inclusive com a possibilidade de serem repassados para os executivos municipais, visando a mitigação e ou compensação do impacto causado pelo refluxo populacional;
- Estabelecer parceria com as entidades promotoras de financiamento habitacional visando a comercialização das habitações que ficarão ociosas, priorizando o acesso para a população residual que permanecerá na região;
- Estabelecer, através do Programa de Acompanhamento e Monitoramento da População Migrante, parcerias com órgãos públicos de ação social para promover o retorno à origem de pessoas atraídas que não tenham condições de aproveitamento e que desejam voltar para sua localidade;

Responsável pela Implementação

Este programa é de inteira responsabilidade do empreendedor e será executado ao longo de todas as fases de implantação do empreendimento, com maior ênfase no quarto e quinto ano da obra de implantação do AHE Belo Monte, período de maior desmobilização da mão de obra.

Cronograma

Este programa deverá ser detalhado na fase de planejamento e implantado a partir do 3º ano após o início obra, momento correspondente ao “pico” de contratação de mão de obra e se manter durante 10 anos, ou seja, até o 3º ano após a desmobilização total da obra consolidado no cronograma, a seguir. **(QUADRO 7-1)**.

QUADRO 7-1
Cronograma do Programa de Desmobilização

Atividade	ANO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Estabelecer parceria com o SINE e Sistema S (SENAI, SENAC)													
Estabelecer entendimentos com administrações públicas municipais													
Estabelecer parceria com as entidades promotoras de financiamento habitacional visando a comercialização das habitações													
Estabelecer parcerias com órgãos públicos de Ação Social para promover o retorno à origem													
Monitoramento													

7.12 Tema: Possibilidade de Ociosidade e Deterioração dos Equipamentos e Serviços Sociais - pág. 231

Comentário:

Sugerem que o Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos poderá orientar uma melhor distribuição dessa infraestrutura, reduzindo o impacto associado a desmobilização.

RESPOSTA

O Programa de Desmobilização, anteriormente exposto, tem como um dos seus objetivos específicos:

- Estabelecer entendimentos com administrações públicas municipais para discutir a melhor forma de desmobilização das estruturas e equipamentos utilizados no período de construção, inclusive com a possibilidade de serem repassados para os executivos municipais, visando a mitigação e ou compensação do impacto causado pelo refluxo populacional;

Tal ação deverá ser implementada já na fase de planejamento da ampliação dos serviços de educação, saúde e segurança, adotando soluções que permitam acompanhar a curva de diminuição da demanda que seguirá o processo de desmobilização da mão de obra. Assim, procura-se garantir que os investimentos a serem feitos pelo empreendedor interajam, de maneira efetiva e permanente, com as políticas públicas em desenvolvimento na região.

Dessa forma, considera-se que a questão posta no comentário acima identificado encontra-se atendida.

7.13 Tema: Diminuição da Arrecadação de Tributos - pág. 232

Comentário:

Esse impacto não está bem caracterizado junto ao impacto de Perda de Postos de Trabalho e Renda, por conta da desmobilização da obra. O desaquecimento da economia, por conta da desmobilização, deve ser responsável pela redução da arrecadação. Não foi considerada a diminuição na arrecadação de tributos após o término das obras nos municípios que não recebem a Compensação Financeira.

Ações ambientais propostas:

As previstas no âmbito dos programas de Recomposição de Atividades Produtivas – rurais e urbanas e no Plano de Articulação Institucional e no Plano de Atendimento à População Atingida.

Recomendação:

As ações propostas visam o fortalecimento de atividades para suprir demandas associada a obra. Com a desmobilização, essas ações não tem efeito sobre a Diminuição da arrecadação de tributos. Portanto, o Plano de Desmobilização, já recomendado, deve prever Indicadores para monitoramento da arrecadação de tributos dos municípios e sua aplicação em infraestrutura e serviços sociais.

RESPOSTA

O Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômico apresentado no Anexo V deste documento, tem dentre seus objetivos específicos:

- Avaliar as alterações no quadro das atividades econômicas;
- Avaliar a alteração dos gastos e a arrecadação municipal, incluindo os repasses de recursos federais e estaduais, de maneira a inferir ao longo do tempo a situação das contas municipais e as aplicações dos recursos.

Nesse programa são também apresentados indicadores a serem utilizados no referido processo de monitoramento e avaliação da arrecadação dos tributos municipais e respectiva aplicação, assim como das alterações nas atividades econômicas, quais sejam:

- Evolução dos estabelecimentos formais nos diferentes ramos
- Taxa de emprego por ramo de atividade
- Evolução da economia informal (PEA X POC)
- Alteração na participação da produção familiar em relação a produção total
- Alteração na participação das atividades extrativistas na renda familiar
- Evolução do percentual da arrecadação própria em relação ao percentual total;

- Evolução da participação dos investimentos em serviços públicos no orçamento total;
- Alteração nas práticas de elaboração do orçamento e controle público de sua execução

Dessa forma encontra-se devidamente proposto, conforme recomendado no presente parecer, o acompanhamento das finanças públicas de forma a identificar os reais impactos do empreendimento na economia da região e na gestão dos recursos públicos, principalmente em relação às administrações municipais.

Por fim, cabe aqui registrar que as ações previstas no âmbito dos Programas de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais e Urbanas apresentados no EIA contribuem, também, para reduzir o impacto decorrente da diminuição da arrecadação de tributos associada à desmobilização da mão de obra, na medida em que podem propiciar alternativas produtivas para os produtores da região e o desenvolvimento de novas atividades, como indicado no Volume 33, item 12.9.2 do EIA.

7.14 Tema: Especulação Imobiliária e Aumento sobre os Imóveis do Entorno - pág. 234

Comentário:

A pressão imobiliária vai ter um grande efeito, dada a grande ocupação irregular do solo na região.

Recomendação:

Deve ser previsto um sistema de atualização de caderno de preços para indenizações, com regularidade e transparência para aumentar a segurança e conforto dos moradores, principalmente dos atingidos.

RESPOSTA

De fato, o Programa de Negociação de Terras e Benfeitorias propõe a atualização periódica dos valores de indenização.

A Tabela de Preços para a aquisição de terras e benfeitorias deverá ser elaborada por uma equipe técnica, discutida e aprovada pela população atingida. O ponto de partida será a pesquisa de mercado a ser realizada pela equipe técnica e apresentada à população para discussão e a composição de uma Pauta Final de Valores. Essa Pauta de Valores será atualizada com periodicidade a ser definida em conjunto com os atingidos e deverá contemplar:

- O valor da terra nua, que será determinado com base no tipo do solo, no valor do mercado e principalmente na sua capacidade potencial de uso;
- Os valores das benfeitorias corresponderão ao valor de reposição para a reconstrução do bem; e,

- O valor das moradias que será calculado pelo valor de reposição, sem considerar o estado de conservação do imóvel.

É importante observar que todos esses critérios e diretrizes estão explicitados no âmbito do Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias (EIA, Volume 33, item 12.9.1.2), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

Dessa forma considera-se que se encontra atendida a recomendação acima explicitada no parecer.

7.15 Tema: Perda de Atividades Produtivas - pág. 234

As perdas de áreas produtivas ocorrerão tanto na área urbana e na área rural, em toda a ADA e também na AID para instalação das residências de funcionários na cidade de Altamira.

Comentário:

Não está considerado o impacto da instalação das residências em Vitória do Xingu. Isso está observado na análise do Programa de Atendimento da População Atingida.

RESPOSTA

A demanda indicada no comentário acima foi atendida em carta nº. 3020/2009 encaminhada pela Eletrobrás em atendimento ao ofício no. 37/2009 - CGENE/DILIC/IBAMA. Nesse documento foi enviado relatório específico contendo, em seu item 03, a identificação e a avaliação detalhada da rede de precedência de impactos sobre a sede municipal de Vitória do Xingu derivada da medida proposta de transferência das 2.500 residências para funcionários das obras.

Reproduzem-se, a seguir, as principais observações e conclusões especificadas nesse documento.

A proposta de implantação de 2500 habitações de trabalhadores do empreendimento na sede do município de Vitória do Xingu, indicada pelo Estudo de Impacto Ambiental, embasou-se nos seguintes objetivos:

- Fortalecer a hierarquia funcional da cidade de Vitória do Xingu, agregando a ela novos investimentos e dinamizando-a como pólo comercial e de serviços de modo a compor uma rede urbana mais equilibrada na Área de Influência Direta do AHE Belo Monte;
- Aproveitar os eixos viários existentes, com destaque para a Transamazônica e PA 415, que liga Altamira a Vitória do Xingu, pavimentada em 2007, inclusive usufruindo as melhorias a serem implementadas nesses eixos em função de sua utilização como infraestrutura necessária às obras;
- Otimizar os investimentos a serem realizados em infraestrutura urbana e de serviços básicos pelo empreendedor, garantindo melhores condições de vida para a população urbana da sede municipal;

- Proporcionar uma melhor gestão do território evitando a dispersão de áreas urbanizadas capazes de atrair população e gerar ocupação desordenada do solo e novas demandas por infraestrutura;
- Permitir uma melhor integração de toda a infraestrutura urbana e habitacional implantada após a desmobilização, estando tal infraestrutura agregada à sede municipal; e
- Fortalecer Vitória do Xingu como pólo regional aproveitando as oportunidades oferecidas pelo empreendimento em termos de investimentos e geração de impostos.

Da avaliação das redes de precedência de impactos associadas a essa medida proposta no EIA, decorreram as seguintes ações ambientais, todas elas materializadas em planos, programas e projetos constantes dos estudos ambientais:

- **Impacto de intensificação do uso e ocupação desordenado do solo, e seus impactos derivados:**

As ações propostas para o presente impacto visam, em primeiro lugar, dotar a prefeitura de Vitória do Xingu de capacidade administrativa, fiscal e de gestão para promover o ordenamento do uso do solo no município e, em especial, na sua sede, bem como a implantação de infraestrutura.

Tais ações estão consubstanciadas nos seguintes programas, integrantes do Plano de Articulação Institucional: Programa de Interação e Articulação Institucional; Programa de Fortalecimento da Administração Pública; e Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos.

Devem ser também destacadas ações atinentes ao Programa de Intervenção em Vitória do Xingu, inseridos no Plano de Requalificação Urbana, incluindo-se o desenvolvimento e implementação de zoneamento do uso do solo, a ser ratificado pelo Plano Diretor do município a ser desenvolvido.

- **Impacto do aumento da demanda por equipamentos e serviços sociais:**

Como primeira ação de mitigação desse impacto há a proposta de incremento da oferta de equipamentos e serviços de educação, saúde e segurança. Tais ações encontram-se inseridas no Programa de Apoio a Gestão dos Serviços Públicos integrante do Plano de Articulação Institucional e no Plano de Saúde Pública. Nesses mesmos Planos propõem-se ações de fortalecimento das instituições públicas com o intuito de capacitá-las para a gestão.

Vale observar que a estimativa quali-quantitativa dos serviços e de infraestrutura social prevista como necessária para o município de Vitória do Xingu foi apresentada anteriormente neste documento em resposta ao tema “dinâmica populacional” item 1.4 deste documento.

– **Impactos do aumento da disseminação de doenças endêmicas e infecto-contagiosas e de possibilidade de introdução de novas endemias:**

- Intensificação da vigilância epidemiológica, bem como das ações de prevenção e controle de doenças, no âmbito do Programa de Vigilância Epidemiológica, Prevenção e Controle de Doenças e do Programa de Ação de Controle à Malária (PACM), ambos inseridos no Plano de Saúde Pública; e
- Controle do uso e ocupação desordenado do solo, visando evitar a formação de núcleos carentes de infraestrutura, tais como invasões periurbanas, bem como a intensificação da ocupação por palafitas nas margens do igarapé do Gelo e de outros corpos hídricos que limitam a sede municipal de Vitória do Xingu, propícios a disseminação de doenças endêmicas e infecto-contagiosas. Neste caso, são válidas aqui, também, todas as ações explicitadas para o impacto “Intensificação do Uso e Ocupação Desordenado do Solo”, com destaque para aquelas do Programa de Intervenção em Vitória do Xingu, integrante do Plano de Requalificação Urbana.

– **Impacto do aumento da especulação imobiliária e da pressão sobre os imóveis do entorno:**

Assim como mencionado para impacto relacionado anteriormente, as ações propostas para o presente impacto visam dotar a prefeitura de Vitória do Xingu de capacidade administrativa, fiscal e de gestão para promover o ordenamento do uso do solo no município e, em especial, na sua sede, bem como a implantação de infraestrutura.

Tais ações estão consubstanciadas nos seguintes programas, integrantes do Plano de Articulação Institucional: Programa de Interação e Articulação Institucional; Programa de Fortalecimento da Administração Pública; e Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos.

Complementarmente, o Programa de Intervenção em Vitória do Xingu, inserido no contexto do Plano de Requalificação Urbana, voltado para implantar a infraestrutura urbana necessária na sede do município em tela, deverá, inclusive, contribuir para normatizar o uso e ocupação do solo na sede municipal.

– **Impacto de sobrecarga na gestão da administração pública:**

As ações dizem respeito ao fortalecimento das instituições públicas com o intuito de capacitá-las para a gestão, consubstanciadas nos seguintes programas, integrantes do Plano de Articulação Institucional: Programa de Interação e Articulação Institucional; Programa de Fortalecimento da Administração Pública; e Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos, conforme amplamente indicado anteriormente.

- **Impactos de aumento da pressão sobre as APPs dos corpos hídricos, de aumento da perda de diversidade da flora e de aumento da perda de diversidade da fauna.**

Para mitigar tais impactos são propostas as seguintes ações:

- Reordenamento do uso e ocupação do solo na sede municipal de Vitória do Xingu e no seu entorno, bem como criação de áreas de preservação, no âmbito do Programa de Intervenção em Vitória do Xingu, integrante do Plano de Requalificação Urbana; e
- Implementação de ações para recomposição de áreas de preservação permanente - APP, no âmbito do Programa de Conservação e Manejo da Flora (e, mais especificamente, no Projeto de Formação de Banco de Germoplasma) e do Programa de Educação Ambiental, integrantes, respectivamente, do Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres e do Plano de Relacionamento com a População.

- **Impactos de alteração na relação oferta-demanda por insumos, mercadorias e serviços e dinamização da economia e de ampliação de renda.**

Com o objetivo de potencializar os efeitos benéficos advindos do impacto em tela, propõe-se, no EIA, a implementação das seguintes ações:

- No contexto do Plano de Articulação Institucional, mais especificamente no bojo do Programa de Incentivo à Capacitação Profissional e ao Desenvolvimento de Atividades Produtivas, são propostas medidas voltadas para apoiar a qualificação da mão de obra local de forma a suprir, dentro do possível, as demandas de trabalho que surgirão com as obras e com o atendimento das demandas geradas pela população direta e indiretamente atraída para a cidade de Vitória do Xingu. Observa-se que aqui estão inseridas também ações de apoio ao empresariado local para intensificar a sua participação no fornecimento de insumos e produtos demandados pelo empreendimento, chamando-se atenção para a relevância desta medida, dado que a caracterização feita para a cidade de Vitória do Xingu revela a reduzida presença, hoje, de atividades industriais e comerciais geradoras de ICMS.

- **Impacto de aumento na arrecadação de tributos:**

As ações propostas no EIA para potencializar os efeitos benéficos advindos do impacto em tela são direcionadas para o fortalecimento das instituições públicas, visando melhor capacitá-las para a gestão dos recursos a serem auferidos. Neste sentido, são previstos, no Plano de Articulação Institucional, o Programa de Fortalecimento da Administração Pública e o Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos.

Além desses, há que se destacar o Programa de Incentivo à Capacitação Profissional e ao Desenvolvimento de Atividades Produtivas, este voltado para alavancar a dinamização da economia, tanto nas áreas urbanas e rurais e, como consequência, aumentar a arrecadação de impostos.

– **Impacto de alteração na hierarquia funcional de Vitória do Xingu:**

A transferência em si da vila de trabalhadores para a sede de Vitória do Xingu deverá ser objeto de planejamento detalhado no contexto do Plano de Requalificação Urbana, mais especificamente no bojo do Programa de Intervenção em Vitória do Xingu.

Esse plano prevê que a construção de residências para os funcionários, bem como para a indicação de áreas que poderão vir a abrigar a parcela da população migrante atraída para a sede municipal, se dê em áreas originalmente direcionadas para tal, conforme pode identificado na descrição do referido Programa, item 12.10.2, pág. 325 do Volume 33 do EIA.

7.16 Tema: Interrupção Temporária da Navegação entre o Barramento e o Núcleo de Referência Rural São Pedro – Pág. 240

Ações ambientais propostas:

Plano de Atendimento à População Atingida e Plano de Relacionamento com a População

Comentário:

Destaca-se a preocupação com a imediata interrupção da margem esquerda do rio Xingu com a autorização de implantação da obra. A situação verificada inicialmente durante a construção da ponte de serviço se tornará permanente com o término das obras. Destaca-se que a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica não permite o bloqueio das navegações.

Recomendação:

Solicitar esclarecimentos ao empreendedor como será evitado a interrupção dessa navegação.

RESPOSTA

A resposta a este questionamento está apresentada no tema “Modelagem Hidráulica para a Volta Grande do Xingu”.

Em suma, observa-se que os estudos realizados no EIA mostram que depois da entrada em operação do empreendimento um trecho de aproximadamente 10 km de extensão na margem esquerda do rio Xingu, imediatamente a jusante do Sítio Pimental, terá a vazão do rio interrompida pelo barramento e que as drenagens existentes não serão suficientes para garantir escoamento nesse local e, portanto, a navegação. Para mitigar este impacto, todos os proprietários, posseiros e demais famílias residentes na margem esquerda e nas ilhas do rio Xingu entre o barramento e o núcleo rural de São Pedro foram incluídos como público-alvo do Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias e, mais especificamente, do Projeto de Reassentamento Rural, além de outros Programas/Projetos integrantes do Plano de

Atendimento à População Atingida (como é o caso do Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais e do Programa de Acompanhamento Social).

Considerando ainda que os impactos nesses 10 km até a localidade de São Pedro se darão assim que forem iniciadas as obras, dada as interrupções de vazão para a construção da ponte de serviço, o EIA propõe que esse público seja tratado prioritariamente nas negociações, em conjunto com aquela população residente nos locais de implantação da infraestrutura de apoio.

Lembra-se aqui que o direito dessa população ao reassentamento é apontado reiteradamente tanto no EIA quanto no RIMA do AHE Belo Monte, em decorrência da identificação, caracterização e avaliação de impactos tanto para a etapa de construção quanto para aquela de operação. No que tange ao EIA, o conteúdo foi apresentado no Volume 30, no item referente ao impacto “Interrupção Temporária da Navegação entre o Barramento e o Núcleo de Referência Rural São Pedro” previsto para a etapa de construção.

7.17 Tema: Plano de Atendimento à População Atingida - pág. 283

Comentários:

Há uma aparente contradição com o processo de participação social proposto, que prevê a negociação das formas de reparação. Se as formas de reparação são negociadas, não há porque os atingidos não concordarem com “opções oferecidas”.

Na Área de Influência Direta (o EIA inclui o TVR na ADA, mas para os moradores dessa região não haverá perda imobiliária) apresentam outra importante população a ser considerada, que soma, aproximadamente, 5.000 habitantes, contabilizando somente os setores investigados que contemplam os imóveis rurais e povoados (Ilha da Fazenda, Ressaca, Belo Monte, Belo Monte do Pontal, Garimpo do Galo, Sol Nascente, dentre outros) mais próximas ao empreendimento.

Recomendações:

“Incluir em grupos sociais, e realizar Pesquisa Censitária, para: ribeirinhos do TVR, pescadores de peixes ornamentais e pescadores comerciais a montante de Altamira, que sofrerão impactos pelo aumento da pressão da pesca nessa região.”

RESPOSTA

A população do Trecho de Vazão Reduzida, conforme quadro resumo da página 206, volume 33 - Planos, Programas e Projetos, integra o conjunto de população considerada como atingida pelo empreendimento e, portanto, está incluída no Plano de Atendimento à População Atingida. O mesmo ocorre com os pescadores, os quais foram estimados com base nas informações colhidas em campo junto às colônias de pesca do rio Xingu.

Esses grupos sociais também fazem parte daqueles que serão monitorados pelo programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos - Anexo V deste documento. Nesse Programa está prevista a realização de cadastro socioeconômico da população ribeirinha, tanto nas áreas de formação dos reservatórios como ao longo da Volta Grande. Tais levantamentos serão

realizados logo após o leilão do empreendimento, como primeira atividade da elaboração do PBA.

Assim, considera-se que é uma medida necessária para o PBA o levantamento censitário da população ribeirinha do TVR, incluindo os residentes nos povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo e um cadastramento dos pescadores de peixes ornamentais e pescadores comerciais, tanto a montante com a jusante de Altamira, atendendo-se dessa forma a recomendação apresentada no presente parecer.

Quanto ao comentário apresentado neste item considera-se que qualquer negociação inicia-se efetivamente com a apresentação de propostas alternativas as quais podem ou não ser aceitas pela população. Dessa forma, não se identifica qualquer contradição na proposição apresentada no corpo do Plano de Atendimento à População.

7.18 Tema: Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias na Área Rural - pág.284

Recomendações:

- i) Viabilizar para os atingidos o acompanhamento da avaliação imobiliária - é importante que estes acompanhem e sejam esclarecidos sobre a metodologia adotada para a elaboração da avaliação imobiliária;*
- ii) Possibilitar que participem do processo de composição da Pauta de Valores e do processo de atualização dos Laudos de Avaliação quando necessário;*
- iii) O PBA deve assegurar que o processo de avaliação seja discutido junto aos atingidos, mediante registro desse processo de participação social. Deve garantir formas de representação social que possam auxiliar os atingidos nas negociações.*

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado programa do EIA (EIA, Volume 33, item 12.9.1), constante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.19 Tema: Projeto de Regularização Fundiária Rural – Pág. 284

Recomendações:

- i) Será necessário firmar Termo de Compromisso com INCRA e ITERPA, garantindo que os proprietários/posseiros assentados serão devidamente titulados e relocados para áreas livres de conflitos, conforme indicação dessas entidades;*
- ii) Deve ficar claro que as despesas com as solicitações de legitimação de posses, e os custos com a regularização fundiárias das propriedades, correm por conta do empreendedor.*

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA já se encontram preconizadas no citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.1.1), também integrante do Plano de Atendimento à População Atingida. A articulação institucional faz parte das ações antecipatórias conforme indicado na resposta do item 14.7, Conclusões.

7.20 Tema: Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias - Pág. 284

Recomendação:

- i) A avaliação deve ser feita por profissionais com registro em órgão de classe, com emissão de respectiva ART;*
- ii) Deve ser entregue cópia da avaliação no ato de sua realização;*
- iii) O PBA deve prever claramente a metodologia para avaliação de viabilidade de propriedade/remanescente;*
- iv) O PBA deve prever indicador de negociação, prevendo % máximo de judicialização.*

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.1.2), também integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.21 Tema: Projeto de Reassentamento Rural - Pág. 285

Recomendações:

- i) Deve ser viabilizada a relocação em situação que reproduza os modos de vida do atingido, oferecendo assistência técnica e social pelo prazo necessário a retomada ou estabilização das atividades;*
- ii) Deverão ser previstas formas de participação (Comissões de Representantes dos Atingidos), por região ou agrupamento social, facilitando a participação e maior envolvimento dos atingidos.*
- iii) O PBA deve apresentar o modelo de cadastro socioeconômico, bem como uma metodologia de análise de “Vulnerabilidade Social” dos atingidos. O cadastro deve propor “Indicadores” de forma de vida (renda/ atividades produtivas/ acesso a serviços públicos/ comercialização da produção...). O grau de vulnerabilidade deve estar associado ao nível de renda, e o Plano de Atendimento à População Atingida deve ter como objetivo o retorno à condição para esse público.*

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.1.3), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.22 Tema: Projeto de Reorganização de Áreas Remanescentes - Pág. 285

Recomendações:

- i) A metodologia de cálculo de viabilidade de áreas remanescentes deve ser apresentada no PBA e, necessariamente, considerar o “isolamento social” pela saída de moradores da região.*

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.1.4), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.23 Tema: Projeto de Reparação - Pág. 285

Recomendações:

- i) Detalhar no PBA, a forma e metodologia de análise dos impactos que poderão ser mitigados por esse Projeto de Reparação, de forma a deixar claro aos atingidos quais perdas poderão ser “compensadas socialmente”.*
- ii) Também, deverá ser proposto um programa de “Assistência técnica e social” aos atingidos, sem previsão de temporalidade, mas associado ao restabelecimento das condições anteriores aos impactos.*

RESPOSTA

A primeira recomendação apresentada acima, a ser incorporada no PBA, está de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.4.4), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

Com relação à segunda recomendação destaca-se os Projetos de Apoio a Pequena Produção e Agricultura Familiar, de Recomposição das Atividades Produtivas de Áreas Remanescentes, Recomposição das Atividades Comerciais Rurais e o de Acompanhamento Social, entre outros, foram concebidos com o objetivo de restabelecer as condições iguais ou melhores às anteriores aos impactos, devendo os mesmos serem detalhados, como recomendado, no âmbito do PBA

7.24 Tema: Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais - Pág. 285

Recomendações:

- i) Apresentar, no PBA, estudo das cadeias produtivas (comerciais e de subsistência) que formam renda e sustentam os diferentes grupos sociais e ou comunidades, fazendo avaliação dos pontos de dificuldade que enfrentam;*
- ii) Apresentar, no PBA, estudo das cadeias produtivas dos ribeirinhos do TVR, pescadores de peixes ornamentais e pescadores comerciais a montante de Altamira, além de trabalhadores ligados a atividades das praias e ilhas, e os oleiros de Altamira.*
- iii) Apresentar, no PBA, as oportunidades em produção agropecuária que serão criadas pelo empreendimento, bem como as condições para fornecimento de gêneros alimentícios para atender demandas do empreendimento.*

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.2), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.25 Tema: Projeto de Apoio a Pequena Produção e Agricultura Familiar - Pág. 286

Recomendações:

i) Além de identificar as dificuldades da produção familiar, mediante estudo das cadeias produtivas locais, deve-se apresentar no PBA um quadro de oportunidades potenciais pelo aumento de demanda por alimentos por conta do empreendimento.

ii) Analisar, no PBA, o sistema de abastecimento de Altamira, identificando a dinâmica sazonal de fornecedores e redes de suprimento alimentar. Esses estudos devem subsidiar as primeiras reuniões de sensibilização dos produtores, para que eles possam identificar as oportunidades e avaliar o grau de dificuldade do projeto. Ainda, apresentar a previsão de demanda de produtos por local de concentração de mão de obra (alojamentos, canteiro de obras, etc.).

i) O PBA deve detalhar o projeto de Assistência Técnica que será oferecido a esses produtores, devendo observar como objetivo a adaptação desses produtores aos novos sistemas produtivos e comerciais, sem condicionante temporal.

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.2.1), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.26 Tema: Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais - Pág. 285

Recomendações:

i) Apresentar, no PBA, estudo das cadeias produtivas (comerciais e de subsistência) que formam renda e sustentam os diferentes grupos sociais e ou comunidades, fazendo avaliação dos pontos de dificuldade que enfrentam;

ii) Apresentar, no PBA, estudo das cadeias produtivas dos ribeirinhos do TVR, pescadores de peixes ornamentais e pescadores comerciais a montante de Altamira, além de trabalhadores ligados a atividades das praias e ilhas, e os oleiros de Altamira.

iii) Apresentar, no PBA, as oportunidades em produção agropecuária que serão criadas pelo empreendimento, bem como as condições para fornecimento de gêneros alimentícios para atender demandas do empreendimento.

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.2), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.27 Tema: Projeto de Apoio a Pequena Produção e Agricultura Familiar - Pág. 286

Recomendações:

i) Além de identificar as dificuldades da produção familiar, mediante estudo das cadeias produtivas locais, deve-se apresentar no PBA um quadro de oportunidades potenciais pelo aumento de demanda por alimentos por conta do empreendimento.

ii) Analisar, no PBA, o sistema de abastecimento de Altamira, identificando a dinâmica sazonal de fornecedores e redes de suprimento alimentar. Esses estudos devem subsidiar as

primeiras reuniões de sensibilização dos produtores, para que eles possam identificar as oportunidades e avaliar o grau de dificuldade do projeto. Ainda, apresentar a previsão de demanda de produtos por local de concentração de mão de obra (alojamentos, canteiro de obras, etc.).

i) O PBA deve detalhar o projeto de Assistência Técnica que será oferecido a esses produtores, devendo observar como objetivo a adaptação desses produtores aos novos sistemas produtivos e comerciais, sem condicionante temporal.

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.2.1), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.28 Tema: Projeto de Recomposição das Atividades Produtivas de Áreas Remanescentes - Pág. 286

Recomendação:

i) O PBA deve prever que no caso de “Proprietário ou posseiro não possua outra área viável e no caso de arrendatários, que esta outra área (fora dos reservatórios) não seja viável para a transferência deste arrendatário”, a inviabilidade da propriedade só será concretizada com a concordância do atingido.

ii) O PBA deverá propor a metodologia de análise de viabilidade de áreas remanescentes. A discussão dessa metodologia com os atingidos deve estar claramente expresso nos Programas de Comunicação Social.

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.2.2), componente do Plano de Atendimento à População Atingida. A avaliação da viabilidade de áreas remanescentes deverá cumprir critérios técnicos, sociais e legais, conforme explicitado no referido projeto.

Considera-se que a discussão da metodologia de análise de viabilidade de áreas remanescentes deverá se dar no âmbito do Projeto de Recomposição das Atividades Produtivas de Áreas Remanescentes em interface com o Programa de Interação e Comunicação Social conforme explicitado no citado projeto (Volume 33, item 12.9.2.2).

7.29 Tema: Projeto de Recomposição das Atividades Comerciais Rurais - Pág. 287

Recomendações:

i) O PBA deverá deixar claro que estão incluídos no público deste projeto os estabelecimentos comerciais que perderão clientes em função da remoção de clientes;

ii) Este projeto deve ir além da recomposição de atividades comerciais, ampliando a atuação para novos empreendimentos que deem suporte a produção voltada para atender a mão de obra contratada.

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.2.3), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida. Inegavelmente, o PBA deverá considerar que a recomposição das atividades produtivas deverá ter como perspectiva a ampliação de uma cadeia produtiva que amplie o mercado de trabalho local e regional.

7.30 Tema: Projeto de Reestruturação do Extrativismo Vegetal - Pág. 287

Recomendações:

- i) Além do levantamento das atividades extrativistas, será necessário o estudo da cadeia produtiva, identificando mercados consumidores e a possibilidade de regularização da atividade. É importante identificar formas de produção que garantam a manutenção da atividade pelos atuais produtores. (a organização da produção muitas vezes traz mudanças de sistemas que afastam os produtores tradicionais, gerando maior marginalização);*
- ii) Pelos estudos apresentados, todos os habitantes da região praticam o extrativismo, em menor ou maior grau, sendo uma importante atividade como geração de renda e subsistência, o que deverá ser considerada nos estudos de cadeias produtivas;*
- iii) A relocação dos atingidos deverá levar em consideração essa atividade e a maneira como é praticada, propondo locais de assentamento com acesso a essas fontes de matéria prima, e que possam ser retirados de forma sustentável.*

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.2.4), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida. Inegavelmente, o PBA deverá considerar que a reestruturação da atividade extrativista deverá ser construída alicerçada no estudo da cadeia produtiva, dos mercados consumidores e da possibilidade de regularização da atividade conforme preconizado na recomendação acima apresentada.

7.31 Tema: Programa de Recomposição da Infraestrutura Rural - Pág. 288

Recomendações:

- i) O PBA deve deixar claro que as alterações só ocorrerão após intenso processo de comunicação e da realização de obras de recomposição, de maneira a não trazer impedimentos às atividades atuais dos moradores.*

RESPOSTA

Estas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA, e estão de acordo com o que preconiza o programa do EIA (Volume 33, item 12.9.3), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.32 Projeto de Recomposição da Infraestrutura Viária - Pág. 288

Recomendações:

- i) O PBA deverá apresentar a rede de infraestrutura com necessidade de recomposição, quer sejam de obras públicas, ou de acesso a propriedades particulares, bem como seu cronograma associado as etapas construtivas da usina.*
- ii) No PBA deve estar claro que os recursos necessários para as obras de recomposição da infraestrutura são de inteira responsabilidade do empreendedor; cabendo consultas a Prefeituras e Governo Estadual no sentido de adequar as obras à legislação municipal e estadual, e aos planos de construção desses entes governamentais.*

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA, e estão de acordo com o que preconiza o programa do EIA (Volume 33, item 12.9.3 e 12.9.3.1), ambos integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.33 Tema: Projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial - Pág. 288

Comentários:

Pelo que se deduz do EIA, o transporte de mercadorias por barcos maiores não será mais possível após o barramento no Sítio Pimental, com prejuízo nos usos múltiplo do rio. Não está claro se isso acontecerá somente na época da seca (conforme fluxograma), ou o mecanismo de transposição não irá atender esses barcos. Existem ações previstas no Plano Ambiental de Construção e Plano de Atendimento à População Atingida – Programa de Recomposição de Infraestrutura rural. Já as ações de operacionalização do dispositivo de transposição do barramento serão contempladas no âmbito do Plano de Articulação Institucional, mediante monitoramento e discussão com as comunidades atingidas. As ações de manutenção da navegação da maneira que hoje ocorre no rio Xingu é medida de mitigação do impacto ambiental causado pela obra. Sua execução, monitoramento e operacionalização é de exclusiva responsabilidade do causador do impacto ambiental.

Recomendações:

- i) O PBA deve explicitar medidas que “garantam” que o sistema de transporte fluvial não será paralisado, para nenhuma comunidade. Deve incluir medidas de atendimento emergencial para aquelas comunidades que poderão ter o transporte dificultado em função de alterações de rotas nos canais do rio Xingu;*
- ii) Este projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial, deve prever um sistema de acompanhamento, de ampla divulgação para a população, que permita ações corretivas imediatas frente a situações de dificuldade na navegação.*
- ii) Este de projeto deve estar inteiramente a cargo do causador do impacto, não podendo ficar sujeito a “realização de parcerias”. O orçamento do projeto é de responsabilidade do empreendedor, que deve buscar atender os pleitos da municipalidade na adequação das obras a legislação e projetos municipais.*

RESPOSTA

O Projeto de Recomposição da Infraestrutura Fluvial (EIA, Volume 33, item 12.9.3.2) visa garantir para os usuários do sistema de transporte fluvial, durante a construção do empreendimento e em sua operação, condições satisfatórias para o escoamento da produção e o deslocamento da população, atendendo, assim, ao indicado na recomendação.

Sabendo-se da importância dessa forma de transporte para a população residente ao longo do rio Xingu, especialmente no que se refere ao fluxo comercial e de pessoas entre a Volta Grande e a cidade de Altamira, é de fundamental importância a manutenção desta ligação para que a população não seja prejudicada, o que é amplamente reconhecido no EIA.

Durante o período de construção, deve haver uma estreita relação deste Projeto com o Projeto de Segurança e Alerta (EIA, Volume 33, item 12.4.2.2) e o Programa de Interação e Comunicação Social (EIA, Volume 33, item 12.2.2), já que a execução da barragem principal no sítio Pimental implicará na construção de ensecadeiras e barramentos temporários de alguns canais do rio, que interferirão na navegação durante o período de obra.

A construção do sistema de transposição de barcos, que garantirá a continuidade do acesso das embarcações entre a Volta Grande e o rio Xingu à montante do barramento, deve ocorrer simultaneamente à implantação da barragem, de forma que esteja em funcionamento antes do fechamento do Reservatório do Xingu. O desenvolvimento do seu projeto executivo deverá considerar os tipos de barcos utilizados, que na região quase sempre são as pequenas embarcações de madeira motorizadas, as rabetas, ou os barcos de alumínio, que, em função de sua maior eficiência para navegação nos períodos de seca, substituíram os barcos de madeira, cada vez mais raros, nas rotas entre Altamira e a Volta Grande.

As ações propostas para implantação deste Projeto são:

- Identificar previamente as situações de restrição à navegação que podem ocorrer durante o período de obra (local, população afetada, alternativas de acesso);
- Analisar e acompanhar os projetos de sinalização e alerta na obra;
- Comunicar e informar aos usuários e operadores do sistema de transporte fluvial das eventuais restrições e cuidados a serem tomados;
- Discutir as propostas de recomposição da infraestrutura afetada com a população e organismos representativos do Poder Público, incluindo o sistema de transposição de barcos, visando à elaboração e detalhamento dos projetos a serem implementados;
- Identificar os locais críticos no que tange ao aumento do tráfego de embarcações;
- Fornecer subsídios para a implantação de um Sistema de Sinalização e dar indicativos para o tratamento dessa questão no âmbito do Programa de Interação e Comunicação Social;
- Implantar as intervenções previstas para recomposição da infraestrutura comprometida, monitoramento e avaliação.

Este Projeto deverá ser implementado e custeado, na íntegra, pelo empreendedor.

7.34 Tema: Projeto de Recomposição da Infraestrutura de Saneamento - Pág. 289

Recomendações:

i) O PBA deve identificar e justificar quais as comunidades rurais próximas aos locais de obra que serão impactadas, propondo um projeto de saneamento e abastecimento, por conta exclusiva do empreendedor, que atenda as “condições previstas na legislação”, ouvidos os entes governamentais municipais e estaduais. Essas ações devem estar previstas para a fase inicial das obras.

ii) O cronograma deste projeto precisa ser alterado: não será permitido “monitorar e identificar” situações de restrições para depois agir. As populações não podem ficar sujeitas a tal condicionante. As obras de saneamento devem ser previstas no PBA e iniciadas na fase inicial da obra, de maneira a não infringir situações de restrições às populações atingidas.

RESPOSTA

O Projeto de Recomposição da Infraestrutura de Saneamento (EIA, Volume 33, item 12.9.3.3), integrante do Programa de Recomposição da Infraestrutura Rural, é voltado para as comunidades e imóveis rurais que podem ter suas condições, já precárias, de abastecimento de água e esgotamento sanitários afetados pela implantação do empreendimento.

Os locais possíveis de se apresentarem sujeitos a este impacto são:

- Imóveis rurais próximos ao barramento, como nas comunidades de São Pedro e Cana Verde, que em função das obras poderão ter dificultado seu acesso ao abastecimento de água;
- Povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo, que possuem cerca de 800 pessoas e situados às margens do rio Xingu, podendo ter as condições de saneamento agravadas, principalmente porque estão relativamente próximos ao canteiro de obras do sítio Pimental (30 a 40 minutos de barco) e poderão ser impactados pelo afluxo de novos moradores, conforme previsto nos estudos demográficos constantes do EIA (Volume 29), e reapresentados na página 05 deste documento; e,
- Imóveis rurais da Volta Grande que permanecerão nas proximidades do Reservatório dos Canais e poderão ter o abastecimento de água prejudicado com o barramento de igarapés pelos diques.

Assim, no PBA essa identificação prévia deverá ser detalhada. É importante destacar que os imóveis rurais situados ao longo do rio Xingu já apresentam diminuição da disponibilidade de água nos poços existentes, nos períodos de seca.

O detalhamento deste Projeto deverá atender às condições previstas na legislação e aprovadas junto à administração pública e todas as intervenções deverão ser custeadas pelo empreendedor.

O monitoramento das condições de saneamento servirá para identificar outras situações de restrição no fornecimento de água não detectadas anteriormente, permitindo incorporar as pessoas prejudicadas ao atendimento do Projeto.

Para os povoados de Ilha da Fazenda, Ressaca e Garimpo do Galo, deverão ser realizadas melhorias no sistema de captação e abastecimento de água e implantação do sistema adequado de destinação do esgoto sanitário.

As obras de saneamento devem ser detalhadas no PBA, com base na identificação do público e localidades alvo, conforme anteriormente afirmado, e iniciado antes do início da obra, de maneira a não infringir situações de restrições às populações atingidas.

Dessa forma vale assinalar que as ações anteriormente indicadas atendem as recomendações apresentadas nesse parecer.

7.35 Tema: Projeto de Relocação de Cemitérios - Pág. 290

Recomendação:

Toda a atenção aos familiares deve ser oferecida, no sentido de adequar os traslados as solicitações das famílias. Os novos locais devem ser estabelecidos em conjunto com os familiares.

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA, e estão de acordo com o que preconiza o programa do EIA (Volume 33, item 12.9.3,4), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.36 Tema: Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias na Área Urbana - Pág. 290

Recomendações:

i) Realizar Cadastro Socioeconômico com os trabalhadores em olarias de Altamira, identificando trabalho e renda desse grupo social, e os impactos das obras sobre modo de vida.

ii) É preciso realizar ampla divulgação do processo de negociação, de modo a oferecer transparência e segurança ao público que será removido. Ainda, deixar claro que atingido é o morador, não só o proprietário.

RESPOSTA

Considera-se que ambas as recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.4), integrante do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.37 Tema: Projeto de Regularização Fundiária Urbana - Pág. 291

Recomendações:

- i) A informalidade e marginalidade do processo de ocupação deve ser considerada no processo de regularização, de maneira a não prejudicar esses moradores;*
- ii) Os Institutos de Colonização Federal e Estadual deverão participar ativamente do processo de regularização fundiária;*
- iii) Não poderão ser excluídos moradores em função de estarem instalados em locais não permitidos pela legislação ou em situação de conflito com áreas públicas. É possível que existam áreas que não poderão ser legalizadas ou regularizadas. O PBA já deve prever procedimentos jurídicos para esses casos, que permitam a esses moradores acesso as modalidades de relocação.*

RESPOSTA

Estas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.4.1), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.38 Tema: Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias Urbanas - Pág. 291

Recomendações:

- i) A condição de atingido está associado a condição de morador. Nenhum morador poderá ser excluído de indenizações ou compensações por conta de impossibilidade de regularização do seu local de moradia.*
- ii) O Cadastro socioeconômico deverá ser apresentado junto com o PBA.*
- iii) Quando da avaliação do imóvel, o morador deverá receber cópia do laudo de avaliação da propriedade e benfeitorias.*

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.4.2), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

Ressalta-se que “*entende-se como Atingido um grupo social, um grupo familiar ou um indivíduo, que tenha seu modo de vida alterado em decorrência da implantação de empreendimentos ou da realização de intervenções (públicas ou privadas) sobre o território onde vive ou do qual depende para sobreviver. Território entendido como construção da base material onde uma determinada população estabeleceu suas relações econômicas e sociais. O reconhecimento da condição de Atingido se faz acompanhar da legitimação de direitos; pois, ao se identificar um dado grupo social, familiar ou indivíduo como Atingido, se estará reconhecendo seu direito a algum tipo de indenização e ou reparação, pecuniária ou não*”. (EIA, vol. 33, item 12.9, pág. 198).

Assim, no decorrer de todo o estudo a condição de atingido esteve associada tanto ao morador, quanto ao produtor. Em momento algum a condição de propriedade ou a

possibilidade de regularização do atual local de moradia foi indicada como empecilho para a indenização ou compensação do impacto.

7.39 Tema: Projeto de Reassentamento Urbano - Pág. 291

Recomendações:

i) O PBA deverá propor um projeto de assistência social aos moradores atingidos, com monitoramento da adaptação social e inclusão social, prevendo indicadores como acesso a serviços de saúde, educação, trabalho, etc. O prazo de execução desse projeto será aquele capaz de demonstrar que as famílias voltaram a condição anterior em relação a serviços públicos e geração de renda.

ii) A mão de obra disponível entre o universo de atingidos da área urbana deverá ser cadastrada indicando essa situação, prevendo a qualificação para trabalhar na obra da usina ou na construção das novas moradias e infraestrutura do reassentamento.

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.4.3), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

O Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos apresentado no Anexo V, prevê, entre suas ações, todos os itens propostos nas recomendações acima apresentadas. Observe-se que tal Programa deverá se estender pelos 10 anos de obra e mais 3 anos, tempo considerado adequado para a adaptação e integração das famílias na nova situação. Como o reassentamento será efetivado até o 5º ano de implantação do empreendimento, quando tem início o enchimento do reservatório, teremos no mínimo 8 anos de monitoramento já na nova condição de moradia das famílias reassentadas.

Quanto à recomendação indicada no item ii, inevitavelmente tais situações serão identificadas no cadastro socioeconômico a ser realizado como uma das primeiras atividades do PBA.

7.40 Tema: Projeto de Reparação - Pág. 292

Recomendações:

i) Detalhar no PBA, a forma e metodologia de análise dos impactos que poderão ser mitigados por esse Projeto de Reparação, de forma a deixar claro aos atingidos quais perdas poderão ser “compensadas socialmente”.

ii) Também, deverá ser proposto um programa de “Assistência técnica e social” aos atingidos, sem previsão de temporalidade, mas associado ao restabelecimento das condições anteriores aos impactos.

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.4.4), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

Com relação a segunda recomendação destaca-se os Projetos de Recomposição das Atividades de Comerciais, de Serviços e Industriais Urbanas, de Recomposição das Atividades Oleiras, Restituição/Reparação das Atividades de Turismo e Lazer e o de Acompanhamento Social, entre outros, foram concebidos com o objetivo de restabelecer as condições iguais ou melhores às anteriores aos impactos, devendo os mesmos serem detalhados, como recomendado, no âmbito do PBA

7.41 Tema: Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Urbanas - Pág. 293

Projeto de Recomposição das Atividades Comerciais, de Serviços e Industriais Urbanas

Recomendação:

- *Um projeto de assistência social a essa população deve ser desenvolvido, sem prazo de execução temporal, mas associado a comprovação da estabilidade social das famílias em função dos indicadores propostos. (retorno ao marco zero).*
- *O PBA deve aprofundar os estudos sobre o modo de vida dessa população e as atividades desenvolvidas para geração de trabalho e renda, estabelecendo Indicadores Socioeconômicos na situação atual, estabelecendo como objetivo o restabelecimento dessas condições.*

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.5.1), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

Projeto de Recomposição das Atividades Oleiras

Recomendações:

- Por ser essa uma importante atividade, embora exercida de forma artesanal e informal, é necessário realizar Pesquisa Censitária com esses trabalhadores, de maneira a inferir quantos são, seu modo de vida e dependência da atividade. Devido a importância local, a Pesquisa deve se estender aos trabalhadores de extração de areia e cascalho do rio Xingu.*
- Para a produção de tijolos, cuja mitigação está prevista com o uso de outras áreas minerárias, será necessário apresentar um estudo da cadeia produtiva, de forma a regulamentar a atividade e prever as compensações necessárias (transporte dos trabalhadores/ transporte da produção/ acesso a lenha-energia.);*
- Esse estudo deve ser estendido a extração de areia e cascalhos do rio Xingu.*

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.5.1), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

O Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos apresentado no Anexo V prevê a realização de cadastro de todos os envolvidos na atividade em tela.

7.42 Tema: Programa de Acompanhamento Social - Pág. 294

Projeto de Atendimento Social da População Atingida

Comentários:

A concepção do projeto está equivocada. O objetivo principal não deve ser somente as situações identificadas como sensíveis, e sim acompanhar o processo de adaptação das populações, de maneira que esse projeto assuma uma visão de monitoramento, assistindo preventivamente todas as populações removidas e atingidas, sem especificação temporal e sim de maneira a inferir sua real adaptação às mudanças provocadas pelo empreendimento.

Recomendações:

- i) O projeto deverá prever uma rede de assistência clínica social, de maneira a dar atendimento a essa população em casos mais específicos, evitando sobrecarregar a rede pública (agressões familiares, alcoolismo,).*
- ii) Inserir neste Programa o público formado por atingidos na ADA que não serão removidos mas que terão seu modo de vida impactados (atividades ligadas ao rio, pescadores, ribeirinhos...).*

RESPOSTA

O Projeto de Atendimento Social da População Atingida (EIA, Volume 33, item 12.9.6.1) tem os seguintes objetivos:

- Promover o acompanhamento social regular e sistemático da adaptação das populações atingidas pela implantação do empreendimento (o que não significa uma restrição de seu público-alvo àquelas que tenham que ser obrigatoriamente realocadas);
- Identificar as situações que possam ameaçar a integridade dessas populações, provendo suporte social para a resolução dessas dificuldades;
- Avaliar e monitorar todas as fases do processo de transferência da população que terá que ser reassentada em função da implantação do empreendimento.

Ou seja, o objetivo do projeto não se restringe ao atendimento das situações sensíveis, conforme exposto no comentário acima apresentado.

Um grande empreendimento como o AHE Belo Monte pode trazer para a população atingida problemas sociais vinculados à desestruturação de comunidades afetadas, à difícil convivência de população local com o fluxo de migrantes, e os transtornos decorrentes das dificuldades em lidar com as mudanças, principalmente as decorrentes do deslocamento compulsório. Outro elemento a ser considerado é a presença, entre os atingidos, de pessoas com necessidades especiais e os idosos adoentados ou com algum tipo de dificuldade de saúde e que precisarão de acompanhamento diferenciado.

Nesses casos, o apoio social e psicológico às famílias poderá minimizar, de maneira relevante, os problemas sociais, angústias e inseguranças.

Do exposto, pode-se concluir que as recomendações apresentadas encontram-se consideradas no Projeto em pauta, devendo ser detalhadas quando da elaboração do PBA.

7.43 Tema: Projeto de Acompanhamento e Monitoramento Social das Comunidades do Entorno da Obra e das Comunidades Anfitriãs - Pág. 294

Recomendações:

i) Este projeto deve ter a mesma concepção sugerida no projeto de atendimento da população atingida, ou seja, um viés de monitoramento, sem especificação temporal (o EIA prevê, equivocadamente, um prazo de dois anos), mas que permita inferir a perfeita adaptação da população removida e a integração com os grupos sociais anfitriões.

ii) Cabe ao empreendedor realizar todas as adaptações necessárias quanto a infraestrutura e serviços sociais, além daqueles serviços comunitários (igrejas, clubes, áreas de lazer...).

RESPOSTA

No que concerne à primeira recomendação, observa-se que o Projeto proposto tem efetivamente o viés de monitoramento, conforme recomendado. No âmbito do EIA foi previsto que o mesmo deverá iniciar-se ainda na fase de planejamento (elaboração do PBA) e estender-se durante os 10 anos de implantação do empreendimento, e mais 02 anos após o início da operação. Observe-se que após os primeiros 05 anos de obra, todos os impactos diretos do empreendimento deverão ocorrer (transferência de população, reassentamento, desmobilização de equipamentos sociais etc.). Dessa forma considerou-se como tempo de acomodação a nova realidade um período de 07 anos. Caso necessário, após este período poder-se-á estender o prazo de monitoramento em função das avaliações realizadas.

Quanto à segunda recomendação, conforme indicado em respostas anteriores, todas as adaptações necessárias de infraestrutura e serviços sociais, são de responsabilidade do empreendedor e encontram-se especificadas no Programa de Recomposição/Adequação dos Serviços e Equipamentos Sociais e o Programa de Recomposição da Infraestrutura Rural.

Do exposto, pode-se concluir que as recomendações apresentadas encontram-se consideradas nos Projetos em pauta, devendo ser detalhadas quando da elaboração do PBA.

7.44 Tema: Programa Restituição/Recuperação da Atividade de Turismo e Lazer - Pág. 295

Recomendações:

i) Cabe ao empreendedor realizar todas as adaptações necessárias quanto a infraestrutura de recomposição de áreas de lazer.

RESPOSTA

Sem dúvida, cabe ao empreendedor realizar todas as adaptações necessárias quanto à infraestrutura das áreas de lazer, conforme indicado acima.

Projeto de Recomposição das Praias e Locais de Lazer

Recomendações:

i) Embora o projeto preveja a reestruturação desde a fase inicial das obras, deve-se atentar para que nenhuma temporada de turismo fique prejudicada. Em caso de impossibilidade de atuação a qualquer tempo, formas de indenização por lucro cessante devem ser previstas.

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.7.1), componente do Plano de Atendimento à População Atingida. Sem dúvida, cabe ao empreendedor realizar todas as adaptações necessárias quanto à infraestrutura de áreas de lazer, conforme indicado acima.

7.45 Tema: Projeto de Reestruturação das Atividades Produtivas de Turismo e Lazer - Pág. 295

Recomendações:

- i) Os trabalhadores ligados a essas atividades, incluindo comerciantes, barqueiros e outras funções relacionadas a atividades exercidas nesses locais, devem ser motivo de Cadastro Socioeconômico, com identificação de geração de trabalho e renda.*
- iii) Na reformulação dessa atividade, os trabalhadores cadastrados atualmente, devem merecer atenção a fim de que sejam mantidos nos postos de trabalho que exerciam antes do impacto.*

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.7.2), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

7.46 Tema: Programa de Recomposição/Adequação dos Serviços e Equipamentos Sociais - Pág. 295

Recomendação:

i) O EIA prevê que parcela da população atraída deverá se localizar junto aos sítios construtivos. Pode ocorrer que familiares dos funcionários dos alojamentos venham a se instalar em comunidades próximas. Portanto, recomenda-se que o PBA preveja o monitoramento da evolução dessas comunidades e proponha a readequação dos equipamentos sociais em função desse atrativo populacional.

ii) O PBA deverá identificar os equipamentos sociais que serão afetados, inclusive aqueles destinados ou utilizados para lazer e reuniões sociais, tais como clubes, sedes de associações, ginásios de esporte, campos de futebol, etc.

iii) É comum a instalação de zonas de meretrício junto aos alojamentos, causando desconforto e insegurança a população das proximidades. Esses locais deverão ser amparados por um projeto de monitoramento, de maneira a não causar impactos sobre as populações. Caso específico das comunidades da Ressaca e Ilha da Fazenda, entre outras da ADA.

Embora o texto afirme que o programa se estrutura em quatro projetos, apenas três são apresentados:

Projeto de Recomposição/Adequação da Infra-Estrutura e Serviços de Educação

Projeto de Recomposição/Adequação dos Equipamentos e Serviços de Saúde

Projeto de Recomposição dos Equipamentos Religiosos

A etapa proposta para a implantação dos projetos é a de construção, e entre as ações propostas estão a identificação e caracterização dos equipamentos atingidos; definição das ações emergenciais para o atendimento temporário, se for o caso; negociação e parceria com as Secretarias Municipais ou instituição religiosa e fiéis; elaboração de projetos executivos dos novos equipamentos e projetos. O resultado de tais ações deve ser apresentado no PBA, embora não haja esta previsão no documento apresentado.

O Programa limita-se a propor medidas referentes aos impactos nos equipamentos atingidos.

As medidas propostas devem estar baseadas em indicadores de forma a demonstrar sua capacidade de mitigar/compensar os impactos, bem como possibilitar o monitoramento de sua efetividade. Deve ser apresentada a definição das responsabilidades de cada ator nas parcerias propostas. Os cronogramas devem conter a previsão das etapas e prazos para sua execução, preferencialmente na forma de representação gráfica.

RESPOSTA

Relembra-se que como resposta ao presente parecer foi detalhado um Programa de Monitoramento e Avaliação dos Aspectos Socioeconômicos o qual abrange todos os aspectos indicados nas recomendações acima, inclusive da população atraída – Anexo V.

As demais recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.9.4.4), componente do Plano de Atendimento à População Atingida.

Vale reforçar mais uma vez que todas as adequações necessárias de infraestrutura e serviços sociais, ou seja, construção das instalações físicas e dotação de equipamentos necessários para o funcionamento de tais serviços são de responsabilidade do empreendedor e encontram-se especificadas nos Programa de Recomposição/Adequação dos Serviços e Equipamentos Sociais e o Programa de Recomposição da Infraestrutura Rural.

A manutenção e operação dos serviços deverão ser assumidas pela entidade/instituição responsável por cada um desses serviços.

Por fim, concorda-se que houve um equívoco na digitação do número de Projetos integrantes do Programa de Recomposição/Adequação dos Serviços e Equipamentos Sociais, e que de fato são três, e não quatro conforme apresentado no documento.

Conforme solicitação apresenta-se a seguir o cronograma das etapas de execução do Programa com representação em barras (**QUADRO 7-2**)

QUADRO 7-2
Cronograma do Programa de Recomposição/Adequação dos Serviços e Equipamentos Sociais

Projeto	Atividade	Após LP	Ano			
			1	2	3	4
Recomposição/Adequação dos Equipamentos e Serviços de Educação	Entendimentos com o Poder Público Municipal e Estadual					
	Identificar e caracterizar as escolas atingidas direta e indiretamente					
	Discutir com as comunidades (populações a serem transferidas e remanescente) e poder público a localização das novas escolas					
	Elaborar projetos executivos de construção e projetos pedagógicos das novas unidades e discussão com a população					
	Construir novas unidades e realocar os recursos humanos e materiais para as novas unidades					
Recomposição/Adequação dos Equipam. e Serviços de Saúde	Identificar e caracterizar as unidades de saúde atingidas e definir ações emergenciais para o atendimento temporário					
	Discutir com as comunidades (populações a serem transferidas e remanescente) e poder público a localização dos novos equipamentos					
	Elaborar projetos executivos dos novos equipamentos e novos projetos de atendimento básico a ser implementado e discussão dos mesmos com a população					
	Construir novas unidades e relocar recursos humanos e materiais para as novas unidades					
Recomposição dos Equipamentos Religiosos	Identificar e caracterizar os templos atingidos e definir forma de negociação					
	Manter entendimentos com entidades religiosas e população para selecionar áreas para localização dos templos e elaborar projetos executivos					
	Construir novos equipamentos e repassar benfeitoria e escritura para a(s) instituição (ções) religiosa(s) responsável (eis)					

Do exposto, pode-se concluir que as recomendações apresentadas encontram-se totalmente incorporadas nas respostas ao presente parecer.

7.47 Tema: Plano de Requalificação Urbana - Pág. 296

Recomendações:

Deve haver, em todos os programas, indicação precisa quanto ao responsável pela sua implementação e, no caso de parcerias e convênios, a definição das responsabilidades de cada ator. Os cronogramas devem conter a previsão das etapas e prazos para sua execução, preferencialmente na forma de representação gráfica.

Frente à revisão na avaliação de impactos solicitada no âmbito da análise dos impactos, devem ser incluídos no Plano outros municípios da área de influência, a serem contemplados com medidas para mitigação do aumento da demanda de infraestrutura devido ao afluxo populacional, discriminando-se as ações antecipatórias.

Para as comunidades rurais próximas ao sítio Pimental e sítio dos Canais, o empreendedor deverá arcar com os custos da implementação dos equipamentos de saneamento básico, com a possibilidade de articulação com entes governamentais.

RESPOSTA

Os **QUADROS 1-1 ao 1-6** constante do **ANEXO VII** deste documento, apresentam as ações envolvidas nos Programas integrantes do Plano de Requalificação Urbana, indicando, para cada uma delas, os responsáveis pela dotação de recursos e demais entidades intervenientes que deverão ser articuladas por meio de parcerias e convênios.

Quanto às questões colocadas no 2º Parágrafo da recomendação acima há uma resposta que se encontra apresentada no item 1.4 relativo à Dinâmica Populacional deste documento.

No que concerne às recomendações constantes no 3º Parágrafo inequivocamente caberá ao empreendedor os custos de implementação dos equipamentos de saneamento básico em tais localidades conforme já indicado na página 41, item 1.34, referente ao Projeto de Recomposição da Infraestrutura de Saneamento.

Conforme solicitação apresenta-se a seguir no **QUADRO 7-3** ao **QUADRO 7-5**, os cronogramas das etapas de execução do Plano de Requalificação Urbana com representação em barras.

QUADRO 7-3
Cronograma do Programa de Intervenção em Altamira

Atividade	Após LP	Ano			
		1	2	3	4
Entendimentos com o poder público e elaboração de projetos urbanísticos					
Elaborar projetos de Sistemas de abastecimento e redes de água e de Sistema de tratamento e coleta de esgoto					
Implantar Sistema de tratamento e redes de esgoto					
Implantar sistema de abastecimento de água e redes					
Implantar aterro sanitário					
urbanização e sistema de macrodrenagem ao longo dos igarapés Altamira e Ambé em Altamira.					
Construir 500 residências					
Definir áreas e elaborar projetos para reassentamento					
Relocar os atingidos					
Implantar parque ecológico e de lazer no Igarapé Altamira					
Implantar faixas de proteção ambiental e recuperação da vegetação nos Igarapés Panelas e Ambé					

QUADRO 7-4
Cronograma do Programa de Intervenção em Vitória do Xingu

Atividade	Após LP	Ano			
		1	2	3	4
Entendimentos com o poder público e elaboração de projetos urbanísticos					
Elaborar projetos de rede de esgoto e de abastecimento de água					
Implantar rede de esgoto					
Implantar rede de abastecimento de água					
Implantar aterro sanitário					
Urbanização e sistema de macrodrenagem					
Construir vila residencial com 2.500 residências para abrigar os trabalhadores das obras					
Elaborar projeto e implantar áreas de conservação e lazer, ao longo dos igarapés do Facão (ou Água Boa) e do Gelo (ou do Gerador)					

QUADRO 7-5
Cronograma do Programa de Intervenção em Belo Monte e Belo Monte do Pontal

Atividade	Após LP	Ano			
		1	2	3	4
Entendimentos como poder público e elaboração de projetos urbanísticos					
Elaborar projetos de sistema de abastecimento de água e sistema de coleta e tratamento de esgoto					
Implantar rede de esgotamento sanitário e tratamento de efluentes					
Implantar de sistema de abastecimento de água					
Implantar rede de drenagem urbana e pavimentação das ruas					
Implantar sistema de coleta de resíduos sólidos					
Desenvolver estudos para ordenamento da expansão urbana na localidade de Belo Monte					
Desenvolver estudos para ordenamento da expansão urbana na localidade de Belo Monte do Pontal					

Do exposto, pode-se concluir que as recomendações apresentadas encontram-se totalmente incorporadas nas respostas ao presente parecer.

7.48 Tema: Programa de Intervenção em Altamira - Pág. 297

Recomendações:

O Programa deverá considerar o disposto na Resolução nº 740, de 06 de outubro de 2009, que declara a reserva de disponibilidade hídrica para o empreendimento, no que concerne a:

- *as áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos, considerando cheias desta magnitude simultâneas no rio Xingu e afluentes;*
- *a infraestrutura viária deverá ser relocada ou protegida contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, considerando cheias desta magnitude simultâneas no rio Xingu e afluentes;*
- *o Projeto Básico do novo sistema de captação de água para abastecimento de água de Altamira deve ser desenvolvido em articulação com a concessionária do serviço de saneamento e em conformidade com as projeções de incremento da demanda decorrentes da implantação do empreendimento;*
- *O Projeto Básico do sistema de coleta e de tratamento de esgotos da sede urbana de Altamira deve ser desenvolvido em articulação com a concessionária do serviço de saneamento e observando uma remoção mínima de 80% das cargas de fósforo e de nitrogênio do efluente e de 95% para matéria orgânica, e a localização adequada do(s) ponto(s) de lançamento, e em conformidade com as projeções de incremento da demanda decorrentes da implantação do empreendimento.*

No que se refere especificamente ao saneamento, deve ser esclarecido o motivo da definição de que empreendedor assumiria 50% dos custos dos sistemas apresentados, bem como se estão incluídas nas ações do Programa as ligações domiciliares.

Devem ser apresentadas as medidas para mitigação do aumento da demanda referente à infraestrutura devido ao afluxo populacional, discriminando-se as ações antecipatórias.

RESPOSTA

O Programa de Intervenção em Altamira foi concebido em respeito às legislações existentes e atende aos parâmetros da Resolução 740/2009, no que se refere ao tempo de recorrências de cheias, conforme explicitado no Volume 33, item 12.10.1, página 310 do EIA.

O detalhamento dessas intervenções, a serem apresentadas no PBA, deverá ser desenvolvido em parceria com a concessionária dos serviços públicos e obedecer todas as legislações urbanas e sanitárias em vigência.

No que concerne à dotação de recursos para saneamento básico na cidade de Altamira caberá ao empreendedor:

- Elaboração dos projetos dos sistemas de captação de água e de coleta e tratamento de esgoto;
- Custear a implantação do sistema de captação de água e o de tratamento de esgoto;
- Custear 50% das redes de esgoto. Para compor este percentual foi considerada a população a ser atraída pelo empreendimento para a sede municipal (26.200¹² pessoas) mais a população a ser reassentada (16.400 pessoas), que corresponde a 50% da população da sede municipal prevista para o momento de “pico” da obra;
- Custear as ligações domiciliares para todos os reassentados. Nos demais casos, a ligação domiciliar deve ter um caráter de justiça social, sendo paga pelos usuários que possuem condições para seu pagamento e serem subsidiadas para as populações carentes.

Deve-se acrescentar que a recomendação de apresentação das “*medidas para mitigação do aumento da demanda referente à infraestrutura devido ao afluxo populacional, discriminando-se as ações antecipatórias*”, encontra-se devidamente respondida no item 14.7, Conclusões.

Do exposto, pode-se concluir que as recomendações apresentadas encontram-se totalmente incorporadas nas respostas ao presente parecer.

¹² Ver página 5 deste documento – Tabela 2-1 - Distribuição da População Atraída por Município

7.49 Tema: Programa de Intervenção em Vitória do Xingu, Belo Monte e Belo Monte do Pontal (páginas 299/300) - Pág. 297.

Recomendações:

Devem ser apresentadas as medidas para mitigação do aumento da demanda referente à infraestrutura devido ao afluxo populacional, discriminando-se as ações antecipatórias.

RESPOSTA

Todas as análises referentes ao aumento da demanda de infraestrutura devida ao afluxo populacional encontram-se devidamente explicitadas no item 7.4, relativo à Dinâmica Populacional deste documento.

Nesse sentido, retomando o já apresentado anteriormente, para Vitória do Xingu, Belo Monte e Belo Monte do Pontal estão sendo proposta a implantação de toda a infraestrutura urbana quanto a: drenagem urbana; esgotamento sanitário e tratamento de efluentes; abastecimento de água e local para destinação final dos resíduos sólidos. Ações específicas neste sentido para Vitória do Xingu constam do Programa de Intervenção em Vitória do Xingu, apresentado no Volume 33 do EIA, mais especificamente no item 12.10.2.

Da mesma maneira que em Altamira, a implantação dessas intervenções deverá obedecer a todas as legislações urbanas e sanitárias em vigência e custeadas pelo empreendedor.

Para ambos os municípios, Altamira e Vitória do Xingu, as ações antecipatórias a serem desenvolvidas logo após a definição do empreendedor através do leilão de concessão da ANEEL, são as seguintes:

- Antecipar entendimentos com os municípios e com a concessionária de saneamento do Estado visando estabelecer entendimentos para a definição dos projetos de saneamento (drenagem, esgoto, água) necessários para serem desenvolvidos;
- Estabelecer convênios com as administrações públicas municipais para identificação das necessidades das Prefeituras da AID, no que se refere à identificação das necessidades de melhoria das estruturas administrativas e de gerenciamento (informatização, montagem de instâncias de planejamento e de fiscalização) e das legislações municipais (Planos diretores, leis de uso e ocupação etc.); e
- Contratar a elaboração dos projetos de saneamento necessários.

Por fim, de forma a dirimir possíveis dúvidas na leitura do exposto no Programa de Intervenção em Vitória do Xingu, concorda-se que a implantação do sistema de esgotamento sanitário deve ocorrer simultaneamente à implantação das habitações dos funcionários.

7.50 Tema: Plano de Articulação Institucional – Pág. 301

Recomendações:

Deve haver a indicação precisa quanto ao responsável pela implementação e, no caso de parcerias e convênios, a definição das responsabilidades de cada ator. Os cronogramas

devem conter a previsão das etapas e prazos para sua execução, na forma de representação gráfica.

As medidas propostas devem estar correlacionadas aos impactos e baseadas em indicadores de forma a demonstrar sua capacidade de mitigar/compensar os impactos, bem como possibilitar o monitoramento de sua efetividade.

Frente à revisão na avaliação de impactos solicitada no âmbito da análise dos impactos, devem ser incluídos no Plano outros municípios da área de influência, a serem contemplados com medidas para mitigação do aumento da demanda de infraestrutura devido ao afluxo populacional, discriminando-se as ações antecipatórias.

RESPOSTA

Como já indicado, anteriormente, dos onze municípios que compõem a AII, cinco deverão absorver o afluxo de pessoas para a região (Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Senador José Porfírio e Brasil Novo), municípios que também circunscrevem todo o território contido na Área de Influência Direta (AID). Os demais municípios da AII - Medicilândia, Uruará, Placas, Porto de Moz, Gurupá, Pacajá – por situarem-se num raio superior a 100 km dos sítios construtivos do empreendimento e da sede de Altamira, principal pólo de referência econômica e de serviços da região, distância esta dificultada pela precariedade de acessos viários, não devem receber população migrante vinculada ao empreendimento. Por esse motivo o Plano de Articulação Institucional tem como público alvo os municípios que integram a AID.

Destaque-se, entretanto, que o Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos é extensivo aos municípios da AII, conforme apresentado no Anexo V deste documento. Isto permitirá verificar a ocorrência de impactos sobre outras localidades que não aquelas alvo do Plano. Caso isto se verifique, deverão ser indicadas ações a serem implementadas nessas novas localidades, em um processo de alimentação e retroalimentação do Programa.

Outro ponto a considerar é que vinculado ao empreendimento articula-se um amplo programa voltado para o desenvolvimento regional dos municípios da Área de Influência Indireta do empreendimento, coordenado pelos governos federal e estadual e que contará com recursos do empreendedor.

Conforme solicitação apresenta-se nos **QUADROS 7-6 e 7-7** a seguir, o cronograma das etapas de execução do Plano de Articulação Institucional com representação em barras.

QUADRO 7-6
Cronograma do Plano de Articulação Institucional

Ação		Após LP	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
01	Elaborar Planos Diretores municipais e legislação urbanística e edilícia a ele complementar						
02	Implantar o Sistema Municipal de Planejamento e Gestão						
03	Criar entidades de planejamento municipais e microrregional						
04	Implantar e manter atualizado o Subsistema de Informações para a Gestão Municipal						
05	Entendimentos com Prefeituras Municipais para rever e modernizar as estruturas administrativas						
06	Capacitar as equipes das administrações municipais						
07	Fortalecer a prática do planejamento participativo						
08	Elaborar planos de qualificação urbana para as sedes municipais e de urbanização para os demais núcleos urbanos existentes						
09	Normalizar, implantar e estruturar a fiscalização municipal nos aspectos urbanísticos, edíficos, ambientais, de posturas e tributários.						
10	Definir unidades de planejamento territorial e ambiental						
11	Modernizar a estrutura e mecanismos de arrecadação fiscal						
12	Ampliar a articulação entre as diferentes áreas da Administração e com as outras esferas de governo						
13	Estabelecer parcerias com o setor privado para a implementação de ações de desenvolvimento						

QUADRO 7-7
Cronograma do Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos

Ação		Após LP	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4		Ano 5	
01	Estabelecer convênios com as Prefeituras de Altamira, Vitória do Xingu, Senador José Porfírio, Anapu, Brasil Novo											
02	Implantar infraestrutura educacional para receber a população atraída (construção de novas salas de aula, dotação de mobiliário e equipamentos necessários ao funcionamento das unidades)											
03	Promover a qualificação de corpo docente para o atendimento da ampliação da rede de ensino											
04	Adquirir viaturas e equipamentos e construir postos policiais para atender o incremento do contingente policial											
05	Construção de Hospital de Nível Médio de Atenção à Saúde com 60 leitos em Vitória do Xingu											
06	Apoio a programas de regularização fundiária e habitacional											
07	Apoio a ampliação dos serviços de abastecimento de água, esgoto sanitário, drenagem pluvial e coleta de lixo a todo o Município											

7.51 Tema: Programa de Articulação e Interação Institucional – Pág. 301

Recomendações:

Estender ações do Programa aos municípios da AII, necessidade apontada pelo EIA na avaliação de impactos.

Discriminar as ações antecipatórias.

RESPOSTA

Em relação a estender as ações desse Programa aos municípios da AII, as justificativas foram apresentadas no item anterior referente ao Plano de Articulação Institucional.

Ações Antecipatórias:

- Identificação de necessidades para estabelecimento de convênios com das administrações públicas municipais para das Prefeituras de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio, com as entidades estaduais e federais, com a interveniência do empreendedor. Tais convênios têm como objetivo potencializar as ações de mitigação e compensação do empreendimento.
- Estabelecimento de convênios com as administrações públicas municipais para as Prefeituras de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio.

7.52 Tema: Programa de Fortalecimento da Administração Pública - Pág. 303

Recomendações:

Estender ações do Programa aos municípios da AII, necessidade apontada pelo EIA na avaliação de impactos.

Discriminar as ações antecipatórias.

RESPOSTA

Em relação a estender as ações desse Programa aos municípios da AII, as justificativas foram apresentadas no item anterior referente ao Plano de Articulação Institucional.

Ações Antecipatórias:

- Identificação de necessidades para estabelecimento de convênios com as administrações públicas municipais para das Prefeituras de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio, com vistas à melhoria das estruturas administrativas e de gerenciamento (informatização, montagem de instâncias de planejamento e de fiscalização) e das legislações municipais (Planos diretores, leis de uso e ocupação etc.);

- Estabelecimento de convênios com as administrações públicas municipais para das Prefeituras de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio.

7.53 Tema: Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos - Pág. 304

Recomendações:

Estender ações do Programa aos municípios da AII, necessidade apontada pelo EIA na avaliação de impactos. (por que não AII)

Discriminar as ações antecipatórias.

RESPOSTA

Em relação a estender as ações desse Programa aos municípios da AII, as justificativas foram apresentadas em item anterior referente ao Plano de Articulação Institucional.

Ações Antecipatórias:

- Identificar necessidades para estabelecimento de convênios com as administrações públicas municipais para das Prefeituras de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio. Trata-se agora de em conjunto com as administrações municipais detalhar as propostas de ampliação/adequação dos serviços e equipamentos sociais, previstos em função da atração de população e demais impactos correlacionados.
- Estabelecer convênios com as administrações públicas municipais para das Prefeituras de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio.
- Efetivar processo de negociação com os municípios visando a assinatura de compromisso formal para a implantação de PSF para atendimento de 100% da população.

7.54 Tema: Plano de Relacionamento com a População - Pág. 305

Programa de Orientação e Monitoramento da População Migrante

Recomendações:

i) Antecipar esse programa para imediatamente após a emissão da LP, de maneira a assegurar informação e transparência à população migrante. Como resultado desse atendimento, o PBA deverá garantir que não restarão encargos para os serviços sociais dos municípios.

ii) O programa deverá adotar um viés de efetivo monitoramento, realizando um cadastro das pessoas que demandem esse serviço, o atendimento dispensado e resultado de tais ações.

- *Recomenda-se também, associar este programa ao programa de qualificação de mão de obra (que também deverá ser antecipado para a fase de LP).*

- *Deve-se prever um quadro de profissionais e infraestrutura associada ao programa, que permita solucionar os casos mais urgentes, quando os migrantes não se enquadrarem em ofertas de emprego da obra.*

RESPOSTA

As recomendações acima apresentadas foram incorporadas nas respostas relativas a:

- Ações antecipatórias, item 14.7, Conclusões;
- Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos, Anexo V;
- Programa de Orientação e Monitoramento da População Migrante, apresentado no item 7.54 deste documento.

7.55 Tema: Programa de Incentivo à Capacitação Profissional e o Desenvolvimento de Atividades Produtivas – Pág. 304

Recomendação:

O Programa deve contemplar toda a AII e ser reapresentado de forma a possibilitar o início de sua execução a partir da emissão da LP.

RESPOSTA

Em relação a estender as ações desse Programa aos municípios da AII, as justificativas foram apresentadas em item anterior referente ao Plano de Articulação Institucional. Entretanto, conforme discriminado a seguir o Programa contempla a constituição de equipe técnica que deverá periodicamente percorrer os demais municípios da AII disseminando as informações atinentes a capacitação e recrutamento de mão de obra.

Apresenta-se a seguir as ações antecipatórias propostas no âmbito do programa em tela, assim como no que concerne as demais ações de capacitação profissional previstas no Plano Ambiental de Construção (Conforme exposto no item 14.7 das Conclusões).

- **Capacitação profissional da mão de obra regional, visando sua adequação a demanda de mão de obra do empreendimento.**
 - Priorizar a contratação de pessoas oriundas dos municípios da região seja da Área de Influência Direta ou dos municípios da Área de Influência Indireta;
 - Manter locais de informação sobre as oportunidades de contratação, de prestação de serviços e capacitação de mão de obra, nos cinco municípios da AID e uma equipe que percorrerá, periodicamente, os demais municípios da AII levando estas informações;
 - Estabelecer convênios com órgãos de recolocação de mão de obra como o SINE, além de sindicatos de trabalhadores e associações profissionais para a formação de turmas para a capacitação;

- Abrir inscrições de pessoas interessadas para formação das turmas de capacitação;
 - Estabelecimento de convênios com instituições como SENAI, SENAC, Universidade, para desenvolvimento dos cursos de capacitação;
 - Custear o desenvolvimento de cursos de capacitação nas principais áreas de apropriação de mão de obra do empreendimento: ajudante, pedreiro, armador, soldador, vibradorista, carpinteiro, mecânico, eletricista, operador de máquina, tratorista, motorista, apontador, bem como cargos administrativos. É importante ressaltar que Altamira possui cursos técnicos e superiores que formam, anualmente, razoável número de estudantes, abrindo possibilidades de aproveitamento de pessoas da região também para atividades de nível médio e superior;
 - Estabelecer convênio com Universidades, Faculdades e Escolas de Nível Médio local para a seleção de jovens para estágio.
- **Ações articuladas de apoio ao desenvolvimento sustentável, identificando as cadeias produtivas regionais que podem ser implementadas em função de potencialidades e oportunidades criadas pelo empreendimento.**

Ações antecipatórias propostas:

- Elaboração de estudo para avaliar as oportunidades e desenvolver projetos de novos negócios, procurando aproveitar as potencialidades locais, como a cadeia produtiva de alguns produtos agropecuários (destaque para o cacau) e do extrativismo vegetal (castanha, cupuaçu, dentre outros), além do turismo, principalmente o turismo de aventura, e a pesca esportiva;
- **Ações de apoio e incentivo ao empresariado regional, para fins de atendimento da demanda por produtos e serviços do empreendimento.**

Ações antecipatórias propostas:

- Priorizar a contratação de prestadores de serviços e empresas oriundas dos municípios da região seja da Área de Influência Direta ou dos municípios da Área de Influência Indireta;
- Estabelecer parceria com o SEBRAE e Associações Comerciais Locais para qualificação de fornecedores para o empreendimento, inclusive com o apoio à formalização de empreendedores locais;
- Apoio técnico à adequação ambiental das cadeias produtivas com grande potencial para fornecimento de insumos às obras vinculadas ao empreendimento (areia, brita, tijolos, madeira, etc.);
- Custear assessoramento técnico adequado para a organização dos produtores agropecuários da região em associações e no desenvolvimento e melhoria da

produção, para que se tornem fornecedores de produtos agropecuários para o empreendimento.

Do exposto, pode-se concluir que as recomendações apresentadas para os Programas integrantes do Plano de Articulação Institucional encontram-se totalmente incorporadas nas respostas dadas ao presente parecer.

7.56 Tema: Programa de Interação Social e Comunicação - Pág. 305

Recomendações:

Deve-se evoluir na questão da participação social. O PBA precisa apresentar propostas que represente participação e controle social dos programas ambientais. Sua forma de representação deve ser clara e transparente, com previsão do sistema de escolha dos representantes pelos grupos sociais atingidos.

RESPOSTA

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.12.2), integrante do Plano de Relacionamento com a População.

7.57 Tema: Programa de Educação Ambiental de Belo Monte - Pág. 306

Recomendação:

O Programa de Educação Ambiental deverá ser apresentado mediante projetos específicos, atendendo, além das partes citadas acima, as Comunidades Indígenas e a Educação Patrimonial. Esses projetos deverão apresentar os públicos, formas de atendimento, metodologias e conteúdos a serem desenvolvidos.

RESPOSTA

Considerando-se o recorte metodológico adotado na elaboração do EIA os programas atinentes às comunidades indígenas foram construídos em paralelo e encontram-se apresentados no volume 35 – Apêndice Tomo 3. Neste volume encontra-se explicitado o Projeto de Educação Ambiental voltado para a População Indígena – Arara da Volta Grande do Xingu. Nesse sentido, tendo em vista as recomendações do presente parecer esse projeto será replicado, em todas as terras indígenas, considerando as especificidades de cada uma delas, quando da elaboração do PBA.

No que diz respeito ao Projeto de Educação Patrimonial, o mesmo encontra-se apresentado no EIA, volume 33, item 12.13.4, na forma de Programa, integrando o Plano de Valorização do Patrimônio.

Dessa forma, considera-se que os públicos indicados nas recomendações acima referidas encontram-se devidamente atendidos. Adicionalmente, acatando a sugestão do parecer, estes vários eixos (“partes”) deverão integrar um único Programa de Educação Ambiental, a ser consolidado no PBA.

Dessa forma vale assinalar que as ações anteriormente indicadas atendem as recomendações apresentadas nesse parecer.

7.58 Tema: Plano de Valorização do Patrimônio - Pág. 306

Recomendação:

Deve ser atendido o solicitado no Ofício n° 092/09 – CNA/DEPM/IPHAN, notadamente no que se refere à elaboração do PBA.

RESPOSTA

As recomendações do Ofício n° 092/09 – CNA/DEPM/IPHAN deverão ser incorporadas ao PBA, conforme explicitado no referido ofício. Destaca-se que dois dos três projetos solicitados já constam do EIA – Projeto de Prospecção e Salvamento e Projeto de Educação Patrimonial.

7.59 Tema: Plano de Saúde Pública - Pág. 308

Recomendações:

Devem ser apresentadas as medidas de mitigação do aumento da demanda referente à saúde pública devido ao afluxo populacional, discriminando as ações antecipatórias, para possibilitar a análise de viabilidade do empreendimento.

Deve ser apresentada a definição das responsabilidades de cada ator nas parcerias propostas.

Os cronogramas devem conter a previsão das etapas e prazos para sua execução, na forma de representação gráfica.

RESPOSTA

Todas as análises referentes ao aumento da demanda de infraestrutura devida ao afluxo populacional encontra-se devidamente explicitada no item 7.4, deste documento, relativo a Dinâmica Populacional.

Também no item 14.7 das conclusões, são indicadas as ações antecipatórias no que concerne à saúde, reproduzidas a seguir:

- Identificar as necessidades de extensão dos serviços de saúde para estabelecimento de convênios com as administrações públicas municipais para das Prefeituras de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio;
- Estabelecer convênios com as administrações públicas municipais para das Prefeituras de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio;

- Efetivar o processo de negociação com os municípios visando a assinatura de compromisso formal para a implantação de PSF para atendimento de 100% da população.

Quanto às responsabilidades financeiras sobre o conjunto de ações propostas, conforme explicitado nos **QUADROS 1-1 ao 1-6 do ANEXO VII**, cabe ao empreendedor arcar com os custos das seguintes ações:

- Ampliação do Programa de Saúde da Família - PSF, implementado pelo Ministério da Saúde dotando os municípios dos recursos para contra partida necessária;
- Sistema de monitoramento dos serviços de saúde;
- Construção de hospital de nível secundário de assistência à saúde na Sede de Vitória do Xingu, dotando-o dos equipamentos necessários.
- Implantação, manutenção e operação dos Núcleos de Vigilância Sanitária (NUVE) integrantes do Programa de Controle e Vigilância;
- Treinamento de profissionais de saúde em epidemiologia, DST/ HIV/ AIDS e gravidez na adolescência, doenças de veiculação hídrica e transmitidas por vetores.
- Custear a implementação do Plano de Ação para o Controle da Malária, de acordo com as especificações da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde – MS/SVS.

Atendendo ao solicitado apresenta-se no **QUADRO 7-8 ao QUADRO 7-10**, a seguir, o cronograma das etapas em representação gráfica em relação ao Plano de Saúde Pública.

QUADRO 7-8
Cronograma do Programa de Incentivo à Estruturação da Atenção Básica dos Municípios

Execução Física 1º Ano	Atividade	LP/ LI	Mês												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Sensibilização e conscientização dos gestores municipais														
	Oficina de territorialização														
	Construção e Reforma das Unidades Básicas de saúde														
	Implantação das equipes														
	Capacitação das equipes														
	Supervisão e acompanhamento das equipes e ações do PSF														
Execução Física 2º Ano	Atividade	Ano													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	Capacitação das equipes														
	Supervisão e acompanhamento das equipes e ações do PSF														

QUADRO 7-9

Cronograma do Programa de Vigilância Epidemiológica, Prevenção e Controle de Doenças – Execução Física 1º Ano

Atividade		Ano 1 / Mês														
		- 3	- 2	- 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fase preparatória	Celebração de convênios															
	Composição da equipe															
	Aquisição de viatura, equipamentos e insumos.															
Ações Epidemiológicas	Busca ativa e passiva de casos															
	Processamento e análise de dados															
	Investigações epidemiológicas															
	Boletim Epidemiológico Trimestral															
	Avaliação do custo/benefício das ações de saúde															
Ações de prevenção e controle de doenças	Apoio a ações e campanhas															
	Encaminhamento de amostras para exames															
	Realização de exames na rede privada															
	Ações Emergenciais															
	Medidas de bloqueio de doenças contagiosas															
	Visitas domiciliares															
	Atendimento a doadores de sangue soropositivos															
	Controle do abastecimento de imunobiológicos															
Ações educativas	Intensificação do combate a grupos específicos de doenças															
	Atendimento à demanda espontânea															
	Treinamento de profissionais de saúde															
	Apoio às datas comemorativas dos dias mundiais de combate a doenças e agravos à saúde															
	Realização de ações de educação em saúde															
	Promoção de oficinas com profissionais de saúde															
Divulgação de dados de saúde, eventos, etc.																

QUADRO 7-10

Cronograma das Atividades do Subprograma de Vigilância Epidemiológica Prevenção e Controle de Doenças do 2º ao 15º Anos

Atividade		Anos 2 a 12											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ações epidemiológicas	Busca ativa e passiva de casos												
	Processamento e análise de dados												
	Investigações epidemiológicas												
	Boletim Epidemiológico Trimestral												
	Perfil Epidemiológico Anual												
	Avaliação do custo/benefício das ações de saúde												
Ações de prevenção e controle de doenças	Apoio a ações e campanhas												
	Encaminhamento de amostras para exames												
	Realização de exames na rede privada												
	Ações Emergenciais												
	Medidas de bloqueio de doenças contagiosas												
	Visitas domiciliares												
	Atendimento a doadores de sangue soropositivos												
	Controle do abastecimento de imunobiológicos												
	Intensificação do combate a grupos específicos de doenças												
Ações educativas	Atendimento à demanda espontânea												
	Treinamento de profissionais de saúde												
	Apoio às datas comemorativas dos dias mundiais de combate às doenças e agravos à saúde												
	Realização de ações de educação em saúde nas escolas, empresas e comunidade em geral.												
	Promoção de oficinas com profissionais de saúde												
	Divulgação de dados de saúde, eventos, campanhas, etc.												

Programa de Incentivo à Estruturação da Atenção Básica à Saúde

Recomendações:

Frente à revisão na avaliação de impactos solicitada no âmbito da análise dos impactos, devem ser incluídos no Plano outros municípios da área de influência, contemplados com medidas para mitigação do aumento da demanda devida ao afluxo populacional, discriminando-se as ações antecipatórias.

RESPOSTA

A estruturação da Atenção Básica dos municípios deve iniciar logo após a LP e a definição do Empreendedor, para que as deficiências de cobertura do PSF já tenham sido revertidas, e os municípios estejam preparados para atender ao aumento da demanda oriundo do fluxo migratório.

Programa de Vigilância Epidemiológica, Prevenção e Controle de Doenças

Recomendações:

Frente à revisão na avaliação de impactos solicitada no âmbito da análise dos impactos, devem ser incluídos no Plano outros municípios da área de influência, contemplados com medidas para mitigação do aumento da demanda devida ao afluxo populacional, discriminando-se as ações antecipatórias. Esclarecer como será garantida a execução das ações previstas no âmbito do Programa.

RESPOSTA

Os programas de Vigilância Epidemiológica, Prevenção e Controle de Doenças e o Plano de Ação para o Controle da Malária serão implantados após a obtenção da LI, e incluem o Município de Pacajá, conforme preconizado no documento relativo aos “Esclarecimentos sobre os Estudos do Meio Biótico solicitado pelo IBAMA na Reunião de 21 de Agosto de 2009”.

Convém lembrar que ao contrário dos programas acima citados, a estruturação da Atenção Básica dos municípios deve iniciar logo após a LP e a definição do Empreendedor, para que as deficiências de cobertura do PSF já tenham sido revertidas, e os municípios estejam preparados para atender ao aumento da demanda oriundo do fluxo migratório.

7.60 Tema: Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande Do Xingu - Pág. 310

Projeto de Monitoramento do Dispositivo de Transposição de Embarcações

Este Projeto apresenta o objetivo de avaliar o funcionamento do dispositivo de transposição do barramento principal contemplando as expectativas da população.

As ações previstas são: coleta de dados por meio de campanhas de campo avaliando um conjunto de indicadores básicos: número de embarcações; tipos de embarcação em atividade e capacidade de carga das mesmas; número de pessoas transportadas; tipo de carga e quantidades transportadas por embarcação; tempo/horas gastas para percorrer o trecho nas

diferentes épocas do ano por tipo de embarcação, capacidade de carga e carga; identificação de expectativas da população em relação ao novo cenário por meio de pesquisas voltadas para os usuários do trecho.

Comentário:

Entende-se que as informações previstas a serem obtidas ao longo do desenvolvimento deste projeto, já deveriam estar presentes no EIA, haja vista a necessidade de responder uma questão de extrema relevância: se haverá a manutenção da navegação realizada no rio Xingu para os diversos fins presentes hoje.

Recomendação:

Solicitar esclarecimentos a cerca do diagnóstico consolidado sobre a navegação da Volta Grande do Xingu, incluindo a questão indígena.

RESPOSTA

Deve-se esclarecer que o EIA sustenta a obrigatória continuidade da manutenção da navegação na Volta Grande, inclusive no rio Bacajá e entre este trecho do rio Xingu e o trecho a montante do barramento principal. Aliás, tanto a proposição do hidrograma ecológico no denominado TVR quanto aquela de um dispositivo para transposição de embarcações (não era previsto no Estudo de Viabilidade de Engenharia do empreendimento) vem da análise da importância econômica e social da navegação para a vida das populações estabelecidas ao longo do rio. Assim, o **Projeto de Monitoramento do Dispositivo de Transposição das Embarcações** precisa sim de parâmetros mais detalhados, a serem obtidos antes da implantação das obras, mas não obrigatoriamente nesta fase de licenciamento prévio, mas sim naquela de elaboração do PBA para subsidiar o projeto de engenharia do citado dispositivo.

Para tal deverá ser realizado um mapeamento pormenorizado das rotas utilizadas pela população ao longo de todo o ano, sejam as rotas de embarcações dos ribeirinhos e das populações indígenas entre as comunidades e em direção a Altamira, seja as de barcos de passageiros, as feitas pelo transporte escolar ou para transporte de produção, etc., identificando os tipos de embarcações, pontos críticos para a navegação e locais que, em determinadas condições, o acesso fluvial fica inviável e por quanto tempo esta situação perdura. Estes levantamentos deverão envolver também os igarapés navegáveis (Itatá, Bacajaí, Ituna) e o rio Bacajá. Esta ação, obrigatoriamente, deve ser realizada antes que sejam iniciadas as obras no Sítio Pimental, de forma a que se tenha um retrato da situação de navegação ao longo de todo o ano, estabelecendo uma referência para a verificação e monitoramento de como o mecanismo de transposição de barcos pode afetar as condições de navegação após o barramento.

Projeto de Monitoramento da Navegabilidade e das Condições de escoamento da Produção

Comentário:

O projeto apresentado é de suma importância para o empreendimento em tela. Entretanto, questiona-se se já foi identificada a viabilidade técnica e financeira da manutenção da navegação na Volta Grande do rio Xingu, inclusive no rio Bacajá. O presente projeto apresenta algumas incongruências acerca do início de suas atividades. Quando apresenta as

ações previstas, informa que a definição das rotas e deslocamentos deverá iniciar antes das obras. Contudo, quando trata do cronograma, é citado que as atividades deverão ocorrer antes de começar as obras no sítio Pimental, que segundo esta parte do EIA, são previstas de iniciarem no 6º mês do terceiro ano da construção. Verifica-se no EIA que as obras do sítio Pimental são previstas de iniciarem imediatamente após a autorização de início de obra (Licença de Instalação - LI).

Recomendação:

Solicita-se esclarecimentos acerca do exposto.

RESPOSTA

O EIA sustenta a viabilidade da manutenção da navegação na Volta Grande do Xingu, inclusive no rio Bacajá. Pontua-se, no entanto, que a continuidade da navegação nos períodos de menor vazão considerados no hidrograma ecológico ocorrerá dentro de padrões de dificuldade semelhantes aos observados atualmente nos períodos de estiagem, dificuldades estas que poderão perdurar por um tempo maior do que hoje em dia a população está habituada.

O Projeto de Monitoramento da Navegabilidade e das Condições de Escoamento da Produção deverá realizar um mapeamento pormenorizado de rotas utilizadas pela população ao longo de todo o ano. Desta forma, serão avaliadas as rotas de embarcações dos ribeirinhos e populações indígenas entre as comunidades e para Altamira, bem como as rotas dos barcos de passageiros, de transporte escolar ou para transporte da produção. A partir desta avaliação serão identificados os tipos de embarcações, pontos críticos para a navegação e locais que, em determinadas condições, o acesso fluvial fica inviável e por quanto tempo esta situação perdura. Estes levantamentos deverão abranger também os igarapés navegáveis (Itatá, Bacajaí, Ituna) e o rio Bacajá.

As mencionadas avaliações deverão ser realizadas, obrigatoriamente, antes que sejam feitas obras significativas no Sítio Pimental, de forma a que se tenha um retrato fidedigno da situação de navegação ao longo de todo o ano, estabelecendo uma referência. Outro ponto importante, é que estes levantamentos também identificarão os locais críticos para a navegação que necessitarão de intervenção física para permitir a manutenção ou adequação de canal preferencial que permita melhorar as condições de navegação e acesso.

Ressalta-se, conforme cronograma estabelecido nos estudos de viabilidade, que as obras principais no Sítio Pimental, quais sejam, a implantação do barramento e estruturas de vertedouro e de geração, e que requerem desvios no fluxo natural das águas entre os canais das margens direita e esquerda do rio Xingu, somente terão início a partir do 6º mês do segundo ano das obras, quando serão feitas enscadeiras no canal da margem esquerda para que se possa construir a ponte de serviço. Lembra-se que nos 18 meses anteriores, as ações no Sítio Pimental serão aquelas referentes à implantação da infraestrutura de apoio às obras principais (implantação de canteiros de obras, alojamentos etc.), as quais não requerem desvios no fluxo natural das águas do rio.

Dessa forma vale assinalar que as ações anteriormente indicadas atendem as recomendações apresentadas nesse parecer.

Projeto de Monitoramento das Condições de Vida das Populações da Volta Grande do Xingu

Recomendação:

Para a elaboração do PBA, no âmbito do novo levantamento das condições de vida da população a ser realizado no trecho da Volta Grande do Xingu para subsidiar a escolha dos indicadores a serem pesquisados, deve ser realizado o Cadastro Socioeconômico dos moradores e demais pessoas que utilizem o trecho do Volta Grande em suas atividades.

RESPOSTA

Essas recomendações para o PBA estão de acordo com a necessidade de detalhamento da caracterização socioeconômica da população da Volta Grande e permitirão o levantamento de dados e informações relevantes ao monitoramento das condições de vida dessa população, tendo sido previstas no Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos apresentado no Anexo V deste documento.

Essas recomendações deverão ser incorporadas ao PBA e estão de acordo com o que preconiza o citado projeto do EIA (Volume 33, item 12.15.3.3, pág. 423), integrante do Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do Xingu.

ANEXO V

Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos

Justificativa

Os grandes empreendimentos como o AHE Belo Monte afetam múltiplos aspectos da realidade social e econômica das regiões onde são instalados.

Assim, acompanhar as transformações que possam ocorrer torna-se uma tarefa fundamental para avaliar, ao longo do tempo, as dinâmicas sociais e econômicas a serem estabelecidas com a implantação do empreendimento e as interfaces destas dinâmicas com a questão ambiental.

Outro aspecto a ser considerado é que estas novas dinâmicas sociais e econômicas, em grande medida, se desenvolvem mediadas pelos programas estabelecidos para mitigar ou compensar os impactos ambientais do empreendimento. Portanto, estarão vinculadas ao planejamento, desenvolvimento e resultados das ações ambientais propostas.

Este contexto estabelece o desafio de construir os instrumentos adequados de avaliação, que consiste em medir a eficiência, eficácia e efetividade das ações desenvolvidas, e de monitoramento, que é o exame contínuo ou periódico do modo como se está executando uma atividade, a fim de avaliar até que ponto os objetivos propostos estão sendo cumpridos.

Desta forma, considera-se que a atividade de monitoramento e avaliação em tela deverá constituir um meio capaz de acompanhar e avaliar as ações desenvolvidas no âmbito dos referidos programas, assim como avaliar a situação socioeconômica de todos os atingidos pelo empreendimento e as mudanças verificadas no quadro social e econômico da região.

Objetivos

Objetivo Geral

Implantar um processo de Acompanhamento e Avaliação das transformações da dinâmica socioeconômica e populacional verificadas nos municípios da AII do AHE Belo Monte.

Objetivo Específico

- Monitoramento: retroalimentar as ações contidas nos Programas Ambientais permitindo possíveis correções de percursos durante suas respectivas implantações. Trata-se de um processo contínuo de avaliação formativa dos Programas;
- Avaliação: identificar a eficácia das ações dos Programas em relação ao atendimento dos seus objetivos gerais, abrangendo, minimamente, os seguintes aspectos:
 - Avaliar as transformações ocorridas no contexto da qualidade de vida das populações atingidas pelo empreendimento, incluindo as dimensões sociais, econômicas, culturais e ambientais;
 - Avaliar as alterações nos padrões de inserção social e urbana dos atingidos, tanto no que concerne à integração nos recursos oferecidos quanto aos processos organizativos e de desenvolvimento da sociabilidade e construção da cidadania;
 - Avaliar a alteração no quadro populacional e dinâmica populacional em função

da atração de população devida ao empreendimento;

- Avaliar a adequação das ações propostas para mitigação dos impactos decorrentes da atração de população nos serviços públicos e relações societárias prevaletentes;
- Avaliar a adequação do processo de transferência da população da ADA urbana e rural;
- Avaliar as alterações nas condições de vida das comunidades e povoados próximos aos sítios construtivos e as que receberão os reassentamentos e migrantes;
- Avaliar as condições de vida das comunidades e povoados da Volta Grande;
- Avaliar as alterações no quadro das atividades econômicas; e
- Avaliar a alteração dos gastos e a arrecadação municipal, incluindo os repasses de recursos federais e estaduais, de maneira a inferir ao longo do tempo a situação das contas municipais e as aplicações dos recursos.

Enfim trata-se, portanto, do monitoramento e avaliação dos seguintes aspectos:

- Monitoramento e avaliação da atração de população nos municípios da AII;
- Monitoramento e avaliação do Programa de Negociação e Aquisição de Beneficiários e Imóveis Rurais e Urbanos e do Reassentamento;
- Monitoramento e avaliação das condições de vida das populações anfitriãs;
- Monitoramento e avaliação das condições de vida das comunidades e povoados da Volta Grande¹³;
- Monitoramento e avaliação da atividade econômica;
- Monitoramento e avaliação das finanças públicas.

Metodologia do Monitoramento e Avaliação

A metodologia proposta deverá considerar que o monitoramento e avaliação dos cinco eixos constituem processo de acompanhamento e pesquisa de caráter longitudinal, compreendendo, necessariamente, a identificação de:

Cenário preexistente:

O cenário preexistente será consolidado em um banco de dados que deverá contemplar minimamente as seguintes informações:

¹³ Incluído no Programa de Monitoramento e avaliação das condições de navegabilidade e das condições de vida integrante do Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu

- Cadastro socioeconômico da população a ser transferida e da população residente na Volta Grande a ser realizado quando da elaboração do PBA. As tais informações deverão ser incorporadas aquelas a serem obtidas no momento da efetivação da negociação no âmbito do Programa de Negociação e Aquisição de Benfeitorias e Imóveis Rurais e Urbanos, tanto aqueles que serão realocados quanto os que permanecerão nos atuais locais de moradia e mesmo aqueles que optarem por simples indenização em dinheiro ou realocação assistida;
- Dados secundários disponíveis referentes à base populacional existente nos municípios da AII e localidades anfitriãs;
- Dados secundários disponíveis referentes às condições de vida e trabalho da população dos municípios da AII e localidades anfitriãs;
- Dados secundários disponíveis referentes à oferta de serviços de saúde, educação, saneamento e segurança; e
- Dados secundários disponíveis referentes às atividades econômicas e finanças públicas;

Transformações verificadas em diferentes tempos

Considerando-se o tempo normalmente demandado para que se possa efetivamente mensurar a eficácia das ações e programas propostos para mitigação dos impactos associados a cada segmento em avaliação, deverão ser realizados novos levantamentos semestralmente durante os cinco primeiros anos de obra e anualmente até o 10º ano, com uma nova rodada após 3 anos da desmobilização do empreendimento, período considerado suficiente para uma nova acomodação da dinâmica socioeconômica e populacional da região.

Dessa forma o processo de avaliação estará efetivamente associado às diferentes fases do cronograma da obra, a saber¹⁴:

- T0 – A partir do leilão durante a elaboração do PBA;
- T1 – 6 meses após a LI;
- T2, T3, T4, T5, T6, T7 - A cada 6 meses, correspondendo ao período de maior mobilização da obra (até o 3º. Ano de obra);
- T8, T9, T10, T11 - a cada 6 meses, correspondendo ao período início de desmobilização da obra (até o 5º. Ano);
- T12, T13, T14, T15 - a cada 12 meses, correspondendo ao período de montagem de máquinas;

¹⁴ No que concerne ao monitoramento e avaliação das finanças públicas os levantamentos e relatórios deverão ser realizados anualmente durante os 10 anos do empreendimento e com um último levantamento 3 anos após a desmobilização das obras do empreendimento, acompanhando o cronograma geral de Avaliação/Monitoramento.

- T16 – 12 meses após o T15, correspondendo ao período de total desmobilização das obras; e
- T17 – 36 meses ou 3 anos após a desmobilização total das obras.

O **QUADRO 1** apresenta uma listagem preliminar dos aspectos/dimensões e indicadores¹⁵ considerados relevantes para serem introduzidos no processo de avaliação.

QUADRO 1
Aspectos/Dimensões e Indicadores para Avaliação – Relação Preliminar

Aspecto	Dimensão	Indicadores
Dinâmica Populacional	Demografia:	Taxa de crescimento da população Mortalidade proporcional por idade Taxa de mortalidade infantil, Proporção de menores de cinco anos de idade na população Razão de dependência.
	Migração:	% de registro de migrantes em relação a população total Perfil de escolaridade dos adultos e crianças x População local Perfil profissional do migrante x perfil profissional população local
Disponibilidade dos Serviços Público	Infraestrutura de saneamento	% de cobertura de redes de abastecimento de água % de cobertura de esgotamento sanitário % de cobertura de coleta de lixo
	Saúde	Mortalidade proporcional por doença diarreica aguda em menores de cinco anos de idade Taxa de incidência de doenças e endemias transmissíveis % de cobertura do PSF em relação a população total Nº de médicos x 1000 habitantes
	Educação	Vagas nas escolas X demanda Taxa de analfabetismo Número de matrículas por nível de ensino Taxas de reprovação
	Segurança	Taxas de ocorrências (furtos, assaltos, latrocínios, homicídios, conflitos de convivência) % de ocorrências com envolvimento de menores Mortes violentas x 1000 habitantes Numero de policiais x população

¹⁵ Indicadores são meios de verificação, estabelecidos a partir dos objetivos e metas do projeto, que visam demonstrar evolução, avanço e desenvolvimento em relação aos resultados esperados. Buscam medir como e quanto cada objetivo e meta estabelecido no projeto foi alcançado. São necessários para acompanhar as ações desenvolvidas e imprescindíveis para avaliação de resultados. Os indicadores podem ser quantitativos – aqueles apoiados em métodos estatísticos e visam medir resultados através da coleta de informações numéricas que podem ser obtidos através de fontes secundárias e primárias; e qualitativos – centrados na análise dos processos sociais e dos atores envolvidos.

QUADRO 1

Aspectos/Dimensões e Indicadores para Avaliação – Relação Preliminar

		Conclusão
Atividades Econômicas	Comércio e Serviços	Evolução dos estabelecimentos formais nos diferentes ramos Taxa de emprego por ramo de atividade Evolução da economia informal (PEA X POC)
	Produção Agropecuária e extrativista	Participação da produção familiar em relação a produção total Alteração no padrão de consumo das famílias Participação das atividades extrativistas na renda familiar
	Finanças Públicas Municipais	Evolução do percentual da arrecadação própria em relação ao percentual total; Evolução da participação dos investimentos em serviços públicos no orçamento total; Práticas de elaboração do orçamento e controle público de sua execução
	Habitação/Mercado Imobiliário	Alteração na demanda por habitação % de terrenos de novos loteamentos % de valorização terrenos e de aluguéis
Condições de Vida	Moradia	Alteração no número de pessoas por cômodo; Alteração na conservação/manutenção dos imóveis
	Trabalho e Renda	% de famílias com renda familiar de até 3 SM % de famílias com renda média per capita inferior a 0,5 sm Taxa de desemprego % de trabalhadores informais % de menores de 16 anos trabalhando
	Saúde	Frequência de ocorrência de doenças
	Educação	Taxa de analfabetismo % de população de mais de 15 anos com menos de 3 anos de escolaridade % de população com nível fundamental completo
	Acesso ao Lazer e ao rio	Diversificação das práticas de lazer
	Impacto na Economia Familiar	% de comprometimento da renda familiar com serviços urbanos % de comprometimento da renda familiar com taxas e impostos Alteração no tipo de transporte utilizado
Abastecimento de Água e relações com o Rio	Armazenamento de água	Alteração na adequação do abastecimento de água para consumo doméstico
	Formas de utilização do Rio	Alteração na ocupação das faixas de preservação Alteração nas práticas de apropriação do rio Alteração nas atividades de lazer praticadas Alteração na atividade de pesca
Condições de Vida da População a ser Reassentada e ribeirinha	Moradia	Alteração no tamanho da moradia e número de cômodos x moradia anterior Alteração nas formas de abastecimento de água
	Acesso a serviços	Alteração da distância em relação aos serviços públicos
	Condição de Produção	Varição da renda familiar Alteração do tempo de deslocamento para transporte da produção Alteração da participação da produção agropecuária e extrativista na composição da renda
Organização e Inserção Social	Associativos	Alteração da quantidade de organizações formais e informais Taxa de participação
	Práticas Auto-gestionárias	Existência de iniciativas coletivas Autonomia na gestão dos assentamentos
	Inserção Social	Conflitos internos ao grupo Existência de conflitos com a população do entorno

Atividades a serem desenvolvidas

- Elaboração de Plano de Trabalho para desenvolvimento das Atividades;
- Detalhamento e consolidação metodológica do conjunto dos trabalhos, com indicação de técnicas e procedimentos a serem utilizados, incluindo metodologia para construção do Cadastro Socioeconômico a ser aplicado no âmbito do Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias e Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos da Volta Grande e demais dados identificados para construção dos indicadores do processo de avaliação;
- Montagem de estratégias para o monitoramento, com elaboração e apresentação de planilhas específicas e relatórios circunstanciados de acompanhamento de cada uma das fases do Plano;
- Realização dos levantamentos sistemáticos de avaliação com elaboração de relatórios;
- Montagem de sistema de Alimentação de Banco de Dados com os dados dos levantamentos realizados e respectiva alimentação;
-
- Alimentação sistemática do banco de dados e checagem da consistência das informações;
- Estabelecimento de parcerias com órgãos e autoridades locais: deve-se buscar, sempre que possível, a colaboração com os órgãos de informação oficial, evitando assim a realização desnecessária de pesquisas;
- Emissão de relatórios após cada rodada de avaliação;
- Realização de Workshops após cada rodada de avaliação com equipe técnica envolvida com a implantação do PBA e empreendedor;
- Realização de Workshops após cada rodada de avaliação com a população envolvida;
- Realização de Workshops após cada rodada de avaliação com Instituições Públicas locais, estaduais e federais envolvidas com o empreendimento;
- Emissão e análise dos relatórios;
- Realização de Workshops semestrais de avaliação com equipe técnica; e
- Realização de Workshops semestrais de avaliação com a população envolvida;

Interface com outros Planos e Programas

Este Programa tem interface com os seguintes Planos:

- Plano de Relacionamento com a População:
 - Programa de Orientação e Monitoramento da População Migrante
 - Programa de Interação e Comunicação Social
 - Programa de Educação Ambiental

- Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande:

- Plano de Relacionamento com a População:
 - Programa de Orientação e Monitoramento da População Migrante
 - Programa de Interação e Comunicação Social
 - Programa de Educação Ambiental;

- Plano de Atendimento à População Atingida:
 - Programa de Aquisição de Terras e Benfeitorias;
 - Programa de Restituição/Recuperação das Atividades de Turismo e Lazer;
 - Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais e Urbanas.

- Plano de Saúde Pública
 - Programa de Incentivo a Estruturação da Atenção Básica a Saúde

- Plano de Articulação Institucional
 - Programa de Fortalecimento da Administração Pública;
 - Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos;
 - Programa de Incentivo a Capacitação Profissional e ao Desenvolvimento de Atividades Produtivas;

- Plano de Gestão Ambiental

Responsável pela Implementação

Este Programa é de inteira responsabilidade do empreendedor, que deverá constituir equipe ou contratar instituição especializada para desenvolvê-lo. Entretanto, será fundamental o estabelecimento de parcerias com as instituições públicas e outras organizações civis envolvidas no acompanhamento do desenvolvimento socioeconômico da região, de forma a promover a troca de informações e experiências e para a construção e avaliação de indicadores.

Cronograma

Este Programa se inicia após a definição do empreendedor no momento da elaboração do PBA, devendo estar incluído entre as ações antecipatórias, e deve ter prosseguimento durante toda a fase de implantação do empreendimento, estendendo-se por mais três anos, durante a fase de operação

ANEXO VI

Programa de Desmobilização de Mão-de-obra

Justificativa

Tendo em vista a demanda de trabalhadores do empreendimento, um número significativo de pessoas será atraído para a região. Esta disponibilidade de postos de trabalho no empreendimento é temporária, apresentando uma diminuição significativa a partir do quarto ano de obra, o que deverá gerar um amplo processo de desmobilização de trabalhadores, em um curto período de tempo, trazendo impactos como a diminuição da atividade econômica, a diminuição da oferta de postos de trabalho, a perda de arrecadação de tributos e uma possível ociosidade dos equipamentos e serviços públicos em vista da diminuição da demanda.

Os estudos demográficos realizados no EIA indicaram que após a desmobilização das obras do AHE Belo Monte deverá permanecer na região cerca de 30% da população atraída pelo empreendimento, ou seja, 22.000 pessoas. A permanência deste contingente populacional num momento de desaceleração das atividades econômicas decorrentes do empreendimento poderá gerar um número significativo de desempregados e dificuldade de sobrevivência das famílias.

Observe-se que associado aos possíveis impactos negativos, registra-se também um impacto positivo nas finanças municipais com o início da operação do AHE Belo Monte, principalmente nas cidades de Vitória do Xingu e Altamira, sedes dos municípios que receberão a maior quantidade de população migrante e onde permanecerá a maior parte dos que se fixarão na região após a desmobilização das obras.

Para minimizar os impactos negativos, e em atendimento ao parecer 114/09 do IBAMA, foi desenvolvida a presente proposta que consolida ações já apresentadas em diferentes Programas do EIA afetos ao Meio Socioeconômico e Cultural.

Objetivos

Objetivos Gerais

Os objetivos gerais deste Programa são os seguintes:

- Garantir a inserção na região da população que permanecerá na área após a desmobilização da obra;
- Ampliar as opções de atividades econômicas para a população local após a implantação do empreendimento; e
- Procurar o melhor aproveitamento dos equipamentos e estruturas após o término do período de implantação do empreendimento;

Objetivos Específicos

- Incentivar práticas empreendedoras de acordo com as potencialidades de desenvolvimento sustentável da região;
- Promover a reciclagem da capacitação da mão-de-obra visando à reinserção da mesma em atividades produtivas consistentes com a nova realidade da região;

- Promover a reinserção da mão-de-obra desmobilizada no mercado de trabalho local;
- Evitar a ociosidade dos equipamentos sociais implantados em função da atração da população;
- Evitar a ociosidade das habitações construídas em função do empreendimento; e
- Incentivar o retorno para seus locais de origem das populações não inseridas na nova realidade regional.

Ações/Procedimentos

O processo de desmobilização da mão-de-obra estará baseado em uma série de medidas administrativas e gerenciais vinculadas à gestão da mão-de-obra e em processos de interação com a sociedade local, sendo as principais medidas a serem tomadas indicadas, a seguir:

- Estabelecer parceria com o SINE visando à realização de cadastro da população desmobilizada (direta ou indiretamente vinculado a obra) tendo em vista a sua recolocação em outras atividades;
- Estabelecer parcerias com o sistema S (SESI, SENAI e SENAC) e SEBRAE para promover cursos de reciclagem da capacitação de mão-de-obra à luz das demandas regionais;
- Estabelecer entendimentos com administrações públicas municipais para discutir a melhor forma de desmobilização das estruturas e equipamentos utilizados no período de construção, inclusive com a possibilidade de serem repassados para os executivos municipais, visando à mitigação e ou compensação do impacto causado pelo refluxo populacional;
- Estabelecer parceria com as entidades promotoras de financiamento habitacional visando à comercialização das habitações que ficarão ociosas, priorizando o acesso para a população residual que permanecerá na região; e
- Estabelecer, através do Programa de Acompanhamento e Monitoramento da População Migrante (EIA, Volume 33, item 12.12.1), parcerias com órgãos públicos de ação social para promover o retorno à origem de pessoas atraídas que não tenham condições de aproveitamento e que desejam voltar para sua localidade.

Responsável pela Implementação

Este Programa é de inteira responsabilidade do empreendedor e será executado ao longo de todas as fases de implantação do empreendimento, com maior ênfase no quarto e quinto ano da obra de implantação do AHE Belo Monte, período de maior desmobilização da mão de obra.

Interface com outros Planos, Programas

- Plano Ambiental de Construção;
- Plano de Gestão Ambiental;
- Plano de Relacionamento com a População:
 - Programa de Orientação e Monitoramento da População Migrante
 - Programa de Interação e Comunicação Social
 - Programa de Educação Ambiental;
- Plano de Atendimento à População Atingida:
 - Programa de Restituição/Recuperação das Atividades de Turismo e Lazer;
 - Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais e Urbanas.
- Plano de Saúde Pública
 - Programa de incentivo à estruturação da atenção básica a saúde
- Plano de Articulação Institucional
 - Programa de Fortalecimento da Administração Pública;
 - Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos;
 - Programa de Incentivo à Capacitação Profissional e ao Desenvolvimento de Atividades Produtivas;
- Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos

Cronograma

Este Programa deverá ser detalhado na fase de elaboração do PBA e implantado a partir do 3º. Ano após o início obra, momento correspondente ao “pico” de contratação de mão-de-obra. Deverá se manter durante 10 anos, ou seja, até o 3ª ano após a desmobilização total da obra, já, portanto, na etapa de operação.

ANEXO VII

Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervenientes

Anexo VII - Reapresentar os programas de mitigação do aumento do afluxo migratório, de forma a garantir a preparação da região para receber o empreendimento, deixando claras as atribuições do empreendedor.

QUADRO 1-1

Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervenientes

Plano de Relacionamento com a População

Programa	Ações	Responsabilidade Financeira	Entidades Intervenientes
Programa de Orientação e Monitoramento da População Migrante	- Instalar, manter e operar balcões de recepção dos migrantes ¹⁶ e informação sobre inserção dessa população nos municípios de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Senador José Porfírio e Brasil Novo;	Empreendedor	-
	- Implantar, manter e operar equipe móvel de informação sobre nos demais municípios da AII;	Empreendedor	-
	- Realizar campanhas periódicas de divulgação sobre a demanda de mão de obra para a implantação do empreendimento.	Empreendedor	-
	- Firmar convênios com as instituições especializadas para atendimento à população atraída (Sistema Único de Assistência Social - SUAS, Conselho Tutelar, Delegacias de Polícia, Conselho do Idoso, etc.).	Empreendedor	Governos Federal, Estadual e Municipais.
	- Alimentar os órgãos municipais com informações obtidas no monitoramento da população migrante.	Empreendedor	Governos Municipais
Programa de Educação Ambiental	- Implantar, manter e operar o Programa de Educação Ambiental não Formal para as Comunidades dos Municípios, com ênfase para a população atraída.	Empreendedor	Governos Estadual e Municipais

¹⁶ Nesses balcões deverá ser implantado um sistema de cadastramento socioeconômico dos migrantes.

QUADRO 1-2**Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervenientes****Plano de Articulação Institucional****continua**

Programa	Ações	Responsabilidade Financeira	Entidades Intervenientes
Programa de Fortalecimento da Administração Pública	- Promover a reestruturação, modernização e melhoria da qualidade do serviço público, fortalecendo a capacidade de planejamento e gestão administrativa das prefeituras municipais	Empreendedor	Governos Municipais.
	- Apoiar a implantação e estruturação da fiscalização municipal nos aspectos urbanísticos, edifícios, ambientais, de posturas e tributários;	Empreendedor	Governos Municipais.
	- Apoiar a modernização da estrutura e dos mecanismos de arrecadação fiscal de forma a reduzir sua dependência das transferências externas;	Empreendedor	Governos Municipais
	- Apoiar a articulação entre as diferentes áreas das Administrações Municipais com as outras esferas de governo de forma a alcançar a melhoria na qualidade de serviços.	Empreendedor	Governos Federal, Estadual e Municipais.
Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos	- Implantar infraestrutura educacional para receber a população atraída (construção de novas salas de aula, dotação de mobiliário e equipamentos necessários ao funcionamento das unidades educacionais);	Empreendedor	Governos Estadual e Municipais
	- Promover a qualificação de corpo docente para o atendimento da ampliação da rede de ensino	Empreendedor	Governos Estadual e Municipais
	-Adquirir viaturas para atender o incremento do contingente policial;	Empreendedor	Governo Estadual.
	- Construir, mobliar e equipar os postos policiais necessários para atender o aumento da demanda	Empreendedor	Governo Estadual.
	- Construir hospital de nível secundário de assistência à saúde na Sede de Vitória do Xingu, dotando-o dos equipamentos necessários para o seu funcionamento.	Empreendedor	Governo Federal, Estadual e Municipal.

QUADRO 1-2

Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervenientes

Plano de Articulação Institucional

Programa	Ações	Responsabilidade Financeira	Entidades Intervenientes
Programa de Incentivo a Capacitação Profissional e ao Desenvolvimento de Atividades Produtivas	- Desenvolver cursos de qualificação e habilitação de trabalhadores em áreas viáveis para inserção produtiva dos mesmos em atividades direta ou indiretamente vinculadas à implantação do empreendimento;	Empreendedor	Entidades de Formação Profissional e de Ensino
	- Elaborar estudo para avaliar as oportunidades e desenvolver projetos de novos negócios, procurando aproveitar as potencialidades locais, priorizando a geração de emprego e renda, inclusão social e preservação do meio ambiente.	Empreendedor	Entidades de Formação Profissional e de Fomento ao empreendedorismo (Serviço Brasileiro de Apoio as Pequenas e Médias Empresas - SEBRAE).
	- Estabelecer convênios com órgãos de recolocação de mão de obra como o SINE, além de sindicatos de trabalhadores e associações profissionais para a formação de turmas para a capacitação;	Empreendedor	Governo Federal e Estadual
	- Estabelecer convênios com instituições como SENAI, SENAC, Universidade, para desenvolvimento dos cursos de capacitação.	Empreendedor	Entidades de formação profissional - SENAC, SENAI e Universidades.
	- Estabelecer parceria com o SEBRAE e Associações Comerciais Locais para qualificação de fornecedores para o empreendimento, inclusive com o apoio à formalização de empreendedores locais	Empreendedor	Serviço Brasileiro de Apoio as Pequenas e Médias Empresas SEBRAE

QUADRO 1-3

Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervinentes
Plano de Atenção à Saúde Pública

Programa	Ações	Responsabilidade Financeira	Entidades Intervinentes
Programa de Estruturação da Atenção Básica à Saúde	- Transferir recursos para as Secretarias Municipais de Saúde correspondentes aos valores das contra partidas dos Municípios de forma que elas possam ampliar a cobertura do Programa de Saúde da Família - PSF, implementado pelo Ministério da Saúde.	Empreendedor	Ministério da Saúde e Governos Municipais
	- Montar e custear o sistema de monitoramento dos serviços de saúde;	Empreendedor	Ministério da Saúde e Governos Municipais
	- Acompanhar e supervisionar a aplicação dos recursos destinados às ações do PSF nos municípios.	Empreendedor	Ministério da Saúde e Governos Municipais
Programa de Vigilância Epidemiológica, Prevenção e Controle de Doenças.	- Implantar os Núcleos de Vigilância Sanitária (NUVE) integrantes do Programa de Controle e Vigilância Epidemiológica.	Empreendedor	Ministério da Saúde e Governos Municipais
	- Firmar convênios com as Prefeituras Municipais de Altamira, Vitória do Xingu, Senador José Porfírio, Anapu, Brasil Novo e Pacajá para implantação das ações do Programa;	Empreendedor	Ministério da Saúde, Governo Municipais.
	- Promover o treinamento de profissionais de saúde em epidemiologia, DST/ HIV/ AIDS e gravidez na adolescência, doenças de veiculação hídrica e transmitidas por vetores;	Empreendedor	Ministério da Saúde, Governo Estadual e Municipais.
Programa de Ação Para o Controle da Malária (PACM)	- Custear a implementação do Plano de Ação para o Controle da Malária, de acordo com as especificações da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde – MS/SVS.	Empreendedor	Ministério da Saúde, Governos Municipais.

QUADRO 1-4

Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervenientes

Plano de Requalificação Urbana

Continua

Programa	Ações	Responsabilidade Financeira	Entidades Intervenientes
Programa de Intervenção em Altamira	- Construir 500 residências na cidade de Altamira não aglutinadas em forma de vila, de forma a facilitar a integração entre a população migrante e a população local, além do melhor aproveitamento da infraestrutura a ser implantada.	Empreendedor	Governo Municipal
	- Implementar ações que impeçam o uso e ocupação desordenado do solo. Destacam-se a implantação de parque ecológico e de lazer no Igarapé Altamira e de faixas de proteção ambiental com recuperação da vegetação nos Igarapés Panelas e Ambé	Empreendedor	Governo Municipal
	- Promover a melhoria na infraestrutura urbana em relação aos seguintes aspectos: <ul style="list-style-type: none">• Elaborar projetos de rede de esgoto;• Implantar estação de tratamento de esgotos;• Custear 50%¹⁷ da implantação das redes de esgoto;• Elaborar projetos de rede de abastecimento de água• Implantar sistema de captação e tratamento de água• Custear 50% da implantação das redes de abastecimento de água• Implantar aterro sanitário com capacidade para atendimento a 100% da população;• Implantar sistema de macrodrenagem ao longo dos igarapés Altamira e Ambé em Altamira.	Empreendedor	Concessionária de Serviços Públicos, Governo Municipal

¹⁷ Esse valor corresponde a mitigação do impacto gerado pelo empreendimento em função do afluxo populacional e da relocação da população afetada com a formação do Reservatório do Xingu.

QUADRO 1-4

Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervenientes

Plano de Requalificação Urbana

			Conclusão	
Programa		Ações	Responsabilidade Financeira	Entidades Intervenientes
Programa de Intervenção em Vitória do Xingu		- Construir vila residencial prevista com 2.500 residências para abrigar os trabalhadores da obra	Empreendedor	Governo Municipal
		- Implementar ações que impeçam a ocupação desordenada do uso e ocupação do solo. Dentre tais ações destacam-se a implantação de áreas de conservação e lazer, ao longo dos igarapés do Facão (ou Água Boa) e do Gelo (ou do Gerador).	Empreendedor	Governo Municipal
		- Implantar/complementar a infraestrutura urbana de Vitória do Xingu em relação aos seguintes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar projetos de rede de esgoto; • Implantar estação de tratamento de esgoto; • Custear a implantação das redes de esgoto; • Elaborar projetos de rede de abastecimento de água • Implantar sistema de captação e tratamento de água • Custear a implantação das redes de abastecimento de água • Implantar aterro sanitário com capacidade para atendimento a 100% da população 	Empreendedor	Concessionária de Serviços Públicos, Governo Municipal
Programa de Intervenção em Belo Monte e Belo Monte do Pontal		- Implantar infraestrutura urbana conforme se segue: <ul style="list-style-type: none"> • Implantar de drenagem urbana e pavimentação das ruas; • Implantar de esgotamento sanitário e tratamento de efluentes; • Implantar de sistema de abastecimento de água; • Desenvolver estudos para ordenamento da expansão urbana em ambas as localidades a serem detalhados no PBA. 	Empreendedor	Concessionária de Serviços Públicos, Governo Municipal.

QUADRO 1-5

Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades
Intervenientes
Plano Ambiental de Construção

Continua

Programa	Ações	Responsabilidade Financeira	Entidades Intervenientes
Programa de Capacitação de Mão de obra	Priorizar a contratação de pessoas residentes na região, prestadores de serviços e empresas aí existentes, em especial na Área Diretamente Afetada (ADA) e nas Áreas de Influência Direta e Indireta (AID e AII);	Empreendedor	-
	Qualificar, de forma mais específica, os trabalhadores contratados para a implantação de forma a que estes possam melhor desempenhar suas tarefas, em acordo, inclusive, com as políticas de saúde, segurança e meio ambiente do empreendedor;	Empreendedor	-
	Conscientizar a mão de obra contratada quanto à preservação dos recursos ambientais na área de inserção do AHE Belo Monte, de forma a reduzir a magnitude dos impactos inerentes ao aumento da caça, danos a elementos do patrimônio cultural e pressão sobre a pesca, entre outros identificados para a Fase de Mobilização e Contratação de Mão de obra;	Empreendedor	-
	Contribuir para a capacitação profissional dos trabalhadores, inclusive com cursos de alfabetização, facilitando futuras oportunidades de emprego para essa mão de obra quando da Fase de Desmobilização da Mão de obra e da Infraestrutura de Construção.	Empreendedor	-
Projeto de Controle Médico, Saúde Ocupacional e Segurança do Trabalho	Adotar, no âmbito dos canteiros de obras, medidas de controle das principais endemias existentes ou passíveis de serem introduzidas na região de implantação do AHE Belo Monte;	Empreendedor	-
	Manter vigilância epidemiológica eficaz de outras doenças transmissíveis e de agravos à saúde que permitam pronta intervenção dos órgãos responsáveis;	Empreendedor	-
	Prover os serviços de atenção ambulatorial médico, serviço de urgência e emergência para os trabalhadores das obras;	Empreendedor	-

QUADRO 1-5

Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervenientes
Plano Ambiental de Construção

Programa	Ações	Conclusão	
		Responsabilidade Financeira	Entidades Intervenientes
Projeto de Controle Médico, Saúde Ocupacional e Segurança do Trabalho	- Implantar ações voltadas para prevenção de acidentes do trabalhador;	Empreendedor	-
	- Definir rede de aparelhamento sorológico a ser utilizada no atendimento a vítimas de acidentes ofídicos e escorpionicos;	Empreendedor	-
	Prestar serviços de saúde ambiental, incluindo os ligados ao saneamento básico.	Empreendedor	-
	- Promover exames admissionais, periódicos, de retorno ao trabalho, mudança de função e demissionais obrigatórios, devendo constar investigação clínica e anamnese clinica e profissional, bem como exame de aptidão física e mental;	Empreendedor	-
	- Implantar ambulatórios médicos de atendimento em nível primário nos canteiros de obras, com equipamentos dimensionados para atender a totalidade dos trabalhadores;	Empreendedor	-
	- Montar um sistema de referência com os serviços de saúde locais para atendimento em nível secundário, terciário, urgência e emergência, envolvendo a rede pública e/ou privada mediante convênios ou compra de serviços;	Empreendedor	-
	- Criar Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) nos canteiros de obras, de modo a garantir os meios necessários ao desempenho de suas funções, e registro no órgão regional do Ministério do Trabalho;	Empreendedor	-
	- Realizar treinamentos periódicos de socorristas;	Empreendedor	-
	- Acompanhar a situação epidemiológica e participar, de forma integrada, com o Plano de Vigilância Epidemiológica e todos os seus programas atinentes;	Empreendedor	-
	- Manter serviços especializados de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho;	Empreendedor	-
	- Prevenir e controlar doenças infecciosas e parasitárias: e endêmicas; incentivar a vacinação; esclarecer sobre as endemias locais; orientar sobre a prevenção de doenças; promover noções de higiene; esclarecer sobre os meios de transmissão de doenças; promover palestras educativas periódicas.	Empreendedor	-

QUADRO 1-6

Planos e Programas Relativos à Mitigação do Aumento do Fluxo Migratório com Identificação de Responsabilidade Financeira e Entidades Intervenientes

Plano de Atendimento à População Atingida

Programa	Ações	Responsabilidade Financeira	Entidades Intervenientes
Programa de Recomposição da Infraestrutura Rural	- Ressaca /Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo: <ul style="list-style-type: none">• Implantar sistema de abastecimento de água;• Implantar sistema de tratamento de esgoto sanitário.	Empreendedor	Governo Municipal
	- Propriedades rurais de Cana Verde, São Pedro e outros locais que podem apresentar dificuldade de abastecimento de água: <ul style="list-style-type: none">• Implantar poços adequados para suprir a demanda de abastecimento de água	Empreendedor	-

8. IMPACTOS DO MEIO FÍSICO

8.1 Tema: Interferência pela Dragagem e Disposição de Material Dragado – Pag. 224

Comentário:

Este impacto não está bem caracterizado no EIA, não são delimitadas as áreas onde há previsão de realizar a dragagem. Há uma preocupação maior com a ria do Xingu, devido à presença dos tabuleiros de desova das tartarugas. Entende-se que este impacto deverá ocorrer também durante a fase das obras principais.

Recomendação:

Apresentar um maior detalhamento desse impacto previsto.

RESPOSTA

Na região do empreendimento destacam-se dois terminais portuários que servem de apoio à população e ao comércio local e a previsão da construção de um terceiro que será de uso exclusivo para as demandas da obra em sua fase de construção. O primeiro, Porto Vitória, localiza-se na cidade de Vitória do Xingu, com acesso através da PA-415, sendo um porto de médio porte, situado no igarapé Tucuruí e por ele circulam cargas, mercadorias e pescados. As condições de navegação nesse igarapé são precárias no período de estiagem, devido à redução do volume de água.

O segundo terminal portuário localiza-se na margem esquerda do rio Xingu próximo à Vila de Belo Monte. Este porto é praticamente de uso exclusivo da PETROBRÁS, que possui, nas imediações, instalações industriais para depósito de combustíveis (tancagem).

Para atender às obras do AHE Belo Monte está prevista a construção de um terceiro terminal próximo à atual Vila de Santo Antônio do Belo Monte, a jusante do canal de fuga da Casa de Força Principal. Este porto como já citado, servirá de auxílio exclusivo para atender as demandas da obra, durante o processo de construção. Em virtude da existência de afloramentos rochosos próximos à área de manobra prevista para este porto poderá ser necessária a dragagem do leito do rio, além da instalação de balizamentos de orientação das embarcações.

Ressalta-se, todavia, que nesse trecho o rio Xingu já se encontra na planície amazônica, onde o gradiente do rio é menor, não se esperando, portanto, o carreamento de sedimentos a grande distâncias e que os mesmos possam atingir os locais onde se situam os tabuleiros dos quelônios. Portanto, o impacto previsto atem-se ao fato de que, com o revolvimento dos depósitos aluvionares dessa operação de dragagem, poderá ocorrer o carreamento de sedimentos, aumentando a turbidez da água apenas nas imediações das obras.

8.2 Tema: Interrupção no Escoamento de Água nos Igarapés do Compartimento Ambiental

Reservatório dos Canais – pág. 237

Recomendação:

O presente impacto prevê a interrupção do fluxo de águas nos igarapés, recomenda-se entretanto, que seja previsto a adoção de dispositivos que permitam uma vazão remanescentes a jusante dos diques e que somente após a realização dos estudos ecológicos pertinentes, a serem desenvolvidos ao longo da implantação do empreendimento, haverá subsídios para a tomada de decisão acerca da necessidade ambiental de sua implantação.

RESPOSTA

O Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques (EIA, Volume 33, item 12.6.2), a ser desenvolvido antes da implantação dos diques, em interface com diferentes programas afetos ao Meio Biótico, irá aquilatar as reais alterações que irão ocorrer nestes igarapés.

Com o monitoramento será possível dispor de dados suficientes para definir a vazão a ser restituída aos braços remanescentes dos igarapés a partir de dispositivos implantados nos barramentos (diques).

Assim, o teor do referido programa está em perfeito acordo com a recomendação explicitada para este tema.

8.3 Tema: Alteração das Características Hidráulicas dos Igarapés de Altamira – pág. 255

Comentário:

Este impacto já foi analisado no item referente aos estudos hidráulicos da região de Altamira. A Agência Nacional de Águas solicitou para a próxima fase estudos mais detalhados para esses igarapés, ação também proposta no EIA.

Recomendação:

Considerar, em eventual emissão de licença prévia, que os estudos complementares solicitados pela ANA poderão, eventualmente, demandar novas áreas de desapropriação, acima da cota 100, à medida que for aumentada a acurácia dos estudos de remanso realizados, associados à exigência de se proteger as edificações de cheias com recorrência de 50 anos, e às infraestruturas para cheias com recorrência de 100 anos.

RESPOSTA

Conforme previsto na Resolução da ANA N° 740, de outubro de 2009, em seu Art. 2°, §5° a 8°, as áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos e a infraestrutura viária deverá ser protegida ou relocada contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, sendo que a cada 5 anos as linhas d'água

do reservatório devem ser revistas considerando as alterações morfológicas pela deposição de sedimentos.

Destaca-se que os estudos desenvolvidos no EIA para o remanso fazem comparações entre os níveis d'água naturais de cheias do rio Xingu e aqueles que deverão ocorrer em situações de cheias quando o lago estiver formado. A conclusão desses estudos é que as interferências ficarão abaixo da cota 100 m. Conforme prevê a resolução da ANA, esses estudos serão refeitos a cada 5 anos e se identificadas novas alterações, as áreas onde as mesmas possam se manifestar deverão ser desapropriadas.

8.4 Tema: Possibilidade de Fuga de Água – pág. 256

As técnicas apresentadas dependem de informações a ser obtidas ao longo do monitoramento previsto no Programa de Controle de Estanqueidade do Reservatório para um maior detalhamento. Conforme apresentado, as intervenções previstas têm a função de controlar o aumento do fluxo de água pela Formação Maecuru, causada pela elevação constante da carga hidráulica gerada pela formação do reservatório. Há que se considerar o processo natural de formação das cavidades (fluxo de água subterrânea), que deverá ser mantido e o documento destaca essa condição.

Recomendação:

Apresentar as técnicas/procedimentos de proteção das cavidades naturais contra os potenciais impactos gerados pelo enchimento do reservatório e a conseqüente elevação do lençol freático.

RESPOSTA

As alternativas elencadas no EIA para se evitar uma possível fuga de água do reservatório pela infiltração nos arenitos da Formação Maecuru, atingindo as cavidades naturais próximas (caverna e abrigo Kararaô e gruta do China), são a implantação de impermeabilizações por meio de tapetes de argila e diques sobre fundações de rochas de baixa permeabilidade, como aquelas do Complexo Xingu e Formação Trombetas (**FIGURA 8-1**). A partir de estudos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos de detalhe, a serem realizados na fase de PBA, no âmbito do Programa de Controle da Estanqueidade dos Reservatórios, ter-se-ão as informações necessárias para detalhamento das mencionadas alternativas ou de outras que se mostrarem mais adequadas para as condições físicas da área. A alternativa a ser implementada deverá assegurar a preservação e conservação das cavidades naturais.

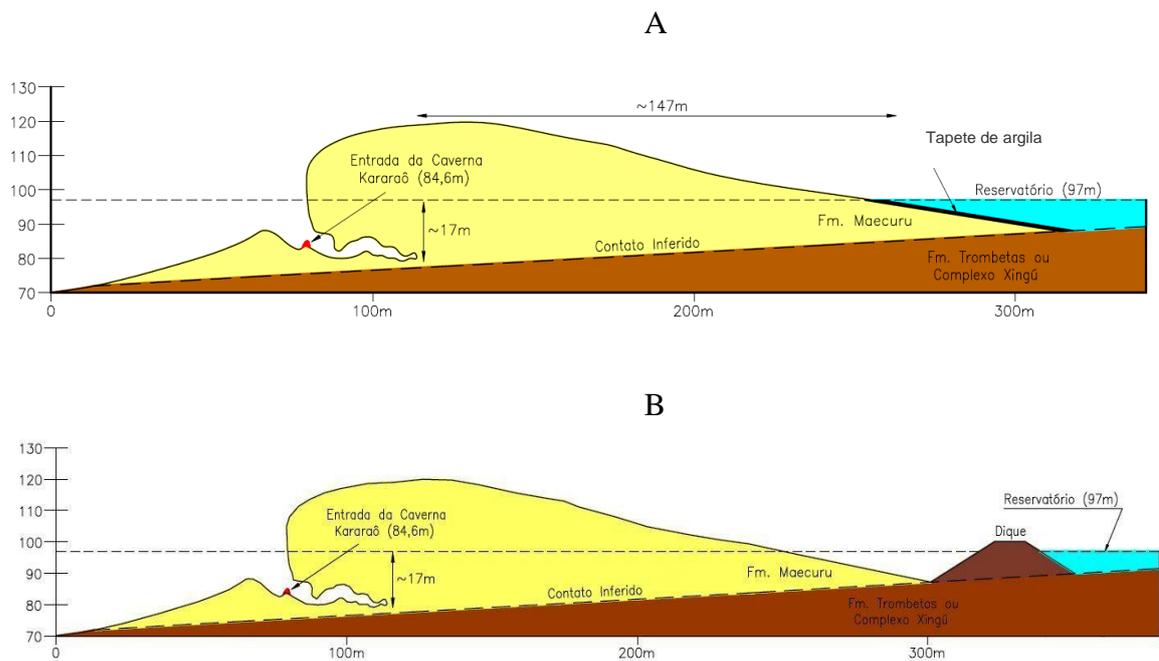


FIGURA 8-1 - Alternativas de implantação de tapete de argila (A) e dique (B) sobre fundações de rochas de baixa permeabilidade (Formação Trombetas ou Complexo Xingu) na caverna e abrigo Kararaô e na gruta do China, exibindo suas situações em relação ao futuro Reservatório dos Canais.

9. IMPACTOS SOBRE A QUALIDADE DAS ÁGUAS E MACRÓFITAS AQUÁTICAS

9.1 Tema: Perda de Diversidade de Invertebrados, Algas e Macrófitas Aquáticas

Comentários:

Em relação às macrófitas aquáticas não são tecidas considerações quanto ao reservatório do Xingu. Não são identificadas, a partir do diagnóstico realizado, quais espécies ou grupos podem ser mais afetados nos diferentes compartimentos analisados, bem como quais poderão ser favorecidos com o empreendimento.

Recomendações:

Com base no diagnóstico deve ser feita uma previsão dessa perda de diversidade, considerando as espécies que poderão ser mais afetadas.

RESPOSTA

As espécies de macrófitas aquáticas mais afetadas pela formação do Reservatório do Xingu serão aquelas de hábito enraizado, como aninga (*Montrichardia linifera*) e *Paspalum repens*, que se distribuem ao longo das áreas marginais do rio Xingu, principalmente na região próxima da cidade de Altamira.

Com o aumento do nível da água, grande parte dessa vegetação permanecerá submersa, fora do alcance da radiação solar, o que dificultará seu desenvolvimento. Contudo, não é esperada perda de diversidade, pois essas espécies permanecerão nesse compartimento, embora em menor abundância, adaptando-se ao novo sistema marginal a ser criado pelo futuro reservatório.

Nas regiões afetadas, a perda de biomassa acarretará uma redução do substrato disponível para fixação de macroinvertebrados bentônicos que vivem associados a estas macrófitas e uma alteração de nichos para desova e alimentação para algumas espécies de peixes.

Em áreas de maior tempo de retenção de água, como previsto nos braços que se formarão nos igarapés Altamira, Panelas e Ambé, serão tomadas medidas para evitar o aporte de nutrientes (tratamento de esgoto e outras ações de saneamento, remoção da população, implantação de faixa de APP, formação do parque linear), reduzindo as possibilidades de proliferação de macrófitas flutuantes, de estratégia oportunista, como *Eichornia*, *Neptunia*, *Pistia* ou *Salvinia*, que são favorecidas por ambientes de águas mais calmas e com maior nível de eutrofização.

No Reservatório dos Canais, o fluxo de vazões previsto a partir do Reservatório do Xingu evitará a proliferação de espécies de macrófitas flutuantes. Nos períodos de vazões mínimas, durante a estiagem, e nas áreas de circulação mais restrita, é esperada a ocorrência dessas espécies. Como medida de controle será implantado o Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas (EIA, Volume 33, item 12.6.4.2), abrangendo todos os compartimentos da área de estudo, associado a outras ações de controle do aporte de nutrientes ao futuro reservatório.

Na Volta Grande do Xingu não foram identificadas macrófitas aquáticas flutuantes, porém, existem nesse trecho espécies de hábito enraizado como *Cyperus sp.* Na época de menor vazão poderá ocorrer redução na abundância dessa espécie nos ambientes mais secos, enquanto que, nas áreas de menor circulação de água, poderão surgir estandes de macrófitas flutuantes como *Pistia*, *Salvinia* ou *Eichornia*.

Cabe ressaltar que todas essas espécies de macrófitas aquáticas têm ampla distribuição geográfica na bacia do rio Xingu e na região Amazônica.

9.2 Tema: Alteração na Qualidade das Águas pela Geração de Efluentes Líquidos e Sólidos, Inclusive de Embarcações

Comentário:

Destaca-se a necessidade de avaliar com mais detalhe o impacto e as ações ambientais necessárias na área do porto e no transporte fluvial como um todo, haja vista a sensibilidade dos ambientes das ilhas situadas na ria do Xingu. Além disso, não foi contemplado neste impacto o aumento da população por conta do empreendimento em toda a AID, haja vista a necessidade de implantar saneamento básico em toda essa área afetada pelo empreendimento. Entende-se que tais ações deverão estar presentes no programas de requalificação dos municípios afetados.

RESPOSTA

Os levantamentos realizados na etapa de diagnóstico demonstram que o trecho a jusante da Casa de Força, identificado pelos pontos RX07, RX11, RX14 e RX15, apresenta água de boa qualidade em todos os períodos hidrológicos analisados. A diversidade de macroinvertebrados existente nessa região, na qual se identificou a maior riqueza de famílias de toda AID, associada à presença de exemplares indicadores de boa qualidade ambiental, são aspectos que atestam as condições adequadas do ecossistema aquático nesse trecho em qualquer período do ano.

Observa-se que já existe atualmente a jusante da Casa de Força Principal um significativo fluxo de embarcações dirigindo-se ao porto de Vitória do Xingu e ao terminal portuário da Petrobras.

Na etapa de construção do empreendimento, é esperado um aumento do número de embarcações e da instalação do porto dedicado às obras, além do aumento de população residente nas localidades de Belo Monte e Vitória do Xingu. Esse processo acarretará maior produção de esgotos domésticos, de resíduos sólidos e de efluentes gerados na região portuária.

Caso não sejam tomadas medidas de controle adequadas, o aporte de cargas de origem orgânica e fecal poderá alterar a qualidade das águas nas imediações do porto dedicado às obras e na região a jusante da futura Casa de Força. Em consequência, poderá ocorrer nesse trecho mudança da estrutura natural das comunidades aquáticas, com substituição de espécies sensíveis por representantes de grupos taxonômicos do fitoplâncton, do zooplâncton e de macroinvertebrados bentônicos mais tolerantes à poluição. Do ponto de vista sanitário, a introdução de efluentes nos corpos d'água envolve possibilidade de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

A intensificação do tráfego de embarcações eleva também o risco de contaminação das águas por óleos e graxas. Esses compostos dificultam a transferência do oxigênio da atmosfera para os corpos hídricos e geram toxicidade à comunidade biológica.

Para evitar alterações na qualidade da água nesse trecho, é proposta a implantação de sistemas de controle ambiental intrínseco para a infraestrutura de apoio às obras (vide EIA, Volume 1, Capítulo 4 – Caracterização do Empreendimento; e EIA, Volume 33, item 12.4.4 – Programa de Monitoramento dos Sistemas de Controle Ambiental Intrínseco), bem como ações de saneamento básico por meio dos diferentes programas que compõem o Plano de Requalificação Urbana indicado para as localidades de Vitória do Xingu, Belo Monte e Belo Monte do Pontal (vide EIA, Volume 33, item 12.10). A qualidade da água nesse trecho do rio Xingu, bem como em toda a AID, será monitorada conforme ações previstas no Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água (EIA, Volume 33, item 12.6.4).

9.3 Tema: Alteração da Qualidade das Águas Superficiais com Propensão ao Desenvolvimento de Cianofíceas, Macrófitas Aquáticas e Vetores de Doenças

Comentário:

Destaca-se que esse impacto, após a adoção das medidas mitigadora/preventivas, foi classificado como magnitude baixa para a fase das obras (impacto exclusivo da comunidade São Pedro) e médio para a fase de operação. Entretanto, verifica-se que o impacto não foi devidamente caracterizado durante a fase de operação para os igarapés de Altamira e também para o reservatório dos canais. Posto que o prognóstico apresentado no estudo, infere situações críticas de qualidade da água naquele reservatório durante a estiação.

*Não são indicadas, a partir do diagnóstico realizado, quais espécies de macrófitas poderão se proliferar nos reservatórios. Em relação aos vetores de doenças associado ao processo de formação dos reservatórios, o Estudo destaca que, além dos riscos relativos ao incremento do número de anofelinos, também há riscos do aumento dos mosquitos do gênero *Mansonia*, que podem transmitir vários arbovírus, que causam, em humanos, quadros de febres inespecíficas, febre com exantema ou encefalites. O EIA coloca que “Embora já tenham sido detectados, na região, infectados pelo vírus da Encefalite Equina do Leste, ainda não foi comprovado caso humano da doença na Amazônia transmitido por *Mansonia*”. Mosquitos desse gênero e macrófitas aquáticas, imprescindíveis para a sua reprodução, já ocorrem naturalmente na região de inserção do AHE Belo Monte, observando-se que tais mosquitos possuem alta capacidade de proliferação, tendo atividade diurna e noturna, atingindo extensas áreas em um raio de dispersão de 30 km a partir do criadouro.*

Recomendações:

Deve ser feita uma previsão de quais espécies poderão se proliferar nos diferentes compartimentos do empreendimento, com base no diagnóstico realizado.

RESPOSTA

As principais espécies que poderão proliferar no Reservatório dos Canais e nos braços do Reservatório do Xingu, na região dos igarapés de Altamira, serão as macrófitas livres flutuantes como *Eichornia azurea*, *Eichornia crassipes*, *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes*, *Neptunia oleraceae*. Conforme anteriormente apresentado, a proliferação dessas espécies é

favorecida pelo maior tempo de retenção da água em alguns compartimentos ou braços dos reservatórios e pelo maior acúmulo de nutrientes em áreas de circulação restrita. Na Volta Grande poderão proliferar as mesmas espécies e também algumas macrófitas enraizadas como *Paspalum*, em áreas de menor vazão ou em canais secundários com circulação da água restrita.

Estas espécies de macrófitas aquáticas, com ampla distribuição na bacia do rio Xingu e em todo o bioma amazônico, podem servir de nicho de criação de mosquitos vetores de doenças, incluindo as áreas dos igarapés de Altamira.

Duas ações estão previstas para enfrentar a possível proliferação. Foram estabelecidos: o Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas (EIA, Vol. 33, item 12.6.4.2) e o monitoramento e controle de vetores de doenças endêmicas no âmbito do Plano de Saúde Pública, através do Programa de Vigilância Epidemiológica, Prevenção e Controle de Doenças (EIA, Volume 33, item 12.14.2), sendo que a questão da malária será tratada individualmente no contexto do Programa de Ação do Controle da Malária, que também integra o plano de saúde citado.

9.4 Tema: Eutrofização dos Corpos Hídricos

Comentário:

O estudo aponta alta probabilidade de ocorrência de situações críticas de qualidade da água nos reservatórios dos canais, notadamente no período de redução das vazões afluentes (vazante e seca). As situações críticas são: proliferação de plantas aquáticas e de algas que podem produzir toxinas; queda na concentração de oxigênio; mortandade de peixes; proliferação de vetores e hospedeiros de doenças de veiculação hídrica. Acrescento, ainda, a preocupação de a anoxia ocorrida no reservatórios dos canais propiciar a mobilização de metais e contaminar a cadeia trófica. Entende-se que as ações propostas não atingirão o sucesso explicitado na alteração da classificação do impacto. A ação mitigadora proposta, de eliminação de bolsões, carece de detalhamento podendo inclusive se mostrar inviável economicamente. Neste sentido, considerando o já exposto neste parecer no item referente à qualidade da água, entende-se ser um impacto de grande relevância e magnitude e possivelmente irreversível.

Recomendação:

Apresentar as informações complementares solicitadas ao longo deste Parecer.

RESPOSTA

As situações descritas poderão ocorrer no Reservatório dos Canais no período de vazante e seca devido à restrição de circulação da água em determinados trechos. Contudo, conforme já discutido em questões anteriores, a renovação de água nesses bolsões será promovida durante as estações de enchente e cheia pelo maior fluxo de água oxigenada oriunda do rio Xingu e pelas chuvas locais.

A anoxia se restringirá aos períodos de vazões mínimas e em determinados bolsões do Reservatório dos Canais. A própria regra operacional do sistema, que proporcionará ao

Reservatório dos Canais vazões elevadas, com altas concentrações de oxigênio dissolvido, irá atenuar sensivelmente os níveis de solubilização dos metais.

O aterramento de bolsões poderá ser uma medida complementar e pontual para controle da qualidade da água nesses locais, opção a ser considerada no futuro, não sendo prevista como medida de controle da qualidade da água pelos programas ambientais propostos no EIA e no RIMA.

Sem as ações mitigadoras propostas, o impacto foi classificado como irreversível, de alta relevância e alta magnitude. Porém, com a implementação das ações para evitar a eutrofização do Reservatório dos Canais listadas a seguir, o impacto passa a ser classificado como reversível a curto prazo, de relevância média e magnitude média.

- Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios (EIA, Volume 33, item 12.7.1);
- Redução do aporte de cargas pontuais, por meio do tratamento de esgotos domésticos urbanos (Programa de Intervenção em Altamira – EIA, Volume 33, item 12.10.1);
- Controle da proliferação de macrófitas aquáticas nas margens e áreas de circulação mais restringidas, principalmente no Reservatório dos Canais (Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas – EIA, Volume 33, item 12.6.4.2); e
- Controle do aporte de cargas difusas baseado na proteção das margens dos reservatórios por meio da implementação das APPs (Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanente – EIA, Volume 33, item 12.16.1).

9.5 Tema: Alteração da Qualidade da Água a Jusante da Casa de Força Principal

Comentário:

As simulações foram analisadas no item referente à qualidade da água, e foram solicitados esclarecimentos, uma vez que a análise completa ficou prejudicada devido à não localização de informações relevantes.

A análise de impactos caracteriza esse impacto como reversível no médio/longo prazo, de alta relevância e magnitude, entretanto, após a adoção de medidas mitigadoras, considera que a reversibilidade se altera para curto prazo e portanto a sua magnitude também se reduz para média. Questiona-se qual ação efetuada poderia reduzir o impacto no tempo.

Recomendação:

Solicitar os esclarecimentos presentes neste item e na análise de qualidade da água, para aprofundar a análise sobre o tema.

RESPOSTA

Conforme já explicado anteriormente, há dois momentos críticos que poderão ocorrer na descarga a jusante da Casa de Força Principal:

- Durante o período de estiagem, quando o reservatório estará estratificado pela eventual retirada de água do hipólímio anóxico; mesmo neste período haverá uma descarga de 300 m³/s (recomendação da ANA) e da água proveniente do trecho da Volta Grande do Xingu; e
- No início do período de enchente, quando a água anóxica do fundo do Reservatório dos Canais irá se misturar com a água do reservatório principal; este efeito será, provavelmente, muito curto devido ao grande volume de água que atingirá o Reservatório dos Canais no período de enchente e cheia, promovendo a renovação da água do reservatório.

A descarga desta água com menor concentração de oxigênio a jusante da Casa de Força Principal será minimizada pela re-oxigenação causada pelo efeito do turbilhonamento produzido pelas turbinas. As vazões provenientes do Trecho de Vazão Reduzida, as quais estarão sempre saturadas, contribuirão para recompor o oxigênio dissolvido a jusante da Casa de Força Principal. Nesse sentido, pode-se prognosticar um efeito temporário e eventual à biota aquática a jusante da Casa de Força Principal durante os períodos críticos mencionados, sendo, portanto, o impacto descrito como reversível no médio/longo prazo, de alta relevância e magnitude.

Porém, a implementação das ações ambientais visando à manutenção da qualidade da água do Reservatório dos Canais listadas a seguir permitem reverter a duração do impacto, passando a ser classificado como de curto prazo, de relevância alta e magnitude média.

- Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios (EIA, Volume 33, item 12.7.1);
- Controle da proliferação de macrófitas aquáticas nas margens e áreas de circulação mais restritas, principalmente no Reservatório dos Canais (Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas – EIA, Volume 33, item 12.6.4.2); e
- Controle do aporte de cargas difusas baseado na proteção das margens dos reservatórios por meio da implementação das APPs (Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanente – EIA, Volume 33, item 12.16.1)

9.6 Tema: Alteração no Nível de Coliformes em Áreas de Concentração de População

Comentário:

Devido ao aumento populacional na região, notadamente nos sítios construtivos e suas imediações haverá incremento na produção de esgotos domésticos. O diagnóstico já identificou problemas relacionados à presença da E. coli próximos a ocupações humanas. Ao longo do TVR, nas imediações das comunidades Ilha da Fazenda, Ressaca e Garimpo do Galo, devido à redução da vazão, essa situação se agravaria. Foi classificado como reversível no curto prazo, relevância e magnitude médias. Com a proposta do hidrograma, o impacto se reduz para de magnitude baixa. O prognóstico de qualidade da água para o TVR efetuado no EIA, conclui que, de forma geral, no TVR não haverá problemas mesmo com vazões de 200 m³/s e, menos ainda, com as vazões propostas no hidrograma. Entretanto, infere que haverá problemas localizados nas comunidades da Volta Grande e portanto prevê ações de saneamento.

Comentário:

Entende-se que, mesmo com as vazões propostas no hidrograma, ocorrerão problemas localizados na qualidade da água em relação aos usos praticados, notadamente nas comunidades citadas acima.

RESPOSTA

Realmente os problemas citados foram identificados no EIA, e as seguintes ações estão previstas para mitigar tais efeitos.

- Para os sítios construtivos, serão implantados sistemas de controle ambiental intrínseco, que contém ações de saneamento para os canteiros de obra, alojamentos e vilas residenciais, incluindo tratamento de esgotos sanitários; e
- Para as ocupações humanas ao longo do TVR, tais como Ilha da Fazenda, Ressaca e Garimpo do Galo, é previsto o Projeto de Monitoramento de Qualidade da Água Superficial, integrante do Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água (vide EIA, Volume 33, item 12.6.4.1).

10. IMPACTOS DO MEIO BIÓTICO

10.1 Tema: Aumento da Pressão de Caça – Pag. 210

Na avaliação de impacto, nos itens reversibilidade e magnitude, esse impacto é citado como reversível a curto prazo, mas na caracterização do impacto observamos, em relação a natureza desse impacto, que algumas espécies poderão ser extintas, o que não caracteriza a reversibilidade do impacto, como é citado. A alteração do ecossistema por essa pressão pode não apresentar respostas a curto prazo, pois diversos são os fatores que podem ser desestruturados com a pressão de retirada de caça.

RESPOSTA

O impacto identificado e avaliado é de **aumento** da pressão de caça e não simplesmente pressão de caça, porquanto a pressão de caça já existe na região, conforme amplamente documentada no diagnóstico. O aumento da pressão de caça, desse modo, pode e deve ser sim reversível.

Com relação às recomendações sobre as Ações Ambientais Propostas (Programa de Educação Ambiental), excelente. Essa recomendação deverá ser implementada por ocasião do detalhamento para a LI, caso a LP seja emitida.

Recomendações:

No tocante a “Ações ambientais Propostas” deverão ser propostas ações concretas de fortalecimento e parcerias com as entidades responsáveis pela fiscalização do tráfico na região, como Ibama, OEMA do Pará e Polícia Federal, sem as quais as ações de contenção deste impacto poderão não obter o sucesso necessário para a real mitigação do impacto gerado. Deverá ocorrer também, no âmbito do Programa de Educação Ambiental com os funcionários da obra, a informação e sensibilização ambiental dos problemas gerados com a caça, tanto para o ecossistema, quanto ao que diz respeito as penas legais as quais os envolvidos poderão sujeitar-se.

RESPOSTA

Todas estas recomendações podem e devem ser descritas e detalhadas no âmbito do PBA, caso o empreendimento venha a obter sua Licença Prévia (LP).

10.2 Tema: Aumento da Perda de Diversidade da Flora – Pag. 211

Comentário:

Não estão identificadas neste impacto quais espécies poderão ser mais afetadas com o empreendimento, a partir do diagnóstico realizado.

RESPOSTA

Na descrição do impacto são apresentadas as famílias que apresentam maior diversidade do total de 593 espécies da flora regional com DAP > 10 cm inventariada, as quais pertencentes a 66 famílias botânicas. As famílias de maior diversidade foram Fabaceae (81 espécies),

Mimosaceae (60), Caesalpiniaceae (49), Sapotaceae (46) e Euphorbiaceae e Myrtaceae (42 cada); 26 famílias (24,8% do total) apresentaram apenas uma espécie (localmente rara). Obviamente espera-se o desaparecimento local daquelas espécies mais raras, sensíveis e/ou com potencial econômico, as quais são apresentadas e destacadas no diagnóstico.

10.3 Tema: Perda de Diversidade de Fauna – Pag. 212

Comentário:

Não são citados os impactos provenientes da alteração da paisagem pela fragmentação causada pelo empreendimento, ou da perda de habitats por alteração, p.ex. dos regimes de vazão, ou da supressão para a instalação das diversas obras de arte e para a formação dos reservatórios, além do impacto do “aumento da população de espécies exóticas da fauna”.

Na caracterização do impacto, o mesmo é considerado como de “ocorrência provável”, o que, se considerados os pontos citados no parágrafo anterior, não condiz com a realidade. Esse impacto não é provável, mas sim certo de ocorrer.

Os pontos elencados deverão ser melhor detalhados e considerados na avaliação do impacto, tanto no que diz respeito ao item relevância, quanto a magnitude, antes e após a implementação das medidas mitigatórias.

Deverão ainda ser propostas ações de fortalecimento e parcerias com as entidades de meio ambiente da região, sem as quais as ações de contenção desse impacto poderão não obter o sucesso necessário para a real mitigação do impacto gerado. Sugere-se a apresentação de um programa específico de afugentamento da fauna que será diretamente impactada na ADA pela supressão de habitats e um programa de reconexão funcional de fragmentos para espécies-alvo.

RESPOSTA

Os impactos ‘alteração da paisagem pela fragmentação’, ‘perda de habitats’ e ‘aumento da população de espécies exóticas da fauna’ e vários outros são impactos relacionados e que levarão à ‘perda da diversidade da fauna’, portanto, estão constantes da rede de precedência (vide página 156 do Volume 29 – Avaliação de Impactos – parte 1, do EIA).

Este impacto foi avaliado em diversas etapas e fases de implantação do empreendimento. Desta forma, esclarece-se que durante a etapa de construção e fase de implantação de infraestrutura de apoio à construção (processo: mobilização e contratação de mão-de-obra) o impacto é sim de ocorrência PROVÁVEL (vide página 138 do Volume 29 – Avaliação de Impactos – parte 1, do EIA).

No entanto, em outra etapa de construção do empreendimento, durante a implantação de infraestrutura de apoio à construção (processo: construção da infra-estrutura de apoio) o impacto de ‘perda de diversidade da fauna’ foi considerado de ocorrência CERTA (vide página 313 do Volume 29 – Avaliação de Impactos – parte 1, do EIA).

As sugestões de ações que visem o fortalecimento e parcerias com as entidades de meio ambiente da região são pertinentes e deverão ser detalhadas no âmbito do PBA. No entanto, já no escopo do EIA do AHE Belo Monte são apresentadas algumas instituições que poderão ser

envolvidas nos programas ambientais a serem implementados durante a construção e operação do empreendimento.

Quanto a um 'programa específico de afugentamento da fauna', não ficou claro qual exatamente é a recomendação. Se a intenção de tal programa é diminuir a possibilidade de afugentamento ou promover o afugentamento, tais ações podem ser propostas no âmbito do detalhamento dos Programas de Educação Ambiental, Desmatamento ou Salvamento e Resgate de fauna. Porém, dependerá de qual o objetivo do 'programa específico de afugentamento de fauna'.

Ações para efetuar a 'reconexão funcional de fragmentos para espécies-alvo' deverão ser detalhadas no âmbito do PBA, considerando os seguintes programas já previsto no EIA:

No âmbito do Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres e Aquáticos:

- Programa de Conservação e Manejo da Flora
 - Projeto de Resgate e Aproveitamento Científico da Flora
 - Projeto de Formação de Banco de Germoplasma
- Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios
 - Projeto de Desmatamento
- Programa de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios
- Programa de Conservação da Fauna Terrestre
 - Projeto de Salvamento e Aproveitamento Científico da Fauna

E no Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatório – PACUERA, que indica dois Programas:

- Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu Entorno
- Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanente

No âmbito do Trecho de Vazão Reduzida:

- Programa de Monitoramento da Flora
- Projeto de Monitoramento das Florestas Aluviais

No âmbito do Plano de Gestão dos Recursos Hídricos:

- Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques (sendo que este deverá ser desenvolvido em conjunto com o programa de proteção e recuperação de áreas de preservação permanente dos reservatórios)

10.4 Tema: Aumento da População de Espécies Exóticas (Fauna e Flora) – Pag. 212

O Estudo ressalta que “... a margem esquerda da Volta Grande já se encontra em um estado de fragmentação adiantado e espécies mais exigentes já não se encontram nesta área”.

Isso não é condizente com o diagnóstico e com os dados de fauna apresentados no estudo etnoecológico. O impacto das espécies exóticas sobre a fauna silvestre pode estar subdimensionado.

RESPOSTA

Este impacto foi avaliado em várias etapas e fases de implantação do empreendimento e está relacionado com vários outros impactos que determinam a perda de diversidade da fauna e flora, compondo a rede de precedência. Desta forma, analisando apenas este impacto ‘aumento da população de espécies exóticas durante a etapa de construção e fase de implantação de infra-estrutura de apoio à construção o impacto foi considerado de baixa magnitude (vide página 144 do Volume 29 – Avaliação de Impactos – parte 1, do EIA).

Além disso, as populações de espécies exóticas já se estabeleceram na região, sendo que o seu aumento ocorre em função principalmente da alteração dos habitats pelas atividades humanas e será potencializado com a implantação do empreendimento. A deterioração dos ambientes naturais foram detectadas no diagnóstico e projetadas no prognóstico ambiental para a margem esquerda da Volta Grande. Exceções pontuais como foi citado para o estudo etnoecológico, devem merecer destaque pertinente para ações advindas de monitoramento e conservação, caso o empreendimento vir a ser considerado viável.

10.5 Tema: Proliferação de Zoonoses – Pag. 213

Recomendações:

Inserir em “Variável ambiental impactada” a fauna silvestre e, em caracterização do impacto, no item “Natureza”, acrescentar de qual maneira a disseminação de zoonoses para a população animal silvestre também pode afetar estas populações, acarretando em perda da biodiversidade. Inserir um Programa específico de controle de zoonoses em animais silvestres, para mitigação dos impactos causados pela transmissão de zoonoses para a fauna silvestre, podendo levar a extinção local de alguns grupos.

RESPOSTA

A recomendação de complementação poderá ser realizada em condição de condicionante, caso o empreendimento vir a obter a LP.

A recomendação do programa é relevante e deverá ser detalhada nos Programas específicos já previstos no EIA, por ocasião do detalhamento dos planos, programas e projetos.

10.6 Tema: Alterações na Repartição de Benefícios da Exploração Pesqueira – Pag. 213

Comentário:

A chegada de um grande contingente populacional vai sobrecarregar os recursos naturais, com impactos também sobre a população atual, que tem seu modo de vida ligado a exploração desses recursos. Essa pode ser também uma fonte de conflitos sociais. O EIA cita um grupo social de “barrageiros”, pescadores com domínio de técnicas de pesca em reservatório, e que poderão ser fonte de conflitos com os pescadores atuais.

Recomendações

Recomenda-se a antecipação dessas ações para antes do início da obra

RESPOSTA:

Recomendação pertinente e poderá ser atendida, devendo ser assim especificada no âmbito do PBA.

10.7 Tema: Aumento da Perda de Indivíduos da Fauna por Atropelamento – Pag. 219

Comentários:

Rever a forma de manifestação do impacto, pois não é cíclico, e sim contínuo, uma vez que as vias abertas também poderão ser utilizadas pela população local e não apenas para a construção do empreendimento. Do mesmo modo, rever a duração da manifestação, pois as rodovias continuarão abertas, ou seja, após a obra não ocorrerá a reconstituição do ambiente original, tornando esse impacto permanente. Rever a relevância e a magnitude. Incluir nas ações ambientais a identificação das áreas de passagem de fauna, implementando passagens aéreas e subterrâneas, tão logo ocorram a abertura de novas estradas, ou a melhoria das já existentes. Incluir placas informativas em programas de Informação e Educação Ambiental. Verificar padrões de deslocamento da fauna no monitoramento e realizar Análises de Viabilidade Populacional (AVP) para espécies mais impactadas.

RESPOSTA

A manifestação do impacto foi considerada cíclica porque o impacto identificado e avaliado é de **aumento** da perda de animais por atropelamento, cuja maior pressão se dará por ocasião do pico de atividades de máquinas e abertura de novas vias. Nem todas as vias que serão utilizadas para a implantação do empreendimento permanecerão, muitas deverão ser incorporadas a paisagem podendo ser previstas ações de recomposição da cobertura vegetal.

O estudo de ecologia de população de cada espécie focal não é objeto do EIA (ver Termo de Referência do IBAMA). Contudo, a recomendação se torna pertinente para o detalhamento das atividades de monitoramento visando conservação das espécies, no âmbito do desenvolvimento do PBA e depois de sua implantação.

As recomendações de identificação das áreas de passagem de fauna, implementando passagens aéreas e subterrâneas, tão logo ocorram a abertura de novas estradas, ou a melhoria

das já existentes, incluir placas informativas em programas de Informação e Educação Ambiental são pertinentes e poderão compor o detalhamento dos programas no âmbito do PBA.

10.8 Tema: Perda de Diversidade de Invertebrados, Algas e Macrófitas Aquáticas – Pag. 221

É previsto eutrofização e florescimento de bactérias e de macrófitas aquáticas no reservatório dos Canais. No TVR é previsto proliferação e dominância de algas resistentes e redução das espécies mais exigentes em regiões de águas mais estagnadas, assim como o aparecimento de macrófitas, favorecendo a proliferação de vetores de doenças.

Em relação às macrófitas aquáticas não são tecidas considerações quanto ao reservatório do Xingu. Não são identificadas, a partir do diagnóstico realizado, quais espécies ou grupos podem ser mais afetados nos diferentes compartimentos analisados, bem como quais poderão ser favorecidos com o empreendimento.

RESPOSTAS

A avaliação de impacto apresenta as espécies ou grupo de espécies que foram mais representativos no diagnóstico e comenta quais são mais sensíveis e quais grupos poderão ser beneficiados em se implantando os reservatórios.

De fato, esse impacto será maior no Reservatório dos Canais, já que no Reservatório do Xingu o tempo de residência da água será curto, com grande fluxo de água.

As recomendações devem ser incorporadas por ocasião do detalhamento dos programas de monitoramento.

10.9 Tema: Perda de Habitat Natural – Pag. 223

Ocorrerá a perda de habitats aquáticos ou semi-aquáticos associados às florestas aluviais e aos pedrais, o que implicará no desaparecimento de espécies habitat-dependentes. Não são identificadas quais são essas espécies habitat-dependentes, a partir do diagnóstico realizado.

RESPOSTA

Tanto o diagnóstico quanto a identificação e avaliação de impactos descrevem espécies de plantas que podem ser prejudicadas pela ausência de dispersores específicos, discute a questão da vegetação dos pedrais, como também há longa discussão no estudo da ictiofauna associada aos pedrais. Um dos conjuntos de espécies mais característicos das formações pioneiras são as espécies herbáceas. A espécie mais frequente identificada nas áreas de amostragem foi *Mourera fluviatilis*. As diversas espécies de Podostemaceae, estudadas no diagnóstico de Vegetação, embora não sejam endêmicas, são específicas dos pedrais. Por outro lado, há espécies associadas às macrófitas aquáticas. *Cornops aquaticum* (Acrididae) é um gafanhoto semi-aquático que desenvolve seu ciclo vital associado, principalmente, às colônias de macrófitas (ver relatório sobre Gafanhotos do MPEG, contido no EIA). Além disso, quatorze espécies de morcegos pertencentes a 10 gêneros e 5 famílias foram encontradas nos pedrais marginais ao Xingu e nas ilhas de pedrais (Ver diagnóstico de Morcegos, no EIA). Os habitats de pedrais são os abrigos exclusivos do raro molossídeo *Molossops (Neoplatymops)*

mattogrossensis. Os pedrais são ainda os abrigos e prováveis habitats preferenciais de outra espécie de morcego *Peropteryx macrotis* (Chiroptera: Emballonuridae) pelo menos na estação seca. As populações de *Peropteryx macrotis* são enormes nos pedrais do baixo médio Xingu, na estação seca ocasião em que estão expostos, fora d'água. Os pedrais são também o principal abrigo de *Furipterus horrens* (Chiroptera: Furipteridae). Além disso, o diagnóstico de ictiofauna investiga a composição e abundância da ictiofauna associada aos ambientes de pedrais com as espécies associadas a esse biótopo, principalmente da família Loricariidae. Foi registrado um total de 30 espécies de peixes, nos pedrais do médio rio Xingu, correspondentes às ordens Siluriformes e Perciformes e a quatro famílias, todas de hábitos bentônicos. Deste total de espécies, 25 corresponderam a acaris, da família Loricariidae, que dominam francamente este tipo de ambiente e muitos dos quais possuem importância no extrativismo de peixes ornamentais.

Para as aves também foram apontadas espécies que habitam o interior das florestas aluviais, sendo associadas a este ambiente, vide página 707 do Diagnóstico da Avifauna presente no Volume 14 – ADA e AID - Fauna Terrestre.

11. PROGRAMAS RELATIVOS À QUALIDADE DAS ÁGUAS E ÀS MACRÓFITAS AQUÁTICAS

11.1 Tema: Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas

Comentário:

O diagnóstico não contemplou o Trecho de Vazão Reduzida, apesar da previsão de impactos no EIA apontar uma propensão ao desenvolvimento de macrófitas neste trecho em função da alteração da dinâmica de escoamento fluvial. Em função da redução de vazão e possibilidade de formação de bolsões e áreas de remanso, este trecho também deve ser incluído no monitoramento. Além disso, os resultados apresentados no diagnóstico não esclarecem quais espécies poderão se proliferar com o empreendimento, apesar de prever uma proliferação dessas plantas nos reservatórios dos canais e na região de Altamira. Não foram apresentadas medidas de controle associadas a esse monitoramento.

Recomendações:

O monitoramento também deve contemplar o Trecho de Vazão Reduzida. Devem ser apresentadas possíveis ações de controle da esperada proliferação de Macrófitas.

RESPOSTA

A Volta Grande do Xingu é contemplada no Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas descrito no Volume 33 do EIA, mais especificamente no item 12.6.4.2. Para o monitoramento será adotado o método qualitativo, que consistirá na análise florística dos pontos de amostragem, os quais serão definidos na procura ativa. O método quantitativo será baseado na cobertura e na frequência de espécies de macrófitas aquáticas. A cobertura reflete a dominância de uma espécie em relação à toda a comunidade, enquanto que a frequência refere-se à sua distribuição na área de estudo. Os mesmos pontos de amostragem deverão ser acompanhados semestralmente durante um período de cinco anos a partir da formação dos reservatórios.

O eventual desenvolvimento de macrófitas deverá ser relacionado às condições tróficas das águas do local analisado. Todo material botânico fértil coletado será incluído em herbários, mediante contrato formal com uma instituição depositária a ser definida no PBA. Serão elaborados relatórios parciais referentes aos dados obtidos em cada campanha realizada. A cada 12 meses de execução serão elaborados relatórios consolidados, considerando-se todos os dados gerados pelo monitoramento até então, os quais serão comparados com os resultados de outros monitoramentos relativos à qualidade de água.

O Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas prevê o acompanhamento de alterações nas populações desse grupo de plantas, avaliar a possível infestação de corpos de água, desenvolver resultados na tomada de decisões sobre seu controle e a indicação de medidas de manejos pertinentes. As possíveis ações de controle da macrófitas aquáticas dependem das espécies que tenham se desenvolvido, podendo ser controladas, por exemplo, por remoção mecânica.

12. PROGRAMAS DO MEIO BIÓTICO

12.1 Tema: Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – pág. 266

Comentários:

Não há uma clara ligação deste Programa aos impactos identificados que tem ações de mitigação relacionadas ao Programa.

Recomendações:

Incluir nos objetivos específicos as ações de recuperação face aos impactos identificados, entre eles, Perda da Diversidade da Flora, Alteração na Paisagem, Intensificação da Perda de Cobertura Vegetal, Perda de Habitat Natural e Agravamento do Processo de Fragmentação. Deverão ser estabelecidas diretrizes específicas que realmente contemplem a mitigação de cada impacto. Conforme as orientações do Parecer nº 106/2009, o Programa também deve contemplar:

- Áreas de alta suscetibilidade a instabilização de encostas e propensas ao início de processos erosivos identificados na caracterização do meio físico realizada no EIA.*
- Para a disposição de bota-fora e para os canteiros de obras e alojamentos devem ser priorizadas áreas que não possuem restrições ambientais/legais, como por exemplo, Áreas de Preservação Permanente – APP.*
- Deverá constar que os acessos pré-existentes e utilizados como vias de acesso para os maquinários deverão ser mantidos em perfeitas condições de tráfego durante e após a conclusão das obras.*
- Áreas com possíveis impermeabilizações do solo, que dificultaria a percolação das águas superficiais para recarregar os aquíferos.*

RESPOSTA

Todos os programas do EIA foram concebidos considerando a situação de conservação da região, o uso e ocupação do solo vigente e, mais especificamente, a avaliação de impactos e ações a serem tomadas para a devida mitigação, seu controle e compensação dos impactos ambientais avaliados.

O conjunto dos programas envolve o estabelecimento de ações de conservação, coleta de germoplasma, recuperação de áreas degradadas, zoneamento ambiental, ordenamento do uso e ocupação do solo, recuperação de APP e áreas de relevante interesse ecológico e deve ser desenvolvido de maneira integrada e consoante com o cronograma da obra.

Por outro lado, a disposição de bota-fora e a instalação dos canteiros de obras e alojamentos devem ser previstas em áreas que não possuam restrições ambientais/legais, obviamente respeitando a legislação ambiental e as Áreas de Preservação Permanente (APPs). O Plano Ambiental de Construção, em seu detalhamento, deverá prever a utilização de acessos pré-existentes e, para aqueles que serão utilizados como vias de acesso para os maquinários, sua

devida manutenção deverá ser prevista de modo que tais estradas fiquem em perfeitas condições de tráfego durante e após a conclusão das obras, inclusive no período mais crítico que é durante as chuvas.

O detalhamento do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e dos demais que compõem o conjunto de Programas Ambientais do EIA do AHE Belo Monte deverá ser feito em outra etapa do licenciamento, quando da elaboração do PBA. Desta forma, o PBA deverá apresentar o detalhamento do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas considerando, entre outros aspectos, as áreas de alta suscetibilidade à instabilização de encostas e propensas ao início de processos erosivos identificados na caracterização do meio físico realizada no EIA. O detalhamento do programa deverá também focar a implementação de ações para a promoção da recarga de aquíferos, principalmente naquelas áreas em que tenha ocorrido uma compactação do solo (canteiros de obras, pátios de estocagem de materiais, alojamentos etc).

12.2 Tema: Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres – Pag. 272

Comentários:

As florestas de terra firme também serão impactadas pelo empreendimento, principalmente na área dos reservatórios dos canais, não sendo previsto neste Plano nenhuma ação face a este impacto.

Recomendações:

Propor no âmbito deste Plano um Programa de Monitoramento das Florestas de Terra Firme.

RESPOSTA

A recomendação é pertinente e deverá ser seguida no âmbito do detalhamento do PBA.

12.3 Tema: Projeto de Delineamento da Capacidade do Mercado Madeireiro e Certificação de Madeira – Pag. 273

Este projeto destina-se ao aproveitamento econômico da biomassa lenhosa resultante da supressão da vegetação para a implantação da infraestrutura de apoio, bota-fora e os reservatórios, bem como subsidiar a Certificação Florestal da madeira a ser retirada destas áreas como garantia da origem do produto para o consumidor final.

Apresenta como objetivos específicos:

- determinar se há viabilidade econômica na atual atividade industrial madeireira na região de Altamira e demais macroregiões do Estado do Pará;*
- Avaliar a capacidade de demanda dos mercados madeireiros em relação ao volume de madeira a ser disponibilizado pelas atividades de supressão de vegetação; e*
- de modo a garantir a origem da madeira proveniente das áreas onde haverá supressão, colaborar na identificação, quantificação e localização das madeiras economicamente aproveitáveis, permitir o aproveitamento econômico da biomassa lenhosa, definir áreas de estocagem de madeira, providenciar guias de transporte e vigilância de estoque.*

Recomendação:

É necessário esclarecer como se dará a certificação de madeira retirada de empreendimento de utilidade pública com fins de geração de energia elétrica, uma vez que a certificação deve garantir a manutenção da floresta em pé por meio do manejo florestal. Deve ser previsto neste Projeto o aproveitamento de todo o resíduo oriundo da supressão – material lenhoso fino e resíduos –, indicando quais são as melhores formas de uso, conforme a demanda do mercado local/regional.

RESPOSTA:

A recomendação é pertinente e deverá ser seguida no âmbito do detalhamento do PBA.

12.4 Tema: Programa de Conservação e Manejo da Flora – Pag. 274

Este programa prevê ações integradas para a manutenção de banco de germoplasma, resgate de material genético da flora, fornecimento de mudas, sementes e plantas para atender os programas ambientais, auxiliando o plantio e a manutenção de povoamentos, a implantação e manejo de sistemas agroflorestais e a propagação de técnicas de conservação da diversidade regional. As ações deste Programa se darão por meio de dois projetos: Salvamento e Aproveitamento Científico da Flora e Formação de Banco de Germoplasma.

Recomendações:

Incluir neste Programa, além das espécies que possuem algum uso/utilidade para o homem ou para a fauna silvestre, todas as espécies que estão sob algum grau de ameaça citadas neste Parecer. Este Programa também deverá contribuir com o Programa de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios. Devem ser estabelecidas diretrizes específicas que contemplem a mitigação dos impactos Intensificação da Perda de Cobertura Florestal, Agravamento do Processo de Fragmentação e Perda de Recursos Florestais. Tais diretrizes devem contemplar ações e locais prioritários para atuação frente aos impactos em questão.

RESPOSTA

A recomendação é pertinente e deverá ser seguida no âmbito do detalhamento do PBA.

12.5 Tema: Programa de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios – Pag. 275

Este programa tem como objetivos:

- proteger as margens dos reservatórios;*
- compensar parcialmente a supressão da vegetação para a formação do reservatório;*
- selecionar as espécies a serem recuperadas e protegidas, em conjunto com o Projeto de Salvamento e Aproveitamento Científico da Flora;*
- reflorestar e/ou adensar a faixa ciliar e aplicar tratamentos silviculturais às mudas plantadas;*

- manejar a regeneração natural, sobretudo das espécies arbóreas; e
- monitorar a restauração florestal das áreas (plantios e regeneração natural).

Recomendações:

Considerar no Programa os fragmentos identificados no diagnóstico de paisagem, de modo a permitir que os fragmentos contíguos aos reservatórios possam ser incluídos nas ações de proteção das APPs dos reservatórios.

RESPOSTA:

A recomendação é pertinente e deverá ser seguida no âmbito do detalhamento do PBA, devendo, ainda, considerar as ações que serão desenvolvidas no âmbito do PACUERA, em função do uso do entorno dos reservatórios.

12.6 Tema: Programa de Conservação da Fauna Terrestre – Pag. 275

O objetivo desse Programa é integrar metodologias de trabalho e os resultados de diversos projetos específicos que implicam em conservação da fauna terrestre. Serão monitoradas espécies re-aloçadas em função dos esforços de resgate, espécies ameaçadas de extinção e o comportamento de espécies da fauna antes e após a implantação do empreendimento.

Recomendações:

*De forma geral, todos os programas de monitoramento deverão ter início antes da obtenção da Licença de Instalação, caso as complementações solicitadas indiquem a viabilidade do empreendimento, de forma a se ter um quadro inicial da situação da biota. Avaliações periódicas deverão ser realizadas, para a elaboração de **propostas efetivas de mitigação de impactos** através do manejo de espécies. Deverão ser incluídas Análises de Viabilidade Populacional para espécies-alvo, identificadas no diagnóstico. Deverão ser esclarecidas as formas de garantia de manutenção das populações existentes na área que ficará ilhada pela formação do Reservatório do Xingu. Todos os estudos deverão ser de longo prazo. Prever a reconectividade funcional da paisagem, levando-se em conta grupos estratégicos previamente detectados entre as áreas propostas para reconexão, no diagnóstico de ecologia da paisagem. Algumas recomendações estão presentes na análise de impactos e também deverão ser observadas.*

RESPOSTA:

A recomendação é pertinente e deverá ser seguida no âmbito do detalhamento do PBA, devendo, ainda, considerar as ações que serão desenvolvidas no âmbito do PACUERA, em função do uso do entorno dos reservatórios.

12.7 Tema: Projeto de Monitoramento da Herpetofauna – Pag. 276

A natureza deste projeto é de monitoramento das espécies de relevante interesse ecológico e as re-aloçadas em função dos esforços de resgate, não é apresentado como proposta de mitigação de impactos gerados.

Recomendação:

Não há clara indicação da possibilidade de mitigação dos impactos através da realização de estratégias de manejo para espécies, ou grupo de espécies, que apresentem variações populacionais de maior grandeza. É necessária a indicação de ações efetivas de manejo com base nas modificações apresentadas no decorrer do monitoramento. Não há fundamento em realizar ações de monitoramento que não visem manejo. Enquanto atividade de monitoramento, o projeto deve iniciar antes da fase de construção, para que se possa melhor dimensionar a grandeza e alterações provenientes do impacto, na tentativa de identificar as flutuações intrínsecas dos grupos, como aquelas decorrentes da sazonalidade.

RESPOSTA

A recomendação apresentada é bastante pertinente, sendo que monitoramento deve iniciar imediatamente após a obtenção da LI. Esse monitoramento fornecerá subsídios para indicação do manejo principalmente de habitats para conservação de grupos de Herpetofauna. O EIA indica os grupos que devem ser monitorados e que estudos mais detalhados devem ser elaborados no PBA.

12.8 Tema: Projeto de Monitoramento de Mamíferos Terrestres – Pag. 276

O programa apresentado tem como principais objetivos avaliar as populações de mamíferos terrestres antes, durante e após a formação dos reservatórios; comparar as populações de mamíferos entre remanescentes de diferentes fitofisionomias e distintas dimensões; e monitorar algumas espécies utilizando radiotelemetria, para avaliar a viabilidade de resgate e soltura.

Natureza: Monitoramento, não é apresentado como proposta de mitigação de impactos gerados.

Recomendação:

Como complementação a análise de viabilidade do empreendimento, os dados apresentados deverão ser novamente analisados de forma a integrar os dados de mastofauna apresentados nos estudos do componente indígena, principalmente, levando-se em conta que a área da Terra Indígena Paquiçamba será ilhada pela obra, e que ela inclui o mais importante remanescente florestal da margem esquerda, sendo a área com melhor potencial para soltura da fauna resgatada na margem esquerda. Não estão claras as estratégias de mitigação dos impactos.

RESPOSTA

O programa de monitoramento de mamíferos terrestres apresenta claramente como objetivos obter subsídios quanto à dinâmica populacional de espécies de mamíferos para auxiliar na indicação de ações de conservação e manejo das espécies. No entanto, como o foco do programa é a conservação das espécies, deverá ser realizado de forma integrada com outros programas que focam as questões etnoecológicas relativas à Terra Indígena Paquiçamba e ao recurso faunístico presente.

12.9 Tema: Projeto de Monitoramento de Quirópteros – Pag. 277

Recomendação

Redimensionar a periodicidade estabelecida para o programa.

RESPOSTA

Esta recomendação poderá ser atendida desde que fique claro o que exatamente deverá ser redimensionado, periodicidade das campanhas de coleta, de realização do monitoramento?

12.10 Tema: Plano de Conservação dos Ecossistemas Aquáticos – Pag. 278

Programa de Monitoramento da Flora

O objetivo deste Programa é integrar metodologias e resultados dos projetos de monitoramento dos padrões fenológicos das florestas aluviais e formações pioneiras, bem como avaliar as reais alterações nos padrões fitossociológicos das formações aluviais em função da operação do empreendimento, identificando ações de mitigação.

Recomendação:

Deve-se prever que este Programa iniciará antes da obtenção da Licença de Instalação, se prolongando posteriormente á obtenção da Licença de Operação, de modo a ter uma maior precisão da detecção e quantificação dos impactos do empreendimento.

RESPOSTA

Esta recomendação poderá ser atendida no âmbito da implantação do PBA.

12.11 Tema: Projeto de Monitoramento das Florestas Aluviais – Pag. 278

As florestas aluviais sofrerão duas situações de estresse hídrico. Nas áreas que serão inundadas pelos reservatórios elas sofrerão os efeitos do estresse hídrico e no TVR elas serão submetidas a uma alteração do regima sazonal de cheias. Este Projeto tem como objetivo monitorar os padrões fenológicos e fitossociológicos dos principais grupos de plantas existentes nas florestas ombrófilas densas aluviais, nas áreas dos reservatórios e no Trecho de Vazão Reduzida, de forma a propiciar a ocorrência de ambientes propícios para o desenvolvimento da ictiofauna, dos quelônios e de outros organismos que dependem desta formação.

Comentários:

A proposição do Projeto em monitorar apenas as áreas dos reservatórios e o TVR é inconsistente. O monitoramento deve objetivar detectar e quantificar os impactos do empreendimento, para que ações de manejo sejam adotadas face ao impacto. Para isso são necessárias áreas de referência – controle – similares às que serão afetadas pelo empreendimento, de modo a ter a dimensão das flutuações naturais dos grupos monitorados. Além disso, outra área a ser afetada pelo empreendimento, em função das prováveis

alterações na qualidade da água, é a jusante da restituição das vazões turbinadas pela Casa de Força principal, e também precisa ser monitorada.

Recomendações:

Este Projeto precisa redimensionar melhor as áreas que serão impactadas pelo empreendimento, identificar áreas controle e aumentar a escala temporal do monitoramento.

RESPOSTA

Durante a realização das campanhas de campo, foi identificada uma área controle localizada a montante do futuro Reservatório do Xingu que abrange as três principais tipologias vegetacionais, a qual também deverá ser considerada no monitoramento das florestas aluviais. O detalhamento do projeto e o efetivo estabelecimento das áreas/parcelas amostrais deverá ser realizado durante a elaboração do PBA.

12.12 Tema: Projeto de Monitoramento das Formações Pioneiras – Pag. 279

Na região dos pedrais as formações pioneiras apresentam o predomínio de indivíduos de porte arbóreo ou arbustivo. Além disso, nos pedrais é observada uma famílias de plantas (Podostemaceae) associada às corredeiras do rio Xingu. Este Projeto tem como objetivo monitorar os padrões fenológicos existentes e evolutivos dos principais grupos de plantas existentes nas formações pioneiras, de modo a subsidiar a implantação de mecanismos visando salvaguardar a existência dessas populações na AID, importantes para os acarís e organismos associados aos ambientes de pedrais do rio Xingu.

Recomendações:

Este Projeto precisa identificar áreas controle e aumentar a escala temporal do monitoramento.

RESPOSTA

Valem as mesmas considerações feitas no item anterior. Sendo assim, durante a realização das campanhas de campo, foi identificada uma área controle localizada a montante do futuro Reservatório do Xingu que abrange as três principais tipologias vegetacionais, a qual também deverá ser considerada no monitoramento das florestas aluviais. O detalhamento do projeto e o efetivo estabelecimento das áreas/parcelas amostrais deverá ser realizado durante a elaboração do PBA.

12.13 Tema: Projeto de Aquicultura de Peixes Ornamentais – Pag. 279

O objetivo geral deste projeto é o desenvolvimento e a difusão de técnicas de cultivo das espécies da família Loricariidae de importância econômica de forma a garantir a renda dos pescadores locais e preservar os estoques naturais desses peixes ornamentais da região de inserção do empreendimento.

Embora tenha-se conhecimento da reprodução de Loricariidae ex situ de forma artesanal por aquarífilos em várias localidades fora do Brasil, a captura dos mesmos na natureza é a forma usual de obtenção desses peixes para suprir os mercados interno e externo. O cuidado

parental apresentado pelos Loricariidae provavelmente facilita a reprodução dos mesmos em cativeiro. Sendo assim o programa propõe o desenvolvimento de um pacote metodológico para implementar tal atividade como rotineira nas comunidades da região. Para tanto, é necessário a prévia experimentação técnico-científica para a escolha das condições mais econômicas e eficientes para o cultivo e o estudo sugere a criação de um laboratório de cultivo de peixes a ser construído junto da Universidade Federal do Pará em Altamira.

No entanto, é provável que a população que depende economicamente da atividade de coleta dos Loricariidae não se adeque à dinâmica da nova atividade, como já ocorreu em outros casos com pescadores convertidos em piscicultores. Em conversa com a equipe responsável pela proposição desse programa no EIA, o IBAMA foi informado que grande parte da população envolvida em tal atividade é oriunda de outras atividades, como o garimpo e a atividade madeireira, ocupando nichos de oportunidades à medida que surgem. Mesmo assim, o presente programa não garante que toda o público atingido será contemplado e sugere-se que novo programa seja idealizado para tais casos. Ainda, deve-se atentar para que mecanismos de controle das cotas de soltura devem ser implementados.

Recomendações:

- a alteração de sistema de produção, ou a passagem do sistema extrativista para um sistema de cultivo, impõe mudanças culturais na atividade, com reflexos nos produtores. A adaptação ao novo sistema merece uma metodologia adequada de apresentação e preparação dos produtores. Novas tecnologias necessitam também investimentos por parte dos produtores, o que deve ser previsto no PBA de forma a garantir a manutenção desses mesmos produtores na atividade.*
- É necessário realizar um cadastro socioeconômico dos pescadores atuais, de forma a garantir que o projeto venha a beneficiar esses mesmos produtores e evitar que a mudança do sistema de produção alije alguns dos produtores atuais em benefício de produtores com maior possibilidade técnica e financeira.*

RESPOSTA:

As recomendações são pertinentes e deverão ser consideradas na elaboração do PBA. Sugere-se que seja desenvolvido em conjunto com ações previstas nos programas do meio socioeconômico afetas à recuperação do sistema de produção.

12.14 Tema: Projeto de Monitoramento da Ictiofauna – Pag. 280

Este projeto visa o acompanhamento dos efeitos sobre a biodiversidade e conservação da ictiofauna antes e após a instalação do empreendimento. São incluídos o monitoramento e a avaliação do estado de conservação de espécies de interesse relevante como ferramentas. Os objetivos específicos encontram-se arrolados a seguir:

- monitorar a estrutura, composição específica, distribuição e abundância da ictiofauna do rio Xingu;*
- monitorar a distribuição e abundância de ovos e larvas, com a finalidade de concluir sobre alterações dos processos de reprodução das espécies;*

- *monitorar o estado de exploração e avaliar a capacidade de suporte dos estoques de importância comercial para a pesca;*
- *monitorar a genética das principais populações de peixes migradores;*
- *realizar estudos taxonômicos visando a elaboração de um guia de reconhecimento de espécies, com ênfase nos Loricariidae, para melhor atender a norma do IBAMA relativa à pesca (extrativismo) de peixes ornamentais.*

Recomendações:

- aplicar a inversão do ônus da prova, caso em que enquanto não for comprovado que não existem impactos sobre o volume disponível de pescado, medidas de compensação devem ser iniciadas, de maneira a evitar impactos sobre as populações (grifo nosso).*
- para oferecer segurança e transparência ao projeto e as medidas de compensação antecipatórias à comprovação do dano, deve ser realizado um cadastro socioeconômico de todos os agentes que tenham relação com a atividade.*

RESPOSTA:

As recomendações são pertinentes e deverão ser consideradas na elaboração do PBA. Sugere-se que seja desenvolvido em conjunto com ações previstas nos programas do meio socioeconômico afetas à recuperação do sistema de produção.

Projeto de Incentivo à Pesca Sustentável – Pag. 281

O estudo propões como objetivo geral para o projeto a produção de informações e a realização de atividades que facilitem e induzam a um manejo mais adequado dos recursos pesqueiros da região. Os objetivos específicos são arrolados a seguir:

- *monitorar a atividade pesqueira (cadastramento e controle de desembarque);*
- *induzir a gestão compartilhada e responsável da pesca (Criação do Conselho Regional da Pesca);*
- *criar mecanismos participativos de fiscalização (cooperação comunidades e órgãos ambientais);*
- *induzir ao manejo dos recursos pesqueiros em uma versão “adaptativa”, de acordo com as mudanças ambientais decorrentes do empreendimento e seguindo um modelo participativo descentralizado.*
- *incentivar atividades alternativas como o eco-turismo e a pesca esportiva, de forma sustentável;*
- *evitar a introdução de espécies exóticas nos reservatórios.*

Embora proposto de forma criteriosa, o efetividade do projeto esbarra na ausência de dados censitários precisos sobre o montante da população dependente da pesca na região entre o

barramento e a restituição da vazão. As comunidades indígenas e de ribeirinhos nessa região dependem dos recursos pesqueiros para suprir grande parte da sua demanda protéica. Dessa forma considera-se que o presente projeto deva incorporar a quantificação dessa comunidade dependente da pesca na região da Volta Grande do Xingu, não só daqueles pescadores comerciais que já são alvo do cadastro compulsório da SEAP.

RESPOSTA:

As recomendações são pertinentes e deverão ser consideradas na elaboração do PBA.

12.15 Tema: Projeto de Implantação e Monitoramento de Mecanismo para Transposição de Peixes – Pag. 281

O objetivo do programa, segundo o estudo, é propor, implantar e monitorar o sistema de transposição de peixes, para mitigar os impactos sobre as espécies de peixes que possuem comportamento migrador

Para tanto o estudo sugere a construção de um canal seminatural ou de deriva constituído através da ligação das cabeceiras de dois igarapés adjacentes ao barramento. Contudo é preocupante a operação de Mecanismo de Transposição de Peixes sem que estes seja vinculados a um monitoramento intensivo, o qual deve ser capaz, inclusive, de determinar a suspensão da operação do mecanismo.

RESPOSTA:

São previstas sim ações de monitoramento intensivo no âmbito deste Projeto, sendo que os resultados deverão indicar a manutenção ou não da operação do mecanismo.

12.16 Tema: Programa de Conservação da Fauna Aquática – Pag. 282

Recomendações:

*De forma geral, todos os programas de monitoramento deverão ter início antes da obtenção da Licença de Instalação, caso as complementações solicitadas indiquem a viabilidade do empreendimento, de forma a se ter um quadro inicial da situação da biota. Avaliações periódicas deverão ser realizadas, para a elaboração de **propostas efetivas de mitigação de impactos** através do manejo de espécies. Deverão ser incluídas Análises de Viabilidade Populacional para espécies-alvo, identificadas no diagnóstico. Deverão ser esclarecidas as formas de garantia de manutenção das populações existentes no Trecho de Vazão Reduzida, gerando dados para a reavaliação do “Hidrograma de Consenso” proposto pelo EIA. Todos os estudos deverão ser de longo prazo. Algumas recomendações estão presentes na análise de impactos e também deverão ser observadas.*

RESPOSTA:

As recomendações são pertinentes e deverão ser consideradas na elaboração do PBA.

12.17 Tema: Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanentes

Apresenta como objetivo apresentar estudo de proposição das APPs dos reservatórios e canais de derivação, para subsidiar o PACUERA. O estudo de proposição da APP foi detalhado na análise da ADA deste Parecer.

Comentários:

A proposição desta APP não foi realizada a contento a partir do diagnóstico realizado. Apesar de não solicitado no Termo de Referência levantamento censitário em toda a faixa marginal ao rio prevista para esta APP, de modo a não gerar maiores expectativas para a população face ao empreendimento, esperava-se pelo menos um dimensionamento dos impactos a partir da quantificação das propriedades que poderão ser total ou parcialmente afetadas com esta proposta de APP, para evitar que impactos passíveis de previsão no EIA fossem identificados apenas posteriormente.

Recomendações:

A proposição de APP variável para o reservatório do Xingu, bem como aquela do reservatório dos Canais, precisa ser revista face ao diagnóstico realizado, com um melhor dimensionamento dos impactos a partir desta proposição.

Reapresentar, no âmbito do PBA, a APP dos reservatórios dos canais e do Xingu, com largura média de 500 m, considerando:

- Qualidade de água no reservatório dos canais;*
- O estudo de paisagem, incluindo a necessidade de conexão de alguns fragmentos, principalmente no reservatório dos canais; e*
- Identificação das propriedades atingidas.*

RESPOSTA

Conforme recomendação do Parecer, a proposição de APP variável deverá ser complementada no âmbito do PBA. No entanto, esclarecimentos a respeito da proposição da APP variável para o Reservatório do Xingu e sobre os impactos, em especial os de cunho socioeconômicos, atrelados a sua materialização cumprindo a determinação do IBAMA de se manter uma largura média de 500 m, constam deste documento em resposta ao tema “APP Variável”.

13. HIDROGRAMA ECOLÓGICO

13.1 Introdução

Este documento tem como objetivo apresentar novos esclarecimentos solicitados no Parecer do IBAMA de 23 de novembro de 2009, encaminhado à Eletrobrás por meio do Ofício no 1251/2009 – DILIC/IBAMA.

As informações ora apresentadas referem-se aos critérios técnicos que levaram ao estabelecimento do hidrograma ecológico para o trecho do rio Xingu que sofrerá redução de vazão com a operação do empreendimento, e as conseqüências do funcionamento deste hidrograma sobre o sistema ambiental e as condições de vida das populações que vivem nesta região.

Assim, é apresentada uma síntese dos resultados dos estudos específicos desenvolvidos para a elaboração do Diagnóstico Integrado do Trecho de Vazão Reduzida (Volume 28 do EIA), com ênfase na caracterização das espécies da flora e da ictiofauna que poderão ser afetadas pela redução de vazão nesse trecho do rio Xingu.

Uma Nota Técnica denominada Informações sobre a Operação do Reservatório do AHE Belo Monte, de autoria do Sistema ELETROBRÁS, é apresentada no **Anexo VIII** deste documento. O objetivo desta Nota Técnica é apresentar as informações referentes à operação do reservatório do AHE Belo Monte considerando o conteúdo da Resolução ANA Nº 740, de 06 de outubro de 2009, que emitiu a DRDH - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para o AHE Belo Monte.

13.2 Critérios Adotados para a Definição do Hidrograma Ecológico

Durante a operação do AHE Belo Monte, o trecho do rio Xingu localizado entre a barragem do Sítio Pimental e a Casa de Força Principal sofrerá uma redução no volume de água, principalmente nos anos em que chover menos, porque parte das águas do Reservatório do Xingu será desviada para geração de energia na Casa de Força Principal.

Os estudos feitos no EIA identificaram que algumas características do meio ambiente e do modo de vida da população são fundamentais para determinar qual a vazão que deverá ser liberada nos diferentes meses do ano para o Trecho de Vazão Reduzida. Isto porque há uma cadeia de impactos associados à diminuição da quantidade de água nesse trecho.

Avaliações feitas no diagnóstico concluíram que as oscilações das inundações nos períodos secos e de cheias são um dos principais fatores para permitir a reprodução, alimentação e refúgio dos peixes. A redução dessas oscilações, que hoje são vitais para manutenção do ecossistema da Volta Grande, representa uma perda principalmente para a ictiofauna que utiliza as florestas aluviais. Essa perda ocasiona a redução na abundância das espécies de peixes consumidas pelas comunidades locais ou usadas para venda, o que implica em perdas econômicas.

Além dos peixes consumidos pela população ribeirinha e que dependem das florestas aluviais e, portanto, das inundações principalmente das ilhas onde está esse tipo de formação, outras espécies muito importantes nesse local são os diferentes tipos de peixes ornamentais, como o acari que encontram abrigo e ambiente para se alimentar e se reproduzir nos pedrais.

O estudo mostra que a quantidade de água a ser mantida no TVR deve permitir, no período de enchente, que as planícies aluviais sejam parcialmente molhadas ou, pelo menos, que parte da área inundável onde ocorrem as florestas marginais sofra o efeito da umidade. Assim, será possível que parte do processo de floração e frutificação, bem como o transporte desses frutos para o rio e a ciclagem e aporte de nutrientes para o rio.

Para definir essa quantidade de água foram desenvolvidos estudos específicos nesta região, visando ao aprofundamento do conhecimento de seus atributos ambientais com o objetivo de embasar a proposta de um hidrograma ecológico para essa região, que compatibilizasse a manutenção do sistema ambiental desse trecho do rio Xingu com a geração de energia.

A redução da vazão deverá afetar a distribuição espacial e a composição florística da vegetação existente dentro da calha do rio Xingu, em especial as formações pioneiras e lacustres (vegetação dos pedrais) e a floresta ombrófila densa aluvial, presente nas ilhas.

Os dados quantitativos dessas formações, apresentados na **TABELA 13-1**, (reprodução da Tabela 7.8.2.1-2 do Volume 13 do EIA), indicam a existência de 17.342 ha de vegetação dos pedrais e de 18.664 ha de florestas aluviais (sendo que partes dessas florestas encontram-se associadas com florestas de terra firme). O mapa de uso do solo e cobertura vegetal da AID, apresentado no Desenho 6365-EIA-DE-G2-004 do Volume 26 do EIA, mostra a distribuição espacial dessas formações vegetais.

TABELA 13-1
Quantitativos de uso do solo e cobertura em compartimentos da Área Diretamente Afetada - ADA do AHE Belo Monte

Classes adotadas no mapeamento	Porção da ADA referente aos reservatórios (N.A. 97m) (hectares)		Porção da ADA referente ao trecho de vazão reduzida (hectares)	Porções complementares da ADA
	Reservatório do Xingu ¹⁸	Reservatório dos Canais e canais de derivação ¹⁹		
Floresta ombrófila aberta com cipós Estágio Primário	-	-	-	-
Floresta ombrófila aberta com palmeiras	739	4.845	1.947	8.415
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	6241	316	12.165	8.734
Associação de Floresta ombrófila aberta com palmeiras com floresta ombrófila densa aluvial	85	-	6.499	202
Vegetação secundária (capoeira)	448	415	-	1.959
Formações pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre – arbustiva (vegetação dos pedrais – porte arbustivo)	3293	-	14.940	165
Formações pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre – arbustiva (vegetação dos pedrais – porte arbustivo/arbóreo)	1451	-	2.402	770
Formações pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre – herbácea sem palmeiras	465	-	-	294
Pastagem	2854	7383	1.565	10.620
Pasto sujo	601	34	-	1.220
Área cultivada	5	8	-	20
Associação de vegetação secundária com área cultivada	125	416	543	1.431
Áreas urbanas, povoados, estruturas associadas	72	-	87	272
Extração mineral	11	-	-	21
Corpo de Água	21.764	-	22.129	4.234
Total	38.154	13.417	62.277	38.357
% do Total da ADA	25,1%	8,8%	40,9%	25,2%

¹⁸ Serão formadas ou mantidas 193 ilhas/áreas de pedrais no reservatório do Xingu totalizando 8.893 hectares não contabilizados nesta coluna. Essas ilhas correspondem a 5,8% da área total da ADA

¹⁹ Serão formadas 56 ilhas no reservatório totalizando 1.661 hectares não contabilizados nesta coluna. Essas ilhas correspondem a 1,1% da área total da ADA

A redução da vazão no rio Xingu implica em impactos nas inundações que hoje ocorrem nos seus afluentes, principalmente nas margens do rio Bacajá, interferindo nos processos biológicos desenvolvidos nesses afluentes.

Após o início de operação da usina, a área de inundação das planícies aluviais deverá ser reduzida tanto em função da menor vazão do rio Xingu quanto da menor retenção da vazão dos tributários na época das cheias (efeito de remanso criado pelo rio Xingu).

A **FIGURA 13-1** mostra a distribuição espacial dos terraços baixos (planícies de inundação) e terraços altos (não sujeitos à inundação) existentes no TVR.

Cabe destacar que os estudos realizados para a identificação e mapeamento desses terraços não permitiram a discriminação entre os terraços baixos e altos, os quais, em conjunto somam cerca de 9.400 ha, concentrados principalmente na margem direita do rio Xingu, entre o Sítio Pimental e o rio Bacajá, e ao longo do rio Bacajá. A maior parte dessas áreas encontra-se ocupadas com florestas aluviais associadas a florestas de terra firme.

Nos estudos ambientais foram utilizados todos os recursos de geoprocessamento e de sensoriamento remoto disponíveis para avaliar a extensão das áreas impactadas nas florestas aluviais e na vegetação dos pedrais pela modificação do regime hidrológico no TVR após a operação da usina. A área de ocorrência da vegetação dos pedrais pode ser observável nas imagens de satélite. Entretanto, a área de inundação natural das florestas não pode ser precisamente estimada uma vez que a lâmina d'água sob a copa das árvores não pode ser visualizada nas imagens de satélite conforme justificativa apresentada ao Ibama no Relatório de Atendimento ao Ofício 1251/2009 DILIC/IBAMA de 12/2009. Além disso, a equidistância de 10 metros entre as curvas de nível da restituição aerofotogramétrica disponível para o TVR inviabiliza a utilização de técnicas de simulação e análise topográfica.

Diante da impossibilidade de se quantificar a área de floresta aluvial que será perdida, houve um esforço da equipe em encontrar outras formas de se avaliar esse impacto. Associações dos recursos presentes nos habitats existentes na floresta aluvial e que são relevantes para a ictiofauna foram identificadas na cadeia de impactos relacionada ao impacto primário de redução de vazão no TVR. Dessa forma, esse impacto passou a ser analisado pela necessidade de se propor uma vazão capaz de manter parte desses ambientes.

Outra análise realizada no EIA diz respeito aos pedrais presentes no leito do rio Xingu. A **FIGURA 13-1** mostra, também, que a calha do rio Xingu delineada na vazão de 8.165 m³/s assemelha-se a calha registrada na imagem de satélite obtida com uma vazão de 9.432 m³/s, evidenciando que em ambas as situações a totalidade dos pedrais fica submersa e a conectividade da calha do rio Xingu com as planícies aluviais laterais é garantida.

Portanto, o entendimento do comportamento do escoamento das vazões naturais deste trecho do rio Xingu ao longo do ano foi de importância fundamental para a definição de um hidrograma ecológico, que levasse a um equilíbrio entre a manutenção dos recursos e serviços ambientais fundamentais existentes nesse trecho e a quantidade de energia a ser gerada pelo empreendimento.

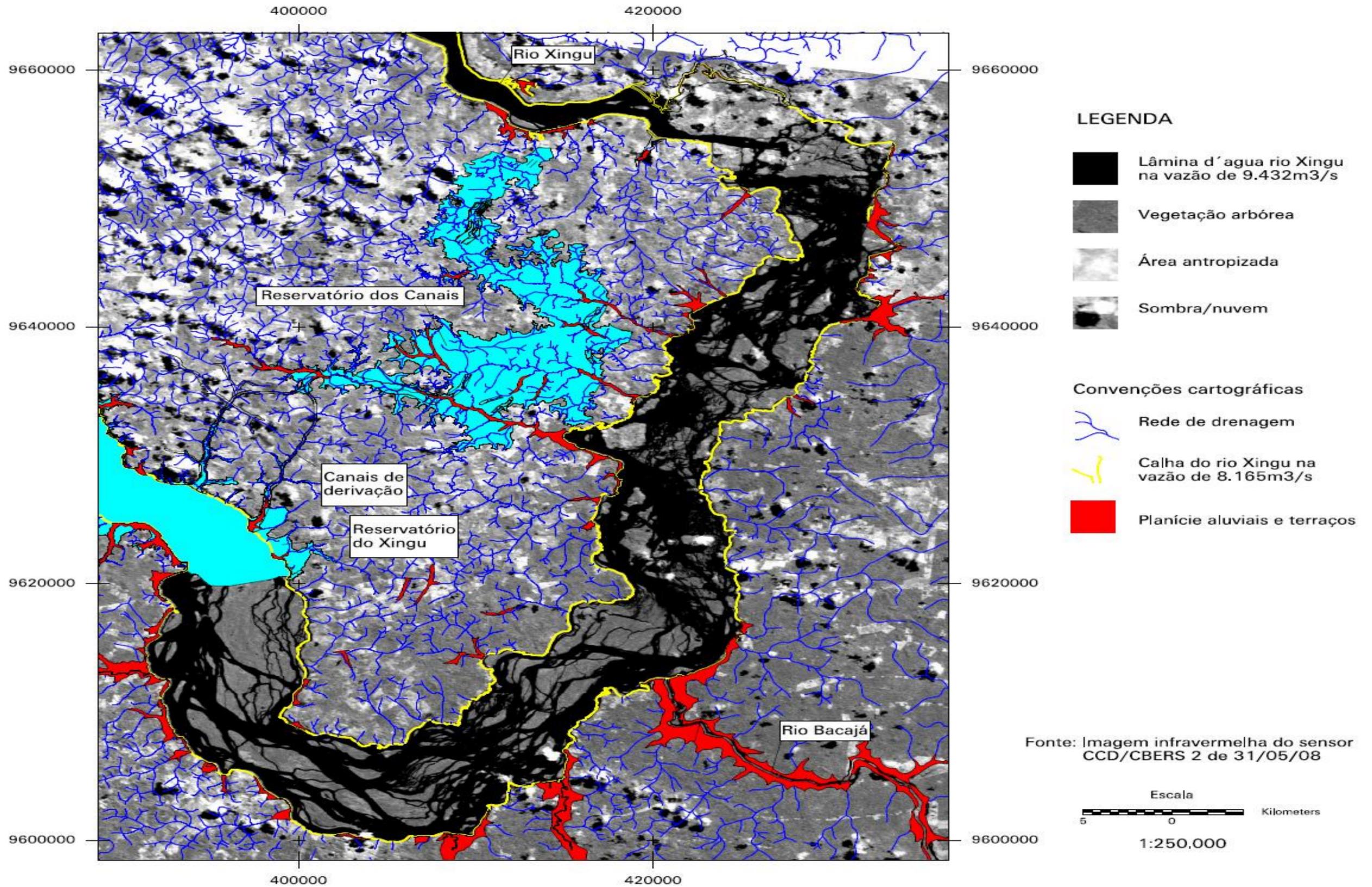


FIGURA 13-1 - Distribuição espacial das Planícies Aluviais e dos Terraços no TVR

Diversos estudos foram realizados para bem caracterizar esse trecho: coletas de amostras de qualidade das águas; campanhas para os diferentes tipos de fauna terrestre e aquática; levantamentos da vegetação, inclusive dos pedrais; e pesquisas e entrevistas com a população dos setores. Além disso, foram feitos levantamentos de topografia, no leito do rio, em diferentes seções desde o Sítio Pimental até o rio Bacajá. Conforme já referenciado, esses estudos encontram-se detalhados no Volume 29 do EIA.

Foram, ainda, realizadas comparações de imagens de satélite de seca e de cheia para identificação de quais canais do rio permanecem com água em diferentes vazões. Os estudos comparativos, apresentados no Desenho 6365-EIA-DE-G91-032 (Volume 26 do EIA) foram essenciais para a quantificação dos pedrais que ficam encobertos em vários cenários de vazões. Os resultados desse trabalho mostraram que com vazões da ordem de 8.000 m³/s 100% da área dos pedrais é encoberta pelas águas.

Com a redução da vazão para cerca de 4500 m³/s aproximadamente 1/3 dos pedrais situados no terço inferior do TVR ficam expostos e essa vazão não é suficiente para garantir a conectividade das planícies aluviais com o rio Xingu. Para que essa interligação ocorra pelo menos em algumas planícies e ilhas, é necessário se ter vazões da ordem de 8.000 m³/s escoando pelo rio Xingu. Por outro lado, em vazões próximas a 8.000 foram observados eventos de desova de peixes na região das florestas aluviais, com destaque para as florestas aluviais existentes na ria do Xingu. Cabe destacar que a vazão máxima do TVR para o período da cheia considerou o processo de reprodução de peixes, os quais necessitam realizar migrações laterais para completar o ciclo reprodutivo, resultando na reposição do estoque da ictiofauna local, ou seja, no TVR.

Vistorias de campo foi outro importante instrumento utilizado nesse estudo do TVR para avaliar a manutenção de inundação em alguns ambientes de floresta aluvial. Realizadas por terra e por barco, desde o Sítio Pimental até o rio Bacajá, essas vistorias permitiram verificar, por amostragem, quais as ilhas, margens do rio e pedrais que permaneciam inundados, ou que se encontravam pelo menos molhados, para vazões mais baixas, variando entre 7.000 m³/s (nos dias 12 e 13 de julho de 2008) e 3.500 m³/s (no período de 4 a 7 de julho de 2008). Da mesma forma foram observados quais os canais por onde se conseguia navegar com maior ou menor dificuldade. (**FIGURA 13-2 e 13-3**)

A **FIGURA 13-4** apresentadas na seqüência mostram a situação deste trecho do rio Xingu, com diferentes vazões durante o ano.



FIGURA 13-2 - Margem esquerda do rio Xingu, marca d'água na árvore (a) mostra nível de água no período da cheia (vazão de $26.018\text{m}^3/\text{s}$)



FIGURA 13-3 - Área parcialmente seca em ilha. Algumas regiões apresentavam pequenos acúmulos de água (a) pouco profundos e não conectados com o canal do rio. A vazão no período da foto estava próxima a $3.500\text{ m}^3/\text{s}$.

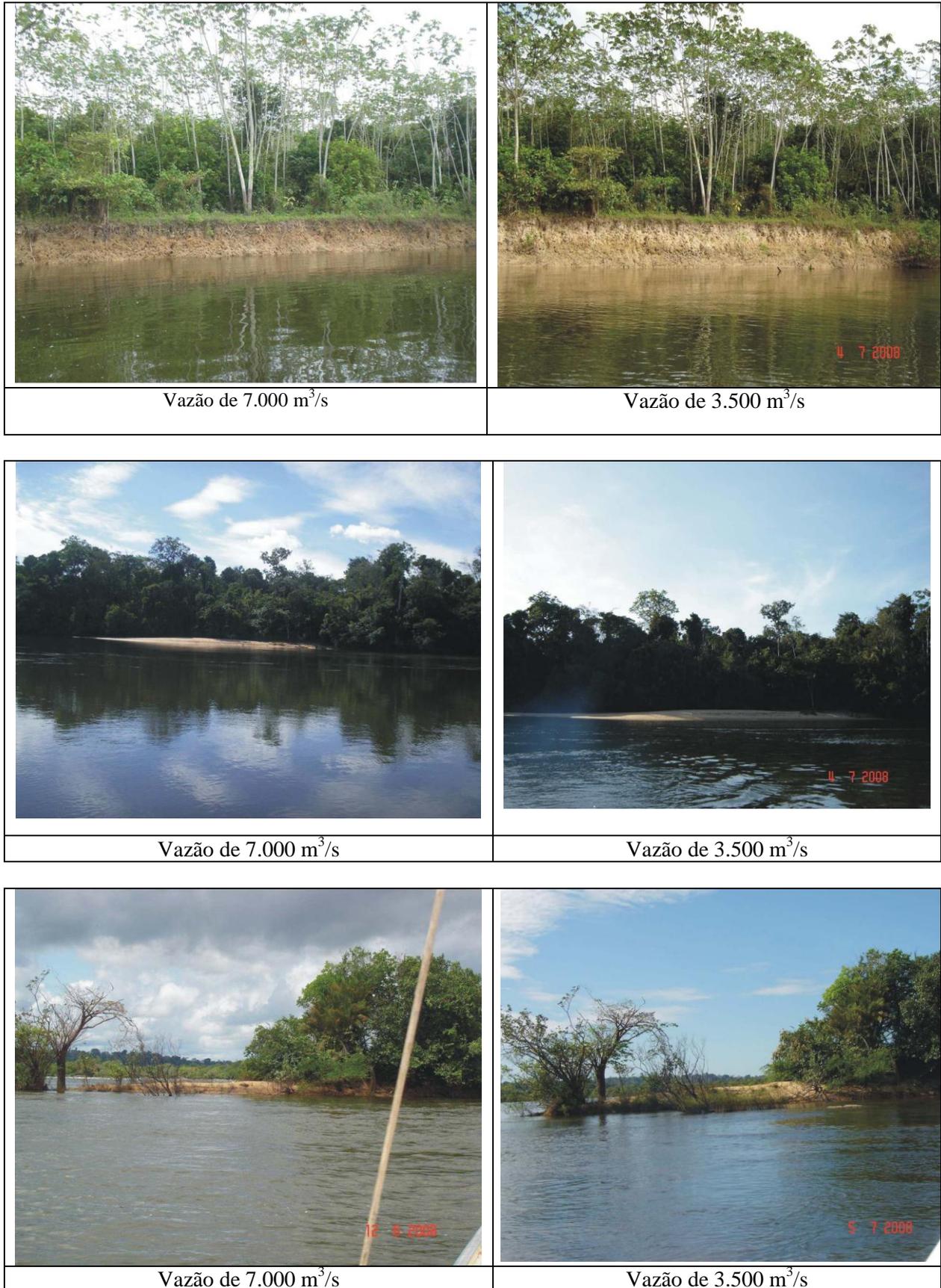


FIGURA 13-4 - Fotos comparativas nas vazões de 3.500 e 7.000 m³/s

Um dos grandes desafios do EIA foi identificar um hidrograma ecológico que chegue a um equilíbrio entre a manutenção dos recursos e serviços ambientais fundamentais existentes nesse trecho onde a vazão será controlada e a quantidade de energia a ser gerada por um empreendimento de importância fundamental como é o AHE Belo Monte. Soltar mais água durante todo o tempo significa ter menos água sendo desviada do reservatório do Xingu pelos Canais de Derivação, gerando, portanto, menos energia na Casa de Força Principal.

O EIA chegou à conclusão de que o hidrograma ecológico deve garantir vazões mínimas que permitam a navegação no período de seca e vazões de cheias que possibilitem, pelo menos, um mínimo de inundação das florestas aluviais, além da manutenção da dinâmica hídrica, com subida e descida da lâmina d'água, mesmo que em proporções bem menores, de forma semelhante ao que ocorre hoje, considerando a sazonalidade regional.

Na evolução de valores de consenso que permitissem a geração de energia elétrica pelo AHE Belo Monte, o EIA avaliou que o ecossistema desse trecho poderá suportar períodos, não maiores do que um ano, com vazões que não cheguem a inundar as planícies de inundação, mas que sempre garantam a inundação de mais de 2/3 dos pedrais.

Assim, a vazão em qualquer ano nesse trecho deverá ser no mínimo 700 m³/s para garantir a navegação e no período de cheias do rio Xingu, não poderá ser menor do que 4.000 m³/s. Espera-se dessa forma, que as espécies dependentes da inundação das planícies sejam resistentes a esse estresse hídrico e que no ano seguinte, obrigatoriamente na cheia, quando deverá escoar, no TVR, uma vazão de no mínimo 8.000 m³/s, essas espécies sejam capazes de se recuperar, beneficiando-se de um maior volume de água e completando o ciclo reprodutivo (especialmente peixes e algumas espécies da flora).

Apresenta-se na **TABELA 13-2** o hidrograma ecológico proposto no EIA.

TABELA 13-2
Hidrograma ecológico proposto no EIA

Hidrograma	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
A	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
B	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900

13.3 Simulação da Aplicação do Hidrograma Ecológico

A quantidade de água a ser liberada não deverá ser a mesma em todos os meses do ano, porque é preciso que se procure repetir os mesmos efeitos sazonais aos quais fauna e flora presentes no TVR são dependentes: a enchente, a cheia, a vazante e a seca. Isto porque, conforme a quantidade de água que passa pelo Xingu em cada uma dessas épocas, há respostas e processos ecológicos para ocorrer. Como forma de exemplo, apresenta-se na **TABELA 13-3** uma simulação da aplicação do hidrograma ecológico sobre o período histórico crítico do sistema nacional (jun/1949 a Nov/1956)

TABELA 13-3
Simulação da aplicação do hidrograma ecológico sobre o período histórico crítico do sistema nacional (jun/1949 a Nov/1956)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1949						1.200	1.000	900	750	700	800	900
1950	1.100	1.600	4.000	15.978	11.154	2.000	1.200	900	677	700	800	900
1951	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1952	1.100	1.600	4.000	16.583	7.861	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1953	1.100	2.550	2.500	18.162	10.325	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1954	1.100	1.600	5.425	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	645	800	900
1955	1.100	1.600	2.587	12.101	14.213	1.575	1.000	900	750	700	800	900
1956	1.100	2.957	4.000	11.664	4.504	2.000	1.200	900	750	700	800	

O exemplo usado mostra que vazões superiores aquelas previstas no hidrograma ecológico deverão ocorrer. Observando os dados do ano de 1952 podem-se perceber vazões de 18.162 m³/s em abril e mais de 10.000m³/s em maio, o que é bastante superior aos valores mínimos previstos pelo hidrograma ecológico.

O **GRÁFICO 13-1** mostra a vazão que ocorreria no TVR considerando a repetição da série hidrológica do período crítico do setor elétrico. A análise do gráfico mostra que em cinco dos oito anos simulados as vazões de cheia são maiores do que as mínimas previstas e, portanto, ocorrerão inundações dos ambientes de planície, o que era o principal objetivo na proposição deste hidrograma. Outra constatação importante é que mesmo nos anos que a vazão no período de cheia é de 4.000 m³/s ocorrem vertimentos com vazões superiores a 8.000 m³/s. As principais alterações de vazões no TVR deverão acontecer nos períodos de vazante e cheia, mantendo-se os princípios adotados de vazão mínima que permita a navegação, vazão de cheia, que permita a inundação das planícies e uma subida e descida do hidrograma que simula a forma do hidrograma natural.

A Nota Técnica Informações sobre a Operação do Reservatório do AHE Belo Monte, anexa a este documento, comprova que *“Dos 77 anos de histórico de vazões tem-se 66 anos com vazões superiores ao hidrograma ecológico”*.

Na sequência apresenta-se uma síntese das informações constantes no EIA sobre as espécies da flora e da ictiofauna mais sensíveis e que poderão vir a ser afetadas pela redução de vazão no TVR.

AHE BELO MONTE – Comparação das Vazões Simuladas (Junho de 1949 a Novembro de 1956) com os Hidrogramas Propostos

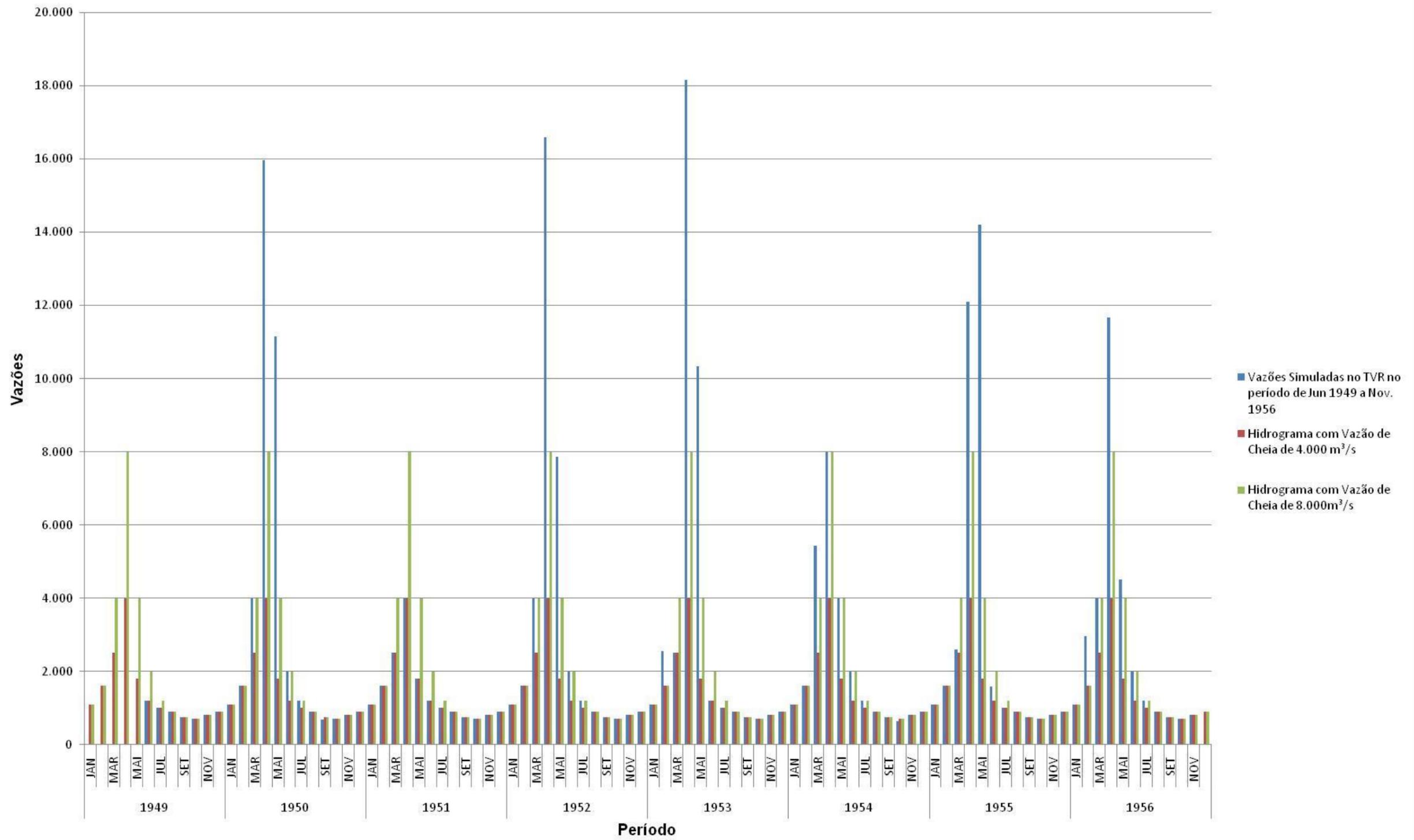


GRÁFICO 13-1 - Comparação das Vazões Simuladas (Junho de 1949 a Novembro de 1956) com os Hidrogramas Propostos

13.4 Espécies da flora e da ictiofauna mais sensíveis e que poderão ser afetadas pela redução de vazão no TVR

13.4.1 Espécies de plantas mais sensíveis à redução de vazão

As espécies típicas da floresta aluvial possuem adaptações à dinâmica hídrica. Os levantamentos e as informações bibliográficas apresentados no EIA, detalham as características destas espécies (vide Volume 13 ADA e AID – Uso do Solo e Vegetação). Entre as espécies que são comuns nesta tipologia destacam-se a sumaúma (*Ceiba pentandra*), munguba (*Pseudobombax munguba*), o pau-mulato (*Calophyllum spruceanum*), andiroba (*Carapa guianensis*), ucuúba (*Virola surinamensis*) e várias espécies do gênero *Ficus*.

Em alguns trechos aparecem formações com as palmeiras jauari (*Astrocaryum jauari*), açai (*Euterpe oleracea*) e caranã (*Mauritiella armata*), nas zonas mais rebaixadas do relevo. No entanto, não chegam a configurar um elemento de paisagem.

As principais espécies que ocorrem na floresta aluvial são: *Ceiba pentandra* (sumaúma), *Virola surinamensis* (ucuúba branca/ucuúba da várzea), ocorrendo não só na Amazônia como também na maioria dos rios da área do Caribe e *Tapirira guianensis* (tatapiririca), vivendo normalmente em todas as bacias tropicais sob qualquer latitude. Os gêneros de *Arecaceae*, *Mauritia* e *Euterpe*, ocorrem com seus ecótipos bem marcados pelas latitudes diferentes; *Mauritia flexuosa* na Bacia Amazônica; *Euterpe oleracea*, na bacia do rio Amazonas. Finalmente, a espécie *Calophyllum brasiliense* (jacareuba), ocorrendo em todas as bacias brasileiras e sempre ocupando as planícies inundadas com frequência.

As espécies mais comuns observadas são o tarumã (*Vitex triflora* - *Violaceae*), ipê da várzea (*Tabebuia barbata* - *Bignoniaceae*) e xixuá (*Maytenus* sp. - *Celastraceae*). No entanto, essa relação de abundância poderá se modificar em função do regime hidrológico no TVR, com as palmeiras como o açai sendo substituídas por outras plantas mais adaptadas ao regime méxico.

O sub-bosque é limpo, com pouca regeneração das espécies do dossel. Provavelmente a mortalidade produzida pela inundação selecionou poucas mudas, reduzindo drasticamente o número de indivíduos jovens. Algumas poucas espécies deste estrato apresentam geralmente porte reduzido e, talvez, com adaptação ecofisiológica para sobreviver submersos por um determinado período. Foram registradas neste estrato *Oxandra riedelinana* (*Annonaceae*) e *Ticorea longifolia* (*Rutaceae*); dentre as árvores emergentes tem-se o açacu (*Hura crepitans* - *Euphorbiaceae*), a piranheira (*Piranhea trifoliolata* - *Euphorbiaceae*), a abiurana da várzea (*Pouteria glomerata* - *Sapotaceae*) e acapurana (*Campsiandra laurifolia* - *Caesalpiniaceae*).

É esperado que com a modificação do regime de vazão no TVR essas plântulas se façam presente em determinado período do ano, intercaladas com plântulas de sementes oriundas da terra firme, e que o balanço de sobrevivência em função do regime de vazão modifique a composição de espécies, a abundância de algumas e o aspecto fenológico do sistema.

A floresta aluvial possui uma diversidade um pouco inferior à floresta de terra firme, em função das condições hidrológicas onde a lâmina d'água varia consideravelmente. Em geral, cerca de 150 espécies de árvores são encontradas nesta tipologia, distribuídas em famílias botânicas como *Caesalpiniaceae* e *Euphorbiaceae*. No estudo do AHE Belo Monte foram levantadas 200 espécies presentes na floresta aluvial, sendo que a abundância de indivíduos entre as espécies é mais bem distribuída do que nas florestas densas de terra firme.

Muitos dos atributos descritos para as matas de terra firme aplicam-se às florestas aluviais como, por exemplo, sub-bosque limpo e sapopemas muito freqüentes. O porte (biomassa, área basal) da floresta de várzea é menos expressivo que o da floresta de terra firme, se bem que algumas de suas árvores são muito grandes como a sumaúma, açacu, muiratinga e as cachingubas; as madeiras são, em geral, mais moles do que as de terra firme.

No TVR seis espécies (1,6% do total) ocorreram com mais de uma centena de indivíduos: *Zygia cauliflora*, (143 indivíduos), *Protium apiculatum*, (120), *Cenostigma tocanthinum*, (119), *Attalea speciosa*, (116), *Mollia gracilis*, (114), *Guapira venosa*, (105); contrariamente, com apenas um indivíduo, foram identificadas 122 (33,2%) espécies. Essa relação de espécies mais comuns entremeadas com outras espécies oriundas de terra firme poderá vir a ser modificada, propiciando a alteração da comunidade florística do TVR, caso a região seja protegida da intervenção humana, quando a sucessão ecológica levará a novo arranjo de composição de espécies e fenológico.

As espécies típicas de floresta aluvial, observadas no EIA, foram: *Ceiba pentandra*, *Hevea brasiliensis*, *Virola surinamensis*, *Attalea maripa*, *Attalea speciosa*, *Astrocaryum jauari*, *Machaerium multifoliolatum*, *Hippocratea volubilis* entre outras. As espécies mais comuns, e potencialmente mais sensíveis são: *Hevea brasiliensis*, *Virola surinamensis* e *Astrocaryum jauari*.

Nesta fitofisionomia apenas as sete espécies (ou 3,5% do total) de maior abundância corresponderam a mais da metade (52,5%) do total de indivíduos amostrados: *Mollia gracilis* (296 indivíduos/amostra ou 59,2/ha), *Cynometra marginata* (228/amostra ou 45,6/ha), *Zygia cauliflora* (215 amostra ou 43,0/ha), *Paramachaerium ormosioides* (150/amostra ou 30,0/ha), *Discocarpus essequeboensis* (141/amostra ou 28,2/ha), *Hevea brasiliensis* (130/amostra ou 26,0/ha), *Vatairea guianensis* (75/amostra ou 15/ha); com amplitude entre 60 e 5 indivíduos na amostra (ou entre 12 ind/ha e 1 ind/ha) obteve-se um total de 62 (31,0%) espécies; as demais 131 (65,5%) espécies têm menos de 1 ind/ha salientando-se ainda que, entre estas, 64 (32,0%) apresentaram a menor abundância (1,0 indivíduo na amostra ou 0,2 ind/ha) sendo por isso consideradas espécies localmente raras. Essas seriam as espécies potencialmente mais sensíveis às modificações de vazões, mas há diversos casos de plantas de várzeas transferidas para outros ambientes que se adaptam bem ao novo regime, e às vezes, conseguem completar o ciclo fenológico.

A distribuição espacial das espécies evidenciou *Hevea brasiliensis* e *Zygia cauliflora* presentes em mais de 90% das parcelas. Apenas cinco espécies (ou 2,5% do total) das espécies com área basal superior a 1,50 m²/ha corresponderam a mais da metade (51,5%) do total da área basal, sendo elas: *Cynometra marginata* (4,18 m²/ha), *Mollia gracilis* (3,73 m²/ha), *Paramachaerium ormosioides* (2,65 m²/ha), *Hevea brasiliensis* (2,27 m²/ha), *Zygia cauliflora* (1,69 m²/ha); 20 (ou 10,0% do total) espécies apresentaram o menor valor desta variável (0,002 m²/ha). Pela abundância na floresta aluvial essas espécies também podem potencialmente serem designadas como as mais sensíveis à mudança das vazões.

O índice de valor de cobertura (IVC), que infere no porte e/ou na abundância dos indivíduos da espécie, mostrou que apenas as seis espécies (ou 3,0% do total) com valores do IVC superiores a 5,0% respondem por mais da metade (52,9%) do valor total desta variável sendo as que mais se destacaram *Mollia gracilis* (12,91%), *Cynometra marginata* (12,26%), *Paramachaerium ormosioides* (7,89%), *Zygia cauliflora* (7,57%), *Hevea brasiliensis* (6,79%), *Discocarpus essequeboensis* (5,47%); Dezesesseis espécies (ou 8,0%) apresentaram a menor

estimativa do índice (0,02%). Maiores detalhes sobre estes dados estão no Anexo 11, do Volume 17 do EIA que apresenta o Relatório da Flora elaborado pelo MPEG.

A determinação do índice de importância ecológica da espécie (IVI) permitiu concluir que as 11 espécies (ou 5,5% do total) que apresentaram $IVI > 2,0\%$ corresponderam a mais da metade (51,5%) do total desta variável; as espécies de maior destaque nesta fitofisionomia foram *Mollia gracilis* (9,49%), *Cynometra marginata* (9,11%), *Paramachaerium ormosioides* (6,09%), *Zygia cauliflora* (6,04%), *Hevea brasiliensis* (5,57%); entretanto outras 41 (20,5%) espécies apresentaram os menores valores do índice (0,07%).

A floresta aluvial apresentou composição completamente distinta da floresta de terra firme: na aluvial apenas 11 espécies foram necessárias para se atingir a metade do IVI total e, somente uma espécie foi comum entre terra firme e aluvial (*Gustavia hexapetala*).

Entre as espécies pioneiras dos pedrais está o camu-camu ou caçari (*Myrciaria dubia*), um arbusto de até 5m de altura, bastante ramificado e com densa folhagem na época da seca. Associadas ao camu-camu, vivem outras espécies vegetais como a acapurana (*Campsiandra laurifolia* - Caesalpiniaceae) e *Acosmium nitens* -Fabaceae. Contudo, deve-se salientar que essas espécies ocorrem em toda a região do Xingu, incluindo as podostemáceas que também ocorrem nos pedrais da região do Iriri, fora da AID. Em vazões acima de 4.000 m³/s a dinâmica hídrica dos pedrais será mantida e, portanto, serão preservados os ambientes propícios a manutenção das populações de Loricarídeos.

A diversidade das plantas pioneiras dos pedrais é baixa, incluindo no máximo 50 espécies. No entanto, as populações de algumas espécies são abundantes. A estrutura da vegetação é variável, uma vez que o tamanho e a forma das manchas devem influenciar na densidade e no porte das plantas.

13.4.2 Espécies de peixes mais sensíveis à redução de vazão

No rio Xingu, o ciclo hidrológico é relativamente previsível e implica na ocorrência de grandes flutuações de nível da água, de amplitude média anual de cerca de 8m. A alternância entre uma fase terrestre e uma fase aquática, ao longo do ano, leva à inundação periódica das áreas marginais florestadas, pelo transbordamento lateral de águas dos rios e ambientes associados. Essas mudanças recorrentes do ambiente físico promovem modificações ambientais, químicas e físico-químicas às quais a biota responde por meio de adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas ou comportamentais, ou pela mudança na estrutura da comunidade e na sua composição.

O rio Xingu apresenta o ciclo hidrológico característicos dos rios da região amazônica, com um mínimo de vazão, nos meses de setembro e outubro, e um período de cheia entre março e abril. Nos meses de verão, as praias de areia e os pedrais aparecem expostos, com a diminuição do volume de água. A medida que as chuvas começam, ocorre a elevação da cota do rio. Entre dezembro e março ocorrem rápidas mudanças do nível do rio, que começa a inundar, primeiro as partes mais baixas das margens e ilhas e depois entrando definitivamente nas regiões mais altas das florestas aluviais, formando igapós, ou lagoas marginais.

O ciclo hidrológico do rio com os seus pulsos, determinados pela sucessão de períodos secos e chuvosos, possui uma extraordinária influência na estruturação da fauna íctica e no desenvolvimento das suas estratégias de vida e ocasiona mudanças ecológicas marcantes para

a ictiofauna. O ingresso da água nas áreas laterais dos corpos aquáticos implica no enriquecimento dos solos e no aumento considerável da área aquática, nichos e alimentos disponíveis para os peixes. Assim, a pobreza em produção primária total das águas do rio é substituída, no período de chuva, por uma grande produção de frutos e sementes e pelo aporte de material alóctone que fertilizam todo o sistema. Com o retorno das águas, ocorre a lavagem da matéria orgânica em decomposição, o que contribui positivamente para aumentar a concentração de nutrientes no canal do rio.

Dentre os ambientes de importância para a ictiofauna do rio Xingu que sofrem inundação periódica, destacam-se, pela sua função ecológica como local de refúgio, reprodução e alimentação, dois ambientes: i) os pedrais e blocos rochosos do canal do rio e ii) as planícies de inundação (várzea e igapó), localizadas em suas margens.

Os pedrais ou blocos rochosos no leito do rio, aliados às diferenças altitudinais do Xingu favorecem a evolução e diversificação da fauna do rio. As áreas encachoeiradas do rio, particularmente na Volta Grande, a jusante da foz do rio Bacajá, formam ambientes muito diversificados e locais de difícil acesso, onde os peixes podem se esconder, na busca de refúgio dos predadores. Nessas áreas ocorre grande número de espécies das famílias Loricariidae e Anostomidae, que utilizam as fendas e rugosidades das pedras e lajes como habitat, se alimentando dos vegetais e pequenos animais que ali se acumulam. Também nessas áreas ocorrem bagres piscívoros, da família Pimelodidae, que habitam os fundos dos canais, na busca de presas.

Para o caso específico das espécies de corredeiras do Xingu, foram observadas importantes adaptações eco-morfológicas nos peixes, o que por sua vez facilita a partição dos recursos, evitando a competição entre espécies muito próximas. É o caso de alguns piaus da família Anostomidae, que se alimentam de limo e microalgas que crescem sobre os pedrais. Estas espécies (*Leporinus julii*; *L. tigrinus* e *Leporellus vittatus*) apresentam anatomia bucal diversa, de acordo com a posição preferencial para a alimentação. Espécies especializadas em raspar as pedras do fundo desde a coluna d'água, têm boca ventral; os que realizam a busca de alimento desde as fendas do fundo para as pedras por cima, possuem boca dorsal e os que ficam na coluna d'água, raspando a superfície lateral das pedras, possuem boca terminal (ZUANON, 1999).

Nos pedrais e corredeiras do rio Xingu, as espécies de peixes Siluriformes ganham maior relevância, em particular pela presença da grande diversidade de acaris da família Loricariidae. Os peixes Loricariidae, registrados em abundância nos ambientes associados a pedrais, demonstraram uma representatividade considerável no rio Xingu, conformando a maior parte do total das espécies encontrados nesse habitat. Estas espécies de Loricariidae, pertencem a um grupo taxonômico pouco conhecido e utilizam os pedrais como principal local de vida e neles podem tanto se alimentar como se reproduzir. A maior parte dos grupos de cascudos possui adaptações que reconhecem os ciclos de inundação dos pedrais, durante a enchente e vazante. São espécies de médio e pequeno porte, que se alimentam de pequenos invertebrados ou da vegetação que habita as superfícies dos blocos rochosos (periliton) e desovam nas fendas profundas das rochas, na vazante, ou em depressões que cavam nos barrancos de terra nas margens do rio (na enchente), dependendo das espécies.

O TVR apresentou características particulares dentre os trechos analisados para a ictiofauna do rio Xingu. Comparando todas as formas de coleta, nas amostras realizadas para os estudos de impacto ambiental encontraram-se **18 espécies** exclusivas de peixes no TVR. Essas

espécies foram: *Acnodon sp.*, *Anchovia clupeioides*, *Ancistrus sp. 1*, *Ancistrus sp. 2*, *Anostomus intermedius*, *Archolaemus blax*, *Baryancistrus sp.*, *Baryancistrus sp. 3*, *Centromochlus sp.*, *Cetopsis sp.*, *Crenicichla strigata*, *Doradidae sp.*, *Hemicetopsis candiru*, *Hypancistrus sp. "pão"*, *Oligancistrus sp. 3*, *Pimelodinae sp.*, *Potamorhina latior*, *Potamotrygon cf humerosa*.

Nas coletas direcionadas para os peixes bentônicos de corredeiras do rio Xingu foram registradas **32 espécies** da família Loricariidae, pertencentes a 15 gêneros: *Ancistrus* (5 spp.), *Baryancistrus* (6 spp.), *Farlowella* (1 sp.), *Hopliancistrus* (1 sp.), *Hypostomus* (1 sp.), *Leporacanthicus* (1 sp.), *Loricaria* (1 sp.), *Oligancistrus* (4 spp.), *Panaque* (1 sp.), *Parancistrus* (4 spp.), *Peckoltia* (2 spp.), *Pseudacanthicus* (1 sp.), *Pseudancistrus* (1 sp.), *Scobinancistrus* (2 spp.), *Squaliforma* (1 sp.). Desse total, no TVR ocorrem cerca 23 espécies, das quais 18 foram exclusivas para esse trecho do rio, nas coletas de peixes bentônicos. Essas espécies são: *Acnodon sp.*, *Anchovia clupeioides*, *Ancistrus sp. 1*, *Ancistrus sp. 2*, *Anostomus intermedius*, *Archolaemus blax*, *Baryancistrus sp.*, *Baryancistrus sp. 3*, *Centromochlus sp.*, *Cetopsis sp.*, *Crenicichla strigata*, *Doradidae sp.*, *Hemicetopsis candiru*, *Hypancistrus sp. "pão"*, *Oligancistrus sp. 3*, *Pimelodinae sp.*, *Potamorhina latior*, *Potamotrygon cf humerosa*. Dentre as espécies mais abundantes nesse setor, destacam-se *Oligancistrus sp. 2* (17,8%), *Oligancistrus sp. 1* (16,6%), *Parancistrus nudiventris* (11,4%), *Peckoltia sp. 1* (10,3%), *Baryancistrus sp. 2* (10,1%), que corresponderam a 66,3% do total, nesse tipo de coleta.

Dentre as espécies de peixes coletadas na coluna d'água nos ambientes de pedrais e corredeiras, o TVR foi o que apresentou o maior número de espécies (49 espécies). Neste trecho foram encontradas **18 espécies exclusivas** para este método de coleta, sendo: *Brycon sp.*, *Creagrutus sp.*, *Crenicichla sp. "ocelo"*, *Crenicichla sp. "preta"*, *Geophagus sp.*, *Hemiodus goeldii*, *Hopliancistrus tricornis*, *Iguanodectes sp.*, *Leporinus friderici*, *Leporinus maculatus*, *Loricaria sp.*, *Moenkhausia sp. "ponto caudal"*, *Myletes pacu*, *Potamotrygon cf. humerosa*, *Potamotrygon leopoldi*, *Pseudopimelodus sp.*, *Rineloricaria sp.*, *Synbranchidae sp.*

Adicionalmente sabe-se que nesta região ocorrem pelo menos 18 espécies de peixes endêmicos, sendo três delas encontradas apenas na região da TVR, a saber: *Leporacanthicus heterodon*, *Megadontognathus kaitukaensis* e *Teleocichla centisquama*. Dentre as espécies endêmicas se destacam também *Hypancistrus zebra* e *Potamotrygon leopoldi*, por serem importante alvo da pesca ornamental, mesmo que de forma clandestina.

A falta de um pulso de inundação sobre os ambientes de pedrais do TVR deve afetar a abundância relativa e as funções vitais deste grande grupo de peixes que ali ocorre, cujas principais espécies encontram-se quantificadas e qualificadas acima, diminuindo as fontes de alimento e os locais de refugio e alimentação, bem como incrementando as taxas de mortalidade por predação e por pesca. Adicionalmente, a diminuição da profundidade média da água deve aumentar a temperatura do meio aquático o que poderá afetar também negativamente o desenvolvimento ontogenético desses grupos, nas suas primeiras fases de vida.

Experimentos realizados em cativeiro para *Hypancistrus zebra*, demonstram que os adultos desta espécie vivem em locais entre 22 e 29° C e que se reproduzem nas fendas das rochas, em locais com temperaturas não superiores a 30 graus, bem arejados e de águas limpas. São animais sensíveis a mudanças na temperatura da água e na qualidade do ambiente, para sua reprodução (SCHLIEWEN & STAWIKOWSKI, 1989; STAWIKOWSKI, 1992).

As planícies de inundação do rio Xingu são utilizadas pela grande maioria das espécies da ictiofauna, que lá passam parte do seu ciclo de vida. O pulso hidrológico promove a inundação lateral do rio, o qual interfere na disponibilidade de alimento para os peixes, nas relações inter e intra-específicas, nas estratégias reprodutivas e na disponibilidade de habitat para a ictiofauna.

Durante o período seco, os peixes devem permanecer confinados, no curso de água residual, no canal principal do rio, o que intensifica a predação sobre os peixes de menor porte. Entre setembro e outubro os indivíduos pequenos de diversas espécies como aracu e pacu, se alimentam do limo das pedras e de outros materiais depositados nas superfícies rochosas, habitando em parte as poças que por ventura ficaram ainda com água, obtendo assim pequenos ambientes de onde fugir dos predadores do rio (FIGURA 13-5).



FIGURA 13-5 - Pacus (esquerda) e aracus (centro) se alimentando nos depósitos de matéria orgânica e periliton encontrados sobre as pedras no período seco e poças de água formadas no meio do Rio Xingu, durante esse período (direita) (Fotografias: Victoria Isaac).

Ao começar o período chuvoso, o rio eleva a sua cota e, dependendo do local, declividade e posição, já em dezembro as áreas mais baixas começam lentamente a ser inundadas, sem ainda ter ocorrido o transbordamento total do rio. Nesta época, praticamente todas as espécies, realizam deslocamentos laterais, passando do canal principal do rio para os igapós, através dos chamados “sangradouros”. Nas áreas recentemente alagadas, os peixes herbívoros e detritívoros encontram abundante alimento, derivados da floresta, e buscam refúgio dos predadores, que os perseguiram no período seco. Estes por sua vez, também se deslocam para as novas áreas colonizadas pelas águas, na busca de novas presas.

Uma grande quantidade dos peixes frugívoros e detritívoros das águas do rio Xingu pertencentes à ordem dos Characiformes ou Siluriformes possuem este comportamento de deslocamentos sazonais laterais. Espécies que utilizam a floresta inundada como *Bryconops* sp, *Tocantinsia depressa*, *Leporinus* sp, *Tometes* sp, *Myleus schomburgki*, *Myleus* sp e *Triportheus rotundatus* demonstram na sua dieta preferência por uma variedade de aproximadamente 20 espécies de frutos, disponíveis durante a enchente na floresta alagada.

Com relação à alimentação, esses peixes são potencialmente sensíveis aos efeitos da redução de vazão com redução da área inundável da floresta aluvial.

Ao mesmo tempo, pode se demonstrar que na maior parte das árvores da floresta aluvial, o período de frutificação é sincrônico com as enchentes do rio, quando também ocorre a entrada dos peixes na planície de inundação. Esta sincronia de frutificação favorece os peixes e

também evidencia uma estratégia de dispersão das sementes, através da atividade alimentar dos peixes frugívoros.

A enchente e a inundação das áreas marginais do rio representam uma época crucial para o fechamento do ciclo reprodutivo da maioria das espécies de peixes que habitam o rio Xingu, o que foi confirmado através do padrão de distribuição dos estágios de maturidade das espécies estudadas no diagnóstico ambiental. Na maior parte das espécies, os indivíduos em maturação, maduros e desovados ocorrem somente nos meses de dezembro e janeiro, quando as águas começaram a subir, como pode ser observado para 17 espécies, pelo menos: *Prochilodus nigricans*, *Curimatella dorsalis*, *Curimatella* spp., *Agoniates anchovia*, *Argonectes robertsi*, *Bivibranchia fowleri*, *Leporinus* spp., *Myleus torquatus*, *Roebooides dayi*, *Serrasalmus rhombeus*, *Tocantinsia depressa*, *Myleus* spp., *Metynis*, spp, *Brycon* spp., *Bryconops* spp., *Curimata* spp. e *Laemolyta* spp.

Já algumas espécies como os peixes da família Cichlidae (*Cichla* spp., *Geophagus* spp.), Sciaenidae (*Plagioscion*, spp., *Pachipops* spp.) e *Hemiodus vorderwinkleri* ou *Triporthus* spp, e os grandes predadores como *Brachyplatystoma filamentosum* ou Zungaro zungaro, dentre outros, não parecem depender da enchente para a desova, possuindo vários ciclos reprodutivos ao longo do ano e obtendo suas fontes de alimento nos principais cursos do rio ou onde houver disponibilidade de presas.

Uma das melhores formas de estudar a biologia reprodutiva dos peixes e sua sincronia temporal, bem como a sua relação com outros fatores ambientais, é através da análise de amostras de ictioplâncton. O desenvolvimento dos peixes, durante a sua fase planctônica, ocorre, em geral, de forma bastante acelerada, de modo que a abundância de organismos do ictioplâncton é quase sempre considerada como um indicador da existência de desovas, permitindo inferir sobre épocas de reprodução e locais que servem como berçários.

O estudo de distribuição larval no rio Xingu, durante a enchente, no mês de fevereiro de 2008, indicou que a grande maioria dos ovos e larvas (74%) se encontrava em locais recentemente inundados, como igapós, lagoas e remansos das margens do rio. Somente 8% das larvas estavam nos igarapés e 3% nos pedrais e na calha principal do rio, respectivamente. Estas informações confirmam a importância das áreas de inundação como igapós e lagoas marginais como berçário e refugio para a fauna íctica durante a enchente.

A queda na densidade da população de larvas observada entre os meses de fevereiro e abril, acompanhada da baixíssima abundância das larvas com o saco vitelínico (máximo de 3 a 4 dias de idade) aponta um pico de intensidade reprodutora no mês de fevereiro para toda a ictiofauna.

Na literatura, a densidade máxima de larvas é geralmente correlacionada à velocidade de subida do nível de água, indicando que o nível absoluto de água “*em si*” pode ser considerado secundário, prevalecendo a rapidez a qual a água sobe (ARAÚJO-LIMA, 1984). Os resultados obtidos com as amostras de ictioplâncton apóiam esta afirmativa, pois entre fevereiro e março de 2008 foram observadas grandes variações na vazão do rio (médias de fevereiro: 8.000 m.s⁻¹ e de março: 15.000 m.s⁻¹).

No período com maior abundância de larvas, mês de fevereiro, o local que apresentou maior densidade de larvas foi a região da ria do Xingu, perfazendo cerca de 50% das larvas amostradas no período. Por outro lado, no mês seguinte os tributários contiveram mais de

50% da população larval, enquanto a RIA apresentou a menor densidade ictioplanctônica. Isto demonstra a importância de manutenção das planícies aluviais existentes na região da Volta Grande, como também a montante e a jusante do empreendimento, pois estes locais são de suma importância para manutenção do estoque pesqueiro regional.

Novamente, a importância da floresta inundada no rio Xingu surge nos levantamentos realizados no diagnóstico ambiental, junto aos pescadores e moradores locais do rio Xingu, e visitando locais considerados de desova da ictiofauna. Neste caso, foram encontrados 90 locais na região do TVR, entre o sítio Pimental e a foz do rio Bacajá, utilizados para a desova pela ictiofauna. A metade desses pontos identificados estava localizada nas margens das ilhas fluviais. O restante dos pontos estava localizado nas margens alagáveis do rio ou em áreas que inundam durante a enchente (lagoas e canais marginais). Separando os locais identificados de acordo com a vegetação dominante em cada local, pode ser notado facilmente que os peixes possuem preferência por ambientes com vegetação arbórea para realizar a desova.

A partir do conjunto de resultados deste diagnóstico, postula-se, assim, que a desova da maior parte das espécies ocorre preferencialmente na floresta inundada, durante a enchente, a vazões de pelo menos 8.000 m.s^{-1} . Isto pode estar relacionado com a menor temperatura da água nestes locais, a presença de abundantes fontes alimentares e a existência de locais utilizados como refúgio pelos jovens recrutados, para se proteger de possíveis predadores

Considerando as mudanças no regime hidrológico e a perda de áreas de inundação, que deverão ocorrer a partir da instalação do empreendimento hidrelétrico, parece evidente que as espécies de peixes que utilizam a planície de inundação durante a enchente, deverão sofrer o maior impacto, implicando na diminuição de abundâncias. A falta do pulso de inundação ou a diminuição da amplitude do mesmo deverá determinar pelo menos a diminuição dos cardumes de peixes que utilizam essas áreas para reprodução, alimentação e berçário.

ANEXO VIII

NOTA TÉCNICA

**INFORMAÇÕES SOBRE A OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO DO
AHE BELO MONTE**

NOTA TÉCNICA

INFORMAÇÕES SOBRE A OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO DO AHE BELO MONTE

Sistema Eletrobrás 

ÍNDICE

1.	<u>INTRODUÇÃO</u>	410
2.	<u>OBJETIVO</u>	411
3.	<u>SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS AFLUENTES</u>	411
4.	<u>USOS CONSUNTIVOS</u>	413
5.	<u>HIDROGRAMA ECOLÓGICO</u>	413
6.	<u>VAZÃO MÍNIMA NOS CANAIS DE DERIVAÇÃO</u>	414
7.	<u>OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO DO AHE BELO MONTE</u>	415
8.	<u>OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO DURANTE A MOTORIZAÇÃO</u>	419

A ANA - Agência Nacional de Águas, através da Resolução Nº 740, de 06 de outubro de 2009, com base nos estudos revisados de viabilidade técnica e econômica e no EIA/RIMA, emitiu a DRDH - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para o AHE Belo Monte. Dentre as informações contidas no documento estão a série de vazões médias mensais afluentes aos AHE Belo Monte, as vazões destinadas aos usos consuntivos a montante do aproveitamento, as vazões médias a serem mantidas no trecho de vazão reduzida (TVR) e as condições de operação do reservatório. Cada um desses pontos serão apresentados, em detalhes, mais adiante.

OBJETIVO

O objetivo desta Nota Técnica, elaborada pela ELETROBRÁS, é apresentar as informações referentes à operação do reservatório do AHE Belo Monte considerando o conteúdo da Resolução ANA Nº 740, de 06 de outubro de 2009, que emitiu a DRDH - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para o AHE Belo Monte.

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS AFLUENTES

A Tabela 1, a seguir, apresenta a disponibilidade hídrica, segundo a DRDH, caracterizada pelas vazões médias mensais naturais afluentes.

Pode-se observar que a hidrologia do rio Xingu apresenta uma forte sazonalidade das vazões no sítio onde será implantada a usina. Esta hidrologia mostra uma característica de grandes vazões no período chuvoso, principalmente de fevereiro a maio, e de baixas vazões no período seco, de julho a dezembro. Traduzindo em números, pode-se observar que no período de fevereiro o maio as vazões médias chegam a atingir algo em torno de 21.000 m³/s. Em contrapartida no período entre julho e dezembro essa média fica em torno de 2.000 m³/s.

Tabela 1 – Série de Vazões Naturais Afluentes.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	6.720,0	15.603,0	15.024,0	28.377,0	21.385,0	11.156,0	3.204,0	1.615,0	1.063,0	1.531,0	2.414,0	4.409,0
1932	8.288,0	10.831,0	20.099,0	15.360,0	8.821,0	3.947,0	2.854,0	1.707,0	1.348,0	1.353,0	1.737,0	3.461,0
1933	5.586,0	13.325,0	16.684,0	19.387,0	16.123,0	6.687,0	2.589,0	1.242,0	846,0	1.233,0	2.173,0	3.482,0
1934	5.542,0	11.151,0	16.869,0	31.431,0	19.243,0	8.035,0	2.668,0	1.394,0	1.036,0	1.191,0	1.555,0	4.514,0
1935	12.456,0	14.571,0	18.767,0	32.162,0	18.893,0	12.845,0	3.215,0	1.653,0	1.143,0	678,0	1.496,0	4.709,0
1936	11.863,0	18.970,0	14.371,0	18.281,0	10.131,0	4.395,0	1.883,0	1.250,0	1.016,0	761,0	1.428,0	4.175,0
1937	4.365,0	5.908,0	10.586,0	20.528,0	11.789,0	5.276,0	2.947,0	1.763,0	1.392,0	1.272,0	1.633,0	3.254,0
1938	8.511,0	10.827,0	11.769,0	31.154,0	21.481,0	10.025,0	2.645,0	1.475,0	1.177,0	1.254,0	2.444,0	2.511,0
1939	14.508,0	19.005,0	21.863,0	19.728,0	11.199,0	6.848,0	3.631,0	1.789,0	1.276,0	1.201,0	1.966,0	5.070,0
1940	9.770,0	17.682,0	19.653,0	22.773,0	24.638,0	13.201,0	3.582,0	1.575,0	967,0	870,0	1.977,0	2.810,0
1941	6.375,0	8.629,0	15.461,0	22.046,0	12.661,0	5.666,0	2.106,0	1.259,0	995,0	1.565,0	2.010,0	4.004,0
1942	3.098,0	8.614,0	11.771,0	14.644,0	11.300,0	6.263,0	2.674,0	1.312,0	775,0	696,0	2.750,0	4.161,0
1943	12.879,0	22.803,0	42.442,0	12.371,0	10.528,0	4.674,0	2.589,0	1.559,0	834,0	888,0	1.835,0	3.518,0
1944	4.887,0	11.255,0	14.595,0	22.642,0	18.829,0	7.809,0	2.744,0	1.317,0	896,0	1.343,0	2.367,0	3.793,0
1945	6.312,0	14.656,0	14.112,0	35.764,0	26.952,0	14.061,0	2.694,0	1.358,0	894,0	1.171,0	1.846,0	3.370,0
1946	4.117,0	11.114,0	19.633,0	13.384,0	11.693,0	4.171,0	4.358,0	2.484,0	1.524,0	690,0	1.744,0	2.454,0
1947	8.182,0	14.766,0	17.296,0	35.119,0	23.249,0	11.207,0	2.547,0	1.221,0	872,0	1.709,0	1.968,0	4.532,0
1948	8.610,0	16.725,0	26.205,0	22.290,0	13.647,0	5.698,0	2.765,0	1.444,0	1.073,0	914,0	1.193,0	3.463,0
1949	15.085,0	19.731,0	23.408,0	12.747,0	11.413,0	4.727,0	3.122,0	1.729,0	1.262,0	997,0	1.793,0	3.179,0
1950	5.744,0	13.217,0	15.070,0	29.324,0	24.549,0	11.974,0	2.430,0	1.182,0	683,0	859,0	1.386,0	3.292,0
1951	7.424,0	9.566,0	14.444,0	9.564,0	8.404,0	4.309,0	3.368,0	1.666,0	1.218,0	1.006,0	1.583,0	3.401,0
1952	5.002,0	10.942,0	10.867,0	29.924,0	21.274,0	8.043,0	2.930,0	1.634,0	1.239,0	1.399,0	1.564,0	2.309,0
1953	6.801,0	15.791,0	15.205,0	31.488,0	23.729,0	12.380,0	2.914,0	1.469,0	967,0	1.886,0	2.973,0	5.430,0
1954	5.693,0	10.079,0	18.760,0	18.050,0	15.361,0	6.820,0	2.777,0	1.672,0	895,0	655,0	1.533,0	2.594,0
1955	7.872,0	14.756,0	15.835,0	25.487,0	27.575,0	14.775,0	2.884,0	1.268,0	778,0	1.047,0	2.377,0	3.378,0
1956	7.411,0	16.212,0	16.102,0	25.055,0	17.812,0	6.734,0	4.153,0	2.316,0	1.756,0	1.784,0	1.995,0	2.944,0
1957	15.483,0	18.112,0	23.328,0	29.431,0	17.053,0	11.594,0	2.722,0	1.399,0	967,0	584,0	1.290,0	4.058,0
1958	4.644,0	9.676,0	16.982,0	40.610,0	19.158,0	8.236,0	2.486,0	1.547,0	1.213,0	1.044,0	1.520,0	3.850,0
1959	8.384,0	13.447,0	22.444,0	22.341,0	17.334,0	7.857,0	3.218,0	1.612,0	1.129,0	614,0	1.174,0	3.778,0
1960	3.253,0	8.734,0	12.361,0	22.708,0	17.523,0	9.711,0	2.561,0	1.257,0	742,0	791,0	3.127,0	4.732,0
1961	7.448,0	20.711,0	28.301,0	11.301,0	8.721,0	4.833,0	2.889,0	1.417,0	837,0	482,0	1.906,0	2.884,0
1962	4.882,0	7.737,0	13.485,0	23.178,0	12.269,0	4.470,0	2.030,0	1.964,0	1.007,0	921,0	1.930,0	4.178,0
1963	8.472,0	10.916,0	16.482,0	13.775,0	12.105,0	6.207,0	2.683,0	1.327,0	970,0	716,0	1.127,0	2.422,0
1964	17.033,0	21.543,0	25.668,0	35.135,0	19.944,0	12.195,0	2.863,0	1.411,0	1.007,0	1.091,0	1.785,0	4.604,0
1965	6.208,0	14.334,0	16.126,0	27.236,0	16.080,0	6.931,0	2.764,0	1.705,0	1.450,0	1.084,0	1.544,0	3.875,0
1966	3.345,0	7.978,0	9.989,0	20.185,0	16.786,0	6.962,0	3.059,0	1.468,0	999,0	1.280,0	2.255,0	3.614,0
1967	6.377,0	8.354,0	9.610,0	41.621,0	23.626,0	14.447,0	2.518,0	1.240,0	885,0	798,0	1.307,0	3.370,0
1968	4.570,0	6.993,0	12.623,0	25.799,0	13.656,0	4.976,0	2.183,0	1.050,0	684,0	698,0	1.033,0	4.028,0
1969	7.112,0	10.120,0	14.059,0	15.284,0	12.068,0	5.015,0	1.854,0	915,0	425,0	380,0	560,0	1.176,0
1970	3.774,0	9.204,0	18.001,0	14.636,0	13.213,0	4.561,0	2.063,0	1.176,0	698,0	496,0	1.213,0	1.764,0
1971	2.522,0	6.337,0	9.585,0	14.133,0	11.270,0	6.045,0	2.682,0	1.315,0	752,0	693,0	2.650,0	4.144,0
1972	5.532,0	11.920,0	16.523,0	16.925,0	14.544,0	5.837,0	2.689,0	1.290,0	850,0	641,0	1.093,0	1.810,0
1973	4.338,0	6.938,0	14.297,0	19.675,0	17.302,0	7.434,0	3.667,0	2.209,0	1.144,0	1.422,0	2.841,0	5.631,0
1974	7.474,0	15.200,0	21.604,0	27.573,0	25.985,0	13.431,0	4.446,0	2.061,0	1.448,0	1.352,0	1.418,0	4.054,0
1975	7.372,0	15.322,0	19.342,0	20.860,0	18.047,0	8.518,0	3.845,0	1.870,0	1.046,0	735,0	1.148,0	2.817,0
1976	6.406,0	10.941,0	15.398,0	14.931,0	11.247,0	5.523,0	2.475,0	1.193,0	795,0	988,0	2.224,0	5.082,0
1977	9.206,0	15.586,0	18.518,0	17.358,0	19.405,0	10.062,0	4.498,0	1.977,0	1.175,0	1.503,0	3.303,0	4.850,0
1978	15.681,0	16.107,0	25.621,0	22.801,0	17.479,0	9.427,0	4.180,0	2.360,0	1.437,0	1.465,0	1.962,0	3.935,0
1979	8.666,0	18.303,0	24.556,0	18.009,0	11.234,0	5.105,0	2.416,0	1.451,0	1.394,0	1.455,0	1.986,0	3.348,0
1980	8.258,0	15.542,0	30.200,0	21.559,0	10.510,0	4.372,0	2.271,0	1.413,0	1.072,0	1.119,0	1.576,0	4.126,0
1981	10.348,0	15.479,0	12.535,0	16.897,0	9.676,0	4.062,0	2.105,0	1.398,0	1.100,0	965,0	1.754,0	5.296,0
1982	10.087,0	23.290,0	28.311,0	21.711,0	17.471,0	7.184,0	3.378,0	1.843,0	1.317,0	1.854,0	1.989,0	2.725,0
1983	6.258,0	15.094,0	16.609,0	16.910,0	7.538,0	3.707,0	2.037,0	1.355,0	1.068,0	1.189,0	2.343,0	3.938,0
1984	6.847,0	9.563,0	13.533,0	19.397,0	19.100,0	7.517,0	3.087,0	1.581,0	1.303,0	1.375,0	2.562,0	3.386,0
1985	9.688,0	22.569,0	24.857,0	22.859,0	23.251,0	9.520,0	4.061,0	2.132,0	1.333,0	1.348,0	2.673,0	6.761,0
1986	16.328,0	18.760,0	22.578,0	20.716,0	14.760,0	6.667,0	3.309,0	1.844,0	1.426,0	2.146,0	4.047,0	4.294,0
1987	7.062,0	8.633,0	17.126,0	17.850,0	10.593,0	4.587,0	2.264,0	1.354,0	1.035,0	1.167,0	1.450,0	2.985,0
1988	7.200,0	10.431,0	19.275,0	20.819,0	16.692,0	7.321,0	3.284,0	1.645,0	1.114,0	1.156,0	2.142,0	7.120,0
1989	13.358,0	14.113,0	20.126,0	21.904,0	13.296,0	8.748,0	4.448,0	2.287,0	1.530,0	1.408,0	3.006,0	9.778,0
1990	17.948,0	13.564,0	22.254,0	18.137,0	10.799,0	5.292,0	2.757,0	1.874,0	1.250,0	1.357,0	1.878,0	2.861,0
1991	7.597,0	15.933,0	16.984,0	23.195,0	18.062,0	9.119,0	3.692,0	1.861,0	1.185,0	1.231,0	1.878,0	3.543,0
1992	6.751,0	14.080,0	17.538,0	19.152,0	11.683,0	4.874,0	2.352,0	1.451,0	1.193,0	1.501,0	2.069,0	5.364,0
1993	9.233,0	11.123,0	19.537,0	16.090,0	11.027,0	4.930,0	2.372,0	1.419,0	1.312,0	1.348,0	1.814,0	2.994,0
1994	11.106,0	18.103,0	23.477,0	22.538,0	15.418,0	7.193,0	4.402,0	2.111,0	1.458,0	1.357,0	1.512,0	3.598,0
1995	12.016,0	17.631,0	20.361,0	21.050,0	21.479,0	12.182,0	4.723,0	2.260,0	1.366,0	1.201,0	1.509,0	4.312,0
1996	10.460,0	12.357,0	16.231,0	18.060,0	16.710,0	6.697,0	2.940,0	1.629,0	1.150,0	1.128,0	1.965,0	3.600,0
1997	7.373,0	15.086,0	16.017,0	22.807,0	16.755,0	6.131,0	2.873,0	1.603,0	1.176,0	1.183,0	1.280,0	1.952,0
1998	3.731,0	5.668,0	9.887,0	9.843,0	6.605,0	2.880,0	1.421,0	911,0	710,0	717,0	1.383,0	3.653,0
1999	6.886,0	8.013,0	13.396,0	12.449,0	11.303,0	5.610,0	2.231,0	1.104,0	781,0	904,0	1.378,0	3.057,0
2000	10.644,0	15.970,0	22.007,0	22.075,0	13.606,0	5.428,0	2.838,0	1.674,0	1.177,0	1.533,0	2.664,0	6.322,0
2001	11.305,0	13.377,0	17.037,0	18.497,0	10.850,0	6.421,0	3.051,0	1.503,0	1.038,0	1.003,0	1.588,0	4.234,0
2002	11.562,0	12.412,0	12.067,0	13.079,0	7.567,0	4.375,0	1.835,0	1.161,0	810,0	879,0	1.396,0	1.986,0
2003	1.132,0	3.960,0	13.079,0	19.204,0	10.503,0	3.703,0	2.361,0	2.284,0	1.133,0	1.144,0	2.320,0	5.188,0
2004	7.981,0	13.031,0	28.219,0	27.700,0	14.720,0	6.698,0	3.306,0	1.894,0	1.368,0	1.313,0	2.446,0	3.699,0
2005	6.774,0	12.311,0	20.619,0	22.893,0	14.483,0	5.852,0	2.705,0	1.413,0	1.015,0	1.104,0	1.394,0	4.184,0
2006	11.102,0	13.229,0	19.592,0	25.123,0	24.596,0	11.794,0	4.113,0	2.048,0	1.172,0	1.238,0	2.660,0	3.

USOS CONSUNTIVOS

Com relação às vazões destinadas aos usos consuntivos a montante do aproveitamento, as simulações realizadas consideraram os valores determinados na resolução da ANA, Anexo II, valor de 6,5 m³/s para o ano 2019. Essa vazão não causa nenhum impacto na geração da usina visto que a hidrologia do rio Xingu apresenta, mesmo no período seco, valores médios mensais elevados quando comparados aos valores para usos consuntivos.

HIDROGRAMA ECOLÓGICO

A Tabela 2 apresenta o hidrograma ecológico definido pela DRDH da ANA com as vazões médias a serem mantidas no trecho de vazão reduzida (TVR).

Tabela 2 – Hidrograma Ecológico (Vazões em m³/s)

Alternativa	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
A	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
B	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900

Esse hidrograma compatibiliza a viabilidade comercial do empreendimento (geração de energia) e as condições mínimas ambientais, identificadas como fundamentais no trecho de vazão reduzida (navegação, qualidade da água, manutenção parcial de ambientes-chave para espécies da flora e da fauna aquáticas).

Isto implica liberar o hidrograma de manutenção do ecossistema para o trecho de vazão reduzida em um determinado ano e admitir que no próximo ano o sistema poderá ser submetido a um “estresse” hídrico ainda maior. Tal hipótese pressupõe que o ambiente aquático e semi-aquático da região poderá ser submetido a um regime de maior restrição por no máximo um ano, desde que, no ano seguinte, vazões de pelo menos 8.000 m³/s sejam liberadas, o que possibilitará a manutenção da produtividade mínima, garantindo a sustentabilidade do ecossistema local.

Dessa maneira, ficou definida pela DRDH a alternância dos hidrogramas em anos consecutivos, ou seja, respeitado, no trecho de vazão reduzida, o “hidrograma mínimo de compromisso (A)”, de 4.000 m³/s no período da cheia, no ano seguinte, obrigatoriamente, deverá ser defluído pelo trecho de vazão reduzida, o “hidrograma mínimo de compromisso (B)”, de 8.000 m³/s no período da cheia. **Ressalta-se que essa regra será cumprida à risca, tendo como vazão mínima o valor de 700 m³/s.**

VAZÃO MÍNIMA NOS CANAIS DE DERIVAÇÃO

Através do Artigo 4º. da Resolução da ANA ficou definida, entre outras condições, que a vazão mínima a ser mantida no reservatório dos canais de derivação será de 300 m³/s.

Para que seja atendida essa condição, assim como o hidrograma ecológico descrito no item anterior, o NA mínimo do reservatório poderá ser reduzido para atender simultaneamente às duas condições, quando a vazão afluente for inferior à vazão prescrita para o trecho de vazão reduzida (TVR) somada a 300 m³/s.

Com relação a se permitir o deplecionamento do reservatório para atender às vazões mínimas no TVR e no reservatório dos canais, foi feita uma análise em planilha eletrônica, que mostrou uma perda na energia firme de 1,5 MWmed.

A explicação para uma diferença tão pequena pode ser exemplificada na seguinte situação:

Em um determinado mês, a vazão afluente não é suficiente para atender às vazões mínimas no TVR e no reservatório dos canais. Se for possível deplecionar o reservatório, uma vazão de 300 m³/s será mantida nos reservatórios dos canais e, conseqüentemente, na casa de força principal, proporcionando uma pequena geração de energia. Na simulação com o MSUI²⁰, a usina opera a fio d'água, de maneira que a vazão no reservatório dos canais é menor do que 300 m³/s ou mesmo nula. A geração será menor do que na operação com deplecionamento.

No mês seguinte, caso as vazões afluentes permitam, o reservatório será reenchido, usando uma parte das vazões afluentes para isso, de maneira que uma menor vazão passará pelo reservatório dos canais e, portanto, uma menor vazão será turbinada na casa de força principal. Essa menor vazão turbinada leva a uma menor geração do que no caso da operação à fio d'água com o MSUI.

No cômputo dos dois meses, a diferença da energia gerada na casa de força principal entre a operação com deplecionamento e à fio d'água é mínima, de 1,7 MWmed. Já o aumento das vazões no TVR devido ao deplecionamento do reservatório leva a um aumento de 0,2 MWmed na energia da casa de força complementar. Ao todo computa-se uma perda estimada de 1,5 MWmed. Com isso conclui-se que o efeito das condições de operações definidas na Resolução não é significativo.

Dessa forma, conclui-se que a operação da usina garante a manutenção da vazão mínima nos canais de 300 m³/s, durante todos os meses do ano.

²⁰ MSUI – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas, desenvolvido pela ELETROBRÁS.

OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO DO AHE BELO MONTE

Como foi exposto, anteriormente, a hidrologia do rio Xingu apresenta uma característica bastante peculiar onde a sazonalidade das vazões pode ser observada considerando-se a série de vazões médias mensais naturais afluentes de Belo Monte, conforme apresentado na Tabela 1.

Considerando essa série de vazões, assim como, atendendo às determinações da ANA através da Resolução No. 740, de 06 de outubro de 2009, que define não só a série histórica de vazões mas também as vazões destinadas aos usos consuntivos e o hidrograma a ser mantido no TVR, foram feitas algumas considerações para a representação da usina no modelo de simulação.

Cabe ressaltar que foi considerado, para as simulações, o período crítico do SIN - Sistema Interligado Nacional, isto é, junho de 1949 a novembro de 1956. Define-se como Período Crítico a seqüência de anos de registro histórico para cujas vazões a configuração atende à Energia Firme sem dispor de sobras, ou seja, é o intervalo de tempo em que o sistema passa da situação de armazenamento máximo até o armazenamento mínimo, sem déficits observados e sem reenchimentos totais.

A geração média de cada usina neste Período Crítico é denominada “Energia Firme Local” e, o “Ganho de Energia Firme” de uma usina corresponde ao aumento de Energia Firme do Sistema quando esta usina é considerada na configuração em análise, ou seja, avalia-se o Ganho de Energia Firme simulando-se a configuração com e sem a usina em questão.

Considerado a série de vazões naturais afluentes e o fato de se obrigar a manutenção das vazões médias mensais no TVR conforme o hidrograma apresentado na Tabela 2, foi prevista no projeto uma casa de força complementar (9 máquinas de 25,9 MW cada uma), situada na barragem principal do aproveitamento, no intuito de aproveitar energeticamente essas vazões no TVR. Deve-se ressaltar que toda vazão excedente, ou seja, que seria vertida pela casa de força principal passará pelo TVR.

Com isso, foi criado um posto de vazões para a casa de força principal do AHE Belo Monte, compreendendo as vazões naturais descontadas das vazões obrigatórias ao trecho de vazão reduzida, da evaporação e das vazões destinadas aos usos consuntivos. Esta série de vazões é mostrada na Tabela 3.

Tabela 3
Vazões do AHE Belo Monte – Casa de Força Principal (m³/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	5.609	13.993	12.516	24.370	19.580	9.952	2.201	712	307	821	1.599	3.496
1932	7.177	9.221	16.091	7.353	4.816	1.943	1.651	804	592	643	922	2.548
1933	4.475	11.715	14.176	15.380	14.318	5.483	1.586	339	90	523	1.358	2.569
1934	4.431	9.541	12.861	23.424	15.238	6.031	1.465	491	280	481	740	3.601
1935	11.345	12.961	16.259	28.155	17.088	11.641	2.212	750	387	0	681	3.796
1936	10.752	17.360	10.363	10.274	6.126	2.391	680	347	260	51	613	3.262
1937	3.254	4.298	8.078	16.521	9.984	4.072	1.944	860	636	562	818	2.341
1938	7.400	9.217	7.761	23.147	17.476	8.021	1.442	572	421	544	1.629	1.598
1939	13.397	17.395	19.355	15.721	9.394	5.644	2.628	886	520	491	1.151	4.157
1940	8.659	16.072	15.645	14.766	20.633	11.197	2.379	672	211	160	1.162	1.897
1941	5.264	7.019	12.953	18.039	10.856	4.462	1.103	356	239	855	1.195	3.091
1942	1.987	7.004	7.763	6.637	7.295	4.259	1.471	409	19	0	1.935	3.248
1943	11.768	21.193	39.934	8.364	8.723	3.470	1.586	656	78	178	1.020	2.605
1944	3.776	9.645	10.587	14.635	14.824	5.805	1.541	414	140	633	1.552	2.880
1945	5.201	13.046	11.604	31.757	25.147	12.857	1.691	455	138	461	1.031	2.457
1946	3.006	9.504	15.625	5.377	7.688	2.167	3.155	1.581	768	0	929	1.541
1947	7.071	13.156	14.788	31.112	21.444	10.003	1.544	318	116	999	1.153	3.619
1948	7.499	15.115	22.197	14.283	9.642	3.694	1.562	541	317	204	378	2.550
1949	13.974	18.121	20.900	8.740	9.608	3.523	2.119	826	506	287	978	2.266
1950	4.633	11.607	11.062	21.317	20.544	9.970	1.227	279	0	149	571	2.379
1951	6.313	7.956	11.936	5.557	6.599	3.105	2.365	763	462	296	768	2.488
1952	3.891	9.332	6.859	21.917	17.269	6.039	1.727	731	483	689	749	1.396
1953	5.690	14.181	12.697	27.481	21.924	11.176	1.911	566	211	1.176	2.158	4.517
1954	4.582	8.469	14.752	10.043	11.356	4.816	1.574	769	139	0	538	1.681
1955	6.761	13.146	13.327	21.480	25.770	13.571	1.881	365	22	337	1.562	2.465
1956	6.300	14.602	12.094	17.048	13.807	4.730	2.950	1.413	1.000	1.074	1.180	2.031
1957	14.372	16.502	20.820	25.024	15.248	10.390	1.719	496	211	0	475	3.145
1958	3.533	8.066	12.974	32.603	15.153	6.232	1.283	644	457	334	705	2.937
1959	7.273	11.837	19.936	18.334	15.529	6.653	2.215	709	373	0	359	2.865
1960	2.142	7.124	8.353	14.701	13.518	7.707	1.358	354	0	81	2.312	3.819
1961	6.337	19.101	25.793	7.294	6.916	3.629	1.886	514	81	0	1.091	1.971
1962	3.771	6.127	9.477	15.171	8.264	2.466	827	1.061	251	211	1.115	3.265
1963	7.361	9.306	13.974	9.768	10.300	5.003	1.680	424	214	6	312	1.509
1964	15.922	19.933	21.660	27.128	15.939	10.191	1.660	508	251	381	970	3.691
1965	5.097	12.724	13.618	23.229	14.275	5.727	1.761	802	694	374	729	2.962
1966	2.234	6.368	5.981	12.178	12.781	4.958	1.856	565	243	570	1.440	2.701
1967	5.266	6.744	7.102	37.614	21.821	13.243	1.515	337	129	88	492	2.457
1968	3.459	5.383	8.615	17.792	9.651	2.972	980	147	0	0	218	3.115
1969	6.001	8.510	11.551	11.277	10.263	3.811	851	12	0	0	0	263
1970	2.663	7.594	13.993	6.629	9.208	2.557	860	273	0	0	398	851
1971	1.411	4.727	7.077	10.126	9.465	4.841	1.679	412	0	0	1.835	3.231
1972	4.421	10.310	12.515	8.918	10.539	3.833	1.486	387	94	0	278	897
1973	3.227	5.328	11.789	15.668	15.497	6.230	2.664	1.306	388	712	2.026	4.718
1974	6.363	13.590	17.596	19.566	21.980	11.427	3.243	1.158	692	642	603	3.141
1975	6.261	13.712	16.834	16.853	16.242	7.314	2.842	967	290	25	333	1.904
1976	5.295	9.331	11.390	6.924	7.242	3.519	1.272	290	39	278	1.409	4.169
1977	8.095	13.976	16.010	13.351	17.600	8.858	3.495	1.074	419	793	2.488	3.937
1978	14.570	14.497	21.613	14.794	13.474	7.423	2.977	1.457	681	755	1.147	3.022
1979	7.555	16.693	22.048	14.002	9.429	3.901	1.413	548	638	745	1.171	2.435
1980	7.147	13.932	26.192	13.552	6.505	2.368	1.068	510	316	409	761	3.213
1981	9.237	13.869	10.027	12.890	7.871	2.858	1.102	495	344	255	939	4.383
1982	8.976	21.680	24.303	13.704	13.466	5.180	2.175	940	561	1.144	1.174	1.812
1983	5.147	13.484	14.101	12.903	5.733	2.503	1.034	452	312	479	1.528	3.025
1984	5.736	7.953	9.525	11.390	15.095	5.513	1.884	678	547	665	1.747	2.473
1985	8.577	20.959	22.349	18.852	21.446	8.316	3.058	1.229	577	638	1.858	5.848
1986	15.217	17.150	18.570	12.709	10.755	4.663	2.106	941	670	1.436	3.232	3.381
1987	5.951	7.023	14.618	13.843	8.788	3.383	1.261	451	279	457	635	2.072
1988	6.089	8.821	15.267	12.812	12.687	5.317	2.081	742	358	446	1.327	6.207
1989	12.247	12.503	17.618	17.897	11.491	7.544	3.445	1.384	774	698	2.191	8.865
1990	16.837	11.954	18.246	10.130	6.794	3.288	1.554	971	494	647	1.063	1.948
1991	6.486	14.323	14.476	19.188	16.257	7.915	2.689	958	429	521	1.063	2.630
1992	5.640	12.470	13.530	11.145	7.678	2.870	1.149	548	437	791	1.254	4.451
1993	8.122	9.513	17.029	12.083	9.222	3.726	1.369	516	556	638	999	2.081
1994	9.995	16.493	19.469	14.531	11.413	5.189	3.199	1.208	702	647	697	2.685
1995	10.905	16.021	17.853	17.043	19.674	10.978	3.720	1.357	610	491	694	3.399
1996	9.349	10.747	12.223	10.053	12.705	4.693	1.737	726	394	418	1.150	2.687
1997	6.262	13.476	13.509	18.800	14.950	4.927	1.870	700	420	473	465	1.039
1998	2.620	4.058	5.879	1.836	2.600	876	218	8	0	7	568	2.740
1999	5.775	6.403	10.888	8.442	9.498	4.406	1.228	201	25	194	563	2.144
2000	9.533	14.360	17.999	14.068	9.601	3.424	1.635	771	421	823	1.849	5.409
2001	10.194	11.767	14.529	14.490	9.045	5.217	2.048	600	282	293	773	3.321
2002	10.451	10.802	8.059	5.072	3.562	2.371	632	258	54	169	581	1.073
2003	21	2.350	10.571	15.197	8.698	2.499	1.358	1.381	377	434	1.505	4.275
2004	6.870	11.421	24.211	19.693	10.715	4.694	2.103	991	612	603	1.631	2.786
2005	5.663	10.701	18.111	18.886	12.678	4.648	1.702	510	259	394	579	3.271
2006	9.991	11.619	15.584	17.116	20.591	9.790	2.910	1.145	416	528	1.845	2.976
2007	4.915	11.666	18.376	13.274	8.128	3.672	1.266	541	203	161	238	1.346

Considerando a determinação da ANA que define em 300 m³/s a vazão a ser mantida no reservatório dos canais de derivação, observa-se que para os meses em destaque (em vermelho), na Tabela 3, no histórico de vazões haveria a necessidade de se permitir o deplecionamento do reservatório para o atendimento da DRDH, passando esses meses para 300 m³/s. Essa operação do reservatório apresenta uma perda na energia firme de 1,5 MW médios, onde a explicação para essa pequena redução já foi descrita anteriormente.

Para as simulações da casa de força complementar (por onde passarão as vazões no TVR), considerou-se o fato de que a série de vazões afluentes à mesma é composta por duas componentes:

- As vazões que, por motivos ambientais, são mensalmente desviadas da casa de força principal para o chamado *trecho de vazão reduzida*, como descrito anteriormente;
- As vazões que, face à limitação no engolimento máximo das turbinas da casa de força principal (695 m³/s por turbina), não são turbináveis nesta última e, conseqüentemente, são desviadas para o trecho de vazão reduzida.

Dessa forma, para a casa de força complementar do AHE Belo Monte, foi criado um posto de vazões composto pelas vazões que seriam vertidas pela casa de força principal e pelas vazões obrigatórias para o trecho de vazão reduzida, como mostrado na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4

Vazões do AHE Belo Monte – Casa de Força Complementar (m³/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	1.100	2.369	2.500	15.021	7.969	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1932	1.100	1.600	6.716	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1933	1.100	1.600	3.416	6.034	2.876	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1934	1.100	1.600	4.000	18.104	5.896	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1935	1.100	1.600	5.432	18.842	5.556	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1936	1.100	5.627	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1937	1.100	1.600	2.500	7.134	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1938	1.100	1.600	4.000	17.825	8.062	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1939	1.307	5.661	8.433	6.356	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1940	1.100	4.380	6.283	9.356	11.244	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1941	1.100	1.600	2.500	8.620	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1942	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1943	1.100	9.383	29.241	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1944	1.100	1.600	4.000	9.223	5.494	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1945	1.100	1.600	2.500	22.479	13.583	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1946	1.100	1.600	6.263	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1947	1.100	1.600	4.008	21.827	9.839	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1948	1.100	3.454	12.826	8.867	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1949	1.868	6.357	9.997	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1950	1.100	1.600	4.000	15.978	11.154	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1951	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1952	1.100	1.600	4.000	16.583	7.861	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1953	1.100	2.551	2.500	18.162	10.325	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1954	1.100	1.600	5.425	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1955	1.100	1.600	2.587	12.101	14.213	1.575	1.000	900	750	700	800	900
1956	1.100	2.958	4.000	11.664	4.504	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1957	2.253	4.796	9.916	15.682	3.775	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1958	1.100	1.600	4.000	27.382	5.813	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1959	1.100	1.600	9.022	8.918	4.047	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1960	1.100	1.600	4.000	9.290	4.226	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1961	1.100	7.309	14.943	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1962	1.100	1.600	4.000	9.766	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1963	1.100	1.600	3.221	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1964	3.752	8.118	12.283	21.844	6.568	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1965	1.100	1.600	2.877	13.869	2.834	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1966	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1967	1.100	1.600	2.500	28.408	10.220	1.248	1.000	900	750	700	800	900
1968	1.100	1.600	4.000	12.417	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1969	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	373	552	900
1970	1.100	1.600	4.690	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1971	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1972	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1973	1.100	1.600	2.500	6.305	4.016	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1974	1.100	1.981	8.179	14.209	12.606	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1975	1.100	2.093	5.989	7.457	4.737	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1976	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1977	1.100	2.353	5.191	4.060	6.053	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1978	2.444	2.857	12.236	9.384	4.182	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1979	1.100	4.981	11.159	4.699	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1980	1.100	2.310	16.861	8.135	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1981	1.100	2.250	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1982	1.100	9.876	14.954	8.287	4.174	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1983	1.100	1.876	3.343	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1984	1.100	1.600	4.000	8.000	5.757	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1985	1.100	9.147	11.463	9.443	9.841	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1986	3.070	5.424	9.157	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1987	1.100	1.600	3.843	4.537	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1988	1.100	1.600	5.924	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1989	1.100	1.600	6.742	8.476	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1990	4.637	1.600	8.829	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1991	1.100	2.688	3.706	9.783	4.752	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1992	1.100	1.600	4.238	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1993	1.100	1.600	6.178	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1994	1.100	4.787	10.067	9.118	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1995	1.100	4.331	6.970	7.641	8.060	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1996	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1997	1.100	1.868	2.769	9.390	3.487	1.200	1.000	900	750	700	800	900
1998	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
1999	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
2000	1.100	2.724	8.579	8.649	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
2001	1.100	1.600	3.757	5.171	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
2002	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
2003	1.100	1.600	2.500	5.856	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
2004	1.100	1.600	14.861	14.337	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
2005	1.100	1.600	7.221	9.477	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
2006	1.100	1.600	6.223	11.733	11.202	2.000	1.200	900	750	700	800	900
2007	1.100	1.600	7.479	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900

Observa-se na Tabela 4, em destaque (amarelo), os anos onde as vazões do trecho de vazão reduzida são superiores às vazões apresentadas na DRDH para o hidrograma ecológico. ***Dos 77 anos de histórico de vazões tem-se 66 anos com vazões superiores ao hidrograma ecológico.***

Ressalta-se que a regra prevista na Resolução da ANA, ou seja, o hidrograma ecológico apresentado na Tabela 2 será cumprido com folga.

OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO DURANTE A MOTORIZAÇÃO

A obra está prevista para ser construída em 5 anos, e para os 5 anos seguintes, quando ocorre o enchimento do reservatório e a motorização da usina, pode-se dizer que o atendimento a DRDH também está garantido.

Para o enchimento do reservatório a vazão mínima defluente na casa de força principal será mantida, no valor mínimo estabelecido, ou seja 300 m³/s, assim como o hidrograma ecológico estabelecido para o trecho de vazão reduzida.

Durante a motorização, devido ao fato de se operar com um número menor do que 20 máquinas, garante-se uma maior vazão vertida pela casa de força principal, assim como uma maior disponibilidade para o atendimento da vazão mínima dos canais de derivação.

Logo garante-se que durante o período de enchimento e motorização serão atendidas todas as exigências estabelecidas na DRDH emitida pela ANA.

14. CONCLUSÕES

Considerações Gerais

Ao longo desse documento todas as recomendações relativas ao EIA do AHE Belo Monte apontadas no Parecer 114/2009 foram analisadas pela equipe que desenvolveu os estudos ambientais. Cada dúvida, recomendação ou questionamento da equipe técnica do IBAMA foi respondida com o intuito de esclarecer, complementar ou simplesmente reforçar sugestões que vem ao encontro das conclusões dos estudos.

Nas recomendações e/ou complementações detalhadas ao longo do parecer, alguns pontos são destacados no documento como necessários à avaliação da viabilidade ambiental do AHE Belo Monte e foram resumidos nos itens apresentados neste capítulo de Conclusões.

14.1 Reapresentar os impactos relacionados ao aumento do fluxo migratório, quantificando e espacializando seus efeitos no total da Área de Influência Indireta do empreendimento.

A partir do cenário geral estabelecido no EIA, relativo a população mobilizada pelo empreendimento, foi realizado um maior detalhamento da distribuição espacial do fluxo migratório e seus possíveis impactos.

Os estudos demográficos indicaram que serão mobilizadas pelo empreendimento 96.000 pessoas. Dessas, 23%, ou 22.000 pessoas correspondem à população já residente na região e 77% ou 74.000 pessoas deverão ser atraídas para a área, de outras localidades do Estado ou mesmo do país.²¹

Dos onze municípios que compõem a AII, cinco deverão absorver, praticamente, a totalidade das 74.000 pessoas que serão atraídas para a região (Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Senador José Porfírio e Brasil Novo), cujos territórios compõem a AID. Os demais municípios da AII - Medicilândia, Uruará, Placas, Porto de Moz, Gurupá, Pacajá – por situarem-se num raio superior a 100km dos sítios construtivos do empreendimento e da sede de Altamira, principal pólo de referência econômica e de serviços da região, distância esta dificultada pela precariedade de acessos viários, não devem receber população migrante vinculada ao empreendimento.

²¹ Para composição desse número foram consideradas as seguintes premissas:

- No conjunto dos municípios da AII existem 8.800 (4.340 na AID e 4460 na AII) pessoas em idade produtiva e sem trabalho.
- O modelo de análise adotou como parâmetro que 60% das pessoas em idade produtiva e sem trabalho da AID será efetivamente empregada na obra, o que corresponde a 2600 trabalhadores; Logo, considerando os parâmetros indicados, desse total, 1.300 trabalhadores possuem família o que totaliza uma população de 5.200 pessoas que somadas a 1.300 trabalhadores solteiros obtém-se 6.500 trabalhadores a serem empregados diretamente no empreendimento e seus familiares que já são residentes na região.
- Considerou-se, ainda, que o contingente restante de pessoas sem trabalho na AID e AII sejam aproveitados nos empregos indiretos, também com a mesma proporção de 50% de casados, perfazendo mais 15.500 pessoas vinculadas ao empreendimento e já residentes na região, totalizando, portanto, 22.000 pessoas da região mobilizadas pelo empreendimento
- Logo, das 96.000 pessoas, 74.000 constituem a população atraída pelo empreendimento e 22.000 constituem pessoas da própria região.

Ainda de acordo com os estudos demográficos, esta população deverá, preferencialmente, se fixar por determinadas localidades. Assim, o total de 74000 pessoas que afluirá para a região, apresentará a seguinte distribuição:

- 26.200 pessoas na sede de Altamira;

- 40.100 pessoas em Vitória do Xingu²²:

- 30.850 para a sede do município e povoados de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, situado em Anapu:
 - 10.000 na sede de Vitória do Xingu (2.500*4 – trabalhadores diretos com familiares);
 - 14.850 distribuídos segundo a seguinte hipótese: 10400 (70% na sede do município), 4.450 em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (sendo 70% em Belo Monte (3100) e 30% (1350) em Belo Monte do Pontal);
 - 6000²³ trabalhadores diretos nos sítio construtivo de Belo Monte (abrigados em alojamentos);
- 9250 para a região dos sítios construtivos de Bela Vista, Pimental e dos Canais (município de Vitória do Xingu) e povoados próximos (Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo);
 - 7.000² trabalhadores nos sítios construtivos de Bela Vista, Pimental e Canais, abrigados em alojamentos;
 - 2250 nos povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo em Senador José Porfírio.

- 7700 pessoas para outros municípios: Anapu (40% ou seja 3080), Senador José Porfírio (10% ou 770) e Brasil Novo (50% ou 3850) situados na AID e integrantes da AII.

Assim, a distribuição da população atraída conforme cada município é apresentada na **TABELA 14-1** a seguir.

22 Desse total deve ser retirado 1350 pessoas que deverão ficar em Belo Monte do Pontal (município de Anapu) e 2250 pessoas que povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo em Senador José Porfírio

²³ 10000 (total de empregos diretos)-1.000(empregos diretos pessoal local)- 2.500 trabalhadores residentes em Vitória do Xingu = 6000.

8600 (total empregos diretos) – 1600 (empregos diretos pessoal local) = 7000

TABELA 14-1
Distribuição da População Atraída

Municípios	População Atraída	População Total dos municípios	% Incremento da População
Altamira	26.200	92.733	28,25
Vitória do Xingu	36.500 ²⁴	9.709	375,94
Senador José Porfírio	* 3.020 ²⁵	14.370	21,02
Anapu	** 4.430 ²⁶	17.778	24,92
Brasil Novo	3.850	18.756	20,53
Total	74.000	153.346	48,26

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009

NOTA: População atraída distribuída da seguinte maneira:

* 2250 nos povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo e 770 em. Senador José Porfírio

** 3080 em Anapu e 1350 em Belo Monte do Pontal.

Os estudos demográficos chegaram ainda à conclusão de que cerca de aproximadamente 30% da população atraída, de acordo com este detalhamento 74.000 pessoas, avaliadas como potencialmente atraídas pelo empreendimento, deverão permanecer na AII, ou seja 22000 pessoas. Os estudos concluem que as localidades de maior fixação dessa população residual são as sedes municipais de Altamira e Vitória do Xingu.

O EIA avaliou os impactos relacionados a esse afluxo populacional gerando a rede de impactos apresentada na pág. 87 do volume 29 – Avaliação de Impactos – Parte 1, ²⁷destacando-se:

- Aumento da demanda por equipamentos e serviços sociais – educação, saúde, e da infraestrutura de saneamento;
- Aumento da demanda por segurança pública;
- Aumento da disseminação das doenças endêmicas e infectocontagiosas;
- Sobrecarga da gestão da administração pública;

É importante assinalar que o aumento de população, não se dará de forma homogênea, devendo acompanhar a evolução do fluxo demográfico, ditado pelo ritmo das obras. Desta forma, a taxa de crescimento da demanda por serviços públicos será maior nos quatro primeiros anos de construção, passando a declinar a partir daí até o décimo ano.

Para os impactos acima listados foram estimados os efeitos que o acréscimo na demanda por serviços de educação, saúde, segurança e saneamento poderá provocar, considerando o momento de maior afluxo populacional, e tendo em vista o déficit atual desses serviços em cada um dos municípios, sumarizado na **TABELA 14-2**.

²⁴ Corresponde a 40100 menos os 1350 de Belo Monte do Pontal situado em Anapu e 2250 nos povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo em Senador José Porfírio.

²⁵ Corresponde a 770 pessoas que deverão ser atraídas para a sede de Senador José Porfírio mais 2250 nos povoados de Ressaca, Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo em Senador José Porfírio

²⁶ Corresponde a 3080 que deverão ser atraídos para Anapu mais 1350 que deverão ficar em Belo Monte do Pontal

²⁷ Na avaliação de impacto constante no referido documento, encontram-se listados impactos de segunda ordem que incidem sobre o meio biótico, tais como: aumento da pressão sobre a caça; aumento da pressão sobre recursos florestais madeireiros e não madeireiros; impactos sobre os usos sustentáveis dos recursos pesqueiros, entre outros.

TABELA 14-2
Déficit dos Serviços Públicos para os Municípios Impactados da AII, Diagnóstico do EIA

Municípios		Altamira		Vitória do Xingu		S. José Porfírio		Anapu		Brasil Novo	
		oferta	Déficit	oferta	Déficit	oferta	Déficit	oferta	Déficit	oferta	Déficit
Saúde	Nº Leitos	387	0	0	29	0	43	15	38	44	12
	Nº Médicos	72	21	1	10	2	12	4	14	18	1
Educação	Matriculas no fundamental/% população atendida	96%	4%	95%	5%	93%	7%	94%	6%	96%	4%
Segurança	Nº Efetivo Policial/300 habitantes	220	88	6	26	6	42	10	49	9	53
Saneamento	% de domicilio atendido por rede abastecimento	25%	75%	9%	91%	38%	62%	10%	90%	35%	65%
	% Coleta de Esgoto por rede	2%	98%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
	% Coleta de Lixo	75%	25%	30%	70%	29%	71%	10%	90%	22%	78%

FONTE: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009

Em face desse déficit, e tendo em vista o momento de maior contingente populacional a ser atraído, estimou-se o dimensionamento quali-quantitativo da demanda máxima prevista para a infraestrutura e os serviços sociais para a região de inserção do AHE Belo Monte, conforme **TABELA 14-3**.

TABELA 14-3
Demanda dos Serviços Públicos para a Região de Inserção do AHE Belo Monte

	Altamira	Vitória do Xingu	Senador José Porfírio	Anapu	Brasil Novo	Total
Educação						
No. De Salas de Aulas	61	84	8	10	9	172
Educação Infantil	5	8	1	1	1	15
Fundamental	45	58	6	8	7	125
Ensino Médio	11	15	1	2	1	32
Saúde						
No. De Leitos*	-	108	52	51	23	235
No. De médico	47	46	15	18	5	131
Equipe de PSF	33	13	7	6	6	65
Segurança						
No. De efetivo policial	147	175	10	15	13	360
Saneamento						
Abastecimento de Água	91,9 l/s	128,1 l/s	10,5 l/s	15,6 l/s	13,5 l/s	259,7l/s
Esgoto	74,1 l/s	103,2 l/s	8,5 l/s	12,5 l/s	10,8 l/s	209,4l/s
Coleta de Lixo	13 t/dia	18 t/dia	1,8 t/dia	2 t/dia	2,2 t/dia	37 t/dia

* Parte da demanda é absorvida pelo excedente de leitos de Altamira

O detalhamento desta demanda de acordo com cada um dos serviços públicos analisados é apresentado, a seguir:

Educação

Admitindo-se que a demanda por educação acompanhará o crescimento da população, a sua evolução será maior nos quatro primeiros anos de construção, passando a declinar a partir daí até o décimo ano.

Para a estimativa do incremento da demanda de vagas escolares, adotou-se a população total atraída direta e indiretamente pelo empreendimento, ou seja, 74.000 pessoas, considerando-se as seguintes ponderações:

- Contingente populacional distribuído por faixas etárias conforme à da população urbana brasileira;
- Para efeito de planejamento das ações de apoio ao serviço de educação foi considerada uma população com idade entre 06 e 19 anos, totalizando 19.507 pessoas (26,37% do total)²⁸, assim distribuídas por faixas etárias (**TABELA 14-4**):

²⁸ Referência: Contagem de População do IBGE, 2007

TABELA 14-4
Distribuição da População Atraída de 6 a 19 anos por Município

População em Idade escolar	Altamira	Vitória do Xingu	Senador José Porfírio	Anapu	Brasil Novo	Total
6 anos	474	608	101	79	68	1.330
07 a 14 anos	3.931	5.086	843	665	577	11.102
15 a 17 anos	1.481	1.916	317	250	217	4.181
18 a 19 anos	1.026	1.325	220	173	150	2.894
Total	6.912	8.935	1.481	1167	1012	19.507

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009

- Para o cálculo do número de salas de aula necessárias não foi incluída a faixa etária de 18 a 19 anos, contingente que em pequena parcela será atendido no ensino médio ou no Ensino de Jovens e Adultos - EJA.

Considerando-se cada sala de aula comportando até 40 alunos e que as escolas funcionam em dois turnos (manhã, tarde) para ensino infantil e fundamental e três turnos para ensino médio, estima-se preliminarmente a necessidade de criação de 191 novas salas de aula, conforme mostrado abaixo:

- Serão 17 salas de aula destinadas à educação infantil;
- Serão 139 salas de aula destinadas ao ensino fundamental;
- Serão 35 salas de aula destinadas ao ensino médio;

Avaliou-se, ainda, que cerca de 10% desta demanda deverá ser absorvida pelo ensino privado, chegando-se a uma necessidade de 172 novas salas de aula para atendimento da demanda de novas vagas nos serviços públicos de educação, considerando o momento de maior afluxo de população, demanda que deverá refluir, gradualmente, com a desmobilização de grande parte da mão de obra.

Portanto, deverá ser considerada esta sazonalidade para o detalhamento das ações a serem desenvolvidas, incluindo a previsão de medidas temporárias de forma a não sobrecarregar as administrações públicas após o arrefecimento da demanda.

Assim, conforme a distribuição de população prevista, tem-se a demanda para o ensino público: 61 novas salas para Altamira, 84 para Vitória do Xingu, 8 para Senador José Porfírio, 9 para Brasil Novo e 10 para Anapu (**TABELA 14-5**)

TABELA 14-5
Demanda de Salas de Aulas no Ensino Público segundo a Distribuição de População
Atraída pelo AHE Belo Monte

Município	Nº de Salas de Aula
Altamira	61
Vitória do Xingu	84
Senador José Porfírio	08
Brasil Novo	09
Anapu	10

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009

Saúde Pública

O dimensionamento das demandas adicionais de serviços de saúde tomou como referência os seguintes parâmetros adotados pelo Ministério de Saúde e OMS:

- 3 leitos/1000 habitantes;
- 1 médico/1000 habitantes;
- 1 equipe de PSF/3500 habitantes e 100% de cobertura da população.

A **TABELA 14-6** a seguir apresenta a demanda adicional estimada por município considerando cada um desses itens:

TABELA 14-6
Demanda dos Serviços de Saúde para a Região de Inserção do AHE Belo Monte

	Altamira	Vitória do Xingu	Senador José Porfírio	Anapu	Brasil Novo	total
Leitos	-	108	52	51	23	235
Médicos	47	46	15	18	5	131
Equipes PSF	33	13	7	6	6	65

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009

A demanda pelo serviço de saúde é transitória, acompanhará a mobilização das obras civis reduzindo de acordo com a desmobilização dos trabalhadores e população vinculada a obra. Considerando o atual quadro de oferta de leitos hospitalares nos municípios da região e a pressão por equipamento de saúde decorrente do fluxo populacional propõe-se:

- A construção de Hospital de Nível Médio de Atenção à Saúde com 60 leitos em Vitória do Xingu, a ser custeado pelo empreendedor e que deverá atender a população do próprio município;
- Brasil Novo e Anapu deverá ser atendido pelo superávit de leitos existentes em Altamira;
- Senador José Porfírio será atendido pelo hospital em construção no município que disponibilizará 15 leitos para sua população.

Com relação ao número de médicos, as estimativas elaboradas apontaram a necessidade de contratação de mais 131 médicos para suprir as demandas geradas pelo empreendimento, distribuídos por municípios conforme indicado na **TABELA 12-3**.

A responsabilidade do empreendedor no que concerne à saúde pública deverá enfatizar as ações voltadas à atenção básica. Desta forma, estima-se:

- 71 médicos serão contratados para compor as novas equipes do Programa de Saúde da Família, que serão implantadas no Programa de Estruturação da Atenção Básica.
- Os 60 profissionais que faltam para atender toda a demanda identificada serão supridos:
 - Pelo Empreendedor que deverá contratar 19 médicos para atender os 18600 trabalhadores vinculados a obra, conforme previsto nas Normas Regulamentadoras da CLT;
 - Pelos médicos que o município de Senador José Porfírio deverá mobilizar para compor o corpo clínico do hospital atualmente em construção;
 - Pelos médicos que o município de Vitória do Xingu deverá contratar para o hospital, a ser construído pelo empreendedor.

No que concerne ao PSF estima-se que serão necessárias 65 equipes, das quais:

- 44 para cobrir os atuais 153 mil habitantes e,
- 21 novas equipes se considerarmos toda a população atraída pelo empreendimento, 74.000 pessoas.

Segurança

A mobilização e a contratação de mão-de-obra e o correspondente aumento do fluxo migratório determinarão o crescimento das ocorrências policiais e, em consequência, da demanda por melhoria na estrutura de segurança pública.

Em relação a este serviço a **TABELA 14-7** apresenta as necessidades de incremento de número de policiais em cada município impactado com o afluxo de população:

TABELA 14-7

Demanda dos Serviços de Segurança Pública da Região de Inserção do AHE Belo Monte

Município	Número de Policiais
Altamira	175
Vitória do Xingu	147
Senador José Porfírio	10
Anapu	15
Brasil Novo	13
Total	360

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009

Situação que considera o déficit de 88 policiais em Altamira e 26 para Vitória do Xingu, municípios com maior afluxo de pessoas, estima-se que, no momento de maior atração de população, haverá uma necessidade máxima de mais 360 policiais (sendo 88 em Altamira, 26 em Vitória do Xingu e 246 relativo a população atraída) para a região, considerando o parâmetro de um policial para cada 300 habitantes e o número total de pessoas atraída direta ou indiretamente pelo empreendimento, 74000.

Da mesma maneira que serviços de educação e saúde, a demanda por serviços de segurança pública se diferenciará no tempo, tendendo a um arrefecimento a partir do quinto ano, quando ocorre a redução do ritmo das obras de engenharia civil, devendo-se diminuir para cerca da metade, considerando a população estimada, que deverá permanecer na região. Todas essas situações deverão ser criteriosamente avaliadas no detalhamento da ação no PBA e monitoradas ao longo do tempo, já que a efetivação de um maior contingente de pessoas da própria região como mão de obra do empreendimento poderá indicar uma menor necessidade de ampliação do efetivo.

Saneamento

O dimensionamento das demandas adicionais de serviços de saneamento tomou como referência os seguintes parâmetros:

- Abastecimento de água: 170litros/habitante/dia²⁹
- Esgoto sanitário: 80% do consumo de água de 170litros/habitante/dia ou seja, 136litros/habitante/dia³⁰
- 0,5kg/dia/pessoa³¹

A **TABELA 14-8** a seguir apresenta a demanda adicional estimada por município, considerando cada um desses itens:

TABELA 14-8
Demanda dos Serviços de Saneamento para a Região de Inserção do AHE Belo Monte

	Altamira	Vitória do Xingu	Senador José Porfírio	Anapu	Brasil Novo	total
Abastecimento de água	91,9 l/s	128,1 l/s	10,5 l/s	15,6 l/s	13,5 l/s	259,7l/s
Esgoto sanitário	74,1 l/s	103,2 l/s	8,5 l/s	12,5 l/s	10,8 l/s	209,4l/s
Coleta de Lixo	13 t/dia	18 t/dia	1,8 t/dia	2 t/dia	2,2 t/dia	37 t/dia

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte, 2009

²⁹ Fonte: Modelo de Geração de Emprego: Metodologia e Resultados (Sinopse Econômica nº 133, março/2004); Cronograma de Investimentos nos Sítios de Construção – Estudo de Viabilidade do CHE Belo Monte (ELETROBRÁS/ELETRONORTE, 2002); IBGE – Censo Demográfico, 2000; DACACH, Nelson Gandur – Sistemas Urbanos de Água, Livros Técnicos e Científicos, 1979.

³⁰ Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000; DACACH, Nelson Gandur – Sistemas Urbanos de Água, Livros Técnicos e Científicos, 1979.

³¹ Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000; PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo – Saneamento do Meio – FUNDACENTRO, USP, Faculdade de Saúde Pública, 1979.

Além dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta/disposição de resíduos sólidos, o aumento do fluxo migratório também agravará os problemas de drenagem urbana. Esse processo ocorrerá de forma mais grave nas áreas urbanas onde se prevêem maiores crescimentos da população, especialmente em Altamira, Vitória do Xingu e nas Vilas de Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Dessas localidades, apenas Altamira conta atualmente com sistema de drenagem, restrito à área central da cidade.

14.2 Reapresentar os programas de mitigação do aumento do afluxo migratório, de forma a garantir a preparação da região para receber o empreendimento, deixando claras as atribuições do empreendedor.

Os Programas previstos nos estudos para mitigação dos impactos sobre os serviços públicos, relacionados ao afluxo populacional são principalmente:

Plano de Relacionamento com a População

- Programa de Orientação e Monitoramento da População Migrante;
- Programa de Educação Ambiental
- Programa de Interação Social e Comunicação

Plano de Articulação Institucional

- Programa de Fortalecimento da Administração Pública
- Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos,
- Programa de Incentivo a Capacitação Profissional e ao Desenvolvimento de Atividades Produtivas;

Plano de Atenção à Saúde Pública

- Programas de Estruturação da Atenção Básica à Saúde;
- Programa de Vigilância Epidemiológica, Prevenção e Controle de Doenças;
- Programa de Ação Para o Controle da Malária (PACM)

Plano de Requalificação Urbana,

- Programa de Intervenção em Altamira;
- Programa de Intervenção em Vitória do Xingu;
- Programa de Intervenção em Belo Monte e Belo Monte do Pontal

Plano de Atendimento à População Atingida

- Programa de Recomposição da Infraestrutura Rural; (saneamento de ressaca ilha da fazenda e garimpo do galo)

Plano Ambiental de Construção

- Programa de Capacitação de Mão de obra
- Programa de Saúde e Segurança

Esses Programas estão descritos no volume 33 do Estudo de Impacto Ambiental e serão apresentados oportunamente em um quadro.

As principais ações previstas em relação aos serviços públicos são:

Educação

Para atender à demanda gerada pela atração de população decorrente da implantação do AHE Belo Monte sobre o sistema educacional público são previstas as seguintes ações, todas de responsabilidade financeira do empreendedor e que encontram-se inseridas no âmbito do Programa de Apoio a Gestão dos Serviços Públicos

- Implantação da infraestrutura educacional por meio da construção de 172 novas salas de aula;
- Dotação do mobiliário e equipamentos necessários ao funcionamento das unidades educacionais a serem implantadas;
- Qualificação de corpo docente para o atendimento da ampliação da rede de ensino;

A operação e manutenção das escolas será de responsabilidade do setor público municipal e estadual.

Saúde Pública

Com a finalidade de atender à atual e à futura demanda sobre o sistema de saúde em função da implantação do AHE Belo Monte, são previstas as seguintes ações de responsabilidade financeira do empreendedor:

- Transferir recursos para as Secretarias Municipais de Saúde correspondentes aos valores das contra partidas dos Municípios de forma que elas possam ampliar a cobertura do Programa de Saúde da Família-PSF, implementado pelo Ministério da Saúde (que inclui a contratação de 94 médicos) para 100% da população atual do município e da população que será mobilizada pelo empreendimento, conforme quantificado no impacto relativo à saúde pública;
- Montar e custear o sistema de monitoramento dos serviços de saúde;
- Acompanhar, supervisionar e fiscalizar a aplicação dos recursos destinados às ações do PSF nos municípios;
- Custear a implantação dos Núcleos de Vigilância Sanitária integrantes do Programa de Controle e Vigilância Epidemiológica por meio de convênios com as Prefeituras Municipais de Altamira, Vitória do Xingu, Senador José Porfírio, Anapu, Brasil Novo e Pacajá;
- Custear a implementação do Plano de Ação para o Controle da Malária, de acordo com as especificações da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde – MS/SVS.

No âmbito do Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos, para o caso da Saúde propõe-se, adicionalmente, como de responsabilidade do empreendedor:

- Construir e equipar hospital de nível secundário de assistência à saúde na Sede de Vitória do Xingu, com 60 leitos.

Segurança

Prover a infraestrutura necessária para a ampliação do contingente policial, estimado em 360 policiais no momento de maior mobilização de população vinculada a AHE Belo Monte.

As ações previstas para a adequação do serviço de segurança pública a serem custeadas pelo empreendedor são:

- Aquisição das viaturas necessárias para o incremento do contingente policial;
- Construir os postos policiais necessários para atender o aumento da demanda;
- Mobiliário e equipar os postos policiais construídos

Tais ações também inserem-se no âmbito do Programa de Apoio à Gestão dos Serviços Públicos,

A contratação e manutenção do contingente adicional de policiais assim como dos postos de segurança e viaturas são de responsabilidade do Estado.

Saneamento

As ações relativas ao saneamento se concentram nas sedes municipais de Altamira e Vitória do Xingu e nos povoados de Belo Monte (município de Vitória do Xingu), Belo Monte do Pontal (município de Anapu) consistindo nas seguintes medidas, custeadas pelo empreendedor:

Sede do Município de Altamira:

- Elaborar projetos de rede de esgoto;
- Implantar estação de tratamento de esgotos;
- Custear 50%³² da implantação das redes de esgoto;
- Elaborar projetos de rede de abastecimento de água
- Implantar sistema de captação e tratamento de água
- Custear 50% da implantação das redes de abastecimento de água
- Implantar aterro sanitário com capacidade para atendimento a 100% da população;
- Implantar sistema de macrodrenagem ao longo dos igarapés Altamira e Ambé em Altamira;

³² Esse valor corresponde a mitigação do impacto gerado pelo empreendimento em função do afluxo populacional e da relocação da população afetada com a formação do reservatório do Xingu.

Sede de Vitória do Xingu

- Elaborar projetos de rede de esgoto;
- Implantar estação de tratamento de esgotos;
- Custear a implantação das redes de esgoto;
- Elaborar projetos de rede de abastecimento de água
- Implantar sistema de captação e tratamento de água
- Custear a implantação das redes de abastecimento de água
- Implantar aterro sanitário com capacidade para atendimento a 100% da população;

Belo Monte e Belo Monte do Pontal

- Elaborar projetos de rede de esgoto;
- Implantar estação de tratamento de esgotos;
- Custear a implantação das redes de esgoto;
- Elaborar projetos de rede de abastecimento de água
- Implantar sistema de captação e tratamento de água
- Custear a implantação das redes de abastecimento de água
- Implantar aterro controlado para destinação final dos resíduos sólidos

Para as localidades de Ressaca /Ilha da Fazenda e Garimpo do Galo propõe-se no âmbito do Programa de Recomposição da Infraestrutura Rural as seguintes ações:

- Implantar sistema de abastecimento de água;
- Implantar sistema de tratamento de esgoto sanitário.

14.3 Apresentar programa de monitoramento do aumento do fluxo migratório para toda a AII, associado ao cronograma da obra, com indicadores e parâmetros que tornem transparente esse monitoramento.

O monitoramento desta população e dos possíveis impactos advindos de sua presença na região é detalhado no Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos, apresentado no **Anexo V** deste documento.

Destaca-se que, além do monitoramento, é previsto um Programa de Monitoramento e Orientação da População Migrante (EIA, Volume 33, item 12.12.1), que tem por objetivo prestar orientação e apoio social à população migrante que buscar a região, sendo previstas as seguintes ações;

- Instalação de um balcão de informação em local estratégico nos municípios de Altamira, Vitória do Xingu, Anapu, Senador José Porfírio e Brasil Novo, com o

propósito de orientação e encaminhamento da população migrante; prestação de esclarecimentos e fornecimento de informações objetivas sobre as oportunidades de trabalho e correspondentes aptidões requeridas, bem como sobre as principais condições locais (moradia, transporte, escolas, postos médicos, custo de vida etc.); e eventual encaminhamento para treinamento, formação e aperfeiçoamento, com vistas a suprir as demandas de trabalho identificadas;

- Realização, em interface com o Programa de Interação Social e Comunicação (EIA, Volume 33, item 12.12.2), de campanhas de esclarecimento quanto ao número de contratações para as atividades de construção, época de abertura das inscrições e período de duração do trabalho, entre outros aspectos relacionados às obras;
- Criação de parceria com as administrações e instituições públicas, nos encaminhamentos de atendimentos dessa população pelas instâncias especializadas, quando for o caso: SUAS, Conselho Tutelar, Delegacias, Conselho do Idoso, etc;
- Levantamento de informações e dados sobre a população que demanda os serviços (origem, escolaridade dos adultos e crianças, formação profissional, condição socioeconômica, número de acompanhantes, expectativas, vínculos prévios com pessoas da região, local inicial de localização) para a formação e atualização periódica do Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos; e
- Estabelecer um canal de interação regular com os órgãos encarregados do planejamento municipal de maneira a compartilhar as informações sobre a população migrante.

A responsabilidade pela implementação deste programa será do empreendedor, inclusive com a constituição de equipe social própria, devendo ser iniciado o mais rapidamente possível, ainda na etapa de planejamento, sendo desenvolvido ao longo dos quatro primeiros anos de implantação do empreendimento, quando se concentrará a maior intensidade das obras e oferta de empregos e, conseqüentemente, do fluxo de migrantes.

14.4 Apresentar indicadores socioeconômicos, que permitam verificar o aumento de demanda sobre a infraestrutura de serviços públicos. Aferir esses indicadores na situação atual (marco zero) e propor parâmetros futuros conforme o programa de monitoramento do afluxo populacional, a serem garantidos por atuação do empreendedor.

A proposição que melhor atende o acompanhamento de uma multiplicidade de aspectos da realidade local é o estabelecimento de um Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos, detalhado no **Anexo V** deste documento. Esse programa tem como objetivo estabelecer indicadores referenciais sobre a realidade da região de influência do AHE Belo Monte, que permitam avaliar, ao longo do tempo, as dinâmicas sociais e econômicas a serem estabelecidas com a implantação do empreendimento e as interfaces destas dinâmicas com a questão ambiental.

14.5 Monitorar os gastos e a arrecadação municipal, além dos repasses de recursos federais e estaduais, de maneira a inferir ao longo do tempo a situação das contas municipais e as aplicações dos recursos.

O Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos, apresentado no **Anexo V**, incorpora o acompanhamento das finanças públicas, de forma a identificar os reais impactos do empreendimento na economia dos municípios e na gestão dos recursos públicos. Os indicadores associados à análise das finanças públicas deverão permitir verificar a evolução da arrecadação tributária, os repasses orçamentários dos governos do estado e federal, a composição dos gastos públicos e a transparência na prestação de contas dos municípios.

14.6 Apresentar programa de desmobilização, associado a curva de redução de postos de trabalho, com ações de mitigação e compensação para as administrações públicas.

No **Anexo VI** deste documento apresenta-se o Programa de Desmobilização de Mão-de-obra solicitado.

14.7 Apresentar propostas de ações antecipatórias, específicas do empreendedor, para serem implementadas imediatamente após a eventual obtenção de LP, e com amplo esforço de comunicação regional, contemplando, minimamente:

- **Capacitação profissional da mão-de-obra regional, visando sua adequação à demanda de mão-de-obra do empreendimento.**

As ações antecipatórias propostas são:

- Priorizar a contratação de pessoas oriundas dos municípios da região, seja da Área de Influência Direta (AID) ou dos municípios da Área de Influência Indireta (AII);
- Manter locais de informação sobre as oportunidades de contratação, de prestação de serviços e capacitação de mão-de-obra nos cinco municípios da AID e uma equipe que percorrerá, periodicamente, os demais municípios da AII levando estas informações;
- Estabelecer convênios com órgãos de recolocação de mão-de-obra, como o SINE, além de sindicatos de trabalhadores e associações profissionais para a formação de turmas para a capacitação;
- Abrir inscrições de pessoas interessadas para formação das turmas de capacitação;
- Estabelecimento de convênios com instituições como SENAI, SENAC, Universidade, para desenvolvimento dos cursos de capacitação;
- Custear o desenvolvimento de cursos de capacitação nas principais áreas de apropriação de mão-de-obra do empreendimento: ajudante, pedreiro, armador, soldador, vibradorista, carpinteiro, mecânico, eletricista, operador de máquina, tratorista, motorista, apontador, bem como cargos administrativos. É importante ressaltar que Altamira possui cursos técnicos e superiores que forma, anualmente,

razoável número de estudantes, abrindo possibilidades de aproveitamento de pessoas da região também para atividades de nível médio e superior; e

- Estabelecer convênio com Universidades, Faculdades e Escolas de Nível Médio locais para a seleção de jovens para estágio.
- **Ações articuladas de apoio ao desenvolvimento sustentável, identificando as cadeias produtivas regionais que poderão ser implementadas em função de potencialidades e oportunidades criadas pelo empreendimento.**

Ação antecipatória proposta:

- Elaboração de estudo para avaliar as oportunidades e desenvolver projetos de novos negócios, procurando aproveitar as potencialidades locais, como a cadeia produtiva de alguns produtos agropecuários (destaque para o cacau) e do extrativismo vegetal (castanha, cupuaçu, dentre outros), além do turismo, principalmente o turismo de aventura, e a pesca esportiva.
- **Ações de apoio e incentivo ao empresariado regional, para fins de atendimento da demanda por produtos e serviços do empreendimento.**

Ações antecipatórias propostas:

- Priorizar a contratação de prestadores de serviços e empresas oriundas dos municípios da região seja da Área de Influência Direta ou dos municípios da Área de Influência Indireta;
- Estabelecer parceria com o SEBRAE e Associações Comerciais Locais para qualificação de fornecedores para o empreendimento, inclusive com o apoio à formalização de empreendedores locais;
- Apoio técnico à adequação ambiental das cadeias produtivas com grande potencial para fornecimento de insumos às obras vinculadas ao empreendimento (areia, brita, tijolos, madeira, etc); e
- Custear assessoramento técnico adequado para a organização dos produtores agropecuários da região em associações e no desenvolvimento e melhoria da produção, para que se tornem fornecedores de produtos agropecuários para o empreendimento.

Outras ações antecipatórias previstas são:

- Elaboração de estudo para avaliar as oportunidades de desenvolvimento de atividades ligadas à cultura regional. É importante destacar a existência do Programa de Estudo, Preservação e Revitalização do Patrimônio Histórico e Cultural, no âmbito do Plano de Valorização do Patrimônio (EIA, Volume 33, item 12.13.4). Esse Programa tem como objetivo geral complementar o registro e o estudo do patrimônio histórico e cultural (imaterial, edificado e paisagístico) das áreas de influência direta, indireta e diretamente afetada do AHE Belo Monte, a

fim de preservar e revitalizar o patrimônio cultural da região. Portanto, o estudo proposto deve ser articulado a este programa.

- Implantação do Programa de Monitoramento dos Aspectos Socioeconômicos (vide **Anexo V** do presente documento);
- Efetivar processo de negociação com os municípios visando à assinatura de compromisso formal para a implantação de PSF para atendimento de 100% da população; e
- Viabilizar convênios necessários à implementação dos diferentes programas.

14.8 Apresentar avaliação mais precisa e consolidada dos impactos na navegação, durante a fase de construção e operação da usina, incorporando os usos a jusante da confluência do rio Bacajá e a população indígena.

Impactos sobre a navegação no trecho de vazão reduzida são esperados desde o período de construção do empreendimento até a fase de operação, quando será liberado o hidrograma ecológico.

De acordo com o planejamento constante dos Estudos de Viabilidade, no período das cheias no primeiro ano de construção serão construídos os canteiros e estruturas auxiliares na Ilha da Serra e Ilha do Reinaldo, em trechos de cota elevada, sem alterar o escoamento do rio Xingu.

No segundo ano do cronograma, em junho, serão feitas as ensecadeiras no canal da margem esquerda, ao lado da Ilha Pimental, interrompendo o escoamento para os canais que dão acesso ao Núcleo de Referência Rural de São Pedro (**FIGURA 14-1**). Até dezembro deste mesmo ano o fluxo nesse local será interrompido; posteriormente as ensecadeiras serão retiradas e toda a água será desviada para essa margem.

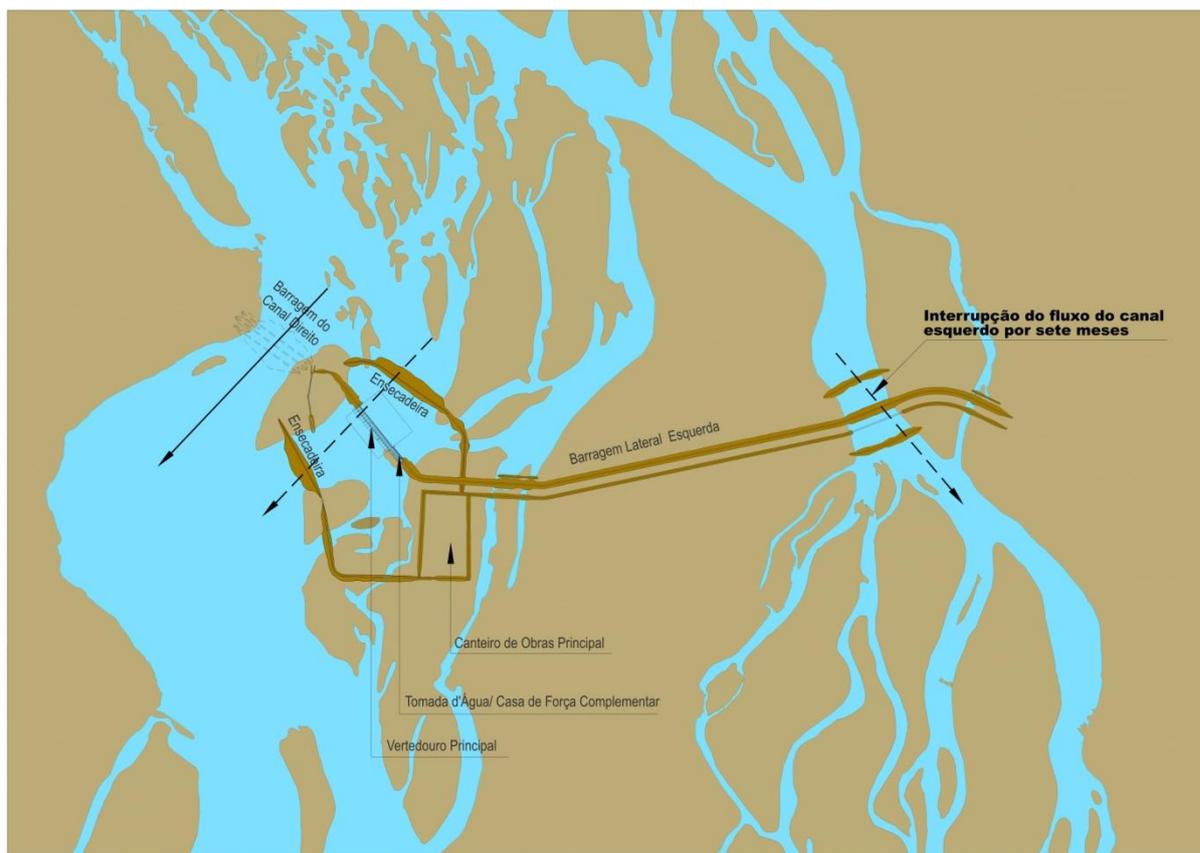


FIGURA 14-1 - Alteração dos Canais de Escoamento do Fluxo do rio Xingu Associada ao Processo de Construção das Obras Principais no Sítio Pimental

Com este manejo do rio Xingu, os principais impactos esperados são a interrupção do escoamento pela margem esquerda durante o período inicial de sete meses de construção, que se refletirão ao longo de um trecho de 10 km, a jusante do Sítio Pimental, com conseqüências sobre o escoamento das águas no referido trecho e na navegabilidade, afetando, por conseguinte, a população que aí reside. Na realidade, durante esse período o trecho em questão ficará destituído de fluxo de água, a menos de uma contribuição do lençol freático, com ocorrência de lagoas nas depressões e a montante de afloramentos, enquanto que, em seu terço final, a água proveniente do rio Xingu, a jusante, permanecerá parada.

Após esse período de 7 meses, serão iniciadas as obras em outros trechos da seção do Sítio Pimental (parte do canal principal, próximo à margem direita, entre a Ilha da Serra e a Ilha Marciana), sendo o canal da margem esquerda liberado após a construção de ponte de serviço.

Com o ensecamento do local de construção do Vertedouro Principal, o escoamento será concentrado em uma área igual a cerca de 55% da área original de escoamento. Haverá então um aumento das profundidades nos canais remanescentes e um incremento do campo de velocidades, o que poderá ainda ser um fator restritivo à navegação durante essa etapa de construção.

Essa fase construtiva no Sítio Pimental deverá estender-se do segundo ano de desvio até junho do quarto ano, quando o Vertedouro Principal estará pronto para receber o escoamento e a Casa de Força Complementar vedada com comportas-ensecadeira a montante e a jusante, permitindo a continuidade das operações de montagem nessa estrutura.

Portanto, na fase de “Implantação das Obras Principais”, a alteração do fluxo da margem esquerda do Xingu entre o barramento e o Núcleo de Referência Rural São Pedro irá modificar, temporariamente, as condições de navegabilidade do canal esquerdo do rio Xingu imediatamente a jusante desse barramento, trazendo consequências negativas para as condições de transporte da população aí residente, principalmente aquela que ocupa a região da margem esquerda do Xingu até a localidade aqui citada.

Essa interrupção se estenderá por um período de sete meses, após o qual o escoamento pelo canal esquerdo será restabelecido, mas com velocidade que pode inviabilizar a navegação até que se inicie a segunda fase de desvio, com o rio passando pelo Vertedouro Principal.

Para a fase de operação, destaca-se que toda a vazão a ser liberada para atendimento ao hidrograma ecológico ou ainda a vazão que será vertida, passará pela margem direita impondo uma condição permanente de interrupção de fluxo nesses 10 km.

Nesse trecho foram identificadas 20 propriedades ao longo da margem do rio Xingu, estimando-se cerca de 60 moradores. As ilhas próximas também são habitadas, estimando-se mais 20 moradores permanentes.

Todos os grupos domésticos nesse trecho utilizam o rio como a principal alternativa para seus deslocamentos. Para se chegar ao travessão mais próximo é necessário andar cerca de 10 km. Assim, são utilizadas pequenas embarcações (voadeiras e rabetas) para o transporte de estudantes, ida ao posto de saúde, transporte do pescado e produção agrícola que é comercializada, compra de produtos nas proximidades (Ressaca) ou em Altamira.

Dessa forma, todos os proprietários, posseiros e demais famílias residentes na margem esquerda e nas ilhas do rio Xingu entre o barramento e o núcleo rural de São Pedro foram incluídos como público-alvo do Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias e, mais especificamente, do Projeto de Reassentamento Rural, além de outros integrantes do Plano de Atendimento à População Atingida (como é o caso do Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais e do Programa de Acompanhamento Social).

Considerando ainda que os impactos nesses 10 km até a localidade de São Pedro se darão assim que forem iniciadas as obras, dada as interrupções de vazão para a construção da ponte de serviço, o EIA propõe que esse público seja tratado prioritariamente nas negociações, em conjunto com aquela população residente nos locais de implantação da infraestrutura de apoio.

De maneira geral, todas as comunidades situadas a jusante do barramento terão o acesso a Altamira dificultado durante a construção em razão da necessidade de desvio do fluxo natural das águas entre os canais próximos deste sítio construtivo, com conseqüente alteração na velocidade da água. As alternativas para essa etapa de construção são:

- Adoção de uma solução de engenharia que permita a continuidade da navegação durante todo o tempo de construção, com a passagem dos barcos para Altamira seja por um dos igarapés da margem direita do sítio Pimental que, com modificações de engenharia, podem se transformar em passagens naturais ou pela construção antecipada do sistema de transposição de embarcações;

- Melhoria da rodovia Transassurini, que liga Altamira as propriedades rurais e localidades situadas na margem direita do rio Xingu, chegando até as proximidades da localidade de Ressaca. Deverá, ainda, ser avaliada a necessidade de melhorias dos travessões que partem da Transassurini até as margens do rio Xingu.

Já na fase de Operação, a vazão a jusante do Sítio Pimental será reduzida conforme proposição do hidrograma ecológico estabelecido no EIA. Ressalta-se que a concepção deste hidrograma baseou-se, entre outros fatores, na manutenção da rota de navegação utilizada pelas populações ribeirinhas e indígenas, durante o período de estiagem.

Para avaliação da quantidade de água necessária à manutenção da navegação no trecho da Volta Grande foram integrados diversos métodos de avaliação que se resumem como:

- Espacialização das oscilações naturais das lâminas d'água nos momentos de cheia e seca. As informações sobre a extensão lateral e a conformação espacial da calha do rio Xingu auxiliaram na avaliação dos canais preferenciais de escoamento. A **FIGURA 9.5-26**, apresentada no Volume 26 do EIA e reproduzida abaixo, mostra o caminho preferencial de escoamento e/ou navegação do rio Xingu, na vazão de 680 m³/s.

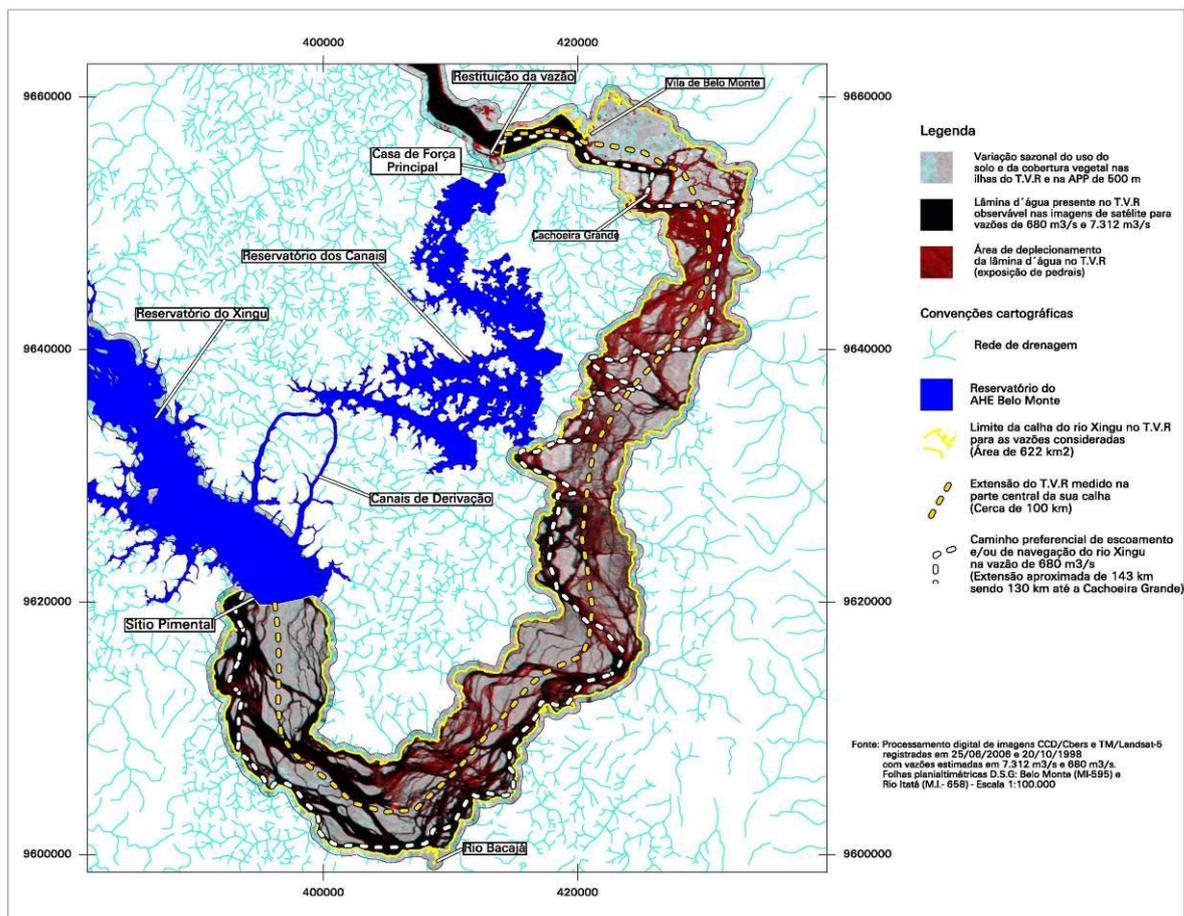


FIGURA 9.5-26 – Área e extensão do trecho de vazão reduzida

- Navegação no mês de setembro, quando o rio Xingu encontrava-se com o nível de estiagem (970m³/s). A equipe de ictiofauna, realizando levantamentos sobre a rota de deslocamento dos peixes, realizou um experimento para testar se nesta época se estabelecem verdadeiras barreiras físicas que impeçam o deslocamento dos peixes, e ao mesmo tempo, conhecer as rotas de navegabilidade no período de menor vazão. No experimento, a equipe partiu do sítio Pimental, descendo o rio, sempre pelo principal fluxo de água, até a cachoeira de Jericoá. Na maior parte das vezes, o curso foi pela margem direita do rio, indicando que nessa margem se localizam os canais mais profundos. Dessa forma, a conclusão do experimento foi que, durante a estação seca, até mesmo no trecho encachoeirado da Volta Grande, existe um fluxo ininterrupto e suficiente de água pelos canais anastomosados do rio, que, apesar da pouca profundidade (às vezes menos de 1 m) podem ser utilizados, teoricamente, tanto pela fauna aquática para deslocamentos como pelo homem, para a navegação. A rota de navegação correspondente ao nível de vazão do rio do mês de outubro foi demonstrada na **FIGURA 7.8.4.1-1**.

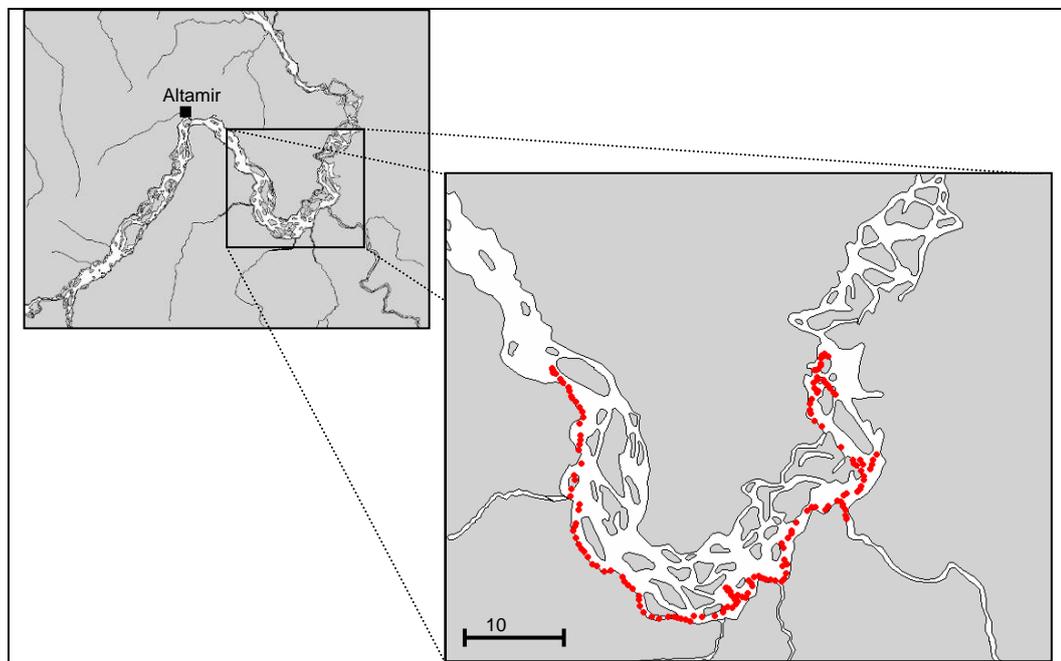


FIGURA 7.8.4.1-1 - Rotas de navegação na região de vazão reduzida da Volta Grande do Rio Xingu em outubro de 2007.

Ao chegar à cachoeira de Jericoá, a aproximadamente 15km a jusante do rio Bacajá, a navegação foi interrompida pela impossibilidade de continuidade pelo canal do rio dada a grande ocorrência de pedrais e as pequenas profundidades.

- Entrevistas com moradores em duas viagens de campo específicas para levantamento das interferências das vazões na navegação de jusante. Nessas entrevistas buscou-se uma correlação da vazão do rio Xingu associada as dificuldades relatadas.
- Modelagem do escoamento a partir do levantamento de 19 seções topobatimétricas no trecho de 44 km entre o barramento e o rio Bacajá permitindo uma análise da seção molhada com diferentes vazões estudadas.

O cruzamento dessas informações levou a conclusão de que apesar das dificuldades relatadas por moradores ou observadas em campo, o rio Xingu é navegável durante todo o ano e, portanto, a adoção de vazões mínimas iguais aquelas observadas nas estiagens não inviabiliza a navegação.

Os estudos do EIA também mostraram que vazões de estiagem são aquelas próximas a 1.000m³/s e estudos com vazões de 700m³/s não mostraram redução acentuada de profundidade. Os estudos de modelagem mostraram ainda que, para essa vazão de 700 m³/s, as velocidades e profundidades nas seções situadas em frente a TI Paquiçamba, localizada na margem esquerda do rio, são baixas o que indica a necessidade de alguma intervenção localizada para melhorar a navegação até essa TI.

É importante destacar, ainda, que antes da fase de implantação das obras principais o EIA recomenda a implantação do Projeto de Monitoramento da Navegabilidade e das Condições de Escoamento da Produção, que inclui o mapeamento detalhado das rotas preferenciais de navegação na Volta Grande nas épocas de estiagem; este projeto também contempla a identificação dos locais onde deverão ser instalados sistemas de sinalização e de obras de engenharia que permitam a melhoria do tráfego fluvial. Dessa forma, essa antecipação de identificação de problemas e implantação de medidas garantirá que não haja interrupção da navegação na região.

Cabe esclarecer que não são esperados impactos de navegação para a região a jusante do rio Bacajá uma vez que esse trecho, conforme diagnosticado no EIA, não é navegável pela existência acentuada de pedrais e declividades; por essa razão a ocupação humana neste trecho é escassa.

14.9 Apresentar de forma mais detalhada a avaliação de impactos para os três cenários propostos no hidrograma.

Esta questão trata do mesmo assunto abordado na questão 10 e por isso essas duas questões serão respondidas em conjunto, na questão 10.

14.10 Apresentar análise contundente dos impactos ocasionados no TVR, para as alternativas II e III contidas no Quadro 10.4.5-29 do volume 31. Considerar, principalmente, a necessidade de manutenção, em níveis aceitáveis, do recrutamento das espécies. Devem-se apresentar propostas de mitigação face aos impactos identificados, especialmente relativos à segurança alimentar e a manutenção do modo de vida das populações humanas.

Para o estudo de proposição do hidrograma ecológico foram analisados 11 cenários de diferentes vazões resumidos nos quatro grupos a seguir:

- I. *Cenários críticos ambientais* – Neste tipo de cenário, as vazões de cheia não podem ser inferiores a 4.000 m³/s e as vazões de estiagem não podem ser inferiores a 700 m³/s para garantir a navegação em pequenas embarcações ao longo do TVR.
- II. *Cenários de sustentabilidade do ecossistema da Volta Grande* – Neste tipo de cenário, as vazões de estiagem devem ser superiores a 700 m³/s para garantir a manutenção da navegação e vazões de cheia de 8.000 m³/s para garantir a

manutenção de alguma transversalidade e conectividade do rio com as planícies, mantendo alguma diversidade de habitats e o estoque de nutrientes.

- III. *Cenários críticos de energia* – Neste tipo de cenário procura-se a manutenção de vazões de cheia ao longo da Volta Grande do Xingu em valores semelhantes às vazões naturais, para inundação das ilhas e da planície aluvial.
- IV. *Cenários de combinação dos cenários anteriores* - Neste tipo de cenário é buscada a alternância de vazões na Volta Grande, entre um hidrograma do tipo I (menos vazão) e um hidrograma do tipo II (mais vazão). Tal hipótese pressupõe que o “bioma” possa ser submetido a um regime de “escassez” por pelo menos um ano e que será capaz de se recuperar no ano seguinte.

O hidrograma de consenso proposto no EIA se refere aos cenários previstos no grupo II, exclusivamente cenário 10, modificado em sua forma, ou seja, que é um cenário que busca a compatibilidade entre viabilidade comercial do empreendimento (geração de energia) e a proposição de um hidrograma que atenda as condições mínimas ambientais, identificadas como fundamentais no TVR.

Esse cenário implica em liberar o hidrograma de manutenção do ecossistema para o TVR em um determinado ano e admitir que no próximo ano o sistema possa ser submetido a um “estresse” hídrico ainda maior. Tal hipótese pressupõe que o ecossistema possa ser submetido a um regime de maior restrição, por no máximo um ano, desde que no ano seguinte vazões de, pelo menos, 8,000 m³/s fossem liberadas, o que possibilitaria manter a produtividade mínima, garantindo sua sustentabilidade.

O **QUADRO 10.4.5-29**, apresentado no volume 30 do EIA e reproduzido abaixo, apresenta uma reavaliação dos impactos relativos ao hidrograma ecológico, compara os impactos entre as três alternativas mais viáveis para todos os atributos analisados para a definição do hidrograma, ou seja:

- Alternativa I – vazão de estiagem de 700m³/s e vazão de cheia máxima de 4.000m³/s;
- Alternativa II – vazão de estiagem de 700m³/s e vazão de cheia máxima de 8.000m³/s;
- Alternativa III - condição de alternância de vazões de cheia de 4.000m³/s em um ano e outro com 8.000m³/s

Desses atributos foram identificados 3 indicadores limitantes: ictiofauna, vegetação aluvial e navegação.

Apresenta-se, a seguir, o referido **QUADRO 10.4.5-29**, indicando-se, em negrito, informações complementares que foram incluídas de forma a atender ao questionamento feito, principalmente no tocante aos impactos relativos ao recrutamento da ictiofauna, apresentando, em seqüência, comentários mais detalhados a respeito da comparação desses impactos entre as alternativas.

QUADRO 10.4.5-29

Análise de impactos para alternativas com vazões de estiagem de 700m³/s e diferentes vazões de cheias

Continua

Atributos	Alternativa I - vazões máximas de 4.000 m ³ /s	Alternativa II- vazões máximas de 8.000 m ³ /s	Alternativa III – Alternância entre vazões de 4.000 e 8.000m ³ /s
Ictiofauna	<p>Algumas comunidades de peixes associadas aos pedrais (acaris que representam 28% da riqueza de espécies na Volta Grande) poderão ainda viver na área, porém alterações na temperatura da água e a falta de acesso aos ambientes de reprodução (barrancos não inundados) podem diminuir o sucesso reprodutivo. Os peixes que dependem da floresta aluvial (67% da riqueza de espécies da Volta Grande) serão impactados imediatamente, com drástica diminuição ou até desaparecimento. Os grandes predadores não poderão ficar na região por falta de área de reprodução e alimentação.</p>	<p>Será assegurada parcialmente a desova de peixes que dependem da inundação da planície e dos acaris que dependem dos pedrais, pois haverá disponibilidade relativa de áreas de inundação. Os peixes predadores também poderão se manter na região. Contudo o desenvolvimento embrionário e o recrutamento dos jovens poderá ser de menor intensidade do que no regime atual, o que poderá produzir a diminuição da abundância destes grupos funcionais devido à curta duração e magnitude da inundação.</p>	<p>Alternância de anos de maior e menor estresse hídrico poderá favorecer espécies com maior amplitude ecológica e prejudicar espécies com menos capacidade de adaptação ou com estratégias de vida mais especializadas. Diminuição de recrutamento, durante os anos com vazão de 4.000 m³/s, por falta de reprodução dos peixes que precisam das planícies aluviais para reprodução. Nesses anos deverá ocorrer a diminuição das espécies predadoras por falta de fontes de alimento.</p>

QUADRO 10.4.5-29

Análise de impactos para alternativas com vazões de estiagem de 700m³/s e diferentes vazões de cheias

Continuação

Atributos	Alternativa I - vazões máximas de 4.000 m ³ /s	Alternativa II- vazões máximas de 8.000 m ³ /s	Alternativa III – Alternância entre vazões de 4.000 e 8.000m ³ /s
Quelônios/ Tracajás	Poderá ocorrer a reprodução, mas pode haver mudanças de razão sexual a favor de machos. Haverá perdas nos nichos de alimentação, por falta da inundação de planície e exposição maior de bancos de areia com diminuição na temperatura de incubação. Restrição do nicho alimentar pela falta de inundação das florestas com impacto sobre o recrutamento.	Reprodução poderá ocorrer mas ainda haverá redução de nicho de alimentação, ainda que menor que no caso anterior.	Alternância de anos de maior e menor estresse hídrico poderá favorecer populações de maior amplitude ecológica e em anos com 8.000 m ³ /s os tracajás terão maior acesso ao nicho alimentar nas planícies aluviais. Diminuição de recrutamento, durante os anos com vazão de 4.000 m ³ /s, por falta de reprodução.
Vegetação	Modificação da estrutura de espécies na floresta aluvial. Sucessão de espécies de várzea para comunidades de terra firme a longo prazo; Perda do ciclo vital da floresta aluvial (eventualmente poderá haver alguma floração mas não frutificação), por falta de inundação e pulso hidrológico. As podostomaceas (corredeiras) e praias não teriam impacto de alta magnitude. Nas praias pode ocorrer colonização de gramíneas.	Manutenção da estrutura das florestas aluviais atuais, pelo menos em uma faixa pequena. Floresta aluvial poderá florescer e eventualmente frutificar pois parcialmente será inundada. Diminuição na taxa de dispersão das sementes. Formações arbustivas e pioneiras, praias e podostomaceas com impacto de baixo nível.	Alternância de anos de maior e menor estresse hídrico poderá favorecer espécies com maior amplitude ecológica. Com 8.000 m ³ /s haverá reprodução de parte da vegetação aluvial, especialmente espécies frutíferas, que alimentam a fauna aquática, possibilitando eventos de dispersão dessas espécies. Manutenção da estrutura das florestas aluviais atuais, pelo menos em uma faixa limitada.
Vetores	Ainda haverá grande quantidade de poças com proliferação de vetores		Alternância de anos de maior e menor abundância e proliferação de espécies de vetores. Com vazão de 8.000 haverá maior possibilidade de dispersão desses vetores. Pode-se esperar uma alternância de populações de espécies distintas de vetores, como, por exemplo, aumento dos simulídeos e redução dos anofelinos.

QUADRO 10.4.5-29

Análise de impactos para alternativas com vazões de estiagem de 700m³/s e diferentes vazões de cheias

Continuação

Atributos	Alternativa I - vazões máximas de 4.000 m ³ /s	Alternativa II- vazões máximas de 8.000 m ³ /s	Alternativa III – Alternância entre vazões de 4.000 e 8.000m ³ /s
Avifauna	Perda de habitat e as aves abandonarão a região. Haverá porém, no início, um aumento de aves predadoras generalistas, até a biomassa das presas diminuir.	Espécies associadas a ambientes de floresta aluvial irão permanecer na região, por conta da inundação mesmo que parcial.	Alternância de anos de maior e menor estresse hídrico poderá favorecer espécies com maior amplitude ecológica. Espécies associadas aos ambientes de planícies aluviais terão maior disponibilidade de nichos nos anos com vazão de 8.000 m ³ /s.
Qualidade da água	Na frente da Ilha da Fazenda poderá aumentar o nível de coliformes. Fora disso não se espera alterações mais importantes. As poças de água parada poderão ter qualidade comprometida em determinados locais com propensão ao desenvolvimento de cianofíceas, macrófitas aquáticas e aumento dos vetores. Algumas espécies de macrófitas que poderão ocorrer são Pistia spp e Eichhornia spp. Essas poças podem ser sítios de proliferação de espécies de cianofíceas tóxicas com danos à vida selvagem e à população humana. A produtividade primária do sistema será comprometida pela falta de inundação das planícies aluviais e menor afluxo de nutrientes.	Sem impactos de maior gravidade pois ficará assegurada a oxigenação do sistema e as condições físicas das massas de água. Não haverá impactos significativos na biota, especificamente plancton e macro invertebrados bentônicos. O fluxo de nutrientes será mantido em função da inundação de parte das florestas aluviais, principalmente nos igarapés e, conseqüentemente, será mantida a produtividade do sistema no que se refere a fitoplancton, perifiton e macrofitas aquáticas.	Sem grande alteração em relação às condições naturais do ponto de vista dos parâmetros físicos e químicos. Haverá provavelmente uma redução da concentração de nutrientes com vazões de 4.000 m ³ /s, tendo como conseqüência menor disponibilidade alimentar. Deverá haver uma alteração da biodiversidade e da biomassa dos organismos bentônicos e zooplantônicos, com tendência de aumento de biomassa e diminuição de riqueza de espécies quando se passa de 4.000 para 8.000 m ³ /s.

QUADRO 10.4.5-29

Análise de impactos para alternativas com vazões de estiagem de 700m³/s e diferentes vazões de cheias

Continuação

Atributos	Alternativa I - vazões máximas de 4.000 m ³ /s	Alternativa II- vazões máximas de 8.000 m ³ /s	Alternativa III – Alternância entre vazões de 4.000 e 8.000m ³ /s
Navegação	<p>Não haverá interrupção da navegação, mas haverá ampliação do tempo de exposição às condições restritas de deslocamento. Quanto maior a vazão menos tempo durará essa fase mais restrita. O remanso do Xingu no igarapés Bacajaí reduz de 15 km de extensão para aproximadamente 2km e no Bacajá de 20km para 7km, interferindo na navegação nesses afluentes.</p>	<p>Não haverá interrupção da navegação mas haverá ampliação do tempo de exposição às condições restritas de deslocamento. Quanto maior a vazão menos tempo durará essa fase mais restrita. Não há restrição para navegação</p>	<p>Não terá impactos de gravidade, somente haverá dificuldades nos períodos de estiagem. Nos períodos de vazão de 4.000 m³/s poderá haver maior dificuldade de acesso aos igarapés Ituna, Bacajai, Bacajá e Itatá e aumenta o tempo em que as condições de navegação são mais restritivas.</p> <p>No entanto, de forma geral tem-se que as condições de navegação para as alternativas II e III são as mesmas, dado que as vazões mínimas previstas para liberação nos períodos de estiagem são as mesmas.</p>

QUADRO 10.4.5-29

Análise de impactos para alternativas com vazões de estiagem de 700m³/s e diferentes vazões de cheias

Continuação

Atributos	Alternativa I - vazões máximas de 4.000 m ³ /s	Alternativa II- vazões máximas de 8.000 m ³ /s	Alternativa III – Alternância entre vazões de 4.000 e 8.000m ³ /s
Pesca	Pesca de peixes de consumo (escama) irá desaparecer. Aumento da captura dos acaris, nos primeiros anos. Risco de sobrepesca. Perda de renda e fontes de proteína com comprometimento dos hábitos alimentares, principalmente das TIs.	Pesca de peixes de consumo(escama) e de acaris poderá ser mantida na região, mesmo que com uma pequena alteração na composição de espécies alvo. Contudo, aumento da capturabilidade (na seca) pode conduzir a sobrepesca	Alternância de anos de maior e menor facilidade de pesca (captura), com aumento de captura nos anos de vazão de 4.000 m ³ /s. Com 8.000 m ³ /s, aumenta o recrutamento e redução da pressão de pesca, com maior probabilidade de manutenção de estoque pesqueiro para consumo.
Uso dos recursos naturais	Intensificação dos garimpos e do uso dos recursos naturais como quelônios, peixes, etc. Não há alteração na quantidade de água e a qualidade da água dos poços pode diminuir na seca. Vazões suficientes para manter boa qualidade da água para o abastecimento a jusante da Casa de Força Complementar.	Aumento de pressão inicial temporária de coleta de quelônios e pesca. Não há alteração na quantidade e na qualidade da água dos poços. Vazões suficientes para manter boa qualidade de água a jusante da Casa de Força Complementar.	Alternância de anos de maior e menor pressão de uso dos recursos naturais, combinando os prognósticos descritos para as alternativas I e II.

QUADRO 10.4.5-29

Análise de impactos para alternativas com vazões de estiagem de 700m³/s e diferentes vazões de cheias

			Conclusão
Atributos	Alternativa I - vazões máximas de 4.000 m³/s	Alternativa II- vazões máximas de 8.000 m³/s	Alternativa III – Alternância entre vazões de 4.000 e 8.000m³/s
Anfíbios, mamíferos, herpetofauna.	Redução significativa de nicho reprodutivo das espécies de anfíbios e mamíferos aquáticos e semi aquáticos que dependem da planície de inundação. .	Reprodução dos anfíbios poderá ocorrer, mas ainda haverá redução de nicho reprodutivo. Melhora significativa na qualidade de oferta de nicho alimentar para a biota aquática.	Alternância de anos de maior e menor estresse hídrico limita o potencial reprodutivo de anfíbios e reptéis que dependem do ciclo de inundação, levando a declínio da abundância das espécies. Com vazão de 4.000 m ³ /s os anfíbios sofrerão diminuição na taxa de recrutamento por dificuldade de reprodução.
Físicos	Pedrais irão inundar durante o período de cheia. Não haverá inundação da planície aluvial.	Inundação total dos pedrais e inundação parcial das florestas aluviais. A água entra pelas pequenas depressões do terreno nas ilhas e igarapés.	Compromisso entre os ganhos ambiental e energéticos.

Especificamente no que tange à comunidade de peixes, vale destacar os seguintes pontos:

- A maior parte da fauna íctica (dois terços das espécies, aproximadamente) depende das planícies de inundação para o seu desenvolvimento embrionário e para as primeiras fases do ciclo de vida. A inundação das áreas marginais de floresta aluvial, que permanecem hoje uns três meses disponíveis para essas espécies, garante um berçário natural, com grande disponibilidade de alimento e proteção dos predadores, devido a existência de refúgios nas raízes das árvores.
- A alternativa I do hidrograma não propicia a inundação dessas áreas. Portanto, esta fauna tenderia a desaparecer. Somente os peixes que dependem da inundação dos pedrais ou que vivem exclusivamente nos canais do rio (principalmente acaris da família Loricariidae e alguns predadores) poderiam sobreviver nesta situação.
- Na alternativa II, haveria uma garantia de inundação de pelo menos parte da floresta aluvial, por um período restrito, de aproximadamente um mês, portanto mais curto que a situação atual. Com isso, poderiam ser garantidas áreas de desova, berçário e refugio para esta ictiofauna, mesmo que em condições mais restritas. Daí se considerou que, nesta alternativa, esses grupos da ictiofauna poderão sobreviver sem extinção de espécies. Contudo, devido à diminuição do recrutamento (tempo curto e área menor), prognostica-se também uma diminuição dos estoques adultos no rio, desses grupos.
- Na alternativa III, nos anos em que houver inundação haverá recrutamento, como no caso da alternativa II. Nos anos em que não houver vazão suficiente para inundar a floresta, ocorrerão falhas no recrutamento dos peixes que dependem da floresta inundada. Isto significa que a fauna irá sofrer maiores variações anuais de abundância do que na alternativa II. Esta situação favorece espécies de ciclos de vida curtos, generalistas e “r” estrategistas, em detrimento de espécies mais especialistas ou de ciclos de vida longos. A sugestão do estudo de adotar a alternativa III parte da base de que uma parte da fauna pode se adaptar com maior facilidade a mudanças na disponibilidade espacial e temporal de áreas para desova e recrutamento, buscando compatibilizar objetivos de conservação ambiental e os objetivos de maximizar a geração de benefícios em eletricidade.

Do ponto de vista pesqueiro, a redução de vazão irá facilitar a pesca, pois a capturabilidade dos peixes aumenta com a extensão do período de estiagem. Por isso, será preciso um monitoramento cuidadoso desta região para evitar a sobrepesca de certas espécies, particularmente aquelas que são alvo da pesca ornamental, devido a maior facilidade de pesca e ao aumento do esforço.

Segundo os estudos a maior parte do pescado da região é enviada para fora, pois não é absorvida na região. Então, há espaço para aumento da demanda de consumo, sem exaurir o mercado. Isto é particularmente válido se considerado que a pesca no reservatório poderá até ser incrementada, a favor de certas espécies (ex. pescada branca, tucunaré), que devem aumentar sua abundância no reservatório do Xingu.

Foram previstas medidas de controle da pesca e desenvolvimento de alternativas, mediante projetos de incentivo a pesca sustentável e aquicultura de peixes ornamentais e projetos de manejo e conservação de peixes, visando o uso sustentável do recurso. Por outro lado, o

projeto para implantação de mecanismo de transposição de peixes poderá assegurar a manutenção dos peixes migradores na região.

Complementarmente a esses programas, o Projeto de Apoio à Pequena Produção e Agricultura Familiar, que faz parte do Programa de Recomposição das Atividades Produtivas Rurais, terá como um dos seus públicos-alvo as famílias de produtores rurais residentes na Volta Grande do Xingu, devendo ter como principal objetivo a garantia da segurança alimentar e a ampliação das possibilidades de geração de renda, o que é desejável na medida em que esta população estará exposta à possibilidade de interferência nas atuais condições de pesca e de escoamento da produção, com a implantação do trecho de vazão reduzida.

Assim, deverão ser desenvolvidas ações que procurem:

- Incentivar a diversificação da produção agrícola a partir de atividades potenciais identificadas;
- Incentivar a aquicultura de espécies de consumo em tanques redes ou tanques escavados, tanto no reservatório com em locais com características adequadas na Volta Grande.
- Buscar formas de viabilização do beneficiamento e comercialização dos produtos;
- Qualificar recursos humanos de modo a criar condições técnicas que dêem suporte às necessidades dos pequenos produtores;
- Reorganizar e associar os interesses dos diversos grupos de pequenos produtores de modo a se constituir uma “rede de produção” que facilite sua inserção no mercado, bem como seu aprimoramento tecnológico;
- Contribuir para a instauração de um processo de agregação de valor as pequenas culturas, a fim de promover a geração de renda;
- Incentivar a introdução de melhorias tecnológicas;
- Apoiar a economia tradicional e fomentar a diversificação produtiva;
- Buscar fontes de recursos tendo em vista melhorar a infraestrutura de apoio à produção; e incentivar novas fontes de renda para os pescadores que possam ter redução das suas fontes de renda, como o turismo ecológico, o cultivo de peixes ornamentais e a formação de guias para pesca esportiva.

14.11 Reapresentar os estudos de qualidade da água, notadamente os prognósticos efetuados com base nas modelagens matemáticas.

Os estudos de Qualidade da Água estão apresentados no item 5.2.11 deste documento.

14.12 Aprofundar as discussões acerca da retenção de sedimentos nos reservatórios e eventuais impactos nos tabuleiros de nidificação dos quelônios

A dinâmica de sedimentos que contribui para a formação dos tabuleiros na região da ria do Xingu se dá no próprio trecho da ria (vide estudos de sedimentos Volume 11 – Diagnóstico AID e ADA – Meio Físico). Ou seja, esta dinâmica não será afetada com o barramento, uma vez que os processos erosivos para formação dos tabuleiros continuarão a ocorrer quando da implantação do aproveitamento Belo Monte.

Além disso, para evitar a inundação das covas de postura que já vem ocorrendo e acarretando baixíssima eclosão, decorrência de processos erosivos naturais no tabuleiro principal de desova, esse pode ser elevado com adição de areia (Atividades previstas no âmbito do programa ambiental do EIA).

Como ressaltado no EIA (Volume 33, página 188) para incrementar o sucesso das eclosões de ovos de tartarugas-da-amazônia no rio Xingu, o fundamental é implementar e intensificar programas de fiscalização, que independem da implantação do aproveitamento hidrelétrico.

O diagnóstico do EIA mostra que há uma população expressiva de tartaruga-da-amazônia na região da ria do Xingu e que utiliza as praias para reprodução (Volume 16 – AID e ADA Fauna Aquática – capítulo Quelônios).

Desta forma, a avaliação de impactos e, conseqüentemente, os programas sugeridos no EIA, consideraram a situação de proteção e de conservação dos habitats reprodutivos, como também a necessidade de manejo destes habitats mediante informações a serem obtidas do monitoramento das populações de quelônios a jusante (vide Volume 33 – Planos, Programas e Projetos, mais especificamente item 12.8.4.2. Projeto de Monitoramento e Manejo de Quelônios e Crocodilianos, página 186).

Os problemas da perda de potencial reprodutivo das tartarugas nos tabuleiros de desova já vêm ocorrendo nos últimos anos, basicamente por causa dos seguintes fatores:

- Erosão dos tabuleiros devido ao intenso uso por parte de animais em época de reprodução; esses tabuleiros, porque contam com fiscalização, têm maior afluência da população de tartarugas, uma vez que nesses locais não há coleta de animais nem de ovos;
- Efeito da maré capaz de mudar a direção do fluxo do rio Xingu, na região dos tabuleiros, na época de estiagem, pico da estação reprodutiva das tartarugas, acarretando alagamento dos ninhos, com destruição de ovos e embriões (vide estudos de sedimentos Volume 11 – Diagnóstico AID e ADA – Meio Físico);
- Dificuldade de fiscalização em todos os tabuleiros.

14.13 Apresentar modelagem da projeção do desmatamento nos municípios da AII considerando os cenários de implantação e não implantação do AHE Belo Monte.

Em vários trechos do EIA são considerados os cenários de desmatamento para a região do AHE Belo Monte. Especificamente no Prognóstico Global Volume 31 do EIA são analisados cenários de evolução da bacia do rio Xingu sem o empreendimento (páginas 2 a 30) e com o empreendimento, neste caso, sem serem consideradas as medidas ambientais propostas (páginas 32 a 53) e considerando tais medidas (páginas 54 a 74).

Os estudos da Avaliação Ambiental Integrada - AAI feito para a bacia do Xingu também abordam a questão dos cenários de desmatamento para a bacia do rio Xingu (Estudos da AAI páginas 128 a 148 e Resumo Executivo - páginas 41 e 42).

A síntese dos resultados é a seguinte: para os cenários tendenciais 2015, processando-se as informações disponibilizadas para o período 2000/2007, sumarizam-se alguns pontos notáveis da projeção 2007/2015, sendo que a taxa efetiva de crescimento da área desmatada é de 4,11% para a bacia hidrográfica como um todo

Em termos absolutos, o incremento da área desflorestada é de 23.800 km². Em 2015, a área desmatada passaria para 98.776 km², evoluindo de um valor inicial em 2007 de 74.976 km².

Há uma quantidade expressiva de municípios da bacia que se encontra com o estoque de florestas disponíveis (fora das áreas protegidas) praticamente esgotado, como o caso de Altamira (apenas 3,3% da área do município). Em se considerando 20% de área florestada como 'o mínimo a ser preservado', esses municípios já não se enquadram nessa situação, pois já ultrapassaram o limite de 80% de ocupação.

Há também pontos notáveis a serem destacados no cenário tendencial 2025 apresentado na AAI: a taxa anual efetiva de crescimento da área desflorestada é de 3,15%, em vez dos 4,11% preliminarmente assumidos para 2015, devido à redução de estoques florestais e do possível aumento de fiscalização.

O incremento da área desflorestada é de 49.153 km² e em 2025, a área desmatada passaria para 134.699 km², evoluindo de um valor de referência em 2015 da ordem de 98.776 km².

Entre os sete maiores municípios, com participações acima de 4% em termos da contribuição ao incremento da área desflorestada projetada para 2025 está Altamira, sendo a maioria dos demais no norte do Mato Grosso, fora da AII., sinalizando, mais uma vez, o direcionamento dos incrementos da ocupação.

Como se depreende, a manutenção de taxas de crescimento do desflorestamento de 4,11% e 3,15% a.a. do Cenário Tendencial deve levar a exaustão dos estoques de áreas em mais de uma dezena de municípios da bacia hidrográfica, a maioria no estado do Mato Grosso. Mais detalhes podem ser encontrados nas páginas 128 a 148 do relatório da AAI. Ver página 145 (volume 28), Avaliação Ambiental Integrada.

É importante enfatizar, entretanto, que a dinâmica que impulsiona a atual motivação do desflorestamento, cujo padrão procurou-se estabelecer em alguma medida, relaciona-se também a outras demandas de ordem socioeconômica.

O asfaltamento das estradas e vicinais da região, nos moldes de outras rodovias da Amazônica (por exemplo, a BR-364), promoverá o uso alternativo do solo, com ocupação das margens da rodovia e a expansão da substituição da vegetação florestal por plantios agrícolas, pastagens e monoculturas. Para alguns segmentos da sociedade brasileira a floresta é vista como fator impeditivo ao desenvolvimento, pois há fragilidade na implantação das políticas alternativas para a conservação das florestas (redução de impostos, pagamento pela manutenção da floresta em pé, pelos benefícios ambientais daquela floresta protegida). Enquanto persistir o estímulo, através de políticas públicas para a conversão da floresta para uso alternativo do solo, o desmatamento continuará acontecendo, independente da implantação de hidrelétricas. Não é devido a implantação de hidrelétricas que ocorre o desmatamento na região amazônica, em termos proporcionais, as áreas que são desmatadas para a implantação de pastagem e agricultura e que atualmente se encontram abandonadas, são muitas vezes maiores do que áreas desmatadas ou alteradas pela implantação de hidrelétricas. Estes empreendimentos podem, no máximo, potencializar uma situação que já ocorre no seu local de implantação (AID). Em função da ausência de fiscalização e controle por parte do poder público local, estadual e federal.

Exemplos de criação de Unidades de Conservação como medida de compensação em torno de empreendimentos hidrelétricos são vários na região amazônica, além de apoio na fiscalização de limites de unidades já existentes e mesmo de terras indígenas (exemplos das UHE Tucuruí, Balbina, Samuel). No caso da UHE Balbina a efetiva implantação e manutenção das Terras Indígenas Waimiri Atroari e da Reserva Biológica do Uatumã, permitiu a proteção de cerca de 3,5 milhões de hectares de florestas nativas, ou seja, uma área dez vezes maior que a inundada pelo reservatório.

Objetivando indicar áreas para a criação de unidade de conservação de proteção integral na região do empreendimento, é proposto no AHE Belo Monte, o Projeto de Criação de Unidades de Conservação, inserido no Programa de Compensação Ambiental (Volume 33, item 12.7.5.1, págs. 154 a 160). Neste Projeto são propostos estudos em duas regiões de interesse, situadas na margem direita do rio Xingu. A primeira região situa-se próxima Volta Grande, margem direita do rio Bacajá, um dos mais importantes afluentes do Xingu. Esta região limita-se com a T.I. Arara da Volta Grande situada na margem esquerda do rio Bacajá. O polígono de interesse apresenta cerca de 80.000 hectares de floresta em melhor estado de conservação, quando comparado com as florestas na margem esquerda do rio Xingu na região da Volta Grande. A criação de uma unidade de conservação nesta região permitirá a proteção dos últimos maciços florestais de terra firme presentes na região e também propiciará a proteção das florestas aluviais do rio Bacajá.

A outra área potencial para ser uma unidade de conservação de proteção integral, situa-se do sul da AII do AHE Belo Monte entre as T.I. Koatinemo e a T.I. Trincheira Bacajá (Unidade 2). Há um polígono com cerca de 200.000 ha, ainda com florestas bem conservadas, que poderia, junto com as supracitadas terras indígenas, formar um bloco contínuo de floresta com cerca de 1,6 milhões de hectares. A indicação de proteção de grandes extensões de maciços florestais na Amazônia vem sendo preconizado por pesquisadores e estudiosos, sendo que estas áreas teriam a capacidade de funcionar como unidades evolutivas, mantendo populações viáveis de espécies em longo prazo (Peres, 2005).

Informações adicionais e contextualização sobre o desmatamento da região também podem ser observadas para a área de influência direta que foi realizada no âmbito dos estudos de paisagem, analisando dados do PRODES entre os anos de 2000 e 2007, apresentando gráfico

de evolução de desmatamento e análise de sua conseqüência na paisagem (Vide Volume 13 – ADA e AID (Biótico) – Uso do Solo e Vegetação – item Unidade de Paisagem).

Por fim, vale lembrar que impactos derivados de pressões sobre a cobertura vegetal, tais como aumento da pressão sobre recursos florestais madeireiros e não madeireiros e aumento da perda de diversidade da flora, foram devidamente identificados, caracterizados e avaliados no EIA (Volumes 29, 30 e 31), associados a diferentes processos do empreendimento nas etapas de construção, enchimento dos reservatórios e operação do AHE Belo Monte, com especial destaque para aqueles derivados do impacto primário de aumento do fluxo migratório e sua conseqüência, traduzida no aumento do uso e ocupação desordenado do solo (na etapa de construção, conforme pode ser consultado no Volume 29). Para fazer frente aos mesmos, e seguindo um dos preceitos metodológicos balizadores da adoção de redes de precedência para a identificação e avaliação de impactos, foi feita recomendação prioritária da adoção de ações preventivas para minimização e controle do afluxo de pessoas à região, fato gerador da rede de precedência. Em termos mitigadores, indicou-se a colocação em prática de várias medidas que compõem programas do Plano de Conservação da Flora e, a título de compensação, a criação de Unidades de Conservação conforme antes exposto.

14.14 Apresentar programa que, conjuntamente com programa de aquicultura de peixes ornamentais contemple totalmente a população dependente economicamente da pesca dos Loricariidae nas áreas impactadas pelo empreendimento.

O programa que contempla toda a população dependente economicamente da pesca ornamental é o Projeto de Aquicultura de Peixes Ornamentais. No entanto, é importante indicar como primeira medida estratégica deste projeto, para garantir que a população seja realmente a beneficiária, o cadastramento de todos os pescadores que vivem da pesca ornamental na Volta Grande. Outra medida importante é, a partir do monitoramento da atividade pesqueira, estabelecer mecanismo de garantia de reposição temporária da renda dos pescadores, se forem constatadas perdas significativas. Este projeto deverá ter início e ser desenvolvido junto com as obras, período no qual a captura dos loricarídeos não deverá ser afetada significativamente.

O referido projeto, descrito no EIA, prevê uma etapa denominada *Extensão rural para a implantação do pacote nas comunidades*, que deverá ser iniciada logo após ser finalizada a fase de experimentação em laboratório. Os pacotes tecnológicos de cultivo de Loricariidae deverão ser repassados para as comunidades, com uma ajuda financeira do empreendedor para a instalação de pequenos laboratórios de cultivo nas comunidades. Cursos de capacitação que incluam noções sobre a biologia dos organismos, tolerâncias e manuseio adequado devem ser ministrados. Também devem ser focados cursos sobre administração de micro-empresas, cooperativismo, e gestão empresarial, dentre outros, além de noções sobre mercado internacional de aquarofilia. A participação do IBAMA será fundamental nessa etapa para poder licenciar essa atividade e permitir a sua realização dentro dos marcos da legalidade.