

TOMO A – VOLUME 1

SUMÁRIO DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

TOMO A - METODOLOGIAS, INSTRUMENTOS LEGAIS E CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	I-1
CAPÍTULO II – METODOLOGIA GERAL	II-1
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	II-1
2. LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS EXISTENTES NA ÁREA DE INTERESSE	II-4
3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PARA EXECUÇÃO DOS ESTUDOS TEMÁTICOS	II-12
4. INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES E ESTUDOS REALIZADOS	II-21
CAPÍTULO III – DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA	III-1
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	III-1
2. ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL	III-2
3. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA	III-4
4. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA	III-6
CAPÍTULO IV – ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS	IV-1
1. LEGISLAÇÃO FEDERAL	IV-1
2. LEGISLAÇÃO ESTADUAL DE RONDÔNIA	IV-14
3. LEGISLAÇÃO ESTADUAL DO AMAZONAS	IV-23
4. LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE PORTO VELHO	IV-25
CAPÍTULO V – ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS JIRAU E SANTO ANTÔNIO. V-1	
1 LOCALIZAÇÃO	V-1
2 A REGIÃO DE ESTUDO	V-1
3 AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS	V-3
CAPÍTULO VI – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	VI-1
1. RESPONSÁVEIS LEGAIS	VI-1
2. HISTÓRICO DOS PROPONENTES	VI-2
CAPÍTULO VII – CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS	VII-1
1. JUSTIFICATIVAS PARA OS EMPREENDIMENTOS	VII-1
2. APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO JIRAU	VII-4

2.1	Dados Técnicos do Empreendimento.....	VII-4
2.2	Descrição do Aproveitamento Hidrelétrico de Jirau	VII-4
2.3	Cronograma de Implantação	VII-41
2.4	Infra-Estrutura de Apoio às Obras.....	VII-46
3.	APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO SANTO ANTÔNIO	VII-50
3.1	Dados Técnicos do Empreendimento.....	VII-50
3.2	Descrição do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio	VII-51
3.3	Cronograma de Implantação	VII-84
3.4	Infra-estrutura de Apoio às Obras	VII-89

RELAÇÃO DE QUADROS, FIGURAS, TABELAS E DESENHOS

TABELA A.VII. 1 – Reservatório do AHE Jirau – Características Geométricas e Hidráulicas	VII-9
TABELA A.VII. 2 – AHE Jirau - Curvas Cota x Área e Cota x Volume do Reservatório	VII-10
TABELA A.VII. 3 – Tempos de enchimento do Reservatório.....	VII-11
TABELA A.VII. 4 – Estudos de Remanso do Rio Madeira - Trecho: Jirau – Abunã Identificação e Distâncias entre as Seções Transversais Utilizadas	VII-14
TABELA A.VII. 5 – Cronograma da Entrada em Operação das Unidades Geradoras	VII-53
TABELA A.VII. 6 – AHE Santo Antônio Curvas Cota x Área e Cota x Volume do Reservatório	VII-54
TABELA A.VII. 7 – Tempos de Enchimento do Reservatório	VII-55
TABELA A.VII. 8 – Estudos de Remanso do Rio Madeira – AHE Santo Antônio Identificação e Distâncias entre as Seções Transversais Utilizadas	VII-56
TABELA A.VII. 9 – Estudos de Remanso do Rio Madeira entre AHE Santo Antônio e AHE Jirau Perfis da Linha d'Água em Condições Naturais.....	VII-57
TABELA A.VII. 10 – Estudos de Remanso do Rio Madeira - Trecho: AHE Santo Antônio e AHE Jirau Perfis da Linha d'Água com Reservatório de Santo Antônio na El. 70,00 m (NA Máximo Normal).....	VII-58
TABELA A.VII. 11 – Estudos de Remanso do Rio Madeira - Trecho: AHE Santo Antônio e AHE Jirau Perfis da Linha d'Água com Reservatório de Santo Antônio na El. 72,00 m (NA Máximo Maximorum).....	VII-58
TABELA A.VII. 12– Critérios Utilizados para Definição das Cheias Máximas de Projeto das Ensecadeiras.....	VII-64
QUADRO A.II. 1 – Principais Eventos de Apresentação do Projeto Rio Madeira	II-13
QUADRO A.II. 2 – Processo de Licenciamento Ambiental no IBAMA, SEDAM e SEMA	II-16
QUADRO A.II. 3 – Características dos Transectos para Levantamentos de Campo	II-21
QUADRO A.IV. 1 – Características das Zonas definidas no ZSEE.....	IV-19
QUADRO A.IV. 2 – Características das Subzonas	IV-20
QUADRO A.VII. 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos na Região Amazônica	VII-2
QUADRO A.VII. 2– Cronograma da Entrada em Operação das Unidades Geradoras.....	VII-7
QUADRO A.VII. 3 – Curva Guia do Reservatório	VII-13
QUADRO A.VII. 4– Critérios Utilizados para Definição das Cheias Máximas de Projeto das Ensecadeiras.....	VII-22
FIGURA A.III. 1 - Área de Abrangência Regional e Área de Influência Indireta dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio.....	III-3
FIGURA A.III. 2 – Localização da AII e dos empreendimentos Jirau e Santo Antônio	III-5
FIGURA A.III. 3– Localização da Área de Influência Direta (AID) e da Área de Estudo do AHE Jirau	III-8
FIGURA A.III. 4– Localização da Área de Influência Direta (AID) e da Área de Estudo do AHE Santo Antônio.....	III-9
FIGURA A.V. 1 - Localização dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio.....	V-2
PRANCHA A.II. 1 – Infra-estrutura do Acampamento de Jirau	II-18
PRANCHA A.II. 2 – Transporte: Picapes e barcos	II-19
PRANCHA A.II. 3 – Escritório de Apoio em Porto Velho	II-20

DESENHOS ENGENHARIA JIRAU – ANEXO I

PJ-0519-V3-GR-DE-0005	Reservatório
PJ-0519-V3-GR-DE-0109	Reservatório mês março
PJ-0519-V3-GR-DE-0115	Reservatório mês setembro
PJ-0519-V3-GR-DE-0022	Arranjo Geral
PJ-0519-V3-GR-DE-0023	Seqüência construtiva
PJ-0519-V3-GR-DE-0024	Seqüência construtiva
PJ-0519-V3-GR-DE-0025	Seqüência construtiva
PJ-0519-V3-GR-DE-0006	Canteiro e Acampamento
PJ-0519-V3-GR-DE-0007	Empréstimo e Bota Fora
PJ-0519-V3-AC-DE-0001	Trecho Recolocação BR

DESENHOS ENGENHARIA SANTO ANTÔNIO – ANEXO II

PJ-0532-V3-GR-DE-0105-01	Reservatório
PJ-0532-V3-GR-DE-0021-01	Arranjo Geral
PJ-0532-V3-GR-DE-0022	Seqüência Construtiva
PJ-0532-V3-GR-DE-0023	Seqüência Construtiva
PJ-0532-V3-GR-DE-0024	Seqüência Construtiva
PJ-0532-V3-GR-DE-0005-01	Canteiro e Acampamento
PJ-0532-V3-GR-DE-0006-00	Empréstimo e Bota Fora
PJ-0532-V3-AC-DE-0001	Trecho Recolocação BR

SIGLAS E ABREVIÇÕES

AAE – Avaliação Ambiental Estratégia
AAR – Área de Abrangência Regional
ABH – Agências de Bacias Hidrográficas
ACS - Agente Comunitário de Saúde
ADR FUNAI – Administração Executiva Regional
AER – Avaliações Ecológicas Rápidas
AHE – Aproveitamento Hidrelétrico
AHIMOC – Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental
AIA – Avaliação de Impacto Ambiental
AID – Área de Influência Direta
AIDS – Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
AIH - Autorização de Internação Hospitalar
AII – Área de Influência Indireta
AIS – Agentes Indígenas de Saúde
AKOT'PYTIN – Associação do Povo Indígena Karitiana
ANA – Agência Nacional de Água
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
ANVISA – Agência Nacional da Vigilância Sanitária
APA – Área de Proteção Ambiental
APAE – Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
APLs – Arranjos Produtivos Locais
APM – Aproveitamento Múltiplo
APP – Área de Preservação Permanente
ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico
ARPA – Programa de Áreas Protegidas na Amazônia
AT – Agências Transfusionais
ATPF – Autorização para Transporte de Produto Florestal
BIRD – Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento
CAERD – Companhia de Águas e Esgotos do Estado de Rondônia
CAF – Comissão Andina de Financiamento
CANIE – Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas
CAP – Circunferência a Altura do Peito
CBEE – Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial
CBH – Comitês de Bacias Hidrográficas
CCR – Concreto Compactado com Rolo
CEMETRON – Centro de Medicina Tropical de Rondônia
CENAQUA - Centro Nacional dos Quelônios da Amazônia
CEPEL – Centro de Pesquisa do Setor Elétrico
CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CERON – Centrais Elétricas de Rondônia
CETESB – Companhia de Saneamento e Tecnologia Ambiental
CF – Constituição Federal
CGII – Coordenação Geral de Índios Isolados
CID - Classificação Internacional de Doenças
CIMI – Conselho Indigenista Missionário

CITES – Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies de Fauna e Flora Silvestres em Perigo de Extinção
CLT – Consolidação das Leis do Trabalho
CLOFFSCA – “Check List of Freshwater Fishes of South and Central America”
CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNPT – Centro Nacional de Populações Tradicionais
COD – Carbono Orgânico Dissolvido
CODOMAR – Companhia Docas do Maranhão
COMEIA – Conselho Municipal do Meio Ambiente
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente
CONSEPA – Conselho Estadual de Política Ambiental
CPAF – Centro de Pesquisa Agroflorestal
CPPT – Centro de Pesquisas de Populações Tradicionais
CPRM – Companhia de Pesquisa Mineral
CPUE – Captura por Unidade de Esforço
CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CRH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CRIE – Centro de Referência em Imunobiológicos Especiais
CUNPIR – Coordenação das Nações e Povos Indígenas de Rondônia
DAF/FUNAI - Diretoria de Assuntos Fundiários da Fundação Nacional do Índio
DAP – Diâmetro de Altura do Peito
DATASUS – Banco de Dados do Ministério da Saúde
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DECOF – Departamento de Controle de Fiscalização
DEECO – Departamento de Ecologia Humana
DEFAU – Departamento de Desenvolvimento Florestal e Faunístico
DEMEF – Departamento de Meio Físico
DER – Departamento Estadual de Estradas de Rodagem
DESEC – Departamento de Sensoriamento Remoto e Climatologia
DEVOP – Departamento Estadual de Viação e Obras Públicas
DGPI – Diretoria Geral de Patrimônio Indígena
DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
DNOS – Departamento Nacional de Obras e Saneamento
DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral
DOU – Diário Oficial da União
DQO – Demanda Química de Oxigênio
DSEI – Distrito Especial de Saúde Indígena
DSG – divisão de Serviços Geográficos do Exército
DST – Doenças Sexualmente Transmissíveis
ECT – Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos
EE/ E.Ec – Estação Ecológica
EEAMN – Estação Ecológica Estadual Antônio Mujica Nava
EESTI – Estação Ecológica Estadual Serra dos Três Irmãos
EFMM – Estrada de Ferro Madeira Mamoré

EIA – Estudo de Impacto Ambiental
El. - Elevação
ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENARO - Empresa de Navegação de Rondônia
ESALQ/USP – Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo
ESEC – Estação Ecológica
ETA – Estação de Tratamento de Água
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
ETP - Evapotranspiração
FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FARO – Faculdades de Ciências Humanas e Letras de Rondônia
FATEC – Faculdade de Ciências Administrativas e Tecnologia
FEPRAM – Fundo Especial de Proteção Ambiental
FEREF – Fundo Especial de Reposição Florestal
FERS – Floresta Estadual de Rendimento Sustentado
FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FHEMERON – Fundação Hematologia e Hemoterapia de Rondônia
FIERO – Federação das Indústrias do Estado de Rondônia
FIMA – Fundação Instituto de Meio Ambiente
FIMCA – Faculdades Integradas Maria Coelho Aguiar
FIOCRUZ - Fundação Instituto Oswaldo Cruz
FIP – Faculdade de Porto Velho
FLONA – Floresta Nacional
FLORSU – Floresta de Rendimento Sustentado
FMA – Fundo Municipal de Meio Ambiente
FOA – Floresta Ombrófila Aluvial
FOATB – Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas
FOP – Floresta de Terra Firme
FSL – Faculdade São Lucas
FUNAI – Fundação Nacional do Índio
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
Funbio – Fundo Brasileiro para a Biodiversidade
FUNDERCAP – Fundo de Apoio à Recuperação de Áreas Degradadas e Encapoeiradas
FURNAS – Centrais Elétricas de Furnas S.A.
GEF – Fundo Global para o Meio Ambiente
GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
GEOBANK – Banco de Dados do Projeto GIS Brasil
GT – Grupo de Trabalho
GTA - Grupo de Trabalho Amazônico
GTZ – Agência de Cooperação Técnica da Alemanha
HBAP – Hospital de Base Dr. Ary Pinheiro
HICD – Hospital Infantil Cosme e Damião
HJPII – Hospital de Pronto Socorro João Paulo II
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias
ISSQN – Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IEF – Instituto Estadual de Florestas
IET – Índice de Estado Trófico
IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDIA – Instituto de Pesquisa em Defesa da Identidade Amazônica
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social
IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
IPEPATRO – Instituto de Pesquisas em Patologias Tropicais
IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e artístico Nacional
IQA – Índice de Qualidade de Água
IQV - Índice de Qualidade de Vida
ISA – Instituto Socioambiental
ISPN – Instituto Sociedade, População e Natureza
ITERON – Instituto de Terras e Colonização de Rondônia
IUCN – União Internacional para Conservação da Natureza
IVG – Índice de Variabilidade Genética
IVI – Índice de Valor de Importância
JOCUM – Jovens Com Uma Missão
KfW – Banco de Cooperação da Alemanha
LACEN – Laboratório Central de Rondônia
LATYR – Laboratório de Trítio Y Radiocarbono
LEME – LEME Engenharia Ltda.
LIC - Linhas de Instabilidade Costeiras
LIP – Linhas de Instabilidade Profundas
MEC – Ministério de Educação e Cultura
MM – Escala Mercalli Modificada
MMA – Ministério de Meio Ambiente
MME – Ministério das Minas e Energia
MNTB – Organização Fundamentalista Missão Novas Tribos do Brasil
MP – Medida Provisória
MP - Ministério Público
MPEG – Museu Paraense Emilio Goeldi
MST – Movimento dos Sem-Terra
NAF – Núcleo Setorial de Administração e Finanças
NAME – Núcleo de Arquivo Médico e Estatística
NBR – Normas Técnicas Brasileiras
NOB - Norma Operacional Básica do SUS
NSF – Fundação Nacional da Saúde dos Estados Unidos
NUPLAN – Núcleo Setorial de planejamento e Coordenação
ODEBRECHT – Construtora Norberto Odebrecht S.A.

OEA – Organização dos Estados Americanos
OEMA - Órgãos Estaduais de Meio Ambiente
OMM – Organização Mundial de Meteorologia
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde
OPE – Orçamento Padrão Eletrobrás
OPIRON -Organização dos Professores Indígenas de Rondônia e Noroeste do Mato Grosso
ORSTOM – Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação
PA – Projeto de Assentamento Fundiário
PACS – Programa de Agentes Comunitários de Saúde
PAD – Projeto de Assentamento Dirigido
PADCT – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PARNA/PN – Parque Nacional
PAS – Plano da Amazônia Sustentável
PCA – Plano de Controle Ambiental
PCA – Análise de Componentes Principais (caracterização limnológica)
PCE – Projetos e Consultorias de Engenharia
PCFAD - Programa de Controle da Febre Amarela e Dengue
PCH – Pequena Central Hidrelétrica
PCQs – Ponto Central de Quadrantes
PDR - Plano Diretor de Regionalização
PEA – População Economicamente Ativa
PES – Parque Estadual
pH – Potencial Hidrogeniônico
PIB – Produto Interno Bruto
PIN – Posto Indígena
PLANAFLORO – Plano Agroflorestal de Rondônia
PMF – Plano de Manejo Florestal
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
POC – Policlínica Oswaldo Cruz
POLONOROESTE – Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil
PORTOBRÁS – Empresa Brasileira de Portos S.A.
PPA – Plano Plurianual
PPG7 – Programa Piloto de Proteção de Florestas Tropicais do Brasil
PPT – Programa Prioritário de Termelétricidade
PRES – Presidência da República
PRODES – Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia
PROHACAP – Programa Especial de Habilitação e Capacitação
PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
Pronabio – Programa Nacional de Diversidade Biológica
PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PSF – Programa de Saúde da Família
QCF – Quociente Composto de Fitoplâncton
QMLT – Vazão Média de Longo Termo
R.Ec – Reserva Ecológica
REBIO/RB – Reserva Biológica

RESEX – Reserva Extrativista
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural
RVS – Refúgio de Vida Silvestre
SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SALMA – South American Land Mammage Age
SAMU - Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SDR – Sismicidade Desencadeada ou Induzida por Reservatórios
SEAGRI – Secretaria de Estado da Agricultura
SEAPES – Secretaria de Estado de Agricultura, Produção e Desenvolvimento Econômico e Social
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas
SEDAM – Secretaria do Estado de Desenvolvimento Ambiental
SEDAR – Sistema Estadual de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia
SEDUC – Secretaria Estadual de Educação
SEMARO – Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SEMED – Secretaria Municipal de Educação
SEMPLA – Secretaria Municipal de Planejamento
SEMTA – Serviço Especial de Mobilização de Trabalhadores para a Amazônia
SEMUSA - Secretaria Municipal de Saúde de Porto Velho
SENAMHI – Servicio Nacional de Meterología e Hidrología da Bolívia
SEPLAD – Secretaria de Estado de Planejamento e Administração
SEPLAN/RO – Secretaria de Planejamento de Rondônia
SES-RO - Secretaria de Estado da Saúde de Rondônia
SIA – Sistema de Informações Ambulatoriais
SIH – Sistema de Informações Hospitalares
SIL – Summer Institute of Linguistic
SIM – Sistema de Informação da Mortalidade
SINAN – Sistema Nacional de Informação de Agravos Notificados
SINASC - Sistema de Informações de Nascidos Vivos
SINCHI – Instituto Amazônico de Investigaciones Cientificas da Colômbia
SINDUR – Sindicato dos Urbanitários de Rondônia
SINIMA – Sistema Nacional de Informação de Meio Ambiente
SINIMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia
SISLIC – Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente
SIVAN – Sistema de Vigilância da Amazônia
SIVEP – Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SOPH – Sociedade de Portos e Hidrovias de Rondônia
SPI – Serviço de Proteção ao Índio
SPU - Serviço do Patrimônio da União
SRD – Sismicidade Desencadeada ou Induzida por Reservatórios
SRTM – Satélite da Missão Shuttle Radar Topographic Mission
SUCAM – Superintendência de Campanha de Saúde Pública
SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
SUS – Sistema Único de Saúde

TDR – Tremor Desencadeado por Reservatório
TI - Terra Indígena
TR – Termo de Referência
UBS - Unidade Básica de Saúde
UC – Unidade de Conservação
UCT – Unidades de Coleta e Transfusão
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UHE – Usina Hidrelétrica
ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior de Porto Velho
UnB – Universidade de Brasília
UNICAMP – Universidade de Campinas
UNIPEC – União das Escolas Superiores de Porto Velho
UNIR – Universidade Federal de Rondônia
UNIRON – Faculdade Interamericana de Porto Velho
UNIT – Unidade de Infra-Estrutura Terrestre
UODAM – Unidades Operacionais de Desenvolvimento Ambiental
USDA – United States Department of Agriculture
USF – Unidade de Saúde Familiar
USGS – Serviço Geológico dos Estados Unidos
UTES – Usinas Termoelétricas
UTI – Unidade de Terapia Intensiva
ZCIT – Zona de Convergência Intertropical
ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico
ZSEE – Zoneamento Socioeconômico Ecológico

APRESENTAÇÃO

Neste trabalho, intitulado “Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau”, Estudo de Impacto Ambiental - EIA”, produzido pela Leme Engenharia Ltda., para o Consórcio Constituído por FURNAS Centrais Elétricas S.A. e Construtora Norberto Odebrecht S.A., vem apresentar os resultados dos estudos realizados no período de 2003 a 2005, na região onde estão localizados os referidos aproveitamentos, objeto dos Registros Ativos / Processos nº 48500.000103/03-91 e 48500.000104/03-53, respectivamente, junto à Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

O conjunto dos estudos ora apresentado tem por objetivo definir um retrato real da região e uma análise prospectiva de seu comportamento frente à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos propostos. A base de conhecimentos que esses estudos multidisciplinares consolidam proporciona importantes fundamentos às tomadas de decisões que, ao longo do tempo, constituirão ações que levem a melhores oportunidades de vida para a nossa sociedade, norteadas pelo objeto da sustentabilidade e do desenvolvimento.

Os empreendedores esperam que todos os envolvidos nos processos decisórios relativos aos empreendimentos propostos possam obter, nesse conjunto de informações técnicas, os melhores elementos para subsidiá-los em conhecimento, profícuos debates e posicionamentos corretos. Cada um dos leitores deste trabalho, em suas convicções, ideais e expectativas, poderá exercitar um processo de análise crítica e participativa, de tal forma que a resultante, esteja, sempre, voltada para melhorias.

Em última análise, o que se propõe com esse conjunto de bases técnicas e científicas é buscar as condições de conhecimento que permitam decisões fundamentadas quanto ao uso de recursos naturais comuns, dando um importante e novo passo rumo ao uso responsável e adequado do espaço amazônico, com respeito aos valores socioculturais da região e na busca de melhores oportunidades de vida.

Apesar de o foco dos estudos estar centrado nos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, com potência total instalada de 6.450 MW, é importante visualizar a inserção desses empreendimentos dentro de um contexto bem mais amplo, que poderá envolver, no futuro, dois outros projetos, formando um complexo de quatro usinas hidrelétricas e uma malha hidroviária de 4.200 km navegáveis, no âmbito de um futuro programa de integração de infra-estruturas de energia e de transportes no Brasil e entre Brasil, Bolívia e Peru.

A análise e a descrição dos efeitos desse complexo, não só no contexto amazônico, foram realizadas pelo estudo denominado “Avaliação Ambiental Estratégica”, própria para abordagem de projetos estruturantes. Os resultados desse estudo são apresentados, em forma de síntese, no presente documento, no item referente à descrição da área de abrangência regional. Destaca-se que os resultados completos da Avaliação Ambiental Estratégica serão disponibilizados aos diversos órgãos de planejamento e ao IBAMA.

Quanto ao formato deste Estudo de Impacto Ambiental - EIA, destacam-se os seguintes grandes grupos: TOMO A, que contém metodologias gerais para realização do trabalho,

aspectos referentes aos instrumentos legais, bem como a caracterização ampla dos dois empreendimentos. O TOMO B, que contém todo o diagnóstico ambiental, apresentado por espaços geográficos, agrupamentos de disciplinas (meios) e, com detalhamento aprofundado, por especificidades. Destaca-se, neste Tomo, uma abordagem sobre o corredor da diretriz preferencial do sistema de transmissão de energia elétrica, associado aos empreendimentos-alvo, para conexão à rede básica, em Cuiabá - MT. O TOMO C descreve e analisa aspectos referentes aos impactos ambientais, programas mitigadores, compensatórios e de maximização de oportunidades geradas e, também, remete a cenários de tendências de evolução da região, naturalmente e considerando os empreendimentos. Finalmente o TOMO D, caderno específico, agrega todos os desenhos técnicos.

TOMO A - METODOLOGIAS, INSTRUMENTOS LEGAIS E CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Na atualidade, praticamente, o potencial de todos os rios de grande porte das regiões Sul e Sudeste do País já está estudado, e os melhores aproveitamentos hidrelétricos já estão sendo explorados. As melhores alternativas hidroenergéticas disponíveis encontram-se na região Amazônica, onde se concentram 51% de todo o potencial hidrelétrico brasileiro e onde, até 2000, apenas 5% do potencial hidrelétrico regional se encontrava em exploração.

Sob o aspecto energético, o rio Madeira é extremamente atrativo devido às significativas variações de nível d'água entre os períodos seco e úmido, associadas a uma das melhores curvas de permanência de vazões da Amazônia. Esse regime hidrológico particular do Madeira viabiliza soluções de engenharia, com reservatórios reduzidos que, associados ao baixo tempo de residência hidráulica, contribuem para a redução de alguns efeitos ambientais, constituindo-se em fator positivo determinante no aspecto ambiental.

Hoje, a região estudada é servida por sistemas isolados, com sua matriz energética fortemente calcada na energia térmica à base de óleo diesel, cuja efetiva integração ao sistema elétrico interligado brasileiro só poderá ser viabilizada a partir de empreendimentos de grande capacidade de geração, o que, além de aumentar a confiabilidade do fornecimento, possibilitará a redução da dependência dos combustíveis fósseis e os intercâmbios sazonais de energia.

Além do potencial para geração elétrica, o rio Madeira possui, historicamente, uma vocação natural para a navegação que remonta a um passado pré-histórico, ampliado desde as primeiras bandeiras portuguesas que se aventuraram pela região e que representa hoje uma importante via de integração regional, no transporte de pessoas e cargas.

Dessa forma, deve-se, ainda, considerar que às potencialidades hidrelétricas dos Aproveitamentos de Jirau (3.300 MW) e Santo Antônio (3.150 MW) poderão agregar-se outros aproveitamentos hidrelétricos e todo um sistema hidroviário conjugado, que permitirá a integração sul-americana, em função da proximidade com a Bolívia e com o Peru, abrindo espaços para projetos de infra-estrutura energética e de transportes entre os três países, impulsionando o desenvolvimento regional.

Essas considerações justificam o investimento de FURNAS e ODEBRECHT nos estudos do rio Madeira, empresas detentoras do registro ativo concedido pela ANEEL em 2001 para o desenvolvimento dos estudos de Inventário e, posteriormente, dos estudos de Viabilidade, no trecho de 260 km localizado entre a Vila de Abunã, na divisa com a Bolívia, e a cachoeira de Santo Antônio, nas proximidades da cidade de Porto Velho, ambos no estado de Rondônia.

Fatores Críticos Identificados

Inicialmente, o próprio fato de se tratar de dois grandes empreendimentos na região amazônica já constitui um importante fator crítico a ser devidamente trabalhado de maneira a se buscar sua sustentabilidade em todos os aspectos envolvidos.

São de conhecimento público os problemas ambientais de vários projetos implantados na Amazônia, sobretudo no que se refere aos passivos sociais e ambientais, gerando a necessidade de se oferecer à sociedade projetos e propostas calcadas na sustentabilidade dos recursos naturais e no respeito aos aspectos culturais. No caso dos empreendimentos do rio Madeira, tal necessidade se torna ainda mais importante face da intensa ocupação do estado de Rondônia, que hoje convive com significativos problemas ambientais.

Em contrapartida, há, no País, atualmente, uma nova consciência empresarial de que o planejamento de grandes empreendimentos deve envolver estudos aprofundados, buscando-se a participação da sociedade civil organizada nas discussões das questões que consideram mais relevantes. Em sintonia com essa nova realidade, FURNAS e ODEBRECHT procuraram identificar quais seriam os fatores críticos dos projetos que estão sendo propostos para o estado de Rondônia, buscando-se, a partir daí, soluções técnicas para a implantação dos empreendimentos na região, em condições que permitam reduzir as interferências sobre o meio ambiente e sobre as populações tradicionais, beneficiando as atividades econômicas locais e integrando-se às efetivas necessidades de desenvolvimento regional.

Critérios Básicos Adotados nos Estudos

Adotando-se como pilares de sustentação dos empreendimentos o meio ambiente, a geração de energia e a integração regional, foram estabelecidos alguns condicionantes básicos no desenvolvimento dos estudos.

- Inicialmente buscando-se o mínimo de interferência dos empreendimentos em áreas preservadas, optou-se por limitar os níveis d'água máximos dos reservatórios a níveis pouco superiores aos das cheias naturais do rio. Tal opção criou a necessidade de se desenvolverem soluções de engenharia de construção e de equipamentos que permitissem a maior geração de energia possível combinada com barragens de baixa altura.
- No intuito de não se criarem empreendimentos binacionais, optou-se pela não-inundação de território boliviano.
- Considerando a vocação natural do rio Madeira para a navegação e integração regional, os estudos levaram em conta a possibilidade de se construir canais de navegação, com eclusas, junto aos barramentos propostos.

Tendo como referência básica a redução de interferências ambientais, a alternativa de uma única usina para todo o trecho estudado foi liminarmente excluída. A partir dessa decisão, passou-se para a análise dos possíveis eixos para a partição de queda, dentro da concepção de usina de baixa queda.

Admitindo-se a condição de limitar os níveis d'água máximos dos reservatórios a níveis pouco superiores aos da calha natural do rio, bem como o respeito à vocação do rio para a navegação, os estudos indicaram a partição do trecho estudado em dois aproveitamentos — um, na cachoeira de Jirau, localizado a aproximadamente 130 km de Porto Velho, e outro, na cachoeira de Santo Antônio, distante 10 km da capital rondoniense.

Para a região amazônica, de relevo de planície, com pequenos desníveis em grandes extensões, os estudos indicaram que a utilização de turbinas do tipo bulbo, em rios com características hidrológicas como as do Madeira, seria a melhor opção em função de não necessitarem de grandes quedas para sua operação, mas tão somente de água com vazão regular. Isso possibilitou a limitação da altura dos reservatórios e, conseqüentemente, a redução da área de alagamento — que se demonstra por meio da relação favorável entre área alagada e a potência instalada das plantas geradoras propostas.

Estruturação dos Estudos de Meio Ambiente

Para o desenvolvimento dos estudos de meio ambiente, além do acompanhamento pelas equipes próprias do Consórcio, foram contratados profissionais, instituições e empresas, de competência reconhecida e inquestionável currículo de atuação profissional, com amplo conhecimento em suas áreas específicas e, especialmente, na região amazônica.

Os levantamentos de campo e as definições técnicas de engenharia foram desenvolvidos por equipes próprias de Furnas e da Odebrecht, que contratou a empresa Projetos e Consultorias de Engenharia - PCE para realizar a consolidação de todo o estudo de viabilidade técnica de engenharia.

Para a elaboração dos diagnósticos relativos aos vários aspectos ambientais necessários para os Estudos de Impacto Ambiental, foram contratadas instituições que, além de atenderem aos requisitos de competência já mencionados, possuem amplo conhecimento das especificidades regionais, uma vez que atuam na própria região:

- Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR;
- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA;
- Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG;
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM;
- Instituto de Pesquisas em Patologias Tropicais - IPEPATRO;
- Centro de Pesquisas de Populações Tradicionais - CPPT Cuniã.

Foram contratados ainda, notórios especialistas de diversas áreas (meio ambiente, geotecnia, hidrologia, concreto, sedimentologia, mecânica, geração e transmissão de energia, e outros), como consultores independentes, para apoio às decisões estratégicas do projeto.

A consolidação dos estudos ambientais e a elaboração do EIA/RIMA ficaram a cargo da empresa Leme Engenharia Ltda, que utilizou como principal fonte de informações as análises e conclusões advindas dos diagnósticos temáticos, produzidos pelas referidas instituições.

No que se refere ao processo de licenciamento ambiental, diversas ações vêm sendo tomadas, sempre em parceria pró-ativa com os órgãos ambientais, tanto no nível municipal (em Porto Velho), estadual (em Rondônia) como federal.

Para começar, em 2003, foi solicitada ao IBAMA a definição da competência do licenciamento dos empreendimentos, a qual foi estabelecida como de âmbito federal, cabendo, portanto, ao próprio IBAMA.

Em janeiro de 2004, foi efetuada visita de vistoria à área de interesse por equipe de técnicos do IBAMA, com objetivo de subsidiar a elaboração do Termo de Referência para os Estudos Ambientais dos Aproveitamentos Hidrelétricos do rio Madeira, cuja minuta foi disponibilizada para o Consórcio em abril de 2004.

Visando tornar o processo de licenciamento mais transparente, o IBAMA promoveu, em maio de 2004, uma Reunião Pública em Porto Velho, para discussão da Minuta do Termo de Referência dos Empreendimentos. À reunião compareceram representantes dos órgãos estaduais de meio ambiente de Rondônia e Amazonas, além de um amplo público da região e de representantes de instituições públicas e particulares.

A versão final do Termo de Referência foi emitida em setembro de 2004, na qual ficou estabelecido que os empreendimentos deveriam ser tratados como um complexo e seus estudos ambientais e análises, desenvolvidos de forma conjunta.

Tem sido também preocupação constante do Consórcio atender às solicitações e questionamentos sobre os empreendimentos, em especial às do Ministério Público de Rondônia, ao qual foi entregue cópia completa dos estudos de Inventário, além de esclarecimentos pontuais prestados de correspondências ou pessoalmente, quando solicitado.

A necessidade de se implantar uma estrutura logística de apoio aos levantamentos de campo levou FURNAS a solicitar e obter, na Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia, licença para implantação do Acampamento Provisório de Jirau.

A distância de aproximadamente 130 km existente entre Porto Velho e a cachoeira de Jirau levou à necessidade desse Acampamento, dotado de escritório de campo completo, nas margens do rio Madeira, em Jirau, compreendendo alojamentos, refeitório, posto médico, laboratórios, tratamento de água, instalações de telecomunicações e de geração de energia, dentre outros, procurando reduzir as dificuldades operacionais acarretadas pela distância até a sede do município.

Visando ao pronto atendimento e apoio logístico às atividades de campo, desenvolvidas tanto por equipes próprias quanto por grupos ligados às instituições e empresas contratadas, foi criada, também, uma unidade formal de FURNAS em Porto Velho, denominada Escritório de Construção de Porto Velho.

Dessa forma, foi possível o desenvolvimento de todos os serviços de campo dentro do cronograma previsto, mesmo com a inclusão de atividades e boas práticas adicionais requeridas pelos técnicos envolvidos.

CAPÍTULO II – METODOLOGIA GERAL

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A elaboração deste Estudo de Impacto Ambiental seguiu as etapas representadas no fluxograma da estrutura dos Estudos Ambientais, adiante apresentado, cujas atividades são descritas a seguir.

A mobilização para o início das atividades compreendeu uma análise preliminar da concepção do empreendimento, que serviu de orientação para as discussões sobre o processo de licenciamento ambiental com o Órgão Ambiental de Licenciamento, no caso, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente – IBAMA. Foram também incluídas nas discussões iniciais instituições de ensino e pesquisa da região que assumiriam a responsabilidade pela preparação dos diagnósticos temáticos. Uma vez identificadas as diversas equipes de especialistas, foi iniciada a etapa de elaboração de contratos e convênios institucionais para a realização dos trabalhos.

As primeiras atividades das equipes temáticas compreenderam viagem de reconhecimento de campo, com a participação de grande parte das equipes, e a realização do 1º Encontro Técnico com o objetivo de promover o conhecimento e o intercâmbio de informações entre as equipes das diferentes instituições participantes do Projeto. Nesse encontro, discutiram-se os procedimentos metodológicos, escopos dos trabalhos temáticos e as áreas de abrangência dos estudos, procurando-se identificar os temas correlacionados e que deveriam ser objeto de troca de informações. Em paralelo, FURNAS iniciou a estruturação do apoio logístico para os trabalhos de campo.

Os estudos temáticos, realizados por diferentes instituições conforme especificado no item 3, seguiram metodologias e procedimentos próprios, os quais serão detalhados nos capítulos correspondentes aos temas.

A minuta do Termo de Referência – TR do IBAMA foi apresentada e discutida em reunião pública realizada em maio de 2004, com os estudos temáticos já iniciados. A versão final do TR foi entregue pelo IBAMA em outubro de 2004. A análise comparativa entre a versão inicial e a final do Termo de Referência ocorreu durante a realização do 2º Encontro Técnico, que objetivou o nivelamento de informações entre as equipes e ajustes e adequações nos estudos que vinham sendo realizados.

FLUXOGRAMA DA ESTRUTURA DOS ESTUDOS AMBIENTAIS

A consolidação dos dados primários e secundários dos estudos temáticos permitiu a elaboração dos diagnósticos temáticos. Os resultados desses estudos foram apresentados a todas as equipes no 3º Encontro Técnico, juntamente com a metodologia de Avaliação dos Impactos Ambientais.

A segunda parte dos estudos ambientais correspondeu à consolidação dos diagnósticos temáticos e ao processo de avaliação de impactos, identificação de medidas de controle e dos programas ambientais correlatos. Essa etapa será detalhada no item 3.5.

Concomitantemente ao desenvolvimento dos estudos ambientais, foram realizados dois outros estudos que, embora não sendo partes integrantes do EIA, forneceram subsídios para uma maior compreensão da inserção dos aproveitamentos hidrelétricos na região. O primeiro deles foi a Avaliação Ambiental Estratégica – AAE do Complexo do Rio Madeira. Esse estudo teve o objetivo de avaliar a implementação de um conjunto de obras de infra-estrutura na região e seus reflexos sobre as dinâmicas econômicas, sociais, ambientais e institucionais desta ampla região. Esse conjunto de obras de infra-estrutura, denominado de Complexo do Rio Madeira, é representado por duas hidrelétricas com capacidade instalada de 6.850 MW, correspondentes aos AHEs Santo Antônio e Jirau; redes de linhas de transmissão para conexão ao sistema nacional, a extensão da hidrovia a montante de Porto Velho e dois outros empreendimentos hidrelétricos: um binacional Brasil/Bolívia, no rio Guaporé na fronteira entre Brasil e Bolívia, e outro, boliviano situado no rio Beni. Inclui-se ainda no Complexo uma rede de hidrovias que se estende por territórios da Bolívia e do Peru através dos rios Madeira, Guaporé, Mamoré, Beni e Madre de Dios.

Portanto, os aproveitamentos hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio, objetos deste EIA, constituem apenas uma parte do universo considerado nesse estudo da AAE. Apesar disso, ele fornece uma dimensão do potencial de transformação de uma vasta região da Amazônia Ocidental, da qual os AHEs Jirau e Santo Antônio fazem parte. Assim, as informações apresentadas nesse estudo da AAE constituíram as bases para se elaborar a caracterização da Área de Abrangência Regional, solicitada no Termo de Referência do IBAMA, e forneceram subsídios para a análise da inserção regional dos aproveitamentos hidrelétricos em estudo.

Uma outra linha de trabalho desenvolvida foi o início de um Programa de Comunicação Social, com o objetivo de divulgar o projeto entre os grupos sociais das Áreas de Influência dos aproveitamentos de Jirau e Santo Antonio. Para esse trabalho, foi contratada uma ONG com sede em Porto Velho para divulgar informações dos empreendimentos, discutir aspectos decorrentes da proposta de implantação e ouvir as comunidades quanto a anseios e expectativas da população que poderá ser afetada por esses aproveitamentos hidrelétricos.

Apresenta-se, a seguir, a descrição das principais etapas de desenvolvimento dos estudos ambientais.

2. LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS EXISTENTES NA ÁREA DE INTERESSE

Os trabalhos existentes na bacia do rio Madeira, especialmente os relativos ao trecho a montante de Porto Velho, são, em sua maioria, estudos regionais que abrangem todo o território de Rondônia ou, ainda, espaços mais amplos, que fazem parte da região conhecida como “Amazônia Brasileira”.

Os estudos ambientais já efetuados e disponíveis, específicos para o trecho dessa bacia, foram realizados por FURNAS e ODEBRECHT, responsáveis pelos Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Madeira, finalizados em 2002. Dessa forma, os estudos ambientais realizados nesse Inventário constituíram-se na fonte de informação básica para os estudos de viabilidade ambiental do AHEs Jirau e Santo Antônio, etapa seguinte dos estudos de planejamento hidrelétrico dos aproveitamentos inventariados para essa bacia hidrográfica.

Além do Inventário Hidrelétrico do Rio Madeira, foram realizados levantamentos de informações na Secretaria de Meio Ambiente de Rondônia – SEDAM, que cedeu cópia de todos os estudos produzidos para o Zoneamento Socioeconômico e Ecológico da Rondônia; no Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM, obtendo-se o banco de dados dos levantamentos de recursos naturais efetuados pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – FIBGE, no âmbito do Projeto SIVAM; na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, para obtenção do Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil-Bolívia trecho rio Abunã-Vale do rio Guaporé.

Levantamentos em instituições de ensino e pesquisa da região amazônica e em *sites* relativos à Amazônia e de instituições estaduais complementaram o levantamento de dados existentes para a elaboração do diagnóstico ambiental dos estudos de viabilidade do AHE Jirau. Os principais estudos utilizados como base para o desenvolvimento do EIA/RIMA são apresentados no item 3.2.3, e os demais trabalhos citados são listados nas referências bibliográficas.

2.1 Bases Cartográficas

Os dados cartográficos utilizados nos Estudos de Inventário do Rio Madeira foram complementados com os novos levantamentos realizados, sobretudo no que se refere às bases cartográficas disponibilizadas pelo SIPAM, escala 1:250 000; pelo ZEE Rondônia, na escala 1:100 000; e pelo ZEE Brasil-Bolívia, cuja escala utilizada foi a 1:500 000.

As bases cartográficas digitais do ZEE Rondônia, na escala 1:100 000, correspondem às Cartas Topográficas da Diretoria de Serviços Geográficos – DSG do Ministério do Exército do Brasil. Considerando que são as de maior detalhe disponíveis para a região, essas bases digitais foram selecionadas para a confecção da base cartográfica para os estudos temáticos dos diagnósticos ambientais.

Apresenta-se, a seguir, a listagem das informações cartográficas consultadas, incluindo as de abrangência do território boliviano, uma vez que a bacia do rio Madeira se estende além do território nacional.

- Ministério do Exército do Brasil, Departamento de Engenharia e Comunicações, Diretoria de Serviço Geográfico – DSG – “Cartas Topográficas da Região Norte do Brasil”, escala 1:100.000, 1ª reimpressão, 1980, folhas: SC-20-V-A-VI – Rio Punicici, SC-20-V-B-IV – Mucuim, SC-20-V-B-V – Porto Velho, SC-20-V-C-III – Jirau, SC-20-V-D-I – Jaciparaná, SC-20-V-D-IV – Cachoeira Conceição, SC-20-V-C-V – Abunã, SC-20-V-C-VI – Mutumparaná;
- Fundação IBGE, Brasil, “Carta Internacional do Mundo”, escala 1:1.000.000, 1ª edição, 1971, folhas: SC-18 – Contamana, SC-19 – Rio Branco, SC-20 – Porto Velho, SD-20 – Guaporé, SD-21 – Cuiabá, SE-21 – Corumbá;
- Fundação IBGE, Brasil, folhas na escala 1 250 000: SC-20-A; SC-20-B; SC-20-C; SC-20-D.
- Instituto Geográfico Militar de Bolívia, “Mapa Hidrográfico de Bolívia”, escala 1:1.000.000, 2ª edição, 1990;
- Instituto Geográfico Militar de Bolívia, “Mapa Físico de Bolívia”, escala 1:1.000.000, 3ª edição, 1998;
- Imagens multiespectrais (composição colorida 3,4,5 +pan), órbitas 233/067 e 233/066 de 13/09/2002 e 232/066 de 05/08/02 registradas pelo sensor ETM+/Landsat-7

2.2 Projetos e Outros Estudos Básicos

Os estudos utilizados como referência inicial para os trabalhos desenvolvidos na presente fase do planejamento hidrelétrico dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio são apresentados a seguir:

- a) Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Madeira - Trecho Porto Velho-Abunã FURNAS/ODEBRECHT. Finalizado em novembro de 2002.

Estudo realizado para a ANEEL, objetivando avaliar o potencial hidrelétrico do rio Madeira no trecho entre Porto Velho e Abunã. Seguindo as instruções do Manual de Inventário Hidrelétrico da ELETROBRÁS, foram desenvolvidos estudos de engenharia e de meio ambiente para a identificar e caracterizar a melhor partição de queda do rio Madeira, tendo-se definido dois aproveitamentos, Santo Antônio e Jirau, com potência prevista de cerca de 7.500 MW em conjunto ajustados, positivamente, na etapa de viabilidade, para 6.450 MW. Os estudos ambientais resultaram em mapas e relatórios temáticos, baseados em compilação de dados secundários, complementados com vistorias em campo.

- b) Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia – ZSEE SAE/MMA, PLANAFLORO – PNUD / SEPLAN. 1988/90.

Esse trabalho executado pelo Consórcio SEPLAN, 2000 teve como objetivo definir os aspectos conceituais e metodológicos que orientaram a elaboração do Diagnóstico Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia para a formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Socioeconômico-Ecológico – ZSEE -RO.

O trabalho inclui um diagnóstico geral dos meios físico, biótico e socioeconômico-institucional, baseado em dados secundários, com escala de mapeamento de 1:250 000. Todos os dados produzidos nesse zoneamento foram armazenados em um sistema SIG-Arc-info, disponível na Secretaria de Meio Ambiente de Rondônia.

- c) Unidades de Conservação do Município de Porto Velho
Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental – SEDAM/RONDÔNIA

Este documento fornece uma descrição sucinta das Unidades de Conservação Ambiental criadas no município de Porto Velho, nas esferas estadual e federal. Na seção “Parque Natural”, é apresentado o Parque Natural Municipal de Porto Velho, administrado pela Fundação Instituto de Meio Ambiente - FIMA.

Mapa de localização de Unidades de Conservação ao longo do rio Madeira
< <http://www.ronet.com.br/fima/uc.html> >

- d) Projeto RADAMBRASIL
Ministério das Minas e Energia. Folha SC. 20 - Porto Velho

Projeto de Levantamento e Mapeamento de Recursos Naturais desenvolvidos pelo Governo nas décadas de 70/80, com mapeamentos sistemáticos dos temas geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra, na escala 1:1.000.000, com relatório técnico de cada tema.

- e) SIPAM - Sistema de Proteção da Amazônia: mapas produzidos pela Fundação Instituto Brasileiro de Estatística para o Projeto SIVAM, 2003.

Mapas digitais de geologia, geomorfologia, solos, vegetação, bases cartográficas em escala 1:250 000.

- f) Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil-Bolívia: eixo Rio Abunã-Vale do Guaporé

Projeto desenvolvido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil, sob os auspícios da Organização dos Estados Americanos – OEA, com a interveniência da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM.

A área de estudo deste zoneamento fronteiro está inserida no estado de Rondônia, pelo lado brasileiro, e pelas províncias de Federico Román, Vaca Díez, Mamoré e Iténez, em área boliviana, cujos limites coincidem com os da bacia do rio Madeira.

A caracterização ambiental desta região de fronteira compreendeu estudos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico, relacionados aos temas: Geologia e Recursos Minerais; Geomorfologia; Solos e Aptidão Agrícola; Fitoecologia e Cobertura Vegetal; Climatologia; Hidrografia; Uso Atual do Solo; Vulnerabilidade à Erosão; Potencialidade Social Zoneamento Ecológico-Econômico.

A compatibilização dos conceitos de desenvolvimento sustentável quanto aos aspectos políticos indicou um conjunto de ações complementares de ambos os países, potencializando os recursos naturais e humanos existentes.

Do ponto de vista ambiental, deu-se um importante passo para a formulação de um projeto binacional voltado para o pleno aproveitamento do potencial da bacia do alto rio Madeira, em moldes ambientalmente aceitáveis.

Dessa maneira, este estudo foi dividido em três volumes, assim discriminados:

- *Volume I: Textos.* Abrange o diagnóstico do meio físico-biótico, que serviu de base para a análise geral, resultando em um Mapa de Vulnerabilidade Natural à Erosão, bem como da socioeconomia, a qual gerou o Mapa de Potencialidade Social. A interação desses produtos levou à elaboração da Carta-Síntese de Subsídios à Gestão Territorial, cuja consecução poderá reverter-se no balizamento de ações que promovam a ocupação ordenada e harmoniosa da área fronteira, em um contexto de desenvolvimento sustentável.
- *Volumes II e III: Mapas.* Constitui-se em uma coleção de produtos cartográficos, representados pelos mapas integrados do meio físico-biótico e dos produtos finais, como os de Vulnerabilidade Natural à Erosão e Potencialidade Social, em escala 1:500.000.

g) Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade na Amazônia Brasileira.

Consórcio Coordenador: Instituto Socioambiental – ISA; Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM; Grupo de Trabalho Amazônico – GTA; Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN; Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON e Conservation International do Brasil, 2001.

Esse projeto integra um conjunto de atividades e seminários de consulta regionais, promovido pelo Ministério do Meio Ambiente, através do Programa Nacional de Diversidade Biológica (PRONABIO), com o objetivo de subsidiar a elaboração da Estratégia Nacional de Biodiversidade.

O trabalho compreendeu uma análise da região da Amazônia Legal, com abordagem de forma integrada dos condicionantes ambientais, sociais e econômicos, a fim de avaliar, discutir e definir as ações prioritárias para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade regional.

Os estudos tiveram a cooperação do Ministério do Meio Ambiente, bem como dos governos estaduais e locais, universidades, museus e institutos de pesquisa, lideranças do movimento social, além de diversas organizações não-governamentais.

O trabalho final é composto de 27 documentos temáticos elaborados por pesquisadores das áreas de Botânica, Zoologia, Ecologia, Etnografia, Antropologia, Sociologia e Economia; de 126 mapas temáticos; descrição e recomendações para 385 áreas prioritárias para a biodiversidade da Amazônia Brasileira; identificação de 560 áreas prioritárias para aves, biota aquática, mamíferos, invertebrados, botânica, répteis e anfíbios, Unidades de Conservação, funções e serviços ambientais dos ecossistemas, novas oportunidades econômicas, populações

tradicionais e povos indígenas, pressões antrópicas, eixos e pólos de desenvolvimento e recomendações gerais para políticas setoriais, sistemas de conservação, desenvolvimento econômico e pesquisa científica na região amazônica.

h) Estudo de Atualização do Portfólio dos Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento, de 2000-2007 para 2004-2011.

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos, em parceria com o BNDES
Data da entrega final – 25 de novembro de 2003
Elaborado pelo Consórcio Monitor Group e Boucinhas & Campos

O *portfolio* trata de um conjunto de ações selecionadas visando à maximização de sinergias, ao aproveitamento de ações complementares e ao preenchimento de todos os espaços de oportunidades identificadas pela análise integrada dos setores. Tem como objetivo a identificação de oportunidades de investimento em infra-estrutura econômica, desenvolvimento social, informação e conhecimento, e meio ambiente, para o período de 2004 a 2011.

“As oportunidades de investimento são apresentadas na forma de (projetos) e, como tais, contêm informações referentes a valores, regionalização, cronogramas e eventuais informações adicionais que possam contribuir para determinar a importância de cada oportunidade (viabilidade, perspectivas de financiamento, etc.). Elas são os meios identificados para superar obstáculos (gargalos ou elos faltantes de uma rede de infra-estrutura ou de serviços) ao atendimento de demandas sociais e/ou econômicas, estimulando o Desenvolvimento Sustentável”.

O relatório consta de 10 volumes, cada qual abordando sinteticamente o contexto setorial no qual o *portfolio* se situa, detalhando os pressupostos considerados e a metodologia utilizada, além de apresentar as questões político-institucionais relevantes ao sucesso da implementação do Portfólio. Os volumes são: Transportes, Energia Elétrica, Telecomunicações, Infra-estrutura Hídrica, Saneamento, Saúde, Educação; Habitação, Informação & Conhecimento e Meio Ambiente.

A identificação de oportunidades de investimento que compõem esse *portfolio* fundamenta-se nos resultados das atividades de cinco fases, a saber:

Fase 1 – Preparação para o Projeto: realização das atividades preliminares e elaboração do marco inicial;

Fase 2 – Revisão Estratégica Nacional: atualização da visão estratégica 2020, elaboração do cenário de desenvolvimento referencial e revisão dos determinantes de competitividade;

Fase 3 – Atualização do *portfolio* 2004-2011: montagem do *portfolio* 2004-2011 e avaliação de impactos;

Fase 4 – Proposição de programas para o PPA: montagem do *portfolio* 2004-2007 priorizado e transformação do portfólio para o PPA;

Fase 5 – Agenda para implementação e consulta social: criação de agenda político-institucional, desenvolvimento de metodologia de validação e alimentação da base de dados.

i) EIA/RIMA da UHE Samuel

O EIA/RIMA foi elaborado durante a fase de construção da usina, uma vez que, à época, a exigência desses documentos ainda não estava oficialmente regulamentada no Brasil (janeiro de 1986). Apesar disso, a ELETRONORTE contratou uma série de estudos ambientais que tiveram início por volta de 1984, sem, contudo, configurarem um EIA formal. Este foi estruturado a partir de 1987, tendo o respectivo Relatório de Impactos Ambientais (RIMA) — necessário ao licenciamento ambiental do empreendimento — sido concluído em 1988.

O EIA da UHE Samuel baseou-se em dados secundários e primários, estes resultantes de campanhas de campo que abrangeram os aspectos ambientais normalmente considerados em todos os estudos de impacto ambiental. A consolidação dos documentos finais ficou a cargo da empresa Sondotécnica, que agregou resultados de levantamentos de sua equipe, além de trabalhos de outras instituições, como INPA e Museu Paraense Emilio Goeldi.

Os resultados são apresentados em três volumes, além de um quarto, que corresponde ao RIMA. O primeiro volume contém a descrição do empreendimento e das etapas construtivas; o segundo apresenta a metodologia dos estudos e o diagnóstico ambiental segundo os meios físico, biótico e socioeconômico e cultural; o terceiro apresenta, também por meios, os prognósticos e os programas a serem desenvolvidos.

j) Estudo de Caso da UHE Samuel - Rondônia

Série Fascículos OCTA – 7 de novembro de 1991.

Edição revista e atualizada em abril de 1993.

Elaborado pela OCTA Consultoria e Planejamento S/C Ltda. para a ELETROBRÁS

O fascículo 07 apresenta um resumo básico do estudo de caso efetuado pela OCTA para a ELETROBRÁS sobre a UHE Samuel, localizada no rio Jamari no local denominado Cachoeira do Samuel, distante cerca de 52 km da cidade de Porto Velho pela rodovia BR-364, e a 96 km da confluência do rio Jamari com o rio Madeira, estado de Rondônia.

O objetivo do estudo foi avaliar as questões socioambientais mais relevantes do empreendimento, a fim de subsidiar a participação do Setor Elétrico Brasileiro na Conferência Mundial da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio/1992).

O estudo foi desenvolvido de acordo com os termos de referência da ELETROBRÁS, no qual foi estabelecido que o trabalho deveria contemplar, numa visão crítica abrangente, os aspectos básicos, a saber: contexto histórico em que ocorreu a implantação do empreendimento; caracterização da realidade local e regional afetada pelo empreendimento, e avaliação dos programas estabelecidos pela ELETRONORTE, estabelecendo um balanço entre o planejado e o executado; balanço dos custos e benefícios socioambientais decorrentes da implantação da usina hidrelétrica; e avaliação das atuais condições operacionais da usina.

Os trabalhos consistiram na realização de análises de documentos referentes ao projeto, visitas às instalações da usina, pesquisas de campo no reservatório e em sua área de influência, bem como tomadas de depoimentos entre os moradores locais. Foram realizadas também entrevistas com pessoas envolvidas direta ou indiretamente com o projeto e com a construção do empreendimento. As informações obtidas foram analisadas e reunidas da forma a seguir descrita.

Resenha histórica de Rondônia e da UHE Samuel.

Evolução da questão ambiental no Brasil e o caso da UHE Samuel.

Estudo de mercado e dimensionamento do empreendimento.

Análise referente à população atingida pela implantação da UHE Samuel, envolvendo relocação, reassentamento e efeitos decorrentes das ações da ELETRONORTE.

Saúde pública.

Patrimônios histórico e arqueológico.

Programa de Educação Ambiental.

Conclusões e Recomendações.

k) Agenda Positiva da Amazônia

Ministério do Meio Ambiente (MMA) através da Secretaria de Coordenação da Amazônia (SCA), 1999

A Agenda Positiva para a Amazônia Legal resulta de um processo de negociação entre o governo, o setor produtivo e a sociedade civil, em resposta às elevadas taxas de desmatamento verificadas na Amazônia.

Esta agenda é construída por meio de amplas consultas na região e oferecem uma estratégia democrática de sustentabilidade para a Amazônia, a partir do momento em que o meio ambiente deixa de ser percebido apenas como restrição, e passa a contribuir para a construção de um programa de desenvolvimento sustentável para a região.

A agenda positiva mobiliza a sociedade na busca da compreensão do problema do desmatamento e propõe alternativas concretas e práticas para construção de novos modelos de desenvolvimento.

l) Estudo de Cenários Socioenergéticos da Amazônia – 1998-2020

Realizado pela MACROPLAN para a ELETRONORTE, 1998

Este estudo refere-se a uma análise retrospectiva e da situação atual, complementada pelo estudo dos condicionantes do futuro (exógenos mundiais, nacionais e endógenos nacionais). A análise morfológica dos condicionantes do futuro permitiu a visualização de quatro cenários prováveis: desenvolvimento sustentável; desenvolvimento regional e qualidade de vida; crescimento e degradação ambiental e estagnação e pobreza.

Após a comparação desses cenários, constrói-se um cone de trajetórias possíveis com o estudo daquela mais provável. Essa etapa fornece “ingredientes” para a elaboração de uma agenda de estudos prospectivos temáticos focados na Amazônia.

m) Aplicação de Elementos da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) ao Complexo do Rio Madeira

Realizado pela Arcadis Tetraplan, em 2005, para FURNAS/ODEBRECHT.

Este trabalho teve como objetivo maior avaliar os efeitos potenciais do conjunto de projetos de infra-estrutura, identificado para a bacia do rio Madeira, dentro de uma ampla região de influência que abrange grande parte da Amazônia Ocidental. O Complexo Madeira deve ser entendido como um capital físico e também institucional que, dadas as suas dimensões e funções no aparelho produtivo regional e nacional, promoverá, por si só, um forte impulso e uma nova trajetória de desenvolvimento para a região, que precisam ser avaliados em suas várias dimensões. O trabalho é composto de sete capítulos, cujos conteúdos são resumidos a seguir.

O Capítulo 1 os motivos para a aplicação do instrumento Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) ao Complexo Madeira. O Capítulo 2 apresenta sucintamente as experiências de outros países e de organismos multilaterais de crédito com o uso da AAE e alguns conceitos referenciais necessários, além da base de informações, dados e conhecimentos utilizados nos trabalhos.

O Capítulo 3 trata das características físicas do Complexo; é identificado como um conjunto de empreendimentos sinérgicos e concorrentes e dos limites da Região de Estudo. É realizada uma análise do contexto regional, de maneira a se dispor de um quadro referencial básico acerca das condições de sustentabilidade ambiental, econômica, social e institucional.

Uma vez estabelecidos os enfoques de análise e entendido o Complexo e a região de estudo, no Capítulo 4, subsequente, direciona-se o foco para a verificação de como esse capital físico e institucional se inserirá nas políticas setoriais de energia, de transportes e na política ambiental voltada para a Amazônia.

No Capítulo 5, são avaliados os efeitos do Complexo Madeira. Dado seu tempo de construção, essa avaliação desloca-se para o futuro, aproximadamente a partir de meados da segunda década do século XXI, sendo necessariamente “cenarística”, uma vez que exige a construção de um quadro referencial futuro. Para tanto, foram adotados determinados pressupostos, associados à visão de uma nova dinâmica territorial e setorial (energia e transporte regional), desencadeada pela implantação do Complexo e pela maior presença do Estado, exercendo gestão territorial, além de suas funções típicas (legislação, regulação, fiscalização e a execução de suas políticas com certo destaque para as sociais). Nessa ótica, a implantação do Complexo pelo seu vulto e função, poderá acarretar uma maior governança de modo geral, decorrente da atuação da Matriz Institucional como um todo, pública e privada.

Ressalta-se que essa trajetória não significa maior governança de modo automático, mas obtida como resultado de um processo social, decorrente da participação e do empenho dos atores envolvidos, sem descartar riscos de reversão ou de perda de controle, com resultados socioeconômicos e ambientais aquém dos esperados.

Essa temática da participação social é tratada no Capítulo 6, onde se procura pensar esse processo de participação e identificar o conjunto de grupos de interesse e suas entidades.

Por fim, no Capítulo 7, listam-se outros desdobramentos e contribuições possíveis dos exercícios de AAE.

3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PARA EXECUÇÃO DOS ESTUDOS TEMÁTICOS

3.1 Premissas Básicas

Os estudos ambientais da etapa de planejamento correspondente à análise de Viabilidade dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio consistem na execução de levantamentos de dados secundários e primários, com o objetivo de elaborar o diagnóstico integrado sobre a situação atual dos diversos aspectos que compõem o meio ambiente regional (Área de Influência Indireta) e local (Área de Influência Direta) onde estarão inseridos os empreendimentos em estudo.

Algumas premissas, descritas a seguir, definidas para a organização desses estudos ambientais constituíram a base de estruturação dos trabalhos desenvolvidos.

- a) A primeira premissa foi utilizar as competências locais e regionais de especialistas sobre os diversos temas que compõem os estudos do diagnóstico. Seu objetivo é agregar ao Projeto a experiência e o conhecimento dos grupos de pesquisa que atuam na região amazônica, envolvendo-os diretamente na Elaboração dos Diagnósticos Temáticos.
- b) A segunda premissa considera a necessidade de se levantarem de dados com um nível de detalhamento superior ao normalmente executado em estudos similares tendo em vista a necessidade de uma base de dados consistente e o porte e características dos dois empreendimentos — AHEs Jirau e Santo Antônio (3.200MW e 3.150MW, respectivamente) e o fato de estarem inseridos em ambiente amazônico. Dessa forma, foi programado e realizado um significativo número de campanhas de campo para os diversos temas, buscando-se abranger o ciclo hidrológico regional e toda a extensão da área a ser afetada pelos empreendimentos.
- c) A terceira premissa adotada no desenvolvimento dos estudos ambientais constituiu-se do compromisso com a transparência e divulgação antecipada de informações sobre o Projeto, de forma a permitir o acompanhamento da sua evolução por parte dos vários segmentos sociais da população local e regional.

Para tanto, foram contratados os serviços da CPPT Cuniã, ONG sediada em Porto Velho, com atuação comprovada nas comunidades ribeirinhas, para realizar um trabalho de Comunicação Social permanente nessas comunidades. Esse segmento do trabalho ainda continua e visa à divulgação permanente e atualizada de informações relativas aos trabalhos em curso e ao planejamento dos Projetos, mantendo-se, dessa forma, a população esclarecida a respeito deles. O trabalho visa reduzir também, o nível de expectativa e insegurança, comuns nas fases de planejamento de implantação de empreendimentos de grande porte em uma região.

Em outra vertente complementar, a Coordenação do Projeto procurou atender a todos os convites de participação em reuniões e eventos, tanto no estado de Rondônia quanto nos

demais estados vizinhos, sempre com o objetivo de manter um processo aberto de divulgação de informações sobre os empreendimentos. O QUADRO A.II. 1 apresenta a agenda dos principais eventos relacionados ao Projeto, incluindo as reuniões e fóruns onde foi apresentado e discutido.

QUADRO A.II. 1 – Principais Eventos de Apresentação do Projeto Rio Madeira

EVENTOS	DATA
Encontro sobre Meio Ambiente em Barragens	abr/02
Entrega dos Estudos de Inventário	20.11.02
Reunião com o Ministério de Planejamento	27.11.02
Reunião com o Ministério dos Transportes	01.12.02
Reunião com os Governadores de RO/MT/AM	14.12.02
Reunião com DPA Peru/Bolívia	16.12.02
Aprovação dos Estudos de Inventário	17.12.02
Reunião com o Ministério do Planejamento	17.12.02
Pedido de Registro para Estudos de Viabilidade	08.01.03
Convite à FURNAS para participar	09.01.03
Registro ativo na ANEEL	16.01.03
Apresentação da Diretoria de FURNAS	29.01.03
Apresentação para a ANA	30.01.03
Reunião com CAF – Lima	31.01.03
Reunião com CAN – Lima	31.01.03
Reunião com o Adido Naval do Brasil e Oficiais da Bolívia – La Paz	12.02.03
Reunião com o Ministro do Desenvolvimento Econômico da Bolívia–La Paz	13.02.03
Reunião com CAF da Bolívia	13.02.03
Reunião com o Ministro da Habitação e Serviços Básicos da Bolívia–La Paz	14.02.03
Reunião com o Secretário Executivo do MME	23.04.03
Reunião com o Deputado Miguel de Souza	23.04.03
Comissão Mista Brasil-Bolívia	23.04.03
Reunião de Presidentes do Brasil e Bolívia	28.04.03
Reunião na CEPTEL	
Evento de Meio Ambiente em Porto Velho	05.05.03
Apresentação para a MME e Secretários	
Encontro de Governadores no Acre	09.05.03
Reunião com o MMA – Secretaria Executiva: Interação e Orientações Gerais	27.05.03
Reunião com o Senador Raupp	28.05.03
Audiência Pública na Câmara dos Deputados - Comissão da Amazônia	29.05.03
Palestra no III Fórum Brasileiro de Energia Elétrica – São Paulo	07.07.03
Reunião ELB – Área de Meio Ambiente: Apresentação dos Estudos	31.07.03
1º Seminário Internacional de Cofinanciamento BNDES/CAF	06.08.03
Reunião com o MMA – Secretaria Executiva: Apresentação do Projeto	19.08.03

QUADRO A.II. 1– Principais Eventos de Apresentação do Projeto Rio Madeira (Continuação)

EVENTOS	DATA
Protocolo no IBAMA – Apêndice D do Inventário e Solicitação de Orientação para o Licenciamento Ambiental	19.08.03
1º Simpósio de Recursos Hídricos da Amazônia – Manaus	28.08.03
Reunião com a UNIR – Porto Velho	02.09.03
I Encontro Técnico FURNAS/Parceiros: Porto Velho	02.09.03
Seminário “A Cooperação Sul-Americana”	10.09.03
Audiência Pública – Potencialidades e Alternativas Energéticas para a Região Amazônica – Porto Velho	11.09.03
Obtenção de Certidão Informativa (Prefeitura do Município de Porto Velho/Secretaria Municipal de Meio Ambiente), atestando a compatibilidade do uso do solo para instalação do acampamento provisório de Jirau – Porto Velho	19.09.03
Obtenção de Licença de Instalação (nº 3528), da Secretaria de Estado e Desenvolvimento Ambiental para Instalação do Canteiro Provisório de Porto Velho	23.09.03
Apresentação na ANEEL do Projeto de Viabilidade – Brasília	03.10.03
Reunião técnica sobre Inventário/Viabilidade – IBAMA	13.10.03
Seminário – Alternativas e Soluções Energéticas para a Região Amazônia – Rio Branco	17.10.03
Apresentação para o Conselho Nacional de Recursos Hídricos / Câmara Técnica de Análise de Projeto – Brasília	28.10.03
Audiência Pública – Câmara dos Deputados – Comissão de Minas e Energia – Brasília	29.10.03
Apresentação para o Governador do Acre – Rio Branco	06.11.03
Reuniões com todos os poderes constituídos de Rondônia (Executivo, Legislativo e Judiciário) – Porto Velho	07.11.03
Apresentação Pública – Porto Velho	07.11.03
Apresentação para o Ministério de Planejamento – Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos	12.11.03
IV Semana de Biologia – UNIR	13.11.03
Câmara dos Deputados – Audiência Pública - Alternativas e Soluções Energéticas para a Região Amazônica – Brasília	20.11.03
Reunião com A ELETROBRAS (Meio Ambiente) – Rio de Janeiro	25.11.03
Apresentação – Polícia Civil/Peritos Criminalistas de Rondônia – Porto Velho	04.12.03
Reunião com o Ministro de Obras Públicas da Bolívia – La Paz	10.12.03
Foro de las Américas – La Paz	11.12.03
Apresentação ao Ministério da Defesa da Bolívia – La Paz	11.12.03
Lançamento da Cartilha de Navegação Fluvial na Bolívia	11.12.03
Reunião com o Vice-Ministro de Eletricidade da Bolívia	22.01.04
Apresentação para a Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico-Sustentável do Acre - Rio Branco	05.02.04
Apresentação para a Universidade Federal do Acre – Rio Branco	05.02.04
Apresentação para o Corpo de Bombeiros Militar de Rondônia – Porto Velho	06.02.04

QUADRO A.II. 1– Principais Eventos de Apresentação do Projeto Rio Madeira (Continuação)

EVENTOS	DATA
Apresentação no Seminário “Levantamento da Realidade dos Recursos Hídricos da Amazônia” – Arquidiocese de Porto Velho	06.02.04
Apresentação para o IFC	18.02.04
Entrega dos Pedidos de Licença Provisória para a realização de estudos	19.02.04
Reunião com o Ministro de Obras Públicas e o Vice-Ministro de Eletricidade da Bolívia	19.02.04
Apresentação para o Superintendente de Eletricidade	20.02.04
Entrevista à Rádio Caiari – Porto Velho	11.03.04
Apresentação interna em FURNAS – Rio de Janeiro	18.03.04
II Encontro Técnico (FURNAS, UNIR, INPA, CPRM, MPEG, ODEBRECHT, LEME) – Porto Velho	23 e 24.03.04
Apresentação no “Encontro sobre as Águas” – Arquidiocese de Porto Velho	27.03.04
Apresentação para o Arcebispo de Porto Velho, Dom Moacyr Grechi – Porto Velho	01.04.04
III Conferência da Amazônia – Porto Velho	04.04.04
Apresentação para o Ministro Aldo Rabelo	12.04.04
Apresentação para a Assembléia Legislativa do Estado do Amazonas – Manaus	04.05.04
Apresentação para WWF Brasil – Brasília	10.05.04
Reunião Pública para discussão sobre o Termo de Referência com o IBAMA – Porto Velho	14.05.04
Apresentação no Seminário “A Amazônia e o Século XXI” - Escola Superior de Guerra – Rio de Janeiro	22.06.04
Reunião de Trabalho – DNIT / Diretoria de Infra-Estrutura Aquaviária – Brasília	01.07.04
Reunião de Trabalho na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) Brasília	06.07.04
Reunião para apresentação do Projeto para o Ministro dos Transportes Alfredo Nascimento	10.08.04
III Encontro Técnico (FURNAS, UNIR, INPA, CPRM, MPEG, IPEPATRO, ODEBRECHT, LEME) – Porto Velho	01 e 02.09.04

Complementando a Base de Dados, foi realizado levantamento dos trabalhos já executados na região por exemplo, o Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia, os mapeamentos desenvolvidos no âmbito do Projeto SIVAM, o Zoneamento Ecológico e Econômico Brasil-Bolívia, entre outros. Esses levantamentos, assim como o Estudo de Inventário Hidrelétrico do Rio Madeira, constituíram a base de conhecimento referencial para a elaboração dos estudos ambientais desta etapa de planejamento dos estudos dos AHEs.

O escopo dos estudos ambientais foi definido em obediência às Instruções Normativas que regem a Política Ambiental, nos níveis federal, estadual e municipal que, no caso dos empreendimentos hidrelétricos em análise, são consolidadas no “Termo de Referência para Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e do Respectivo Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA – Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio Madeira” versão de setembro de 2004, disponibilizado pelo IBAMA. Os estudos de EIA/RIMA fazem parte do processo de obtenção da Licença Prévia no ao Órgão de Licenciamento Ambiental, licença esta concedida ao final da etapa dos Estudos de Viabilidade, fase atual de planejamento dos AHEs Jirau e Santo Antônio.

A preparação do Termo de Referência para elaboração do EIA/RIMA desses empreendimentos resultou de uma agenda de reuniões e troca de correspondências entre o Empreendedor e o Órgão Ambiental Licenciador, conforme lista o QUADRO A.II. 2, apresentado a seguir.

QUADRO A.II. 2 – Processo de Licenciamento Ambiental no IBAMA, SEDAM e SEMA

Data	Evento	Objetivo
08/2003	Reunião com o Ministério do Meio Ambiente e IBAMA	FURNAS solicita orientação quanto à definição de competência para o licenciamento ambiental dos aproveitamentos hidrelétricos do rio Madeira; quanto à definição dos procedimentos a serem adotados no licenciamento; e solicita a emissão de termo de referência para a execução dos estudos ambientais.
09/2003	Ofício	IBAMA informa que compete à esfera federal a competência do licenciamento ambiental dos referidos empreendimentos.
09/2003	Ofício	FURNAS solicita à SEMA certidão de compatibilidade da instalação de acampamento provisório no Sítio de Jirau, com a legislação de uso do solo do Município de Porto Velho.
09/2003	Ofício	SEMA emite Certidão Informativa sobre a compatibilidade do acampamento provisório no Sítio de Jirau, com a legislação de Uso do Solo do Município de Porto Velho.
09/2003	Ofício	FURNAS solicita a SEDAM licença para instalar o acampamento provisório no Sítio de Jirau.
09/2003	Licença de Instalação	SEDAM emite a Licença de Instalação nº 003528/NUCOF/SEDAM, para instalação e funcionamento do acampamento provisório no Sítio de Jirau.
10/2003	Reunião no IBAMA	FURNAS apresenta à Administração Central do IBAMA, Ministério Público, órgãos ambientais e outras instituições convidadas pelo IBAMA, o Projeto Madeira (conceito, engenharia e meio ambiente).
01/2004	Vistoria de Campo	IBAMA realiza vistoria na área sob influência dos aproveitamentos (dias 21 a 24, com percurso terrestre e hidroviário e sobrevôo), com a presença da Administração Central e das Gerências Executivas de RO e AM, além da SEDAM e do IPAAM.
05/2004	Reunião Pública	IBAMA realiza reunião pública, em Porto Velho, para apresentação e discussão de minuta de Termo de Referência (TR) dos estudos ambientais dos aproveitamentos do rio Madeira, disponibilizada na ocasião

QUADRO A.II. 2 – Processo de Licenciamento Ambiental no IBAMA, SEDAM e SEMA (Continuação)

Data	Evento	Objetivo
06/2004	Ofício	FURNAS envia ao IBAMA comentários sobre a minuta do TR e solicita orientação quanto à definição do procedimento de licenciamento ambiental dos aproveitamentos, se num único processo ou se em processos distintos.
07/2004	Ofício	IBAMA solicita à FURNAS o memorial descritivo da linha de transmissão, com a definição de traçado, para a finalização do Termo de Referência.
08/2004	Ofício	FURNAS apresenta o memorial descritivo da linha de transmissão, em nível de corredor.
09/2004	Ofício	IBAMA envia à FURNAS a versão final do Termo de Referência.
09/2004	Ofício	FURNAS requer à SEDAM renovação da licença de instalação do acampamento provisório no Sítio de Jirau.
11/2004	Ofício	FURNAS envia ao IBAMA comentários sobre a versão final do Termo de Referência.
01/2005	Reunião no IBAMA	FURNAS e IBAMA discutem o Termo de Referência.
02/2005	Ofício	IBAMA informa que o estudo do sistema de transmissão associado aos empreendimentos pode ser realizado para um corredor de 10 km de largura.
02/2005	Licença de Instalação	SEDAM renova a Licença de Instalação do acampamento provisório no Sítio de Jirau, que passa a vigorar sob o nº 00000775/NUCOF/SEDAM.

3.2 Apoio Logístico

A estrutura de apoio em campo envolveu a montagem de um acampamento avançado próximo ao Salto do Jirau, que consta de 2 pavilhões destinados a alojamento para 68 pessoas, cozinha, refeitório com capacidade para 60 pessoas e 2 laboratórios para análises do meio biótico (PRANCHA A.II. 1).

PRANCHA A.II. 1 – Infra-estrutura do Acampamento de Jirau



Instalações no acampamento do Jirau



Alojamentos



2 laboratórios equipados com bancadas de concreto, freezer, geladeira, estereoscópio, microscópio, computador, vidraria e armários

PRANCHA A.II. 1 – Infra-estrutura do Acampamento de Jirau (Continuação)



Sala de televisão e refeitório

Para o transporte, FURNAS disponibilizou uma frota de 10 picapes cabine dupla 4x4, sendo 8 equipadas com suporte de estrutura metálica para transporte de barco, 1 veículo VW/GOL e 7 barcos de alumínio equipados com motores de popa de 15, 25 e 35HP, com capacidade para 6 pessoas, conforme PRANCHA A.II. 2 abaixo:

PRANCHA A.II. 2 – Transporte: Picapes e barcos



Frota de veículos e barcos

Ainda dentro da logística montada para o Projeto, foi implantado um escritório de apoio em Porto Velho, com diversas instalações conforme exemplifica a PRANCHA A.II. 3 abaixo:

PRANCHA A.II. 3 – Escritório de Apoio em Porto Velho



Instalações no escritório de Porto Velho



Almoxarifado em Porto Velho

Um almoxarifado foi organizado, dispendo de 267 itens, os quais equipamentos e materiais para laboratório, coleta de amostras, captura de animais e suprimentos para atender aos programas ambientais.

Para os levantamentos dos aspectos bióticos (flora e fauna), foram abertos 21 transectos representativos dos diversos ambientes ao longo do trecho a ser afetado pelo empreendimento, incluindo as áreas do reservatório e das obras. Estes transectos foram distribuídos nas margens esquerda e direita do rio Madeira. Em geral, iniciam-se na margem do rio, estendendo-se para o interior, em extensões variáveis de 3.000 a 6.000 metros. O QUADRO A.II. 3, a seguir, mostra as características dos transectos.

QUADRO A.II.3 – Características dos Transectos para Levantamentos de Campo

Nº de ordem de montante para jusante	Transectos (localização)	Comprimento Total (m)	Comprimento inundado (m)
01	Teotônio (margem esquerda)	5972	30
02	Teotônio (margem direita)	5907	490 (3 segmentos)
03	Morrinhos (margem esquerda)	3843	30
04	Morrinhos (margem direita)	3131	30
05	Jaci Paraná (margem esquerda)	4243	40
06	Jaci Paraná (margem direita)	3582	30
17	Jaci Paraná (ilha Santana)	3150	60
17 ^A	Jaci Paraná (ilha Santana)	1600	20
07	Jirau (margem esquerda)	5983	30
08	Jirau (margem direita)	5814	793 (2 segmentos)
15	Jirau (margem esquerda)	1582	1.045 (2 segmentos)
18	Jirau (margem esquerda)	2665	-
09	Mutum (margem esquerda)	3782	20
09 ^A	Mutum (margem esquerda)	1111	336
10	Mutum (margem direita)	5995	3.072 (2 segmentos)
10 ^A	Mutum (margem direita)	3777	30
14	Mutum (margem direita)	3619	1.754 (4 segmentos)
11	Abunã (margem esquerda)	5870	30
12	Abunã (margem direita)	5806	30 (1 segmento)
13	Abunã (margem direita)	4481	30
16	Abunã (margem esquerda)	4578	30

Consta, também, do apoio logístico o fornecimento de equipamentos de campo, como: GPS, máquina fotográfica, barraca e utensílios de campo e ajudantes para apoio na manutenção do acampamento e execução dos trabalhos.

4. INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES E ESTUDOS REALIZADOS

Para a realização dos diagnósticos temáticos, participaram diversas instituições de ensino e pesquisa, além de empresas privadas e consultores autônomos. Apresentam-se, a seguir, os estudos temáticos realizados pelas instituições contratadas para a elaboração dos estudos ambientais dos AHEs Jirau e Santo Antônio.

4.1 Fundação Universidade de Rondônia - UNIR

- a) *Paleontologia* - Pesquisador Responsável: Dr. Mario A Cozzuol, Biólogo - Laboratório de Biologia Evolutiva da UNIR.

Objetivos: realizar um levantamento estratigráfico/paleontológico na região entre Porto Velho e Nova Mamoré, com ênfase nos afloramentos do Quaternário portadores de fauna extinta. Os objetivos específicos são: i) levantar a estratigrafia na região em estudo; ii) estabelecer um esquema estratigráfico para a área; iii) estabelecer correlações entre os diferentes afloramentos sobre a base de dados palinológicos; iv) obter datações rádio-carbônicas confiáveis para a seqüência aflorante na área; v) recuperar o maior número possível de peças de vertebrados fósseis.

- b) *Hidrobiogeoquímica* - Pesquisador (s) Responsável (s): PhD. Ene Glória da Silveira - Geólogo, Mag. Reitor da UNIR; MSc. Wanderley Rodrigues Bastos - Biólogo, do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UNIR.
Objetivos: efetuar diagnóstico ambiental e humano nas comunidades ribeirinhas na área de estudo, determinando as concentrações de compostos organo-metálicos, a exemplo daqueles contendo mercúrio e através do levantamento dos elementos terras raras na coluna d'água e do diagnóstico das origens e fluxos do sistema aquático.
- c) *Flora* - Pesquisador Responsável: M.Sc. Antônio Laffayete Pires da Silveira - Eng. Florestal, da UNIR.
Objetivos: determinar a estrutura fitossociológica da Área de Influência das Hidrelétricas do rio Madeira e estimar a biomassa estocada nas diferentes formações fisionômicas, estimando a riqueza específica e para família, para os componentes arbóreo, arbustivo, herbáceo e epifítico; os valores dos parâmetros fitossociológicos para espécies e famílias para o componente arbóreo; os parâmetros comunitários de diversidade, equitabilidade e similaridade para o componente arbóreo; a biomassa da serapilheira e parte aérea; e a composição química da serapilheira.
- d) *Entomofauna* - Pesquisador Responsável: MSc. Maria Áurea P. A. Silveira - Bióloga, da UNIR.
Objetivos: amostrar e caracterizar a entomofauna no trecho da cachoeira de Santo Antônio a Abunã, avaliando as diferenças na composição da fauna de margem e interior de mata, as diferenças entre os pontos amostrados: cachoeira de Santo Antônio, salto do Jirau, Jaci-Paraná e Mutum-Paraná, avaliando ecologicamente as populações.
- e) *Mastofauna de médios e grandes mamíferos* - Pesquisador Responsável: PhD. Mariluce Rezende Messias - Bióloga, da UNIR.
Objetivos: Inventariar as espécies de mamíferos de médio e grande porte, tanto diurnos quanto noturnos, nas principais fitofisionomias existentes na Área de Influência Direta do empreendimento de Jirau e de Santo Antônio, em ambas as margens do rio Madeira.
- f) *Ictiofauna* - Pesquisador Responsável: MSc. Carolina R. C. Doria - Bióloga, da UNIR.
Objetivos: caracterizar a estrutura da comunidade de peixes e dos desembarques pesqueiros no trecho da bacia do rio Madeira situado entre Porto Velho e Abunã e realizar estudos sobre os parâmetros biológicos das espécies que identifiquem a estrutura das populações antes do início da construção do empreendimento.
- g) *Socioeconomia* - Pesquisador Responsável: MSc. Dorisvalder Dias Nunes - Geógrafo, da UNIR.
Objetivos: desenvolver o diagnóstico temático referente aos temas específicos da socioeconomia, que deverá conter a análise dos dados disponíveis para as áreas de estudo (AII e AID), sendo ilustrado com a apresentação de tabelas, gráficos, fotos, figuras e mapas para permitir o entendimento da realidade regional e local. Como conclusão, deverão ser ressaltadas as principais características identificadas, alterações previstas e sugestão de medidas mitigadoras e compensatórias a serem implementadas.

4.2 Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA

- a) *Limnologia* - Pesquisador Responsável: PhD. Luiz Fernando Alves - Biólogo, do INPA.
Objetivos: elaborar um diagnóstico do sistema fluvial do segmento do rio Madeira a ser afetado pela implantação dos AHEs Jirau e Santo Antônio, abordando aspectos físicos, químicos e biológicos, para subsidiar a identificação e avaliação dos impactos ambientais decorrentes da construção e operação dos empreendimentos.
- b) *Mastofauna de Pequenos Mamíferos* - Pesquisador Responsável: PhD. Antônia Franco - Bióloga, do INPA.
Objetivos: realizar inventário sistemático e ecológico da fauna de roedores e marsupiais e seus protozoários flagelados e elaborar o diagnóstico em ambas as margens do rio Madeira, nas áreas dos Aproveitamentos Hidrelétricos (AHEs) Santo Antônio e Jirau.
- c) *Herpetofauna* - Pesquisador Responsável: PhD. Albertina Pimentel Lima - Bióloga, do INPA.
Objetivos: realizar inventário sistemático e ecológico da herpetofauna em três ambientes: (a) floresta de terra-firme, (b) floresta inundável de margem de rio e (c) habitats aquáticos na região do Alto Madeira entre Porto Velho e Abunã, na área a ser inundada pelos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio e em áreas próximas, tanto a jusante quanto a montante.
- d) *Avifauna* - Pesquisador Responsável: PhD. Mario Cohn-Haft - Biólogo, do INPA.
Objetivos: inventariar a avifauna da região dos empreendimentos de Jirau e de Santo Antônio, estimando os impactos na avifauna local em consequência dos aproveitamentos hidrelétricos.
- e) *Mamíferos Aquáticos* - Pesquisador Responsável: PhD. Vera M. F. da Silva - Bióloga, do INPA.
Objetivos: avaliar a ocorrência e a distribuição de cetáceos, sirênios e mustelídeos aquáticos na área de inundação dos aproveitamentos Jirau e Santo Antônio e em áreas próximas, tanto a jusante quanto a montante dos empreendimentos.
- f) *Entomologia Médica – Malária* - Pesquisador Responsável: PhD. Wanderli Pedro Tadei, do INPA.
Objetivos: realizar inquérito entomológico da fauna de Anophelinae e outros culicídeos (díptera), abordando diversidade, distribuição e ecologia, na área de abrangência dos empreendimentos no rio Madeira, para avaliar possíveis impactos e indicar medidas mitigadoras.
- g) *Entomologia Médica - Doença de Chagas e Leishmaniose* - Pesquisador Responsável: PhD. Toby Vincent Barrett, do INPA.
Objetivos: realizar inquérito entomológico da fauna de Phlebotominae (Díptera) e Triatominae (Hemiptera), abordando diversidade, distribuição e ecologia, na área de abrangência dos empreendimentos Jirau e Santo Antônio, para avaliar possíveis impactos e indicar medidas mitigadoras.

- h) *Entomologia Médica – Oncocercose* - Pesquisador Responsável: PhD. Neusa Hamada do INPA.

Objetivos: realizar inquérito entomológico da fauna de Simuliidae (Diptera), abordando diversidade, distribuição e ecologia na área de abrangência de construção dos AHEs Jirau e Santo Antônio, para avaliar possíveis impactos e indicar medidas mitigadoras.

- i) *Estudos dos Grandes Bagres* - Pesquisador Responsável: Dra. Nidia Noemi Fabré.

Objetivos: estudar a ecologia, biologia e genética das populações dos bagres dourada e piramutaba nos trechos do rio Madeira, entre as cidades de Humaitá e Porto Velho, incluídos na rota de migração dos grandes bagres.

4.3 Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

Geologia, Recursos Minerais e Direitos Minerários, Geomorfologia e Hidrogeologia - Pesquisador Responsável: MSc. Rommel da Silva Souza - Geólogo, da CPRM/RO.

Objetivos: levantar informações geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas e de recursos minerais, em escalas compatíveis com as demandas do planejamento e construção dos AHEs Jirau e Santo Antônio.

4.4 Museu Paraense Emilio Goeldi – MPEG

- a) *Arqueologia Histórica* - Pesquisador Responsável: MSc. Fernando F Tavares Marques - Arqueólogo do MPEG.

Objetivos: diagnosticar o patrimônio arqueológico histórico na Área de Influência Direta e indireta da construção dos AHEs Jirau e Santo Antônio, no Alto rio Madeira, avaliando os impactos diretos e indiretos da implantação da hidrelétrica sobre os sítios arqueológicos históricos locais.

- b) *Arqueologia Pré-histórica* - MSc. Marcos Magalhães - Arqueólogo, do MPEG.

Objetivos: realizar o levantamento do potencial arqueológico pré-histórico das Áreas de Influência Direta e indireta dos AHEs Jirau e Santo Antônio, de modo a fornecer subsídios para posterior prognóstico e propostas de medidas mitigadoras voltadas para a preservação desse patrimônio.

4.5 Instituto de Pesquisas em Patologias Tropicais – IPEPATRO

Avaliação do perfil nosológico da população ribeirinha – Pesquisador Responsável: Dr. Luiz Hildebrando Pereira da Silva.

Objetivos: avaliar o perfil nosológico da população residente nas Áreas de Influência dos AHEs de Santo Antônio e Jirau por meio de um inquérito epidemiológico, sorológico e parasitológico; estabelecer uma base de dados clínicos e epidemiológicos que dê suporte ao planejamento das ações de saúde a serem adotadas na região em questão; criar bancos de material biológico que sirvam de fonte para pesquisas avançadas em várias áreas da medicina e biologia de parasitas e vetores na região.

4.6 Consultoria independente

Questão Indígena – Pesquisador Responsável: Maria Auxiliadora Cruz de Sá Leão e Gilberto Azanha – Antropólogos.

Objetivos: realizar levantamentos de dados primários e secundários referentes às terras e povos indígenas situados na Área de Influência dos AHEs Jirau e Santo Antônio.

4.7 Leme Engenharia Ltda

a) *Clima* – Pesquisador Responsável: MSc. Ricardo A. C. Junho – Engenheiro Civil da Leme.

Objetivos: caracterizar o clima da Área de Influência do empreendimento, destacando e avaliando as mudanças ocorridas no comportamento dessa variável, bem como as mudanças microclimáticas que poderão ocorrer após a implantação dos AHEs.

b) *Recursos Hídricos Superficiais* - Pesquisador Responsável: MSc. Ricardo A.C. Junho – Engenheiro Civil da Leme.

Objetivos: caracterizar a rede hidrográfica da bacia, indicando os cursos d'água perenes e intermitentes, as estações hidrometeorológicas existentes (localização, tipo e período de operação) e as estruturas hidráulicas implantadas, bem como os grandes usuários desse recurso. Identificar os principais usos de água e destacar as demandas futuras por esse recurso.

c) *Levantamento de Solos e Aptidão Agrícola* - Pesquisador Responsável: Nelson M. Serruya – Pedólogo da Leme.

Objetivos: apresentar os estudos dos solos das áreas selecionadas, em nível de Levantamento/Reconhecimento de Alta Intensidade, na escala de 1:100.000, tendo como base trabalhos de campo na escala de 1:50.000. Avaliar a aptidão agrícola das unidades pedológicas identificadas e seu potencial de erodibilidade.

d) *Levantamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal* - Pesquisador Responsável: PhD. Marcelo de Ávila Chaves – Agrônomo, especialista da Leme em geoprocessamento.

Objetivos: mapear o uso da terra e cobertura vegetal das Áreas de Influência Indireta (AII) e Direta (AID) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio, e de pontos notáveis da área a ser afetada pelos empreendimentos.

e) *Diagnóstico Integrado, Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental* – Pesquisador Responsável: MSc. Victória Tuyama Sollero – Geógrafa, Coordenadora de Meio Ambiente da Leme Engenharia.

Objetivos: elaborar um diagnóstico integrado da situação ambiental das áreas de influência dos AHEs Jirau e Santo Antônio, com base nas informações levantadas pelas equipes dos estudos temáticos, o qual subsidiará o processo de Avaliação dos Impactos Ambientais dos empreendimentos e a definição de programas ambientais a serem implementados na região, com vistas tornar os empreendimentos ambientalmente sustentáveis.

Os procedimentos metodológicos utilizados para cada estudo estão discriminados nos capítulos correspondentes.

CAPÍTULO III – DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A definição e a delimitação das Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau basearam-se nas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 01, de 23/01/1986, e nº 302, de 20/03/2002, e no Termo de Referência do IBAMA de setembro de 2004. Além disso, foram também consideradas as possíveis interações entre os empreendimentos e os meios físico, biótico e socioeconômico.

A Resolução CONAMA 001/86, nas diretrizes gerais apresentadas no artigo 5º- item III, estabelece a necessidade de “definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”.

Segundo o Termo de Referência do IBAMA (setembro, 2004), *a área de influência de um empreendimento corresponde aos limites da área geográfica a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos por ele provocados*. Para a Área de Influência Direta – AID, o IBAMA define que, no caso dos aproveitamentos hidrelétricos do rio Madeira, para os meios físico e biótico, deverá ser considerada *a área de inundação do reservatório na sua cota máxima acrescida da área de preservação permanente em projeção horizontal, bem como outras áreas contínuas de relevante importância ecológica, além das áreas situadas a jusante da barragem em uma extensão a ser definida pelo estudo*. Para os estudos socioeconômicos, deverá ser considerada *a área do município de Porto Velho necessária para a implantação do empreendimento e outras localizadas a jusante da barragem, numa faixa a ser definida pelo estudo, considerando o impacto nas comunidades ribeirinhas*.

Quanto à Área de Influência Indireta – AII, o IBAMA considera que, *para os meios físico e biótico, deverá ser considerada a bacia hidrográfica do rio Madeira, a ser definida pelo estudo e para o meio socioeconômico será compreendido o município de Porto Velho e os pólos municipais de atração à região, bem como aqueles que vivem de atividades pesqueiras e turísticas, ligadas aos recursos hídricos*.

O Termo de Referência do IBAMA estabelece, ainda, uma terceira área para caracterização ambiental, denominada de Área de Abrangência Regional (AAR), englobando a bacia hidrográfica do rio Madeira em território brasileiro. Esta área foi estabelecida com o objetivo de situar os eventuais impactos acumulativos decorrentes dos aproveitamentos hidrelétricos inventariados e/ou propostos, além do projeto da Hidrovia do Rio Madeira.

Seguindo as instruções desse Termo de Referência, as áreas de influência foram, então, definidas a partir dos dados ambientais disponíveis e das particularidades técnicas e operacionais das Usinas Hidrelétricas em estudo, conforme descritas a seguir.

2. ÁREA DE ABRANGÊNCIA REGIONAL

Conforme conceituação do TR do IBAMA, “*é a área objeto de caracterização regional dos estudos, com objetivo de situar, no contexto da bacia hidrográfica, os eventuais impactos cumulativos decorrentes dos diversos aproveitamentos Hidrelétricos inventariados e/ou propostos, além do projeto da Hidrovia do rio Madeira. Será considerada a bacia hidrográfica do rio Madeira, em território brasileiro*”.

Ao buscar verificar as relações associadas entre os Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau com outras atividades desenvolvidas ou planejadas na bacia hidrográfica do rio Madeira, esse TR recomenda o estudo de um espaço denominado Área de Abrangência Regional (AAR). Além da conceituação dessa área, o TR define alguns indicadores que poderiam evidenciar potenciais sinergias incrementadas pelos dois aproveitamentos em foco. Assim, como a espacialização da AAR materializou-se o território compreendido pelas Áreas de Influência Indireta – AII dos AHEs Santo Antônio e Jirau, além da Área de Influência Indireta da UHE Samuel, que compreende a área da bacia hidrográfica do rio Jamari e seus tributários e o trecho da hidrovia Porto Velho–Itacoatiara (AM), considerando-se, nesse trecho, o polígono definido pelos limites dos municípios em contato com o rio Madeira, conforme FIGURA A.III. 1.

Uma outra oportunidade para verificar os efeitos de sinergia da instalação dos AHEs Santo Antônio e Jirau vale-se de outras ferramentas como a Avaliação Ambiental Estratégica. Tal instrumento, cujos critérios metodológicos e indicadores utilizados distanciam-se daqueles adotados no EIA, passa a olhar relações territoriais muito mais extensas, inclusive internacionais. Assim, essa ferramenta parte dos dois empreendimentos em estudo e correlaciona-os a outras oportunidades estruturantes, nesse trecho sul-americano, e os denomina de “Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira”.

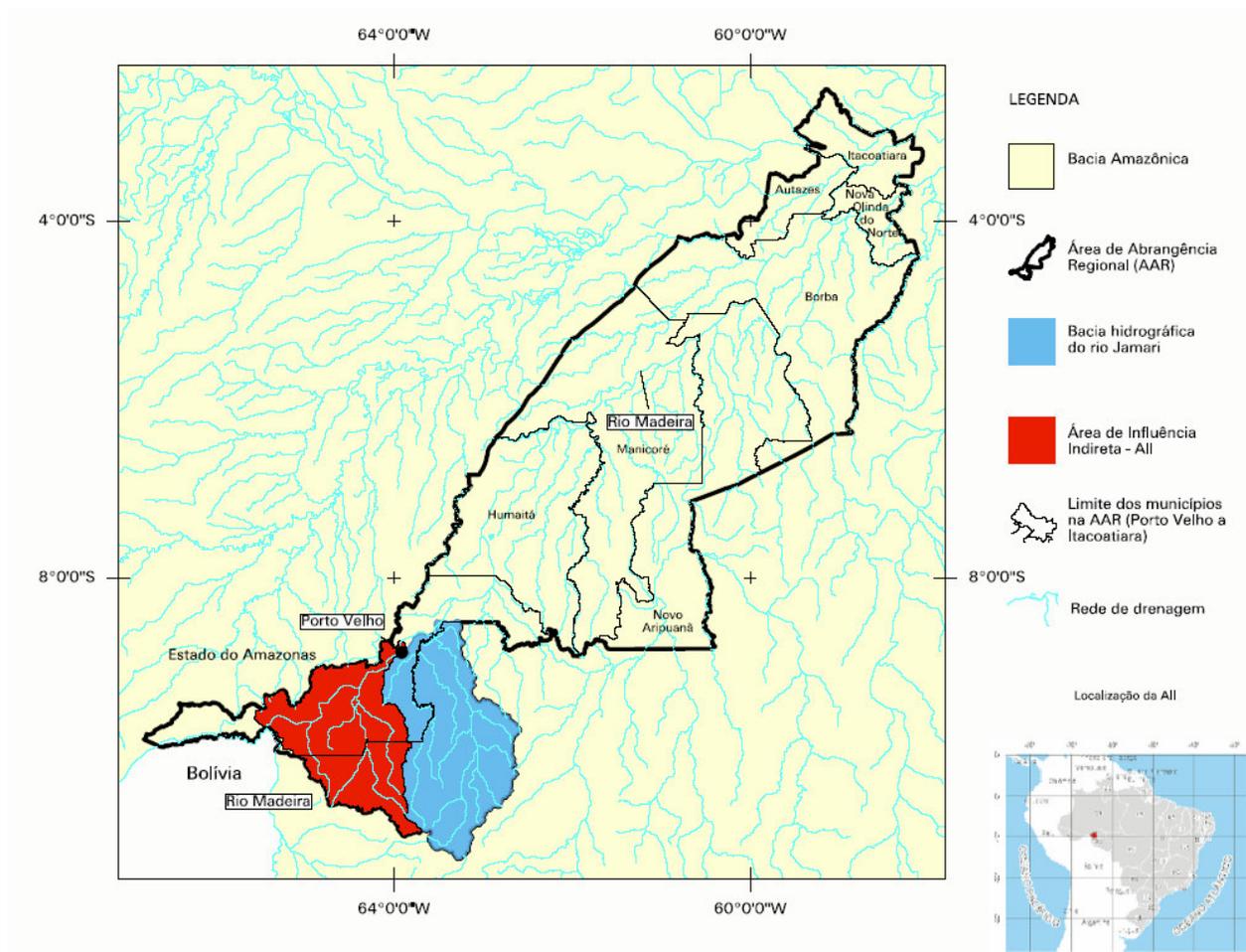


FIGURA A.III.1 - Área de Abrangência Regional e Área de Influência Indireta dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio

3. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

A delimitação da Área de Influência Indireta – AII, considerada neste estudo para os meios físico e biótico, abrange a totalidade das áreas das sub-bacias hidrográficas de contribuição lateral às áreas de inundação dos dois empreendimentos Hidrelétricos. Considerou-se também a área das sub-bacias de contribuição direta numa faixa de 12km a jusante do barramento de Santo Antônio e 5km do remanso de Jirau. Para alguns estudos temáticos específicos, como a ictiofauna e a paleontologia, a área de abrangência dos trabalhos extrapolou os limites da AII, estendendo-se, no primeiro caso, de Humaitá a Guajará-Mirim. Em relação à paleontologia, a área de estudo englobou trechos a montante de Abunã, com o objetivo de incluir os garimpos de Araras, no município de Nova Mamoré e Taquaras, no município de Porto Velho, a montante da AII definida para o meio físico.

Os limites geográficos da AII dos dois empreendimentos totalizam uma área aproximada de 23.520km² e foram compilados a partir da análise das bases cartográficas do DSG, publicadas na escala de 1:100.000, apresentando a descrição a seguir.

Pela margem esquerda do rio Madeira, o limite inicia-se na travessia da balsa na cidade de Abunã, abrangendo toda a linha de cumeada das bacias hidrográficas que drenam para esta margem, ao longo da serra do Candomblé e da serra dos Três Irmãos, e que integra parte do limite interestadual de Rondônia e Amazonas. Já nas proximidades da cidade de Porto Velho, abaixo do eixo de Santo Antônio, o limite interestadual é substituído pelo limite da bacia de contribuição de um pequeno afluente que deságua nas proximidades do terminal portuário da PETROBRAS. A partir daí, já na margem direita do rio Madeira, segue pelo divisor de águas da bacia hidrográfica do rio Jamari até a serra dos Pacaás Novos, situado na porção sul da área. Segue então por essa serra, no sentido nordeste, até tomar novamente os divisores de água das bacias hidrográficas do rio Mutum-Paraná e dos afluentes diretos da margem direita do rio Madeira, situados a montante da travessia de balsa em Abunã, onde termina o perímetro da Área de Influência Indireta.

Esta área engloba toda a bacia hidrográfica dos rios Castanho, Cotia/Mutum-Paraná, Jaci-Paraná e Caracol, pela margem direita, e dos rios São Lourenço e Caripunás pela margem esquerda do rio Madeira.

Na definição da AII para o meio socioeconômico, o critério de bacia hidrográfica não é o mais apropriado, uma vez que os dados secundários disponíveis para análise são coletados e publicados por distritos e municípios, cujos limites podem não coincidir com os das bacias hidrográficas. Por essa razão e pelo fato de as terras alagadas pelos empreendimentos situarem-se apenas no município de Porto Velho, considerou-se o seu limite geográfico como sendo a Área de Influência Indireta para os estudos socioeconômicos.

A FIGURA A.III. 2 apresenta a localização da Área de Influência Indireta, definida em conjunto para os dois empreendimentos. Estão representadas, nessa figura, as Áreas de Influência Indireta dos meios físico e biótico e socioeconômico (município de Porto Velho). Essa figura mostra, também, a inserção dos aproveitamentos hidrelétricos.

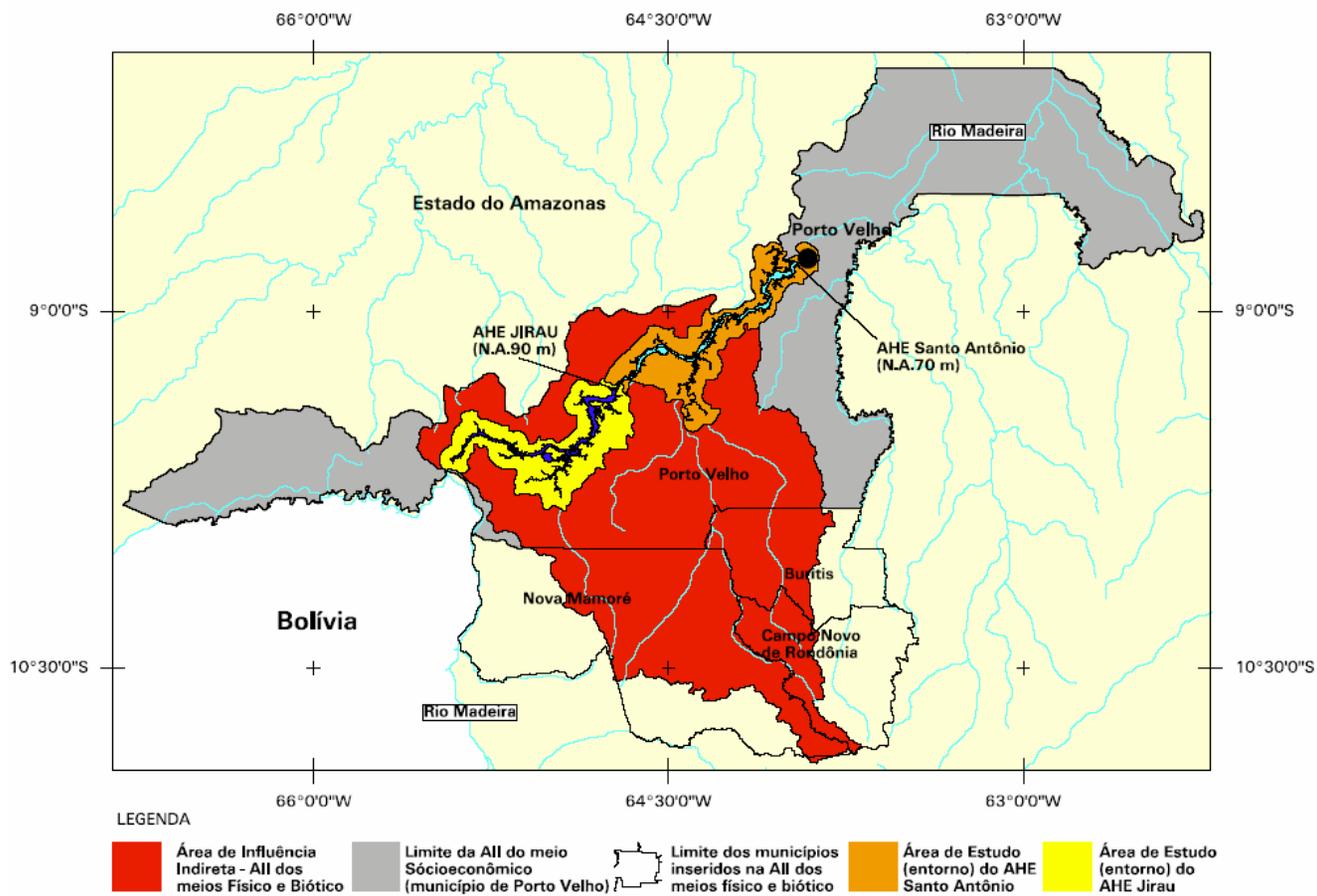


FIGURA A.III. 2 – Localização da AII e dos empreendimentos Jirau e Santo Antônio

4. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

Para os meios físico e biótico, a delimitação das Áreas de Influência Direta dos empreendimentos Jirau e Santo Antônio foi estabelecida em separado, de forma a destacar as especificidades dos ambientes correspondentes a cada um deles.

As áreas definidas como Área de Influência Direta de cada empreendimento incorporam os espaços geográficos susceptíveis aos efeitos diretos da implantação da infra-estrutura necessária à construção e operação dos empreendimentos: áreas previstas de inundação dos reservatórios em suas cotas máximas, os canteiros de obras, as áreas de empréstimo e botaforas, além das vias de acesso. Esses espaços incluem, também, as áreas destinadas à implantação das Áreas de Preservação Permanente (APP), que correspondem a uma faixa de 100 metros em projeção horizontal em toda a extensão dos dois reservatórios. A AID do AHE Jirau, englobando as áreas de reservatório e infra-estrutura de apoio, corresponde a 36.863ha, sendo que 11.579ha correspondem à calha do rio Madeira e às lagoas marginais. A AID do AHE Santo Antônio corresponde a 26.922ha, com 16.531ha de calha do rio e lagoas marginais.

Considerando o fato de se tratar da implantação de empreendimentos de grande porte na Amazônia optou-se por definir uma região denominada Área de Estudo (ou entorno), que está representada na FIGURA A.III. 3 e FIGURA A.III. 4, para os levantamentos de dados primários e mapeamento temático consideravelmente maior do que a definida como AID dos empreendimentos. Essa área representa a região de potencial inter-relação com os empreendimentos, dentro de uma faixa de terreno que incorpora a AID e seu entorno. Assim, o objetivo principal dessa ampliação é o de permitir uma maior compreensão da transição entre os ambientes afetados e aqueles que os circundam. A extensão dessa área apresenta dimensões variadas, dependendo do aspecto ambiental analisado e será especificada nos procedimentos metodológicos de cada tema analisado.

No caso dos mapeamentos temáticos, a delimitação desse espaço considerou a área formada por partes ou pela totalidade das sub-bacias de contribuição lateral de cada um dos reservatórios, limitada a uma extensão média de 5km em projeção horizontal contados a partir do N.A. do reservatório na sua cota máxima. Incluiu-se, ainda, uma faixa média de 5km, tanto a jusante dos eixos das barragens quanto a montante de cada reservatório. No caso específico do AHE Santo Antônio, em decorrência da área portuária de Porto Velho, a faixa da jusante considerada foi ampliada em 7km, totalizando 12km. Apresenta-se, a seguir, a descrição espacial dos limites dessas áreas adotados nos mapeamentos realizados.

A Área de Estudo do AHE Jirau apresenta uma superfície aproximada de 244.500ha¹. Inicia e termina o seu perímetro a aproximadamente 5km a jusante do Salto do Jirau, contornando ambas as margens do rio Madeira numa faixa média de 5km no entorno da área de inundação, englobando, quando possível, a totalidade das bacias hidrográficas dos igarapés que drenam diretamente para o rio Madeira. Essa faixa passa próximo ao local da travessia da balsa em Abunã e engloba a cidade de Mutum-Paraná.

¹ Eventuais diferenças entre as áreas dos reservatórios apresentadas neste documento e aquelas apresentadas nos Estudos de Viabilidade dos AHEs Santo Antônio e Jirau estão relacionadas à utilização de metodologias distintas para os projetos de engenharia e meioambiente – CAD e GIS, respectivamente; a margem de erro esperada para os métodos quantitativos empregados e à presença de ilhas na área dos reservatórios.

A Área de Estudo do AHE Santo Antônio apresenta uma área em torno de 253.000ha, iniciando e terminando seu perímetro a aproximadamente 12km a jusante da cachoeira de Santo Antônio, nas proximidades do terminal da PETROBRAS, contornando ambas as margens do rio Madeira numa faixa média de 5km no entorno da área de inundação; engloba a quase totalidade das bacias hidrográficas dos igarapés que drenam diretamente para o rio Madeira. Essa faixa inclui, ainda, parte da mancha urbana da cidade de Porto Velho e a totalidade da vila de Jaci-Paraná.

Para o meio socioeconômico, a Área de Influência Direta considerou os limites estabelecidos pelas áreas dos reservatórios, acrescidos das APPs (faixa de 100m), além das áreas destinadas à implantação das infra-estruturas de apoio. Foram ainda incluídas as Vilas de Mutum-Paraná, Velha Jaci-Paraná, Teotônio, Amazonas e Engenho Novo. A jusante do AHE Santo Antônio, incluíram-se as populações ribeirinhas até Calama, último distrito do município de Porto Velho.

A FIGURA A.III. 3 e FIGURA A.III. 4 apresentam a localização e a extensão espacial da AID e Área de Estudo consideradas para cada um dos empreendimentos.

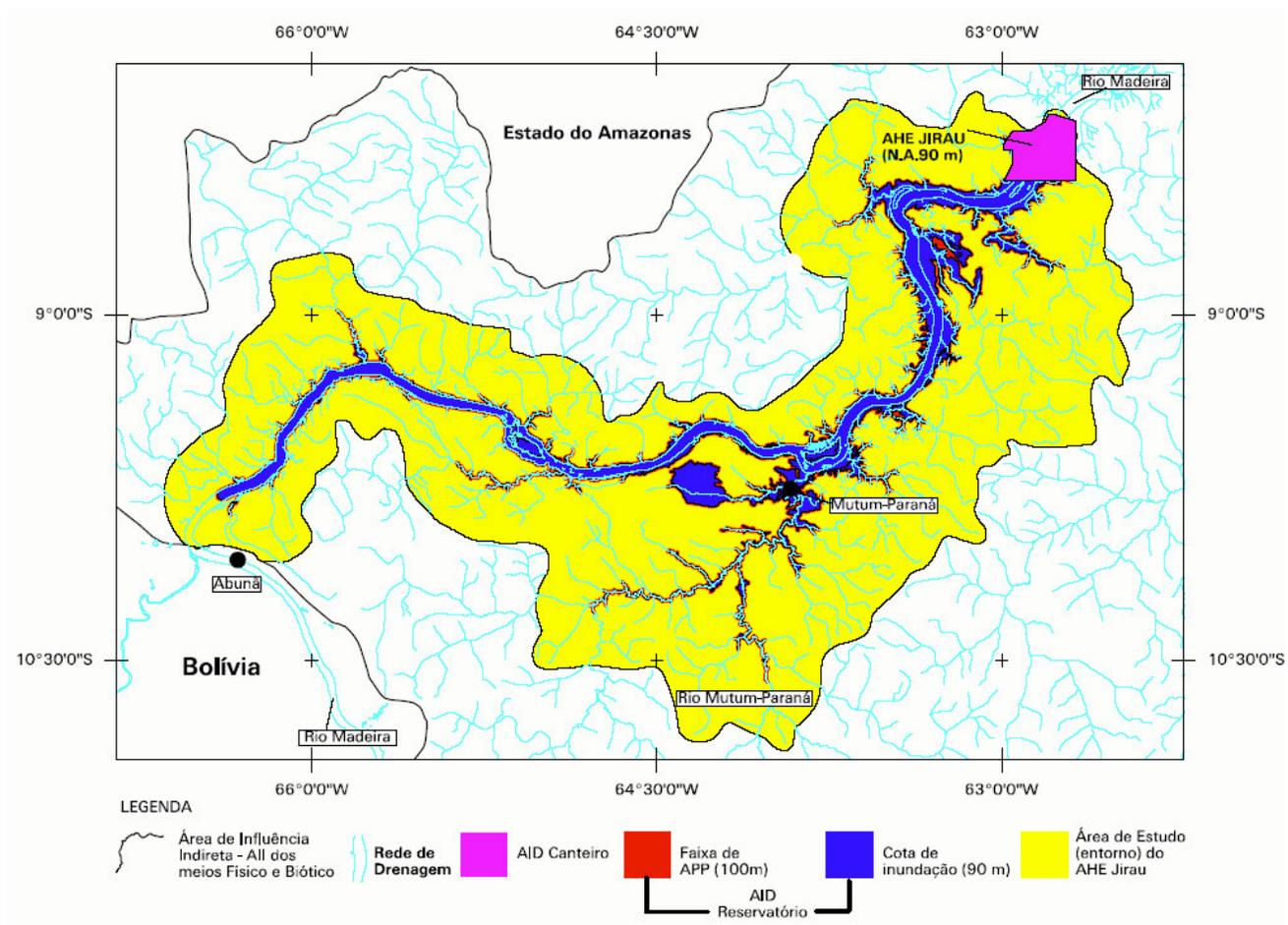


FIGURA A.III. 3- Localização da Área de Influência Direta (AID) e da Área de Estudo do AHE Jirau

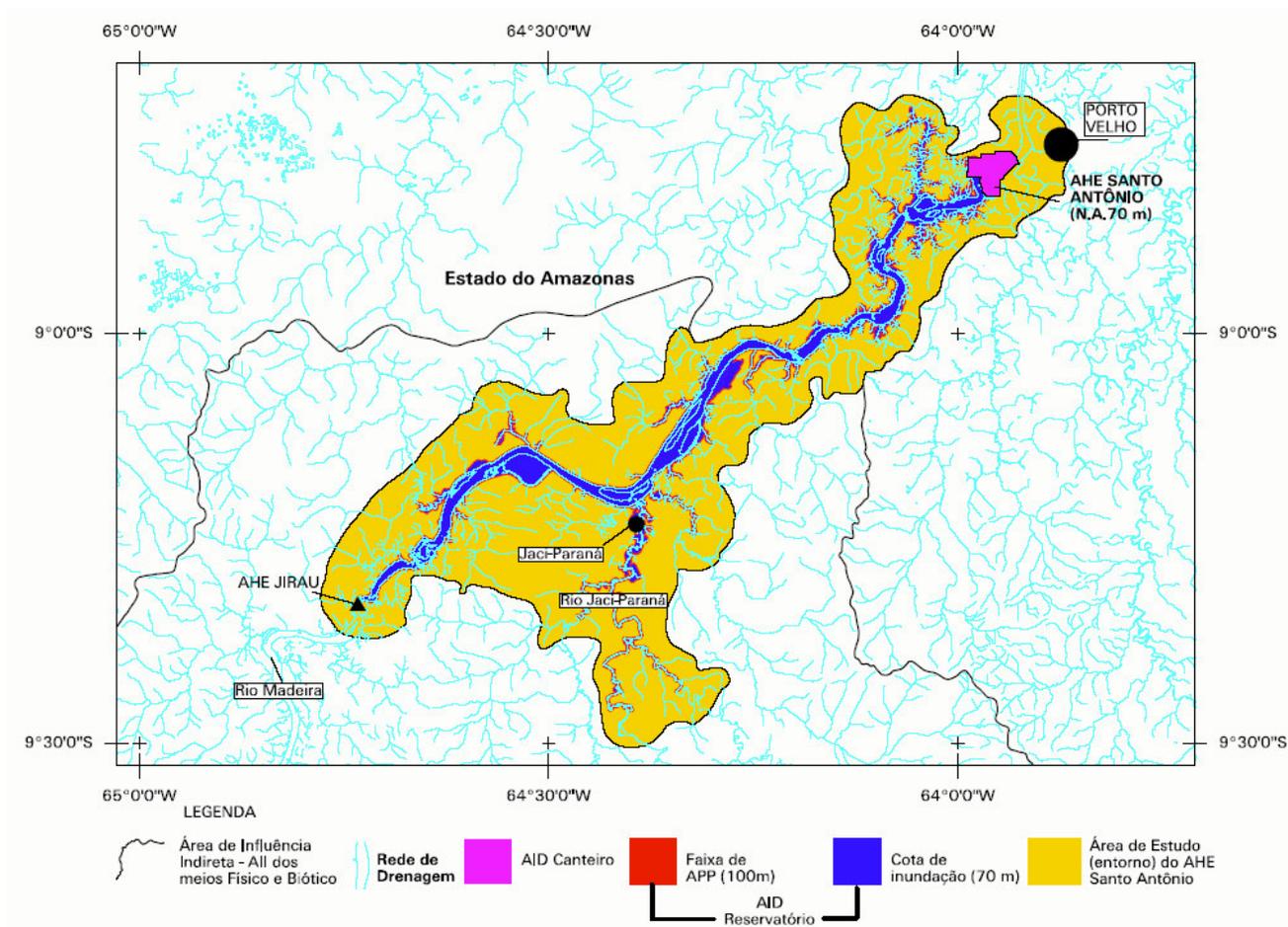


FIGURA A.III. 4– Localização da Área de Influência Direta (AID) e da Área de Estudo do AHE Santo Antônio

CAPÍTULO IV – ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

Neste capítulo, apresenta-se uma revisão sucinta da legislação ambiental nos âmbitos federal, estadual e municipal para implantação de empreendimentos hidrelétricos, bem como a legislação dos estados de Rondônia e do Amazonas e do município de Porto Velho, envolvidos na implantação dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio.

A fim de facilitar a leitura, o texto foi dividido da seguinte forma:

- Item 1: trata da apresentação global da legislação federal aplicável à implantação de Usinas Hidrelétricas.
- Item 2: revisa a Legislação Estadual de Rondônia. Os destaques aqui são para:
 - proteção ao patrimônio cultural, uma vez que se encontra presente na área dos futuros empreendimentos a Estrada de Ferro Madeira-Mamoré, destacada no art. 264 da Constituição Estadual de Rondônia, que faz referência ao tombamento de sítios arqueológicos, incluindo a referida estrada de ferro;
 - 2ª aproximação do Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia – ZSEE, instituído por meio da Lei Complementar nº 233, de 06 de junho de 2000, na qual são estabelecidas 03 zonas de ordenamento territorial e direcionamento de políticas públicas do Estado, zonas estas definidas em função do grau de ocupação, vulnerabilidade ambiental e aptidão de uso, bem como pelas Unidades de Conservação e 09 subzonas caracterizadas segundo o grau de ocupação, a vulnerabilidade ambiental e aptidão de uso, definidas dentro de suas respectivas zonas.
- Item 3: é uma breve apresentação da Legislação Estadual do Amazonas, fazendo referência ao capítulo XI da Constituição Estadual do Estado do Amazonas, bem como de outros diplomas legais considerados mais importantes nesta etapa.
- Item 4: foi estruturado de modo a apresentar sinteticamente a revisão da Legislação Ambiental do Município de Porto Velho, no qual serão implantados os empreendimentos. Destaca-se, nesse subitem, a Lei Orgânica do Município de Porto Velho, de março de 1990.

1. LEGISLAÇÃO FEDERAL

1.1 Alguns Elementos sobre o Desenvolvimento da Legislação Ambiental

O controle das atividades que impactam o meio ambiente deve ser contínuo e exercido tanto pelo Poder Público quanto pelo empreendedor. Para isso, foram estabelecidos instrumentos legais nas esferas federal, estadual e municipal.

A Constituição Federal é a lei fundamental e, em ordem decrescente, surgem as leis ordinárias, os decretos, as deliberações, as resoluções, as portarias, etc. A Constituição Federal de 1988 foi responsável por deixar a questão ambiental bem definida quando estabeleceu competências, direitos e obrigações relativas à proteção ambiental. Em seu art.

225, inciso IV, a Constituição torna obrigatória a elaboração do estudo prévio de impacto ambiental e sua publicidade para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente.

O ordenamento jurídico brasileiro à proteção ambiental está presente no Código Civil (Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002); no Código das Águas (1934); no Estatuto Protetor dos Bens e Instituidor do Tombamento (Decreto-Lei nº 25/1937); no Código de Mineração (1937) e no Código Penal Brasileiro (1940).

Em 1934, por meio do Decreto nº 24.645, foram estabelecidas as regras claras sobre a proteção dos animais e as normas de proteção à fauna brasileira. Tais regras se complementaram por meio do Código de Caça – Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1965.

Com a edição do Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, surgiu a política de proteção da flora e o estabelecimento de áreas especialmente protegidas. Posteriormente, surgiu a primeira legislação ambiental sistematizada – Código Florestal – Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

A Lei Federal nº 3.824, de 23 de novembro de 1960, torna obrigatória a destoca, limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas ou lagos artificiais, reservando, entretanto, áreas com vegetação que, a critério técnico, sejam consideradas necessárias à proteção da ictiofauna e das reservas indispensáveis à garantia da piscicultura.

A Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, estabeleceu, de forma coerente, uma política florestal para o País, levando-se em conta o fator da utilização sustentada das florestas e a proteção de sua biodiversidade.

Em 1967, foi criado o Conselho Nacional de Controle de Poluição Ambiental – Decreto-Lei nº 303, de 28 de fevereiro de 1967. Esse decreto foi o responsável pelo primeiro texto legal na legislação ambiental a definir poluição como “qualquer alteração das propriedades físicas ou biológicas do meio ambiente (solo, água e ar) causada por qualquer substância sólida, líquida ou gasosa ou qualquer estado da matéria que, direta ou indiretamente, seja nociva ou ofensiva à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações”. (art. 1º).

Nos anos 70, surgiram importantes marcos legais que contribuíram para a articulação de uma política ambiental mais precisa, com destaque para o Estatuto do Índio – Lei 6.001, de 1973.

A década de 80 foi marcada pela estruturação do aparelho administrativo do Estado brasileiro na área ambiental, especialmente pela criação da Política Nacional do Meio Ambiente, por meio da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90. Com o processo de democratização política, os instrumentos de participação pública foram fortalecidos com a Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985, que disciplinou a Ação Civil Pública de Responsabilidade por Danos Causados ao Meio Ambiente.

Foi na década de 80 que o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) fez publicar importante conjunto de resoluções disciplinando vários pontos abordados na Política Nacional do Meio Ambiente. Destacam-se as Resoluções CONAMA 001/86, que estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o RIMA; 006/86, que institui e aprova modelos para

publicação de pedidos de licenciamento; 020/86, que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional (recém-substituída pela Resolução CONAMA 357/2005); 006/87, sobre licenciamento ambiental de obras de grande porte especialmente do setor de geração de energia elétrica; 009/87, que regulamenta a questão de audiências públicas; e a 010/87, que instituiu a compensação ambiental para ressarcir os danos causados por obras de grande porte (posteriormente substituída pela Resolução CONAMA 002/96).

No final dos anos 80, o meio ambiente passa a ser matéria constitucional, com a inclusão do Capítulo VI – do Meio Ambiente na Constituição Federal de 1988.

O Decreto Federal nº 95.733, de 12/02/88, estabelece que o planejamento de projetos e obras de médio e grande portes executados total ou parcialmente com recursos federais deverão considerar os efeitos de caráter ambiental, cultural e social que esses empreendimentos possam causar ao meio ambiente, identificando-os e incluindo, no mínimo, 1% no orçamento, com destinação à preservação ou à correção desses efeitos.

Em 1989, é instituído, para os estados, Distrito Federal e municípios, a compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, por meio da Lei nº 7.990, de 28/12/89. O cálculo, distribuição e aplicação da compensação financeira do aproveitamento de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica é de 6,75% sobre o valor da energia produzida, a ser custeado pelos concessionários de serviço de energia elétrica para pagamento aos estados, Distrito Federal, municípios e aos Ministérios do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia e Minas e Energia.

Já nos anos 90, as medidas voltadas à regulamentação do Estado prosseguem, e o CONAMA publica a Resolução 013/90, que regulamenta a questão de atividades em áreas circundantes às Unidades de Conservação, bem como a Resolução CONAMA 237/97, que revê os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.

Nos últimos anos, foram promulgados importantes dispositivos de regulamentação na área ambiental, dos quais se destacam:

- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 – institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
- Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999 – regulamenta a Lei nº 9.605 sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;
- Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 – dispõe sobre a educação ambiental, instituindo a Política Nacional de Educação Ambiental;

- Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 – define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei 1.990, de 28/12/89;
- Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 – cria a Agência Nacional das Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e da Coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 – institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, e dá outras providências, inclusive aplicáveis à implantação de Usinas Hidrelétricas;
- Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002 – regulamenta a Lei nº 9.985/2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza;
- Lei nº 3.739, de 31 de janeiro de 2001 – dispõe sobre o cálculo da tarifa atualizada de referência para compensação financeira pela utilização de recursos hídricos, de que trata a Lei Nº 7.990, de 28/12/89, e da contribuição de reservatórios de montante para geração de energia elétrica, de que trata a Lei nº 8.001, de 13/03/90;
- Decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004 – define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade;
- Portaria nº 126, de 27 de maio de 2004 – nesse documento ficam reconhecidas as áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade as áreas discriminadas no “Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira”, publicado pelo Ministério do Meio Ambiente em novembro de 2003 e reeditado em maio de 2004, disponibilizados no *sítio* do Ministério do Meio Ambiente e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

O mais recente dispositivo legal trata-se da Instrução Normativa de nº 65, de 13 de abril de 2005, por meio da qual o IBAMA estabelece os procedimentos para o licenciamento de Usinas Hidrelétricas e Pequenas Centrais Hidrelétricas, consideradas de significativo impacto ambiental, e cria o Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental – SISLIC, Módulo UHE/PCH.

Por meio dessa Instrução Normativa, os procedimentos para o licenciamento acima especificado deverão ser realizados no *site* do IBAMA/Licenciamento na Rede Mundial de Computadores, com a utilização do SISLIC/Módulo UHE/PCH como ferramenta operacional e devem obedecer às etapas mencionadas a seguir:

- Instauração do processo;
- Licenciamento prévio;
- Licenciamento de instalação;
- Licenciamento de operação.

1.2 Outras Leis Federais Aplicáveis ao Licenciamento Ambiental

Lei Federal nº 5.197 de 03 de janeiro de 1967 — proíbe a utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha de animais de qualquer espécie, em qualquer fase de seu desenvolvimento e que vivam em ambiente natural, bem como os seus ninhos, abrigos e criadouros naturais, constituindo a fauna silvestre, considerada propriedade do Estado.

Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996 — instituição da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, disciplinando o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica.

1.3 Portarias e Instruções Normativas Relativas à Fauna e Flora

Portaria IBAMA nº 122-P de 19 de março de 1985 — que preconiza a necessidade de solicitação de autorização ao IBAMA para coleta, transporte, comercialização e industrialização de plantas ornamentais, medicinais, aromáticas e tóxicas, oriundas de floresta nativa.

Portaria nº 37-N de 03 de abril de 1992 — que reconhece como lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção a relação apresentada em anexo à Portaria.

Instrução Normativa MMA nº 3, de 04 de março de 2002 — que dispõe sobre procedimentos para obtenção de autorização de supressão de vegetação na Amazônia Legal.

Instrução Normativa MAU nº 03, de 27 de maio de 2003 — que publica a lista oficial de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção.

1.4 Política Nacional do Meio Ambiente

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas Leis nº 7.804, de 18 de julho de 1989, e a nº 8.028, de 12 de julho de 1990, vieram dispor sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

Sua regulamentação encontra-se estabelecida pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, responsável também pela regulamentação da Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõe sobre a criação de Estação Ecológica e Área de Proteção Ambiental.

A estrutura básica da política do meio ambiente brasileira fundamenta-se em quatro princípios básicos, a saber:

- Definição da Política Nacional do Meio Ambiente por meio dos artigos 2º e 3º

art. 2º - é responsável pelo estabelecimento de 10 princípios que devem ser atendidos com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida, que são: manutenção do equilíbrio ecológico tendo em vista o uso coletivo, uma vez que o meio ambiente é considerado como um patrimônio público; racionalização do uso dos recursos naturais (água, ar e solo); “planejamento e fiscalização do uso dos recursos naturais”; proteção dos ecossistemas representativos; controle e zoneamento das

atividades consideradas potencial ou efetivamente poluidoras; incentivos ao estudo e à pesquisa; “acompanhamento do estado da qualidade ambiental”; “recuperação de áreas degradadas”; proteção de áreas com risco de degradação; educação ambiental a todos os níveis de ensino.

art. 3º - é responsável pela definição dos seguintes termos: meio ambiente; degradação da qualidade ambiental; poluição; poluidor e recursos ambientais.

- Objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente por meio dos artigos 4º e 5º

art. 4º - visa compatibilizar o desenvolvimento com a preservação e o equilíbrio ecológico do meio ambiente; definir as áreas prioritárias de ação governamental relativas à qualidade e o equilíbrio ecológico; estabelecer critérios e padrões de qualidade ambiental, bem como do uso e manejo dos recursos naturais; difundir tecnologias de manejo, divulgar dados e informações ambientais e formar consciência pública para a preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico; preservar e restaurar os recursos ambientais com o objetivo de sua utilização racional, bem como a manutenção do equilíbrio ecológico; impor ao poluidor e ao predador a obrigação de recuperar e indenizar por danos causados ao meio ambiente.

art. 5º - estabelece as diretrizes da Política Nacional por meio de normas e planos que têm como objetivo orientar as ações dos Governos da União, Distrito Federal, Estados e Municípios ao que se relaciona com a preservação do meio ambiente.

- Sistema Nacional do Meio Ambiente por meio do art. 6º, que institui os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, assim como as Fundações, que serão os responsáveis por proteger e melhorar a qualidade ambiental, constituindo o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.
- Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente por meio do artigo 9º que institui como instrumentos: estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; zoneamento ambiental; avaliação de impactos ambientais; licenciamento e revisão das atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras; incentivo à tecnologia com o objetivo de melhorar a qualidade ambiental; criação de espaços territoriais protegidos pelo Poder Público nas esferas Federal, Estadual e Municipal; sistema nacional de informações ambientais; Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental e de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais; penalidades disciplinares ou compensatórias pelo não-cumprimento das medidas necessárias a preservar ou corrigir a degradação ambiental; instituição de Relatório de Qualidade do Meio Ambiente que será divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA; garantia de prestação de informações sobre o meio ambiente e quando, por ventura, estas não existirem, o Poder Público deve produzi-las.

1.5 Resoluções CONAMA

As Resoluções CONAMA que disciplinam os Estudos de Impacto Ambiental são as seguintes:

- Resolução CONAMA 01/86 – estabelece os critérios básicos e as diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.
- Resolução CONAMA 06/86 – aprovação de modelos de publicação de pedidos de licenciamento em quaisquer modalidades, bem como renovação e respectiva concessão, conforme instruções para a publicação.
- Resolução CONAMA 06/87 – licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica.
- Resolução CONAMA 09/87 – dispõe sobre as Audiências Públicas.
- Resolução CONAMA 237/97 - regulamentação dos aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.
- Resolução CONAMA 302/02 – dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

1.6 Unidades de Conservação e a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000

As Unidades de Conservação (UCs), um tipo especial de área protegida, são espaços territoriais com a inclusão dos recursos ambientais e das águas jurisdicionais que apresentam características naturais relevantes, com o objetivo de proteção a um determinado ecossistemas. Unidades de Conservação são legalmente instituídas pelo Poder Público, após a realização de estudos técnicos e de consulta prévia de forma a identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a Unidade, com objetivos de conservar e de propor limites definidos, sob regime especial de administração, às quais se aplicam garantias adequadas de proteção.

A Lei nº 9.985, de 18/07/2000, regulamentada pelo Decreto Federal nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, em seu art.7º, distingue as Unidades de Conservação em dois grupos:

- Unidades de Proteção Integral: objetivo básico de preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, ou seja, somente podem ser realizadas na área atividades educacionais, científicas e recreativas. Dessa forma, estas Unidades estão totalmente vedadas à exploração dos recursos naturais, admitindo-se apenas o aproveitamento indireto dos seus benefícios. Estão incluídas neste tipo de Unidade de Conservação as seguintes categorias: Estação Ecológica (EE); Reserva Ecológica (RE); Reserva Biológica (RB); Parque Nacional (PN ou PARNA); Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre (RVS).
- Unidades de Uso Sustentável: o objetivo é a compatibilização da conservação da natureza com o Uso Sustentável de parcela dos seus recursos naturais, estabelecendo modelos de desenvolvimento. Este grupo é composto pelas seguintes categorias de Unidades de conservação: Área de Proteção Ambiental (APA); Área de Relevante Interesse Ecológico

(ARIE); Floresta Nacional (FLONA); Reserva Extrativista (RESEX); Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

De acordo com o art. 36, nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental, fundamentado em EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de Unidade de Conservação do Grupo de Proteção Integral. O montante do recurso a ser destinado pelo empreendedor para essa finalidade não pode ser inferior a 0,5% dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo que o percentual é fixado pelo órgão ambiental, com base no grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento. Destaca-se que essa compensação ambiental já havia sido determinada desde março de 1988, quando foi publicada a Resolução CONAMA 010/87, posteriormente revogada pela Resolução, também do CONAMA 002/96.

No § 2º do artigo 36 acima referido, fica definido que o órgão ambiental licenciador é o responsável pela definição das Unidades de Conservação a serem beneficiadas, levando em conta as propostas apresentadas no EIA/RIMA, bem como ouvido o empreendedor, podendo, inclusive, ser contemplada a criação de novas Unidades de Conservação.

No caso de o empreendimento afetar Unidade de Conservação específica ou sua Zona de Amortecimento (§3º do art. 36), o licenciamento só poderá ocorrer mediante autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação, e a Unidade afetada, mesmo não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida no art. 36. Essa orientação, inclusive, já era prevista na Resolução CONAMA 013/90 que, em função da necessidade do estabelecimento de normas referentes ao entorno das Unidades de Conservação, resolve que, nas áreas circundantes das Unidades (em um raio de 10 km), qualquer atividade que possa afetar a biota está sujeita ao licenciamento pelo órgão ambiental competente, mediante autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação.

Cabe destacar, ainda, que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) publicou, em 31 de agosto de 2004, a Instrução Normativa nº 47, que estabelece procedimentos para a gestão da compensação ambiental no âmbito daquele Instituto.

1.7 Terras Indígenas

O Capítulo VIII da Constituição Brasileira de 1988 dispõe sobre os índios e suas terras, reconhecendo aos índios sua organização social, língua, costumes, crenças e tradições, bem como os direitos originários sobre as terras que ocupam, competindo à União a demarcação, proteção das Terras Indígenas e o respeito por todos os bens das comunidades indígenas.

O Estatuto do Índio é o responsável pelo disciplinamento das terras indígenas e dos direitos das comunidades, aprovado pela Lei nº 6.001/73.

1.8 Áreas de Preservação Permanente

Este tema é regulamentado pelo Código Florestal, responsável pela definição de Área de Preservação Permanente, bem como por determinar quais os locais são considerados como tal, a fim de conservar a cobertura vegetal de porte arbóreo, ou não, já existente.

A Medida Provisória nº 2.166-67², de 24/08/01, ao alterar o art. 1º do Código Florestal, definiu Área de Preservação Permanente como “área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º desta lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Lei Federal nº 4.771, 1965).

A lei acima citada considerou, em seu art. 2º, como Áreas de Preservação Permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água, ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d’água naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d’água”, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio de 50 metros de largura; no topo dos morros, montes, montanhas e serras; nas encostas ou parte destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% na linha de maior declive; nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais; em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação.

O objetivo do disposto no referido artigo de conservar a cobertura vegetal de porte arbóreo ou não, já existente. Caso não exista essa cobertura vegetal, conforme dispõe o art.18, do referido Código, “nas terras de propriedade privada, onde seja necessário o florestamento ou o reflorestamento de preservação permanente, o **Poder Público Federal** poderá fazê-lo sem desapropriá-las, **se não o fizer o proprietário**” (grifo nosso). Assim, é clara a obrigação dos proprietários de terras situadas em Áreas de Preservação Permanente, e na inobservância destes, do Poder Público, em arborizar ou reflorestar as Áreas de Preservação Permanente abrangidas no art. 2º do Código Florestal.

O art. 3º do Código Florestal considera, ainda, “preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas: a atenuar a erosão das terras; a fixar as dunas; a formar as faixas de proteção ao longo das rodovias e ferrovias; a auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares; a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico; a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçadas de extinção; a assegurar condições de bem-estar público”.

A supressão parcial ou total de florestas de preservação permanente só pode ocorrer com a prévia autorização do Poder Executivo Federal (IBAMA), desde que o objetivo da supressão

² De acordo com o art. 2º da Emenda Constitucional nº 32/01, “as medidas provisórias editadas em data anterior à publicação desta emenda continuam em vigor até que medida provisória ulterior as revogue explicitamente ou até deliberação definitiva do Congresso Nacional”. A MP 2.166-67 encontra-se na hipótese prevista nessa EC, sendo que até 01/11/01 não foi revogada por outra MP, estando em pleno processo legislativo no Congresso Nacional.

seja para a execução de obras, planos, atividades ou projetos considerados de utilidade pública ou de interesse social, que de acordo com o Código são:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia;
- c) demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.

Observa-se que a Medida Provisória 2.166-67/01 foi a responsável pela introdução da alteração ao Código Florestal concernente ao que venha a ser utilidade pública.

Ainda, de acordo com essa MP, há que levar em conta que, quando existir a implantação de reservatório artificial, o empreendedor é obrigado a desapropriar ou adquirir as Áreas de Preservação Permanente criadas no entorno deste reservatório, cujos parâmetros e regimes de uso serão definidos por Resolução do CONAMA.

A Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, surgiu mediante algumas considerações que se fizeram necessárias ao tema, destacando a necessidade de regulamentação do art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. O artigo 4º dessa Resolução preconiza que o “CONAMA estabelecerá, em Resolução específica, parâmetros das Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso de seu entorno”.

Esses parâmetros foram estabelecidos na Resolução CONAMA 302/2002, que também instituiu a obrigatoriedade de Elaboração do “Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório artificial”.

1.9 Proteção ao Patrimônio Cultural

Constituem Patrimônio Cultural Brasileiro “bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos da sociedade brasileira, nos quais se incluem: a) as formas de expressão; b) os modos de criar, fazer e viver; c) as criações científicas, artísticas e tecnológicas; d) as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais; e) os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico” (art. 216, Constituição Federal de 1988).

Ficam sob a responsabilidade do Poder Público, contando com a colaboração da comunidade, a promoção e a proteção do patrimônio cultural brasileiro. Para tal fim, o Poder Público utilizará inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, bem como outras formas de acautelamento e preservação.

Os incentivos para a produção e o conhecimento de bens e valores culturais serão estabelecidos por lei, assim como os danos e ameaças ao patrimônio cultural serão punidos, na forma da lei.

De acordo com o § 5º, todos os documentos e os sítios detentores de reminiscências históricas dos antigos quilombos ficam tombados.

A Constituição classifica as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos como bens da União (art. 20, Constituição Federal de 1988).

A proteção dos documentos, obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos é de competência comum União, Estados, Distrito Federal e Municípios, conforme o art. 23, inciso III, da CF de 1988.

A competência em legislar sobre a proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagístico é conferido à União, aos Estados e ao Distrito Federal (art. 24 da CF de 1988).

Aos municípios foi atribuída a promoção da proteção de patrimônio histórico-cultural local, observada a legislação e a ação fiscalizadora federal e estadual (art. 30, IX).

O Decreto-lei nº 25, de 30/11/37 disciplina sobre os bens tombados, públicos ou privados. Os bens móveis e imóveis existentes no País e cuja conservação seja de interesse público, por vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, ou por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico somente são considerados como parte integrante do patrimônio histórico artístico nacional, depois de tombados.

A Lei Federal nº 3.924, de 26/07/61, classifica os monumentos arqueológicos ou pré-históricos (art. 2º), e o art. 3º fala da proibição do aproveitamento econômico em todo o território nacional, a destruição ou a mutilação de qualquer jazida arqueológica ou pré-histórica, bem como os sítios, inscrições e objetos enumerados nas alíneas *b*, *c* e *d*.

Escavações para fins arqueológicos, em terras de domínio público ou particular, só podem ser realizadas mediante permissão do Governo da União, por meio do Instituto do Patrimônio Histórico e artístico Nacional – IPHAN (art. 8º Lei Federal nº 3.924/61).

As permissões e as autorizações para pesquisa e escavações arqueológicas em sítios arqueológicos e pré-históricos previstas na Lei nº 3.924/61 são precedidas de comunicação prévia. Os procedimentos necessários à essa comunicação são estabelecidos pela Portaria nº 07, de 01/12/88, da Secretaria do Patrimônio Histórico e artístico Nacional.

Visando compatibilizar as fases de obtenção de licenças ambientais com os empreendimentos potencialmente capazes de afetar o patrimônio arqueológico, o IPHAN estabeleceu, por meio da Portaria nº 230, de 17 de dezembro de 2002, procedimentos para obtenção das licenças ambientais referentes à apreciação e acompanhamento das pesquisas arqueológicas no País.

Já em 31 de janeiro de 2003, o IPHAN também determinou, por meio da Portaria nº 28, a obrigatoriedade de execução de projetos de levantamento, prospecção, resgate e salvamento arqueológico na faixa de depleção de reservatórios de Usinas Hidrelétricas em operação, quando do ato de renovação da correspondente licença ambiental de operação.

1.10 Proteção do Patrimônio Espeleológico

Levando-se em conta que as cavidades subterrâneas existentes no território nacional são consideradas bens da União, conforme o art. 20, inciso X, da Constituição Federal, e que essas cavidades compõem o Patrimônio Espeleológico Nacional, o CONAMA instituiu a Resolução CONAMA 005/87, que criou o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico e que, posteriormente, foi revogada pela Resolução CONAMA 347/2004. Essa nova Resolução instituiu o “Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE” e estabeleceu, para fins de proteção ambiental das cavidades naturais subterrâneas, os procedimentos de uso e exploração do patrimônio espeleológico nacional.

A Resolução CONAMA 347/2004 preconiza, ainda, que dependerão de prévio licenciamento, pelo órgão ambiental competente, atividades e/ou empreendimentos considerados efetivos ou potencialmente poluidores ou degradadores do patrimônio espeleológico ou de sua área de influência, bem como que, nesse caso, a compensação ambiental do empreendimento deve considerar a realização de estudos e pesquisas desenvolvidas, preferencialmente na região do empreendimento, que permitam identificar áreas para a implantação de Unidades de Conservação de interesse espeleológico.

1.11 Poluição da Água

A proteção legislativa da qualidade da água remonta a 1934, quando a legislação estabeleceu o art. 68 do Decreto Federal nº 24.643, de 10/07/34 (Código de Águas), que submete à inspeção e autorização administrativas as águas comuns e as particulares no que diz respeito aos interesses da saúde e da segurança, bem como as águas comuns, no interesse dos direitos de terceiros ou na qualidade, curso ou altura das águas públicas.

Pelo Código Nacional de Saúde (Decreto 49.974-A, de 21/01/61), regulamentou-se a Lei 2.312, de 03/09/54, cujos arts. 37, 38 e 39 introduziram disposições de proteção dos recursos hídricos.

O Decreto 50.877, de 29/06/61, também dispôs que os resíduos líquidos, sólidos ou gasosos, domiciliares ou industriais somente poderiam ser lançados às águas *in natura*, ou depois de tratados, quando essa operação não implicasse poluição das águas receptoras (art.1º).

A Lei 4.089, de 13/07/62 e seu regulamento aprovado pelo Decreto 1.487, de 07/11/62, atribuíram ao Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS competência para controlar a poluição das águas no âmbito federal. A Lei 4.132/62, em seu art. 2º, inciso VII, considera de interesse social para efeito de desapropriação a “preservação de cursos e mananciais de água”.

O Código Florestal (Lei 4.771/65) prevê a proteção das águas pela proteção das florestas e demais formas de vegetação permanente (art. 2º).

Pela Lei Federal nº 9.433, de 08/03/93, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, ficou estabelecido que o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais

exigentes a que forem destinadas, bem como a diminuição dos custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (esta Resolução revogou a Resolução CONAMA nº 020/86).

1.12 Desapropriação de Terras

O Código Civil Brasileiro (Lei nº 3.071/16) já trata dessa matéria.

Também merecem destaque o Decreto Lei nº 3.365/41, que dispõe sobre a desapropriação por utilidade pública, e as Leis nºs 4.132/62 e 5.504/64 que versam, respectivamente, sobre a desapropriação por interesse social e sobre o Estatuto da Terra.

1.13 Plano Diretor

A Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais da política urbana. Em seu artigo 41, a Lei determina a obrigatoriedade de execução do plano diretor para cidades “inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional”. O parágrafo 1º desse artigo, por sua vez, torna claro que, para as cidades que se enquadrem nessa situação, “os recursos técnicos e financeiros para a elaboração do plano diretor estarão inseridos entre as medidas de compensação adotadas” para o empreendimento.

Além da questão associada ao Plano Diretor Municipal, ressalta-se a obrigatoriedade de elaboração do “Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório artificial”, instituído pela Resolução CONAMA 302/2002. Esse Plano deve apresentar um conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos naquela resolução e em outras normas aplicáveis.

O “Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório artificial” poderá indicar áreas para implantação de pólos turísticos e lazer no entorno do reservatório artificial, sem exceder, entretanto, a 10% da área total de seu entorno.

1.14 Resíduos da Construção Civil

Em 5 de julho de 2002, o CONAMA estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, por meio da Resolução nº 307/2002.

Essa Resolução prevê a elaboração, pelos municípios e pelo Distrito Federal, de um “Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil” e, pelos geradores (pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos na Resolução), de um “Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil”, cujo objeto é o de estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

Destaca-se que o “Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil” de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental deverá ser analisado no âmbito do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

Por fim, o artigo 12 da Resolução CONAMA 307/2002 estabelece o prazo máximo de 24 meses, ou seja, 02/01/2005, para que os geradores incluam os “Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil” nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos ambientais competentes.

2. LEGISLAÇÃO ESTADUAL DE RONDÔNIA

2.1 Constituição do Estado de Rondônia

A Constituição do Estado de Rondônia, em seu art. 206, define que as formas de expressão; os modos de criar, fazer e viver; as criações científicas, tecnológicas e artísticas; as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados a manifestações artístico-culturais; os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico, constituem patrimônio cultural do povo de Rondônia. Os dois últimos são considerados integrantes do patrimônio público e por, isso, a administração pública deve incentivar a colaboração da comunidade no sentido de protegê-los e preservá-los.

Qualquer dano ou ameaça ao patrimônio cultural é passível de punição na forma da lei.

A Seção V do Capítulo II, do Título VI da Constituição Estadual de Rondônia refere-se ao Meio Ambiente e, em seu art. 218, deixa claro que são de responsabilidade do Poder Público e da comunidade a preservação do meio ambiente, a proteção dos recursos naturais, de forma a evitar o seu esgotamento e a manutenção do equilíbrio ecológico.

Cabe, também, ao Poder Público, por meio de organismos próprios e com a colaboração da comunidade, assegurar, em âmbito Estadual, a diversidade das espécies e dos ecossistemas, a fim de preservar o patrimônio genético do Estado; o planejamento e implantação de Unidades de Conservação e preservação da natureza (âmbitos estadual e municipal); o ordenamento do espaço territorial, visando à conservação ou restauração de áreas biologicamente desequilibradas; prevenção, controle e combate à poluição, à erosão e aos processos de desmatamento, com a aplicação ao infrator da legislação pertinente; disciplinar o aproveitamento dos recursos naturais em benefício de todos, baseado nos princípios ecológicos; exigência de elaboração de estudos de impacto de forma a definir prioridades e alternativas na execução de projetos que possam causar danos ao meio ambiente; proteção aos monumentos naturais, aos sítios paleontológicos e arqueológicos, aos monumentos e sítios históricos, bem como aos seus elementos; promoção da educação ambiental em toda a rede estadual; controle da produção, comercialização, emprego de técnicas e métodos de utilização de substâncias que afetem a saúde pública, bem como o meio ambiente.

As ações de planejamento, direção e execução do policiamento florestal ficam sob a responsabilidade da Polícia Florestal, subordinada à Polícia Militar do Estado.

Com relação ao desenvolvimento econômico e social, há que efetuar o conciliamento deste com a proteção ao meio ambiente, com o objetivo de preservá-lo de alterações físicas, químicas ou biológicas que, direta ou indiretamente, sejam nocivas à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações, bem como possam ocasionar danos à fauna, à flora, ao solo e às paisagens (art. 220).

A fim de assegurar a efetividade do disposto no artigo 220, ficam incumbidos o estado e os municípios (respeitando a esfera de suas respectivas competências): a aprovação para fins de legislação urbanística, a transformação de zona rural em zona urbana, mediante prévio estudo de impacto ambiental; o registro, acompanhamento e fiscalização de concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais; a definição dos espaços territoriais a serem legalmente protegidos, de acordo com os objetivos conservacionistas do zoneamento socioeconômico e ecológico do estado; proteção dos loteamentos em áreas de expansão urbana, bem como dos espaços de importância ecológica, social, paisagística, cultural e científica; promoção da classificação dos cursos d'água; prevenção e coibição de práticas que submetam os animais à crueldade; discriminação de áreas destinadas às atividades produtivas, em especial, às indústrias (art. 221).

Fica estabelecida a obrigação por parte de quem explorar recursos minerais, de recuperar o meio ambiente degradado, na forma da lei (art. 222).

Com relação às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, a Constituição Estadual de Rondônia determina ao infrator, seja ele pessoa jurídica ou física, de direito público ou privado, sanções administrativas sem prejuízo das obrigações de reparação do dano e das cominações penais cabíveis (art. 223).

As terras devolutas e aquelas que vier a serem arrecadadas pelo estado, para atividades de recreação pública, bem como para a instituição de parques e demais Unidades de Conservação, com o objetivo de proteção dos ecossistemas naturais, tornam-se indisponíveis (art. 224).

Fica sob a responsabilidade do Poder Público a criação de mecanismo de fomento ao reflorestamento, objetivando suprir a demanda de produtos lenhosos, bem como minimizar o impacto da exploração dos adensamentos vegetais nativos (art. 225).

Dessa forma, o estado manterá o inventário, bem como o mapeamento das coberturas vegetais nativas, com vistas à dotação de medidas especiais de proteção (§ 1º, art. 225).

Para fins de licenciamento das atividades que utilizam produtos florestais, como combustíveis ou matéria prima, faz-se necessária a comprovação de que possuem disponibilidade dos insumos capazes de assegurar, técnica e legalmente, o respectivo suprimento (§ 2º, art. 225).

As atividades industriais realizadas junto às bacias hidrográficas do estado serão controladas rigorosamente pelo Poder Público, podendo este, entre outras sanções, aplicar penas de advertência e multa, suspender atividades, bem como proibir instalação ou ampliação de estabelecimento, tais como: "indústria produtora de cloro-soda; indústria ou depósito de defensivos agrícolas organo-clorado; indústrias cujos efluentes finais contenham substâncias não degradáveis e de alto grau de toxicidade; indústria que lance substâncias cancerígenas em

seus efluentes finais; depósitos de resíduos perigosos ou que contenham substância não degradável, ou de alto grau de toxicidade” (art. 226).

Serão mantidas pelo estado instituições para estudo, planejamento e controle da utilização racional do meio ambiente, dos fenômenos da urbanização e da reciclagem dos recursos naturais e ambientais, de forma a preservar regiões ecológicas, turísticas, do patrimônio e da defesa da paisagem. As condutas e atividades lesivas ao ambiente das regiões de que trata esse artigo sujeitarão os infratores, sejam pessoas físicas ou jurídicas, a sanções administrativas, sanções penais; obrigatoriedade da reparação dos danos (art. 227).

As unidades federais de conservação Parque de Pacaás-Novos, Floresta do Bom Futuro, Floresta do Jamari, Estação Ecológica do Cuniã, Reserva Biológica do Guaporé, Reserva Biológica do Jaru e áreas e parques indígenas já delimitados ou a serem definidos são áreas de permanente interesse ecológico do estado (art. 228).

Será criado o Conselho Estadual de Política Ambiental pelo Poder Público. As atribuições, organização e forma de funcionamento serão definidas em lei (art. 229).

A faixa de 5 km ao longo da margem direita do rio Guaporé em todo o seu curso no Estado de Rondônia, de acordo com o art. 230, fica preservada e conservada em todas as características naturais nativas. Dessa forma, fica vedada, nessa faixa territorial, a exploração agropecuária e industrial.

O art. 231 proíbe o uso, o consumo e a venda de qualquer produto ou substância cujo consumo ou fabricação tenha sido proibido no país de origem. Essa proibição vale para produtos ou substância para utilização humana, agrícola, pecuária ou silvícola.

No Estado de Rondônia, de acordo com o art. 232 da Constituição Estadual, não poder ser depositado nenhum tipo de resíduo ou lixo atômico, ou similar.

Os bens indígenas, o reconhecimento dos direitos indígenas originários sobre terras que tradicionalmente ocupam, bem como o respeito à sua organização social, usos, costumes, línguas e tradições, serão protegidos pela União com a cooperação do estado (art. 233 – seção VI).

O art. 264 refere-se ao tombamento dos sítios arqueológicos, da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré com todo o seu acervo, o Real Forte do Príncipe da Beira, os postos telegráficos e demais acervos da Comissão Rondon, o local da antiga cidade de Santo Antônio do Alto Madeira, o Cemitério da Candelária, o Cemitério dos Inocentes, o Prédio da Cooperativa dos Seringalistas, o marco das coordenadas geográficas da cidade de Porto Velho, bem como de outros que venham a ser definidos por lei.

No parágrafo único do artigo acima, faz-se referência às terras pertencentes à antiga Estrada de Ferro Madeira-Mamoré e a outras consideradas de importância histórica, revertidas ao patrimônio do estado. Estas terras não serão discriminadas, sendo nulos de pleno direito os atos de qualquer natureza que tenham por objeto o seu domínio, sendo seu uso disciplinado em lei.

2.2 Lei nº 547, de 30 de dezembro de 1993

Esta lei dispõe sobre a criação do Sistema Estadual de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia – SEDAR e seus instrumentos. Esse Sistema é responsável pelo estabelecimento e regimento de medidas de proteção, recuperação, controle, fiscalização e melhoria da qualidade ambiental no Estado, bem como pela definição da Política Estadual de Desenvolvimento Ambiental e criação do Fundo Especial de Desenvolvimento Ambiental – FEDARO e o Fundo de Reposição Florestal – FEREF.

O SEDAR é composto pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – CONSEPA; o Fundo Especial de Proteção Ambiental – FEPRAM; o Fundo Especial de Reposição Florestal – FEREF e a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental – SEDAM.

Esta lei é que vem a definir os instrumentos da Política de Desenvolvimento Ambiental que são: os parâmetros fixados pelos órgãos ambientais a serem adotados, respeitando-se a realidade socioeconômica, cultural e ambiental do estado; o zoneamento socioeconômico-ecológico de Rondônia; o Estudo de Impacto Ambiental, o Relatório de Impacto Ambiental, o Plano de Controle Ambiental, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e o Relatório de Controle Ambiental; o licenciamento ambiental; o sensoriamento remoto e cartografia; os espaços territoriais especialmente protegidos com a inclusão das Unidades de Conservação; o controle, o monitoramento e a fiscalização das atividades causadoras ou que possam causar impactos ambientais; estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; cadastro técnico estadual de atividades e instrumentos de defesa ambiental; sanções disciplinares ou compensatórias pelo não-cumprimento de medidas necessárias à preservação ambiental e à correção da degradação ambiental; incentivos à produção e instalação de equipamentos e à criação ou absorção de tecnologia, com a finalidade da melhoria da qualidade ambiental; educação ambiental.

O Decreto nº 3.707, de 27 de abril de 1988, é que regulamenta a Lei nº 547, estabelecendo normas disciplinadoras de preservação e controle da poluição. Esse decreto foi revogado pelo Decreto nº 7.903 de 1º de julho de 1997.

2.3 Lei Complementar nº 255, de 25 de janeiro de 2002

Institui a Política e cria o Sistema de Gerenciamento e Fundo de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia.

De acordo com a Lei nº 255, recursos hídricos são considerados como sendo as águas superficiais ou subterrâneas, isoladas ou em conjunto, componentes de bacias hidrográficas ou hidrogeológicas, conhecidas ou por descobrir, integradas ou por integrar o ecossistema considerado.

O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cuja finalidade é o de coordenar a gestão integrada desses recursos e implementação da Política Estadual, compõe-se do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH/RO), dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) e das Agências de Bacia Hidrográfica (ABH).

O Decreto nº 10.114, de 20 de setembro de 2002, regulamenta a Lei nº 255.

2.4 Lei nº 1.145, de 12 de dezembro de 2002

Institui a política e cria o Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia. Esta lei trata dos seguintes assuntos: licenciamento ambiental e autorizações; taxaço ambiental; controle e gerenciamento dos resíduos sólidos, com a inclusão da coleta, acondicionamento, transporte e tratamento; educação ambiental.

A lei supracitada define resíduo sólido como sendo toda substância de origem orgânica e inorgânica, em estado sólido ou semi-sólido, bem como qualquer substância simples ou composta, potencialmente nociva ao meio ambiente e seres vivos, por sua capacidade de provocar efeitos de caráter tóxico, cumulativo ou não, resultante de atividades industriais, comerciais, lazer, agrícolas, serviços, limpeza pública e residenciais.

2.5 Lei nº 1.038, de 22 de janeiro de 2002

Estabelece as diretrizes de proteção à pesca e estímulos à aqüicultura do Estado de Rondônia, regulando as atividades de pesca e aqüicultura, visando à preservação da biota aquática do estado.

As diretrizes que norteiam a política estadual de ordenamento do setor pesqueiro tem a finalidade é aproveitar e proteger a fauna ictiológica, flora aquática, bem como preservar o equilíbrio ecológico.

Por meio de Resoluções do Conselho Estadual de Política Ambiental – CONSEPA e por meio de Portarias baixadas pelo órgão ambiental estadual competente, serão disciplinados os assuntos relacionados à permissão, proibição, restrição, fiscalização, utilização de aparelhos, métodos e técnicas utilizadas na exploração da atividade pesqueira.

O Decreto nº 10.227, de 12 de dezembro de 2002, regulamenta a Lei nº 1.038.

2.6 Lei Complementar nº 233, de 06 de junho de 2000

Esta lei instituiu o Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia – ZSEE, “constituindo-se no principal instrumento de planejamento da ocupação e controle de utilização dos recursos naturais do Estado”.

O objetivo do zoneamento é o de orientar a implementação de medidas e elevação do padrão socioeconômico das populações. Para alcançar tal objetivo, serão desenvolvidas ações que levem em conta as potencialidades, as restrições de uso e a proteção dos recursos naturais, de forma que ocorra pleno desenvolvimento das funções sociais e do bem-estar da comunidade, de forma Sustentável.

A implementação do Zoneamento segundo a Lei nº 233 é baseada em zonas e subzonas definidas para efeito de planejamento das ações a serem desenvolvidas pelos setores público e privado do Estado de Rondônia.

Portanto, foram estabelecidas três zonas de ordenamento territorial e direcionamento de políticas públicas do estado, definidas pelo grau de ocupação, vulnerabilidade ambiental e

aptidão de uso, bem como pelas Unidades de Conservação e nove subzonas caracterizadas pelo grau de ocupação, vulnerabilidade ambiental e aptidão de uso, definidas dentro de suas respectivas zonas.

No QUADRO A.IV. 1 apresenta-se um resumo das características de cada zona extraídas do Perfil Socioeconômico Industrial de Rondônia (2003).

QUADRO A.IV. 1 – Características das Zonas definidas no ZSEE

Zonas	Composição de áreas quanto ao uso	Abrangência (km ²)	% em relação à área total do estado	Diretriz geral
1	Áreas de uso agropecuário, agroflorestal e florestal	120.310,48	50,45	Estímulo ao desenvolvimento das atividades primárias em áreas já desmatadas com práticas adequadas e manejo no uso de recursos naturais, de forma a maximizar os custos de oportunidade representados pelo valor florestal.
2	Áreas de uso especial	34.834,42	14,60	Conservação dos recursos naturais passíveis de uso sob manejo Sustentável.
3	Áreas institucionais, constituídas por aquelas protegidas de uso restrito e controlado, previstas em lei e instituídas pela União, Estado e Municípios	83.367,90	34,95	

Com relação às subzonas, expõe-se a seguir, no QUADRO A.IV. 2, a apresentação resumida das características de cada uma.

QUADRO A.IV. 2 – Características das Subzonas

Sub-zonas	Composição das áreas	Abrangência (km²)	% em relação à área total do estado	Características da área
1.1	Áreas com grande potencial social	61.417,35	25,75	Dispõe de infra-estrutura suficiente para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, sobretudo estradas de acesso; concentração de maiores densidades populacionais do estado; detém os assentamentos mais importantes; aptidão agrícola predominantemente boa, com vulnerabilidade natural à erosão predominantemente baixa, com custos de preservação excessivamente elevados.
1.2	Áreas com médio potencial social	30.664,01	12,86	Predomínio da cobertura florestal natural, em processo acelerado de ocupação, com conversão da floresta; aptidão agrícola predominantemente regular e vulnerabilidade natural à erosão predominantemente baixa a média.
1.3	Áreas com predomínio da cobertura vegetal natural	14.823,81	6,22	Expressivo potencial florestal, em processo de ocupação agropecuário incipiente e reduzida conversão da cobertura vegetal natural; aptidão agrícola predominantemente restrita, com vulnerabilidade natural à erosão predominantemente média.
1.4	Apresentam infra-estrutura propícia à exploração das terras	13.405,31	5,62	Disponibilidade de infra-estrutura, entretanto as condições ambientais impõem restrições ao desenvolvimento das atividades de conversão da cobertura vegetal natural. Ecossistemas são de relevante interesse para a preservação dos recursos naturais, em especial os hídricos, devido ao expressivo potencial hidrelétrico de alguns rios.
2.1	Inexpressiva conversão de terras florestais	25.653,37	10,75	Possui potencialidades naturais, sobretudo florestal, em condições satisfatórias de exploração madeireira, apresentando o custo de oportunidade de preservação entre baixo e médio.
2.2	Áreas com ocupação inexpressiva	9.181,05	3,85	Baixo custo de oportunidade da preservação da floresta, facilitando a conservação das terras florestais em seu estado natural.
3.1	Áreas constituídas pelas UCs de Uso Direto	18.081,29	7,58	Utilização dos recursos ambientais obedecendo aos planos e diretrizes específicas das Unidades instituídas, tais como: FERS, FLONAS, RESEXS, e outras estabelecidas pelo SNUC.
3.2	Áreas constituídas pelas UCs de Uso Indireto	23.752,50	9,96	Utilização das áreas com limitação às finalidades das unidades instituídas, tais como: E.Ec., R.B., Patrimônio Espeleológico, RPPNs e outras categorias estabelecidas pelo SNUC.
3.3	Áreas constituídas pelas Terras Indígenas	41.534,11	17,41	Utilização dos seus recursos naturais, podendo o seu aproveitamento ser realizado somente mediante autorização ou concessão da União.

2.7 Decreto nº 4.709, de 19 de junho de 1990

Considerando a necessidade de controlar os níveis excessivos de desmatamento praticado em todo o estado e com vistas à preservação dos ecossistemas frágeis, à conservação do meio ambiente e a ordenação dos recursos naturais de forma a não inviabilizar o setor produtivo primário do Estado de Rondônia, este decreto dá nova redação ao Decreto nº 4.186, de 26 de maio de 1989, dispondo sobre o desmatamento no Estado.

2.8 Lei nº 88 de 1986, regulamentada pelo Decreto nº 3.447, de 1987

Dispõe sobre a criação do Sistema Estadual do Meio Ambiente de Rondônia, com a finalidade de estabelecer a Política Ambiental do Estado e promover a gestão adequada dos recursos naturais ambientais, considerando o meio ambiente como um patrimônio público. Instituiu, também, o Fundo Especial de Proteção Ambiental (FEPRAM/RO) com o objetivo de custear a execução da Política Estadual do Meio Ambiente, formulada e coordenada pelo CONSEMA/RO.

2.9 Decreto nº 5.073, de 24 de abril de 1991

Dispõe sobre a estrutura básica e estabelece as competências da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental – SEDAM e foi elaborado tendo em vista o disposto na Lei Complementar nº 42, de 19 de março de 1991.

A finalidade da SEDAM é a de formular, coordenar, avaliar, executar e fazer executar a Política Estadual de Proteção ao Meio Ambiente e da Preservação e Conservação, uso racional, fiscalização, controle e fomento dos recursos naturais, bem como o de compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com as diretrizes do Plano Geral de Proteção ao Meio Ambiente.

2.10 Decreto nº 6.984, de 14 de julho de 1995

Substitui o Decreto nº 5.073 de 1991. Foi instituído tendo em vista o disposto na Lei Complementar nº 133 de 22 de junho de 1995.

A competência da SEDAM consiste na formulação e execução das políticas voltadas para o desenvolvimento rural e urbano, bem como a fiscalização e normatização das atividades relacionadas com a qualidade de vida, do ambiente e dos recursos naturais.

2.11 Decreto nº 5.883, de 31 de março de 1993

Regulamenta a Lei Complementar nº 62, de 21 de julho de 1992, que “dispõe sobre o fundo de apoio à recuperação de áreas degradadas e encapoeiradas no Estado de Rondônia – FUNDERCAP”.

Este Fundo foi extinto por meio da Lei Complementar nº 224, de 4 de janeiro de 2000.

2.12 Decreto nº 6.316, de 2 de março de 1994

Regulamenta a Lei Complementar nº 52, de 20 de dezembro de 1991, responsável pela 1ª aproximação do zoneamento do Estado de Rondônia.

O Zoneamento Socioeconômico-Ecológico foi criado através do art. 1º da Lei Complementar nº 52, sendo considerado como instrumento básico de planejamento e orientação da política e diretrizes do Governo Estadual. O Zoneamento é considerado necessário ao desenvolvimento harmônico e integrado do estado, nas áreas social, econômica e ecológica.

A finalidade do zoneamento é a de disciplinar a ocupação espacial, em função de sua caracterização específica de vocação e uso da terra, rural e urbana sem acarretar prejuízo na preservação de ecossistemas frágeis e belezas cênicas naturais.

A primeira aproximação do zoneamento de Rondônia definiu seis zonas típicas naturais.

2.13 Lei nº 1.145, de 12 de dezembro de 2002

A partir desta lei, criou-se em Rondônia o Sistema de Resíduos Sólidos do Estado.

Em seu Capítulo I, esta lei é composta de definições relativas ao licenciamento ambiental; estabelece os procedimentos de licenciamento ambiental; estabelece a valoração do custo para obtenção da licença ou da autorização ambiental; instruções para o protocolo dos requerimentos de cópias de processos administrativos.

Em seu Capítulo II, ficam estabelecidos os critérios de controle de resíduos sólidos, sendo que a implantação, operação e manutenção dos sistemas de disposição final de resíduos sólidos ficam sujeitos à fiscalização da SEDAM.

O Capítulo III trata do gerenciamento de resíduos sólidos, estabelecendo os critérios de acondicionamento, coleta e transporte de resíduos sólidos, do lixo público, do lixo ordinário domiciliar, dos resíduos especiais de imóveis, dos resíduos de serviços de saúde; da coleta e do transporte dos resíduos sólidos ou pastosos; dos atos lesivos à limpeza pública; do tratamento e disposição final de resíduos sólidos; da fiscalização; dos procedimentos, das infrações e das penalidades e da educação ambiental.

O Capítulo IV estabelece a proibição do transporte e do depósito ou qualquer outra forma de disposição de resíduos cuja origem seja na utilização de energia não convencional e regulamentada e de resíduos tóxicos ou radioativos, quando provenientes de outros municípios, de qualquer parte do território nacional ou de outros países. Estabelece, também, os critérios dos empreendimentos de tratamento, transporte e disposição final de resíduos sólidos industriais, urbanos e de serviços de saúde; dos empreendimentos de processamento e gerenciamento de resíduos sólidos industriais, urbanos e hospitalares; dos sistemas de disposição no solo, aterros industriais e *Landfarming*; dos outros sistemas de disposição final de resíduos sólidos; das atividades de transporte de resíduos urbanos, industriais e de serviços de saúde; da autorização ambiental para empreendimentos de transporte, tratamento, armazenamento e disposição final de resíduos sólidos industriais, urbanos e de serviços de saúde; da autorização ambiental para tratamento e/ou destruição térmica – incineração ou co-processamento; da autorização ambiental para aterros, indústrias e/ou *Landfarming*.

2.14 Lei nº 195, de 28 de dezembro de 1987

“Dispõe sobre a prevenção e controle da poluição ambiental e estabelece normas disciplinadoras da espécie”.

2.15 Lei nº 89, de 7 de janeiro de 1986

Por meio desta lei, fica criado o Instituto Estadual de Florestas – IEF, entidade autárquica com sede e foro na cidade de Porto Velho, vinculado à Secretaria de Estado da Agricultura – SEAGRI, destinado à implantação de medidas necessárias à conservação, preservação e utilização socioeconômica dos recursos florestais, bem como responsável pela formulação e promoção da Política Florestal no Estado de Rondônia em consonância com a Política Florestal Nacional.

2.16 Lei Complementar nº 19, de 1987

Dispõe sobre a criação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMARO), cuja finalidade é a de executar, coordenar, fiscalizar e avaliar a implementação da Política Ambiental de Rondônia, bem como a de compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação, conservação e exploração dos recursos naturais renováveis. O IEF/RO passa a ser vinculado à SEMARO. A Secretaria Executiva do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA/RO) é extinta e a sua competência passa para a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMARO) e o Fundo Especial de Proteção Ambiental (FEPRAM/RO) passa a ser administrado pela SEMARO.

2.17 Decreto nº 3.377, de 1987

Responsável pela definição da estrutura organizacional e estabelecimento das competências da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Rondônia e dos órgãos e unidades que a compõem.

2.18 Decreto nº 3.363, de 1987

Dá nova redação ao Decreto nº 2.910/86, dispondo sobre a estrutura do Instituto Estadual de Florestas, remetendo à aprovação do CONSEMA/RO a questão da execução da Política Florestal pelo Instituto.

3. LEGISLAÇÃO ESTADUAL DO AMAZONAS

3.1 Capítulo XI - DO MEIO AMBIENTE da Constituição Estadual do Amazonas

O art. 229 trata do direito ao meio ambiente equilibrado a todos, sendo este essencial à sadia qualidade de vida. Fica imposto ao Poder Público e à coletividade o dever de defesa e preservação deste meio ambiente.

Dessa forma, o desenvolvimento econômico e social deverá ser compatível com a proteção ao meio ambiente, a fim de que este seja preservado de alterações que, direta ou indiretamente,

sejam prejudiciais à saúde, à segurança e ao bem-estar da comunidade, ou que ocasionem danos à fauna ou ao ecossistema em geral.

Esse direito é estendido ao meio ambiente do trabalho, cabendo ao Poder Público a obrigação de garantir essa condição contra qualquer ação nociva à saúde física e mental.

O art. 230 vem assegurar o equilíbrio ecológico e os direitos propugnados no art. 229 desta Constituição.

O art. 232 informa que a Floresta Amazônica constitui patrimônio a ser zelado pelo Poder Público, cabendo ao estado a realização do inventário e o mapeamento da cobertura florestal, bem como a adoção de medidas especiais para a sua proteção.

Os sistemas de controle da poluição, prevenção e redução de riscos e acidentes ecológicos são tratados no art. 233, onde fica definido que o Poder Público é o responsável pelo estabelecimento de sistemas de controle de poluição, de prevenção e redução de riscos e acidentes ecológicos, por meio da utilização de mecanismos para a avaliação dos efeitos da ação dos agentes predadores ou poluidores sobre a qualidade física, química e biológica dos recursos ambientais, sobre a saúde dos trabalhadores expostos a fontes poluidoras, bem como da população afetada.

A implantação e operação de quaisquer atividades efetiva ou potencialmente poluidoras necessitarão de prévio licenciamento relativo ao Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades com Potencial de Impacto e dependerão da adoção, pelas unidades operadoras, de técnicas de prevenção e controle de tais processos, independentemente da capacidade de absorção dos corpos receptores. (art. 234)

O Estudo de Impacto Ambiental é parte integrante e obrigatória do processo de licenciamento. (art. 235)

Neste capítulo a Constituição trata ainda das restrições administrativas de uso em áreas privadas (art. 236); das sanções administrativas por condutas e atividades atentatórias ao meio ambiente e de lesa-natureza (art. 237); do fundo do meio ambiente, que é gerido pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia (art. 238); do direito à informação sobre fontes, agentes e causas de poluição e de degradação ambiental, sobre resultados de monitorias e auditorias aos interessados (arts. 239, 240 e 241).

3.2 Decreto nº 10.027, de 4 de fevereiro de 1987

Este decreto que dispõe sobre o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades com Potencial de Impacto no Meio Ambiente, bem como aplicação de penalidades.

3.3 Decreto nº 15.780, de 5 de janeiro de 1994

Vem alterar o art. 57 do decreto acima citado. A redação do artigo passa a ser a seguinte: "art. 57 - As penalidades previstas na Lei n.º 1.532, de 06/07/82, independentemente de classificação, serão aplicadas pelos agentes credenciados do Órgão Ambiental Estadual

competente, mediante Auto de Infração, instrumento formal para aplicação das penalidades, cabendo recurso ao dirigente maior na forma desse regulamento."

3.4 Decreto nº 15.842, de 9 de fevereiro de 1994

Altera o art. 44 do Decreto nº 10.028, que passa a ter a seguinte redação:

"art.44 - Na aplicação das multas a que se refere o inciso II do art. 41, serão observados os seguintes limites:

I- 01 (uma) a 30 (trinta) UBAs nas infrações leves;

II- 31 (trinta e uma)a 100 (cem) UBAs nas infrações leves;

III- 101 (cento e uma) a 300 (trezentas) UBAs nas infrações gravíssimas".

3.5 Lei nº 1.532, de 6 de julho de 1982

Responsável por disciplinar a Política Estadual da Preservação e Controle da Poluição, Melhoria e Recuperação do Meio Ambiente e da Proteção aos Recursos Naturais.

3.6 Lei nº 2.407, de 2 de junho de 1996

Estabelece o Sistema Estadual de Meio ambiente, Ciência e Tecnologia, bem como define a composição e objetivos do órgão colegiado estadual consultivo e deliberativo encarregado dessas funções.

3.7 Lei nº 2.416, de 22 de agosto de 1996

Dispõe sobre as exigências para a concessão de licença para exploração, beneficiamento e industrialização de produtos e subprodutos florestais com fins madeireiros.

4. LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE PORTO VELHO

4.1 Lei nº 849, de 28 de dezembro de 1989

Responsável pela criação da Fundação Instituto de Meio Ambiente de Porto Velho – FIMA/PV.

A FIMA é uma autarquia municipal vinculada à Secretaria Municipal de Planejamento – SEMPLA, cujo objetivo é o de desenvolver trabalhos, estudos, pesquisas e projetos, pertinentes à área ambiental, de forma a harmonizar o desenvolvimento rural e urbano com a preservação dos ecossistemas, a fim de assegurar elevada qualidade de vida.

4.2 Lei nº 1.124, de 20 de outubro de 1995

Institui a Política Municipal de Meio Ambiente de Porto Velho, bem como a sua aplicação.

A Política de Meio Ambiente do Município de Porto Velho tem como objetivo manter o equilíbrio ecológico do meio ambiente, levando em consideração que este é bem de uso

comum da população e é essencial à qualidade de vida, cabendo, portanto, ao Poder Público o dever de defendê-lo, preservá-lo e recuperá-lo.

É de competência da Prefeitura de Porto Velho a mobilização e coordenação de suas ações, recursos humanos, financeiros, materiais, técnicos e científicos, bem como a participação da população na consecução dos objetivos e interesses estabelecidos neste dispositivo legal.

Este dispositivo legal disciplina em seu Título III – ÁREAS DE INTERVENÇÃO, os seguintes assuntos:

- controle de poluição;
- uso do solo;
- saneamento básico;
- resíduos e rejeitos perigosos;
- condições ambientais nas edificações;
- áreas de uso regulamentado e Unidades de Conservação;
- setores especiais de fundos de vale e faixas de drenagem.

4.3 Lei nº 1.213, de 4 de dezembro de 1995

Dispõe sobre a constituição do Fundo Municipal de Meio Ambiente (FMA), que visa à concentração dos recursos destinados a projetos de interesse ambiental e ecológico.

4.4 Lei Complementar nº 061, de 21 de dezembro de 1995

Altera os seguintes dispositivos da Lei nº 849, de 28 de Novembro de 1989:

art. 1º - fica criada a Fundação Instituto de Meio Ambiente de Porto Velho-FIMA, vinculada à Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação-SEMPLA;

art. 2º - estabelece os objetivos da Fundação Instituto de Meio Ambiente-FIMA;

art. 3º - estabelece as receitas da Fundação Instituto de Meio Ambiente-FIMA;

art. 4º - estabelece que a FIMA terá quadro de pessoal próprio, aprovado por seu Conselho Curador, regido pela Consolidação das Leis do Trabalho-CLT e pelo Fundo de Garantia por Tempo de Serviço-FGTS;

art. 5º - especifica que todo e qualquer bem de direito, legalmente constituído, inclusive por doações constituem patrimônio da FIMA;

art. 6º - a FIMA gozará, em toda sua plenitude, dos privilégios e isenções conferidos pela Prefeitura do Município de Porto Velho, referentes aos respectivos bens, serviços e ações, e, em sua gestão, deverão ser observados os princípios gerais de administração, contabilidade e auditoria;

art. 7º - a FIMA manterá níveis de articulação no setor público e no setor privado com a finalidade de assegurar a integração e a compatibilidade de suas atividades;

art. 8º - a FIMA é composta da seguinte estrutura organizacional: Conselho curador; Presidência; Vice-presidência; Diretoria de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis e Diretoria de Administração e Finanças.

4.5 Lei Complementar nº 056, de 4 de setembro de 1995

Institui o Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMEA, cuja finalidade é estudar, propor e deliberar sobre as diretrizes e políticas governamentais para o meio ambiente, no âmbito de sua competência, sobre os recursos em processos administrativos, com normas e padrões relativos ao meio ambiente e à qualidade de vida da população, sendo este Conselho um órgão da Prefeitura de Porto Velho, vinculado diretamente ao Gabinete do Prefeito.

4.6 Decreto nº 3.816, de 27 de dezembro de 1989

Decreto de criação do Parque Natural Municipal de Porto Velho, com 390,8216 ha de área. É subordinado e integrado à estrutura básica da Fundação Instituto de Meio Ambiente de Porto Velho – FIMA/PV.

4.7 Decreto nº 4.164, de 6 de dezembro de 1990

Trata-se da aprovação do Regimento Interno da FIMA.

4.8 Decreto nº 4.453, de 5 de setembro de 1991

Dá nova redação ao inciso IV, do artigo 4º, do decreto nº 4.164, de 6 de dezembro de 1990, que passa a ter a seguinte redação:

"IV - quatro (4) membros da mais alta qualificação técnica e profissional indicados respectivamente pela Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação - SEPLAN/RO, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental - SEDAM/RO, Secretaria Municipal de Educação - SEMED, e Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA/RO."

4.9 Decreto nº 5.226, de 11 de outubro de 1993

Dá nova redação aos incisos I,II e III do artigo 4º, do Decreto nº 4.164, de 06 de dezembro de 1990, e ao artigo 1º do Decreto nº 4.453, de 5 de setembro de 1991.

As novas redações são as seguintes:

"I - O Secretário Municipal de Planejamento e Coordenação”;

“II - seis (6) membros livremente escolhidos pelo Prefeito Municipal de Porto Velho dentre pessoas de ilibada reputação, e alta qualificação técnica e profissional”;

“III - quatro (4) membros de alta qualificação técnica e profissional, indicados, respectivamente, pela Federação das Indústrias do Estado de Rondônia (FIERO), pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA/RO e pelo Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia - CPAF/EMBRAPA". (art. 4º do Decreto nº 4.164)

"IV - dois (2) membros da mais alta qualificação técnica e profissional indicados pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental - SEDAM/RO e do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA/RO". (art. 1º do Decreto nº 4.453)

4.10 Lei Orgânica do Município de Porto Velho, de 27 de março de 1990

Destaca-se na Lei Orgânica, os seguintes aspectos:

O objetivo da política de desenvolvimento urbano é a ordenação do pleno desenvolvimento das funções da cidade e dos seus bairros, dos distritos, das vilas, dos aglomerados humanos, bem como a garantia do bem-estar de seus habitantes.

O instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana é o Plano Diretor, devidamente aprovado pela Câmara Municipal.

O Programa Anual de Saneamento Básico é elaborado pelo município em convênio com o estado e a União. As ações de saneamento básico serão precedidas de planejamento com vistas ao atendimento dos critérios de avaliação do quadro da área a ser beneficiada de forma a reverter e melhorar o perfil epidemiológico. O Poder Público é responsável pelo desenvolvimento de mecanismos institucionais que venham a compatibilizar as ações de saneamento básico, habitação, desenvolvimento urbano, preservação ao meio ambiente e gestão aos recursos hídricos e, caso exista a exigência de ações conjuntas, o município deverá buscar a integração em outros municípios.

A política agrícola do município obedecerá às disposições e leis federais e estaduais ao ser implantada e executada, com observação dos princípios listados na seção IV do capítulo I da Ordem Econômica da referida lei.

A política para o setor pesqueiro será elaborada pelo município, enfatizando:

- sua função de abastecimento alimentar;
- promoção do seu desenvolvimento e ordenamento;
- incentivo à pesca artesanal e à agricultura por meio de programas específicos de crédito;
- rede pública de entreposto;
- pesquisa, assistência técnica e extensão pesqueira;
- estímulo à comercialização direta aos consumidores.

Quando da elaboração da política pesqueira, o município deverá garantir a efetiva participação dos pequenos piscicultores e pescadores artesanais ou profissionais.

Fica o município, também, incumbido de possibilitar a criação de mecanismos de proteção e preservação das áreas ocupadas pelas comunidades de pescadores.

No art. 201, é estabelecido que os conjuntos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, ecológico e científico tombados pelo Poder Público Municipal ficam sob a proteção do município.

A subseção V do Meio Ambiente estabelece que, em colaboração com a União e com o estado, o município deverá promover a preservação do meio ambiente, adotando, no que couber, as medidas contidas na Constituição Federal (arts. 218 a 229, 231 e 232), bem como:

- estabelecendo normas para a exploração de recursos minerais, inclusive de extração de areias, cascalho ou pedra; impondo aos exploradores desses recursos a obrigatoriedade de recuperar o meio ambiente degradado;
- promovendo a criação de áreas verdes de parques botânicos;
- determinando que as reservas ecológicas sejam utilizadas somente em atividades de caráter científico e de turismo contemplativo.

As condutas e atividades lesivas ao meio ambiente ficam sujeitas às sanções administrativas.

A fim de preservar o equilíbrio ecológico do município, o Poder Público, por meio de órgãos municipais, deverá adotar medidas de fiscalização e coibição das fontes produtoras da poluição ambiental, sonora e dos mananciais hídricos e industriais; de criação de mecanismos de fiscalização dos desmatamentos em áreas territoriais municipais; promoção de programas e projetos de arborização e reflorestamento do município; estabelecimento de medidas que visem ao aproveitamento do lixo público (industrialização ou incineração); exigência do estudo prévio de impacto ambiental, bem como sua publicação, garantias e audiência pública para a instalação de obras ou atividades pública ou privada, potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente; promoção de disciplina de conscientização sobre a ecologia e o meio ambiente (ensino municipal); estímulo e promoção do reflorestamento ecológico em áreas degradadas e o estabelecimento de medidas visando à preservação das florestas ciliares dos rios, lagos, igarapés e nascentes.

Os empreendimentos efetiva ou parcialmente causadores de poluição ambiental deverão tratar os seus afluentes e arcar integralmente com os custos de monitoramento, controle e recuperação das alterações do meio ambiente decorrentes de sua atividade.

Ficam protegidos o leito, talvegue, margens, praias, acidentes naturais, barrancos e matas ciliares na orla fluvial do rio Candeias na extensão que limita a divisa da área urbana do município de Candeias do Jamari, de todo e qualquer tipo de exploração ou atividade que venha a degradar ou mudar a paisagem natural.

4.11 Uso e Ocupação do Solo – Âmbito Municipal

Segundo o artigo 30 da Constituição Federal, ao município compete, privativamente, legislar e administrar sobre os assuntos de interesse local, sendo o exercício da competência oraticado com plenitude e sem qualquer subordinação.

A fim de exercer essa atribuição constitucional, tanto por meio da Lei Orgânica quanto da legislação complementar e ordinária, o município deve estabelecer diretrizes e princípios que incorporem a matéria ambiental em todos os processos de decisão, a exemplo das Leis Orçamentárias, do Plano Diretor, da Lei de Parcelamento, de Uso e Ocupação do Solo, da Lei de Proteção do Patrimônio Público, Código de Obras, etc.

CAPÍTULO V – ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS JIRAU E SANTO ANTÔNIO

1 LOCALIZAÇÃO

O Aproveitamento Hidrelétrico de Jirau situa-se na cachoeira homônima, no rio Madeira, cerca de 136km medidos ao longo do rio, a montante de Porto Velho, capital do Estado de Rondônia. Aproveitamento Hidroelétrico Santo Antônio localiza-se a jusante do AHE Jirau, a uma distância aproximada de 10km de Porto Velho, na região da ilha do Presídio, sítio inicial de Porto Velho.

2 A REGIÃO DE ESTUDO

A região de estudo, para efeito da análise dos aspectos da inserção regional dos AHEs Jirau e Santo Antônio, compreende a bacia do rio Madeira, a montante da cidade de Porto Velho, bem como o município de mesmo nome, para fins de compreensão dos aspectos sociais e econômicos, conforme pode ser visualizado por meio da figura apresentada a seguir (FIGURA A.V. 1).

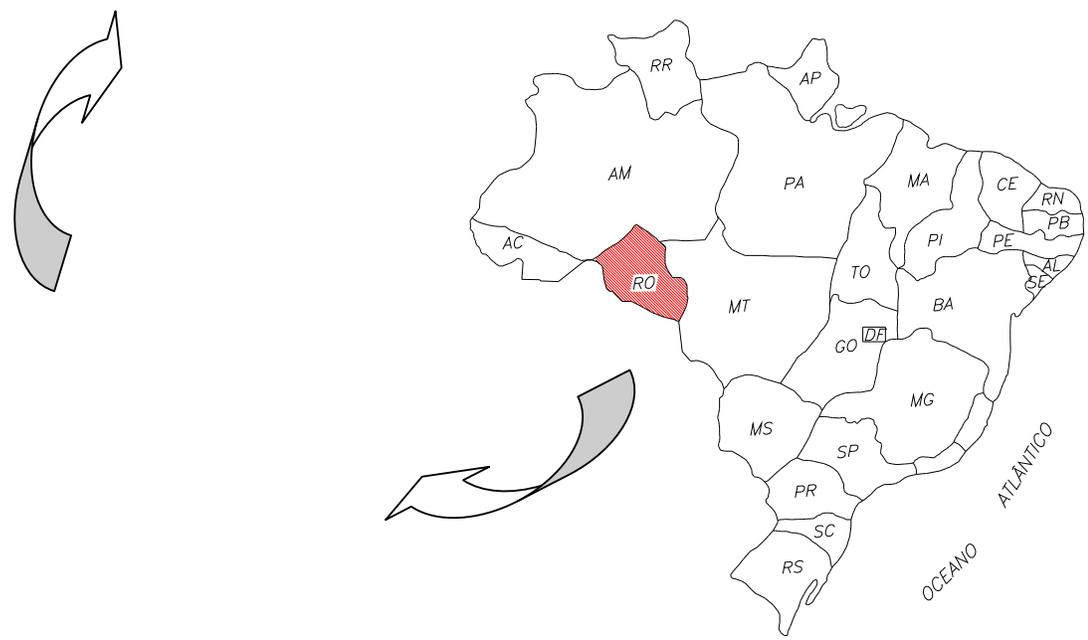
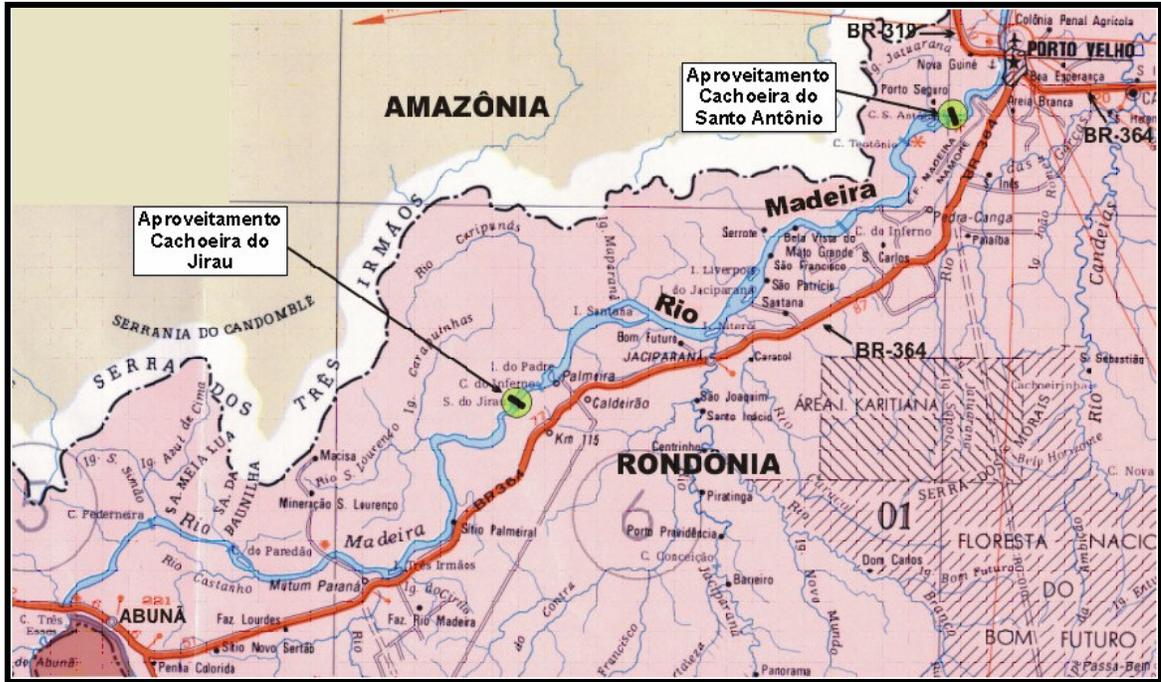


FIGURA A.V. 1 - Localização dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio

Essa região, situada no norte do Estado de Rondônia, quase divisa com o Estado de Amazonas, é marcada por duas condições limitantes relativas à infra-estrutura física, tanto no Brasil quanto na Bolívia e Peru — a precariedade ou quase inexistência de acessos e a limitada disponibilidade de energia elétrica.

No Brasil, a região de estudo passou por grande aumento da população entre os anos de 1970 e 2000, quando saltou de cerca de 170 mil pessoas para 2,3 milhões. Em Rondônia, a população multiplicou-se por mais de 12 vezes nesse período, atingindo cerca de 1,4 milhão em 2000. Grande parte dessa população é urbana. No município de Porto Velho, que inclui as áreas dos dois Aproveitamentos Hidrelétricos em estudo, a taxa de urbanização é de 82%.

Mesmo em urbanizações precárias, onde não mais que 20% dos domicílios urbanos da região de estudo são servidos por redes de esgotamento (Censo 2000 – IBGE), a concentração populacional se justifica pela comparativa vantagem das urbanizações frente à falta de acesso e de energia nas regiões não urbanas.

Ambos os fatores, a falta de acesso e a de energia, limitam as atividades econômicas e as condicionam a produtos de baixo valor agregado, impondo à população a alternativa menos onerosa de viver em aglomerados urbanos, apesar das suas reconhecidas deficiências. Vários estudos demonstram que a conseqüência final das limitações impostas à região é a degradação progressiva de seu capital natural.

3 AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS

3.1 Alternativas Tecnológicas

A definição de projetos de geração de energia resulta de um processo de contínua discussão, no qual alternativas locais e tecnológicas são comparadas. Hoje são viáveis e disponíveis diversas tecnologias para a geração de energia, cada qual delas adequada a condições específicas quanto aos recursos naturais que demandam, bem como à escala de produção que devem prover.

Se considerada a escala de produção de energia dos aproveitamentos em questão, 3.300 MW, em Jirau e 3.150 MW, em Santo Antônio, as opções tecnológicas se restringem, devendo ser cotejadas as opções em base hídrica e as de base térmica.

A produção de energia em base térmica, por sua vez, oferece algumas alternativas tecnológicas, dependendo do combustível que empregue. As alternativas tecnológicas para a geração em base térmica são as que utilizam combustível nuclear, as que empregam derivados de petróleo, as que usam carvão mineral e as que utilizam gás natural. Outros combustíveis poderiam ser cotejados, se consideradas escalas de produção menores do que as aqui tratadas.

As usinas para produção de energia em base térmica desfrutam de certa facilidade quanto à localização de suas plantas, podendo aproximar-se dos mercados de consumo, embora exijam, quase sempre, a disponibilidade de grande quantidade de água e empreguem combustíveis caros e ainda não totalmente produzidos no País.

As usinas para produção de energia em base hídrica exigem condições locais muito especiais, que conjugam aspectos hidrológicos, geológicos e de relevo que podem ser considerados raros, mesmo em países como o Brasil, que dispõe de uma extensa rede hidrológica.

Grande parte — quase a totalidade — dos locais que oferecem essa conjugação de condições locais para a produção de energia elétrica em base hídrica já são explorados nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, o que, nos últimos anos, orientou os projetos das empresas do setor para as regiões centrais do País e que, agora, os orienta para a Região Norte.

A opção pela alternativa de geração em base hídrica, deve-se assinalar, implica a definição conjugada de um sítio para sua implantação.

Dentre os combustíveis disponíveis no Brasil para geração de energia em base térmica, o gás natural destaca-se como o mais viável, sendo notável a ampliação de sua participação na matriz energética do País. É um combustível, entretanto, submetido a variações de preço que inibem investimentos em infra-estrutura de vulto, tanto para seu transporte quanto para seu emprego na geração de energia em grande escala, exigindo incentivos para sua realização.

A geração em base hídrica, ao contrário, desfruta de condições mais previsíveis quanto aos custos de produção, oferecendo horizontes mais claros para investidores.

A opção pela alternativa de geração em base hídrica, associada à indisponibilidade de sítios para novos aproveitamentos hidroelétricos de porte nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do País, justificam a atenção dos empreendedores para a rede de drenagem da margem direita do rio Amazonas, composta por rios, dos quais, o Madeira parece especialmente interessante e estratégico, por conjugar alto potencial energético à capacidade de proporcionar a integração de extensas áreas da América do Sul, hoje isoladas dos mercados de consumo.

A escolha do rio Madeira suscitou, por sua vez, novas alternativas tecnológicas, desta vez relacionadas ao tipo de turbina a ser usada. Às tradicionalmente usadas no País — turbinas Francis e Kaplan, propõem-se, como alternativa, as turbinas Bulbo, selecionadas por possibilitar o aproveitamento da energia das águas do rio Madeira a partir da construção de reservatórios de pequenas dimensões.

3.2 Alternativas Locacionais

A primeira alternativa de partição de queda analisada para o trecho considerado, entre Porto Velho e Abunã, indicava a implantação de um único barramento, localizado na região da Ilha do Presídio (cachoeira de Santo Antônio), cujo reservatório se estenderia até a vila Abunã. Essa alternativa nem chegou a ser detalhada nos estudos de inventário porque causava a inundação de extensas áreas, tornando-a inviável sob o aspecto ambiental.

Portanto, na etapa de inventário hidrelétrico, optou-se por estudar o aproveitamento do potencial energético desse trecho do rio, com a implantação de dois barramentos mais baixos, diminuindo significativamente a extensão das áreas a serem inundadas e, conseqüentemente, o impacto ambiental.

As características hidrográficas, geomorfológicas, ambientais e de limitações físicas do trecho a montante de Porto Velho até os limites com a Bolívia limitaram a seleção de locais adequados para barramentos a duas alternativas e a apenas três locais para implantação de aproveitamentos. A primeira é caracterizada pela construção de barramento na Cachoeira de Santo Antônio na cota 70 e, em Jirau, na cota 90. O segundo considera uma estrutura de barramento em Teotônio na cota 70 e outro, em Jirau, na cota 90.

Dessa forma, as alternativas avaliadas foram:

- Alternativa I – Jirau (cota 90) e Santo Antônio (cota 70)
- Alternativa II – Jirau (cota 90) e Teotônio (cota 70)

Os resultados da análise ambiental realizada durante a etapa de inventário, aliados aos aspectos técnicos e econômicos das alternativas, permitiram a compreensão das implicações de cada alternativa, subsidiando a indicação da melhor. Apresentam-se, a seguir, as principais características ambientais de cada aproveitamento estudado

Barramento em Santo Antônio

A proximidade deste aproveitamento em relação ao centro urbano de Porto Velho se reflete num conjunto de atividades não observadas em outras partes do trecho estudado. Essa relação com a cidade de Porto Velho se manifesta na maior circulação de pessoas e mercadorias, tanto nas estradas como pelo leito do rio. O número de propriedades agrícolas na margem esquerda do rio Madeira, particularmente na localidade de São Domingos, destoa acentuadamente da ocupação dessa margem a montante.

Como consequência desse cenário, é, também, nas imediações de Santo Antônio, que se observa um número maior de construções, algumas guardando certa representatividade do ponto de vista histórico e social. Vale lembrar que foi em Santo Antônio que ocorreram as primeiras ocupações da capital Porto Velho e onde está localizado atualmente o Cemitério.

Por outro lado, sendo uma área de grande pressão humana, o trecho localizado na área a ser inundada, a montante do barramento, encontra-se muito antropizada, apresentando pequenos remanescentes de Floresta Ombrófila Aberta em mosaico com áreas de agropecuária, que se fazem notar à medida que se afasta das margens do rio.

Esse trecho do rio Madeira abriga uma fauna aquática representada, principalmente, por peixes de grande valor econômico para a atividade pesqueira da região.

Barramento em Teotônio

A região onde se situa a cachoeira de Teotônio apresenta menor ocupação das margens do rio Madeira pela população ribeirinha do que nas imediações de Santo Antônio. Contudo, ressaltam-se, para esse arranjo de barramento, as interferências na dinâmica socioeconômica da população de Teotônio propriamente dita. Essa população forma um agrupamento densamente povoado, com hábitos ligados, direta ou indiretamente, ao Madeira. Indiretamente, quando exploram, através de bares, restaurantes ou barcos de aluguel, o fluxo

turístico que segue em direção a Teotônio nos períodos do ano mais propícios à pescaria, e, diretamente, quando ganham o sustento através da pesca.

Nesse caso, a adoção da alternativa de barramento em Teotônio seria a total inviabilização da permanência da população ribeirinha, em decorrência direta da construção da barragem, além da perda da atividade turística na cachoeira de mesmo nome.

O barramento de Teotônio também traz implicações acentuadas mais a montante. Nesse sentido, destaca-se a localidade de Jaci-Paraná, núcleo urbano oriundo de uma antiga estação da Madeira-Mamoré, representativo, portanto, em termos de patrimônio histórico e ameaçado de desaparecimento.

Um outro contingente populacional ameaçado por essa alternativa de barramento é constituído por aqueles que trabalham no garimpo de ouro, que são mais numerosos a montante de Teotônio. O aumento do nível do rio provavelmente dificultaria o garimpo na única área onde a lavra garimpeira é autorizada no rio Madeira.

Dentro dos aspectos naturais, a vegetação que sofrerá interferência é composta por formações de Floresta Ombrófila Aberta, presente em grandes manchas em toda essa região, e Formações de Pioneiras Fluviais, concentradas na margem esquerda, nas ilhas fluviais e nos igarapés e rios, contribuintes de ambas as margens. Longas faixas de terra serão atingidas, como conseqüência da inundação das áreas de várzeas, havendo perda de ecossistemas peculiares e frágeis.

Barramento de Jirau

Do ponto de vista da ocupação humana, a montante da cachoeira do Jirau, as margens do rio Madeira vão se tornando menos densamente povoadas, o que não significa que não haja um considerável contingente populacional. Do mesmo modo, um núcleo populacional particularmente comprometido pela alternativa de barramento de Jirau seria o de Mutum-Paraná que, assim como o de Jaci-Paraná, representa uma importante referência histórica na região.

A perda de vegetação mais expressiva no reservatório de Jirau refere-se à Formação de Campinarana, que, apesar de também estar representada em áreas que não serão atingidas, não está protegida em nenhuma Unidade de Conservação, devendo ser considerada de grande importância. É importante ressaltar que, nos estudos ambientais da atual etapa de Viabilidade, constatou-se que essa formação vegetal, denominada Umirizal, no inventário, constitui, de fato, formações de campinarana, com representação espacial em diversas localidades da região amazônica.

3.3 Seleção da Alternativa de Partição de Queda

A seleção da alternativa no estudo de inventário de partição de queda de um rio tem por objetivo a identificação da melhor alternativa, adotando-se a agregação dos índices custo/benefício, energético e ambientais em um único índice de preferência, estabelecendo-se, através de pesos, a importância relativa dos dois índices. Os resultados dessa avaliação, detalhados nos estudos de inventário, demonstraram que a Alternativa I, composta pelos

aproveitamentos Jirau e Santo Antônio, apresentou melhor resultado quando agregados os índices custo/benefício energético e ambiental.

Além disso, tornar viável a navegação no rio Madeira no trecho estudado — uma das premissas adotadas nos estudos de inventário — levou a decisão de se optar pela Alternativa I, uma vez que, neste caso, somente seria necessária uma eclusa em cada barramento (AHE Santo Antônio e AHE Jirau).

No caso da Alternativa II, além das eclusas nos locais de cada barramento (AHE Teotônio e AHE Jirau), haveria necessidade de garantir a navegação entre o local de Teotônio e Porto Velho. Para tanto, deveria ser implantado um canal de navegação (obras de derrocamento no leito do rio) de cerca de 16 km de extensão por 130 m de largura, bem como uma eclusa no local da cachoeira de Santo Antônio.

A partição de queda do trecho do rio Madeira foi então definida por um barramento nas proximidades das corredeiras de Jirau (Usina de Jirau), com uma queda de aproximadamente 16,6m de altura e um reservatório de 258km², e outro localizado na Ilha do Presídio (Usina de Santo Antônio), com uma queda de aproximadamente 16m de altura e um reservatório de 271km².

3.4 Alternativas de Localização de Eixo das Barragens dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio

Nos estudos de engenharia desenvolvidos na etapa de viabilidade, foram estudadas quatro alternativas de eixos para o AHE Jirau e três para o AHE Santo Antônio, a seguir discriminadas.

3.4.1 AHE Jirau

As características naturais do sítio da Cachoeira de Jirau constituem fortes condicionantes à concepção e ao detalhamento de alternativas de arranjo. Além dessas características, algumas premissas adotadas no decorrer dos estudos foram também determinantes. A seguir apresenta-se a descrição desses condicionantes e premissas.

- O desnível natural

O desnível natural do rio Madeira no trecho da Cachoeira de Jirau, dependendo da vazão em trânsito, atinge 7 a 9m entre a régua de montante e jusante. No trecho entre as Réguas Linnimétricas 1 e 3 o mesmo reduz-se para cerca de 5 a 7m.

Este desnível configura-se como um forte condicionante físico, uma vez que:

- Eixos a montante da cachoeira exigem a implantação de longos canais de fuga, com grandes volumes de escavação, de forma a garantir o aproveitamento da queda natural;
- Eixos a jusante dispensam a implantação de longos canais, mas, em contra partida, determinam grandes volumes de obras civis das estruturas situadas no leito do rio, como também maiores dificuldades para o ensecamento das áreas respectivas.

— O fechamento do rio

O desnível natural determina também que, durante a fase de desvio, o fechamento do leito do rio seja feito por pré-enscadeiras lançadas imediatamente a montante da Régua 1, onde a largura da calha é maior e o fundo mais plano, com elevação média no entorno da El. 65,00m. Nesse trecho, é possível obter-se desníveis, entre o nível d'água a montante e a jusante das enscadeiras, mais favoráveis para o fechamento do rio.

Na segunda fase do desvio, em todas as alternativas, foi adotada como premissa à utilização de blocos rebaixados do vertedouro (perfil Creager inconcluso), visando facilitar o lançamento e reduzir a altura das respectivas enscadeiras de montante.

— O tipo de turbina

Os estudos elaborados visando à caracterização do estado da arte das turbinas Bulbo e também as análises comparativas entre este tipo de turbina e a turbina Kaplan para as condições locais, apresentados no Relatório de Viabilidade do AHE Jirau, resultaram na recomendação da utilização de turbinas Bulbo no aproveitamento de Jirau. Portanto, todas as alternativas de arranjo foram desenvolvidas considerando este tipo de equipamento.

— A motorização

Por ocasião da elaboração dos estudos de arranjo os estudos energéticos econômicos não estavam ainda concluídos, tendo sido então considerada, em todas as alternativas, a potência instalada de 3.450 MW, com a implantação de 46 unidades Bulbo de 75 MW (na saída do gerador), que representa o limite do estado da arte atual. Outras características consideradas foram:

- Vazão máxima turbinada 540m³/s
- Diâmetro do rotor 7,90m
- Queda líquida de referência 15,10m

— Os níveis dos reservatórios

Todas as alternativas consideraram os níveis normais e o máximo máximo do reservatório de Jirau nas elevações 90,00 e 92m.

Dentre as diversas alternativas de arranjo e variantes estudadas e tecnicamente comparadas foram selecionadas quatro para detalhamento e quantificação, as quais podem ser divididas em dois grupos, com as seguintes características principais:

— Grupo 1: Alternativas 1A e 1B

São as alternativas em que parte das estruturas de concreto (Tomada d'Água, Casa de Força e Vertedouro) está disposta nas margens e no leito do rio. Portanto, sua implantação integral depende do desvio do rio — previsto pelo Vertedouro — e da construção de Enscadeiras no leito do rio. Com isto, a motorização nestas alternativas é descontínua.

— Grupo 2: Alternativas 2A e 2B

São as alternativas em que todas as estruturas de concreto (Vertedouro, Tomada d'Água e Casa de Força) estão dispostas nas margens do rio, com as escavações, concretagens e respectivas montagens eletromecânicas executadas com o rio em seu leito natural. O fechamento do rio, através de Barragem de Enrocamento e Ensecadeiras incorporadas, é realizado ao final, com o desvio se processando também pelo Vertedouro. Com isso, ao contrário das alternativas do grupo anterior, as alternativas deste grupo permitem a motorização contínua.

Alternativa 1A

A Alternativa 1A possui o eixo retilíneo posicionado cerca de 400 m a montante do início da cachoeira de Jirau.

Na primeira etapa ou fase de construção, o rio Madeira é mantido em seu leito natural. A Ensecadeira de 1ª Fase, na margem direita, foi dimensionada para cheia de 300 anos de tempo de recorrência, em razão da duração prevista para esta fase construtiva. Essa ensecadeira deverá proteger as obras desta margem ao longo de três períodos de cheia. Essas obras compreendem:

- Vertedouro, situado na extremidade direita, com 21 vãos de 20,00m de largura e soleira na El. 70,00m;
- 8 unidades da Tomada d'Água / Casa de Força, com blocos de 22,10m de largura;
- Área de Montagem situada na projeção dos Muros Divisores, correspondendo a 3 blocos com 22,10m de largura cada um;
- Muros Divisores transversais ao eixo, em CCR, para encosto das Ensecadeiras de 2ª Fase, a montante e a jusante;
- Canais de Aproximação e Restituição do Vertedouro e parte dos Canais de Adução e de Fuga da Tomada d'Água / Casa de Força.

O desvio do rio é iniciado com a remoção dos tramos (montante e jusante) da Ensecadeira de 1ª Fase, de modo a possibilitar o escoamento pelo Vertedouro e o comissionamento e operação das primeiras 8 unidades de geração. Concomitantemente, inicia-se o fechamento do rio por meio do lançamento de pré-ensecadeiras, a montante e a jusante, e, em seguida, a implantação das respectivas Ensecadeiras de 2ª Fase, apoiadas no muro direito. A pré-ensecadeira de jusante, nesta fase, é necessária para reduzir o desnível total e facilitar o lançamento de montante.

Após esgotamento da área ensecada, iniciam-se as escavações das estruturas e dos Canais de Adução e de Fuga, o tratamento das fundações, a implantação de mais 20 unidades da Tomada d'Água / Casa de Força, de outros Muros Divisores em concreto rolado (montante e jusante), para encosto da Ensecadeira de 3ª Fase, e de outra Área de Montagem, com largura correspondente a 2 blocos de 22,10m.

Ainda nesta fase, serão implantadas, a seco, as Ensecadeiras de 3ª Fase. Concluídas as concretagens e as instalações eletromecânicas do segundo conjunto de unidades, as Ensecadeiras de 2ª Fase são removidas, permitindo a execução do comissionamento e da operação das 20 unidades de geração.

A terceira e última fase compreende a implantação de mais 18 unidades da Tomada d'Água / Casa de Força e da Barragem de Fechamento na margem esquerda, em CCR. Uma vez concluídas as concretagens e as instalações eletromecânicas desse conjunto de unidades, as Ensecadeiras de 3ª Fase são removidas, permitindo a execução do comissionamento e da sua operação.

As Ensecadeiras de 2ª e 3ª Fases, de montante e jusante, foram dimensionadas para cheias de 1.000 anos de recorrência e devem ser removidas, em condições submersas, da cota 91,00 até 78,00, a montante, e da 84,00 até a 63,00, a jusante, para garantir que as perdas de carga nos Canais de Adução e de Fuga permaneçam dentro dos limites estabelecidos em projeto.

Esta Alternativa permite a geração comercial antecipada com a obra ainda em andamento, de 8 unidades. Essa geração se dá com o nível do reservatório na El. 88,00m.

Alternativa 1B

Alternativa 1B é bastante semelhante à Alternativa 1A, diferindo quanto à(s):

- localização do eixo: o eixo do aproveitamento, também a montante do início da cachoeira, foi rotacionado em cerca de 15° no sentido horário em relação ao eixo da Alternativa 1A, de modo que as ombreiras esquerda e direita ficassem deslocadas cerca de 300m para jusante e montante, respectivamente;
- construção do Vertedouro em dois módulos: o primeiro, composto pelo Vertedouro Principal, com 15 vãos, localizado na margem direita e implantado durante a primeira fase de construção, e o segundo, pelo Vertedouro Auxiliar, com 6 vãos, localizado na margem esquerda, previsto para ser implantado durante a terceira fase de construção. Ambos têm soleira na El.70,00 m e vãos de 20m de largura;
- quantidades de unidades de Tomada D'água / Casa de Força em cada fase construtiva, que passam a ser: 10 unidades, situadas na margem direita, na primeira fase e 18 unidades, situadas no leito do rio, na segunda e terceira fases;
- Barragem de Fechamento na margem esquerda em terra, em substituição à Barragem de CCR prevista na Alternativa 1A.

Os demais aspectos, isto é, etapas ou fase de construção, cotas de ensecadeiras, cotas dos Canais de Aproximação e de Restituição do Vertedouro, bem como as cotas dos Canais de Adução e de Fuga permanecem inalterados.

A divisão do Vertedouro em dois módulos, a serem implantados em margens diferentes, teve o objetivo de aumentar a quantidade de unidades geradoras na primeira fase e, dessa forma,

ampliar a geração antecipada. Contudo, o acréscimo obtido em relação à Alternativa 1A foi de apenas 2 unidades.

Alternativa 2A

A Alternativa 2A tem seu eixo posicionado a cerca de 1km a montante da cachoeira de Jirau e tem todas as estruturas de concreto — Vertedouro e Tomada d'água e Casa de Força — dispostas nas margens do rio, de modo que possam ser executadas com o rio em seu leito natural e permitam antecipar a entrada de operação do maior número de unidades. O barramento é completado por uma Barragem de Enrocamento, fechando o leito do rio.

Na primeira fase de construção, o rio Madeira é mantido em seu leito natural. As Ensecadeiras de 1ª Fase, na margem direita e esquerda, também foram dimensionadas para cheia de 300 anos de tempo de recorrência, para enfrentarem três períodos de cheias. Durante esta fase, serão executados:

Na margem direita:

- 46 unidades da Tomada d'Água / Casa de Força, com largura de bloco igual a 22,10 m, divididas em dois conjuntos de 26 e 20 unidades, separados pela Área de Montagem Auxiliar;
- Área de Montagem Principal, com 4 blocos de 22,10m de largura, e Área de Descarga, um bloco de 15,00m de largura, ambas localizadas externamente à Tomada d'Água / Casa de Força;
- Área de Montagem Auxiliar, em correspondência ao Muro Divisor, com largura equivalente a 2 blocos de 22,10m;
- Muro Divisor em CCR, transversal ao eixo do barramento, com extensão a montante e a jusante, para encosto das Ensecadeiras de 2ª Fase;
- Barragem de Ligação, em CCR, entre a Tomada D'água / Casa de Força e a Barragem de Fechamento do leito do rio, estendido, a montante e a jusante, para encosto das ensecadeiras de 2ª Fase;
- Canais de Adução e de Fuga com cotas de fundo iguais a 75,00m e 56,00m, respectivamente.

Na margem esquerda:

- Vertedouro com 21 vãos de 20,00m de largura e soleira na El. 70,00m;
- Canal de Aproximação, em dois trechos com cotas de fundo iguais a 64,00 e 62,00m;
- Canal de Restituição, em dois trechos com cotas de fundo iguais a 62,00 e 66,00m.

Ainda nesta fase, após as escavações dos Canais de Adução e de Fuga, serão implantadas, a seco, as ensecadeiras auxiliares de segunda fase, de proteção da área de implantação do segundo conjunto de unidades geradoras (20 unidades).

Uma vez concluídas as concretagens e as instalações Eletromecânicas do Vertedouro, bem como do primeiro conjunto de Tomada d'Água / Casa de Força (26 unidades), as Ensecadeiras de 1ª Fase serão removidas, iniciando-se o fechamento do rio.

Esse fechamento tem início com o lançamento das Ensecadeiras Principais de 2ª Fase, de montante e jusante, em enrocamento lançado (posteriormente vedado e alteado), e o consequente desvio do rio pelo Vertedouro. Essas Ensecadeiras Principais de 2ª Fase, que serão incorporadas à Barragem de Enrocamento, de fechamento do rio, foram dimensionadas para cheias de 1.000 anos de recorrência e deverão ter cotas de crista iguais a 93,00 e 83,00m, a montante e a jusante, respectivamente.

Em razão dos grandes volumes necessários à construção da Barragem de Enrocamento e da limitação do prazo disponível entre a conclusão do fechamento do rio e o início do período chuvoso, sua execução é prevista em dois períodos de estiagem. No primeiro, serão implantadas as ensecadeiras de montante e jusante, inclusive suas vedações. No período chuvoso subsequente (se possível) e no próximo período de estiagem, serão executados os tratamentos de fundações e o próprio maciço da Barragem de Enrocamento com núcleo argiloso e cota de crista na El. 95,50m.

O enchimento parcial do reservatório se dará após a construção das Ensecadeiras de 2ª Fase, que permitem o comissionamento e o início da operação com as primeiras das 26 unidades geradoras.

As Ensecadeiras Auxiliares de 2ª Fase serão removidas após a conclusão das montagens eletromecânicas correspondentes ao segundo conjunto de unidades geradoras.

Alternativa 2B

Esta Alternativa mantém o conceito de antecipar a entrada em operação do maior número possível de unidades e constitui-se numa variante da Alternativa 2A, da qual difere quanto aos seguintes aspectos:

- o eixo do aproveitamento foi deslocado para jusante, com o objetivo de diminuir os volumes de escavação, em relação à Alternativa 2A. O eixo configura uma poligonal formada (da esquerda para direita) pelo eixo retilíneo do Vertedouro; pelo eixo da Barragem de Enrocamento (de fechamento do leito do rio), em curva circular imediatamente a montante do início da cachoeira de Jirau; pelo eixo da Barragem de CCR, paralelo ao rio e sobre a margem direita, e pelo eixo das Tomadas D'água / Casa de Força, que forma com o eixo da Barragem de CCR uma deflexão de aproximadamente 90º;
- esse novo traçado do eixo possibilitou uma redução expressiva nos volumes de escavação em rocha do Canal de Fuga;
- o Vertedouro, também com 21 vãos de 20,00m de largura, tem um Canal de Aproximação em curva, com cota de fundo em patamares nas elevações 70,00, 64,00 e 62,00m, de montante para jusante. O Canal de Restituição tem seu eixo alinhado com o leito natural do rio a jusante, e cotas de fundo iguais a 64,00 e 66,00m de montante para jusante;

- Canais de Adução e de Fuga com cotas de fundo iguais a 78,00m e 63,00m, respectivamente.

Os demais aspectos, tais como etapas de construção e cotas de ensecadeiras, permanecem inalterados em relação à Alternativa 2A.

Análise das Alternativas e Seleção

As alternativas de arranjo estudadas foram analisadas quanto aos custos de implantação — quantidades dos principais serviços — e receitas da geração antecipada, ou seja, a receita decorrente da operação comercial com a obra ainda em andamento.

A análise de custos limitou-se à comparação dos principais quantitativos de obras civis, uma vez que os custos dos equipamentos eletromecânicos são iguais em todas as alternativas de arranjo estudadas. Para cada alternativa, foram estimados os volumes de escavação em solo, escavação em rocha e de concreto. Dessa forma, pode-se depreender a seguinte classificação das alternativas, em ordem crescente de custos: Alternativas 1B, 2B, 1A e 2A.

Com relação à geração antecipada para cada alternativa do cronograma de entrada em operação das unidades geradoras, pode ser observada a seguinte ordem hierárquica: Alternativas 2A=2B, 1B e 1A.

A Alternativa 2B tem uma receita de geração antecipada igual à da Alternativa 2A, porém seus custos de construção são significativamente inferiores aos desta, em razão, principalmente, do menor volume de escavação em rocha (cerca de 20 milhões de m³ a menos).

A Alternativa 2B apresenta nítida vantagem sobre a Alternativa 1B, em função das receitas da antecipação de geração, apesar de apresentar custos de construção superiores aos desta última alternativa. Em função desses resultados, a Alternativa 2B foi selecionada para detalhamento.

3.4.2 AHE Santo Antônio

O reconhecimento de campo, aliado aos levantamentos topográficos e batimétricos do sítio do AHE Santo Antônio permitiram identificar três alternativas de eixos: 1A e 1B, localizados sobre as ilhas mais próximas à cachoeira de Santo Antônio, e Eixo 2, situado a cerca de 800m a montante dos eixos 1A e 1B.

Destaca-se que a cachoeira de Santo Antônio é caracterizada pela presença de corredeiras, desde a região um pouco a montante da ilha da Antena até jusante da Ilha Solitária, com uma extensão aproximada de 600 m.

A Cachoeira de Santo Antônio constitui forte condicionante à concepção e ao detalhamento de alternativas de arranjo. Além dessa característica, algumas premissas adotadas no decorrer dos estudos foram também determinantes. A seguir, apresenta-se a descrição desses condicionantes e premissas.

— O fechamento do rio

Na região da cachoeira de Santo Antônio, existem diversas ilhas constituídas de afloramentos rochosos destacando-se, por sua área e elevação, a ilha do Presídio, localizada mais próximo da margem esquerda. O desnível natural no trecho da cachoeira atinge 1 a 2 m entre a régua de montante (R1) e de jusante (R2), dependendo da vazão em trânsito.

A configuração topográfica do sítio e o desnível natural da cachoeira determinam que, durante a fase de desvio, o fechamento do leito do rio seja feito por pré-ensecadeiras lançadas imediatamente a montante do início da cachoeira, apoiada sobre as ilhas. Nesse trecho, é possível obterem-se desníveis, entre o nível d'água a montante e a jusante das ensecadeiras, mais favoráveis para o fechamento do rio.

Na segunda fase do desvio, em todas as alternativas, foi adotada como premissa à utilização de blocos rebaixados do Vertedouro (perfil Creager inconcluso), visando facilitar o lançamento e reduzir a altura das respectivas Ensecadeiras de montante.

— O tipo de turbina

Os estudos elaborados visando à caracterização do estado da arte das turbinas Bulbo e também as análises comparativas entre este tipo de turbina e a turbina Kaplan para as condições locais resultaram na recomendação da utilização de turbinas Bulbo no aproveitamento Santo Antônio. Portanto, todas as alternativas de arranjo foram desenvolvidas considerando este tipo de equipamento.

— A motorização

Por ocasião da elaboração dos estudos de arranjo, foi considerada, em todas as alternativas, a potência instalada de 3.150 MW — com a implantação de 44 unidades Bulbo de 71,6 MW (na saída do gerador) —, que representa o limite do estado da arte atual. Outras características consideradas foram:

- vazão máxima turbinada 561 m³/s
- diâmetro do rotor 7,90 m
- queda líquida de referência 15,10 m

— A geração antecipada

Em todas as alternativas analisadas, adotou-se o conceito de antecipar a entrada em operação comercial do maior número possível de unidades, de forma a antecipar receitas com a obra ainda em andamento.

— Os níveis dos reservatórios

Todas as alternativas consideraram os níveis máximo normal e o máximo maximórum do reservatório de Santo Antônio nas elevações 70,00 m e 72,00m, respectivamente.

Descrição das Alternativas Estudadas

Dentre as diversas alternativas de arranjo e variantes estudadas e tecnicamente cotejadas, foram selecionadas três para detalhamento e quantificação, todas com eixo próximo aos eixos 1A e 1B anteriormente descritos, com as seguintes características principais:

Alternativa I

A Alternativa I tem seu eixo, não retilíneo, com todas as estruturas de concreto (Vertedouro, Tomada D'água e Casa de Força) dispostas nas margens do rio, de modo que possam ser executadas com o rio em seu leito natural e permitam antecipar a entrada de operação do maior número de unidades. O barramento é completado por uma Barragem de Enrocamento, fechando o leito do rio.

Na primeira fase de construção, o rio Madeira é mantido em seu leito natural. As Ensecadeiras de 1ª Fase, na margem direita e esquerda, foram dimensionadas para cheia de 300 anos de tempo de recorrência, para enfrentar três períodos de cheias. Durante esta fase serão executados:

Na margem esquerda:

- 44 unidades da Tomada d'Água / Casa de Força, com largura de bloco igual a 22,60m, divididas em dois conjuntos de 24 e 20 unidades, separados pela Área de Montagem Auxiliar;
- Área de Montagem Principal, com 4 blocos de 22,60m de largura, e Área de Descarga, um bloco de 12,00m de largura, ambas localizadas externamente à Tomada d'Água / Casa de Força;
- Área de Montagem Auxiliar, em correspondência ao Muro Divisor, com largura equivalente a dois blocos de 22,60m;
- Muro Divisor em CCR, transversal ao eixo do barramento, com extensão a montante e a jusante, para encosto das Ensecadeiras de 2ª Fase;
- Muro de Encosto em CCR, entre a Tomada D'água / Casa de Força e a Barragem de Fechamento do leito do rio, estendido, a montante e a jusante, para encosto das Ensecadeiras de 2ª Fase e da Barragem Principal;
- Canais de Adução e de Fuga com cotas de fundo iguais a 58,00m e 42,00m, respectivamente.

Na margem direita:

- Vertedouro com 21 vãos de 20,00 m de largura e soleira na El. 50,00m;
- Canal de Aproximação, em três trechos com cotas de fundo iguais a 42,00m, 47,00m e 60,00m;
- Canal de Restituição, com cota de fundo igual a 42,00m;
- Barragem de Fechamento da Margem Direita.

Ainda nesta fase, após as escavações dos Canais de Adução e de Fuga, serão implantadas, a seco, as Ensecadeiras Auxiliares de 2ª Fase, de proteção da área de implantação do segundo conjunto de unidades geradoras (20 unidades).

Uma vez concluídas as concretagens e as instalações Eletromecânicas do Vertedouro, bem como do primeiro conjunto de Tomada d'Água / Casa de Força (24 unidades), as Ensecadeiras de 1ª Fase serão removidas, iniciando-se o fechamento do rio.

Esse fechamento tem início com o lançamento das Ensecadeiras Principais de 2ª Fase, de montante e jusante, em enrocamento lançado (posteriormente vedado e alteado), e o conseqüente desvio do rio pelo Vertedouro com 10 blocos rebaixados (perfil Creager inconcluso) e 11 concluídos. Essas Ensecadeiras Principais de 2ª Fase, que serão incorporadas à Barragem de Enrocamento, de fechamento do rio, foram dimensionadas para cheias de mil anos de recorrência e deverão ter cotas de crista iguais a 73,00 e 66,00m, a montante e a jusante, respectivamente.

Em razão dos grandes volumes necessários à construção da Barragem de Enrocamento e da limitação do prazo disponível entre a conclusão do fechamento do rio e o início do período chuvoso, sua execução é prevista em dois períodos de estiagem. No primeiro, serão implantadas as ensecadeiras de montante e jusante, inclusive suas vedações. No período chuvoso subsequente (se possível) e no próximo período de estiagem, serão executados os tratamentos de fundações e o próprio maciço da Barragem de Enrocamento com núcleo argiloso e cota de crista na El. 75,50m.

O enchimento parcial do reservatório se dará após a construção das Ensecadeiras de 2ª Fase, que permitem o comissionamento e o início da operação comercial com as primeiras das 24 unidades geradoras.

As Ensecadeiras Auxiliares de 2ª Fase serão removidas após a conclusão das montagens eletromecânicas correspondentes ao segundo conjunto de unidades geradoras.

Esta Alternativa, permite a geração antecipada de 24 unidades já com o reservatório na El. 70,00m.

Alternativa II

Alternativa II é bastante semelhante à Alternativa I, até quanto à manutenção do eixo, diferindo quanto a construção do Vertedouro em dois módulos: o primeiro, composto pelo Vertedouro Principal, com 18 vãos, localizado na margem direita e implantado durante a primeira fase de construção, e o segundo, pelo Vertedouro Auxiliar, com 4 vãos, localizado na margem esquerda, previsto para ser implantado também durante a primeira fase de construção. Ambos têm soleira na El.50,00m e vãos de 20m de largura;

Os demais aspectos, isto é, etapas ou fase de construção, cotas de Ensecadeiras, cotas dos Canais de Aproximação e de Restituição do Vertedouro, bem como as cotas dos Canais de Adução e de Fuga permanecem inalterados.

A divisão do Vertedouro em dois módulos, a serem implantados em margens diferentes, teve o objetivo de reduzir as interferências construtivas com a área urbana de Porto Velho na margem direita e de melhorar as condições de aproximação do Vertedouro Principal.

Esta Alternativa permite também a geração antecipada de 24 unidades já com o reservatório na El. 70,00m.

Alternativa III

A Alternativa III tem o eixo posicionado próximo ao do término da cachoeira de Santo Antônio, próximo ao eixo 1B, anteriormente descrito. O eixo configura uma poligonal formada por três segmentos (da esquerda para direita): o eixo retilíneo da Tomada d'água / Casa de Força; seguida pelo eixo retilíneo e em curva da Barragem de Fechamento do leito do rio e pelo eixo retilíneo do Vertedouro já na margem direita, na ilha do Presídio. O eixo da barragem forma uma deflexão de 30° com eixo da TA/CF, sem concordância.

Quanto à disposição das estruturas, é mantida a mesma estabelecida para a Alternativa I. Os demais aspectos, isto é, etapas ou fase de construção, cotas de Ensecadeiras, cotas dos Canais de Aproximação e de Restituição do Vertedouro, bem como as cotas dos Canais de Adução e de Fuga, permanecem inalterados.

Esta Alternativa permite também a geração antecipada de 24 unidades já com o reservatório na El. 70,00m.

Análise das Alternativas e Seleção do Arranjo

As alternativas de arranjo estudadas foram tecnicamente comparadas e analisadas quanto aos custos de implantação — quantidades dos principais serviços. As receitas da geração antecipada, ou seja, a receita decorrente da operação comercial com a obra ainda em andamento, são iguais em todas alternativas, bem como as interferências na margem direita.

A análise de custos limitou-se à comparação dos principais quantitativos de obras civis, uma vez que os custos dos equipamentos eletromecânicos são iguais em todas as alternativas de arranjo estudadas. Para cada alternativa, foram estimados os volumes de escavação em solo, escavação em rocha, de concreto e de barragem, resultando na classificação das alternativas, em ordem crescente de custos: Alternativas I, III e II.

Destaca-se, que em relação aos custos, as Alternativas I e III são bastante semelhantes, com ligeira vantagem da Alternativa I. A Alternativa I apresenta um volume de escavação em rocha maior do que o da Alternativa III (cerca de $3 \times 10^6 \text{ m}^3$), enquanto a Alternativa III tem um maior volume de escavação em solo (cerca de $6 \times 10^6 \text{ m}^3$) e de barragem (cerca de $1 \times 10^6 \text{ m}^3$) do que a Alternativa I.

Com relação aos aspectos técnicos, o eixo da Alternativa I situado mais a montante que o eixo da Alternativa III, elimina as dificuldades de lançamento e vedação da pré-ensecadeira de jusante devido à presença de solos aluvionares ocorrentes na região dos espaldares de jusante da Alternativa III, e apresenta maior facilidade de implantação da pré-ensecadeira de montante, por apoiar-se sobre as ilhas a montante da cachoeira de Santo Antônio.

Em função desses aspectos, a Alternativa I foi selecionada para detalhamento. O desenho PJ-0532-V3-GR-DE-0021 mostra o arranjo geral da alternativa selecionada para o AHE Santo Antônio.

CAPÍTULO VI – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

1. RESPONSÁVEIS LEGAIS

Para os dois aproveitamentos em estudo os responsáveis pelas instituições empreendedoras são:

- Nome: Furnas Centrais Elétricas S.A
- CNPJ: 23.274.194/0001-19
- Número do Registro Ativo: 48500.000104/03-53;
- Endereço: Rua Real Grandeza nº 219 – Rio de Janeiro;
- Telefone/Fax: (21) 2528-5020 / (21) 2528-5113
- Representantes Legais: Norma Pinto Villela
- Pessoa de Contato: Antônio de Pádua Benfica Guimarães
adpadua@furnas.gov.br

- Nome: Construtora Norberto Odebrecht S.A;
- CNPJ: 15.102.288/0001-82
- Número do Registro Ativo: 48500.000104/03-53;
- Endereço: Praia de Botafogo nº 300, 11º. Andar – Rio de Janeiro;
- Telefone/Fax: (31) 3281-8044 / (31) 3281-7747;
- Representantes Legais: José Bonifácio Pinto Júnior
- Pessoa de Contato: José Bonifácio Pinto Junior
Rua Paraíba 1323, 5º. Andar
Belo Horizonte-MG
jboni@br.odebrecht.com

2. HISTÓRICO DOS PROPONENTES

A proposta para a implantação dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau é uma iniciativa da parceria firmada entre as empresas FURNAS Centrais Elétricas S.A. e ODEBRECHT – Construtora Norberto Odebrecht S.A.

FURNAS Centrais Elétricas S.A. foi criada no final da década de 1950 para abastecer os principais centros econômicos do Brasil: São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

Em 1963 iniciou a operação da Usina Hidrelétrica Furnas, a primeira de grande porte no País. Hoje, FURNAS está presente no Distrito Federal e nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Paraná e Rondônia. A Empresa conta com um complexo de dez usinas hidrelétricas, além de Peixe Angical (TO), em construção, e duas termelétricas, totalizando uma potência de 9.467 MW. Conta, ainda, com mais de 18.000 km de linhas de transmissão e 43 subestações, garantindo o fornecimento de energia elétrica em uma região onde estão situados 51% dos domicílios brasileiros e que responde por 65% do Produto Interno Bruto - PIB do País.

Fundada em 1944, a Organização Odebrecht atua nas áreas de Engenharia, Construção, Química e Petroquímica e tem participações nos setores de infra-estrutura e serviços públicos. São mais de 28 mil integrantes em países da América do Sul, América do Norte, África e Europa. O Brasil é o país-sede.

CAPÍTULO VII – CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

A caracterização dos Aproveitamentos Hidrelétricos Jirau e Santo Antônio, que constitui este capítulo é uma síntese das informações apresentadas no Relatório de Viabilidade desses Aproveitamentos. O objetivo que é levar os leitores a conhecer o projeto de engenharia proposto e as etapas construtivas dos AHEs em análise — elementos fundamentais para que se entenda o processo de avaliação dos impactos ambientais resultantes dos Aproveitamentos. Ressalta-se que, nos Desenhos apresentados, foi mantida a numeração utilizada no citado relatório, não obedecendo, portanto, à seqüência numérica dos demais desenhos dos Estudos Ambientais.

1. JUSTIFICATIVAS PARA OS EMPREENDIMENTOS

As Usinas Jirau e Santo Antônio são justificáveis por seus aspectos técnicos, econômicos e ambientais, além dos estratégicos, relacionados a sua inserção no projeto pan-americano de interligação energética e de transporte.

Apesar de o foco dos estudos centrar-se nos AHEs Jirau e Santo Antônio, localizados no rio Madeira, é importante a visualização de que os empreendimentos estão inseridos num contexto bem mais amplo, que envolve dois outros grandes projetos, formando um complexo de quatro Usinas Hidrelétricas e uma malha hidroviária de 4.200 km navegáveis, no âmbito de um futuro programa de integração de infra-estruturas de energia e de transportes entre Brasil, Bolívia e Peru.

No AHE de Jirau, merecem destaque especial seus fatores de capacidade, da ordem de 0,66 e 0,58, respectivamente, para o aproveitamento ótimo e para a operação com NA variável, os quais são superiores aos da média das usinas brasileiras.

Outra característica deste Projeto, que merece atenção destacada é a quantidade expressiva de energia firme a ser disponibilizada pelos Aproveitamentos, contribuindo para a garantia de energia necessária à continuidade do crescimento do País.

Em Santo Antônio, a característica do Aproveitamento que merece atenção especial é a quantidade expressiva de energia firme a ser disponibilizada pelo Aproveitamento, que apresenta fator de capacidade da ordem de 0,68, também superior ao da média das usinas brasileiras.

A energia dos AHEs Jirau e Santo Antônio permitirá, também, uma maior participação da geração hidráulica na matriz energética da região, atualmente com forte dependência da geração térmica. Há que ressaltar que a geração térmica regional utiliza combustíveis fósseis, com baixa participação de gás natural, acarretando um custo final de produção muito alto, se comparado ao da hidreletricidade. As usinas do Madeira vão, dessa forma, contribuir de maneira decisiva, para a modicidade tarifária.

A primeira geração comercial do AHE Jirau ocorrerá com 44 meses (3 anos e 8 meses) do início das obras, sendo disponibilizadas 6 unidades concomitantemente. A partir daí, uma unidade geradora entrará em operação comercial por mês, em média. Prevê-se que a última unidade geradora de Jirau entrará em operação comercial no 82º mês (6 anos e 10 meses) do

início das obras. Portanto, trata-se de um empreendimento altamente atrativo também sob o aspecto do retorno do capital investido.

Com o AHE Santo Antônio, ocorrerá o mesmo.

O regime hidrológico do rio Madeira possibilitou a adoção das turbinas do tipo Bulbo para os AHEs Jirau e Santo Antônio. Essas turbinas operam em baixas quedas, mas requerem uma vazão de água regular, para que possam operar sem restrições, característica natural do rio Madeira.

A tecnologia das turbinas do tipo Bulbo é plenamente dominada pela indústria nacional. Atualmente, há no mundo, unidades geradoras desse tipo, com capacidades individuais próximas a 70 MW, ou seja, já há tecnologia conhecida para a fabricação de unidades com 75 MW de potência, conforme proposto pelos estudos para os Aproveitamentos em questão.

Há, no Brasil, três usinas de grande porte que utilizam turbinas do tipo Bulbo Igarapava, Canoas 1 e Canoas 2. Isso se explica pelo fato de a maioria dos rios até então aproveitados, de regiões de planalto, possuir grandes quedas, o que viabiliza a utilização de outros tipos de turbinas, mais adequadas a tais características técnicas.

Para a região amazônica, de relevo de planície, com pequenas quedas em grandes extensões, os estudos indicam que a utilização de turbinas Bulbo, em rios com características hidrológicas, como as do Madeira, é a melhor opção, considerando a desejada limitação de áreas de alagamento, em função de não necessitarem de grandes quedas para sua operação, mas tão somente de água com vazão regular.

Isso possibilitou a limitação da altura de ambos os aproveitamentos, trazendo o grande benefício ambiental de uma reduzidíssima área de alagamento. O QUADRO A.VII. 1 adiante compara a relação km^2 de área inundada x potência instalada, para vários aproveitamentos na região amazônica, demonstrando de forma incontestante a vantagem comparativa dos Aproveitamentos estudados com relação às demais usinas.

QUADRO A.VII. 1 – Aproveitamentos Hidrelétricos na Região Amazônica
Áreas de Reservatório x Potência

USINAS NA REGIÃO AMAZÔNICA	ÁREA RESERVATÓRIOS (km²)	POTÊNCIA (MW)	ÁREA RESERVATÓRIO/POTÊNCIA DA USINA (km² / MW)
BALBINA	2.360	250	9,44
SAMUEL	584	217	2,69
MANSO	387	210	1,84
TUCURUÍ			
1ª ETAPA	2.414	4.000	0,61
2ª ETAPA		8.000	0,30
JIRAU	258	3.300	0,08
SANTO ANTÔNIO	271	3.150	0,086

Geração de Empregos e Arrecadação de Impostos

Prevê-se que a construção de cada Aproveitamento demandará cerca de 13.000 empregos diretos, em média, atingindo-se picos de 20.000 trabalhadores envolvidos nas obras.

Durante o período de construção das Usinas, haverá um significativo aumento da arrecadação tributária, nos três níveis de governo. Apesar de não se dispor de cálculos estimativos, as experiências de outras obras implantadas nas diversas regiões do País demonstram que há um relevante impacto nos principais impostos geradores de receitas para o município e para o estado (ICMS e ISSQN).

Tão logo se inicie a geração comercial das Usinas, prevista para 3 anos e 8 meses após o início das obras, o Município, o Estado e a União passarão a receber a Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos, estimada em R\$ 55 milhões/ano (relativas a Jirau) e R\$ 54,8 milhões/ano (relativas a Santo Antônio).

A distribuição desses valores no AHE de Jirau será da seguinte forma:

- R\$ 25 milhões/ano para o município de Porto Velho;
- R\$ 25 milhões/ano para o estado de Rondônia;
- R\$ 5 milhões/ano para a União.

Em Santo Antônio, a distribuição será da seguinte forma:

- R\$ 24,9 milhões/ano para o município de Porto Velho;
- R\$ 24,9 milhões/ano para o estado de Rondônia;
- R\$ 5,0 milhões/ano para a União.

Substituição de Geração Térmica / Crédito de Carbono

Os AHEs e Santo Antônio deverão, adicionalmente, através da produção de energia renovável, manter o Brasil como país de baixa emissão de carbono através de sua matriz energética, contribuindo, assim, para reduzir as emissões de gases de efeito-estufa global e manter o rumo do desenvolvimento sustentado da Nação. Para todos os fins as Reduções Certificadas de Emissões (*Certified Emission Reductions*) oriundas desses Projetos, conforme regras do mecanismo de Desenvolvimento Limpo incluso no Protocolo de Kyoto e Acordo de Marrakesh, deverão auxiliar a viabilização dos projetos específicos.

2. APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO JIRAU

2.1 Dados Técnicos do Empreendimento

AHE JIRAU	
N.A. Máximo Normal	El. 90,00m
N.A. Mínimo Normal	El. 82,50m
N.A. Normal Jusante	El. 74,23m
Área do Reservatório	258 Km ²
Volume do Reservatório	2.015 x 10 ⁶ m ³
Potência Instalada	3.300 MW
Energia Média	1.973 MW médios
Queda Bruta	16,6m
Tipo de Turbina	Bulbo
Potência Unitária	75 MW
Nº Unidades	44
Barragem Tipo	Concreto/Enrocamento
Altura Máxima da Barragem	35,5m
Vertedouro Tipo	Controlado
Número de Comportas	21
Desvio do Rio	Pelo Vertedouro
Subestação Elevadora Tensão	13,8 kV/500 kV
Linha de Transmissão Extensão	120Km
Cronograma – Principais Fases	
Início das Obras até o Desvio do Rio	39 meses
Desvio até o Enchimento do Reservatório	5 meses
Início das Obras até a Geração da Unidade 01	44 meses
Início das Obras até a Geração da Unidade 44	82 meses

2.2 Descrição do Aproveitamento Hidrelétrico de Jirau

O Arranjo do AHE Jirau (conforme Desenho PJ-0519-V3-GR-DE-0022) foi desenvolvido com todas as estruturas de concreto – Vertedouro, Tomada D'água e Casa de Força – dispostas nas margens do rio, com as escavações, concretagens e montagens eletromecânicas respectivas executadas com o rio em seu leito natural. O fechamento do rio, através de Barragem de Enrocamento e Enscadeiras incorporadas, é realizado ao final, com o desvio se processando pelo Vertedouro.

O reservatório a ser formado com a implantação da usina é muito pequeno. No NA máximo normal, 90,00m, o reservatório acumula um volume da ordem de 2.015 x 10⁶m³, ocupando uma área de 258km², em janeiro. Dessa área, cerca de 136km² correspondem à inundação natural, resultando um acréscimo de área inundada de apenas 108km².

O eixo do aproveitamento configura uma poligonal formada (da esquerda para direita): pelo eixo retilíneo, do Vertedouro, pelo eixo da Barragem de Enrocamento (de fechamento do leito do rio), em curva circular imediatamente a montante do início da Cachoeira de Jirau; pelo

eixo da Barragem de CCR, paralelo ao rio e sobre a margem direita, e pelo eixo retilíneo das Tomadas D'água / Casa de Força, localizado a cerca de 500m da margem direita, e que forma com o eixo da Barragem de CCR uma deflexão de aproximadamente 90°.

As características do sítio determinam volumes escavados em rocha da ordem de 38 milhões de m³, medidos “in situ”, para implantação do arranjo. Grande parte deste material, cerca de 40 milhões de m³ (com “empolamento”), não utilizada na construção do empreendimento, será destinada a bota-foras localizados em ambas as margens. Além desses locais serão também utilizados bota-foras localizados no leito do rio Madeira, a cerca de 2,5km a montante e a jusante do eixo da Barragem, para lançamento dos materiais provenientes de escavações submersas realizadas na área do Canal de Aproximação e do Canal de Restituição do Vertedouro.

Na primeira fase de construção o rio Madeira é mantido em seu leito natural. As Ensecadeiras Auxiliares 1 e 2 na margem direita e a Ensecadeira Auxiliar 4 na margem esquerda, dimensionadas para cheia de 300 anos de tempo de recorrência, para enfrentarem 3 períodos de cheias, permitem a construção em suas margens mesmo nos períodos de cheia. Durante esta fase serão executados:

Na margem direita:

- 44 unidades da Tomada d'Água / Casa de Força, com largura de bloco igual a 22,10m, divididas em dois conjuntos de 24 e 20 unidades, separados pela Área de Montagem Auxiliar AM-5 e AM-6;
- Muro Divisor em CCR, transversal ao eixo do barramento, com extensão a montante e a jusante para encosto das Ensecadeiras Auxiliares 9 e 10, respectivamente a montante e a jusante;
- Barragem de Concreto Compactado a Rolo (CCR), na extremidade esquerda da Casa de Força, com eixo retilíneo, de direção perpendicular ao eixo desta, definindo o limite do Canal de Adução, sendo abraçado pela Barragem de Enrocamento na extremidade de montante e permitindo o encosto da Ensecadeira Auxiliar 9;
- Muro Lateral Esquerdo da Casa de Força;
- Canais de Adução e de Fuga com cotas de fundo iguais a 78,00m e 63,00m, respectivamente;
- Área de Montagem Principal, AM-1 a AM-4, com 4 blocos de 22,10 m de largura, e Área de Descarga, bloco de 15,00m de largura, ambas localizadas externamente à Tomada d'Água / Casa de Força, em sua extremidade direita;
- Área de Montagem Auxiliar, AM-5 e 6, em correspondência ao Muro Divisor da Casa de Força, montante e jusante, com largura equivalente a 2 blocos de 22,10m;

Na margem esquerda:

- Vertedouro com 21 vãos de 20,00m de largura e soleira na El. 70,00m, com comportas segmento;

- Canal de Aproximação, em curva, com cota de fundo em patamares nas Elevações 70,00, 64,00 e 62,00m, de montante para jusante;
- Canal de Restituição, tem seu eixo alinhado com o leito natural do rio a jusante, e cotas de fundo iguais a 62,00 e 66,00m de montante para jusante.

Além dessas estruturas está prevista a construção de Eclusa e canais de navegação, localizados na margem direita, com eixo retilíneo, afastado cerca de 100 metros da área de montagem.

Concluídas as concretagens e instalações Eletromecânicas do Vertedouro, bem como do primeiro conjunto de Tomada d'Água / Casa de Força (24 unidades), as Ensecadeiras Auxiliares serão removidas e iniciado o fechamento do rio.

O fechamento tem início com o lançamento de cordões de enrocamento das pré –ensecadeiras de montante e jusante, em enrocamento lançado e vedado por montante com solo lançado, e o conseqüente desvio do rio pelo Vertedouro. Após a construção das pré-ensecadeiras serão iniciadas a construção das Ensecadeiras Principais que serão incorporadas à Barragem de Enrocamento, Essas ensecadeiras, dimensionadas para cheias de 1.000 anos de recorrência, deverão ter cotas de crista iguais a 93,00 e 83,00m, montante e jusante, respectivamente.

Em razão dos grandes volumes necessários à construção da Barragem de Enrocamento e da limitação do prazo disponível entre a conclusão das Ensecadeiras Principais e o início do período chuvoso, sua execução é prevista para o próximo período hidrológico. No período chuvoso subsequente (se possível) e no próximo período de estiagem serão executados os tratamentos de fundações e o próprio maciço da Barragem de Enrocamento, com núcleo argiloso e cota de crista na El. 95,50m.

O enchimento parcial do reservatório se dará após a construção das Ensecadeiras de Principais que permitem o comissionamento e o início da operação com as primeiras das 26 unidades geradoras.

As Ensecadeiras Auxiliares 9 e 10 serão removidas por dragagens após a conclusão das montagens eletromecânicas correspondentes ao segundo conjunto de unidades geradoras.

O conjunto das estruturas de barramento possui a cota de coroamento das na El. 95,50m, garantindo uma borda livre de 3,50m acima do N.A. máximo maximorum.

Além desse conjunto de estruturas está prevista também a relocação de 45km da Rodovia BR-364 devido à interferência com o reservatório.

A geração comercial do empreendimento ocorrerá com a obra ainda em andamento. Em novembro de 2009 está previsto a entrada em operação de 6 unidades, e a partir deste marco, a entrada de mais 3 unidades a cada três meses, até a geração completa prevista para janeiro de 2013, o que proporcionará importantes benefícios ao fluxo financeiro do empreendimento. O cronograma detalhado da entrada em operação das unidades geradoras é apresentado no QUADRO A.VII. 2.

QUADRO A.VII. 2– Cronograma da Entrada em Operação das Unidades Geradoras

T (meses) (¹)	Final do Mês de (²)	Ano	Quantidades de Unidades em Operação	
44	Novembro	2009	6	
47	Fevereiro	2010	9	
50	Maio	2010	12	
53	Agosto	2010	15	(¹) tempo em meses a partir do início da obra.
56	Novembro	2010	18	
59	Fevereiro	2011	21	
62	Maio	2011	24	
65	Agosto	2011	27	(²) foi considerado o início da obra em abril/2006
68	Novembro	2011	30	
71	Fevereiro	2012	33	
74	Maio	2012	36	
77	Agosto	2012	39	
80	Novembro	2012	42	
82	Janeiro	2013	44	

2.2.1 Características de Operação do Futuro Reservatório do Aproveitamento Hidrelétrico de Jirau

a) Curva Cota X Área e Cota X Volume

O AHE Jirau operará com NA normal de operação variável de forma que o remanso provocado pelo reservatório não altere os níveis d'água atuais do rio Madeira a montante de Abunã, para a vazão média mensal de cada mês.

Em reservatórios com pequeno volume de acumulação em relação às vazões afluentes, à semelhança do reservatório do AHE Jirau, o “espelho” é função do nível d'água operacional e das vazões afluentes em cada instante, sendo, portanto, uma variável temporal. Com a operação do AHE Jirau com nível d'água variável, as características de temporalidade do reservatório são muito mais marcantes em função da grande variabilidade dos níveis operativos (82,50m a 90,00m) e das vazões afluentes (5.600 a 33.600m³/s).

Em função dessas características, calculou-se a área do reservatório, a área do estirão fluvial em condições naturais, e a extensão que são apresentados na TABELA A.VII. 1 . São também

apresentados nesta tabela o volume do reservatório, obtido da curva cota x volume do reservatório TABELA A.VII. 2 o tempo de residência média mensal estimado pelo quociente entre o volume do reservatório e a vazão média mensal, a profundidade média estimada pelo quociente entre o volume e a área do reservatório, e o acréscimo de área inundada obtido pela diferença entre a área inundada com reservatório e em condições naturais.

A análise dos valores apresentados na TABELA A.VII. 1 mostra que as características geométricas e hidráulicas do reservatório têm uma variação sazonal, como detalhado a seguir:

- A área do reservatório o volume, e a profundidade média aumentam no período de cheias, diminuindo no período de estiagem. Por outro lado, o comprimento do reservatório é diferente: diminui no período de cheias e aumenta no período de estiagem.
- O tempo de residência, em geral muito pequeno, varia de um mínimo de cerca de 18 horas em março a um máximo de 40 horas em setembro.
- O acréscimo de área inundada é também muito pequeno, variando entre 108 e 31km², respectivamente, em janeiro e setembro.

A área máxima inundada do reservatório do AHE Jirau considerando a operação com NA variável foi obtida pela envoltória dos reservatórios definidos mês a mês totalizando cerca de 240km².

Os dados para obtenção das curvas cota x área e cota x volume foram extraídos da restituição aerofotogramétrica e das informações topobatimétricas do local do aproveitamento que indicam, como elevação média do leito do rio Madeira, a cota 65,00m.

A TABELA A.VII. 2 apresenta as áreas medidas e os volumes calculados para o AHE Jirau .

TABELA A.VII. 1 – Reservatório do AHE Jirau – Características Geométricas e Hidráulicas

Mês	Vazão Média Mensal	Reservatório				Tempo de Residência	Profundidade Média	Área do Estirão Fluvial em Condições Naturais	do Acréscimo de Área
		NA operativo	Área	Extensão	Volume				
	m ³ /s	m	km ²	Km	hm ³	h	m	km ²	km ²
Janeiro	23.900	90,0	244,03	108,650	2015,26	23	8,26	136,45	107,58
Fevereiro	29.100	90,0	220,03	88,300	2015,26	19	9,16	133,74	86,29
Março	33.600	90,0	200,22	70,418	2015,26	17	10,07	132,46	67,76
Abril	30.200	90,0	220,02	84,825	2015,26	19	9,16	133,89	86,13
Maiο	22.700	89,5	225,51	108,000	1894,64	23	8,40	137,42	88,09
Junho	15.900	87,0	168,63	113,288	1378,91	24	8,18	121,10	47,53
Julho	10.600	85,0	155,27	128,302	1081,50	28	6,97	124,02	31,25
Agosto	6.800	83,0	138,38	128,302	855,00	35	6,18	115,54	22,84
Setembro	5.600	82,5	136,87	128,302	806,54	40	5,89	109,94	26,93
Outubro	6.800	83,0	138,38	128,302	855,00	35	6,18	115,54	22,84
Novembro	10.400	85,0	155,27	128,302	1081,50	29	6,97	124,02	31,25
Dezembro	16.600	87,5	171,72	115,927	1471,05	25	8,57	120,74	50,98
Mínimo	5.600	82,5	136,87	70,42	806,54	17	5,9	109,94	22,84
Médio	17.683	86,9	181,19	110,91	1457,10	26	7,8	125,41	55,79
Máximo	33.600	90,0	244,03	128,30	2015,26	40	10,1	137,42	107,58

TABELA A.VII. 2 – AHE Jirau - Curvas Cota x Área e Cota x Volume do Reservatório

Cota (m)	Área (km ²)	Volume (hm ³)
65,00	0,00	0,00
66,00	5,31	2,66
67,00	10,61	10,61
68,00	15,66	23,75
69,00	20,62	41,89
70,00	25,86	65,13
71,00	31,10	93,61
72,00	36,07	127,19
73,00	41,39	165,92
74,00	46,48	209,85
75,00	51,77	258,98
76,00	56,91	313,31
77,00	62,18	372,85
78,00	67,86	437,87
79,00	73,56	508,58
80,00	79,88	585,31
81,00	86,31	668,40
82,00	93,01	758,07
83,00	100,85	855,00
84,00	111,96	961,40
85,00	128,23	1.081,50
86,00	147,65	1.219,44
87,00	171,30	1.378,91
88,00	197,23	1.563,18
89,00	224,47	1.774,02
90,00	258,00	2.015,26
91,00	305,44	2.296,98
92,00	375,60	2.637,50
93,00	433,55	3.042,07
94,00	492,68	3.505,19
95,00	552,00	4.027,52

b) Enchimento do Reservatório

O reservatório do AHE Jirau tem um volume pequeno em relação à magnitude das vazões afluentes. Por essa razão, seu enchimento poderá ocorrer em poucos dias, dependendo fundamentalmente de requisitos ambientais e da regra operativa que venha a ser adotada para o Vertedouro durante esse período.

O cronograma de implantação do projeto estabelece o mês de outubro com meta para consolidação do fechamento do leito do rio pelas pré-ensecadeiras, com toda a vazão afluyente passando pelo Vertedouro, este com 11 vãos concluídos (soleira na El. 70,00m) e 10 inconclusos (soleira na El. 64,00). Durante o mês seguinte ao término da implantação das pré-ensecadeiras, portando em novembro, serão realizados os trabalhos para alteá-lo atingindo as El. 93,00 e 86,00m, montante e jusante, respectivamente.

O tempo de enchimento foi calculado considerando a seguinte regra operacional para o Vertedouro:

- o Vertedouro será operado durante o período de elevação da ensecadeira, de modo a manter a igualdade entre as vazões afluentes e defluentes, até a consecução da cota final das ensecadeiras;
- ao atingir as cotas finais das ensecadeiras, o Vertedouro é parcialmente fechado para garantir uma vazão mínima para jusante, admitida por hipótese igual $3.240\text{m}^3/\text{s}$ que corresponde ao valor de $Q_{7,10}$ em AHE Jirau, e o enchimento do reservatório.

Admitindo a ocorrência de um ano hidrológicamente seco, definido como aquele com 90% de permanência de vazões iguais ou maiores, a vazão afluyente média mensal em novembro é igual a $6.232\text{m}^3/\text{s}$ e o nível d'água do reservatório é igual a 72,48m (controlado pelo Vertedouro). O volume do reservatório entre esta cota e o NA normal operativo do mês de novembro, 85,00 m (conforme TABELA A.VII. 3), é igual a $1.081 \times 10^6\text{m}^3$. Nessas condições o tempo de enchimento do reservatório é de apenas 3,6 dias.

A TABELA A.VII. 3 apresenta outros cálculos para diferentes situações hidrológicas, bem como para o mês de dezembro, numa eventual hipótese de atraso de cronograma. Observa-se que todos os resultados indicam tempos de enchimento inferiores à situação anteriormente descrita.

TABELA A.VII. 3 – Tempos de enchimento do Reservatório

Mês	Regime Hidrológico	Permanência	Vazões Afluentes m^3/s	Reservatório						Tempos de enchimento dias
				NA inicial m	NA Operacional m	Volume Inicial 10^6m^3	Volume Final 10^6m^3	Diferença Volume 10^6m^3	Vazão Defluente m^3/s	
Novembro	Seco	90%	6.232	72,48	85,00	145,78	1.081,50	935,72	3240	3,6
	Médio	50%	9.594	74,24	85,00	221,64	1.081,50	859,86	3240	1,6
	Úmido	10%	14.413	76,24	85,00	327,60	1.081,50	753,90	3240	0,8
Dezembro	Seco	90%	10.402	74,61	87,50	239,82	1.471,05	841,68	3241	1,4
	Médio	50%	16.468	76,98	87,50	371,66	1.471,05	709,84	3241	0,6
	Úmido	10%	20.817	78,38	87,50	464,74	1.471,05	616,76	3241	0,4

c) Operação do Futuro Reservatório do Aproveitamento Hidrelétrico de Jirau

Os dados disponíveis a época dos Estudos de Inventário permitiram definir o AHE de Jirau como uma usina a fio d'água com NA máximo normal na El. 90,00m, de modo a manter inalterado o regime fluvial do rio Madeira, a montante da localidade de Abunã (divisa Brasil – Bolívia), e de seus afluentes bolivianos.

Entretanto, os levantamentos topográficos executados na etapa posterior de projeto (Viabilidade) demonstram que o nível d'água normal do reservatório do AHE Jirau, se for mantido constante na El. 90,00m poderá influenciar o regime fluvial do rio Madeira a montante de Abunã, perenizando áreas antes só atingidas durante o período de cheias.

No período de cheias este nível d'água (90,00m) é inferior aos níveis máximos observados anualmente na estação fluviométrica de Abunã, indicando que neste período os níveis de água atingem cotas superiores à El. 90,00 do reservatório, o que o faz situar-se integralmente em território nacional. Entretanto, no período de águas baixas, o remanso provocado pela manutenção do nível d'água na El. 90,00 no reservatório estender-se-ia a montante de Abunã, alterando a permanência dos níveis naturais de água nesta região.

Assim sendo, definiu-se que o reservatório do AHE Jirau será operado com *NA variável*, através de uma *Curva Guia do Reservatório*, de forma que as condições do regime fluvial do rio Madeira a montante de Abunã permaneçam inalteradas.

A curva Guia estabelecida, apresentada no QUADRO A.VII. 3, define os NAs junto à usina a serem mantidos mês a mês, de forma que o remanso provocado pelo reservatório não altere os níveis d'água atuais do rio Madeira a montante de Abunã, para vazão média mensal de cada mês.

Nos desenhos PJ-0519-V3-GR-DE-0005, PJ-0519-V3-GR-DE-0109 e PJ-0519-GR-V3-DE-0115 observam-se a Envoltória dos Reservatórios Mensais do AHE Jirau, o Reservatório em Março na El. 90,00m e o Reservatório em Setembro na El. 82,50m, respectivamente.

Cabe esclarecer que a configuração da envoltória do reservatório é a sua representação durante todos os meses do ano e os meses de março e setembro, representam o reservatório nas cotas 90,00m (pico da cheia) e 82,50m (pico da estiagem), respectivamente.

QUADRO A.VII.3 – Curva Guia do Reservatório

Mês	Vazão Média Mensal (m ³ /s)	NA reservatório (m)
Jan	23.900	90,00
Fev	29.100	90,00
Mar	33.600	90,00
Abr	30.200	90,00
Mai	22.700	89,50
Jun	15.900	87,00
Jul	10.600	85,00
Ago	6.800	83,00
Set	5.600	82,50
Out	6.800	83,00
Nov	10.400	85,00
Dez	16.600	87,50

Com a operação do AHE Jirau com nível d'água variável, as características de temporalidade do reservatório são muito marcantes em função da grande variabilidade dos níveis operativos (82,50m a 90,00m) e das vazões afluentes (5.600 a 33.600m³/s). O reservatório tem suas dimensões reduzidas e se estenderá entre as condições médias indicadas a seguir, ficando sempre limitado ao trecho a jusante de Abunã.

- Na estiagem, cujo pico é no mês de setembro, considerando o reservatório com NA mínimo normal na El. 82,50m e a vazão média mensal estimada em 5.600m³/s, o reservatório se estenderá até cerca de 128km a montante da usina. A área estimada do reservatório é de cerca de 136,9km², enquanto que a área inundada em condições naturais é de 109,9km², resultando em um acréscimo de área inundada de apenas 27km². Nesta condição o reservatório acumula um volume da ordem de 806,54 x 10⁶m³ e o tempo de residência é igual a 40 horas.
- Na cheia, em janeiro, considerando o reservatório com NA máximo normal na El. 90,00m e a máxima vazão média mensal estimada em 23.900m³/s, o reservatório se estenderá até cerca de 110 km a montante da usina. A área estimada do reservatório é de cerca de 258 km², enquanto que a área inundada em condições naturais é de 136 km², resultando um acréscimo de área inundada de 108km². Nesta condição o reservatório acumula um volume da ordem de 2.015 x 10⁶m³ e o tempo de residência estimado é igual a 23 horas.

Desta forma, o AHE Jirau operado com NA variável, segundo a Curva Guia, caracteriza-se como um empreendimento integralmente nacional. Destaca-se que a Curva Guia estabelecida é uma curva válida para efeito de planejamento, considerando a vazão média mensal. Em tempo real o reservatório deverá ser operado a partir das curvas de remanso e de um sistema de quantificação e previsão de aflúncias em Abunã, apoiado em uma rede telemétrica de aquisição de dados em tempo real na bacia do rio Madeira.

d) Estudos de Remanso

O estudo de remanso no reservatório do AHE Jirau teve o objetivo de permitir a análise da influência do reservatório sobre os níveis d'água no rio Madeira, no trecho compreendido entre o barramento e a localidade de Abunã.

- Remanso Devido ao AHE Jirau - Trecho: cachoeira de Jirau a Abunã

Neste trecho, com cerca 128 km de extensão, foram utilizadas 21 seções transversais, sendo 18 obtidas diretamente dos levantamentos topobatimétricos e 3, da restituição aerofotogramétrica na escala de 1:10.000.

A TABELA A.VII. 4 apresenta a identificação das seções transversais utilizadas e as distâncias entre elas.

TABELA A.VII. 4 – Estudos de Remanso do Rio Madeira - Trecho: Jirau – Abunã Identificação e Distâncias entre as Seções Transversais Utilizadas

Seção	Distância entre Seções (km)	Distância Acumulada (km)	Observações
28	0	0	AHE Jirau - Est. Lim. Cachoeira Jirau Montante
29	18.331	18.331	
30	15.217	33.548	
31	9.420	42.968	
32	2.133	45.101	
33	970	46.071	
34	1.995	48.066	
34,5 (S109)	9.373	57.439	
35	4.536	61.975	
36	7.232	69.207	
37	3.673	72.880	
38	3.292	76.172	
38,5 (S115)	6.172	82.344	
39	8.421	90.765	
40	4.940	95.705	
40,5 (S115)	3.331	99.036	
41	6.515	105.551	
41,5 (S117)	4.169	109.720	
42	7.510	117.230	
42,3 (S119)	1.747	118.977	
42,6 (S121)	9.325	128.302	Estação Fluviométrica Abunã Vila

Observações:

- As seções indicadas em negrito correspondem às seções com levantamento topobatimétrico.
- A numeração entre parênteses corresponde à numeração da seção na fase de inventário.

- Remanso em Condições Naturais

Foram simulados dois grupos de vazões para as diferentes descargas dos perfis de linha d'água do rio Madeira, em condições naturais. O primeiro engloba as vazões médias mensais em AHE Jirau – 23.900, 29.100, 33.600, 30.200, 22.700, 15.900, 10.600, 6.800, 5.600, 6.800, 10.400 e 16.600m³/s (correspondentes ao ano civil). O segundo grupo engloba as vazões 48.800, 60.200, 71.400 e 82.600m³/s, que correspondem às cheias de 10, 100, 1.000 e 10.000 anos de recorrência.

- Remanso com o Reservatório

O remanso no rio Madeira devido a implantação do AHE Jirau foi determinado através de simulações do modelo de escoamento.

Foram realizados dois conjuntos de simulações. O primeiro compreende as simulações realizadas para definição da Curva-Chave da estação fluviométrica de Abunã Vila, no rio Madeira, com influência do remanso do AHE Jirau. Foram consideradas 13 vazões, variando entre 1.000 e 48.800m³/s e seis diferentes níveis d'água do reservatório, variando entre 82,00 e 92,00m.

O segundo conjunto de simulações compreende aquelas realizadas para subsidiar a definição da Curva-Guia do Reservatório, estabelecida com o conceito de que a operação do reservatório não deve alterar o regime fluvial do rio Madeira a montante de Abunã. Ou seja, para uma dada descarga, o nível d'água em Abunã em condições naturais, definida pela envoltória superior da Curva-Chave natural, deve ser igual ao nível d'água remansado pelo reservatório do AHE Jirau.

Além dessas simulações, esse conjunto compreende aquelas referentes à situação de vazões de cheias: 48.800, 60.200, 71.400, e 82.600m³/s, que correspondem a 10, 100, 1.000 e 10.000 anos de recorrência, sendo as três primeiras associadas ao NA máximo operativo (El. 90,00m) e a última, associada ao NA máximo maximorúm (El. 92,00m).

- Análise da Influência do Reservatório do AHE Jirau sobre os níveis d'água no Rio Madeira a Montante

As principais conclusões do estudo de Remanso Devido ao Reservatório do AHE Jirau, operado com NA variável, segundo a Curva-Guia do reservatório, sobre os níveis d'água do rio Madeira, podem ser resumidas a seguir.

- A influência do reservatório é maior nas proximidades da usina, diminuindo para montante, até tornar-se nula na região de Abunã.
- Na seção S33, localizada próximo à foz do rio Mutum-Paraná, a cerca de 46 km da usina, observa-se que, em termos médios, o nível d'água com o reservatório é, aproximadamente 5,0 m superior ao nível d'água natural, com uma sobrelevação de cerca de 3,0m em março e de cerca de 6,0m, em setembro.
- Na seção S40, localizada a jusante da foz do igarapé São Simão, a cerca de 91 km da usina, observa-se que, em termos médios, o nível d'água com o reservatório é 2,8m

superior ao nível d'água natural, com uma sobrelevação de cerca de 1,3m em março e de cerca de 3,5m, em setembro.

- A cidade de Abunã Vila, localizada na margem direita do rio Madeira em território brasileiro, e a de Fortaleza do Abunã, localizada na margem esquerda do rio Abunã, também em território brasileiro, não sofrerão influência de remanso do reservatório do AHE Jirau.
- O regime fluvial do rio Madeira e de seus afluentes no trecho a montante de Abunã não é alterado independentemente do período hidrológico, cheias ou estiagem. Dessa forma, o reservatório de AHE Jirau está integralmente contido em território brasileiro.

2.2.2 Etapas de Construção e Desvio do Rio

A execução das obras do AHE Jirau será desenvolvida no prazo total de 82 meses, a partir do mês de abril do Ano 1, compreendendo as seguintes etapas de construção:

- Mobilização de Pessoal e Equipamentos;
- Construção de Acessos e Implantação do Sistema de Travessia do Rio Madeira;
- Construção das Instalações do Canteiro e Acampamento;
- Construção da Tomada d'Água e Casa de Força;
- Construção do Vertedouro;
- Execução das Obras para o Desvio do Rio e Construção da Barragem de Enrocamento.

As etapas de Construção de Acessos e Implantação do Sistema de Travessia do Rio Madeira e de Construção das Instalações do Canteiro e Acampamento serão descritas no item 2.4.2 - Infra-Estrutura de Apoio às Obras.

Os trabalhos de construção da Eclusa serão desenvolvidos nos seguintes períodos: entre o 15º e o 19º mês para os trabalhos de desmatamento, e entre o 33º e o 53º mês para o desenvolvimento das obras civis e montagens eletromecânicas.

Os desenhos PJ-0519-V3-GR-DE-0023 a 0025 apresentam as plantas representativas da seqüência construtiva, para os anos 1 e 2, 3 e 4, 5 a 7, respectivamente.

2.2.3 Mobilização de Pessoal e Equipamentos

Os trabalhos de mobilização de equipamentos e de pessoal serão realizados num prazo de aproximadamente 16 meses contados a partir da data de início das obras. Serão mobilizados prioritariamente os recursos necessários para o desenvolvimento dos trabalhos de implantação de acessos e construção das instalações do canteiro e acampamento.

Os recursos para execução das obras da margem direita serão mobilizados imediatamente após a conclusão dos trabalhos de construção dos acessos nessa margem. Os recursos para execução das obras na margem esquerda serão mobilizados em prazos compatíveis com a data prevista para a conclusão da implantação da travessia do rio Madeira.

2.2.4 Construção da Tomada d'Água e Casa de Força

Os trabalhos de construção e montagem da Tomada d'Água e Casa de Força, compreendendo as atividades de desmatamento, escavação comum, escavação em rocha, concreto das estruturas e montagem das unidades geradoras, serão desenvolvidos como abaixo descrito:

- Desmatamento: de novembro de 2006 a janeiro de 2007 (meses 8 a 10);
- Escavações: de novembro de 2006 a julho de 2008 (meses 8 a 28);
- Obras Cíveis e Montagens: de novembro de 2007 a janeiro de 2013 (meses 20 a 82).

Para o cumprimento do cronograma acima descrito, planejou-se a construção de duas Ensecadeiras Auxiliares, uma a montante da Casa de Força e outra, a jusante, para possibilitar a execução dos trabalhos de escavação da área de implantação das estruturas da Tomada d'Água e da Casa de Força mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira dos anos de 2006/2007 e 2007/2008.

Essas duas Ensecadeiras protegerão os trabalhos de escavação da área de implantação da Tomada d'Água / Casa de Força e também os trabalhos posteriores de construção do Muro de Abraço da Barragem de Enrocamento.

Para cumprimento do cronograma estabelecido para início de geração comercial da primeira unidade geradora, planejou-se adequadamente o desenvolvimento dos trabalhos de tal maneira que fosse possível o início de concretagem das estruturas antes da conclusão da escavação em rocha da área da Tomada d'Água / Casa de Força.

2.2.5 Escavação do Canal de Adução

A escavação do Canal de Adução será desenvolvida em duas etapas. Na primeira etapa será realizada escavação da área compreendida entre a Ensecadeira Auxiliar 1 e a área de escavação da Tomada d'Água / Casa de Força; na segunda etapa, será realizada a escavação da parte do Canal de Adução localizada sob a faixa de construção da Ensecadeira Auxiliar 1.

A Ensecadeira Auxiliar 1 será construída junto à margem do rio Madeira.

Os trabalhos de escavação do Canal de Adução serão desenvolvidos como abaixo descrito:

- Desmatamento: de julho de 2006 a junho de 2007 (meses 4 a 16);
- Construção da Ensecadeira Auxiliar 1: de setembro de 2006 a novembro de 2006 (meses 6 a 8);
- Remoção da Ensecadeira Auxiliar 1: de junho de 2009 a setembro de 2009 (meses 39 a 42);
- Escavações: de julho de 2007 a agosto de 2009 (meses 16 a 41).

De acordo com os dados hidrológicos disponíveis, no período compreendido entre julho e dezembro, o nível d'água do rio Madeira oscilará entre as elevações 74 e 78 m. Considerando que a soleira do Canal de Adução se situa na El 78,00 m, a escavação comum do Canal de Adução localizada sob a faixa de construção da Ensecadeira Auxiliar 1 poderá ser realizada por métodos convencionais.

2.2.6 Escavação do Canal de Fuga

A escavação do Canal de Fuga também será desenvolvida em duas etapas. Na primeira etapa, será realizada escavação da área compreendida entre a Ensecadeira Auxiliar 2 e a área de escavação da Tomada d'Água / Casa de Força; na segunda etapa, será realizada a escavação da parte do Canal de Fuga localizada sob a Ensecadeira Auxiliar 2.

A Ensecadeira Auxiliar 2 será construída junto à margem do rio Madeira.

Os trabalhos de escavação do Canal de Fuga serão desenvolvidos como abaixo descrito.

- Desmatamento: de agosto de 2006 a dezembro de 2006 (meses 5 a 9).
- Construção da Ensecadeira Auxiliar 2: de setembro de 2006 a outubro de 2006 (meses 6 e 7).
- Remoção da Ensecadeira Auxiliar 2: de julho de 2009 a agosto de 2009 (meses 40 e 41);
- Escavações: de maio de 2007 a julho de 2008 (meses 14 a 28).

De acordo com os dados hidrológicos disponíveis, no período compreendido entre julho e setembro o nível d'água do rio Madeira a jusante da cachoeira do Jirau oscilará entre as elevações 66 e 70 m. Considerando que a soleira do Canal de Fuga se situa na El 63,00 m, a escavação comum da faixa marginal deverá ser realizada por métodos convencionais e por dragagem.

A remoção da Ensecadeira Auxiliar 2 deverá ser controlada durante todo o período de motorização.

2.2.7 Construção das Estruturas da Tomada d'Água e Casa de Força

A construção das estruturas de concreto da Tomada d'Água e Casa de Força será desenvolvida no período compreendido entre novembro de 2007 e julho de 2012, e os trabalhos de montagem eletromecânica, entre março de 2008 e janeiro de 2013.

Os dois Muros de concreto previstos no projeto, o primeiro entre as Unidades 24 e 25, e o segundo, adjacente à Unidade 44, que será abraçado pela Barragem de Enrocamento, serão construídos no período de dezembro de 2008 a março de 2009. A construção desses dois muros, antecipada em relação às estruturas da Tomada d'Água e Casa de Força adjacentes a eles, é necessária para possibilitar a construção das ensecadeiras auxiliares a montante e a jusante das unidades de números 25 a 44. Essas duas Ensecadeiras, denominadas respectivamente, de Ensecadeira Auxiliar 9 e Ensecadeira Auxiliar 10, deverão proteger as unidades acima mencionadas a partir do início do comissionamento e testes das Unidades 1 a 6. As atividades de comissionamento e testes das Unidades 1 a 6 deverão ser desenvolvidas no período de julho de 2009 a novembro de 2009.

Essas duas ensecadeiras serão removidas no período de março de 2011 a julho de 2011, por meio de dragagem.

2.2.8 Montagem das Unidades Geradoras

A montagem das Unidades Geradoras será realizada no período compreendido entre março de 2008 e janeiro de 2013.

As seis primeiras Unidades Geradoras iniciarão a geração comercial em novembro de 2009, e a 44ª Unidade, em janeiro de 2013.

Nos meses que antecedem o início da geração comercial, a montagem das primeiras unidades permitirá a execução de testes e comissionamento a seco, até o desvio do rio e enchimento do reservatório na El. 90 m, de tal forma que, no fim de novembro de 2009, a geração comercial inicie com 6 unidades.

A partir daí, haverá uma seqüência de montagem de uma unidade a cada 30 dias, possibilitando a operação de 9 unidades em março de 2010, 21 unidades em março de 2011, 33 unidades em março de 2012 e a geração comercial plena com 44 unidades em janeiro de 2013.

2.2.9 Construção do Vertedouro

Os trabalhos de construção e montagem do Vertedouro, compreendendo as atividades de desmatamento, escavação comum, escavação em rocha, construção das estruturas de concreto e montagem das comportas, serão desenvolvidos como abaixo descrito:

- Desmatamento: de outubro de 2006 a novembro de 2006 (meses 7 e 8);
- Construção das Estruturas: de setembro de 2007 a fevereiro de 2009 (meses 18 a 35);
- Montagem das Comportas: de janeiro de 2008 a junho de 2009 (meses 22 a 39).

Para o cumprimento desse cronograma, planejou-se a construção de uma ensecadeira auxiliar, aqui denominada de Ensecadeira Auxiliar 4, que possibilitará a execução dos trabalhos de escavação da área de implantação do Vertedouro, mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira de 2006/2007. Imediatamente após a conclusão da escavação em rocha da área de implantação do Vertedouro serão construídas duas ensecadeiras, uma a montante e outra, a jusante da estrutura do Vertedouro, denominadas Ensecadeiras Auxiliares 6 e 7, respectivamente. Essas duas ensecadeiras serão construídas dentro do recinto da Ensecadeira Auxiliar 4. Após a construção das duas ensecadeiras será efetuada a remoção da Ensecadeira Auxiliar 4. A remoção da Ensecadeira Auxiliar 4 será realizada nos meses de novembro e dezembro de 2007.

A construção das estruturas de concreto do Vertedouro e as correspondentes montagens serão desenvolvidas no período compreendido entre setembro de 2007 e junho de 2009, para possibilitar o início do desvio do rio em julho de 2009.

As Ensecadeiras Auxiliares 6 e 7 serão removidas nos quatro meses que antecedem o desvio do rio, ou seja, nos meses de março de 2009 a junho de 2009.

Para o desvio do rio, serão mantidas rebaixadas 10 das 21 e uma ogiva do Vertedouro. Conquanto sejam mantidas rebaixadas, serão montadas nos correspondentes vãos as

comportas segmento. A complementação da construção das ogivas, assim como os trabalhos de montagem delas, será iniciada em agosto de 2009, na estação seca subsequente ao Desvio do Rio, e concluídos em fevereiro de 2010.

2.2.10 Escavação do Canal de Aproximação

A escavação do Canal de Aproximação será realizada em duas etapas. Na primeira, será realizada escavação da área compreendida entre a faixa marginal ao rio e o limite da escavação do Canal de Aproximação (esquerda hidráulica). Adotou-se, para a faixa marginal, a porção do Canal de Aproximação compreendida entre o rio Madeira e a curva de nível da El. 89,00m. Na segunda etapa, será realizada a escavação da faixa marginal ao rio até as elevações indicadas no projeto, ou seja El. 70,00m no trecho a montante e El. 63,00m no trecho imediatamente a montante do Vertedouro. Portanto, o limite da faixa marginal no lado do rio Madeira se localiza abaixo do nível d' água em qualquer época do ano.

- 1ª etapa de escavação

Para a execução da 1ª etapa de escavação do Canal de Aproximação, serão construídas duas Ensecadeiras Auxiliares com cristas na El. 89,00m. Essas duas ensecadeiras, aqui denominadas de Ensecadeira Auxiliar 8 e Ensecadeira Auxiliar 3, possibilitarão a execução dos trabalhos de escavação mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira.

A Ensecadeira Auxiliar 8 possibilitará a execução da escavação do trecho compreendido entre a estrutura do Vertedouro até aproximadamente a porção intermediária do Canal de Aproximação; essa ensecadeira será construída, parte no interior do recinto da Ensecadeira Auxiliar 4, parte a montante desta, diretamente sobre o terreno natural. A Ensecadeira Auxiliar 8 será construída em janeiro de 2008 e removida nos meses de agosto e setembro de 2008.

A escavação do trecho complementar do Canal de Aproximação, a montante do trecho acima descrito, será realizada sob proteção da Ensecadeira Auxiliar 3, construída no trecho em que a superfície do terreno natural, abaixo da El. 89,00m, se aproxima do limite (lado esquerdo hidráulico) da escavação do Canal de Aproximação. O maciço dessa ensecadeira será construído com solo compactado, diretamente sobre o terreno natural, com cota de crista na El. 89,00m e taludes 2:1 (H:V).

A 1ª etapa de escavação será realizada no período compreendido entre novembro de 2006, e agosto de 2008.

As Ensecadeiras Auxiliares 3 e 4 serão construídas em novembro e dezembro de 2006 respectivamente.

- 2ª etapa de escavação

Esta etapa que corresponde à escavação da faixa marginal ao rio, será iniciada imediatamente após conclusão da 1ª etapa de escavação, no período compreendido entre setembro de 2008 e janeiro de 2009.

Como a escavação em rocha de faixa marginal deverá ser realizada abaixo do nível d'água do rio, os trabalhos serão realizados somente nos meses em que ocorrem as menores vazões no rio Madeira. Os materiais provenientes dessas escavações serão carregados em barcas e transportados cerca de 2km a montante do Canal de Adução, onde serão descarregados no leito do rio.

2.2.11 Escavação do Canal de Restituição

A escavação do Canal de Restituição, tal como a do Canal de Aproximação, também será realizada em duas etapas. Na primeira, será executada escavação da área compreendida entre a faixa marginal ao rio e o limite da escavação do Canal de Restituição (esquerda hidráulica). O limite da faixa marginal pelo lado esquerdo hidráulico será a curva de nível da El. 83,00m. Na segunda etapa, será realizada a escavação da faixa marginal ao rio.

- 1ª etapa de escavação

A 1ª etapa de escavação do trecho do Canal de Restituição compreendido entre a estrutura do Vertedouro e o início da porção intermediária do canal será realizada dentro do recinto da Ensecadeira Auxiliar 4. Essa ensecadeira possibilitará a execução da escavação desse trecho do Canal de Restituição mesmo no período de cheias do rio Madeira.

A escavação da porção complementar do Canal de Restituição será realizada sob proteção da Ensecadeira Auxiliar 5, que será construída em janeiro de 2007 e removida em janeiro de 2008.

A 1ª etapa de escavação será desenvolvida no período compreendido entre dezembro de 2006 e dezembro de 2007.

- 2ª etapa de escavação

Os trabalhos correspondentes à 2ª etapa de escavação serão desenvolvidos entre junho de 2007 e fevereiro de 2009.

Como a escavação em rocha da faixa marginal deverá ser realizada abaixo do nível d'água do rio, os trabalhos serão realizados sempre nos períodos em que se observam as menores vazões no rio Madeira. Os materiais provenientes dessas escavações serão carregados em barcas e transportados cerca de 2 km a jusante do Canal de Fuga e descarregados no leito do rio.

2.2.12 Ensecadeiras Auxiliares

As denominadas Ensecadeiras Auxiliares compreendem as ensecadeiras implantadas na primeira etapa de construção.

As cotas de suas cristas foram estabelecidas visando proteger as áreas de trabalho contra inundações pela cheia máxima anual, com um risco (probabilidade) de ser excedida no período de utilização, e uma borda livre mínima assumidos em função dos eventuais danos e do conseqüente atraso no cronograma de implantação, na hipótese de galgamento das

mesmas. O QUADRO A.VII. 4, a seguir, apresenta para cada Ensecadeira Auxiliar, os critérios utilizados.

QUADRO A.VII. 4- Critérios Utilizados para Definição das Cheias Máximas de Projeto das Ensecadeiras

Ensecadeira	Proteção de Áreas para	Risco (probabilidade) Assumido	Período de Construção (Períodos de cheia)	Tempo de Recorrência (anos)	Vazões de Projeto (m ³ /s)	Borda Livre Mínima (m)
1 e 2	implantação de estruturas de concreto	0,01	3	300	65.520	1,00
3	implantação de canais	0,02	2	100	60.170	1,00
4	implantação de estruturas de concreto	0,01	2	200	63.550	1,00
5	implantação de canais	0,02	2	100	60.170	1,00
6 e 7	implantação de estruturas de concreto	0,01	2	200	63.550	1,00
8	implantação de canais	0,02	1	50	56.790	1,00
9 e 10	implantação de estruturas de concreto durante a fase de geração antecipada	0,002	2	1.000	71.380	2,00

a) Margem Direita – Ensecadeiras Auxiliares 1 e 2

As Ensecadeiras Auxiliares 1 e 2 foram projetadas de forma a permitir a construção das obras civis e montagem dos equipamentos do conjunto da Tomada d'Água e Casa de Força, bem como a execução das escavações dos Canais de Adução e Fuga, mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira.

Essas ensecadeiras possuem um alinhamento contínuo, que acompanha a margem direita do rio e envolve toda a área abrangida pelos canais e a lateral da Barragem de Concreto Rolado e do Muro Lateral da Casa de Força, sendo executadas integralmente a seco, diretamente sobre o terreno natural, após a limpeza superficial da área, em período de estiagem.

Serão construídas o máximo possível próximas à margem do rio, objetivando reduzir futuras escavações submersas para implantação dos canais, sob suas projeções, nas cotas de projeto (78,00m, no Canal de Adução, e 63,00m, no Canal de Fuga). Além disso, o projeto das ensecadeiras considerou como premissa básica a não-interferência com o curso natural do rio Madeira, a menos de um pequeno trecho frontal à área do Muro Lateral da Casa de Força, protegido pela presença de ilhas.

Diante dessas premissas, o posicionamento dessas ensecadeiras em relação à margem considerou, em sua maior extensão, um afastamento mínimo de 1,0m da linha d'água média, definida para a faixa de variação histórica dos níveis d'água naturais do rio por ocasião de suas construções (Ensecadeira Auxiliar 1 – set/2006 a nov/2006 e Ensecadeira Auxiliar 2 - set/2006 a out/2006).

Com base no critério estabelecido e resumido no QUADRO A.VII. 4, a Ensecadeira Auxiliar 1 terá crista na cota 89,00m, em todo o segmento de 1.250m, frontal ao Canal de Adução, não ultrapassando os 15,0m de altura. No segmento lateral à Barragem de Concreto Rolado e ao

Muro Lateral da Casa de Força, a cota será variável, da seguinte forma: nos primeiros 50m, sofrerá uma pequena variação, passando da El. 89,00m a 88,00m; nos 670 m finais, variará linearmente entre as Elevações 88,00m e 82,00m. A Ensecadeira Auxiliar 2, frontal ao Canal de Fuga, se desenvolverá em seus 1.500m de extensão, com cota da crista constante e igual à El. 82,00m.

Esse cordão de proteção na margem direita, constituído pelas Ensecadeiras Auxiliares 1 e 2, será integralmente construído com solo proveniente da Jazida Terrosa JT-01. O maciço será compactado e é prevista a colocação de uma camada de transição, também compactada, e de uma proteção externa com *rip-rap*. Os materiais das transições e do *rip-rap* serão provenientes de escavações obrigatórias em rocha, nas frentes iniciais de construção, que abrangerão a área da Tomada d'Água / Casa de Força mais próxima à ombreira.

A largura total da crista de ambas as ensecadeiras é de 10,0m e seus taludes, 2:1 (H:V). As larguras das camadas de transição e de *rip-rap* foram adotadas iguais a 3,0m.

b) Margem Esquerda – Ensecadeira Auxiliar 3

De modo a permitir a execução da 1ª etapa de escavação do Canal de Aproximação ao Vertedouro, em seu trecho mais a montante, mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira, será construída a Ensecadeira Auxiliar 3.

Da mesma forma que as Ensecadeiras Auxiliares da margem direita, também a Ensecadeira Auxiliar 3 será construída diretamente sobre o terreno natural, após a limpeza superficial da área, localizando-se próxima à margem do rio, mas sem interferência alguma com seu curso natural, objetivando reduzir futuras escavações submersas para a implantação da extremidade do canal, até a cota de projeto (70,00m).

Seu posicionamento em relação à margem também considerou um afastamento de 1,0m da linha d'água média, definida a partir da faixa de variação histórica dos níveis d'água naturais do rio no período previsto para sua construção (nov a dez/2006).

Ao longo de seus 750m de extensão, a crista estará situada na El. 89,00m, liberando a execução das escavações a seco, mesmo nos dois períodos de cheia ao longo de sua permanência (nov/2006 a set/2008). Essa cota de crista também foi definida de acordo como o critério indicado no QUADRO A.VII. 4.

A Ensecadeira Auxiliar 3 será construída com solo proveniente da Jazida Terrosa JT-02. O maciço será compactado e é prevista a colocação de uma camada de transição, também compactada, e de uma proteção externa com *rip-rap*. Os materiais das transições e do *rip-rap* serão provenientes de escavações obrigatórias em rocha, nas frentes iniciais de construção, que abrangerão a área da estrutura do Vertedouro mais próxima à ombreira esquerda.

A largura total da crista é de 10,0m e seus taludes, 2:1 (H:V). As larguras das camadas de transição e de *rip-rap* foram adotadas iguais a 3,0m.

c) Margem Esquerda – Ensecadeira Auxiliar 4

Para a execução (parcial) dos serviços de escavação e concretagem do Vertedouro, será construída a Ensecadeira Auxiliar 4.

A cota de sua crista, destinada a garantir a proteção das áreas ensecadas durante praticamente dois ciclos hidrológicos completos (nov/2006 a set/2008), foi estabelecida de acordo com o critério constante do QUADRO A.VII. 4. Assim, a mesma terá crista na cota 88,00 m, no segmento mais a montante de 750 m frontal ao Canal de Aproximação. Nos 850 m de jusante, a cota variará linearmente entre as Elevações 88,00 m e 83,00 m.

Esta Ensecadeira será construída diretamente sobre o terreno natural, após a limpeza superficial da área, com solo proveniente das Jazidas Terrosas JT-02 ou JT-03. O maciço será compactado e é prevista a colocação de uma camada de transição, também compactada, e de uma proteção externa com *rip-rap*. Os materiais das transições e do *rip-rap* serão provenientes de escavações obrigatórias em rocha, resultantes das frentes iniciais que abrangerão a área da estrutura do Vertedouro mais próxima à ombreira esquerda.

A largura total da crista é de 10,0m e seus taludes, 2:1 (H:V). As larguras das camadas de transição e de *rip-rap* foram adotadas iguais a 3,0m.

d) Margem Esquerda – Ensecadeira Auxiliar 5

De modo a permitir a execução da 1ª etapa de escavação do Canal de Restituição do Vertedouro, em seu trecho mais a jusante, mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira, será construída a Ensecadeira Auxiliar 5.

Da mesma forma que as Ensecadeiras Auxiliares 1, 2 e 3, a Ensecadeira Auxiliar 5 será construída diretamente sobre o terreno natural, após a limpeza superficial da área, localizando-se próxima à margem do rio, mas sem interferência alguma com seu curso natural, objetivando reduzir futuras escavações submersas para a implantação do canal até a cota de projeto (66,00m).

Seu posicionamento em relação à margem considerou um afastamento de 1,0m da linha d'água média, definida a partir da faixa de variação histórica dos níveis d'água naturais do rio, verificados durante o período de sua construção (jan/2007).

Ao longo de seus 700m de extensão, a crista terá uma elevação variável, desde a El. 83,00m, a montante, até a El. 82,00m, a jusante, liberando a execução das escavações a seco, mesmo nos períodos de cheia, durante período de sua permanência (jan/2007 a jan/2008).

Da mesma forma que a Ensecadeira Auxiliar 4, a Ensecadeira Auxiliar 5 também será construída com solo proveniente das Jazidas Terrosas JT-02 ou JT-03. As características de seção transversal e as fontes dos materiais de transição e *rip-rap* são as mesmas da Ensecadeira Auxiliar 4, já descritas.

e) Margem Esquerda – Ensecadeiras Auxiliares 6 e 7

As Ensecadeiras Auxiliares 6 e 7, conforme descrito anteriormente, serão construídas, a montante e a jusante do Vertedouro, dentro da área protegida pela Ensecadeira Auxiliar 4.

Estarão, portanto, assentes diretamente sobre áreas previamente escavadas dos Canais de Aproximação e de Restituição, nas cotas 64,00m e 62,00m, respectivamente.

As cotas das cristas, estabelecidas de modo a permitir a complementação da construção da estrutura do Vertedouro e a montagem das comportas, que decorrerão no período de set/2007 a jun/2009, abrangem praticamente dois ciclos hidrológicos completos. Dessa forma, a Ensecadeira Auxiliar 6 (montante) terá crista na cota 88,00m, enquanto a Ensecadeira Auxiliar 7 (jusante) terá crista variando linearmente entre as elevações 87,00m e 83,50m.

As Ensecadeiras Auxiliares 6 e 7 serão construídas com solo proveniente das Jazidas Terrosas JT-02 ou JT-03, e suas seções terão características idênticas às demais Ensecadeiras Auxiliares já descritas para essa margem, anteriormente. Os materiais das transições e do *rip-rap* serão provenientes de escavações obrigatórias em rocha, na área da estrutura do Vertedouro e de trechos dos Canais já executados.

f) Margem Esquerda – Ensecadeira Auxiliar 8

A Ensecadeira Auxiliar 8 será construída de forma a permitir a execução das escavações de um trecho central do Canal de Aproximação.

Esta estrutura, em seu trecho mais a montante, com cerca de 700m de extensão, será construída diretamente sobre o terreno natural, após a limpeza superficial da área. Nos 500 m seguintes, onde se desenvolve mais próxima à estrutura do Vertedouro, será implantada em uma área já escavada do Canal de Aproximação, na cota 64,00m.

Sua crista foi projetada na El. 87,00m, de acordo com o critério indicado no QUADRO A.VII. 4, permitindo a execução das escavações a seco da área ensecada, mesmo no período de cheias, durante sua permanência (jan/2008 a set/2008).

Esta Ensecadeira também será construída com solo proveniente das Jazidas Terrosas JT-02 ou JT-03. Sua seção possui as mesmas características das demais ensecadeiras dessa margem do rio. Os materiais de transição e *rip-rap* também serão provenientes das escavações obrigatórias das proximidades.

g) Margem Direita – Ensecadeiras Auxiliares 9 e 10

As Ensecadeiras Auxiliares 9 e 10, na margem direita, protegerão as Unidades 25 a 44 da Tomada d'Água / Casa de Força, a partir do início do comissionamento e testes da Unidade 1, sendo construídas nos meses de março de 2009 a julho de 2009, sobre uma área já escavada dos Canais de Adução e de Fuga.

A cota da crista da ensecadeira de montante (Auxiliar 9) foi fixada na El. 93,00m, de modo a permitir a operação das primeiras unidades com o reservatório no NA máximo normal (El. 90,00m) com uma borda livre de 3,0. Nessa situação, a área ensecada fica protegida durante o período de sua utilização (ago/2009 até fev/2011), contra cheias de até mil anos de recorrência.

A crista da Ensecadeira Auxiliar 10 foi fixada na El. 84,00m, considerando o nível d'água da cheia máxima anual de mil anos de período de retorno e uma borda livre mínima de 2,00m.

As duas estruturas serão construídas com solo proveniente da Jazida de Terra JT-01, compactado, tendo taludes 2:1 (H:V). Serão dotadas de transições e proteção externa com *rip-rap*, resultantes de materiais obtidos das escavações obrigatórias em rocha realizadas nesta margem. A largura total da crista será igual a 10,0m e as larguras das camadas de transição e de *rip-rap*, iguais a 3,0m, conforme indicado nas Seções Transversais.

2.2.13 Pré-ensecadeiras e Ensecadeiras de Desvio do Rio

Para a realização do desvio do rio Madeira, através do vertedouro com parte dos blocos rebaixados, serão executadas duas ensecadeiras, a montante e a jusante do eixo da barragem principal, que virão a ser incorporadas a essa estrutura.

A etapa inicial de execução dessas estruturas compreende a construção de duas pré-ensecadeiras, compostas por cordões de enrocamento, com vedação em solo e transições, lançados submersos, diretamente sobre o leito do rio, em período de estiagem (jul a out/2009). A execução do lançamento simultâneo em duas frentes (dois cordões de enrocamento) visa dividir o desnível na brecha final, provocado pelo estrangulamento, em dois (da ordem de até 2,00m cada um), reduzindo a necessidade de blocos de dimensões especiais e aumentando a garantia de sucesso do fechamento. Essas pré-ensecadeiras estarão preponderantemente assentes sobre rocha sã, podendo-se, em alguns trechos, verificar a presença de aluviões e blocos de rocha.

As cotas das cristas das pré-ensecadeiras foram definidas considerando a vazão máxima de 50 anos de recorrência em outubro, época prevista para o término da operação de fechamento do leito do rio. A pré-ensecadeira de montante tem crista na El. 79,50m, fixada a partir do nível d'água calculado a montante, com escoamento pelo Vertedouro, (11 blocos com soleira na El. 70,00m e 10 blocos com soleira parcialmente concretada até El. 64,00m), e uma borda livre mínima de 1,00m. A de jusante tem crista na El. 77,00m, estabelecida a partir da Curva Chave definida a jusante do Vertedouro, sem influência de remanso do AHE Santo Antônio, e borda livre mínima também de 1,00m. Dessa forma, a altura dessas estruturas não deverá ultrapassar os 20m, tanto a montante quanto a jusante, considerando as cotas de fundo do leito do rio definidas pelos levantamentos batimétricos.

A montante, a pré-ensecadeira terá largura total da crista igual a 34,45m, dos quais 20,00m são referentes ao enrocamento lançado, 3,00m, à transição, e o restante, ao solo lançado, cuja largura é suficiente para que, ao final da construção da ensecadeira principal, a largura deste material na crista seja igual a 2,0m.

Observa-se que a largura do solo impermeável lançado por montante poderá ser estendida, aumentando-se a extensão de contato desse material vedante com a fundação, caso sejam observadas infiltrações na área ensecada. A jusante, a pré-ensecadeira terá largura da crista igual a 21,30m, dos quais 10,00m são referentes ao enrocamento lançado, 3,00 à transição e o restante ao solo lançado, cuja largura é suficiente para que, ao final da construção da ensecadeira principal, a largura desse material na crista seja igual a 2,0m.

O avanço da construção dessas estruturas será simultâneo pelas duas margens, e os materiais para o enrocamento e as transições serão provenientes das escavações obrigatórias em rocha, em ambas as margens. O material terroso será obtido de escavações nas Jazidas Terrosas JT-01 e 02, para as margens direita e esquerda, respectivamente.

Durante a construção das pré-ensacadeiras e durante o mês seguinte ao término de construção das mesmas, serão realizados os trabalhos de complementação e alteamento. A ensacadeira de montante deverá atingir a El. 93,00m de modo a permitir a geração antecipada (durante o próximo ciclo hidrológico) das primeiras unidades de geração com o reservatório no NA máximo normal (El. 90,00m) e com uma borda livre de 3,00m, além de garantir a proteção para a cheia máxima de mil anos de recorrência. A de jusante atingirá a El. 86,00m, fixada considerando a mesma cheia máxima. A altura dessas estruturas não deverá ultrapassar os 33,00 m, a montante, e os 26,00 m, a jusante.

Os maciços das ensacadeiras principais serão executados a seco, sendo os enrocamentos lançados e espalhados por equipamentos de terraplenagem, em camadas com espessura da ordem de 1,00m. No caso do solo e da transição, as camadas sofrerão compactação com a passagem dos equipamentos de transporte. Estes deverão ser orientados para faixas de rolamento distribuídas ao longo da largura da crista, evitando-se pistas preferenciais, garantindo a uniformidade da densidade do maciço.

Considerando que essas estruturas serão responsáveis pelo represamento ao longo de um ano, quando parte das unidades da Casa de Força já estarão em operação, o projeto preconiza a execução cuidadosa do maciço de enrocamento, realizando-se o espalhamento das camadas de tal forma que o material mais fino esteja em contato com a camada de transição. Dessa forma, a zona de transição entre o enrocamento e o material terroso será ampliada, obtendo-se uma variação de granulometria mais bem distribuída entre materiais, o que permitirá uma melhor absorção de eventuais recalques diferenciais.

Os taludes internos e externos dos maciços de enrocamento das ensacadeiras e pré-ensacadeiras, foram adotados iguais a 1,3:1 (H:V). Nos maciços de solo impermeável, os taludes foram adotados iguais a 3:1 (H:V), no caso dos materiais lançados submersos, e 2:1 (H:V), quando a construção se der a seco.

2.2.14 Barragem de Enrocamento com Núcleo Argiloso

Parte da estrutura de barramento é composta por uma barragem de enrocamento com núcleo argiloso, de comprimento igual a 1.150m, crista na cota 95,50m, e altura máxima de 50,5m. O restante do barramento se compõe da barragem de concreto rolado, descrito nos itens 2.2.22 e 2.2.23 – Barragem de Concreto e Muro Lateral da Casa de Força.

A barragem de enrocamento incorporará as ensacadeiras do leito do rio.

A seção da barragem compõe-se por um núcleo argiloso compactado, verticalizado, com taludes 0,5:1 (H:V) a montante e 0,1:1 (H:V), a jusante, que será executado com material proveniente das áreas de empréstimo selecionadas (JT-01, JT-02 e JT-03), onde se verificam siltes argilosos e siltes areno-argilosos, cujas características são apresentadas no Capítulo 8 deste documento.

Entre esse núcleo e os espaldares de enrocamento, serão executadas transições finas e grossas, compactadas, denominadas T1 e T3, utilizando-se areias artificiais e brita corrida, respectivamente, produzidas a partir de materiais provenientes das escavações obrigatórias no maciço rochoso de Riolito.

Os taludes externos do enrocamento, a montante e a jusante, são iguais a 1,5:1 (H:V). Os espaldares serão construídos com enrocamento compactado, proveniente dos estoques das escavações obrigatórias em rocha.

A área central da barragem, interna às enscadeiras, será executada a seco, prevendo-se a limpeza, remoção de blocos de rocha e aluvião, regularização e aplicação de concreto dental, em toda a área de contato das transições e do núcleo com a fundação. Sob o núcleo argiloso, é ainda prevista a implantação de cortina de injeções de impermeabilização. Observa-se que, na maior extensão, o fundo rochoso estará assente sobre rocha sã. Nos trechos com presença de blocos e aluvião, as escavações para remoção desses materiais não deverão exceder poucos metros de profundidade.

2.2.15 Vertedouro e Muros Laterais

O Vertedouro foi dimensionado para permitir a passagem de uma vazão máxima de $82.600\text{m}^3/\text{s}$, correspondente a uma cheia máxima anual com período de recorrência de 10.000 anos, com sobrelevação do nível no reservatório de 2m, determinando o NA Máximo Maximórum do reservatório à El. 92,00m.

Seu posicionamento no arranjo geral, em planta, procurou priorizar as condições hidráulicas de restituição das vazões vertidas, minimizando a possibilidade de incidência de fluxo veloz e ondas sobre a lateral da Tomada d'Água / Casa de Força e da Barragem de CCR, situadas a jusante.

A estrutura é em concreto convencional, consistindo de uma soleira baixa, tipo Creager na El. 70,00 m, com paramento de montante inclinado a 45° , dividida em 21 vãos de 20,00m de largura separados por 20 pilares de 5,00m de espessura, perfazendo uma extensão total interna de 520,00m. Na direção do fluxo, a soleira é complementada por lajes horizontais, na El. 62,00m, a montante e a jusante, resultando num comprimento total da estrutura, nessa direção, de 64,3m. A carga hidráulica de projeto é igual a 16,50m, deliberadamente inferior à máxima de funcionamento, de modo a se poder contar com maiores coeficientes de vazão durante eventos hidrológicos excepcionais, minimizando, com isso, o número de vãos da estrutura.

Cada vão é dotado de uma comporta-segmento de 20,00m x 21,82m (largura x altura), dentro dos limites do estado da arte atual, para controle de níveis e vazão do reservatório.

Dos 21 vãos, os 10 situados na extremidade direita da estrutura serão utilizados para o desvio do rio e terão a concretagem da soleira interrompida na El. 64,00m (blocos rebaixados). Nesses vãos, após a consolidação do desvio, as comportas segmento serão utilizadas para interromper o fluxo d'água e permitir a colocação das comportas enscadeiras a montante e a jusante, as quais protegerão os trabalhos de concretagem, a seco, do restante da ogiva.

Os pilares, situados no centro de cada bloco, são em concreto armado, com espessura de 5,00 e têm a função de servir de apoio às comportas enscadeiradas de montante, às vigas-munhão das comportas-segmento e à ponte de serviço, situada na crista da estrutura, sobre a qual se movimentam o pórtico rolante. Sua espessura foi definida a partir de pré-dimensionamento estrutural. Esses pilares se estendem para jusante, servindo de apoio à ponte da El. 89,00, com 15,00m de largura, que será utilizada na fase construtiva, sobretudo nas atividades de execução da Barragem de Enrocamento e do próprio Vertedouro. Durante a fase operacional da usina, essa fonte será utilizada para serviços de manutenção.

A fundação da estrutura é prevista em torno da El. 57,00m, cerca de 26,0m abaixo do topo da rocha sã, inferido a partir das sondagens realizadas. Estima-se que o maciço, nessa profundidade, apresente-se sã e com grau de fraturamento baixo (permeabilidade baixa a média).

Dessa forma, não são previstos tratamentos especiais, além daqueles normalmente utilizados em estruturas de mesmo porte: cortina de injeções, para a redução da permeabilidade e de drenagem, para a redução da subpressão na fundação.

Estruturalmente, o Vertedouro é composto por 21 blocos, cada um com 25 metros de comprimento na direção do eixo da barragem, separados por juntas de contração dotadas de veda-juntas. A estrutura é do tipo gravidade, construída em concreto convencional, e foi dimensionada para atender às diversas condições de carregamento a que estará submetida, tanto na fase de desvio, quando alguns blocos estarão incompletos, quanto na fase de operação.

A altura máxima da estrutura, desde a crista na EL. 95,50m até a cota média de fundação na EL. 57,00 m, é de 38,50m. A maior parte dessa altura é representada pelos pilares, com 25,50m desde a crista da estrutura até a crista da soleira vertente.

Cada bloco do Vertedouro é estruturalmente independente, e sua estabilidade global foi verificada para as condições de carregamento normais, excepcionais e temporárias (construção e manutenção). Em todos os casos de carregamento, não se admitiram tensões de tração na fundação, no pé de montante da estrutura, e a maior tensão de compressão obtida não chegou a 3 kgf/cm², extremamente baixa para a rocha de fundação no local. Os fatores de segurança obtidos para deslizamento, flutuação e tombamento foram sempre superiores aos dos critérios estabelecidos para as verificações de estabilidade.

O Muro Lateral Direito do Vertedouro, em seu trecho de montante, tem a forma em planta elíptica com uma extensão de 237m e foi projetado com a função de interceptar as linhas de fluxo paralelas ao eixo do barramento, na região de aproximação, deflectindo-as e disciplinando-as tanto quanto possível, de modo a proporcionar acesso mais frontal do fluxo aos vãos situados do lado direito do vertedouro, principalmente. Dada a sua extensão, o Muro também será utilizado para encosto da Barragem de Enrocamento. A jusante da estrutura vertente, este Muro, com 30m de extensão, encontra-se alinhado com o Vertedouro e tem a função de conter lateralmente o escoamento no trecho inicial de expansão e dissipação.

Suas fundações estarão assentes em rocha sã, estimando-se que as escavações para atingir esta condição não deverão ultrapassar os 5,0m de profundidade, situando-se em torno das El. 81,00 a 83,00m. Ensaios na região indicaram perda d'água nula já a 6,0m do nível do terreno.

O Muro Lateral Direito será implantado bem próximo à borda do talude de escavação do Canal de Aproximação. Para proteção desse talude e garantia da fundação do Muro, foi projetada uma parede de concreto armado, chumbada ao talude e estruturalmente independente do muro.

O Muro Lateral Esquerdo encontra-se alinhado com o Vertedouro e tem também a função de conter a Barragem de Terra da Margem Esquerda. Suas fundações estarão assentes em rocha sã e estima-se que as escavações necessárias para atingir essa condição não deverão ultrapassar os 5,0m.

2.2.16 Canal de Aproximação

O Canal da Aproximação, com cerca de 2,4km de extensão medidos ao longo da parede esquerda, está disposto em curva para a direita, em três trechos de cotas de fundo diferentes - o segmento mais a montante, com cerca de 680m de extensão, na El. 70,00m; o segmento intermediário, com cerca de 1.570m de extensão, na El. 64,00m e o segmento mais a jusante, próximo à estrutura vertente, com cerca de 180 m de extensão, na El. 62,00m. O fundo do canal será essencialmente constituído de rocha sã, sem revestimento.

A velocidade média de escoamento no Canal de Aproximação, numa seção a cerca de 100m a montante da estrutura, na condição de vazão máxima, é da ordem de 5,4m/s. A forte esconsidade do fluxo no Canal, em relação ao Vertedouro, não deve se configurar como um condicionante restritivo ao desempenho hidráulico do Vertedouro, especialmente no escoamento das vazões mais freqüentes e com o Vertedouro operando com controle de comportas, em que as velocidades de aproximação serão bastante inferiores. Como ilustração, verifica-se que para a situação de cheia média anual (de 38.000m³/s), cerca (de 24.000m³/s) se escoarão pela Tomada d'Água / Casa de Força e apenas 14.000m³/s pelo Vertedouro, o que resulta, na mesma seção acima referida, velocidade média de aproximadamente 1,0m/s. Com velocidades dessa ordem de grandeza, qualquer esconsidade remanescente é facilmente redirigida ou eliminada no prisma de chamada/aceleração das comportas. Para as maiores e pouco freqüentes vazões, estudos em modelo reduzido, a serem desenvolvidos em etapa posterior, permitirão diagnosticar eventuais deficiências de desempenho e auxiliar na indicação das otimizações necessárias na geometria do Canal, do Muro Lateral Direito e, até mesmo, no posicionamento da estrutura vertente, se for o caso.

Os taludes de escavação na margem esquerda atravessam algumas áreas de afloramento rochoso e outras em que se verifica a presença de uma cobertura de solos coluvionares, cuja espessura pode chegar a 20,0m. As alturas dos taludes em rocha devem situar-se, preponderantemente, entre 10,0 e 20,0m, observando-se em um segmento, com extensão de cerca de 300m, desníveis de 30,0 a 70,0m de altura.

Nos trechos escavados em solo, está prevista a colocação de enrocamento de proteção de talude até a cota 94,0m (2,0m acima do N.A. Máximo Maximórum do reservatório). Ao longo da maior parte do talude, os 5,0m superficiais em rocha, onde o maciço pode se encontrar

mais fraturado, é prevista a execução de concreto projetado com tela de aço, associado a chumbadores; nos 10,0m abaixo, planeja-se apenas a aplicação de concreto projetado e, eventualmente, chumbadores. Especificamente em um segmento de 600m, localizado cerca de 450m a montante do alinhamento da estrutura do Vertedouro, em função do sistema de fraturamento verificado na região, é também prevista a colocação de tirantes ao longo dos 15,0m de altura, de modo a fixar os blocos potencialmente instáveis que poderão vir a se formar com as escavações.

Foram adotados taludes em solo iguais a 1,5:1 (H:V) e, em rocha, 0,1:1 (H:V), com bancadas de 0,50m, a cada 15m de altura, na rocha. As bermas em solo terão 3,00m de largura e serão executadas a cada 10,0m de desnível.

Conforme já descrito no item anterior, na lateral do canal que se desenvolve ao longo do Muro Lateral Direito, as paredes das escavações serão protegidas por meio de uma parede de concreto.

2.2.17 Canal de Restituição

O Canal de Restituição tem sua diretriz alinhada com o fluxo do Vertedouro e com o canal natural do rio Madeira, a jusante. Foi concebido como um alargamento da calha natural do rio, de forma a diminuir as velocidades de escoamento a jusante, especialmente junto à extremidade esquerda do Canal de Fuga, e assegurar a concentração do fluxo na margem esquerda, além de reduzir, a magnitude de ondas geradas pelo fluxo energético nas proximidades da Tomada d'Água / Casa de Força e Barragem de Concreto Rolado.

Este canal, com cerca de 1,7km de extensão, medidos ao longo da parede esquerda, tem dois trechos com cotas de fundo diferentes: o primeiro, próximo à estrutura vertente, com 225m de extensão, na El. 62,00m, onde se prevê a ocorrência de rocha mais sã e menos fraturada (capaz de suportar as solicitações dos ressaltos hidráulicos que aí deverão ocorrer), e o segundo, a jusante, com cerca de 1.445m na El. 66,00m. A qualidade da rocha prevista no trecho imediatamente a jusante da soleira vertente permitiu limitar, por razões econômicas, a extensão da laje de revestimento de fundo no local.

Os taludes de escavação na margem esquerda, ao longo dos 1,7km, têm, em geral, altura inferior a 25m, a menos de um segmento de 350m, onde se verificam desníveis entre 28 e 40m. Nos 400m mais próximos à estrutura do Vertedouro, as alturas das escavações em solo devem situar-se entre 15 e 20m de altura. No restante do trecho, devem ser de poucos metros. Os taludes em rocha poderão atingir até cerca de 40m de desnível, sendo mais comum se situarem na faixa dos 15 a 20m.

Nos trechos escavados em solo, preconiza-se a colocação de enrocamento de proteção até a cota 86,13m (2,0m acima do N.A. máximo máximo de jusante). Nos trechos em rocha, uma vez que os sistemas de fraturamento locais não tendem a formar blocos instáveis, foi prevista apenas a colocação de concreto projetado, associado à tela de aço e chumbadores, nos primeiros 5,0m superficiais. Nos 10m abaixo, é prevista apenas a colocação de concreto projetado com chumbadores eventuais.

O projeto também considera a escavação de afloramentos, em uma extensão de cerca de 630 m, na margem direita, próximo à extremidade da Casa de Força e Canal de Fuga. Essa escavação, que, em princípio, não exigirá revestimento, visa reduzir as perdas hidráulicas e facilitar o encaminhamento do fluxo para jusante.

Em todo o canal foram adotados taludes em solo iguais a 1,5:1 (H:V) e, em rocha, 0,1:1 (H:V), estes com bancadas de 0,50m a cada 15m de altura. As bermas em solo terão 3,0m de largura e serão executadas a cada 10,0m de desnível.

2.2.18 Tomada d'Água e Casa de Força

A estrutura da Tomada d'Água / Casa de Força localiza-se na margem direita e constitui-se em um conjunto de 44 blocos, cada um com 22,10m de extensão na direção do eixo da barragem e 80,80m na direção do fluxo, junto à fundação, separados por juntas de contração. As unidades de geração são do tipo Bulbo e têm as seguintes características unitárias principais:

- potência nominal de 76,5 MW e de 75 MW na saída do gerador;
- queda líquida de 15,10m;
- vazão máxima turbinada de aproximadamente a 542m³/s;
- diâmetro do rotor da turbina de 7,94m.

As dimensões dos blocos foram estabelecidas em função do circuito hidráulico, notadamente da área de entrada da Tomada d'Água e da extensão do circuito, desde as grades até a saída dos aspiradores cônicos.

A potência total instalada prevista é de 3.300 MW, a vazão máxima turbinada é de 23.848m³/s e a extensão total da estrutura, incluindo-se as Áreas de Montagem e de Descarga, é de 1.121,5m.

Dos 44 blocos, 24 serão executados em uma primeira fase construtiva, iniciando-se pela extremidade direita, e os 20 restantes, sem descontinuidade, serão implantados protegidos por enscadeiras auxiliares (Enscadeiras 9 e 10), permitindo a geração comercial das unidades instaladas nos blocos iniciais com as obras civis ainda em andamento.

O posicionamento da estrutura em planta foi condicionado por questões geotécnicas, já que, quanto mais a jusante fossem colocadas as estruturas, menores seriam os volumes escavados, considerando que o piso do Canal de Fuga está em cotas inferiores às do piso do Canal de Adução. Entretanto, a presença de um pacote sedimentar de grande espessura, sobreposto a um horizonte de solo residual, ambos com material predominantemente arenoso, localizado em uma área bastante plana, distante cerca de 400m da margem, foi condicionante para localização dessas estruturas.

Nesta região, abaixo do solo, foi encontrada uma camada com intercalações de rocha alterada e com alto grau de fraturamento, atingindo a cota 36m, ou seja, cerca de 10m abaixo do nível de fundação das estruturas.

Assim, visando-se garantir o assentamento das estruturas em maciço rochoso com adequadas características geomecânicas para fundação, foi evitada a região de baixada, caracterizada pela presença desses sedimentos.

Destinadas a aduzir a vazão máxima de 542m³/s, cada unidade da Tomada d'Água teve suas formas hidráulicas dimensionadas segundo recomendações da NBR 12591 / 1992 e do *Committee on Hydropower Intakes*, da *Energy Division de A.S.C. E*, 1995.

A estrutura de Tomada d'Água, com altura máxima de 53,15m, estará equipada com grades e comportas ensecadeiras, estas últimas destinadas a permitir a manutenção das máquinas. Sua crista, na El. 95,50m, aloja a pista de rolamento do pórtico que opera o dispositivo limpa-grades e as comportas ensecadeiras.

Cada bloco da Tomada d'Água, dividida em quatro aduções por três pilares verticais de concreto, contará, a partir da cota da soleira, na El. 49,35m, com grades de aproximadamente 520m², alinhadas com o paramento de montante, de inclinação para jusante igual a 1,00 (V): 0,15 (H). Serão instalados 4 (quatro) conjuntos de grades, com 4,35m de largura e 30,00 m de altura cada. A velocidade de escoamento na seção das grades, para a vazão máxima turbinada, é de 1,04m/s.

O esvaziamento do circuito hidráulico para realização dos serviços de manutenção, a seco, será feito com auxílio de dois conjuntos de comportas ensecadeiras por unidade, com 7,3 m de largura e 19,1 m de altura cada uma.

A elevação do eixo das unidades Bulbo, El. 58,80m, foi definida com base na submergência mínima exigida pela turbina e pelo nível d'água mínimo no Canal de Fuga, na El. 70,11m. Este foi estimado considerando a vazão mínima histórica registrada no rio Madeira em Porto Velho, transferido até o local do AHE Jirau, e a Curva-Chave de jusante que leva em conta o remanso no reservatório do AHE de Santo Antônio.

A elevação da plataforma de acesso à Casa de Força, El. 89,00m, foi estabelecida levando-se em conta conveniências de arranjo, de forma a conciliar a disposição dos diversos pisos e facilidades construtivas e operacionais. Por esse motivo, a borda livre é bastante confortável em relação ao nível d'água alcançado no Canal de Fuga, El. 83,88m, pela passagem do pico da cheia instantânea de recorrência decamilenar na calha natural do rio, a jusante, com o AHE Santo Antônio em operação.

A montagem e a manutenção das unidades geradoras serão feitas através de duas pontes rolantes principais, com 22 m de vão e capacidade nominal de 2500 kN, que se deslocam sobre trilhos instalados no topo das vigas de concreto que se estendem por todo o comprimento da Casa de Força.

Além dessas pontes, serão instaladas três pontes rolantes auxiliares, de menor porte, para realização de serviços de manuseio de componentes de pequeno porte no interior da Casa de Força. Essas pontes, com 21m de vão e capacidade nominal de 500 kN, também se deslocarão por todo o comprimento da Casa de Força.

Para a cobertura da estrutura, estão previstos elementos estruturais treliçados e telhas metálicas.

O acesso principal às dependências da Casa de Força situa-se na El. 89,00m, e se fará através de escadas pré-moldadas, interligando todos os pisos, desde a plataforma de descarga até as diversas galerias de acesso inferiores e poço da turbina.

Na galeria situada no piso da El. 76,40m, será instalada a subestação, do tipo blindada com isolamento a gás SF₆, sendo que no bloco AM 4, da área de Montagem, e no bloco da Unidade 2, estarão as duas únicas torres de saída para as linhas de transmissão.

A descarga hidráulica a jusante é feita pelo tubo de sucção, projetado com seção variável. A partir da comporta de emergência, apenas a altura é constante e igual a 16,50m e apenas a largura é variável, de 14,20m na seção da comporta de emergência até 17,20m na extremidade de jusante.

Em cada tubo de sucção, será instalada uma comporta vagão de emergência, com 14,2m de largura e 16,5m de altura, com acionamento hidráulico, destinada a operar em caso de falha do sistema de regulação da turbina. Além da comporta de emergência, cada tubo de sucção será equipado com ranhuras para instalação de comporta ensecadeira, para fins de manutenção dos equipamentos da Casa de Força. O acionamento dessas comportas ensecadeiras se fará a partir da plataforma a jusante, na El. 89,00m, através de pórtico rolante com capacidade de 2.000 kN.

Em fase posterior do projeto da usina, deverá ser estudado e projetado um dispositivo, tipo grade ou rede, a ser instalado a jusante dos tubos de sucção, já no Canal de Fuga, visando impedir a entrada de peixes no circuito hidráulico da Casa de Força. O espaçamento da malha deverá ser compatível com as perdas de carga hidráulica que venham a ser consideradas admissíveis, porém guardando a devida proporção com o espaçamento previsto para as grades de Tomada d'Água, a montante.

Na área selecionada para a implantação das estruturas da Tomada D'Água / Casa de Força, as cotas de fundação deverão situar-se, no mínimo, 40 m abaixo do topo rochoso são. Estima-se que o maciço, nessa profundidade, apresente-se são e com grau de fraturamento baixo.

A Casa de Força, com 44 unidades geradoras do tipo Bulbo, terá cada unidade montada em bloco estrutural independente, incorporando a Tomada d'Água e Casa de Força em uma estrutura única. Na direção do eixo do barramento, cada bloco tem 22,10m de extensão e, na direção do fluxo, 80,80m junto à fundação. Estão previstas juntas de construção verticais que possibilitarão a construção dos trechos de montante e de jusante antes da construção do trecho central, que é sempre mais demorada em função das interferências com a montagem da máquina. Essas juntas serão de grande importância na redução das retrações por efeito térmico do concreto na época da construção.

Junto ao paramento de montante, há uma galeria de drenagem próxima à fundação, de onde serão executadas as cortinas de injeção e de drenagem, esta última com a finalidade de reduzir a subpressão causada pela percolação de água pela fundação.

A estabilidade global do bloco foi verificada para as condições de carregamento normais, excepcionais e temporárias (construção e manutenção). Em todos os casos de carregamento, não se admitiram tensões de tração na fundação, junto ao pé de montante da estrutura, e a maior tensão de compressão obtida não chegou a 5 kgf/cm^2 , bastante baixa para as condições da rocha de fundação no local. Os fatores de segurança obtidos para deslizamento, flutuação e tombamento foram sempre superiores aos dos critérios estabelecidos para as verificações de estabilidade.

2.2.19 Canal de Adução

O Canal da Adução, com cerca de 1.500m de extensão medidos ao longo da parede direita e largura média da ordem de 1.000m, está disposto em curva suave para a esquerda, seguida de um trecho retilíneo próximo à Tomada d'Água, de modo a garantir linhas de fluxo o mais alinhadas com o eixo das Turbinas.

No trecho mais a montante, por cerca de 1.346m, o canal tem cota de fundo na El. 78,00m e declividade nula, seguido de um trecho de 88,9m com declividade 1:3 (V:H), até atingir um patamar de 40,0 m na El. 48,35m, imediatamente a montante da Tomada d'Água. Na maior extensão, o canal está assente em rocha sã, sem revestimento.

A velocidade média de escoamento, numa seção a cerca de 150m a montante da Tomada d'Água, na condição de vazão máxima turbinada, $23.848 \text{ m}^3/\text{s}$, e N.A. do reservatório na El. 90,00m é da ordem de 2,0m/s.

Os taludes com maiores desníveis (22 e 45m de altura) ocorrem em uma faixa de aproximadamente 200m, a partir da estrutura da Tomada d'Água. No restante do canal, os taludes deverão ter da ordem de 9 a 27m de desnível.

Ao longo deste canal, as alturas dos taludes em solo devem ser de, no máximo, 10 m; os taludes em rocha, na maior parte, situam-se entre 5 e 20 m, podendo atingir, nos trechos mais altos, até cerca de 40 m de altura.

A proteção dos taludes escavados em solo constará da colocação de enrocamento até a cota 94,0m (2,0m acima do N.A. Máximo Maximórum). Quanto às bancadas em rocha, uma vez que os sistemas de fraturamento do maciço na região não tendem a formar blocos potencialmente instáveis neste talude, considerou-se a colocação de tela de aço associada a concreto projetado e chumbadores nos primeiros 5,0m de profundidade, visando à proteção do trecho de rocha mais alterada e fraturada. Nos 10,0m seguintes é prevista apenas a colocação de concreto projetado e, eventualmente, chumbadores.

Em todo o canal, foram adotados taludes em solo iguais a 1,5:1 (H:V) e, em rocha, 0,1:1 (H:V), estes com bancadas de 0,50m a cada 15m de altura.

No lado esquerdo do Canal, margeando a estrutura da Barragem de Concreto, o talude será protegido por uma parede de concreto.

2.2.20 Canal de Fuga

O Canal de Fuga tem sua diretriz alinhada com o circuito de geração e com o canal natural do rio Madeira, a jusante. Tem uma pequena deflexão nas paredes da margem direita para diminuir os volumes escavados. Na margem esquerda, a extremidade do Muro Lateral Esquerdo tem uma pequena deflexão para a direita, de modo a diminuir os efeitos de impactos de ondas geradas pelo fluxo do Vertedouro, e do próprio fluxo efluente deste, minimizando as interferências sobre o escoamento no Canal de Fuga quando da ocorrência de vertimentos de maior porte.

Com cerca de 771m de extensão, medidos ao longo da parede esquerda, o Canal de Fuga tem três trechos com cotas de fundo diferentes: um primeiro, próximo ao tubo de sucção, com 20m extensão na El. 50,55m, um trecho intermediário em rampa com uma inclinação igual a 1:5 (V:H) e extensão de 62,25m, e um trecho final, mais a jusante, com 689m de extensão na El. 63,00 m.

Destaca-se que o nível d'água no Canal de Fuga, considerado para fins de calagem das turbinas, foi obtido admitindo-se a existência do AHE Santo Antônio, conforme já mencionado. Na hipótese de a implantação do AHE Jirau anteceder à do AHE Santo Antônio, a remoção da Ensecadeira Auxiliar 2, no trecho frontal à Casa de Força, deverá ser feita de forma gradual, em correspondência à efetivação da motorização. Dessa forma, à medida que as máquinas forem entrando em operação, deverá ser aberta uma brecha na Ensecadeira com dimensão tal que assegure a permanência de níveis no Canal de Fuga compatíveis com aqueles estabelecidos para a calagem das turbinas. Os estudos para definição dessas brechas, passo a passo, bem como das proteções indicadas para as extremidades de ensecadeira remanescente sujeita a ação do fluxo, deverão ser estudadas na etapa posterior de projeto.

A região do Canal de Fuga desenvolve-se, predominantemente, em área bastante plana. As alturas máximas do relevo são observadas nos primeiros 300m próximos à Casa de Força – que possui desníveis da ordem de 18 a 40m — diminuindo gradativamente nos 450 m finais, até a margem do rio. Estima-se que os taludes em solo não deverão ter altura superior a 18m ao longo de todo o canal. No segmento mais alto, os taludes em rocha poderão alcançar alturas de até 40m.

Nos taludes em solo, é prevista a colocação de enrocamento de proteção até a cota 85,88m (2,0m acima do N.A. Máximo Maximórum de jusante). Nas faces em rocha, uma vez que os sistemas de fraturamento locais não tendem a formar blocos previu-se, foi prevista a colocação de concreto projetado, associado à tela de aço e chumbadores, nos primeiros 5,0m superficiais, onde o maciço pode apresentar maior fraturamento. Nos 10,0m seguintes considera-se a colocação apenas de concreto projetado e, eventualmente, chumbadores.

No Canal de Fuga, da mesma forma que no de Adução, foram adotados taludes em solo iguais a 1,5:1 (H:V) e, em rocha, 0,1:1 (H:V). As bancadas em rocha serão de 0,50m a cada 15m de altura. No trecho em solo, as bermas terão 3,0m de largura, sendo executadas a cada 10m de desnível. A calha deste canal também não será revestida.

2.2.21 Barragem de Concreto

A Barragem de Concreto desenvolve-se na margem direita, desde o início do Canal de Adução, onde se conecta com a Barragem de Enrocamento no leito do rio, até a Tomada d'Água. Sua estrutura é do tipo gravidade, em CCR (concreto compactado a rolo), com crista na El. 95,50m, taludes de jusante igual a 0,5:1 (H:V) e de montante 0,1:1 (H:V) e altura máxima de 17,0m.

A estrada de acesso entre o circuito de geração e a Barragem de Enrocamento desenvolve-se por sua crista fixada com 10,0m de largura.

A fundação da estrutura estará assente em rocha sã, estimando-se que as escavações para atingir essa condição não deverão ultrapassar 2,0m de profundidade.

Sua estabilidade global foi verificada para as diversas condições de carregamento possíveis durante a construção e operação da Usina e atendeu aos coeficientes de segurança estabelecidos.

A partir do início da escavação do Canal de Adução, a Barragem de Concreto passa a contar com um outro elemento, estruturalmente independente do bloco de gravidade, que consiste de uma parede, entre a fundação deste e o piso do Canal de Adução, em concreto convencional, revestindo o talude de escavação em rocha. Essa parede será armada e estabilizada lateralmente com o auxílio de chumbadores ancorados no talude rochoso.

2.2.22 Muro Lateral Esquerdo da Casa de Força

O Muro Lateral Esquerdo da Casa de Força tem duas finalidades: o ensecamento das Unidades 25 a 44 do circuito de geração, pelo lado de jusante, servindo, também, de encosto para a Ensecadeira Auxiliar 10, e a proteção do Canal de Fuga do escoamento proveniente do Vertedouro.

O Muro é composto por uma estrutura de gravidade em concreto massa convencional, com crista na El. 85,00m e fundação em rocha sã, em torno da El. 72,00m e por uma parede estrutural abaixo dessa elevação até alcançar o piso do Canal de Fuga, com chumbadores fixando-a ao talude rochoso resultante da escavação do canal. Estima-se que as escavações para assentamento da estrutura em rocha sã não ultrapassarão os 2,0m de profundidade.

A estabilidade global do Muro de Gravidade foi verificada para as diversas condições de carregamento possíveis durante a construção e operação da Usina, e os resultados atenderam aos coeficientes de segurança estabelecidos.

2.2.23 Barragem de Terra da Margem Esquerda

A barragem de fechamento da ombreira esquerda terá cerca de 160m de comprimento, crista na El. 95,50m e altura máxima da ordem de 15,0m.

A estrutura estará assente diretamente sobre o terreno natural, após limpeza superficial, sendo constituída por maciço de solo compactado, com taludes externos iguais a 3:1 (H:V) e 2:1

(H:V), a montante e jusante, respectivamente. Será dotada de filtro vertical de areia e de tapete drenante horizontal, constituído por um filtro-sanduíche.

2.2.24 Muros Divisores da Casa de Força

Os Muros Divisores da Casa de Força serão construídos a montante e a jusante das Áreas de Montagem 5 e 6, entre as unidades 24 e 25. Esses muros, juntamente com as Ensecadeiras 9 e 10, manterão ensecado o recinto da área de implantação das Unidades geradoras 25 a 44, o que permitirá o início da geração comercial das Unidades 1 a 24 antes da conclusão das demais unidades.

Os Muros, tanto a montante quanto a jusante, serão de gravidade, construídos em CCR (concreto compactado a rolo) paralelamente ao fluxo, com comprimentos da ordem de 170m e 180 metros, respectivamente. As cristas estarão nas elevações 93,00m e 84,00m para os muros de montante e jusante, e as alturas serão variáveis, já que as fundações acompanham as escavações para os Canais de Adução e de fuga.

A montante, a fundação estará assente entre as cotas 48,35m e 78,0m, situando-se, no mínimo, 32m abaixo do topo da rocha sã. A jusante, as cotas de fundação variam entre 50,55m e 63,00m, localizando-se entre 26,0 a 5,0m abaixo do topo da rocha sã, no sentido de montante para jusante.

Os trechos de menor altura dos Muros, tanto a montante quanto a jusante, servirão de encosto para as Ensecadeiras 9 e 10, que serão construídas transversalmente ao fluxo, com cristas nas elevações 93,00m e 84,00m, respectivamente.

A estabilidade global de cada seção significativa dos Muros foi verificada para as diversas condições de carregamento possíveis durante a construção e operação da Usina, tendo sido obtidos resultados satisfatórios.

2.2.25 Área de Montagem Principal e de Área de Descarga

A Área de Montagem Principal é composta por quatro blocos, AM-1 a AM-4, localizados na extremidade direita da Casa de Força. O *hall* de montagem situa-se na elevação 71,00m e tem comprimento de 88,4m e largura de 22,4m, entre a parede de montante e a face do pilar da ponte rolante, totalizando 1.980m² de área disponível. No bloco AM-4, junto ao limite com o bloco 1 da Tomada d'Água/Casa de Força e abaixo do *hall* de montagem estão localizados os poços de drenagem e de esvaziamento das Unidades 1 a 12 da Tomada d'Água/Casa.

O bloco correspondente à Área de Descarga situa-se junto e à direita do bloco AM-1 e as operações de descarga desenvolvem-se em dois pisos: El.89,00m, onde estacionam as carretas para a descarga, e a El.71,00m, onde são depositadas as cargas, depois de retiradas das carretas, para serem conduzidas, pelas pontes principais, ao *hall* principal de montagem. Para possibilitar essas manobras, foi prevista uma ponte rolante com caminho de rolamento transversal ao caminho de rolamento das pontes principais da Casa de Força.

Tanto os blocos AM-1 a AM-4 quanto o bloco da Área de Descarga são atendidos pelas pontes principais e auxiliares da Casa de Força.

Do ponto de vista da estabilidade global, a Área de Montagem, constituída pelos blocos 1 a 4, e a Área de Descarga foram dimensionadas apenas para garantirem segurança à flutuação, já que as demais verificações não se aplicam porque as estruturas encontram-se encaixadas em escavações executadas em rocha sã.

As fundações dessas estruturas estarão assentes em torno da cota 65,5m, situando-se, no mínimo, cerca de 20m abaixo do topo da rocha sã.

2.2.26 Área de Montagem Auxiliar

A Área de Montagem Auxiliar é formada pelos blocos AM-5 e AM-6, posicionados entre os blocos 24 e 25 da Tomada d'Água/Casa de Força, e cada um deles semelhante aos blocos AM-1 a AM-4 quanto às dimensões internas úteis. A área disponível para as montagens é de 990 m². Abaixo do *hall* de montagem, estão posicionados, no bloco AM-5, os poços de drenagem e de esvaziamento das Unidades 13 a 24 da Tomada d'Água/Casa de Força e, no bloco AM-6, os das Unidades 25 a 34.

Os blocos AM-5 e AM-6 são atendidos pelas pontes principais e auxiliares da Casa de Força.

A montante do *hall* de montagem há uma barragem de gravidade, parte integrante do barramento da usina. Essa barragem foi dimensionada para atender às condições normais, excepcionais e temporárias de carregamento segundo os mesmos critérios de estabilidade utilizados para as demais estruturas de concreto que fazem parte do barramento.

A fundação dos blocos AM-5 e AM-6 está localizada, no trecho mais a montante da estrutura, na El. 63,0m e, no trecho mais a jusante, na El. 68,0m, no mínimo 30,0m abaixo do topo da rocha sã.

2.2.27 Sistema Complementar de Interceptação de Corpos Flutuantes

No arranjo ora apresenta,do não estão incluídas a localização nem a indicação de detalhes de um possível sistema complementar de interceptação de corpos flutuantes, para a proteção da Tomada D'Água contra o acúmulo de troncos de árvores e outros corpos flutuantes de maiores dimensões.

Em virtude de não se disporem, nesta fase dos estudos, de elementos suficientes para uma adequada caracterização dos requisitos técnicos a serem atendidos pelo projeto de um tal sistema específico para o AHE de Jirau, na composição do orçamento do empreendimento (Orçamento Padrão Eletrobrás - OPE) foi prevista uma verba para atender a essa rubrica. Essa verba foi estimada com base numa concepção preliminar, bastante simplificada, de dispositivos flutuantes interceptadores, compatíveis com as dimensões aproximadas do vale do rio Madeira e com o local e ao posicionamento das estruturas no arranjo de Jirau, além de uma margem de folga para compensar as imprecisões e incertezas da própria estimativa.

Em fase posterior, deverão ser desenvolvidos os estudos e as investigações necessárias à concepção, ao dimensionamento e ao cotejamento de alternativas, incluindo de localização e operativas, anteriores à seleção e ao detalhamento da opção técnica e economicamente mais conveniente. A solução adotada deverá então ser introduzida no arranjo geral do

aproveitamento, ocasião em que serão implementadas neste as eventuais adaptações/adequações que se mostrem necessárias.

2.2.28 Eclusa e Canais de Navegação

A estrutura da Eclusa será construída em concreto estrutural com uma única câmara, já que o desnível entre montante e jusante é pequeno, conforme o desenho PJ-0519-V3-GR-DE-0022. A estrutura será formada por uma laje de fundo e paredes laterais, todas com espessuras suficientemente grandes para permitir que os dutos do sistema de enchimento e esvaziamento da câmara sejam embutidos. Praticamente, toda a câmara estará encaixada em rocha, com exceção de um pequeno trecho a jusante, onde as partes superiores das paredes laterais estarão acima do topo rochoso.

A seção em “U”, formada pela laje de fundo e paredes laterais, foi verificada quanto a flutuação e pré-dimensionada estruturalmente para a condição câmara vazia, sendo obtidos resultados favoráveis para ambas as verificações.

O muro-guia de montante é constituído por uma “parede” de concreto ancorada no talude direito da escavação do canal de navegação, em rocha, já que este tem altura superior à do muro.

Do lado de jusante, o muro-guia é misto, com a parte superior composta por um muro de gravidade, acima do topo rochoso, e por uma “parede” de concreto, ancorada no talude de escavação, nos moldes do muro de montante, no trecho abaixo do topo rochoso.

As estruturas de navegação, compreendendo a câmara da Eclusa e os Canais de Navegação, desenvolvem-se por cerca de 3,0km e apresentam diferentes situações quanto às escavações.

Os primeiros 1.000m do Canal de Navegação de Montante localizam-se em uma região bastante plana, caracterizada por grandes espessuras de solo, freqüentemente superiores a 20,0m. Com a base da escavação do canal fixada na cota 84,0m, os taludes serão escavados integralmente em solo, atingindo alturas não superiores a 15,0m de altura. No segmento final, de 800 m de comprimento, até a Câmara da Eclusa, atravessa-se uma região de topografia mais íngreme. Nesse caso, os taludes em solo serão da ordem de 5,0 a 10,0 metros e, em rocha, verificam-se desníveis de até 35,0m.

Os taludes em solo até a El. 94,0m (2,0m acima do NA Máx. Max.) serão revestidos com enrocamento de proteção. Nos taludes em rocha do lado direito do canal, o sistema local de fraturamento do maciço não induz à formação de blocos potencialmente instáveis. Nesse caso, o tratamento dos taludes compõe-se apenas de concreto projetado, associado a tela de aço e chumbadores, nos primeiros 5,0m superficiais, onde o maciço pode se apresentar mais fraturado; nos 10,0m seguintes, deverão ser aplicados somente o concreto projetado e chumbadores eventuais. O lado esquerdo do Canal, diferentemente, demandará, em adição ao tratamento previsto para o lado direito, a colocação de tirantes para fixação de blocos potencialmente instáveis após as escavações.

2.2.29 Rodovia BR-364

A Rodovia BR-364 interliga as capitais de Mato Grosso e Acre, passando por Porto Velho, em Rondônia. É uma estrada pavimentada, sem acostamento e de pista única, com tráfego nos dois sentidos, tendo 7,0m de largura de pista e faixa de domínio de 80,0m de largura.

O trecho de rodovia com interferência direta do reservatório, no qual estão previstas a realização intervenções, compreende segmentos descontínuos que totalizam cerca de 45km, conforme indicado no desenho PJ-0519-V3-AC-DE-0001. Nesses trechos, a rodovia será mantida em seu traçado atual, com a elevação do greide de modo a estabelecer cotas da pista superiores aos níveis d'água do reservatório com influência do remanso associado à cheia de 100 anos de recorrência e NA máximo normal operativo do reservatório (El. 90,00m), com uma borda livre mínima de 2,00m. Prevê-se um alteamento médio de cerca de 5m em relação ao greide atual.

A opção por essa alternativa, em detrimento da alternativa de relocação do traçado da rodovia, tem o objetivo de reduzir ao mínimo a interferência com a cobertura vegetal existente.

Está prevista também a implantação de três novas pontes, sendo a travessia do rio Mutum-Paraná a de maior extensão, cerca de 260m, seguida das travessias do igarapé Cirilo e do igarapé 21, ambas com 120m de extensão aproximada. Nos trechos em que a rodovia corta o futuro reservatório, deverão ser previstos bueiros transversais para evitar retenções d'água.

Os procedimentos para elaboração dos projetos de engenharia rodoviária deverão seguir a orientação das Normas para Projeto de Estradas de Rodagem do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER.

2.3 Cronograma de Implantação

2.3.1 Serviços Preliminares

As atividades correspondentes aos Serviços Preliminares na Margem Direita foram programadas para execução entre o mês 1 (abril/2006) e o mês 16 (julho/2007). Os Serviços Preliminares na Margem Esquerda foram programados para execução no período compreendido entre o mês 5 (agosto/2006) e o mês 23 (fevereiro/2007). Os Serviços Preliminares compreendem as seguintes atividades:

- Construção de Estradas de Serviço
- Implantação do Canteiro e Acampamento Provisórios
- Energia Elétrica Provisória (Geradores Portáteis)
- Energia Elétrica Definitiva
- Água Industrial e Potável
- Instalações Industriais Provisórias
- Canteiro e Acampamento Definitivos
- Instalações Industriais Definitivas

A execução dos Serviços Preliminares na Margem Esquerda será desenvolvida após a implantação do sistema de travessia do rio Madeira, constituído pelos atracadouros em ambas as margens do rio e mobilização da embarcação para a travessia do Madeira.

2.3.2 Construção e Montagem da Tomada d'Água e Casa de Força

As atividades de Construção e Montagem da Tomada d'Água e Casa de Força, que compreendem os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha da área de implantação, construção das estruturas de concreto e montagem dos correspondentes equipamentos eletromecânicos, serão desenvolvidas, respectivamente, nos seguintes períodos:

- Desmatamento: 03/11/2006 a 07/02/2007 (meses 8 a 11)
- Escavação Comum: 09/11/2006 a 19/05/2007 (meses 8 a 14)
- Escavação em Rocha: 22/11/2006 a 28/07/2008 (meses 8 a 28)
- Obras Civis:
 - da AD 01 e AM 01/AM 02/AM 03/AM 04: 23/10/2007 a 26/06/2008 (meses 19 a 27)
 - da Unid 01 a Unid 08: 15/02/2008 a 28/03/2009 (meses 23 a 36)
 - da Unid 09 a Unid 16: 01/03/2008 a 25/03/2010 (meses 24 a 48)
 - da Unid 17 a Unid 24: 17/03/2008 a 26/11/2010 (meses 24 a 56)
 - do Muro entre as Unidades 24 e 25: 15/12/2008 a 31/03/2009 (meses 33 a 36)
 - da AM 05 e AM 06: 17/04/2008 a 29/10/2008 (meses 25 a 31)
 - da Unid 25 a Unid 29: 07/10/2008 a 19/04/2011 (meses 31 a 61)
 - da Unid 30 a Unid 34: 07/03/2009 a 20/05/2011 (meses 36 a 62)
 - da Unid 35 a Unid 39: 06/08/2009 a 17/02/2012 (meses 41 a 71)
 - da Unid 40 a Unid 44: 03/12/2009 a 17/07/2012 (meses 45 a 76)
- Montagens:
 - da AD 01 e AM 01/AM 02/AM 03/AM 04: 13/03/2008 a 15/07/2008 (meses 24 a 28)
 - da Unid 01 a Unid 08: 24/03/2008 a 20/02/2010 (meses 24 a 27)
 - da Unid 09 a Unid 16: 08/04/2008 a 15/10/2010 (meses 25 a 55)
 - da Unid 17 a Unid 24: 22/04/2008 a 27/06/2011 (meses 25 a 63)
 - da AM 05 e AM 06: 22/09/2008 a 18/11/2008 (meses 30 a 32)
 - da Unid 25 a Unid 29: 11/11/2008 a 09/11/2011 (meses 32 a 68)
 - da Unid 30 a Unid 34: 11/04/2009 a 10/12/2011 (meses 37 a 69)
 - da Unid 35 a Unid 39: 11/09/2009 a 06/09/2012 (meses 42 a 78)
 - da Unid 40 a Unid 44: 09/02/2010 a 31/01/2013 (meses 47 a 82)

2.3.3 Escavação do Canal de Fuga

Os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha do Canal de Fuga serão realizados, respectivamente, nos seguintes períodos:

- Desmatamento: 07/08/2006 a 11/12/2006 (meses 5 a 9)
- Escavação Comum: 08/05/2007 a 27/08/2009 (meses 14 a 41)
- Escavação Comum Faixa Margem do Rio: 07/07/2009 a 27/08/2009 (meses 40 a 41)
- Escavação em Rocha: 29/06/2007 a 07/08/2008 (meses 15 a 29)

A atividade de escavação do Canal de Fuga será precedida pela construção de uma ensecadeira denominada Ensecadeira Auxiliar 2 ao longo da margem do rio com crista na El. 83.00 m; essa Ensecadeira, que será construída no período compreendido entre o mês 6 (setembro/2006) e o mês 8 (novembro/2006), proverá proteção aos trabalhos de escavação do Canal de Fuga para ocorrência de cheias com período de retorno de 300 anos. A Ensecadeira Auxiliar 2 será construída sobre o terreno natural previamente desmatado. As cotas da superfície de fundação da ensecadeira estão situadas acima da El. 68.00m. Como no período previsto para a sua construção, o nível d' água estará situado no entorno da El. 68.00m, a construção da Ensecadeira Auxiliar 2 poderá ser realizada a seco.

A Ensecadeira Auxiliar 2 será removida no período compreendido entre o mês 40 (julho/2009) e o mês 41 (agosto/2009) para possibilitar a realização dos trabalhos de testes, comissionamento e início da geração comercial das seis primeiras Unidades. Na ocasião do início dos trabalhos de comissionamento e testes da Unidade 1, as estruturas de concreto das Unidades de números 9 a 24 estarão em construção; essas Unidades já terão as comportas ensecadeiras de montante e jusante devidamente instaladas. Para proteção das obras de concreto das unidades de números 25 a 44 serão construídas ensecadeiras a montante e a jusante delas, com crista na El. 89,00m e 83,00m, respectivamente. Essas ensecadeiras, denominadas, respectivamente, de Ensecadeiras Auxiliares 9 e 10, serão removidas entre o mês 60 (março/2011) e o mês 63 (junho/2011), antes do início dos trabalhos de comissionamento e testes da Unidade 25.

Juntamente com a remoção da Ensecadeira Auxiliar 2, será executada a escavação complementar do Canal de Fuga, ou seja, a parte situada sob a Ensecadeira Auxiliar 2.

2.3.4 Escavação do Canal de Adução

Os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha do Canal de Adução serão realizados, respectivamente, nos seguintes períodos:

- Desmatamento: 30/06/2006 a 11/06/2007 (meses 3 a 15)
- Escavação Comum: 18/07/2007 a 03/12/2008 (meses 16 a 33)
- Escavação Comum Faixa Margem do Rio: 18/07/2009 a 02/09/2009 (meses 40 a 42)
- Escavação em Rocha: 30/07/2007 a 31/07/2009 (meses 16 a 40)

Os trabalhos de escavação do Canal de Adução serão precedidos pelos trabalhos de desmatamento de toda a área de escavação e construção de uma ensecadeira denominada Ensecadeira Auxiliar 1 ao longo da margem do rio, com crista na El. 89,00m; essa Ensecadeira, que será construída no período compreendido entre o mês 6 (setembro/2006) e o mês 8 (novembro/2006), proverá proteção aos trabalhos de escavação do Canal de Fuga para ocorrência de cheias com período de retorno de 300 anos. A Ensecadeira Auxiliar 1 será construída sobre o terreno natural previamente desmatado. As cotas da superfície de fundação da Ensecadeira estão situadas acima da El. 80,00m. Como, no período previsto para a sua construção, o nível d'água estará situado no entorno da El. 75,00m, a construção da ensecadeira poderá ser realizada a seco.

A Ensecadeira Auxiliar 1 do Canal de Adução será removida no período compreendido entre o mês 39 (junho/2009) e o mês 42 (setembro/2009), para possibilitar a realização dos trabalhos de comissionamento e testes e início da geração comercial da Unidade 1.

2.3.5 Construção e Montagem do Vertedouro

As atividades de Construção e Montagem do Vertedouro, que compreendem os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha da área de implantação, construção das estruturas de concreto e montagem dos correspondentes equipamentos hidromecânicos, serão desenvolvidas a partir da data em que se dispõe de travessia do rio Madeira, da margem direita para a margem esquerda. Portanto, os trabalhos de construção do Vertedouro serão desenvolvidos, respectivamente, nos períodos abaixo indicados. Os trabalhos serão realizadas para possibilitar o início do desvio do rio a partir do início do mês 40 (Julho/2009).

- Desmatamento: 16/10/2006 a 21/11/2006 (meses 7 a 8)
- Escavação Comum: 13/12/2006 a 05/02/2007 (meses 9 a 11)
- Escavação em Rocha: 02/01/2007 a 22/08/2007 (meses 10 a 17)
- Obras Cíveis até o Desvio do Rio:
 - Muro Lateral Esquerdo: 23/08/2007 a 17/05/2008 (meses 17 a 26)
 - VT 01 a VT 10: 04/09/2007 a 10/02/2010 (meses 42 a 47)
 - VT 11 a VT 21: 26/04/2008 a 03/02/2009 (meses 25 a 36)
 - Muro Lateral Direito: 28/08/2008 a 24/02/2009 (meses 29 a 35)
- Obras Cíveis após o Desvio do Rio:
 - Muro Lateral Esquerdo: 17/08/2009 a 29/09/2009 (meses 41 a 42)
 - VT 01 a VT 10: 17/08/2009 a 10/02/2010 (meses 41 a 47)
- Montagens até o Desvio do Rio:
 - VT 01 a VT 10: 17/12/2007 a 05/12/2008 (meses 21 a 33)
 - VT 11 a VT 21: 28/06/2008 a 29/06/2009 (meses 27 a 39)
- Montagens após o Desvio do Rio:
 - VT 01 a VT 10: 16/09/2009 a 08/12/2009 (meses 42 a 45)

Para proteção dos trabalhos de escavação da área de implantação, assim como os de construção das estruturas de concreto do Vertedouro, será construída uma Ensecadeira que contornará a área de implantação a montante e a jusante. Essa Ensecadeira, denominada Ensecadeira Auxiliar 4, será construída com cotas de coroamento nas elevações 89,00m e 83,00m, respectivamente, para o tramo de montante e tramo de jusante. A Ensecadeira será construída sobre o terreno natural existente imediatamente após a conclusão dos trabalhos de desmatamento e limpeza. Após conclusão das escavações nas áreas imediatamente a montante e a jusante do Vertedouro, respectivamente, no Canal de Aproximação e no Canal de Restituição, serão construídas outras duas ensecadeiras, uma a montante do Vertedouro e outra, a jusante. Essas duas Ensecadeiras serão denominadas de Ensecadeira 6 e Ensecadeira 7, respectivamente. Após a construção dessas duas Ensecadeiras, será removida a Ensecadeira Auxiliar 4, acima descrita.

As Ensecadeiras 6 e 7 serão removidas entre o mês 36 (março/2009) e o mês 39 (junho/2009) para possibilitar o início do Desvio do Rio no mês 40 (julho/2009). A remoção da Ensecadeira será efetuada parte a seco, e parte, por meio de dragagem.

2.3.6 Escavação do Canal de Aproximação

Os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha do Canal de Aproximação serão executados nos períodos abaixo indicados.

- Desmatamento: 20/08/2006 a 12/12/2006 (meses 5 a 9)
- Escavação Comum: 25/11/2006 a 24/03/2008 (meses 8 a 24)
- Escavação Comum Faixa Margem do Rio: 25/08/2008 a 08/12/2008 (meses 29 a 33)
- Escavação em Rocha: 07/05/2007 a 23/08/2008 (meses 14 a 29)
- Escavação em Rocha Faixa Margem do Rio: 06/09/2008 a 19/01/2009 (meses 30 a 34)

Os trabalhos de escavação da faixa junto à margem do rio serão executados somente nos períodos de baixas vazões do rio.

2.3.7 Escavação do Canal de Restituição

Os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha do Canal de Restituição serão realizados nos períodos abaixo indicados.

- Desmatamento: 31/10/2006 a 12/10/2007 (meses 7 a 19)
- Escavação Comum: 13/12/2006 a 29/03/2007 (meses 9 a 12)
- Escavação Comum Faixa Margem do Rio: 19/07/2007 a 31/10/2007 (meses 16 a 19)
- Escavação em Rocha: 19/12/2006 a 09/01/2008 (meses 9 a 22)
- Escavação em Rocha Faixa Margem do Rio: 31/05/2007 a 26/02/2009 (meses 14 a 35)

Os trabalhos de escavação da faixa junto à margem do rio serão executados somente nos períodos de baixas vazões do rio.

2.3.8 Desvio do Rio

O Desvio do Rio será iniciado no mês 40 (julho/2009) com o lançamento dos cordões de enrocamento das Pré-ensecadeiras a montante e a jusante as Barragem de Enrocamento. O lançamento desses cordões será iniciado após a conclusão dos trabalhos de remoção das ensecadeiras construídas a montante e a jusante do Vertedouro. A remoção dessas ensecadeiras por sua vez poderá ser realizada após a conclusão de todas as montagens eletromecânicas previstas no Vertedouro.

Desde o início até a conclusão do lançamento dos cordões de enrocamento das Pré-ensecadeiras no mês 43 (outubro/2009), o rio vai passar passando parte por sua calha natural e, parte, pelo Vertedouro, onde 10 de seus 21 vãos serão deixados rebaixados na El. 64,00m Após a conclusão do lançamento dos cordões de enrocamento, ou seja, após o fechamento de sua calha, o rio passará a escoar somente pelo Vertedouro.

Com uma defasagem de alguns dias em relação ao lançamento dos cordões de enrocamento, será iniciada a construção da Ensecadeira propriamente dita. O desvio do rio ficará consolidado no mês 44 (novembro/2009) com a conclusão da construção das Ensecadeiras a Montante e a jusante da Barragem na El. 93,00m e na El. 83,00m respectivamente. Após consolidado o desvio do rio, terá início a concretagem complementar dos Vãos rebaixados do Vertedouro. Essa atividade será iniciada no mês 44 (novembro/2009) e concluída no mês 49 (abril/2010).

2.3.9 Barragem de Enrocamento

As atividades envolvidas na construção da Barragem de Enrocamento compreendem os trabalhos de esgotamento do recinto ensecado, limpeza e tratamento da fundação e, finalmente, construção do maciço da Barragem, constituído por núcleo argiloso compactado, transições e enrocamento compactado.

As atividades correspondentes a limpeza e tratamento da fundação compreenderão a execução dos seguintes trabalhos: remoção do aluvião e blocos de rocha solta existentes, regularização da superfície da fundação, injeção de calda de cimento no maciço rochoso da fundação e, finalmente, limpeza final da fundação para o lançamento dos materiais constituintes da Barragem.

São previstos os seguintes períodos para a execução das atividades acima descritas:

- esgotamento do recinto ensecado: novembro/2009 (mês 56);
- limpeza e tratamento da fundação: dezembro/2009 a junho/2010 (meses 45 a 51);
- construção do maciço da Barragem: abril/2010 a dezembro/2010 (meses 49 a 57).

2.3.10 Eclusa de Navegação

A construção da Eclusa será desenvolvida nos seguintes períodos:

- Desmatamento: 12/06/2007 a 09/10/2007 (meses 15 a 19)
- Escavação Comum Câmara da Eclusa: 04/12/2008 a 09/01/2009 (meses 33 a 34)
- Escavação em Rocha Câmara da Eclusa: 10/01/2009 a 25/04/2009 (meses 34 a 37)
- Escavação Comum Canais de Navegação: 10/01/2009 a 15/09/2009 (meses 34 a 42)
- Escavação em Rocha Canais de Navegação: 27/04/2009 a 21/10/2009 (meses 37 a 43)
- Obras Cíveis da Eclusa: 27/04/2009 a 17/04/2010 (meses 37 a 49)
- Montagens da Eclusa: 21/12/2009 a 14/08/2010 (meses 45 a 53)

2.4 Infra-Estrutura de Apoio às Obras

2.4.1 Estradas de Acesso e de Serviços

Na margem direita serão construídos, prioritariamente, os seguintes acessos:

- acesso à obra a partir da BR-364;
- acesso à área de implantação das instalações do Canteiro e Acampamento da Margem Direita a partir do final do acesso à obra;
- acesso à área destinada ao bota-fora das escavações da Tomada d'Água e Casa de Força;

- acesso à área destinada ao bota-fora das escavações do Canal de Fuga;
- acesso à área de pilha de estoque de rocha proveniente das escavações do Canal de Fuga;
- acesso à área destinada ao bota-fora das escavações do Canal de Adução.

Os demais acessos que serão necessários para a execução das Obras da Margem Direita serão construídos posteriormente, na medida das suas necessidades.

Os trabalhos de construção de acessos compreenderão execução dos trabalhos de desmatamento, destocamento e limpeza da faixa prevista para a implantação do acesso, implantação do sistema de drenagem superficial, terraplenagem e pavimentação da pista de rolamento.

A pavimentação dos acessos será executada com cascalhos existentes na região. Os acessos serão construídos com 12m de largura.

Em paralelo com os trabalhos de construção dos acessos, serão realizados os trabalhos de desmatamento das áreas destinadas aos bota-foras dos materiais escavados, assim como os trabalhos de construção do acesso à obra.

Imediatamente após a construção do Acesso à Área de Construção do Canteiro e Acampamento da Margem Direita, será iniciada a construção do cais de atracação da balsa a ser utilizada na travessia do rio Madeira. A balsa e o rebocador deverão chegar à obra na data prevista para a conclusão da construção do cais de atracação, ou seja, três meses após a data de início das obras. A construção do cais de atracação na margem esquerda será concluída um mês depois.

Imediatamente após a construção do cais de atracação da margem esquerda, serão iniciados os trabalhos de construção dos acessos da margem esquerda, onde serão construídos prioritariamente os seguintes:

- acesso Porto ME - Vertedouro / Canal de Aproximação;
- acesso Vertedouro - Bota-Fora;
- acesso Canal de Restituição - Bota-Fora;
- acesso Canal de Aproximação - Bota-Fora.

Para a construção dos acessos da margem esquerda, será utilizada a mesma metodologia descrita para a execução dos acessos da margem direita.

2.4.2 Canteiro de Obra e Acampamento

As Instalações do Canteiro e Acampamento (desenho PJ-0519-V3-GR-DE-0006) serão implantadas nos seguintes períodos:

- da margem direita: entre abril de 2006 e julho de 2007 (meses 1 a 16)
- da margem esquerda: entre agosto de 2006 e junho de 2007 (meses 5 a 15)

As Instalações do Canteiro e Acampamento da Margem Direita compreendem as Instalações do Canteiro e Acampamento Provisórios, Central de Britagem e Central de Concreto

Provisórias, Instalações do Canteiro e Acampamento Definitivos, Central de Britagem e Central de Concreto Definitivas.

As Instalações de Canteiro e Acampamento Provisórios serão efetuadas em caráter precário e utilizadas apenas para os trabalhos iniciais, até que se disponha das instalações definitivas. Enquanto não se dispõe de energia elétrica definitiva, que será obtida da CERON, a energia necessária para os trabalhos iniciais será suprida com geradores portáteis.

As Centrais de Britagem e de Concreto Provisórias produzirão o agregado e o concreto para a implantação das Instalações do Canteiro e Acampamento Definitivos. A rocha sã, para a produção de agregados, será obtida por meio de escavação de afloramentos de rocha que ocorrem junto à margem direita do rio Madeira.

Para a implantação das Instalações do Canteiro e Acampamento da Margem Esquerda, será adotado esquema similar ao utilizado na margem direita, com uma diferença que os agregados necessários para os concretos da margem esquerda serão produzidos na margem direita.

Na margem direita, face à localização da Eclusa de Navegação, optou-se pela localização da Central de Britagem numa área de aproximadamente 200.000m², localizada entre o Canal de Adução da Tomada d'Água e o Canal de Montante da Eclusa. A Central de Concreto e os Pátios de Carpintaria e de Armação serão implantados numa área de, aproximadamente 200.000m², localizada à direita da Câmara da Eclusa. O Acampamento será implantado em duas áreas, uma de 150.000 m² e outra de 600.000m², respectivamente, à esquerda e à direita do acesso à obra a partir da BR-364. O cais de atracação da balsa na margem direita será localizado cerca de 2km a jusante do eixo das Unidades Geradoras.

O Canteiro Industrial da Margem Esquerda, constituído pelas Centrais de Britagem e de Concreto e os Pátios de Carpintaria e Armação, será implantado numa área de aproximadamente 200.000m² localizada a cerca de 500m do Vertedouro. O Acampamento da Margem Esquerda será implantado numa área de, aproximadamente 370.000m², localizado na margem esquerda do rio Madeira cerca de 3km a jusante do Vertedouro.

Junto a cada canteiro industrial, está prevista a instalação de sistemas de drenagem de óleo/água e caixa separadora, cuja finalidade será a de impedir o vazamento de óleo para o rio.

Visando atender ao contingente de mão-de-obra na condição de pico, durante a fase construtiva, serão implantados em cada margem um sistema de abastecimento de água potável com estação de tratamento de água (ETA) e um sistema de esgoto sanitário, constituído por coleta e central de tratamento de esgoto (ETE).

Os resíduos sólidos provenientes dos canteiros e acampamentos serão coletados e depositados em aterro sanitário em local selecionado para essa finalidade.

A infra-estrutura que atenderá à construção da Usina prevê a implantação, na margem direita, em local próximo ao canteiro, de um aeroporto com capacidade para operar com aeronaves de pequeno porte.

2.4.3 Áreas de Empréstimo e Bota-Fora

A planta com o posicionamento das áreas de empréstimo e de bota-fora podem ser observadas no desenho PJ-0519-V3-GR-DE-0007. As áreas de empréstimo foram selecionadas de acordo com as investigações e estudos realizados na região do empreendimento e estão posicionadas de forma que facilite a logística durante a etapa de implantação da obra.

— Jazidas Terrosas

As investigações nas áreas das Jazidas Terrosas ocorreram integralmente na fase dos Estudos de Inventário.

— Jazidas de Areia

As investigações nas praias do Embaúba, Avião e banco a jusante da cachoeira foram realizadas nesta fase dos estudos, por meio de sondagens a percussão, com diâmetro 4", utilizando amostrador de válvula, de forma a possibilitar a coleta de amostras deformadas da areia. Ao todo, foram realizadas 12 sondagens na área da praia do Embaúba; 22, na praia do Avião e 9, no banco a jusante da cachoeira do Jirau. As investigações atingiram, em sua grande maioria, profundidades superiores a 10, totalizando 457m de perfuração em areia.

As jazidas de areia localizadas em terraços aluvionares, denominadas JA-6 e JA-7 no Inventário, não foram investigadas a etapa atual dos estudos, uma vez que avaliações preliminares realizadas indicaram a ocorrência de depósito de solo colúvio-aluvionar, constituído de areia com granulometria muito heterogênea, verificando-se areia grossa somente em superfície. Em profundidade, a areia apresenta-se com bastantes finos, às vezes argilosa, com elevada consistência.

— Jazidas de Cascalho

As investigações das cascalheiras constaram dos relatórios DVGM.T013.02-RO, da fase de Inventário e ECPV.T.008.2004-RO, da fase de Viabilidade, emitidos por FURNAS. Na etapa de Estudos de Viabilidade, foram reavaliadas as áreas das JC-08, 12 e 13, consideradas mais promissoras.

Jazida JC-08

A área de abrangência da jazida foi mapeada em superfície, bem como os cortes da estrada, e ainda uma cava explorada por trator, para aplicação na estrada de acesso existente. A área constitui um testemunho de uma superfície de erosão dos conglomerados da Formação Palmeiral, que recobrem os Granitos e Riolitos da formação São Lourenço-Caripunas.

A região levantada foi planialtimétrica, tendo se obtido a área para fins de cálculo de volume a partir desse levantamento. A área total é de 56.600m². Considerando uma espessura média de 2,0 m, o volume disponível é de 113.200m³.

A área delimitada da jazida apresenta, de forma descontínua, uma camada de 1,0 a 2,0 metros de espessura de leitos de cascalhos grosseiros, localmente conglomerático, predominando

seixos graúdos de quartzito, arenito, granito e riolito, envoltos por uma fração de seixos miúdos e uma matriz de areia pouco silto-argilosa.

Jazida JC-12

A área da JC-12 também constitui um testemunho de uma superfície de erosão dos conglomerados da formação palmeiral, que recobrem os Granitos e Riolitos da formação São Lourenço-Caripunas.

A delimitação da área foi realizada com GPS Garmin 12 XL. A área total é de 85.260m². Considerando uma espessura média de 2,0m, o volume disponível é de 170.520m³.

Esse material já foi aplicado no revestimento de trechos da estrada vicinal, com simples espalhamento de trator de esteira tipo D6, tendo apresentado ótimo suporte.

2.4.4 Mão-de-Obra Necessária

Prevê-se que a construção do Aproveitamento Hidrelétrico Jirau demandará cerca de 13.000 empregos diretos, em média, atingindo-se picos de 20.000 trabalhadores envolvidos nas obras.

3. APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO SANTO ANTÔNIO

3.1 Dados Técnicos do Empreendimento

AHE SANTO ANTÔNIO	
N.A. Máximo Normal	El. 70,00m
N.A. Mínimo Normal	El. 70,00m
N.A. Normal Jusante	El. 55,29m
Área do Reservatório	271,3 Km ²
Volume do Reservatório	2,075,1 x 10 ⁶ m ³
Potência Instalada	3.150 MW
Energia Média	1.973 MW médios
Queda Bruta	13,9m
Tipo de Turbina	Bulbo
Potência Unitária	73 MW
Nº Unidades	44
Barragem Tipo	Concreto/Enrocamento
Altura Máxima da Barragem	60,0m
Vertedouro Tipo	Controlado
Número de Comportas	21
Desvio do Rio	Pelo Vertedouro
Subestação Elevadora Tensão	13,8 kV/500 kV
Linha de Transmissão Extensão	5 Km
Cronograma – Principais Fases	
Início das Obras até o Desvio do Rio	39 meses
Desvio até o Enchimento do Reservatório	5 meses
Início das Obras até a Geração da Unidade 01	44 meses
Início das Obras até a Geração da Unidade 44	82 meses

3.2 Descrição do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio

O arranjo do AHE Santo Antônio foi desenvolvido com todas as estruturas de concreto (Vertedouro, Tomada d'Água e Casa de Força), dispostas nas margens do rio e na ilha do Presídio, com as escavações, concretagens e montagens eletromecânicas respectivas executadas com o rio em seu leito natural do braço principal. O fechamento do rio, através de Barragem de Enrocamento e Ensecadeiras incorporadas, é realizado ao final, com o desvio se processando pelo Vertedouro (desenho PJ-0532-V3-GR-DE-0021).

O reservatório a ser formado com a implantação da Usina é muito pequeno. No NA máximo normal, 70,00m, o reservatório acumula um volume da ordem de $2.050 \times 10^6 \text{ m}^3$, ocupando uma área de 271 km^2 . Dessa área, cerca de 164 km^2 correspondem à inundação natural, resultando um acréscimo de área inundada de apenas 107 km^2 , conforme o desenho PJ-0532-V3-GR-DE-0105.

O eixo do aproveitamento configura uma poligonal formada (da direita para esquerda) pelo eixo retilíneo, do Vertedouro; pelo eixo em curva da Barragem de Enrocamento (de fechamento do leito do rio) e pelo eixo retilíneo da Tomada d'Água / Casa de Força.

As características do sítio determinam volumes escavados em rocha da ordem de 18 milhões de m^3 , medidos *in situ*, para implantação do arranjo. Grande parte desse material, cerca de 17 milhões de m^3 (com “empolamento”), não utilizada na construção do empreendimento, será destinada a bota-foras localizados em ambas as margens a montante na área do reservatório e em reaterros, também em ambas as margens (desenho PJ-0532-V3-GR-DE-0006).

Na primeira fase de construção, o rio Madeira é mantido em seu leito natural no braço principal. As Ensecadeiras Auxiliares, dimensionadas para cheia de 300 anos de tempo de recorrência para enfrentar dois períodos de cheias, permitem a construção em suas margens, mesmo nos períodos de cheia. Durante esta fase serão executados:

Na margem esquerda:

- 44 unidades da Tomada d'Água/Casa de Força, com largura de bloco igual a 22,60m, divididas em dois conjuntos de 24 e 20 unidades, separados pela Área de Montagem Auxiliar AM-5 e AM-6;
- Muro Divisor em CCR, transversal ao eixo do barramento, com extensão a montante e a jusante para encosto das Ensecadeiras Auxiliares 8 e 9, respectivamente, a montante e a jusante;
- Muro de Concreto na extremidade direita da Casa de Força, com eixo retilíneo, de direção perpendicular ao eixo desta, definindo os limites dos Canais de Adução e de Fuga, no qual são encostadas, na face esquerda, as Ensecadeiras Auxiliares 8 e 9 e, na face direita, a Barragem de Enrocamento e as Ensecadeiras Principais;
- Canais de Adução e de Fuga com cotas de fundo iguais a 58,00m e 42,00m, respectivamente;
- Área de Montagem Principal, AM-1 a AM-4, com 4 blocos de 22,60m de largura, e Área de Descarga, bloco de 12,00m de largura, ambas localizadas externamente à Tomada d'Água / Casa de Força, em sua extremidade esquerda;

- Área de Montagem Auxiliar, AM-5 e 6, em correspondência ao Muro Divisor da Casa de Força, montante e jusante, com largura equivalente a 2 blocos de 22,60m;

Na margem direita:

- Vertedouro com 21 vãos de 20,00m de largura e soleira na El. 50,00m, com comportas-segundo;
- Canal de Aproximação, em curva, com cota de fundo em patamares nas elevações 60,00, 47,00 e 42,00m, de montante para jusante;
- Canal de Restituição, com seu eixo alinhado com a direção natural do rio a jusante, situando-se na El. 42,00m.

Além dessas estruturas, está prevista a construção de Eclusa e Canais de Navegação, localizados na margem esquerda, com eixos com pequenas curvaturas, estando o conjunto afastado cerca de 100m da Área de Descarga.

Concluídas as concretagens e instalações Eletromecânicas do Vertedouro, bem como do primeiro conjunto de Tomada d'Água / Casa de Força (24 unidades), as Ensecadeiras Auxiliares serão removidas e iniciado o fechamento do rio.

O fechamento tem início com o lançamento de cordões de enrocamento das pré-ensecadeiras de montante e jusante, em enrocamento lançado e vedado, por montante, com solo lançado, e o conseqüente desvio do rio pelo Vertedouro. Após a construção das pré-ensecadeiras, será iniciada as Ensecadeiras Principais, que serão incorporadas à Barragem de Enrocamento. Essas Ensecadeiras, dimensionadas para cheias de mil anos de recorrência, deverão ter cotas de crista iguais a 73,00 e 66,00m, montante e jusante, respectivamente.

Em razão dos grandes volumes necessários à construção da Barragem de Enrocamento e da limitação do prazo disponível entre a conclusão das Ensecadeiras Principais e o início do período chuvoso, sua execução é prevista para o próximo período hidrológico. No período chuvoso subsequente (se possível) e no próximo período de estiagem, serão executados os tratamentos de fundações e o próprio maciço da Barragem de Enrocamento, com núcleo argiloso e cota de crista na El. 75,50m.

O enchimento parcial do reservatório se dará após a construção das Ensecadeiras de Principais, que permitem o comissionamento e o início da operação com as seis primeiras unidades geradoras.

As Ensecadeiras Auxiliares 8 e 9 serão removidas por dragagem após a conclusão das montagens eletromecânicas correspondentes ao segundo conjunto de unidades geradoras.

O conjunto das estruturas de Barramento possui a cota de coroamento na El. 75,50m, garantindo uma borda livre de 3,50m acima do N.A. Máximo Maximórum.

Além desse conjunto de estruturas, está prevista a relocação das pontes sobre o igarapé Bate-Estaca e rios Caracol e Jaci-Paraná, da Rodovia BR-364, e também o alteamento do greide dos trechos próximos a esses locais, devido à interferência com o reservatório.

A geração comercial do empreendimento ocorrerá com a obra ainda em andamento. Em novembro de 2009, está prevista a entrada em operação de 6 unidades e, a partir deste marco, a entrada de mais 3 unidades a cada três meses, até a geração completa prevista para janeiro de 2013, o que proporcionará importantes benefícios ao fluxo financeiro do empreendimento. O cronograma detalhado da entrada em operação das unidades geradoras é apresentado na TABELA A.VII. 5 .

TABELA A.VII. 5 – Cronograma da Entrada em Operação das Unidades Geradoras

T (meses) (¹)	Final do Mês de (²)	Ano	Quantidades de Unidades em Operação
44	Novembro	2009	6
47	Fevereiro	2010	9
50	Maio	2010	12
53	Agosto	2010	15
56	Novembro	2010	18
59	Fevereiro	2011	21
62	Maio	2011	24
65	Agosto	2011	27
68	Novembro	2011	30
71	Fevereiro	2012	33
74	Maio	2012	36
77	Agosto	2012	39
80	Novembro	2012	42
82	Janeiro	2013	44

(¹) tempo em meses a partir do início da obra.

(²) foi considerado o início da obra em abril/2006

3.2.1 Características de Operação do Futuro Reservatório do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio

a) Curva Cota X Área e Cota X Volume

Os dados para obtenção das curvas cota x área e cota x volume foram extraídos da restituição aerofotogramétrica e das informações topobatimétricas do local do aproveitamento que indicam, como elevação média do leito do rio Madeira, a cota 30,00m.

As áreas associadas a cada curva de nível (com 5,00m de equidistância) foram medidas com o auxílio do *software* AutoCAD e interpoladas a cada metro. Os volumes foram então calculados a partir dessas áreas.

A TABELA A.VII. 6 apresentam-se as áreas medidas e os volumes calculados para o AHE Santo Antônio.

TABELA A.VII. 6 – AHE Santo Antônio Curvas Cota x Área e Cota x Volume do Reservatório

Cota (m)	Área (km²)	Volume (hm³)
30.00	0.00	0.00
31.00	0.64	0.32
32.00	1.27	1.27
33.00	1.78	2.80
34.00	2.07	4.72
35.00	2.37	6.94
36.00	2.75	9.50
37.00	3.21	12.47
38.00	3.66	15.91
39.00	4.12	19.80
40.00	4.58	24.15
41.00	5.05	28.97
42.00	5.64	34.31
43.00	6.22	40.24
44.00	6.75	46.73
45.00	7.10	53.65
46.00	7.45	60.92
47.00	8.14	68.72
48.00	8.91	77.24
49.00	9.80	86.60
50.00	10.49	96.74
51.00	11.53	107.75
52.00	13.76	120.39
53.00	16.30	135.42
54.00	20.75	153.94
55.00	25.12	176.88
56.00	30.00	204.44
57.00	35.18	237.03
58.00	40.04	274.64
59.00	47.43	318.38
60.00	58.31	371.24
61.00	79.51	440.15
62.00	102.28	531.05
63.00	133.32	648.84
64.00	159.08	795.04
65.00	180.30	964.73
66.00	197.41	1,153.58
67.00	214.18	1,359.38
68.00	226.80	1,579.87
69.00	246.23	1,816.38
70.00	271.26	2,075.13
71.00	306.54	2,364.03
72.00	344.95	2,689.78
73.00	395.27	3,059.88
74.00	438.52	3,476.78
75.00	480.40	3,936.24

b) Enchimento do Reservatório

O reservatório do AHE Santo Antônio tem um volume pequeno em relação à magnitude das vazões afluentes. Por isso, seu enchimento poderá ocorrer em poucos dias, como demonstrado a seguir.

O cronograma de implantação do Projeto estabelece o mês de outubro com meta para consolidação do fechamento do leito do rio pelas pré-ensecadeiras, com toda a vazão afluente passando pelo Vertedouro, este com 11 vãos concluídos (soleira na El. 50,00m) e 10 inconclusos (soleira na El. 44,00). Durante o mês seguinte ao término da implantação das pré-ensecadeiras, portanto, em novembro, serão realizados os trabalhos de alteamento das mesmas, atingindo as El. 73,00m e 66,00m, montante e jusante, respectivamente.

O tempo de enchimento foi calculado considerando as seguintes regras operacionais para o Vertedouro:

- O Vertedouro será operado durante o período de elevação da ensecadeira de modo a manter a igualdade entre as vazões afluentes e defluentes, até a consecução da cota final das ensecadeiras.
- Ao atingir as cotas finais das ensecadeiras o Vertedouro é parcialmente fechado de forma a garantir uma vazão mínima para jusante admitida por hipótese igual $3.293\text{m}^3/\text{s}$ que corresponde ao valor de $Q_{7,10}$ em AHE Santo Antônio, e o enchimento do reservatório.

Admitindo a ocorrência de um ano hidrológicamente seco, definido como aquele com 90% de permanência de vazões iguais ou maiores, a vazão afluente média mensal em novembro é igual a $6.336\text{m}^3/\text{s}$, e o nível d'água do reservatório é igual a 50,95m (controlado pelo Vertedouro). O volume do reservatório entre essa cota e o NA normal operativo, 70,00m, é igual a $1.967,63 \times 10^6\text{m}^3$. Nessas condições, o tempo de enchimento do reservatório é de apenas 7,5 dias.

A TABELA A.VII. 7, apresentam-se outros cálculos para diferentes situações hidrológicas, bem como para o mês de dezembro, numa eventual hipótese de atraso de cronograma. Observa-se que todos os resultados indicam tempos de enchimento inferiores à situação anteriormente descrita.

TABELA A.VII. 7 – Tempos de Enchimento do Reservatório

Mês	Regime Hidrológico	Permanência	Vazões Afluentes m^3/s	Reservatório					Tempos de enchimento dias
				NA inicial m	Volume Inicial 10^6m^3	Volume Final 10^6m^3	Diferença Volume 10^6m^3	Vazão Defluente m^3/s	
Nov.	Seco	90%	6.336	50,95	107,20	2.075,13	1.967,93	3.293	7,5
	Médio	50%	9.755	52,61	129,56	2.075,13	1.945,57	3.293	3,5
	Úmido	10%	14.654	54,55	166,56	2.075,13	1.908,57	3.293	1,9
Dez.	Seco	90%	10.576	52,95	134,67	2.075,13	1.940,46	3.293	3,1
	Médio	50%	16.744	55,28	184,60	2.075,13	1.890,53	3.293	1,6
	Úmido	10%	21.166	56,79	230,19	2.075,13	1.844,94	3.293	1,2

c) Estudos de Remanso

O estudo de remanso no reservatório do AHE Santo Antônio teve o objetivo de permitir a análise da influência do reservatório sobre os níveis d'água no rio Madeira a montante.

No trecho de influência do reservatório, com cerca 126km de extensão, foram utilizadas 19 seções transversais, sendo 9 obtidas diretamente dos levantamentos topobatimétricos e 10 da restituição aerofotogramétrica na escala de 1:10.000.

A TABELA A.VII. 8 apresentam-se a identificação das seções transversais utilizadas e as distâncias entre elas.

TABELA A.VII. 8 – Estudos de Remanso do Rio Madeira – AHE Santo Antônio Identificação e Distâncias entre as Seções Transversais Utilizadas

Seção	Distância entre Seções (km)	Distância Acumulada (km)	Observações
5	0	0	AHE Santo Antônio - Est. Lim. Cachoeira Santo Antônio Montante
6	6.777	6.777	
7	7.726	14.503	
8	2.650	17.153	
9	6.500	23.653	
10	4.977	28.630	
11	1.0312	38.942	
12	7.925	46.867	
13	11.047	57.914	
14	6.011	63.925	
15	5.772	69.697	
16	7.312	77.009	
17	7.929	84.938	
18	5.416	90.354	
19	12.103	102.457	
20	6.198	108.655	
21	4.757	113.412	
22	5.083	118.495	
23	7.312	125.807	AHE Jirau - Est. Lim. Cachoeira Jirau Jusante

Observação: As seções indicadas em negrito correspondem às seções com levantamento topobatimétrico.

- Remanso em Condições Naturais

Os perfis de linha d'água do rio Madeira, em condições naturais, para diferentes descargas, são apresentados na TABELA A.VII. 9 .

TABELA A.VII. 9 – Estudos de Remanso do Rio Madeira entre AHE Santo Antônio e AHE Jirau Perfis da Linha d'Água em Condições Naturais

Seção	Vazão (m³/s)							
	5000	10000	18000	39100	48600	61200	72600	84000
1	47,51	50,61	54,51	60,79	62,84	65,17	66,98	68,62
2	47,85	51,16	55,15	61,66	63,78	66,11	67,92	69,51
3	49,38	52,51	56,12	62,51	64,6	66,89	68,71	70,31
4	54,23	55,15	56,3	62,47	64,44	66,61	68,34	69,84
4	58,16	60,26	62,24	66,14	67,73	69,52	71,07	72,41
5	58,85	61,18	63,36	67,34	68,83	70,46	71,88	73,05
6	60,39	63,24	66,06	70,84	72,35	73,89	75,23	76,25
7	61,41	64,32	67,29	72,33	73,92	75,53	76,94	78,01
8	62,6	65,49	68,47	73,41	74,97	76,57	77,95	79,01
9	63,18	66,16	69,2	74,05	75,56	77,1	78,42	79,41
10	63,48	66,53	69,63	74,56	76,09	77,67	79,02	80,07
11	63,63	66,77	69,9	74,84	76,36	77,91	79,22	80,26
12	63,82	67,06	70,24	75,24	76,81	78,42	79,75	80,84
13	64	67,31	70,52	75,54	77,12	78,73	80,06	81,16
14	64,43	67,88	71,15	76,27	77,92	79,59	80,94	82,09
15	64,7	68,18	71,45	76,6	78,24	79,92	81,26	82,43
16	64,79	68,31	71,61	76,78	78,43	80,09	81,42	82,58
17	64,86	68,42	71,75	76,95	78,61	80,28	81,59	82,76
18	65,06	68,74	72,14	77,45	79,16	80,9	82,26	83,49

- Remanso com o Reservatório

O remanso no rio Madeira, devido à implantação do AHE Santo Antônio, foi determinado através de simulações do modelo de escoamento

Os perfis da linha d'água do rio Madeira, para diferentes descargas, considerando o reservatório do AHE Santo Antônio no NA Máximo Normal (El. 70,00m) e no NA Máximo Maximórum (El. 72,00m), são apresentados nas TABELA A.VII. 10 e TABELA A.VII. 11 .

A análise comparativa dos perfis da linha d'água ao longo do rio Madeira, em condições naturais e com reservatório, permite formular as seguintes conclusões:

- o reservatório do AHE Santo Antônio com NA Máximo Normal (70,00m) influencia o escoamento do rio Madeira em Cachoeira de Jirau Jusante para vazões de até 38.000m³/s, provocando a sobrelevação dos níveis d'água naturais;
- para uma vazão igual a 18.000m³/s (Q_{MLT}), em Cachoeira de Jirau Jusante a sobrelevação do nível d'água é da ordem de 0,80m.

TABELA A.VII. 10 – Estudos de Remanso do Rio Madeira - Trecho: AHE Santo Antônio e AHE Jirau Perfis da Linha d'Água com Reservatório de Santo Antônio na El. 70,00 m (NA Máximo Normal)

Seção	Vazão (m³/s)							
	5000	10000	18000	39100	48600	61200	72600	84000
1	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00
2	70,00	70,01	70,04	70,19	70,26	70,41	70,57	70,76
3	70,01	70,02	70,08	70,37	70,51	70,79	71,10	71,45
4	70,00	70,02	70,06	70,29	70,36	70,57	70,79	71,04
4	70,02	70,07	70,21	70,94	71,28	71,89	72,51	73,21
5	70,02	70,09	70,28	71,19	71,63	72,31	72,98	73,75
6	70,05	70,20	70,63	72,50	73,53	74,65	75,59	76,65
7	70,08	70,30	70,90	73,34	74,73	76,08	77,16	78,33
8	70,10	70,39	71,15	73,95	75,56	76,97	78,11	79,27
9	70,12	70,46	71,34	74,32	76,01	77,41	78,42	79,41
10	70,14	70,54	71,53	74,75	76,49	77,94	79,02	80,07
11	70,16	70,59	71,65	75,00	76,72	78,16	79,22	80,26
12	70,17	70,65	71,80	75,38	77,14	78,64	79,75	80,84
13	70,19	70,69	71,91	75,65	77,42	78,93	80,06	81,16
14	70,22	70,81	72,21	76,34	77,92	79,59	80,94	82,09
15	70,24	70,87	72,36	76,60	78,24	79,92	81,26	82,43
16	70,25	70,91	72,43	76,78	78,43	80,09	81,42	82,58
17	70,25	70,93	72,50	76,95	78,61	80,28	81,59	82,76
18	70,28	71,02	72,71	77,45	79,16	80,90	82,26	83,49

TABELA A.VII. 11 – Estudos de Remanso do Rio Madeira - Trecho: AHE Santo Antônio e AHE Jirau Perfis da Linha d'Água com Reservatório de Santo Antônio na El. 72,00 m (NA Máximo Maximorum)

Seção	Vazão (m³/s)							
	5000	10000	18000	39100	48600	61200	72600	84000
1	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00
2	72,00	72,01	72,03	72,15	72,20	72,32	72,45	72,61
3	72,00	72,02	72,06	72,29	72,40	72,64	72,89	73,18
4	72,00	72,01	72,05	72,22	72,28	72,45	72,63	72,83
4	72,01	72,05	72,16	72,70	72,93	73,43	73,95	74,52
5	72,02	72,06	72,20	72,88	73,13	73,71	74,30	74,93
6	72,04	72,14	72,44	73,86	74,44	75,45	76,37	77,40
7	72,05	72,20	72,63	74,53	75,43	76,67	77,70	78,92
8	72,07	72,26	72,79	75,01	76,11	77,45	78,51	79,79
9	72,08	72,30	72,91	75,29	76,48	77,83	78,87	80,14
10	72,09	72,35	73,04	75,65	76,91	78,32	79,42	80,75
11	72,10	72,38	73,12	75,85	77,11	78,50	79,60	80,93
12	72,11	72,42	73,23	76,18	77,50	78,95	80,09	81,49
13	72,12	72,45	73,32	76,42	77,75	79,22	80,37	81,81
14	72,14	72,53	73,55	77,02	78,44	79,98	81,19	82,69
15	72,15	72,58	73,66	77,29	78,72	80,27	81,49	83,01
16	72,16	72,60	73,72	77,44	78,88	80,42	81,64	83,15
17	72,16	72,62	73,77	77,59	79,05	80,59	81,80	83,34
18	72,18	72,68	73,94	78,02	79,56	81,17	82,44	83,93

3.2.2 Etapas de Construção e Desvio do Rio

A execução das obras do AHE Santo Antonio será desenvolvida no prazo total de 82 meses a partir do mês de abril de 2006, compreendendo as seguintes etapas de construção:

- Mobilização de Pessoal e Equipamentos;
- Construção de Acessos e Implantação do Sistema de Travessia do rio Madeira;
- Construção das Instalações do Canteiro e Acampamento;
- Construção da Tomada d'Água e Casa de Força;
- Construção do Vertedouro;
- Execução das Obras para o Desvio do Rio e Construção da Barragem de Enrocamento.

Os trabalhos de construção da Eclusa serão desenvolvidos nos seguintes períodos: entre o 8º e o 11º mês para os trabalhos de desmatamento, entre o 8º e o 16º mês para o desenvolvimento das escavações de material comum e escavação em rocha na região das estruturas de concreto. Os trabalhos de escavação dos canais de navegação serão desenvolvidos entre o 15º e o 45º mês de obras. Os trabalhos de construção das estruturas de concreto da câmara da Eclusa e dos Muros-Guia a montante e a jusante da mesma serão desenvolvidos entre o 14º e 41º mês de obras.

Os desenhos PJ-0532-V3-GR-DE-0022 a 0024 apresentam as plantas representativas da seqüência construtiva, para os Anos 1 e 2, 3 e 4 e 5 a 7, respectivamente.

3.2.3 Mobilização de Pessoal e Equipamentos

Os trabalhos de mobilização de equipamentos e de pessoal serão realizados num prazo de aproximadamente 16 meses contados a partir da data de início das obras. Serão mobilizados prioritariamente os recursos necessários para o desenvolvimento dos trabalhos de implantação de acessos e construção das instalações do Canteiro e Acampamento.

Os recursos para execução das obras da margem direita serão mobilizados imediatamente após a conclusão dos trabalhos de construção dos acessos nessa margem. Os recursos para execução das obras na margem esquerda serão mobilizados em prazos compatíveis com a data prevista para a conclusão da implantação da travessia do rio Madeira.

3.2.4 Construção da Tomada d'Água e Casa de Força

Os trabalhos de construção e montagem da Tomada d'Água e Casa de Força, compreendendo as atividades de desmatamento, escavação comum, escavação em rocha, concreto das estruturas e montagem das unidades geradoras, serão desenvolvidos nos seguintes períodos:

Desmatamento: no mês de dezembro de 2006;

Escavação Comum: de dezembro de 2006 a maio de 2007;

Escavação Rocha: de março de 2007 a março de 2008;

Obras Civis e Montagens: de novembro de 2007 a janeiro de 2013.

Para o cumprimento do cronograma acima descrito, planejou-se a construção de tres Ensecadeiras Auxiliares, uma junto à margem do rio Madeira ortogonalmente ao eixo do

Barramento, e outras duas, uma a montante e outra a jusante das Unidades 25 e 44 da Casa de Força.

A primeira Ensecadeira Auxiliar, aquela ortogonal ao eixo do Barramento, será construída com El. Variável na crista, no mês de fevereiro de 2007. Essa ensecadeira permitirá a execução dos trabalhos de construção da Tomada d'Água/Casa de Força e do Muro de Encosto da Barragem de Enrocamento nos períodos de cheias do rio Madeira dos anos de 2007 e 2008.

As duas outras Ensecadeiras, construídas entre o Muro Divisório entre as Unidades 24 e 25 e o Muro de Encosto da Barragem de Enrocamento, protegerão os trabalhos de construção das Unidades 25 a 44 a partir do início do comissionamento e testes da Unidade 1. Essas ensecadeiras serão construídas entre julho e outubro de 2009.

Para cumprimento do cronograma estabelecido para início de geração comercial da primeira unidade geradora, planejou-se adequadamente o desenvolvimento dos trabalhos de tal maneira que fosse possível o início de concretagem das estruturas antes da conclusão da escavação em rocha da área da Tomada d'Água / Casa de Força.

3.2.5 Escavação do Canal de Adução

A escavação do Canal de Adução será desenvolvida em duas áreas. A primeira área compreende a parte do Canal de Adução cuja superfície do terreno original se situa acima da El. 66,00m; a segunda compreende a parte do Canal de Adução, cuja superfície do terreno original se situa abaixo da El. 64,00m.

De acordo com os estudos hidrológicos realizados, o nível d'água a montante da cachoeira do Santo Antônio dificilmente alcançará a El. 66,00m, mesmo durante o período de cheias do rio.

A escavação comum na primeira área será, portanto, desenvolvida entre dezembro de 2006 e julho de 2008.

Para a escavação comum na segunda área, será previamente construída uma Ensecadeira Auxiliar ao longo da margem do rio, com crista de El. variável. Essa Ensecadeira será construída sobre terreno situado acima da El. 58,00m, entre maio e agosto de 2007, período em que as máximas vazões afluentes serão sempre inferiores $21.000\text{m}^3/\text{s}$. De acordo com os estudos hidrológicos realizados os níveis d'água se manterão sempre abaixo da El. 58,00m.

Após a construção dessa Ensecadeira, serão desenvolvidos os trabalhos de escavação. Após conclusão dessas escavações, em dezembro de 2008, será removida a Ensecadeira Auxiliar. Essa remoção será realizada a seco entre julho e agosto de 2009, e, assim, possibilitar o início dos trabalhos de comissionamento e testes das Unidades 1 a 6 da Casa de Força.

3.2.6 Escavação do Canal de Fuga

A escavação do Canal de Fuga também será desenvolvida em duas áreas. A primeira, que compreende a parte do Canal de Fuga cuja superfície do terreno original se situa acima da El.

64,00m, será escavada entre fevereiro de 2007 e julho de 2008; a segunda área compreende a parte do Canal de Fuga cuja superfície do terreno original se situa abaixo da El. 64,00m.

Para a escavação comum da segunda área, será previamente construída uma ensecadeira auxiliar ao longo da margem do rio e prolongando-se paralelamente ao limite esquerdo hidráulico da escavação do Canal de Fuga até alcançar o terreno natural na El. 64,00m. A ensecadeira será construída com crista na El. 64,00m e apoiada em terreno situado acima da El. 53,00m. A ensecadeira será construída entre abril e julho de 2007, período em que as vazões máximas médias mensais afluentes serão inferiores a 13.000m³/s. Para vazões inferiores a 13.000m³/s, os níveis d'água a jusante alcançarão, no máximo, a El. 52,00m.

Após a construção da Ensecadeira acima descrita, serão executadas as escavações em rocha e comum.

A escavação comum será concluída com a remoção da Ensecadeira Auxiliar e escavação do terreno até a El. 42,00m. Esses trabalhos serão realizados entre julho e agosto de 2009.

3.2.7 Construção das Estruturas da Tomada d'Água e Casa de Força

A construção das estruturas de concreto da Tomada d'Água e Casa de Força será desenvolvida no período compreendido entre novembro de 2007 e julho de 2012.

Os dois Muros de concreto previstos no projeto, o primeiro entre as Unidades 24 e 25, e o segundo, adjacente à Unidade 44, que será encostado pela Barragem de Enrocamento, serão construídos no período de dezembro de 2008 a junho de 2009. A construção desses dois muros, antecipada em relação às estruturas da Tomada d'Água e Casa de Força adjacentes aos mesmos, é necessária para possibilitar a construção das Ensecadeiras Auxiliares a montante e a jusante das Unidades de números 25 a 44. Essas duas ensecadeiras, denominadas respectivamente, Ensecadeira Auxiliar 8 e Ensecadeira Auxiliar 9, deverão proteger as unidades acima mencionadas a partir do início do comissionamento e testes das Unidades 1 a 6. As atividades de comissionamento e testes das Unidades 1 a 6 deverão ser desenvolvidas no período de julho de 2009 a novembro de 2009.

Essas duas ensecadeiras serão removidas no período de fevereiro de 2011 a junho de 2011 por meio de dragagem.

3.2.8 Montagem das Unidades Geradoras

A montagem das Unidades Geradoras será realizada no período compreendido entre março de 2008 e janeiro de 2013.

As seis primeiras unidades geradoras iniciarão a geração comercial em novembro de 2009, e a 44ª Unidade, em janeiro de 2013.

Nos meses que antecedem o início da geração comercial, a montagem das primeiras Unidades permitirá a execução de testes e comissionamento a seco, até o desvio do rio e enchimento do reservatório na El. 70m, de tal forma que, no fim de novembro de 2009, a geração comercial inicie com 6 unidades.

A partir daí, há uma seqüência de montagem de uma unidade a cada 30 dias, possibilitando a operação de 9 unidades em fevereiro de 2010, 21 unidades em fevereiro de 2011, 33 unidades, em fevereiro de 2012 e a geração comercial plena com 44 unidades em janeiro de 2013.

3.2.9 Construção do Vertedouro

Os trabalhos de construção e montagem do Vertedouro, compreendendo as atividades de desmatamento, escavação comum, escavação em rocha, construção das estruturas de concreto e montagem das comportas, serão desenvolvidos como abaixo descrito:

Desmatamento: de agosto de 2006 a setembro de 2006;

Escavação em rocha: de setembro de 2006 a julho de 2007;

Construção das Estruturas: de julho de 2007 a janeiro de 2009;

Montagem das Comportas: de dezembro de 2007 a junho de 2009.

Para o cumprimento do cronograma acima descrito, planejou-se a construção de duas ensecadeiras, uma a montante cortando o fluxo d'água do rio pelo braço que contorna a ilha do Presídio; a outra, a jusante no mencionado braço do rio.

Essas duas Ensecadeiras possibilitarão a execução dos trabalhos de escavação da área de implantação do Vertedouro mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira de 2006 a 2009.

A construção das estruturas de concreto do Vertedouro será desenvolvida no período compreendido entre julho de 2007 e janeiro de 2009; as correspondentes montagens serão desenvolvidas entre dezembro de 2007 e junho de 2009. Com esse cronograma, será possível iniciar o desvio do rio em julho de 2009.

Para melhorar as condições hidráulicas para o desvio, do rio serão mantidas rebaixadas 10 das 21 ogivas do Vertedouro na El. 44,00m. Enquanto as ogivas são mantidas rebaixadas, serão montadas nos correspondentes vãos, as comportas-segundo. A complementação da construção das ogivas, assim como os trabalhos de montagem delas, será iniciada em agosto de 2009 na estação seca subsequente ao Desvio do Rio, e concluídos em fevereiro de 2010.

3.2.10 Escavação do Canal de Aproximação

As escavações do Canal de Aproximação serão desenvolvidas em duas áreas. Na primeira, situada mais a montante, será realizada escavação até a cota final prevista no projeto – El. 60,00m, entre agosto e novembro de 2006, período em que os níveis d'água se situam abaixo da El. 60,00m; na segunda área, no trecho médio do canal, as escavações serão realizadas protegidas por uma ensecadeira construída na margem do rio, com crista na El. 66,00m. Essa Ensecadeira será construída apoiada em terreno situado acima da El. 60,00m entre agosto e novembro de 2006, período em que os níveis d'água se situam abaixo da El. 60,00m. Concluídos os trabalhos de escavação na área envolvida pela ensecadeira, proceder-se-á à remoção da Ensecadeira e à escavação do terreno localizado sob ela.

A remoção da ensecadeira e a escavação do terreno localizado sob a ensecadeira serão realizadas no período compreendido entre maio e junho de 2009, período em que os níveis

d'água se situam abaixo da El. 55,00m. Portanto, a remoção da Ensecadeira será realizada parte a seco e parte por dragagem. Obviamente, a escavação do terreno situado sob a Ensecadeira será também realizada por dragagem.

3.2.11 Escavação do Canal de Restituição

De acordo com os desenhos de projeto, a escavação do Canal de Restituição compreenderá a escavação do maciço rochoso a jusante da estrutura do Vertedouro, assim como a ilha existente, a jusante do canal. Ambas as escavações deverão alcançar a El. 42,00m.

Para o desenvolvimento dos trabalhos, foi desenvolvida a seguinte estratégia executiva, com a divisão da escavação em 4 partes:

- 1ª parte: Ilha
- 2ª parte: Septo de rocha
- 3ª parte: Bloco Interno
- 4ª parte: Vala

Escavação da Ilha

Será desenvolvida nos dois períodos de estiagem disponíveis até a data prevista para o desvio do rio, ou seja, nos meses de agosto, setembro e outubro de 2007 e nos meses de agosto, setembro e outubro de 2008. De acordo com os estudos hidrológicos realizados, entre agosto e setembro os níveis d'água se mantêm sempre abaixo da El. 52,00m (para ocorrência de vazões médias mensais máximas) e abaixo da El. 46,00m (para ocorrência de vazões mínimas mensais médias). Assim, a escavação da ilha será realizada até a El. 52,00m a seco (hipótese pessimista) ou até a El. 46,00m a seco (hipótese otimista). Raciocinando em termos pessimistas, a escavação será realizada até a El. 52,00m a seco e, a partir dessa cota, será realizada escavação sub-aquática. A perfuratriz e a escavadeira sobre flutuantes e o material detonado será transportados em barcas especiais até regiões do rio a jusante que não causem interferências no regime de escoamento previsto no Projeto. Estima-se que lançamento dos materiais escavados em pontos localizados cerca de 3km a jusante do Canal de Restituição não causem interferências no regime de escoamento previsto no Projeto.

Escavação da Vala

Considerando-se que, para a remoção do septo de rocha, deverá ser adotada a mesma metodologia de escavação adotada para a escavação da ilha e, portanto, o mesmo período de execução, será antecipada a escavação de uma vala ortogonal ao eixo do Canal de Restituição. Essa vala será executada a montante do Septo de Rocha, com fundo na El. 42,00m e largura suficiente para a construção de uma Ensecadeira de solo compactado, com crista na El. 64,00m.

A escavação da vala será realizada no período compreendido entre agosto/2006 e fevereiro de 2007. A Ensecadeira no interior da vala será construída entre fevereiro de 2007 e junho de 2007, portanto, antes da data prevista para o início da remoção do septo de rocha

Escavação do Bloco Interno

A escavação do Bloco Interno será iniciada em agosto de 2006 (juntamente com a escavação da vala) e concluída até julho de 2008.

Remoção do Septo de Rocha

Os trabalhos de remoção do Septo de Rocha serão desenvolvidos em paralelo com os trabalhos de escavação da ilha. Será também adotada a mesma metodologia.

Remoção das Ensecadeiras

Os trabalhos de escavação do Canal de Restituição ficarão concluídos com a remoção da Ensecadeira da vala e Ensecadeira a jusante do Vertedouro.

Ambas as Ensecadeiras serão removidas no período compreendido entre maio e junho de 2009, em paralelo com os trabalhos de escavação da ilha e remoção do Septo de Rocha.

3.2.12 Ensecadeiras Auxiliares

As denominadas Ensecadeiras Auxiliares compreendem as ensecadeiras implantadas na primeira etapa de construção.

As cotas de suas cristas foram estabelecidas visando proteger as áreas de trabalho contra inundações pela cheia máxima anual, com um risco (probabilidade) de ser excedida no período de utilização, e uma borda livre mínima assumidos em função dos eventuais danos e do conseqüente atraso no cronograma de implantação, na hipótese de galgamento das mesmas. A TABELA A.VII. 12 apresenta, para cada Ensecadeira Auxiliar, os critérios utilizados.

TABELA A.VII. 12– Critérios Utilizados para Definição das Cheias Máximas de Projeto das Ensecadeiras

Ensecadeira	Proteção de Áreas para:	Risco (Probabilidade) Assumido	Período de Construção (Períodos de cheia)	Tempo de Recorrência (anos)	Vazões de Projeto (m ³ /s)	Borda Livre Mínima (m)
1	implantação de canais	0,02	2	100	61.160	1,00
2	implantação de estruturas de concreto	0,01	3	300	66.600	1,00
3 e 4	implantação de estruturas de concreto	0,01	3	300	66.600	1,00
5	implantação de estruturas de concreto	0,01	3	300	66.600	1,00
6	implantação de canais	0,02	2	100	61.160	1,00
7	implantação de canais	0,02	2	100	61.160	1,00
8	implantação de estruturas de concreto durante a fase de geração antecipada	0,002	2	1.000	72.560	3,00
9	implantação de estruturas de concreto durante a fase de geração antecipada	0,002	2	1.000	72.560	2,00

a) Margem Direita – Ensecadeira Auxiliar 1

De modo a permitir a execução da 1ª etapa de escavação do Canal de Aproximação ao Vertedouro, em seu trecho mais a montante, mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira, será construída a Ensecadeira Auxiliar 1.

A Ensecadeira Auxiliar 1 será construída diretamente sobre o terreno natural, após a limpeza superficial da área, localizando-se próxima à margem do rio, mas sem interferência alguma com seu curso natural, objetivando reduzir futuras escavações submersas para a implantação da extremidade do canal, até a cota de projeto (47,00m).

Seu posicionamento em relação à margem considerou um afastamento mínimo de 1,0m da linha d'água média, definida a partir da faixa de variação histórica dos níveis d'água naturais do rio no período previsto para sua construção (ago a nov/2006).

Ao longo de seus 1.280m de extensão, paralelos à margem, a elevação da crista variará entre as cotas 66,00 e 68,00m; no segmento ortogonal à margem, com 635m de extensão, a elevação da crista é mantida na cota 68,00m, garantindo-se, dessa forma, a liberação da execução das escavações a seco, mesmo nos dois períodos de cheia ao longo de sua permanência (nov/2006 a mai/2009).

A Ensecadeira Auxiliar 1 será construída com solo proveniente das Jazidas Terrosas JT-01 ou 03. O maciço será compactado, e é prevista a colocação de uma camada de transição, também compactada, e de uma proteção externa com *rip-rap*. Os materiais das transições e do *rip-rap* serão provenientes de escavações obrigatórias em rocha, nas frentes iniciais de construção, que abrangerão a área da estrutura do Vertedouro mais próxima à ombreira direita.

A largura total da crista é de 10,0m, as alturas, inferiores a 10,0 m e seus taludes 2:1 (H:V), conforme indicado nas Seções Transversais 1-1 e 2-2. As larguras das camadas de transição e de *rip-rap* foram adotadas iguais a 3,0m.

b) Margem Direita – Ensecadeiras Auxiliares, 2, 3 e 4

As Ensecadeiras Auxiliares 2, 3 e 4 foram projetadas de modo a permitir a construção das obras civis e montagem dos equipamentos do Vertedouro, das obras civis do Muro Lateral Esquerdo do Vertedouro e da Barragem de Fechamento da Margem Direita, bem como a execução das escavações dos Canais de Aproximação e de Fuga, mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira. As Ensecadeiras 2 e 4 interromperão o escoamento do rio Madeira pelo canal da margem direita, permitindo o acesso direto à ilha do Presídio.

Essas ensecadeiras possuem um alinhamento descontínuo, intercalado por septos naturais, acompanhando a margem direita do rio. A Ensecadeira 4 será executada integralmente a seco, durante o período de fev/2007 a jun/2007, enquanto que as Ensecadeiras 2 e 3 serão executadas no canal direito do rio Madeira, o mais próximo possível das margens do rio, objetivando reduzir futuras escavações submersas para implantação dos canais, sob suas projeções, na cota 42,00m.

Com base no critério estabelecido, a Ensecadeira Auxiliar 2 terá crista na cota 66,00m, em todo o segmento de 490m frontal ao Canal de Aproximação, não ultrapassando 26,0m de altura.

Considerando o mesmo critério, as Ensecadeiras Auxiliares 3 e 4 terão crista na El. 64,00m, ao longo de suas extensões, respectivamente 515 e 325m. O desnível entre a crista da Ensecadeira Auxiliar 3 e o *off-set* de jusante pode chegar a 40,0 m, mas a altura da seção no eixo não deve ultrapassar 25,0m. A Ensecadeira Auxiliar 4 apresenta altura constante e igual 22,0m.

Esse cordão de proteção na margem direita, constituído pelas Ensecadeiras Auxiliares 2, 3 e 4, será integralmente construído com solo proveniente das Jazidas Terrosas JT-01 e JT-03.

O maciço da Ensecadeira Auxiliar 4, localizado integralmente na margem, fora do leito do rio, será executado com material compactado, enquanto nas Ensecadeiras Auxiliares 2 e 3, que avançam sobre o leito do rio, prevê-se a construção do maciço com solo lançado até a cota correspondente ao nível d'água (que, para efeito de projeto, foi considerado na El. 50,0m), prosseguindo-se, acima dessa cota, com solo compactado. Em todos os casos, o maciço será protegido: no trecho abaixo do NA, será utilizado enrocamento lançado; no trecho superior, é prevista a colocação de uma camada de transição, também compactada, e de uma proteção externa com *rip-rap*. Os materiais dessas proteções serão provenientes de escavações obrigatórias em rocha, nas frentes iniciais de construção, que abrangerão a área do Vertedouro.

Observa-se que a região de implantação das Ensecadeiras Auxiliares 2 e 3 caracteriza-se pela presença de aluvião arenoso, cascalho e blocos. Essas estruturas serão construídas durante o período de estiagem do rio, prevendo-se a remoção deste material de fundação, com retroescavadeira, onde for possível.

A largura total da crista das ensecadeiras é de 10,0m e seus taludes, 2:1 (H:V), nos trechos construídos a seco. Nos trechos submersos, estima-se que os taludes dos materiais lançados serão iguais a 3:1 (H:V), para o solo, e 1,3:1 (H:V), para o enrocamento, conforme indicado nas seções transversais apresentadas. As larguras das camadas de transição e de *rip-rap* compactados foram adotadas iguais a 3,0m. No caso do enrocamento de proteção lançado, considera-se uma cobertura mínima de 8,0m no pé do maciço de solo lançado.

c) Margem Esquerda – Ensecadeira Auxiliar 5

De modo a permitir a construção das obras civis e a montagem dos equipamentos da Tomada d'Água e Casa de Força, das obras civis do Muro de Encosto da Barragem de Enrocamento, bem como a execução das escavações dos Canais de Adução e de Fuga (parte), mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira, será construída a Ensecadeira Auxiliar 5.

Da mesma forma que as Ensecadeiras Auxiliares da margem direita, também a Ensecadeira Auxiliar 5 será construída diretamente sobre o terreno natural, após a limpeza superficial da área, localizando-se próximo à margem do rio, com pequena interferência com seu curso natural, objetivando reduzir futuras escavações submersas para a implantação da extremidade dos canais projetados.

Ao longo de seus 875m de extensão, a crista estará situada entre a El. 66,60m e 65,10m, liberando a execução das escavações a seco, mesmo nos dois períodos de cheia ao longo de sua permanência (mar/2007 a jun/2009).

A Ensecadeira Auxiliar 5 será construída com solo proveniente da Jazida Terrosa JT-02. O maciço será compactado e é prevista a colocação de uma camada de transição, também compactada, e de uma proteção externa com *rip-rap*. Os materiais das transições e do *rip-rap* serão provenientes de escavações obrigatórias em rocha, nas frentes iniciais de construção, que abrangerão a área da estrutura da Tomada D'água / Casa de Força mais próxima à ombreira esquerda.

A largura total da crista é de 10,0m; sua altura máxima, no eixo, não deve ultrapassar os 25,0m e os taludes são iguais 2:1 (H:V). As larguras das camadas de transição e de *rip-rap* foram adotadas iguais a 3,0 m.

d) Margem Esquerda – Ensecadeira Auxiliar 6

De modo a permitir a execução da complementação das escavações do Canal de Fuga em seu trecho mais a jusante, mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira, será construída a Ensecadeira Auxiliar 6.

A Ensecadeira Auxiliar 6 será construída diretamente sobre o terreno natural, após a limpeza superficial da área, localizando-se próximo à margem do rio, mas sem interferência alguma com seu curso natural, objetivando reduzir futuras escavações submersas para a implantação do canal até a cota de projeto (42,00m).

Seu posicionamento em relação à margem considerou um afastamento mínimo de 1,0 m da linha d'água média, definida a partir da faixa de variação histórica dos níveis d'água naturais do rio, verificados durante o período de sua construção (abr a jul/2007).

Ao longo de seus 2.220m de extensão, a crista terá uma elevação variável, desde a El. 65,10m, a montante, até a El. 64,00m, a jusante, liberando a execução das escavações a seco, mesmo nos períodos de cheia, durante período de sua permanência (ago/2007 a jun/2009).

Dessa forma, em função desses condicionantes, a altura máxima da Ensecadeira será da ordem de 6,0m.

Da mesma forma que a Ensecadeira Auxiliar 5, a Ensecadeira Auxiliar 6 será construída com solo proveniente da Jazida Terrosa JT-02. As características de seção transversal e as fontes dos materiais de transição e *rip-rap* são as mesmas da Ensecadeira Auxiliar 5, já descritas.

e) Margem Esquerda – Ensecadeira Auxiliar 7

A Ensecadeira Auxiliar 7, será executada de modo a permitir a complementação das escavações do Canal de Adução em seu trecho mais a montante, mesmo nos períodos de cheias do rio Madeira.

Da mesma forma que as Ensecadeiras Auxiliares 5 e 6, a Ensecadeira Auxiliar 7 será construída diretamente sobre o terreno natural, após a limpeza superficial da área, localizando-se próxima à margem do rio. Assim como a Ensecadeira Auxiliar 6, seu traçado evitou qualquer interferência com o curso natural do rio Madeira, objetivando reduzir futuras escavações submersas para a implantação do canal até a cota de projeto (58,00m).

Ao longo de seus 1.740m de extensão, a crista terá uma elevação variável, desde a El. 68,20m, a montante, até a El. 66,60m, a jusante, liberando a execução das escavações a seco, mesmo nos períodos de cheia, durante período de sua permanência (ago/2007 a jun/2009).

Com base nesses condicionantes, a altura da Ensecadeira Auxiliar 7 será inferior a 7,0m ao longo de toda a sua extensão.

Assim como as demais ensecadeiras da margem esquerda, a Ensecadeira Auxiliar 6 será construída com solo proveniente da Jazida Terrosa JT-02. As características de seção transversal e as fontes dos materiais de transição e *rip-rap* são as mesmas da Ensecadeira Auxiliar 5, já descritas.

A remoção dessa Ensecadeira Auxiliar será parcial, até a El. 63,00m, de modo a constituir um septo e assegurar o não-assoreamento das Tomadas d'Água.

f) Margem Esquerda – Ensecadeiras Auxiliares 8 e 9

As Ensecadeiras Auxiliares 8 e 9, na margem esquerda, protegerão as Unidades 25 a 44 da Tomada d'Água / Casa de Força, a partir do início do comissionamento e testes da Unidade 1, sendo construídas nos meses de jun/2009 a set/2009, sobre uma área já escavada dos Canais de Adução e de Fuga, nas cotas 58,00 e 42,00m, respectivamente.

A cota da crista da Ensecadeira de montante (Auxiliar 8) foi fixada na El. 73,00m, de modo a permitir a operação das primeiras unidades com o reservatório no NA Máximo Normal (El. 70,00m) com uma borda livre de 3,0 m. Nesta situação, a área ensecada fica protegida, durante o período de sua utilização (out/2009 até jan/2011), contra cheias de até mil anos de recorrência. A altura da Ensecadeira é constante e igual a 15,0m.

A crista da Ensecadeira Auxiliar 9 foi fixada na El. 66,00m considerando o nível d'água da cheia máxima anual de 1.000 anos de período de retorno e uma borda livre mínima de 2,00 m. Como consequência, sua altura será constante e igual a 24,0m.

As duas estruturas serão construídas com solo proveniente da Jazida de Terra JT-02, compactado, tendo taludes 2:1 (H:V). Serão dotadas de transições e proteção externa com *rip-rap*, resultantes de materiais obtidos das escavações obrigatórias em rocha realizadas nessa margem. A largura total da crista será igual a 10,0m e as larguras das camadas de transição e de *rip-rap*, iguais a 3,0m.

3.2.13 Pré-ensecadeiras e Ensecadeiras de Desvio do Rio

Para a realização do desvio do rio Madeira, através do Vertedouro com parte dos blocos rebaixados, serão executadas duas ensecadeiras, a montante e a jusante do eixo da barragem

principal, que virão a ser incorporadas a estas estrutura. Os comprimentos finais das ensecadeiras serão iguais a 1.100m e 910m, para a de montante e de jusante, respectivamente.

A etapa inicial de execução dessas estruturas compreende a construção de duas pré-ensecadeiras, compostas por cordões de enrocamento, com vedação em solo e transições, lançados submersos, diretamente sobre o leito do rio, em período de estiagem (jul a out/2009). A execução do lançamento simultâneo em duas frentes (dois cordões de enrocamento) visa dividir o desnível na brecha final, provocado pelo estrangulamento, em dois (da ordem de até 2,00m cada um), reduzindo a necessidade de blocos de dimensões especiais e aumentando a garantia de sucesso do fechamento. Essas pré-ensecadeiras estarão preponderantemente assentes sobre rocha sã, podendo-se, em alguns trechos, verificar a presença de blocos de rocha, conforme descrito no Capítulo 8 deste documento.

As cotas das cristas das pré-ensecadeiras foram definidas considerando a vazão máxima de 50 anos de recorrência em outubro, época prevista para o término da operação de fechamento do leito do rio. A pré-ensecadeira de montante tem crista na El. 57,60m, fixada a partir do nível d'água calculado a montante, com escoamento pelo Vertedouro (11 blocos com soleira na El. 50,00 m e 10 blocos com soleira parcialmente concretada até El. 44,00m), e uma borda livre mínima de 1,00 m. A de jusante tem crista na El. 54,00m, estabelecida a partir da Curva-Chave definida a jusante da cachoeira de Santo Antônio, e borda livre mínima também de 1,00m. Desta forma, estas estruturas terão alturas máximas da ordem de 28,0 m e 39,0m, a montante e a jusante, respectivamente, considerando as cotas de fundo do leito do rio definidas pelos levantamentos batimétricos.

A montante, a pré-ensecadeira terá largura total da crista igual a 60,82m, dos quais 45,04m são referentes ao enrocamento lançado, 3,00m à transição e o restante, ao solo lançado, cuja largura é suficiente para que, ao final da construção da ensecadeira principal, a largura desse material na crista seja igual a 2,0m.

Observa-se que a largura do solo impermeável lançado por montante poderá ser estendida, aumentando-se a extensão de contato deste material vedante com a fundação, caso sejam observadas infiltrações na área ensecada.

A jusante, a pré-ensecadeira terá largura da crista igual a 49,60m, dos quais 36,20m são referentes ao enrocamento lançado, 3,00m à transição e o restante, ao solo lançado, cuja largura é suficiente para que, ao final da construção da ensecadeira principal, a largura deste material na crista seja igual a 2,0m.

O avanço da construção dessas estruturas será simultâneo pelas duas margens, e os materiais para o enrocamento e as transições serão provenientes das escavações obrigatórias em rocha, em ambas as margens. O material terroso será obtido de escavações nas Jazidas Terrosas JT-01 ou 03, para a margem direita, e JT-02, para a margem esquerda.

Durante a construção das pré-ensecadeiras e no mês seguinte ao término de construção delas serão realizados os trabalhos de complementação e alteamento. A ensecadeira de montante deverá atingir a El. 73,00m de modo a permitir a geração antecipada (durante o próximo ciclo hidrológico) das primeiras unidades de geração com o reservatório no NA Máximo Normal (El. 70,00m) e com uma borda livre de 3,00m, além de garantir a proteção para a cheia

máxima de mil anos de recorrência. A de jusante atingirá a El. 66,00m, fixada, considerando a mesma cheia máxima e uma borda livre de 2,00m. A altura máxima dessas estruturas alcançará 43,00m, a montante, e 51,00m, a jusante.

Os maciços das ensecadeiras principais serão executados a seco, sendo os enrocamentos lançados e espalhados por equipamentos de terraplenagem, em camadas com espessura da ordem de 1,00m. No caso do solo e da transição, as camadas sofrerão compactação com a passagem dos equipamentos de transporte; esses deverão ser orientados para faixas de rolamento distribuídas ao longo da largura da crista, evitando-se pistas preferenciais, garantindo a uniformidade da densidade do maciço.

Considerando que essas estruturas serão responsáveis pelo represamento ao longo de um ano, quando parte das unidades da Casa de Força já estarão em operação, o Projeto preconiza a execução cuidadosa do maciço de enrocamento, realizando-se o espalhamento das camadas de tal forma que o material mais fino esteja em contato com a camada de transição. Dessa forma, a zona de transição entre o enrocamento e o material terroso será ampliada, obtendo-se uma variação de granulometria mais bem distribuída entre materiais, o que permitirá uma melhor absorção de eventuais recalques diferenciais.

Os taludes internos e externos dos maciços de enrocamento das Ensecadeiras e pré-ensecadeiras, foram adotados iguais a 1,3:1 (H:V). Nos maciços de solo impermeável, os taludes foram adotados iguais a 3:1 (H:V), no caso dos materiais lançados submersos, e 2:1 (H:V), quando a construção se der a seco.

3.2.14 Barragem de Enrocamento com Núcleo Argiloso

A estrutura de fechamento do leito do rio é composta por uma Barragem de Enrocamento com núcleo argiloso, de comprimento igual a 990,0m, crista na cota 75,50m, e altura máxima de 60,0 m. Na margem esquerda, a barragem encontra de topo o Muro e, na margem direita, o Muro lateral Esquerdo do Vertedouro.

A Barragem de Enrocamento incorporará as Ensecadeiras do leito do rio.

A seção da barragem compõe-se por um núcleo argiloso compactado, verticalizado, com taludes 0,5:1 (H:V) a montante e 0,1:1 (H:V), a jusante, que será executado com material proveniente das áreas de empréstimo selecionadas (JT-01 a 04). Na margem direita, nas Jazidas JT-01 e 03, verificam-se siltes argilosos e siltes areno-argilosos. Nas Jazidas JT-02 (margem esquerda) e JT-04 (margem direita), o material coluvionar em superfície encontra-se laterizado, apresentando excelente aplicabilidade na execução do núcleo da barragem, em função da expressiva porcentagem de argila existente na matriz fina do material.

Entre esse núcleo e os espaldares de enrocamento, serão executadas transições finas e grossas, compactadas, denominadas T1 e T3, utilizando-se areias artificiais e brita corrida, respectivamente, produzidas a partir de materiais provenientes das escavações obrigatórias no maciço rochoso de granito.

Os taludes externos do enrocamento, a montante e a jusante, são iguais a 1,5:1 (H:V). Os espaldares serão construídos com enrocamento compactado, proveniente dos estoques das escavações obrigatórias em rocha.

O leito do rio encontra-se, em sua maior extensão, assente sobre rocha sã. Verificou-se, igualmente, que, tanto na margem esquerda quanto na ilha do Presídio, há a presença na calha natural de depósitos sedimentares resultantes do acúmulo de blocos de granito de grandes dimensões e aluviões arenosos, cascalho e fragmentos de rocha esparsos.

Destaca-se que a área central da barragem, interna às ensecadeiras, será executada a seco, prevendo-se limpeza e remoção integral dos blocos de rocha e aluviões existentes, bem como a regularização e a aplicação de concreto dental, em toda a área de contato das transições e do núcleo com a fundação. Sob o núcleo argiloso, é ainda prevista a implantação de cortina de injeções de impermeabilização.

3.2.15 Vertedouro e Muros Laterais

O Vertedouro foi dimensionado para permitir a passagem de uma vazão máxima de $84.000\text{m}^3/\text{s}$, correspondente a uma cheia máxima anual com período de recorrência de 10.000 anos, com sobrelevação do nível no reservatório de 2m, determinando o NA Máximo Maximórum do reservatório à El. 72,00m.

Seu posicionamento no arranjo geral, em planta, procurou priorizar as condições hidráulicas de restituição das vazões vertidas, alinhado seu eixo com o do canal natural do rio Madeira a jusante.

A estrutura é em concreto convencional, consistindo de uma soleira baixa, tipo Creager na El. 50,00 m, com paramento de montante inclinado a 45° , dividida em 21 vãos de 20,00m de largura separados por 20 pilares de 5,00m de espessura, perfazendo uma extensão total interna de 520,00m. Na direção do fluxo, a soleira é complementada por lajes horizontais, na El. 42,00m, a montante e a jusante, resultando num comprimento total da estrutura, nessa direção, de 64,3m. A carga hidráulica de projeto é igual a 16,50m, deliberadamente inferior à máxima de funcionamento, de modo a se poder contar com maiores coeficientes de vazão durante eventos hidrológicos excepcionais, minimizando, com isso, o número de vãos da estrutura.

Cada vão é dotado de uma comporta segmento de 20,00m x 21,82 m (largura x altura), dentro dos limites do estado da arte atual, para controle de níveis e vazão do reservatório.

Dos 21 vãos, os 10 situados na extremidade esquerda da estrutura serão utilizados para o desvio do rio e terão a concretagem da soleira interrompida na El. 44,00m (blocos rebaixados). Nesses vãos, após a consolidação do desvio, as comportas-segmento serão utilizadas para interromper o fluxo d'água e permitir a colocação das comportas-ensecadeiras a montante e a jusante, as quais protegerão os trabalhos de concretagem, a seco, do restante da ogiva.

Os pilares, situados no centro de cada bloco, são em concreto armado, com espessura de 5,00m e têm a função de servir de apoio às comportas ensecadeiras de montante, às vigas-munhão das comportas segmento e à ponte de serviço, situada na crista da estrutura, sobre a

qual se movimenta o pórtico rolante. Sua espessura foi definida a partir de pré-dimensionamento estrutural. Esses pilares se estendem para jusante, servindo de apoio à ponte da El. 66,30m, com 15,00m de largura, que será utilizada na fase construtiva, sobretudo nas atividades de execução da Barragem de Enrocamento e do próprio Vertedouro. Durante a fase operacional da Usina, essa ponte será utilizada para serviços de manutenção.

A fundação da estrutura é prevista em torno da El. 37,00m, cerca de 17,0m abaixo do topo da rocha sã, inferido a partir das sondagens realizadas na ilha do Presídio. Estima-se que o maciço, nessa profundidade, apresente-se são, com baixo grau de fraturamento e baixa perda d'água.

Dessa forma, não são previstos tratamentos especiais, além daqueles normalmente utilizados em estruturas de mesmo porte: cortina de injeções, para a redução da permeabilidade, e de drenagem, para a redução da subpressão na fundação.

Estruturalmente, o Vertedouro é composto por 21 blocos, cada um com 25m de comprimento na direção do eixo da barragem, separados por juntas de contração dotadas de veda-juntas. A estrutura é do tipo gravidade, construída em concreto convencional, e foi dimensionada para atender às diversas condições de carregamento a que estará submetida, tanto na fase de desvio, quando alguns blocos estarão incompletos, quanto na fase de operação.

A altura máxima da estrutura, desde a crista na El. 75,50m até a cota média de fundação na El. 57,00m é de 38,50m. A maior parte desta altura é representada pelos pilares, com 25,50m desde a crista da estrutura até a crista da soleira vertente.

Cada bloco do Vertedouro é estruturalmente independente, e sua estabilidade global foi verificada para as condições de carregamento normais, excepcionais e temporárias (construção e manutenção). Em todos os casos de carregamento, não se admitiram tensões de tração na fundação, no pé de montante da estrutura, e a maior tensão de compressão obtida não chegou a 3 kgf/cm^2 , extremamente baixa para a rocha de fundação no local. Os fatores de segurança obtidos para deslizamento, flutuação e tombamento foram sempre superiores aos dos critérios estabelecidos para as verificações de estabilidade.

O Muro Lateral Esquerdo do Vertedouro, em seu trecho de montante, foi projetado com a função de interceptar as linhas de fluxo paralelas ao eixo do barramento, na região de aproximação, deflectindo-as e disciplinando-as tanto quanto possível, de modo a proporcionar acesso mais frontal do fluxo aos vãos situados do lado esquerdo do Vertedouro.

Com uma extensão total de cerca de 197,0m, sua forma em planta é constituída por três segmentos: o mais a jusante é alinhado com o Vertedouro, seguido de uma curva circular suave de raio 100,0m e de um trecho retilíneo na extremidade de montante. Em razão de sua extensão, o mesmo também será utilizado para encosto da Barragem de Enrocamento.

A jusante da estrutura vertente, este Muro, com 10,0m de extensão, encontra-se alinhado com o Vertedouro e tem a função de conter lateralmente o escoamento no trecho inicial de expansão e dissipação.

O muro estará localizado integralmente sobre a ilha do Presídio, e suas fundações estarão assentes em rocha sã, estimando-se que as escavações para atingir esta condição não deverão ultrapassar os 6,0m de profundidade em solo e 2,0m em rocha. Ensaios na região indicaram perda d'água nula já a 7,0m do nível do terreno

O Muro Lateral Direito do Vertedouro encontra-se alinhado com o Vertedouro, tendo a função de conter a Barragem de Fechamento da Margem Direita, bem como de proteger a área adjacente à Igreja de Santo Antônio. Tem uma extensão total de 602,0m, sendo 84m a montante e 518,0m a jusante, localizando-se em área de afloramento rochoso. Estima-se que, para que suas fundações estejam assentes em rocha sã, pouco fraturada, não deverão ocorrer escavações superiores a 2,00m de profundidade.

Esse Muro será implantado bem próximo à borda do talude de escavação do Canal de Restituição. Para proteção do talude e garantia da fundação do Muro, foi projetada uma parede de concreto armado, chumbada ao talude e estruturalmente independente dele.

3.2.16 Canal de Aproximação

O Canal da Aproximação, com cerca de 2.975m de extensão medidos ao longo da parede direita, está disposto em curva para a esquerda, em três trechos de cotas de fundo diferentes: o segmento mais a montante, com cerca de 1.625m de extensão, na El. 60,00m; o segmento intermediário, com cerca de 300m de extensão, na El. 47,00m, e o segmento mais a jusante, próximo à estrutura vertente, com cerca de 1.050m de extensão, na El. 42,00m.

Na região mais próxima ao Vertedouro, localizada sobre a ilha do Presídio, o fundo do canal será implantado em rocha sã, enquanto, no restante de sua extensão, o fundo será assente em solos aluvionares, sem revestimento.

A velocidade média de escoamento no Canal de Aproximação, numa seção a cerca de 100m a montante da estrutura, na condição de vazão máxima, é da ordem de 5,2m/s. A forte esconsidade do fluxo no Canal, em relação ao Vertedouro, não se deve configurar como um condicionante restritivo ao desempenho hidráulico do Vertedouro, especialmente no escoamento das vazões mais freqüentes e com o Vertedouro operando com controle de comportas, em que as velocidades de aproximação serão bastante inferiores. Como ilustração, verifica-se que para a situação de cheia média anual – de 38.720m³/s – cerca de 24.680m³/s se escoarão pela Tomada d'Água / Casa de Força e apenas 14.04 m³/s pelo Vertedouro, o que resulta, na mesma seção acima referida, velocidade média de aproximadamente 1,0m/s. Com velocidades dessa ordem de grandeza, qualquer esconsidade remanescente é facilmente redirigida ou eliminada no prisma de chamada/aceleração das comportas. Para as maiores e pouco freqüentes vazões, estudos em modelo reduzido, a serem desenvolvidos em etapa posterior, permitirão diagnosticar eventuais deficiências de desempenho e auxiliar na indicação das otimizações necessárias na geometria do Canal, do Muro Lateral Esquerdo e, até mesmo, no posicionamento da estrutura vertente, se for o caso.

Conforme pode ser observado nos desenhos de projeto, as escavações do trecho com fundo na El. 60,00m serão praticamente nulas, dada a configuração topográfica da região. Nos outros dois segmentos localizados nas margens, com fundo nas El. 47,00m e 42,00m, as escavações se darão em solo, com alturas de taludes da ordem de 23 a 28m. É prevista a colocação de

enrocamento de proteção nestes taludes até a cota 74,0m (2,0m acima do N.A. Máximo Maximórum do reservatório).

Foram adotados taludes em solo iguais a 1,5:1 (H:V), com bermas de 3,00m de largura, executadas a cada 10,0 m de desnível.

No segmento final do Canal de Aproximação, localizado sobre a ilha do Presídio, as escavações em rocha predominam, verificando-se espessuras de solo da ordem de, no máximo, 6,0m. Nesse trecho, no lado esquerdo do canal, o talude margeia a estrutura do Muro Lateral Esquerdo do Vertedouro, o que demandou a adoção de uma parede de concreto armado, estabilizada por meio de tirantes.

Foram adotados taludes em rocha iguais a 0,1:1 (H:V), com bancadas de 0,50m, a cada 10m de desnível.

3.2.17 Canal de Restituição

O Canal de Restituição, inteiramente localizado na ilha do Presídio e numa estreita faixa na margem direita, tem sua diretriz alinhada com o fluxo do Vertedouro e com o canal natural do rio Madeira, a jusante. Tem cerca de 500m de extensão, medidos ao longo da parede direita, com cota de fundo na El. 42,00m, onde se prevê a ocorrência de rocha sã, coerente e maciça, capaz de suportar as solicitações dos ressaltos hidráulicos que aí deverão ocorrer. A qualidade da rocha prevista no trecho imediatamente a jusante da soleira vertente permitiu limitar, por razões econômicas, a extensão da laje de revestimento de fundo no local.

Estão previstas também as remoções das ilhas de Jusante e da Passagem, localizadas numa posição frontal ao Canal de Restituição, até a El. 42,00m.

Os taludes de escavação no lado esquerdo têm altura máxima de 25m. A espessura de solo não ultrapassa 6,0m, prevendo-se a colocação de enrocamento de proteção até a cota 67,00m (cerca de 2,0m acima do N.A. Máx Max de jusante). Nos trechos em rocha, foi prevista a colocação de concreto projetado, associado à tela de aço e chumbadores, nos primeiros 5,0 metros superficiais. Nos 10 m abaixo, é prevista apenas a colocação de concreto projetado com chumbadores eventuais.

No lado direito do Canal de Restituição, o talude, escavado integralmente em área de afloramento rochoso, margeia o Muro Lateral Direito do Vertedouro. Os desníveis não ultrapassam os 15,0m e, de forma a garantir a estabilidade do maciço, bem como da estrutura do Muro, foi projetada uma parede de concreto armado, atirantada.

Em todo o Canal, foram adotados taludes de escavação em solo iguais a 1,5:1 (H:V) e, em rocha, 0,1:1 (H:V), estes com bancadas de 0,50m a cada 10m de altura. As bermas em solo terão 3,0 de largura e serão executadas a cada 10,0m de desnível.

3.2.18 Tomada d'Água e Casa de Força

A estrutura da Tomada d'Água / Casa de Força localiza-se na margem direita e constitui-se em um conjunto de 44 blocos, cada um com 22,6m de extensão na direção do eixo da

barragem e 87,2m na direção do fluxo, junto à fundação, separados por juntas de contração. As unidades de geração são do tipo Bulbo e têm as seguintes características unitárias principais:

- potência nominal de 73,0 MW e de 71,6 MW na saída do gerador;
- queda líquida de 13,90m;
- vazão máxima turbinada de aproximadamente a 561m³/s;
- diâmetro do rotor da turbina de 8,15m.

As dimensões dos blocos foram estabelecidas em função do circuito hidráulico, notadamente da área de entrada da Tomada d'Água e da extensão do circuito, desde as grades até a saída dos aspiradores cônicos.

A potência total instalada prevista é de 3.150 MW, a vazão máxima turbinada é de 24.684m³/s e a extensão total da estrutura, incluindo-se as Áreas de Montagem e de Descarga, é de 1.142,0m.

Dos 44 blocos, 24 serão executados em uma primeira fase construtiva, iniciando-se pela extremidade esquerda, e os 20 restantes, sem descontinuidade, serão implantados protegidos por Ensecadeiras Auxiliares (Ensecadeiras 8 e 9), permitindo a geração comercial das unidades instaladas nos blocos iniciais com as obras civis ainda em andamento.

O posicionamento do conjunto Tomada d'Água / Casa de Força levou em conta a necessidade de evitar a área mais plana existente mais a jusante, com cota de nível do terreno em torno da El. 57,00m, onde se verifica a presença de uma Planície de Inundação, conformada por sedimentos aluvionares de baixa a média consistência, denominada nos desenhos de projeto, genericamente, por pântano. Com base em sondagens realizadas na extremidade dessa região próxima à margem do rio, estima-se que a profundidade desse pacote sedimentar possa alcançar até mais de 30m de profundidade.

Assim, visando-se garantir o assentamento das estruturas em maciço rochoso com adequadas características geomecânicas para fundação, foi evitada a região da Planície, caracterizada pela presença desses sedimentos.

Destinadas a aduzir a vazão máxima de 561m³/s, cada unidade da Tomada d'Água teve suas formas hidráulicas dimensionadas segundo recomendações da NBR 12591/1992 e do *Committee on Hydropower Intakes, da Energy Division de A.S.C. E, 1995.*

A estrutura de Tomada d'Água, com altura máxima de 53,15m, estará equipada com grades e comportas ensecadeiras, estas últimas destinadas a permitir a manutenção das máquinas. Sua crista, na El. 75,50m, aloja a pista de rolamento do pórtico que opera o dispositivo limpa-grades e as comportas ensecadeiras.

Cada bloco da Tomada d'Água, dividida em quatro aduções por três pilares verticais de concreto, contará, a partir da cota da soleira, na El. 25,20m, com grades de aproximadamente 542m², alinhadas com o paramento de montante, de inclinação para jusante igual a 1,00 (V): 0,18191 (H). Serão instalados 4(quatro) conjuntos de grades, com 4,47m de largura e 30,30m

de altura cada um. A velocidade de escoamento na seção das grades, para a vazão máxima turbinada, é de 1,04m/s.

O esvaziamento do circuito hidráulico para realização dos serviços de manutenção, a seco, será feito com auxílio de dois conjuntos de comportas-ensecadeiras por unidade, com 7,55m de largura e 19,18 m de altura cada uma.

A elevação do eixo das unidades Bulbo, El. 34,35m, foi definida com base na submersão mínima exigida pela turbina e pelo nível d'água mínimo no Canal de Fuga, na El. 45,10m. Esse foi estimado considerando a vazão mínima histórica registrada no rio Madeira em Porto Velho.

A elevação da plataforma de acesso à Casa de Força, El. 66,30m, foi estabelecida levando-se em conta o nível d'água alcançado no Canal de Fuga, El. 63,26m, pela passagem do pico da cheia instantânea de recorrência decamilenar na calha natural do rio, e conveniências de arranjo, de forma a conciliar a disposição dos diversos pisos e facilidades construtivas e operacionais.

A montagem e a manutenção das unidades geradoras serão efetuadas através de duas pontes rolantes principais, com 22m de vão e capacidade nominal de 2500 kN, que se deslocam sobre trilhos instalados no topo das vigas de concreto que se estendem por todo o comprimento da Casa de Força.

Além dessas pontes, serão instaladas três pontes rolantes auxiliares, de menor porte, para realização de serviços de manuseio de componentes de pequeno porte no interior da Casa de Força. Essas pontes, com 21m de vão e capacidade nominal de 500 kN, também se deslocarão por todo o comprimento da Casa de Força. Para a cobertura da estrutura, estão previstos elementos estruturais treliçados e telhas metálicas.

O acesso principal às dependências da Casa de Força situa-se na El. 66,30m, e se fará através de escadas pré-moldadas, interligando todos os pisos, desde a plataforma de descarga até as diversas galerias de acesso inferiores e poço da turbina.

Na galeria situada no piso da El. 54,42m, será instalada a subestação, do tipo blindada com isolamento a gás SF₆, sendo que, no bloco AM 4, da área de Montagem, e no bloco da Unidade 4, estarão as duas únicas torres de saída para as linhas de transmissão.

A descarga hidráulica a jusante é feita pelo tubo de sucção, projetado com seção variável. A partir da comporta de emergência, a seção é constante e igual a 15,30m de largura e 16,00m de altura.

Em cada tubo de sucção será instalada uma comporta vagão-de emergência – com 15,3m de largura e 16,6m de altura, com acionamento hidráulico, destinada a operar em caso de falha do sistema de regulação da turbina. Além da comporta de emergência, cada tubo de sucção será equipado com ranhuras para instalação de comporta ensecadeira, para fins de manutenção dos equipamentos da Casa de Força. O acionamento dessas comportas ensecadeiras se fará a partir da plataforma a jusante, na El. 66,30m, através de pórtico rolante com capacidade de 2.000 kN.

Em fase posterior do projeto da Usina, deverá ser estudado e projetado um dispositivo, tipo grade ou rede, a ser instalado a jusante dos tubos de sucção, já no Canal de Fuga, visando impedir a entrada de peixes no circuito hidráulico da Casa de Força. O espaçamento da malha deverá ser compatível com as perdas de carga hidráulica que venham a ser consideradas admissíveis, porém guardando a devida proporção com o espaçamento previsto para as grades de Tomada d'Água, a montante.

Na área selecionada para a implantação das primeiras 24 unidades da Tomada D'Água / Casa de Força, as cotas de fundação deverão situar-se no mínimo 30,0m abaixo do topo rochoso são, em maciço são, coerente e muito pouco fraturado. No segmento das Unidades 25 a 44, as fundações deverão estar a cerca de 22,0m abaixo do topo rochoso, estimando-se que o maciço, nessa profundidade, também venha a ser são, coerente e muito pouco fraturado.

A Casa de Força, com 44 unidades geradoras do tipo Bulbo, terá cada unidade montada em bloco estrutural independente, incorporando a Tomada d'Água e Casa de Força em uma estrutura única. Na direção do eixo do barramento, cada bloco tem 22,60m de extensão e, na direção do fluxo, 87,2m junto à fundação. Estão previstas juntas de construção verticais que possibilitarão a construção dos trechos de montante e de jusante antes da construção do trecho central, que é sempre mais demorada em função das interferências com a montagem da máquina. Essas juntas serão de grande importância na redução das retrações por efeito térmico do concreto na época da construção.

Junto ao paramento de montante, há uma galeria de drenagem próxima à fundação, de onde serão executadas as cortinas de injeção e de drenagem, esta última com a finalidade de reduzir a subpressão causada pela percolação de água pela fundação.

A estabilidade global do bloco foi verificada para as condições de carregamento normais, excepcionais e temporárias (construção e manutenção). Em todos os casos de carregamento, não se admitiram tensões de tração na fundação, junto ao pé de montante da estrutura, e a maior tensão de compressão obtida não chegou a 5 kgf/cm², bastante baixa para as condições da rocha de fundação no local. Os fatores de segurança obtidos para deslizamento, flutuação e tombamento foram sempre superiores aos dos critérios estabelecidos para as verificações de estabilidade.

3.2.19 Canal de Adução

O Canal de Adução, com cerca de 1.810m de extensão medidos ao longo da parede esquerda e largura média da ordem de 700m, desenvolve-se numa curva suave para a direita, seguida de um trecho retilíneo próximo à Tomada d'Água, de modo a garantir linhas de fluxo o mais alinhadas com o eixo das Turbinas.

No trecho mais a montante, por cerca de 1.700m, o Canal tem cota de fundo na El. 58,00m e declividade nula, seguido de um trecho de 110m com declividade 1:3 (V:H), até atingir um patamar de 40,0m na El. 23,70m, imediatamente a montante da Tomada d'Água.

Na maior extensão, o Canal está assente em rocha são, sem revestimento. Contudo, no segmento do Canal mais próximo à margem, verifica-se ocorrência de depressões e

sedimentos aluvionares denominados, genericamente, pântano. Nessas regiões, as depressões serão preenchidas com bota-fora de material rochoso até a El. 57,00m. No trecho correspondente à rampa de aproximação as unidades de Tomada d'água, o solo de baixa consistência deverá ser removido e substituído por proteção de enrocamento de granulometria e espessura compatíveis com as velocidades de escoamento.

Na sua extremidade de montante, está prevista a remoção da Ensecadeira Auxiliar 7 até a El. 63,00 m, configurando um septo com a finalidade de assegurar o não-assoreamento das tomadas d'água, garantindo, dessa forma, ávida útil da Usina .

A velocidade média de escoamento, numa seção a cerca de 150m a montante da Tomada d'Água, na condição de vazão máxima turbinada, $24.684\text{m}^3/\text{s}$, e N.A. do reservatório na El. 70,00m é da ordem de 2,0m/s.

Os taludes no lado esquerdo do Canal de Adução, com extensão de 1.260,0m, apresentam altura máxima da ordem de 32,0m. No trecho inicial, de 350m, as cotas de nível do terreno apresentam-se baixas, em torno da El. 65,00m, contemplando-se taludes escavados integralmente em solo, que não deverão exceder os 7,0m de altura. Nos 900,0m seguintes, ocorrem os taludes mais altos, com cerca de 32,0m de altura. Nesse segmento, as espessuras em solo são da ordem de 20 a 30 metros, estimando-se que os cortes em rocha serão localizados e com desníveis inferiores a 10,0m. Nos cerca de 250m, a seguir, os taludes terão altura em torno de 20,0 , prevendo-se, igualmente, escavações preponderantemente em solo.

A proteção dos taludes escavados em solo constará da colocação de enrocamento até a cota 74,0m (2,0m acima do N.A. Máximo Maximórum). Quanto aos trechos localizados e pouco elevados, em rocha, considerou-se a colocação de tela de aço associada a concreto projetado e chumbadores nos primeiros 5,0m de profundidade, visando à proteção do trecho de rocha mais alterada e fraturada. Abaixo, é prevista apenas a colocação de concreto projetado e, eventualmente, chumbadores.

Em todo o Canal, foram adotados taludes em solo iguais a 1,5:1 (H:V) e bermas de 3,00m, a cada 10,0m de desnível. Os taludes em rocha serão iguais a 0,1:1 (H:V), com bancadas de 0,50m a cada 10,0m de altura.

No lado direito do Canal, margeando a estrutura do Muro de Encosto da Barragem, o talude será protegido por uma parede de concreto, com tirantes.

3.2.20 Canal de Fuga

O Canal de Fuga tem sua diretriz alinhada com o circuito de geração, formando um ângulo de cerca de 45° com o canal natural do rio Madeira, a jusante. Com cerca de 1.500m de extensão, medidos ao longo da parede esquerda, o Canal de Fuga tem três trechos com cotas de fundo diferentes: um primeiro, próximo ao tubo de sucção, com 20m de extensão na El. 26,05m, um trecho intermediário em rampa, com uma inclinação igual a 1:5 (V:H) e extensão de 79,75m, e um trecho final, mais a jusante, com 1.400m de extensão de na El. 42,00m.

A região do Canal de Fuga desenvolve-se, inicialmente, nos cerca de 450m mais próximos à Casa de Força, em uma área de topografia mais elevada, onde se verificam cotas de nível do

terreno natural atingindo a El. 90,0m. Caminhando em direção à margem, as elevações decrescem rapidamente, atravessando-se uma extensa região plana, em torno da El. 57,00m, caracterizada pela presença de sedimentos aluvionares de baixa a média consistência, de grande espessura (até mais de 30,0m), denominados, genericamente, pântano.

Nas áreas de topografia mais elevada, são previstas escavações em solo e em rocha, localizando-se a base da escavação, preponderantemente, em rocha. Na área do pântano, as escavações serão executadas integralmente em solo, atingindo cerca de 15,0m de profundidade.

Nos taludes da margem esquerda do Canal de Fuga, apenas em um pequeno segmento do talude, próximo à Casa de Força, com base na El. 26,05m, e no trecho seguinte, com cota de fundo variável, até atingir a El. 42,00m, com comprimento total de cerca de 1.250m, considera-se a ocorrência de escavações em rocha (topo rochoso em torno das cotas 45,0 e 50,0 metros). A partir deste ponto, os taludes tendem a se desenvolver integralmente em solo. Cabe observar, que toda essa área mais à esquerda do Canal de Fuga deverá ser objeto, em etapas futuras do Projeto de campanhas complementares de investigações geológico-geotécnicas, de forma a confirmar os níveis de rocha atualmente estimados.

Margeando essa lateral esquerda do Canal de Fuga, foi projetada a construção de um reaterro, com material proveniente de bota-fora das escavações obrigatórias. A crista desse reaterro, estará na cota 66,30m. Em face da presença dos solos de baixa consistência nas fundações, este aterro, com cerca de 8,0m de altura, foi projetado com taludes iguais a 3:1 (H:V), estando prevista a colocação de uma berma de 6,0m de largura entre o Canal e o Reaterro.

Nos taludes de escavação em solo, assim como no reaterro, é prevista a colocação de enrocamento de proteção até a crista (El. 66,30m). Quanto aos taludes de escavação, assim como nos demais canais, os taludes em solo serão iguais a 1,5:1 (H:V), a menos do trecho final que atravessa o pântano, com cerca de 1.050m de comprimento, onde estão previstas inclinações de 4:1 (H:V).

3.2.21 Barragem de Fechamento da Margem Direita

A Barragem de Fechamento da Margem Direita terá cerca de 200m de comprimento, crista na El. 75,50m e altura máxima da ordem de 25,5m.

A estrutura estará assente diretamente sobre o terreno natural, após limpeza superficial, sendo constituída por maciço de solo compactado, com taludes externos iguais a 3:1 (H:V) e 2:1 (H:V), a montante e jusante, respectivamente. Em função do tipo de solo da fundação, é prevista a implantação de um *cut-off*, que terá cerca de 7,0m de profundidade, atingindo o topo rochoso. A estrutura será dotada de filtro vertical de areia e de tapete drenante horizontal, constituído por um filtro sanduíche.

3.2.22 Muro de Encosto da Barragem de Enrocamento

O Muro de Encosto da Barragem de Enrocamento desenvolve-se na margem esquerda, limitando o Canal de Adução, a Tomada d'Água, a Casa de Força e o Canal de Fuga da Barragem de Enrocamento no leito do rio. Tem duas finalidades: o encosto da Barragem e

Ensecadeiras no leito do rio e o ensecamento das Unidades 25 a 44 do circuito de geração, servindo de encosto para as Ensecadeiras Auxiliares 8 e 9.

O Muro tem uma extensão total de 570,0m, sendo 260,0m a montante e 240,0m a jusante. Sua estrutura é do tipo gravidade, em CCR (concreto compactado a rolo), com crista na El. 75,50m, talude de jusante igual a 0,5:1 (H:V) e de montante 0,1:1 (H:V) e altura máxima da ordem de 20,0m.

As fundações da estrutura deverão ser assentes em rocha sã, coerente, pouco fraturada, estimando-se que, para obter tais condições, as escavações em solo serão da ordem de 5,0 a 7,0 metros de espessura e as em rocha não ultrapassarão 2,0m de profundidade. Sua estabilidade global foi verificada para as diversas condições de carregamento possíveis durante a construção e operação da Usina e atendeu aos coeficientes de segurança estabelecidos.

Em toda a sua extensão, o Muro de Encosto da Barragem de Enrocamento passa a contar com um outro elemento, estruturalmente independente do bloco de gravidade, que consiste de uma parede, entre a fundação deste e o piso do Canal de Adução ou de Fuga, em concreto convencional, revestindo o talude de escavação em rocha. Essa parede será armada e estabilizada lateralmente com o auxílio de chumbadores ancorados no talude rochoso.

3.2.23 Muros Divisores da Casa de Força

Os Muros Divisores da Casa de Força serão construídos a montante e a jusante das Áreas de Montagem 5 e 6, entre as unidades 24 e 25. Estes muros, juntamente com as Ensecadeiras 8 e 9, manterão ensecado o recinto da área de implantação das unidades geradoras 25 a 44, o que permitirá o início da geração comercial das Unidades 1 a 24 antes da conclusão das demais unidades.

Os Muros, tanto a montante quanto a jusante, serão de gravidade, construídos em CCR (concreto compactado a rolo) perpendicularmente ao fluxo, com comprimentos da ordem de 230,0m e 274,0m, respectivamente. As cristas estarão nas elevações 73,00m e 64,00m para os muros de montante e jusante e as alturas serão variáveis, já que as fundações acompanham as escavações para os canais de Adução e de Fuga.

A montante, a fundação estará assente entre as cotas 23,7m, em um pequeno segmento próximo à Tomada d'Água, e 58,0m, na maior extensão, situando-se, no mínimo, 2,0m abaixo do topo da rocha sã. A jusante, as cotas de fundação variam entre as El. 26,05m, no pequeno segmento próximo à Casa de Força, e a El. 42,00m, em sua maior extensão, localizando-se no mínimo, 15,0m abaixo do topo da rocha sã.

Os trechos de menor altura dos Muros, tanto a montante quanto a jusante, servirão de encosto para as Ensecadeiras 8 e 9, que serão construídas transversalmente ao fluxo, com cristas nas elevações 73,00m e 66,00m, respectivamente.

A estabilidade global de cada seção significativa dos Muros foi verificada para as diversas condições de carregamento possíveis durante a construção e operação da Usina, tendo sido obtidos resultados satisfatórios.

3.2.24 Área de Montagem Principal e de Área de Descarga

A Área de Montagem Principal é composta por quatro blocos, AM-1 a AM-4, localizados na extremidade esquerda da Casa de Força. O *hall* de montagem situa-se na elevação 46,5m e tem comprimento de 90,4m e largura de 22,4m, entre a parede de montante e a face do pilar da ponte rolante, totalizando 2.025m² de área disponível. No bloco AM-4, junto ao limite com o bloco 1 da Tomada d'Água/Casa de Força e abaixo do *hall* de montagem, estão localizados os poços de drenagem e de esvaziamento das Unidades 1 a 12 da Tomada d'Água/Casa.

O bloco correspondente à Área de Descarga situa-se junto e à esquerda do bloco AM-1, e as operações de descarga desenvolvem-se em dois pisos: El.66,30m, onde estacionam as carretas para a descarga e a El.46,50 m, onde são depositadas as cargas, depois de retiradas das carretas, para serem conduzidas, pelas pontes principais, ao *hall* principal de montagem. Para possibilitar essas manobras, foi prevista uma ponte rolante com caminho de rolamento transversal ao caminho de rolamento das pontes principais da Casa de Força.

Tanto os blocos AM-1 a AM-4 quanto o bloco da Área de Descarga são atendidos pelas pontes principais e auxiliares da Casa de Força.

Do ponto de vista da estabilidade global, a Área de Montagem, constituída pelos blocos 1 a 4, e a Área de Descarga foram dimensionadas apenas para garantir segurança à flutuação, já que as demais verificações não se aplicam porque as estruturas encontram-se encaixadas em escavações executadas em rocha sã.

As fundações dessas estruturas estarão assentes em torno da cota 39,0m, situando-se, no mínimo, cerca de 2,0 m abaixo do topo da rocha sã. Em etapas futuras do projeto, essa área deverá ser objeto de uma campanha complementar de investigações geológico-geotécnicas, de forma a confirmar as estimativas de topo rochoso, ora realizadas nesta região.

3.2.25 Área de Montagem Auxiliar

A Área de Montagem Auxiliar é formada pelos blocos AM-5 e AM-6, posicionados entre os blocos 24 e 25 da Tomada d'Água / Casa de Força, e cada um deles, semelhante aos blocos AM-1 a AM-4 quanto às dimensões internas úteis. A área disponível para as montagens é de 1.013m². Abaixo do *hall* de montagem, estão posicionados, no bloco AM-5, os poços de drenagem e de esvaziamento das Unidades 13 a 24 da Tomada d'Água / Casa de Força e, no bloco AM-6, os das Unidades 25 a 34.

Os blocos AM-5 e AM-6 são atendidos pelas pontes principais e auxiliares da Casa de Força.

A montante do *hall* de montagem, há uma barragem de gravidade, parte integrante do barramento da Usina. Essa barragem foi dimensionada para atender às condições normais, excepcionais e temporárias de carregamento segundo os mesmos critérios de estabilidade utilizados para as demais estruturas concreto que fazem parte do barramento.

A fundação dos blocos AM-5 e AM-6 estará implantada entre as cotas 38,50 e 43,50m, localizando-se, no mínimo 26,50m abaixo do topo da rocha sã.

3.2.26 Sistema Complementar de Interceptação de Corpos Flutuantes

No arranjo ora apresentado, não está incluída a localização nem a indicação de detalhes de um possível sistema complementar de interceptação de corpos flutuantes, para a proteção da Tomada d'Água contra o acúmulo de troncos de árvores e outros corpos flutuantes de maiores dimensões.

Em virtude de não se dispor, nesta fase dos estudos, de elementos suficientes para uma adequada caracterização dos requisitos técnicos a serem atendidos pelo projeto de um tal sistema específico para o AHE Santo Antônio, na composição do orçamento do empreendimento (Orçamento Padrão Eletrobrás - OPE), foi prevista uma verba para atender a essa rubrica. Essa verba foi estimada com base numa concepção preliminar, bastante simplificada, de dispositivos flutuantes interceptadores, compatíveis com as dimensões aproximadas do vale do rio Madeira e no local e ao posicionamento das estruturas no arranjo de Santo Antônio, além de uma margem de folga para compensar as imprecisões e incertezas da própria estimativa.

Em fase posterior, deverão ser desenvolvidos os estudos e as investigações necessárias à concepção, ao dimensionamento e ao cotejamento de alternativas, incluindo-se localização e operativas, anteriores à seleção e ao detalhamento da opção técnica e economicamente mais conveniente. A solução adotada deverá então ser introduzida no arranjo geral do Aproveitamento, ocasião em que serão implementadas neste as eventuais adaptações/adequações que se mostrem necessárias.

3.2.27 Eclusa e Canais de Navegação

A estrutura da Eclusa será construída em concreto estrutural com uma única câmara, já que o desnível entre montante e jusante é pequeno. A estrutura será formada por uma laje de fundo e paredes laterais, todas com espessuras suficientemente grandes para permitir que os dutos do sistema de enchimento e esvaziamento da câmara sejam embutidos. A câmara estará parcialmente encaixada em rocha, com as partes superiores das paredes laterais situadas acima do topo rochoso.

A seção em “U”, formada pela laje de fundo e paredes laterais, foi verificada quanto à flutuação e pré-dimensionada estruturalmente para a condição câmara vazia, sendo obtidos resultados favoráveis para ambas as verificações.

O Muro-Guia, tanto a montante quanto a jusante, será constituído por uma estrutura de gravidade, assente sobre topo rochoso são. Na etapa atual de projeto, estima-se que, para a obtenção dessa condição de fundação, a cota de assentamento da estrutura variará da El. 60,0 m à El. 30,0m, caminhando-se entre as extremidades de montante e jusante, e escavando-se cerca de 2,0m em rocha. É prevista a realização de um reaterro compactado entre os taludes de escavação e o paramento do Muro.

Na área da Câmara da Eclusa, onde as elevações do terreno natural variam entre as cotas 84,0 e 69,0m, de montante para jusante, estima-se que o topo rochoso se situe entre as elevações 60,0 e 42,0m. Considerando essa premissa, essa estrutura a ser assente em torno da cota

30,0m terá fundação em rocha sã, coerente, pouco fraturada, no mínimo 12,0m abaixo do topo rochoso.

O Canal de Navegação de Montante, com cerca de 1.450m de extensão, a ser implantado na El. 64,00m, desenvolve-se por uma área bastante plana e elevada, com terreno natural em torno das cotas 85,0 e 90,0m, em sua maior extensão. Na etapa atual de projeto, estima-se que as escavações serão integralmente executadas em solo.

O Canal de Jusante, com extensão total de 1.955m, apresenta nos primeiros 200m de extensão, mais próximos à Câmara da Eclusa, elevações de terreno natural variando de 70,0m a 57,0m. Nos cerca de 1.700m seguintes, o Canal desenvolve-se por uma área plana, em torno da elevação 57,0m, caracterizada, como já descrito no item referente ao Canal de Fuga, pela presença de sedimentos aluvionares, denominados, genericamente, pântano. Nesta etapa do Projeto, considerou-se que o Canal de Navegação Jusante, com fundo na cota 42,80m, será integralmente escavado em solo.

Observa-se, conforme já descrito no Capítulo 8, anterior, que toda a região da Câmara da Eclusa e Canais deverá ser objeto de investigações por meio de sondagens, em etapas futuras do Projeto, de forma a avaliar as estimativas de elevação de topo rochoso realizadas na fase atual dos estudos.

Assim como nos demais canais, os taludes em solo foram adotados iguais a 1,5:1 (H:V), a menos do trecho final do Canal de Jusante, que atravessa o pântano, onde estão previstas inclinações de 4:1 (H:V). As bermas terão 3,00m, sendo executadas a cada 10,0 m de desnível.

Também como nos demais casos, os taludes de escavação dos Canais de Montante e de Jusante, em solo, serão revestidos com proteção de enrocamento até as cotas 74,0m (a montante) e 67,00m (a jusante), mantendo-se o critério considerado de construir essas proteções até cerca de 2,0m acima dos respectivos NA Máx. Max.

3.2.28 Rodovia BR-364

A Rodovia BR-364 interliga as capitais de Mato Grosso e Acre, passando por Porto Velho, em Rondônia. É uma estrada pavimentada, sem acostamento e de pista única, com tráfego nos dois sentidos, possuindo 7,0m de largura de pista e faixa de domínio de 80,0m de largura.

O trecho de rodovia com interferência direta do reservatório, no qual está prevista a realização de intervenções, compreende segmentos descontínuos que totalizam cerca de 5km, conforme pode ser visualizado por meio do desenho PJ-0532-V3-AC-DE-0001. Nesses trechos, a rodovia será mantida em seu traçado atual, com a elevação do greide de modo a estabelecer cotas da pista superiores aos níveis d'água do reservatório com influência do remanso associado à cheia de 100 anos de recorrência e NA Máximo Normal operativo do reservatório (El. 90,00m), com uma borda livre mínima de 2,00m. Prevê-se um alteamento médio de cerca de até 6 m em relação ao greide atual.

A opção por essa alternativa, em detrimento da alternativa de relocação do traçado da rodovia, tem o objetivo de reduzir, ao mínimo, a interferência com a cobertura vegetal existente.

Está prevista também a implantação de três novas pontes, sendo a travessia do rio Jaci-Paraná a de maior extensão com 173m, seguida das travessias do rio Caracol, com 90 m e do igarapé Bate-Estaca, com 30m de extensão.

Os procedimentos para elaboração dos projetos de engenharia rodoviária deverão seguir a orientação das Normas para Projeto de Estradas de Rodagem do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER.

3.3 Cronograma de Implantação

3.3.1 Serviços Preliminares

As atividades correspondentes aos Serviços Preliminares na Margem Direita foram programadas para execução entre abril/2006 (mês 1) e agosto/2007 (mês 17). Os Serviços Preliminares na Margem Esquerda foram programados para execução no período compreendido entre setembro/2006 (mês 6) e abril/2007 (mês 13).

Os Serviços Preliminares compreendem as seguintes atividades:

- Construção de Estradas de Serviço
- Implantação do Canteiro e Acampamento Provisórios
- Energia Elétrica Provisória (Geradores Portáteis)
- Energia Elétrica Definitiva
- Água Industrial e Potável
- Instalações Industriais Provisórias
- Canteiro e Acampamento Definitivos
- Instalações Industriais Definitivas

A execução dos Serviços Preliminares na Margem Esquerda será desenvolvida após a implantação do sistema de travessia do rio Madeira, constituído pelos atracadouros em ambas as margens do rio e mobilização da embarcação para a travessia do rio Madeira.

3.3.2 Construção e Montagem da Tomada d'Água e Casa de Força

As atividades de Construção e Montagem da Tomada d'Água e Casa de Força, que compreendem os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha da área de implantação, construção das estruturas de concreto e montagem dos correspondentes equipamentos eletromecânicos, serão desenvolvidas, respectivamente, nos seguintes períodos:

- Desmatamento: 01/12/2006 a 28/12/2006 (mês 8)
- Escavação Comum: 13/12/2006 a 23/05/2007 (meses 9 a 14)
- Escavação em Rocha: 14/03/2007 a 15/03/2008 (meses 12 a 24)

- Obras Civis:
 - da AD 01 e AM 01/AM 02/AM 03/AM 04: 03/11/2007 a 30/06/2008 (meses 20 a 27)
 - da Unid 01 a Unid 08: 15/02/2008 a 28/07/2009 (meses 23 a 40)
 - da Unid 09 a Unid 16: 01/03/2008 a 25/03/2010 (meses 24 a 48)

- da Unid 17 a Unid 24: 17/03/2008 a 26/11/2010 (meses 24 a 56)
 - do Muro entre as Unidades 24 e 25: 15/12/2008 a 31/03/2009 (meses 33 a 36)
 - da AM 05 e AM 06: 17/04/2008 a 29/10/2008 (meses 25 a 31)
 - da Unid 25 a Unid 29: 07/10/2008 a 19/04/2011 (meses 31 a 61)
 - da Unid 30 a Unid 34: 07/03/2009 a 20/05/2011 (meses 36 a 62)
 - da Unid 35 a Unid 39: 06/08/2009 a 17/02/2012 (meses 41 a 71)
 - da Unid 40 a Unid 44: 03/01/2010 a 17/07/2012 (meses 46 a 76)
- Montagens:
 - da AD 01 e AM 01/AM 02/AM 03/AM 04: 13/03/2008 a 15/07/2008 (meses 24 a 28)
 - da Unid 01 a Unid 08: 24/03/2008 a 20/03/2010 (meses 24 a 48)
 - da Unid 09 a Unid 16: 08/04/2008 a 15/10/2010 (meses 25 a 55)
 - da Unid 17 a Unid 24: 22/04/2008 a 27/06/2011(meses 25 a 63)
 - da AM 05 e AM 06: 22/09/2008 a 18/11/2008 (meses 30 a 32)
 - da Unid 25 a Unid 29: 11/11/2008 a 09/11/2011 (meses 32 a 68)
 - da Unid 30 a Unid 34: 11/04/2009 a 10/12/2011 (meses 37 a 69)
 - da Unid 35 a Unid 39: 11/09/2009 a 06/09/2012 (meses 42 a 78)
 - da Unid 40 a Unid 44: 09/02/2010 a 31/01/2013 (meses 47 a 82)

3.3.3 Escavação do Canal de Fuga

Os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha do Canal de Fuga serão realizados, respectivamente, nos seguintes períodos:

- Desmatamento: 20/01/2007 a 21/03/2007 (meses 10 a 12)
- Escavação Comum: 05/02/2007 a 30/07/2008 (meses 11 a 28)
- Escavação Comum Faixa Margem do Rio: 01/07/2009 a 31/08/2009 (meses 40 a 41)
- Escavação em Rocha: 03/11/2007 a 24/01/2008 (meses 20 a 34)

A atividade de escavação do Canal de Fuga será precedida pela construção de uma Ensecadeira denominada de Ensecadeira Auxiliar 6 ao longo da margem do rio com crista na El 64,50m. Essa Ensecadeira, que será construída no período compreendido entre abril/2007 e julho/2007 (mês 13 e mês 16), proverá proteção aos trabalhos de escavação do Canal de Fuga para ocorrência de cheias. A Ensecadeira Auxiliar 6 será construída sobre o terreno natural previamente desmatado. As cotas da superfície de fundação da ensecadeira estão situadas acima da El. 53.00m. Como no período previsto para a sua construção, o nível d' água estará situado no entorno da El. 52.00m, a construção da Ensecadeira Auxiliar 6 poderá ser realizada a seco.

A Ensecadeira Auxiliar 6 será removida no período compreendido entre julho/2009 (mês 40) e o agosto/2009 (mês 41), para possibilitar a realização dos trabalhos de testes, comissionamento e início da geração comercial das 6 primeiras Unidades. Na ocasião do início dos trabalhos de comissionamento e testes da Unidade 1, as estruturas de concreto das unidades de números 09 a 24 estarão em construção. Essas unidades já terão as comportas ensecadeiras de montante e jusante devidamente instaladas. Para proteção das obras de concreto das Unidades de números 25 a 44, serão construídas ensecadeiras a montante e a jusante delas, com crista na El. 73,00m e 64,00m respectivamente. Essas ensecadeiras,

denominadas respectivamente de Ensecadeiras Auxiliares 8 e 9, serão removidas entre janeiro/2011 (mês 58) e junho/2011 (mês 63), antes do início dos trabalhos de comissionamento e testes da Unidade 25 (mês 63).

3.3.4 Escavação do Canal de Adução

Os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha do Canal de Adução serão realizados, respectivamente, nos seguintes períodos:

- Desmatamento: 14/10/2006 a 28/12/2006 (meses 7 a 9)
- Escavação Comum: 06/12/2006 a 24/07/2008 (meses 9 a 28)
- Escavação Comum Faixa Margem do Rio: 01/07/2009 a 31/08/2009 (meses 40 e 41)
- Escavação em Rocha: 01/11/2007 a 15/01/2009 (meses 20 a 34)

Os trabalhos de escavação do Canal de Adução serão precedidos pelos trabalhos de desmatamento de toda a área de escavação e construção de uma Ensecadeira denominada de Ensecadeira Auxiliar 7 ao longo da margem do rio, com crista na El. variável de 68,20m a 66,00m. Essa ensecadeira, que será construída no período compreendido entre o maio/2007 (mês 14) e agosto/2007 (mês 17), proverá proteção aos trabalhos de escavação do Canal de Fuga para ocorrência de cheias. A Ensecadeira Auxiliar 7 será construída sobre o terreno natural previamente desmatado. As cotas da superfície de fundação da Ensecadeira estão situadas acima da El. 60,00m. Como no período previsto para a sua construção o nível d' água estará situado no entorno da El. 53,00m, a construção da ensecadeira poderá ser realizada a seco.

A Ensecadeira Auxiliar 7 do Canal de Adução será removida no período compreendido entre o mês de julho/2009 (mês 40) e o mês de agosto/2009 (mês 41), para possibilitar a realização dos trabalhos de comissionamento e testes e início da geração comercial das Unidades 1 a 6.

3.3.5 Construção e Montagem do Vertedouro

As atividades de Construção e Montagem do Vertedouro, que compreendem os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha da área de implantação, construção das estruturas de concreto e montagem dos correspondentes equipamentos hidromecânicos, serão desenvolvidas a partir da data em que se dispõe do acesso à área de implantação do Vertedouro, assim como do acesso ao bota-fora de disposição dos materiais provenientes do desmatamento e das escavações. Portanto, os trabalhos de construção do Vertedouro serão desenvolvidos, respectivamente, nos períodos abaixo indicados, para possibilitar o início do desvio do rio a partir do início do mês de julho/2009 (mês 40).

- Desmatamento: 19/08/2006 a 19/09/2006 (meses 5 e 6)
- Escavação Comum: 19/09/2006 a 31/10/2006 (meses 6 e 7)
- Escavação em Rocha: 19/09/2006 a 18/07/2007 (meses 6 a 16)

- Obras Civis até o Desvio do Rio:
 - Muro Lateral Esquerdo: 23/07/2007 a 31/03/2008 (meses 16 a 24)
 - VT 01 a VT 10: 23/07/2007 a 05/11/2008 (meses 16 a 32)
 - VT 11 a VT 21: 04/04/2008 a 31/12/2008 (meses 25 a 33)
 - Muro Lateral Direito: 02/08/2008 a 30/01/2009 (meses 29 a 34)

- Obras Civis após o Desvio do Rio:
 - VT 01 a VT 10: 01/11/2009 a 30/04/2010 (meses 44 a 49)
- Montagens até o Desvio do Rio:
 - VT 01 a VT 10: 17/12/2007 a 31/03/2009 (meses 21 a 36)
 - VT 11 a VT 21: 20/04/2008 a 29/06/2009 (meses 25 a 39)
- Montagens após o Desvio do Rio:
 - VT 01 a VT 10: 01/09/2009 a 30/11/2009 (meses 42 a 44)

Para proteção dos trabalhos de escavação da área de implantação assim como os de construção das estruturas de concreto do Vertedouro, serão construídas duas ensecadeiras no braço direito do rio Madeira, uma a montante do Vertedouro e outra, a jusante. Essas ensecadeiras, denominadas de Ensecadeiras Auxiliares 2 e 3, serão construídas com cotas de coroamento nas elevações, 66,00m e 65,00m, respectivamente, para o tramo de montante e tramo de jusante. As Ensecadeiras serão construídas sobre o terreno natural existente imediatamente após a conclusão dos trabalhos de desmatamento e limpeza.

As Ensecadeiras Auxiliares 2 e 3 acima descritas serão removidas em maio e junho/2009 (meses 38 e 39) para possibilitar o início do Desvio do Rio no mês de julho/2009 (mês 40). A remoção das ensecadeiras será efetuada com escavadeiras de grande porte equipadas com *drag-line*.

3.3.6 Escavação do Canal de Aproximação

Os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha do Canal de Aproximação serão executados nos períodos abaixo indicados.

- Desmatamento: 21/07/2006 a 31/01/2008 (meses 4 a 22)
- Escavação Comum: 12/08/2006 a 5/02/2008 (meses 5 a 23)
- Escavação Comum Faixa Margem do Rio: 15/05/2009 a 29/06/2009 (meses 38 e 39)
- Escavação em Rocha: 04/06/07 a 15/01/08(meses 15 a 22)

3.3.7 Escavação do Canal de Restituição

Os trabalhos de desmatamento, escavação comum e escavação em rocha do Canal de Restituição serão realizados nos períodos abaixo indicados.

- Desmatamento: 01/08/2006 a 20/08/2006 (mês 5)
- Escavação Comum: 20/08/2006 a 20/09/2006 (meses 5 a 6)
- Escavação em Rocha: 20/08/2006 a 31/10/2008 (meses 5 a 31)

Os trabalhos de escavação da faixa junto à margem do rio serão executados somente nos períodos de baixas vazões do rio.

3.3.8 Desvio do Rio

O Desvio do Rio será iniciado no mês de julho/2009 (mês 40) com o lançamento dos cordões de enrocamento das Pré-Ensecadeiras a montante e a jusante as Barragem de Enrocamento. O lançamento desses cordões será iniciado após a conclusão dos trabalhos de remoção das ensecadeiras construídas a montante e a jusante do Vertedouro. A remoção dessas ensecadeiras, por sua vez, poderá ser realizado após a conclusão de todas as montagens eletromecânicas previstas no Vertedouro.

Desde o início até a conclusão do lançamento dos cordões de enrocamento das Pré-Ensecadeiras, no mês de outubro/2009 (mês 43) o rio vai passar, parte, por sua calha natural e, parte, pelo Vertedouro, onde 10 de seus 21 vãos serão deixados rebaixados na El. 44,00m. Após a conclusão do lançamento dos cordões de enrocamento, ou seja, após o fechamento de sua calha, o rio passará a escoar somente pelo Vertedouro.

Com uma defasagem de alguns dias em relação ao lançamento dos cordões de enrocamento, será iniciada a construção da Ensecadeira propriamente dita. O desvio do rio ficará consolidado no mês de novembro/2009 (mês 44) com a conclusão da construção das Ensecadeiras a Montante e a jusante da Barragem na El. 73,00m e na El 66,00m respectivamente. Após consolidado o desvio do rio, terá início a concretagem complementar dos vãos rebaixados do Vertedouro. Essa atividade será iniciada no mês de novembro/2009 (mês 44) e concluída no mês de abril/2010 (mês 49).

3.3.9 Barragem de Enrocamento

As atividades envolvidas na construção da Barragem de Enrocamento compreendem os trabalhos de esgotamento do recinto ensecado, limpeza e tratamento da fundação e, finalmente, construção do maciço da Barragem constituído por núcleo argiloso compactado, transições e enrocamento compactado.

As atividades correspondentes a limpeza e tratamento da fundação compreenderão a execução dos seguintes trabalhos: remoção do aluvião e blocos de rocha solta existentes, regularização da superfície da fundação, injeção de calda de cimento no maciço rochoso da fundação e, finalmente, limpeza final da fundação para o lançamento dos materiais constituintes da Barragem.

São previstos os seguintes períodos para a execução das atividades acima descritas:

- Esgotamento do recinto ensecado: novembro/2009 (mês 44).
- Limpeza e tratamento da fundação: dezembro/2009 a junho/2010 (meses 45 a 51).
- Construção do maciço da Barragem: abril/2010 a dezembro/2010 (meses 49 a 57).

3.3.10 Eclusa de Navegação

A construção da Eclusa será desenvolvida nos seguintes períodos:

- Desmatamento: 01/11/2006 a 15/02/2007 (meses 8 a 11);
- Escavação Comum Câmara da Eclusa: 01/12/2006 a 30/04/2007 (meses 8 a 13);
- Escavação em Rocha Câmara da Eclusa: 01/05/2007 a 31/07/2007 (meses 14 a 16);
- Escavação Comum Canais de Navegação: 01/06/2007 a 15/12/2009 (meses 15 a 45);
- Obras Cíveis da Eclusa: 01/08/2007 a 31/08/2009 (meses 17 a 41);
- Montagens da Eclusa: 01/09/2009 a 30/06/2010 (meses 42 a 51).

3.4 Infra-estrutura de Apoio às Obras

3.4.1 Construção de Acessos e Implantação do Sistema de Travessia do Rio Madeira

Na margem direita, serão construídos, prioritariamente, os seguintes acessos:

- acesso à obra a partir da BR-364 até o local onde será construído o ancoradouro de barcaças de travessia do rio Madeira; o ancoradouro ficará localizado cerca de 3 km a jusante do eixo do Barramento;
- construção dos Ancoradouros do Sistema de Travessia nas margens direita e esquerda do rio Madeira;
- acessos à área de implantação das instalações do Acampamento da Margem Direita a partir de um ponto do acesso à obra localizado a cerca de 2km do início do mesmo a partir da BR-364 Serão construídos acessos à direita e à esquerda do acesso à obra para as áreas destinadas à construção dos acampamentos da margem direita. Tais áreas ocuparão, à esquerda e à direita do cesso à obra, áreas de 150.000m² e 600.000m², respectivamente;
- acesso à área de implantação das Centrais Industriais da Margem Direita localizado à esquerda do acesso à obra, distante cerca de 1km a jusante do eixo do Barramento; o local destinado para instalação das Centrais Industriais ocupará uma área de aproximadamente 200.000 m².
- acesso à área de escavações para implantação do Vertedouro e Canal de Restituição a partir do ponto de intersecção do eixo do acesso à obra com o prolongamento do eixo do barramento; os materiais provenientes dessas escavações serão transportados para o bota-Fora de montante localizado a montante do eixo do Barramento entre o acesso à obra e o rio; o bota-fora de montante ocupará uma área de aproximadamente 0,8km²;
- acesso à área de montante do Canal de Aproximação (área a ser escavada até a El. 60,00m) a partir de um ponto do acesso à obra localizado a cerca de 2km a montante do eixo do Barramento;

- acesso à área intermediária do Canal de Aproximação (área a ser escavada até a El. 47,00m) a partir de um ponto do acesso à obra localizado cerca de 1,5 km a montante do eixo do Barramento;
- Os demais acessos que serão necessários para a execução das obras da margem direita serão construídos posteriormente na medida das suas necessidades.

Na margem esquerda, serão construídos, prioritariamente, os seguintes acessos:

- acesso ao bota-fora de montante a partir do Ancoradouro da Margem Esquerda do Sistema de Travessia do rio Madeira; o bota-fora de montante, que ocupará uma área de 2,0km², tem o seu centro de gravidade localizado a aproximadamente 4 km a montante do eixo do Barramento;
- acesso à área de implantação das instalações do Acampamento da Margem Esquerda a partir de um ponto do acesso ao bota-fora de montante localizado a cerca de 1km a montante do ancoradouro de barças da margem esquerda;
- acessos às áreas de implantação das Centrais Industriais da Margem Esquerda a partir de um ponto do acesso ao bota-fora de montante localizado próximo da intersecção do mesmo com o prolongamento do eixo do Barramento; o local destinado para implantação das Centrais Industriais da margem esquerda ocupará uma área de aproximadamente 200.000m²; o local para o Acampamento da margem esquerda ocupará uma área de aproximadamente 370.000m².
- acesso à área de escavação da Tomada d'Água / Casa de Força a partir da intersecção do eixo do acesso acima mencionado com o prolongamento do eixo do Barramento;
- acesso à área de montante, de escavação do Canal de Adução, a partir de um ponto do acesso ao bota-fora de montante localizado cerca de 0,5km a montante do eixo do Barramento; a área acima mencionada corresponde à parte do Canal de Adução cuja superfície original do terreno se situa acima da El. 64,00m;
- acesso à área de jusante, de escavação do Canal de Adução, a partir de um ponto do acesso ao bota-fora de montante localizado a cerca de 1km a montante do eixo do Barramento;
- acesso à área de montante, de escavação do Canal de Fuga, a partir de um ponto do acesso ao bota-fora de montante localizado cerca de 0,5km a jusante do eixo do Barramento; a área acima mencionada corresponde à parte do Canal de Adução, cuja superfície original do terreno se situa acima da El. 64,00m;
- acesso à área de jusante, de escavação do Canal de Fuga, a partir de um ponto do acesso ao bota-fora de montante localizado a cerca de 1km a jusante do eixo do Barramento; a área acima mencionada corresponde à parte do Canal de Fuga situada na região pantanosa.

Os trabalhos de construção de acessos compreenderão execução de desmatamento, destocamento e limpeza da faixa prevista para a implantação do acesso, implantação do sistema de drenagem superficial, terraplenagem e pavimentação da pista de rolamento.

A pavimentação dos acessos será executada com cascalhos existentes na região. Os acessos serão construídos com 12m de largura.

Em paralelo com os trabalhos de construção dos acessos, será realizado o desmatamento das áreas destinadas ao bota-fora dos materiais escavados, assim como os trabalhos de construção do Acesso à Obra.

Imediatamente após a construção do acesso à área de construção do canteiro e acampamento da margem direita, será iniciada a construção dos cais de atracação da balsa a ser utilizada na travessia do rio Madeira. A balsa e o rebocador deverão chegar à obra na data prevista para a conclusão da construção dos cais de atracação, ou seja, três meses após a data de início das obras.

A construção dos cais de atracação na margem esquerda será concluída um mês depois.

Imediatamente após a construção dos cais de atracação da margem esquerda, serão iniciados os trabalhos de construção dos acessos da margem esquerda.

Para a construção dos acessos da margem esquerda, será utilizada a mesma metodologia descrita para a execução dos acessos da margem direita.

3.4.2 Construção das Instalações do Canteiro e Acampamento

As Instalações do Canteiro e Acampamento serão implantadas nos seguintes períodos:

- da Margem direita: entre julho de 2006 e agosto de 2007
- da margem esquerda: entre outubro de 2006 e abril de 2007

As Instalações dos Canteiros e Acampamentos da Margem Direita e da Margem Esquerda compreendem as Instalações do Canteiro e Acampamento Provisórios, Central de Britagem e Central de Concreto Provisórias, Instalações do Canteiro e Acampamento Definitivos, Central de Britagem e Central de Concreto Definitivas, conforme desenho PJ-0532-V3-GR-DE-0005.

As Instalações de Canteiro e Acampamento Provisórios serão implantadas em caráter provisório e utilizadas apenas para os trabalhos iniciais, até que se disponha das instalações definitivas. Enquanto não se dispõe de energia elétrica definitiva, que será obtida da CERON, a energia necessária para os trabalhos iniciais será suprida com geradores portáteis.

As Centrais de Britagem e de Concreto Provisórias produzirão o agregado e o concreto para a implantação das Instalações do Canteiro e Acampamento Definitivos. A rocha sã, para a produção de agregados, será obtida por meio de escavação de afloramentos de rocha que ocorrem junto à margem direita do rio Madeira.

Para a implantação das Instalações do Canteiro e Acampamento da Margem Esquerda, será adotado esquema similar ao utilizado na margem direita, com uma diferença: os agregados necessários para os concretos da margem esquerda serão produzidos na margem direita.

Na margem direita, optou-se pela localização das Centrais Industriais numa área de aproximadamente 200.000m², localizada a cerca de 1km a jusante do eixo do Barramento, à esquerda do acesso à obra. O Acampamento será implantado em duas áreas à esquerda e à direita do acesso à obra, localizadas cerca de 3km do entroncamento deste com a BR 364. As

áreas destinadas ao acampamento ocuparão cerca de 150.000m² (a esquerda do Acesso) e cerca de 600.000m² (à direita do Acesso). O cais de atracação de balsa na margem direita será localizada cerca de 2km a jusante do eixo das Unidades Geradoras.

As Centrais Industriais da Margem Esquerda, constituídas pelas Centrais de Britagem e de Concreto e os Pátios de Carpintaria e Armação, serão implantados numa área de aproximadamente 200.000m² localizada a cerca de 1km a jusante do eixo do Barramento. O Acampamento da margem esquerda será implantado numa área de aproximadamente 370.000m², localizado na margem esquerda do rio Madeira cerca de 3km a jusante do eixo do Barramento.

Junto a cada Canteiro Industrial está prevista a instalação de sistemas de drenagem de óleo/água e caixa separadora, que terão a finalidade de impedir o vazamento de óleo para o rio.

Visando atender ao contingente de mão-de-obra na condição de pico, durante a fase construtiva, serão implantados, em cada margem, um sistema de abastecimento de água potável com estação de tratamento de água (ETA) e um sistema de esgoto sanitário, constituído por coleta e central de tratamento de esgoto (ETE).

Os resíduos sólidos provenientes dos canteiros e acampamentos serão coletados e depositados em aterro sanitário em local selecionado para essa finalidade.

3.4.3 Mão-de-obra Necessária

Prevê-se que a construção de Santo Antônio demandará cerca de 13.000 empregos diretos em média, atingindo-se picos de 20.000 trabalhadores envolvidos nas obras.