

SUMÁRIO – 11.2 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS IGARAPÉS INTERCEPTADOS PELOS DIQUES

| | |
|---|---------|
| 11.2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS IGARAPÉS INTERCEPTADOS PELOS DIQUES | 11.2-1 |
| 11.2.1. ANTECEDENTES..... | 11.2-1 |
| 11.2.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES..... | 11.2-3 |
| 11.2.2.1. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO | 11.2-3 |
| 11.2.2.1.1. MONITORAMENTO DOS NÍVEIS D'ÁGUA E VAZÕES | 11.2-3 |
| 11.2.2.1.2. MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO | 11.2-4 |
| 11.2.2.2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA | 11.2-5 |
| 11.2.2.3. MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA | 11.2-6 |
| 11.2.2.4. MONITORAMENTO DOS USOS DA ÁGUA..... | 11.2-9 |
| 11.2.2.5. MONITORAMENTO FENOLÓGICO..... | 11.2-10 |
| 11.2.2.6. AVALIAÇÃO INTEGRADA..... | 11.2-11 |
| 11.2.2.7. CRONOGRAMA GRÁFICO | 11.2-11 |
| 11.2.1. RESULTADOS E AVALIAÇÃO | 11.2-13 |
| 11.2.1.1. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO | 11.2-13 |
| 11.2.1.1.1. IGARAPÉ COBAL | 11.2-14 |
| 11.2.1.1.2. IGARAPÉ CAJUEIRO | 11.2-17 |
| 11.2.1.1.3. IGARAPÉ TICARUCA | 11.2-19 |
| 11.2.1.1.4. IGARAPÉ PAQUIÇAMBA..... | 11.2-22 |
| 11.2.1.1.5. ESTIMATIVA DA VAZÃO REMANESCENTE | 11.2-32 |
| 11.2.1.2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA | 11.2-37 |
| 11.2.1.2.1. DISCUSSÃO | 11.2-48 |
| 11.2.1.3. MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA | 11.2-49 |
| 11.2.1.4. ANÁLISE INTEGRADA..... | 11.2-61 |
| 11.2.1.5. MONITORAMENTO DOS USOS DA ÁGUA..... | 11.2-62 |
| 11.2.1.5.1. MEDIÇÃO DOS NÍVEIS D'ÁGUA DOS POÇOS E CACIMBAS 11.2-62 | |
| 11.2.1.5.2. USOS DA ÁGUA À JUSANTE DO DIQUE 8A- IGARAPÉ TURIÁ. | 11.2-69 |
| 11.2.1.6. MONITORAMENTO FENOLÓGICO..... | 11.2-74 |
| 11.2.1.6.1. FLORÍSTICA | 11.2-74 |
| 11.2.1.6.2. FITOSSOCIOLOGIA | 11.2-75 |

| | | |
|-------------|---|---------|
| 11.2.1.6.3. | ESPÉCIES AMEAÇADAS | 11.2-76 |
| 11.2.1.6.4. | DIVERSIDADE | 11.2-76 |
| 11.2.1.6.5. | SUGESTÃO DE ESPÉCIES PARA O MONITORAMENTO FENOLÓGICO..... | 11.2-78 |
| 11.2.1.7. | AVALIAÇÃO INTEGRADA..... | 11.2-79 |
| 11.2.2. | ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS | 11.2-84 |
| 11.2.3. | EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO 11.2-84 | |
| 11.2.4. | ANEXOS..... | 11.2-86 |

11.2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS IGARAPÉS INTERCEPTADOS PELOS DIQUES

11.2.1. ANTECEDENTES

Os objetivos do Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques são apresentados a seguir:

- A. **Monitoramento hidrológico:** consiste no monitoramento do nível d'água, vazão e pluviometria nos igarapés interceptados pelos diques, quantificando a real disponibilidade hídrica nos mesmos, com vistas a subsidiar a avaliação e aferição da vazão a ser mantida a jusante dos diques, após a formação do Reservatório Intermediário.

Antecedentes – O monitoramento hidrológico dos igarapés foi iniciado em novembro de 2010, sendo que uma avaliação preliminar da vazão remanescente a jusante dos diques foi proposta no 2º RC, entregue ao Ibama em julho/2012. O monitoramento hidrológico prossegue e deverá subsidiar a aferição das vazões remanescentes já estimadas, indicando que o atendimento a este objetivo encontra-se em andamento.

- B. **Monitoramento Fenológico:** tem como objetivo geral conhecer os padrões fenológicos de algumas espécies arbóreas para entendimento dos efeitos dos ciclos hidrológicos nas árvores de florestas aluviais da região do Reservatório Intermediário. O estudo de monitoramento após a interrupção do fluxo natural será comparativo, de tal forma a averiguar se em duas áreas de um mesmo igarapé (com e sem intervenção) a mesma espécie apresenta comportamento fenológico similar e se respondem aos fatores de variação de vazão do igarapé ao longo do tempo.

Antecedentes - Para o monitoramento dos padrões fenológicos foram implantadas quatro parcelas, sendo duas a jusante e duas a montante (controle) do dique, buscando áreas ainda preservadas na sub-bacia do Igarapé Paquiçamba. As parcelas foram implantadas conforme preconizado no PBA, com dimensões de 250 x 40 m, totalizando 4 ha. No período do 2º RC foi realizada a primeira campanha, contemplando a determinação florística e fitossociológica das parcelas. Assim, foram obtidos dados de riqueza e abundância das espécies a fim de caracterizar quali-quantitativamente as parcelas. Esse levantamento servirá de base para a seleção de espécies para monitoramento fenológico ao longo dos quatro anos previstos no PBA.

Os dados obtidos são apresentados de forma descritiva e analítica e compõem o Banco de Dados (BD) Integrado da UHE Belo Monte.

- C. **Monitoramento da Ictiofauna:** consiste no levantamento de informações e parâmetros que estão permitindo estimar a estrutura, distribuição, abundância, biologia e ecologia da fauna íctica, visando acompanhar a evolução da mesma, em decorrência das mudanças que podem ocorrer pela interceptação dos igarapés pelos diques.

Antecedentes: O atendimento a este objetivo encontra-se em andamento. No primeiro semestre de 2012 foram feitas duas campanhas de coleta de ictiofauna: período de cheia (março) e vazante (junho/julho) nos igarapés Cobal, Cajueiro, Ticaruca e Paquiçamba.

- D. **Monitoramento dos Usos da Água:** consiste no levantamento dos usos da água nos imóveis localizados a jusante dos igarapés que estão sendo avaliados com objetivo de identificar se haverá impactos pela interrupção nos igarapés onde não se prevê liberação de água ou pela alteração no fluxo de escoamento dos igarapés com sistema de extravazamento.

Antecedentes – Uma primeira avaliação dos usos da água a jusante dos igarapés Cobal, Cajueiro, Ticaruca e Paquiçamba foi apresentada no 2º RC, entregue ao Ibama em julho/2012.

- E. **Avaliação Integrada** - Os dados obtidos destes monitoramentos estão permitindo, por meio de uma análise integrada, uma avaliação dos efeitos que a alteração de vazão irá produzir nas bacias dos igarapés e o significado desses impactos em termos regionais.

Antecedentes - Foram realizadas reuniões de integração entre as equipes multidisciplinares responsáveis pelos diversos monitoramentos, conforme previsto no PBA. Além das reuniões de planejamento, a equipe técnica foi envolvida em discussões junto à engenharia da obra com a determinação das vazões remanescentes a serem mantidas a jusante dos diques.

11.2.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES

11.2.2.1. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

O **Quadro 11.2 - 1** apresenta as datas de início dos diversos monitoramentos hidrológicos nas estações dos igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cobal e Cajueiro.

Quadro 11.2 - 1: Data de Início dos Monitoramentos Hidrológicos do Programa

| IGARAPÉS INTERCEPTADOS PELOS DIQUES | MEDIÇÃO DE NÍVEL D'ÁGUA | | MEDIÇÃO DE VAZÃO | MEDIÇÃO DE CHUVA | |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | 1 Régua/Leiturista | 2 Limnógrafo/PCD | 3 Molinete | 4 Pluviômetro | 5 Pluviógrafo/PCD |
| Igarapé Cobal | nov/2011 | jul/2012 | nov/2011 | fev/2012 | jul/2012 |
| Igarapé Cajueiro | nov/2011 | jul/2012 | nov/2011 | fev/2012 | jul/2012 |
| Igarapé Ticaruca | nov/2011 | jul/2012 | nov/2011 | fev/2012 | jul/2012 |
| Igarapé Paquiçamba | nov/2011 | jul/2012 | nov/2011 | fev/2012 | Jul/2012 |

- 1- Leitura duas vezes ao dia por leiturista (7:00 e 17:00 horas)
- 2- Registro de hora em hora na Plataforma Coletora de Dados
- 3- Medição Mensal da vazão por meio do uso de molinetes
- 4- Leitura diária por leiturista (7:00 horas) – Anotação da chuva acumulada em 24 horas
- 5- Registro digital da altura de chuva, de hora em hora.

11.2.2.1.1. MONITORAMENTO DOS NÍVEIS D'ÁGUA E VAZÕES

Em novembro de 2010 foram implantadas as estações limnimétricas e pluviométricas nos igarapés Cobal, Cajueiro, Ticaruca e Paquiçamba. A leitura de réguas é feita duas vezes ao dia (7:00 hs e 17:00 hs) pelo leiturista. A medição da vazão é feita mensalmente por meio do uso de molinetes. Em dezembro de 2011 as estações limnimétricas dos quatro igarapés foram relocadas para jusante, pois estavam localizadas em área a ser inundada pelo reservatório intermediário.

Em decorrência de problemas na importação dos equipamentos, os limnógrafos foram implantados em junho/julho de 2012 para registro horário do nível d'água, junto às estações limnimétricas dos igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cobal e Cajueiro (**Figura 11.2 - 1**). Estes limnógrafos estão associados a Plataformas Coletoras de Dados-PCDs, onde são armazenados os dados coletados. Ressalta-se que este atraso na instalação dos limnógrafos não comprometeu o monitoramento do nível d'água, pois o mesmo foi realizado pela leitura de réguas.



11.2 - 1 - Estação Fluviométrica do Igarapé Cajueiro- Observar a instalação das Réguas, do limnógrafo e da PCD.

A área para implantação da estação fluviométrica e limnimétrica do igarapé Turiá foi selecionada em dezembro/2012, sendo que a mesma deverá ser implantada em Janeiro/2013. As **Figuras 11.2 - 2 e 11.2 - 3** apresentam o local onde será implantada a estação Turiá, que possui as seguintes coordenadas: UTM 22 – 414.815 / 9.648.616.



Figura 11.2 - 2: Local selecionado para implantação da estação fluviométrica e limnimétrica do igarapé Turiá- Dez/2012



Figura 11.2 - 3: Vista aérea do local selecionado para implantação da estação do igarapé Turiá

11.2.2.1.2. MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO

Em fevereiro de 2012 foram implantados pluviômetros Tipo Ville de Paris nos igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cobal e Cajueiro. A leitura diária de chuva é feita pelos leituristas, uma vez ao dia (7:00 horas), sendo que é anotada a altura de chuva acumulada em 24 horas. Em junho de 2012, foram implantados pluviógrafos, para registro contínuo da chuva associados a Plataformas Coletoras de Dados (PCDs).

A **Figura 11.2 - 4** apresenta uma vista da estação pluviométrica do igarapé Cobal. As demais estações são similares, em termos de equipamentos implantados.



Figura 11.2 - 4 - Estação Pluviométrica/ Pluviográfica do Igarapé Cobal- Observar a instalação de Pluviômetro, Pluviógrafo e da PCD.

A leitura digital dos dados além de possibilitar o acompanhamento contínuo das variáveis monitoradas, permite a aferição das medições feitas pelos observadores.

As estações pluviométricas/ pluviográficas também estão localizadas em área a ser inundada pelo reservatório intermediário e deverão ser relocadas antes do enchimento do mesmo. Elas foram implantadas nestes locais devido à maior facilidade de acesso e presença de observadores nas proximidades.

Com relação ao igarapé Turiá não será necessária a implantação de pluviômetros/pluviógrafos devido a proximidade da estação climatológica de Belo Monte, onde já é feito o monitoramento pluviométrico.

11.2.2.2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Este produto, não previsto no PBA, foi agregado ao Programa para integração dos dados com o Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Superficial. Foi finalizada em novembro a quinta campanha trimestral nos quatro igarapés. Os dados consolidados das campanhas de dezembro/ 2011 a outubro/ 2012 são apresentados no presente relatório.

Quadro 11.2 - 2 - Pontos de Monitoramento Limnológico nos Igarapés Interceptados

| CÓDIGO | CURSO D'ÁGUA | DESCRIÇÃO | COORDENADAS | |
|--------|--------------------|---|-------------|---------|
| | | | X | Y |
| IGPAQ | Igarapé Paquiçamba | Ponto localizado no igarapé Paquiçamba, a jusante do dique | 412724 | 9632220 |
| IGTIC | Igarapé Ticaruca | Ponto localizado no igarapé Ticaruca, a jusante do dique | 417204 | 9635748 |
| IGCAJ | Igarapé Cajueiro | Ponto localizado no igarapé Cajueiro, a jusante do dique | 418862 | 9639036 |
| IGCO | Igarapé Cobal | Ponto localizado no igarapé Cobal, a montante do dique, próximo ao travessão CNEC | 416541 | 9642024 |

A **Figura 11.2 - 5** apresenta a localização destes pontos.

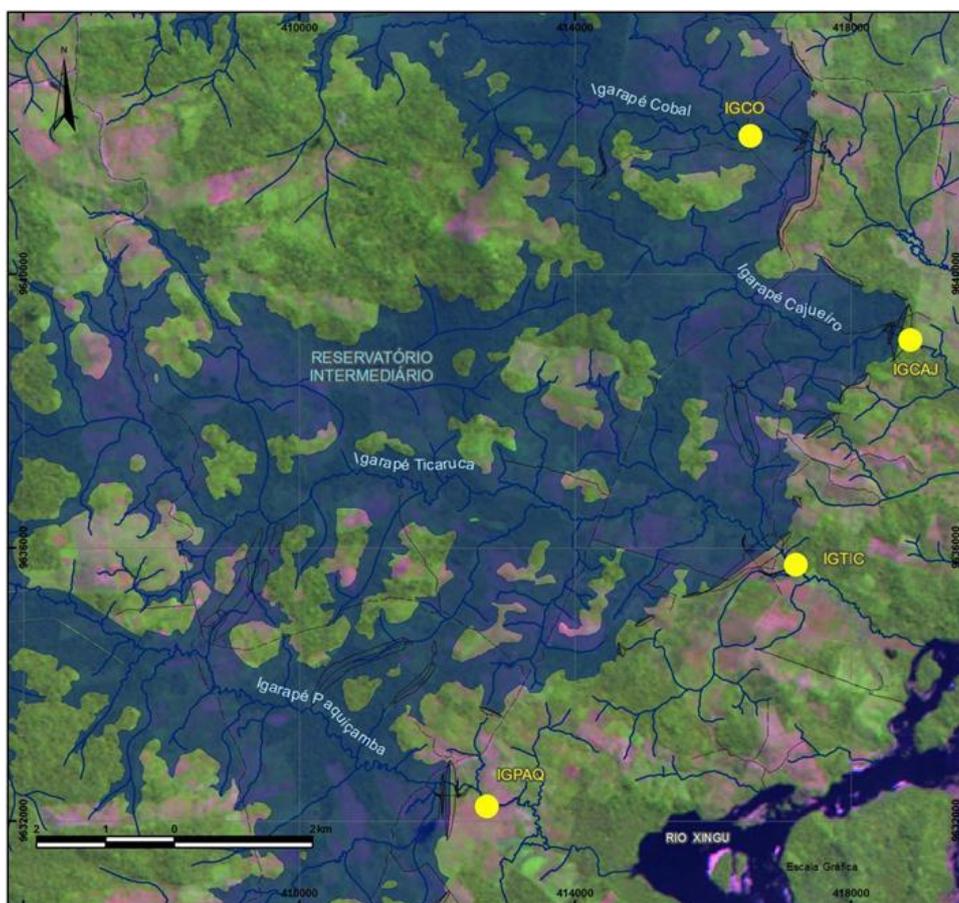


Figura 11.2 - 5 - Mapa de localização dos pontos de coleta de qualidade de água superficial nos igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cajueiro e Cobal, que serão interceptados pelos diques, UHE Belo Monte, Altamira (PA)

11.2.2.3. MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA

Os resultados da primeira campanha de monitoramento, gerados a partir de uma única expedição de coleta - durante o período de cheia, em março e abril de 2012

registraram 216 exemplares de peixes distribuídos em 35 espécies/morfoespécies, 26 gêneros, 11 famílias e quatro ordens taxonômicas. Na campanha de cheia e nas campanhas que se seguiram, e que são apresentadas neste relatório (vazante e seca de 2012), os dados foram coletados no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna. Os locais de coleta são detalhados no **Quadro 11.2 - 3** e na **Figura 11.2 - 6**.

Quadro 11.2 - 3 - Pontos de monitoramento de ictiofauna (PBA-UHE Belo Monte) nos igarapés que serão interceptados por diques na área de influência do empreendimento

| CÓDIGO | CURSO D'ÁGUA | COORDENADAS | |
|---------|--------------------|-------------|---------|
| | | X | Y |
| 03IG06A | Igarapé Paquiçamba | 412358 | 9632478 |
| 03IG06B | Igarapé Cajueiro | 418808 | 9638994 |
| 03IG06C | Igarapé Tiaruca | 416933 | 9635910 |
| 05IG09A | Igarapé Cobal | 416462 | 9641972 |

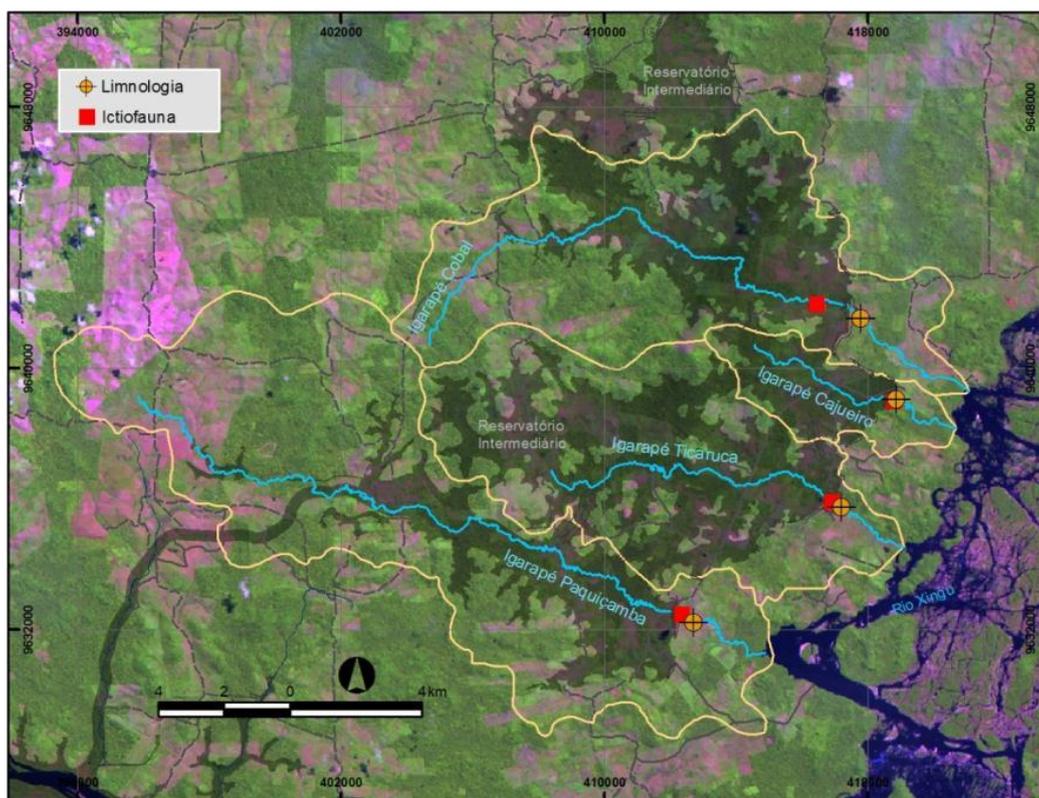


Figura 11.2 - 6 - Mapa de localização dos pontos de coleta de ictiofauna e da qualidade da água nos igarapés Paquiçamba, Tiaruca, Cajueiro e Cobal, que serão interceptados por diques, UHE Belo Monte, Altamira (PA)

Especificamente para a amostragem de ictiofauna de igarapés, foi aplicada a metodologia desenvolvida especialmente para pequenos riachos, conhecida como RAPELD (Amostragens Rápidas para Pesquisas Ecológicas de Longa Duração) e já

adotada pelo Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) do Ministério da Ciência e Tecnologia proposta por Mendonça *et al.* (2005).

Assim sendo, um trecho de 50 m de cada drenagem foi bloqueada com seis redes de malha fina para sua exploração durante aproximadamente duas horas por três pesquisadores que utilizaram tarrafas, puçás e peneiras para coletar o maior número de indivíduos da ictiofauna possíveis, até seu esgotamento (**Figuras 11.2 - 7 e 11.2 - 8**).

Quando a largura do igarapé não permitiu o bloqueio (como nos igarapés de segunda ou terceira ordem, que transbordaram no período chuvoso) as amostras foram padronizadas pelo esforço, sendo utilizadas dez amostragens de peneiras, dez de tarrafas e três arrastos com rede em cada igarapé amostrado. Estes últimos foram realizados de forma equidistantes e buscando a menor interferência entre eles, evitando afugentar os peixes.



Figura 11.2 - 7 - Amostragem com puçás de arrasto nos igarapés- cheia/ 2012 (GIARRIZZO, T., 2012)



Figura 11.2 - 1 - Amostragem com tarrafa nos igarapés- cheia/2012 (GIARRIZZO, T., 2012)

Em detalhe, as amostragens da ictiofauna em igarapés utilizaram os seguintes procedimentos de pesca:

- Peneiras circulares de malha de 2 mm com diâmetro de 51 cm. Sua eficiência se adequa para a captura da fauna associada às margens dos igarapés ou em proximidade de estruturas físicas considerada de refúgios para algumas espécies de peixes (por ex. galhadas, vegetação flutuante);
- Tarrafa de malha 2,0 cm com altura de 2,7 m. Este apetrecho foi usado nos trechos livres de obstáculos físicos. Em cada ponto de amostragem foram realizados numerosos lances com as tarrafas e foi considerada como uma amostra os espécimes coletados em um conjunto de cinco lances da mesma tarrafa;
- Rede de arrasto manual com 6 m de comprimento, 1,5 m de altura, e tamanho de malha de 2 mm. Esta rede foi manipulada por duas pessoas arrastando em ambientes livres de obstáculos físicos tais como troncos, galhos ou rochas.

Todos os exemplares coletados por amostra foram acondicionados, ainda no campo, em sacos plásticos adequadamente etiquetados, sendo preservados em caixas térmicas com gelo para facilitar o seu transporte até o laboratório de campo. Os exemplares foram fixados em formol 10% e transportados até o Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos da UFPA, onde foram preservados em álcool 70% e identificados até a menor categoria taxonômica possível com base em literatura científica especializada, seguindo a rotina prevista no Projeto de Investigação Taxonômica.

11.2.2.4. MONITORAMENTO DOS USOS DA ÁGUA

Nos imóveis da região a ser monitorada, observa-se a predominância da utilização de poços e cisternas para o abastecimento humano. A população é dispersa nos imóveis rurais, já que não existem povoados próximos.

Entre os meses de junho, setembro e dezembro de 2012, nas quatorze propriedades atravessadas pelos igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cobal, Cajueiro e Turiá, foi executada a medição do nível da água (NA) dos 13 poços e 5 cisternas identificados na época do diagnóstico do uso da água. Ressalta-se que foi executada também uma campanha adicional no mês de julho de 2012 que é apresentada neste relatório.

O nível d'água dos poços foi medido por meio da utilização de pio elétrico, tendo sido feito, a priori, o levantamento topográfico destes locais, para obtenção da cota de referência dos níveis medidos.

Durante o primeiro diagnóstico dos usos da água nas propriedades atravessadas pelos igarapés foram identificados, além de poços e cacimbas, uma série de outros usos que se fazem desses mananciais.

O uso para dessedentação de animais é preponderante. Na propriedade do Sr. Claudomiro Gomes da Silva, por exemplo, cerca de 1.100 cabeças de gado tem as águas dos igarapés Cobal e Cajueiro para dessedentação.

No entanto, conforme os dados apresentados a seguir, o número de propriedades de referência para o monitoramento dos usos da água vem caindo drasticamente devido ao processo de negociação fundiária que vem sendo realizada para aquisição das propriedades que fazem frente direta com as obras do Sítio Construtivo Canais e Diques.



Figura 11.2 - 9: Medição do Nível D'Água de Poço



Figura 11.2 - 10: Bebedouro para animais no Igarapé Cobal - Propriedade da Sr. Claudomiro Silva

11.2.2.5. MONITORAMENTO FENOLÓGICO

No período do presente relatório foi evidenciado que as parcelas de montante foram instaladas em subbacia hidrográfica distinta da selecionada (Paquiçamba), o que ensejou a desconsideração destas parcelas e nova instalação em local apropriado da subbacia selecionada.

No período de agosto a setembro de 2012 foram reinstaladas as parcelas de montante e realizados os levantamentos florísticos e fitossociológicos, conforme apresentado no **Quadro 11.2 - 4** onde são indicadas as datas de execução das campanhas ocorridas.

Quadro 11.2 - 4: Data da primeira campanha para o componente da Flora do PMIID

| CAMPANHA | LOCALIZAÇÃO | PARCELA | COORDENADAS (UTM) | | DATA |
|----------|-------------|---------|-------------------|-----------|------------------|
| | | | X | Y | |
| 1ª | Montante | 1 | 401.442 | 9.639.485 | Setembro de 2012 |
| | | 2 | 401.647 | 9.638.948 | |
| | Jusante | 3 | 414.316 | 9.631.576 | Maio de 2012 |
| | | 4 | 414.858 | 9.632.111 | |

Cabe ressaltar que as atividades de monitoramento dos padrões fenológicos foram antecipados em relação ao cronograma do PBA. Esta ação se deu em função do aproveitamento das equipes já deslocadas para as atividades de campo de monitoramento da vegetação, no âmbito dos módulos RAPELD.

As parcelas amostrais foram definidas em função da representatividade das fitofisionomias de interesse, bem como, o *status* de conservação atual e sua condição de intervenção do reservatório e do dique.

Com relação às atividades de monitoramento dos padrões fenológicos, neste período, foram selecionadas/indicadas as espécies alvo em função dos levantamentos florísticos e fitossociológicos.

11.2.2.6. AVALIAÇÃO INTEGRADA

Foram realizadas reuniões de integração, conforme previsto no PBA. Além das reuniões de planejamento, a equipe técnica foi envolvida em discussões sobre as vazões que deverão ser mantidas a jusante dos diques. As discussões também se estenderam à equipe da Norte Energia, inclusive com a Diretoria de Construção. O produto desta integração é apresentado adiante neste relatório.

11.2.2.7. CRONOGRAMA GRÁFICO

O cronograma gráfico é apresentado na sequência, sendo que as linhas com as lacunas atestadas em azul representam o que foi estabelecido no PBA; as linhas em laranja representam as alterações propostas pela Norte Energia (Resp. Ofícios 127 e 214); as linhas com as lacunas preenchidas em amarelo representam o que já foi executado. Ademais, as lacunas amarelas hachuradas são as atividades previstas e ainda não executadas até o final do projeto.

PACOTE DE TRABALHO: 11.2. Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques

Atividades / Produtos

Desvio do rio pelo vertedouro (sítio Pimental)
 Início enchimento Reserv. Xingu - Emissão prevista da LO da casa de força complementar UG CF Complementar
 Enchimento Reserv. Interm. - LO Casa de Principal (Belo Monte) Entrada operação última UG da CF Complementar
 Início geração comercial CF Principal

| Item | Descrição | 2011 | | | | 2012 | | | | 2013 | | | | 2014 | | | | 2015 | | | | 2016 | | | |
|------|--|------|----|----|----|------|----|----|----|------|----|----|----|------|----|----|----|------|----|----|----|------|----|----|----|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 4.1 | Identificação da instituição executora, formalização de parcerias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Identificação da instituição executora, formalização de parcerias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Identificação da instituição executora, formalização de parcerias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 | Campanha de campo piloto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 | Campanha de campo piloto (retirada) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 | Campanha de campo piloto (retirada) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.3 | Campanhas de campo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.3 | Campanhas de campo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.3 | Campanhas de campo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.4 | Triagem e processamento de amostra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.4 | Triagem e processamento de amostra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 | Análise de dados e elaboração de relatório | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 | Análise de dados e elaboração de relatório (retirado) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 | Análise de dados e elaboração de relatório (retirado) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5a | Análise dos estudos complementares (inserida) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5a | Análise dos estudos complementares (inserida) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.6 | Interação com outros projetos e discussão dos resultado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.6 | Interação com outros projetos e discussão dos resultado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.7 | Continuidade do projeto conforme distribuição das atividades acima durante 2 anos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.7 | Continuidade do projeto conforme distribuição das atividades acima durante 2 anos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4a | Monitoramento da qualidade da água (inserida) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4a.1 | Campanhas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4a.2 | Análises | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Análise integrada dos resultados dos monitoramentos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Reuniões de integração e elaboração de relatórios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Reuniões de integração e elaboração de relatórios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Reuniões de integração e elaboração de relatórios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

LEGENDA

- Informação do PBA
- Alteração proposta pela NORTE ENERGIA (Resp OF 127 e 214)
- Realizado
- Previsto até fim do produto

11.2.1. RESULTADOS E AVALIAÇÃO

11.2.1.1. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

Estão sendo apresentados todos os dados desde o início do monitoramento, no período de novembro/2010 até novembro/2012.

As planilhas com os dados brutos resultantes do monitoramento mensal de vazão são apresentadas no **Banco de Dados 11.2 - 1**.

As planilhas com os dados brutos resultantes do monitoramento dos pluviômetros são apresentadas no **Banco de Dados 11.2 - 2**.

As planilhas com os dados brutos resultantes do monitoramento dos pluviógrafos são apresentadas no **Banco de Dados 11.2 - 3**.

As planilhas com os dados brutos de monitoramento de nível d'água (régua e limnigrafos) são apresentadas no **Banco de Dados 11.2 - 4**.

A **Figura 11.2 - 11** apresenta um mapa com a localização e a área de drenagem das bacias hidrográficas, a montante das estações fluviométricas dos igarapés interceptados pelos diques.

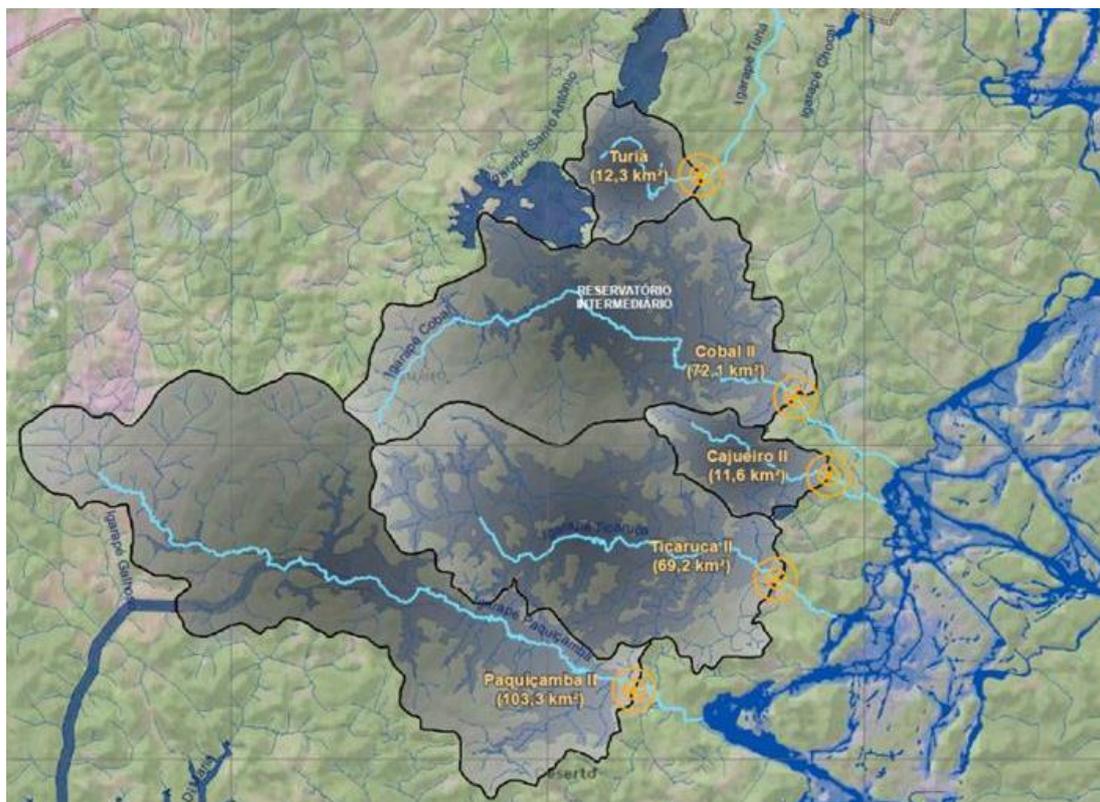


Figura 11.2 - 11 - Localização e a área de drenagem das bacias hidrográficas a montante das estações fluviométricas dos igarapés interceptados pelos diques

O **Quadro 11.2 - 5** apresenta as áreas e as extensões de cada igarapé que serão inundados pelo reservatório intermediário.

Quadro 11.2 - 5 - Área e extensão inundada de cada igarapé

| ESTAÇÃO | ÁREA INUNDADA (km ²) | ÁREA NÃO INUNDADA (km ²) | ÁREA TOTAL (km ²) | EXTENSÃO INUNDADA (km) | EXTENSÃO NÃO INUND. (km ²) | EXTENSÃO TOTAL (km) |
|------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------|--|---------------------|
| Paquiçamba | 115,30 | 15,15 | 130,45 | 35,28 | 15,15 | 50,43 |
| Tigaruca | 73,10 | 4,67 | 77,77 | 21,91 | 2,96 | 24,87 |
| Cobal | 80,70 | 10,09 | 90,79 | 9,62 | 3,03 | 12,65 |
| Cajueiro | 15,40 | 4,02 | 19,42 | 15,48 | 4,02 | 19,50 |
| Turiá | 10,30 | 25,00 | 35,80 | 1,65 | 3,85 | 5,50 |

11.2.1.1.1. IGARAPÉ COBAL

O igarapé Cobal possui área de drenagem de 90,8km², sendo que a área de drenagem a montante da estação fluviométrica é de 72,1 km². Este igarapé apresenta águas turvas, velocidades baixas, em torno de 0,24 m/s, largura média de 9,66 metros e profundidade média de 0,83m, com fundo e margens em terreno argilo-arenoso. O

Quadro 11.2-6 apresenta as características físicas do igarapé Cobal, obtidas por meio da medição mensal da vazão no período de novembro/2010 a outubro/2012.

Quadro 11.2 - 6 - Características Físicas do Igarapé Cobal- Nov/10 a Out/12

| ESTATÍSTICAS | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS OBSERVADAS | | | | | |
|---------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------|---------------|----------------|
| | COTA (cm) | VAZÃO (m ³ /s) | ÁREA MOLHADA (km ²) | LARGUR A (m) | PROFUND . (m) | VELOCID. (m/s) |
| Mínimo | 137 | 0,04 | 0,50 | 2,70 | 0,19 | 0,01 |
| Média | 187 | 3,46 | 9,68 | 9,66 | 0,83 | 0,24 |
| Máximo | 340 | 30,78 | 27,53 | 17,35 | 2,09 | 1,12 |
| Desvio Padrão | 54,6 | 7,90 | 8,62 | 5,01 | 0,58 | 0,28 |
| CV | 29,2 | 228,74 | 89,00 | 51,86 | 65,90 | 113,37 |

As Figuras 11.2 - 12 e 11.2 - 13 apresentam uma vista uma vista das estações fluviométrica e pluviométrica/ pluviográfica do igarapé Cobal.



Figura 11.2 - 12 - Estação Fluviométrica- Igarapé Cobal



Figura 11.2 - 13 - Estação Pluviométrica/ pluviográfica- Igarapé Cobal

A Figura 11.2 - 14 apresenta o hidrograma das vazões mensais, do igarapé Cobal.

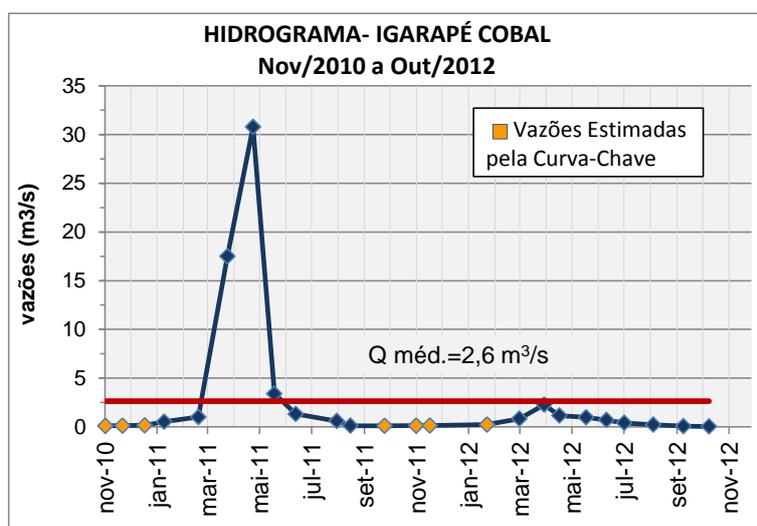


Figura 11.2 - 14 - Hidrograma de Vazões Mensais- Igarapé Cobal

Nos anos de 2010 e 2011 não foi possível medir as vazões do igarapé Cobal na época da estiagem (estas vazões foram estimadas pela curva-chave). No ano de 2012 até outubro foi possível medir as vazões, embora os valores medidos em setembro e outubro estivessem bem baixos (0,08 e 0,04 m³/s, respectivamente). Observa-se que o pico de vazão ocorrido na cheia de 2011 (mês de abril: 30,8 m³/s) não se repetiu na cheia de 2012. Este fato também foi observado nos rios Xingu e Bacajá, bem como nos demais igarapés.

A **Figura 11.2 - 15** apresenta a Curva de Permanência para o igarapé Cobal, no período de outubro/2010 a outubro/2012.



Figura 11.2 - 15 - Curva de Permanência- Igarapé Cobal

Observa-se uma grande variedade das vazões, refletida numa curva com maior inclinação e rápido regime de escoamento, com elevada permanência de vazões baixas, ao longo do período monitorado. A **Figura 11.2-16** apresenta a Curva Chave para o igarapé Cobal:

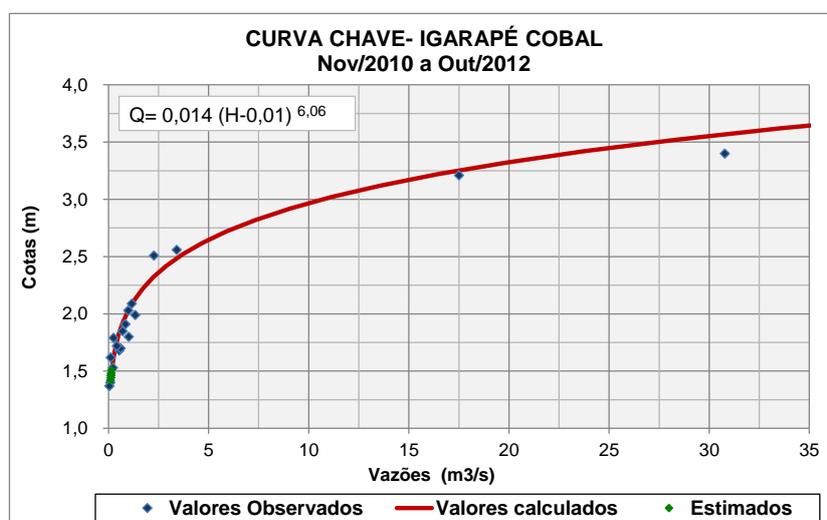


Figura 11.2 - 16 - Curva Chave - Igarapé Cobal

Com a continuidade dos monitoramentos a curva chave será revisada, buscando melhor ajuste e aderência aos dados.

11.2.1.1.2. IGARAPÉ CAJUEIRO

O igarapé Cajueiro possui área de drenagem de 19,4km², sendo que a área de drenagem a montante da estação fluviométrica é de 11,6 km². Este igarapé apresenta águas turvas, velocidades muito baixas, em torno de 0,08 m/s, largura média de 5,00 metros e profundidade média de 0,54m.

Em 24 medições mensais só foi possível medir a vazão neste igarapé 50% do tempo, pois a baixa velocidade de suas águas prejudicou a medição da vazão por meio de molinetes. Estas vazões foram estimadas no 2º RC por regressão, tendo como base os dados de vazão observados nos demais igarapés, bem como a área de drenagem das respectivas. Como o ajuste dos dados não ficou satisfatório, no presente relatório foi feita uma nova estimativa das vazões de estiagem do igarapé Cajueiro, tendo como base a curva chave do mesmo, o que possibilitou um melhor ajuste.

O **Quadro 11.2 - 7** apresenta as características físicas do igarapé Cajueiro, obtidas por meio da medição mensal da vazão no período de novembro/2010 a outubro/2012.

Quadro 11.2 - 7 - Características Físicas do Igarapé Cajueiro- Nov/10 a Out/12

| ESTATÍSTICAS | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS OBSERVADAS | | | | | |
|----------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|--------------|----------------|
| | COTA (cm) | VAZÃO (m ³ /s) | ÁREA (km ²) | LARGURA (m) | PROFUND. (m) | VELOCID. (m/s) |
| Mínimo= | 114,0 | 0,004 | 0,339 | 3,000 | 0,113 | 0,009 |
| Média= | 148,2 | 0,286 | 3,502 | 5,008 | 0,545 | 0,085 |
| Máximo= | 213,0 | 1,355 | 13,470 | 8,000 | 1,736 | 0,162 |
| Desvio Padrão= | 26,26 | 0,33 | 4,69 | 1,65 | 0,56 | 0,05 |
| CV= | 17,72 | 115,88 | 133,98 | 32,92 | 102,96 | 59,18 |

As Figuras 11.2 - 17 e 11.2 - 18 apresenta uma vista das estações fluviométrica e pluviométrica/ pluviográfica do igarapé Cajueiro.



Figura 11.2 - 17 - Estação Fluviométrica-Igarapé Cajueiro



Figura 11.2 - 18 - Estação Pluviométrica/pluviográfica- Igarapé Cajueiro

Desde que a estação fluviométrica deste igarapé foi relocada para jusante, passou-se a fazer apenas uma leitura diária de réguas, pois é extenso o percurso entre a moradia do observador e a referida estação. A Figura 11.2 - 19 apresenta o hidrograma das vazões mensais, do igarapé Cajueiro.

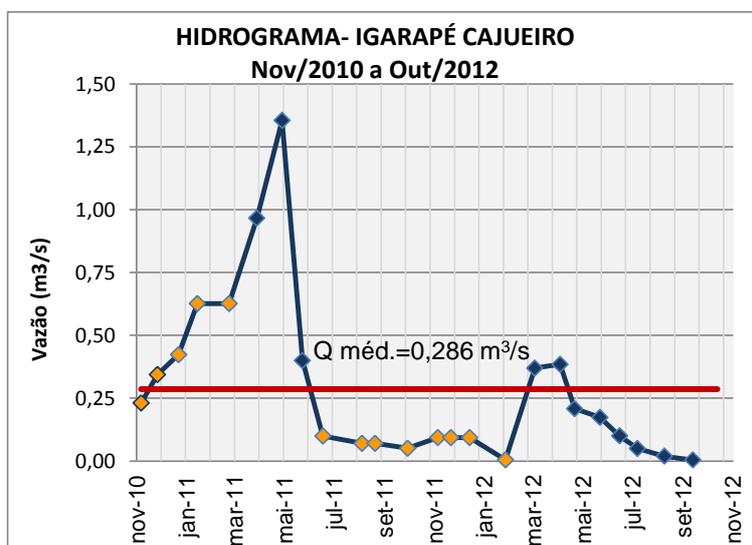


Figura 11.2 - 19 - Hidrograma de Vazões Mensais- Igarapé Cajueiro

Observa-se que o pico da cheia em 2011 foi bem menos acentuado que o de 2012, tal como foi verificado para o igarapé Cobal.

No mês de outubro de 2012 não foi possível medir a vazão neste igarapé, pois o mesmo se encontrava seco, em virtude estiagem. A Figura 11.2 - 20 apresenta a Curva de Permanência para o igarapé Cajueiro, no período de novembro/2010 a outubro/2012.

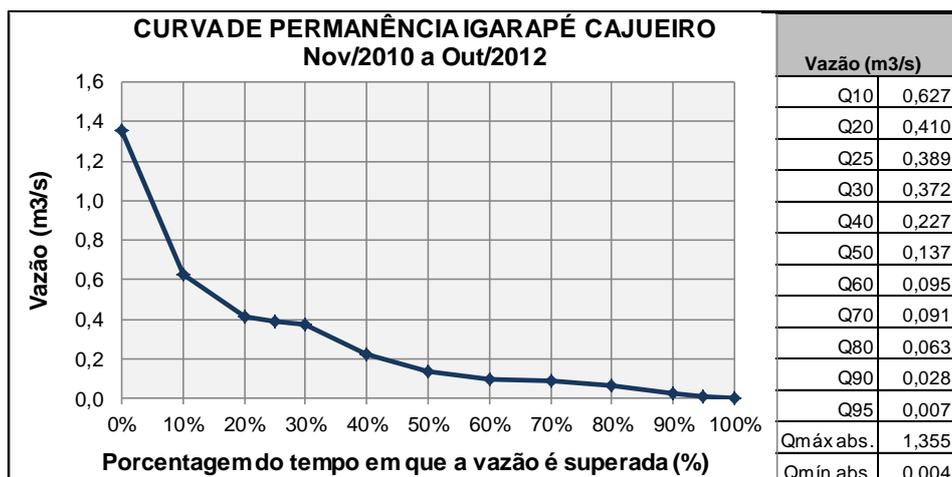


Figura 11.2 - 20 - Curva de Permanência- Igarapé Cajueiro

A presença de declividades fortes na curva de permanência do igarapé Cajueiro denota o fluxo altamente variável das vazões e, conseqüentemente, a baixa capacidade de armazenamento da bacia. Por outro lado a declividade baixa na parte inferior da curva denota a elevada permanência de vazões muito baixas ao longo do período monitorado. A **Figura 11.2 - 21** apresenta a Curva Chave para o igarapé Cajueiro:

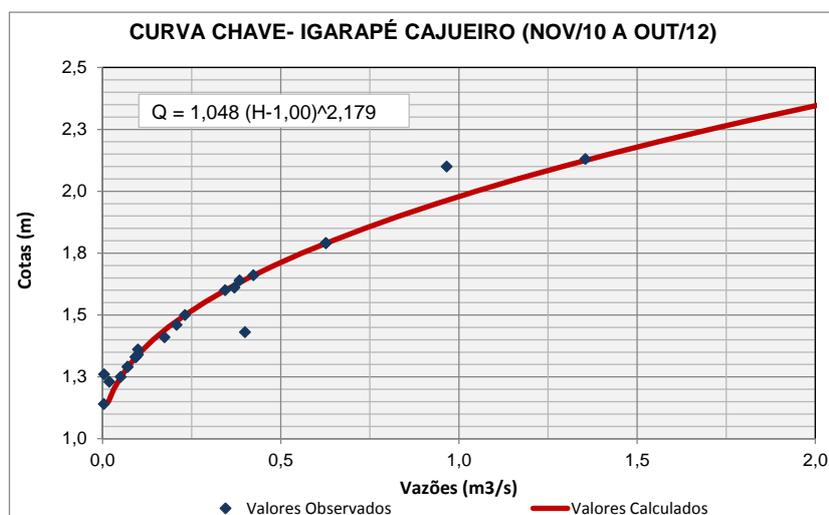


Figura 11.2 - 21 - Curva Chave- Igarapé Cajueiro

Observa-se um bom ajuste dos dados, sendo que a continuidade do monitoramento é de fundamental importância para a aferição da curva, sendo particularmente importante a obtenção de dados de vazões no período de estiagem, já que estes valores foram estimados.

11.2.1.1.3. IGARAPÉ TICARUCA

O igarapé Ticarura possui área de drenagem de 77,8 km², sendo que a área de drenagem a montante da estação fluviométrica é de 69,2 km². O igarapé apresenta

velocidades muito baixas, em torno de 0,27 m/s, largura média de 6,44 m e profundidade média de 0,59m, com fundo e margens em terreno argilo-arenoso.

O **Quadro 11.2 - 8** apresenta as características físicas do igarapé Ticaruca, obtidas por meio da medição mensal da vazão no período de novembro/2010 a outubro/2012.

Quadro 11.2 - 8 - Características Básicas do Igarapé Ticaruca- Nov/10 a Out/12

| ESTATÍSTICAS | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS OBSERVADAS | | | | | |
|---------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|-------------|----------------|
| | COTA (cm) | VAZÃO (m ³ /s) | ÁREA (km ²) | LARGUR A (m) | PROFUND (m) | VELOCID. (m/s) |
| Mínimo= | 119,0 | 0,007 | 0,131 | 1,700 | 0,077 | 0,010 |
| Média= | 109,8 | 1,441 | 4,694 | 6,445 | 0,594 | 0,275 |
| Máximo= | 312,0 | 14,497 | 16,495 | 11,700 | 1,941 | 0,879 |
| Desvio Padrão | 53,8 | 2,968 | 4,859 | 2,949 | 0,520 | 0,196 |
| CV= | 28,2 | 205,950 | 103,516 | 45,759 | 87,622 | 71,348 |

As **Figuras 11.2 - 22** e **11.2 - 23** apresentam uma vista das estações fluviométrica e pluviométrica/ pluviográfica do igarapé Ticaruca.



Figura 11.2 - 22 - Estação Fluviométrica- Igarapé Ticaruca



Figura 11.2 - 23 - Estação Pluviométrica/ pluviográfica- Igarapé Ticaruca

A **Figura 11.2 - 24** apresenta o hidrograma das vazões mensais, do igarapé Ticaruca.

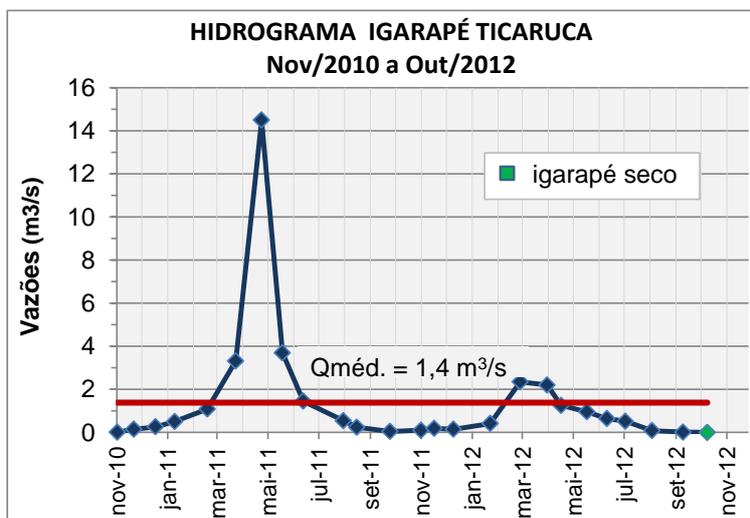


Figura 11.2 - 24 - Hidrograma de Vazões Mensais- Igarapé Ticaruca

Observa-se uma grande amplitude na variação da vazão, sendo que fora do período de cheia, as vazões permanecem muito baixas. O pico da cheia do ano de 2011, que atingiu em abril, 14,5 m³/s, foi bem menos acentuado em 2012, tal como foi observado para os igarapés Cobal e Cajueiro. No mês de outubro/12, pela primeira vez desde o início do monitoramento não foi possível medir a vazão deste igarapé, pois o mesmo encontrava-se seco.

A **Figura 11.2 - 25** apresenta a Curva de Permanência para o igarapé Ticaruca, no período de novembro/2010 a setembro/2012.



Figura 11.2 - 25 - Curva de Permanência- Igarapé Ticaruca

A presença de declividades fortes na curva de permanência do igarapé Ticaruca denota o fluxo altamente variável das vazões e, conseqüentemente, a baixa capacidade de armazenamento da bacia. Por outro lado a declividade baixa na parte

inferior da curva denota a elevada permanência de vazões baixas ao longo do período monitorado. A **Figura 11.2 - 26** apresenta a Curva Chave para o igarapé Ticaruca:

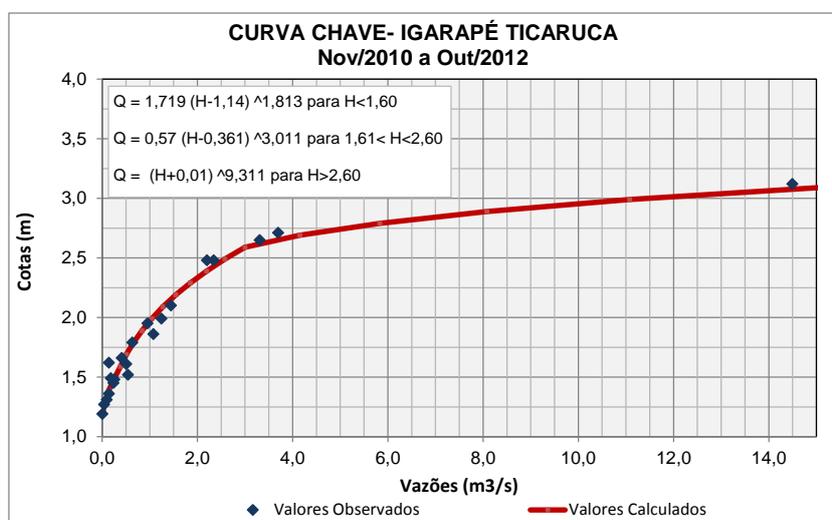


Figura 11.2 - 26 - Curva Chave- Igarapé Ticaruca

Houve uma dificuldade em encontrar uma equação que se ajustasse bem aos pontos observados. A carência de medições em cotas altas foi um elemento complicador. Foi necessário ajustar mais de uma equação à curva-chave por faixa de cota. Com a continuidade dos monitoramentos e, principalmente, com a obtenção de novos valores de vazão elevada, a curva chave será revisada, buscando melhor ajuste e aderência aos dados.

11.2.1.1.4. IGARAPÉ PAQUIÇAMBA

O igarapé Paquiçamba possui área de drenagem de 130,4km², sendo que a área de drenagem a montante da estação fluviométrica é de 103,3 km². Foi possível medir as vazões neste igarapé por todo o período monitorado até então. Durante a cheia o igarapé extravasa e corre também em uma seção lateral (seção 2). Foi feita medição de vazão por molinete na seção principal (seção 1) e também na seção 2, formada durante a cheia. O **Quadro 11.2 - 9** apresenta as características físicas do igarapé Paquiçamba, no canal principal e também no canal formado durante a cheia.

Quadro 11.2 - 9 - Características Físicas do Igarapé Paquiçamba-Nov/10 a Out/12

| ESTATÍSTICAS | | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS OBSERVADAS | | | | | |
|--------------|---------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------|--------------|----------------|
| | | COTA (cm) | VAZÃO (m ³ /s) | ÁREA (km ²) | LARGURA (m) | PROFUND. (m) | VELOCID. (m/s) |
| Seção 1 | Mínimo= | 114,0 | 0,04 | 0,25 | 1,80 | 0,14 | 0,04 |
| | Média= | 202,3 | 2,14 | 9,43 | 9,60 | 0,77 | 0,18 |
| | Máximo= | 347,0 | 17,97 | 40,46 | 16,80 | 2,41 | 0,44 |
| | Desvio Padrão | 54,9 | 3,79 | 10,90 | 3,60 | 0,67 | 0,09 |
| | CV | 27,1 | 177,02 | 115,65 | 37,46 | 87,87 | 49,54 |
| Canal 2* | Mínimo= | 178,0 | 0,05 | 0,22 | 1,67 | 0,13 | 0,08 |
| | Média= | 238,4 | 0,59 | 2,19 | 3,81 | 0,47 | 0,23 |
| | Máximo= | 319,0 | 2,93 | 8,62 | 9,00 | 0,96 | 0,34 |
| | Desvio Padrão | 43,3 | 0,90 | 2,15 | 2,18 | 0,25 | 0,08 |
| | CV | 18,2 | 153,06 | 115,13 | 57,29 | 52,04 | 37,07 |

* Escoamento somente no período de cheia

As Figuras 11.2 - 27 e 11.2 - 28 apresentam uma vista das estações fluviométrica e pluviométrica/ pluviográfica do igarapé Paquiçamba.



Figura 11.2 - 27 - Estação Fluviométrica- Igarapé Paquiçamba



Figura 11.2 - 28 - Estação Pluviométrica/ pluviográfica- Igarapé Paquiçamba

A **Figura 11.2 - 29** apresenta o hidrograma das vazões mensais, do Igarapé Paquiçamba.

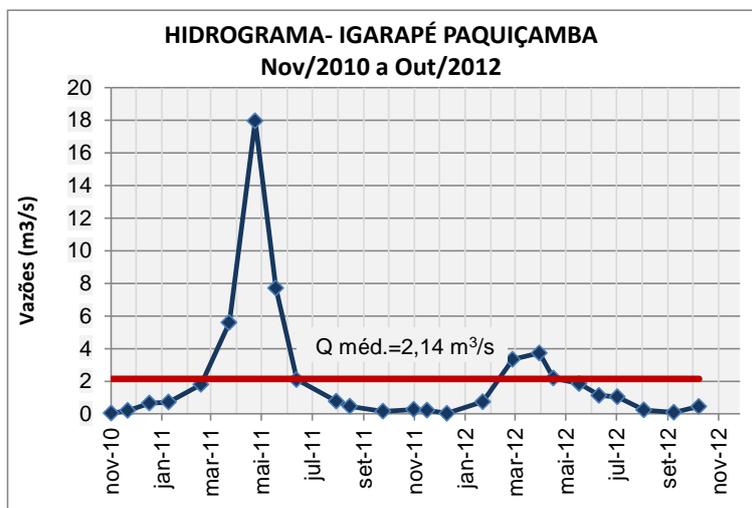


Figura 11.2 - 29 - Hidrograma de Vazões Mensais- Igarapé Paquiçamba

Observa-se também uma grande amplitude na variação da vazão, ressaltando-se que em abril de 2011, no pico da cheia, a vazão atingiu 18,0 m³/s, entretanto em abril de 2012 a vazão máxima foi de apenas 3,7 m³/s, também em abril. A observação de menores vazões no ano de 2012 foi observada para os quatro igarapés interceptados, bem como para os rios Xingu e Bacajá. Ressalta-se que o ano de 2012 foi mais seco que o ano anterior, o que, com certeza contribuiu para as menores vazões observadas nestes cursos d'água ao longo de 2012.

A **Figura 11.2 - 30** apresenta a Curva de Permanência para o Igarapé Paquiçamba.

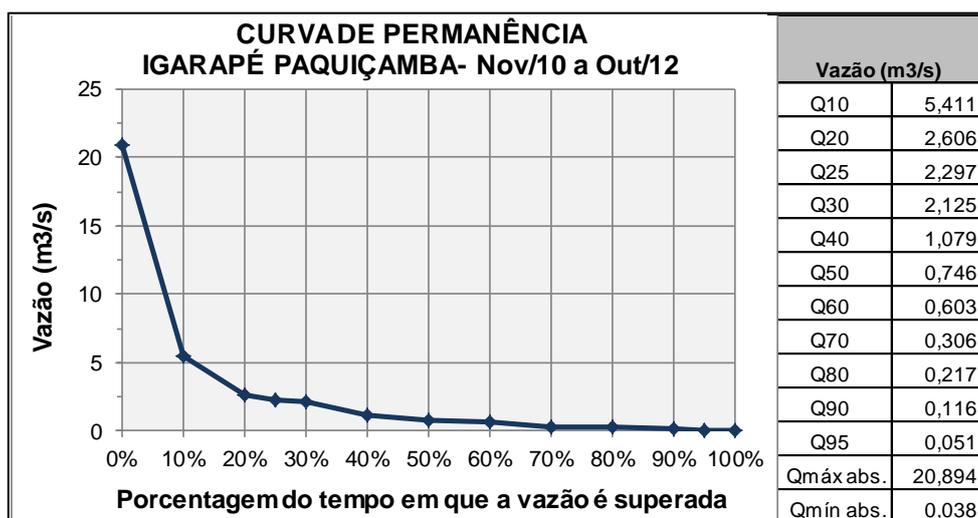


Figura 11.2 - 30 - Curva de Permanência- Igarapé Paquiçamba

Novamente, a presença de declividades fortes na curva de permanência do Igarapé Paquiçamba reflete a grande amplitude de variação das vazões. A declividade baixa

na parte inferior da curva denota a elevada permanência de vazões baixas ao longo do período monitorado.

A **Figura 11.2 - 31** apresenta a Curva Chave para o igarapé Paquiçamba- seção principal:

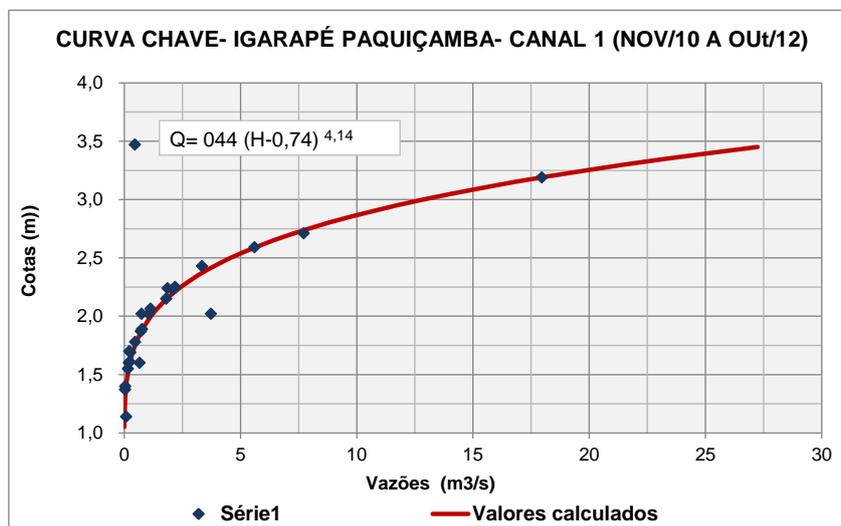


Figura 11.2 - 31 - Curva Chave- Igarapé Paquiçamba

Observa-se um bom ajuste aos pares de pontos cota-vazão observados no período.

PLUVIOMETRIA

Monitoramento dos Pluviômetros

O **Quadro 11.2 - 10** e a **Figura 11.2 - 32** apresentam os totais mensais de chuva observados nas estações Paquiçamba, Ticaruca, Cobal e Cajueiro, no período de fevereiro a julho/2012, obtidos a partir das anotações diárias de leituristas (observações diárias as 7:00h). Existem algumas falhas decorrentes de problemas com os leituristas, sendo que neste sentido a implantação dos pluviômetros, a partir de julho/2012, está contribuindo para preencher estes dados.

Quadro 11.2 - 10- Totais Mensais de Precipitação - Anotações de Leiturista

| PRECIPITAÇÃO MENSAL (mm) - LEITURISTA | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Igarapé | Fevereiro | Março | Abril | Maior | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro |
| Paquiçamba | 178,10 | 426,21 | 167,70 | 174,70 | 33,00 | - | 8,50 | 2,50 | - |
| Ticaruca | 142,20 | 359,00 | 194,20 | 199,30 | - | 43,20 | 35,00 | 19,00 | 18,00 |
| Cobal | 181,40 | 462,20 | 146,00 | 168,10 | 99,00 | 18,00 | 13,30 | 10,20 | - |
| Cajueiro | 191,97 | 440,10 | 142,00 | 165,40 | 83,70 | 8,50 | 57,70 | 6,60 | - |
| Média | 173,42 | 421,88 | 162,48 | 176,88 | 71,90 | 23,23 | 28,63 | 9,58 | 18,00 |

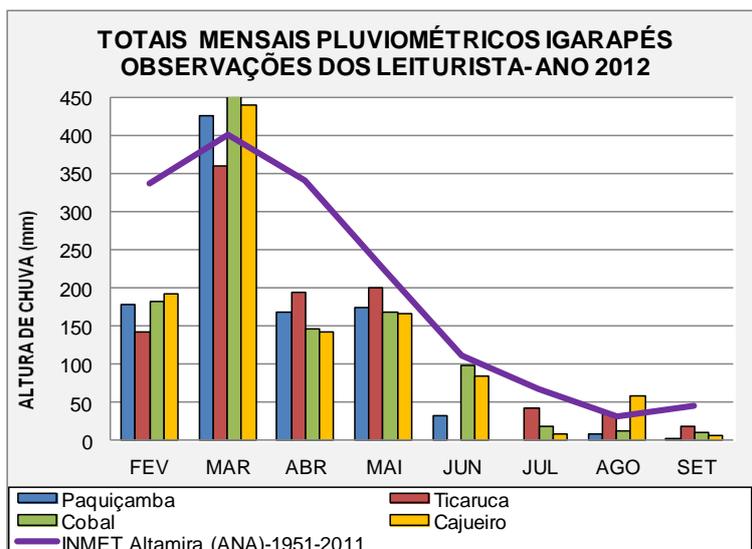


Figura 11.2 - 32 - Totais mensais de precipitação nos Igarapés Interceptados pelos Diques- Leitura de Observadores - Fev a Set/2012

O mês de março foi o mais chuvoso e o mês de setembro o mais seco do período. Comparando os valores mensais observados com os valores mensais históricos, observados no período de 1951 a 2011, na estação de Altamira (INMET), os níveis de precipitação estiveram abaixo do normal, principalmente nos meses de fevereiro e abril.

Monitoramento dos Pluviógrafos/ PCDs

As Figuras 11.2 - 33 e 11.2 - 34 apresentam, respectivamente, o pluviograma diário e o acumulado, obtido por meio do registro automático da chuva no pluviógrafo da Estação Paquiçamba, no período monitorado.

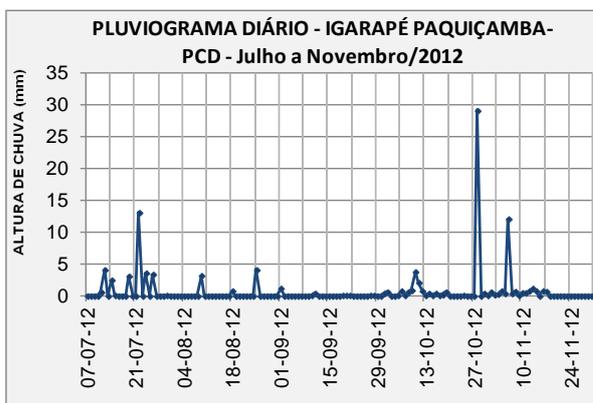


Figura 11.2 - 33 - Pluviograma Diário - Estação Paquiçamba

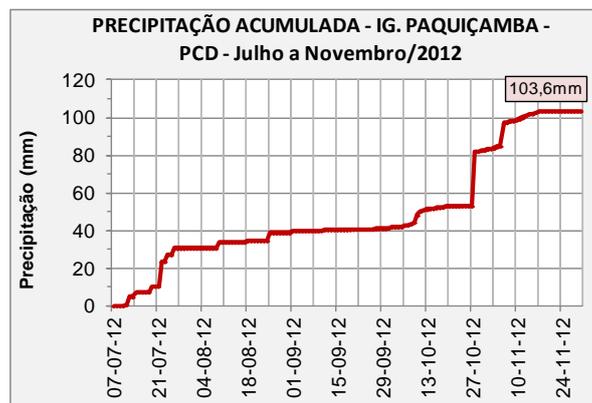


Figura 11.2 - 34 - Precipitação Acumulada - Estação Paquiçamba

As Figuras 11.2 - 35 e 11.2 - 36 apresentam, respectivamente, o pluviograma diário e o acumulado, obtido por meio do registro automático da chuva no pluviógrafo da Estação Ticaruca, no período monitorado.

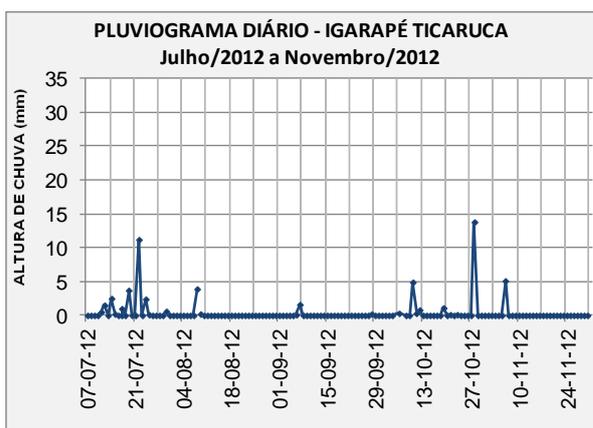


Figura 11.2 - 35 - Pluviograma Diário - Estação Ticaruca

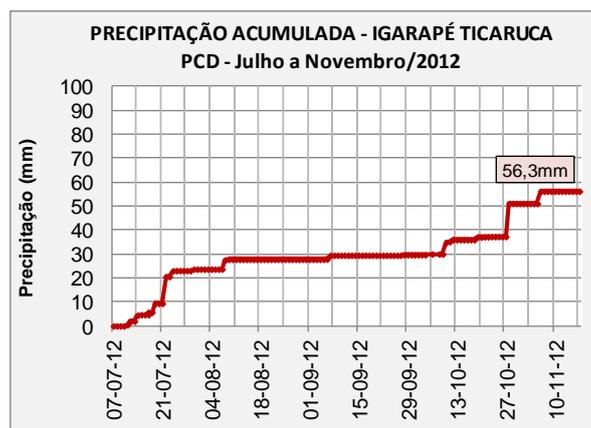


Figura 11.2 - 36 - Precipitação Acumulada - Estação Ticaruca

A estação Paquiçamba foi a mais chuvosa no período com precipitação total acumulada de 106,3mm, contra 56,3 mm da estação Ticaruca.

As **Figuras 11.2 - 37 e 11.2 - 38** apresentam, respectivamente, o pluviograma diário e o acumulado, obtido por meio do registro automático da chuva no pluviógrafo da Estação Cobal, no período monitorado.



Figura 11.2 - 37 - Pluviograma Diário - Estação Cobal



Figura 11.2 - 38 - Precipitação Acumulada - Estação Cobal

As **Figuras 11.2 - 39 e 11.2 - 40** apresentam, respectivamente, o pluviograma diário e o acumulado, obtido por meio do registro automático da chuva no pluviógrafo da Estação Cajueiro, no período monitorado.

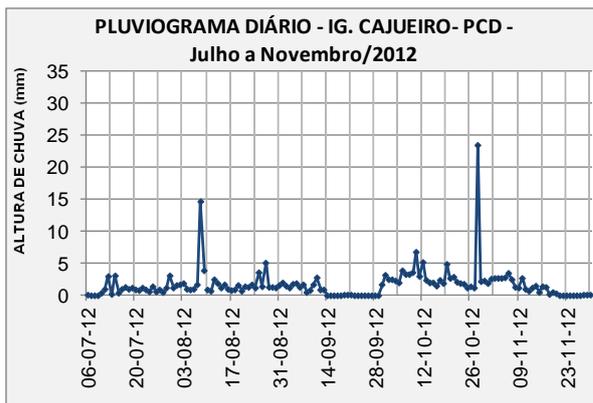


Figura 11.2 - 39 - Pluviograma Diário - Estação Cajueiro

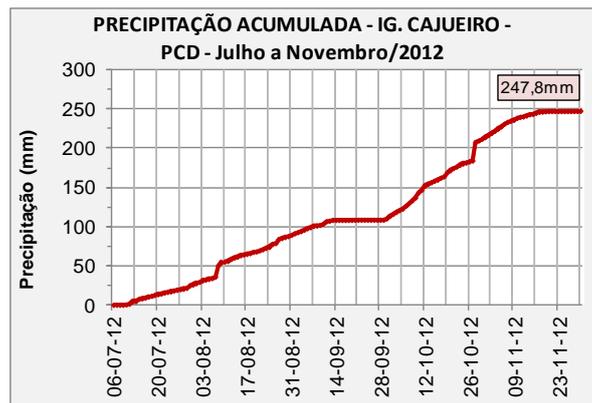


Figura 11.2 - 40 - Precipitação Acumulada - Estação Cajueiro

Observa-se que a estação pluviográfica do igarapé Cajueiro foi bem mais chuvosa que as demais, com precipitação acumulada no período de 247,8mm.

A **Figura 11.1.2 - 41** apresenta os totais mensais de chuva observados nas estações pluviográfica dos igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cobal e Cajueiro, no período de julho a novembro/2012, obtidos a partir dos registros automáticos, de hora em hora, registrados nas PCDs.

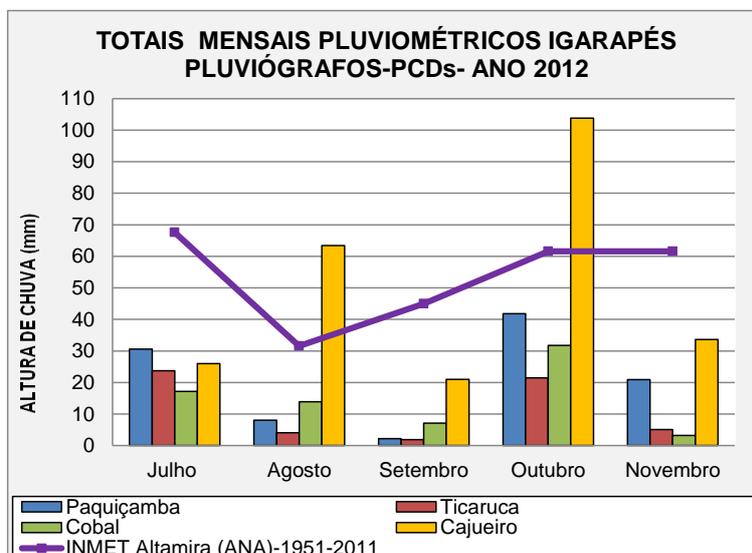


Figura 11.2 - 41 - Totais Mensais de Precipitação- Registrados na PCD

Com exceção do igarapé Cajueiro, choveu menos nas estações dos demais igarapés, se comparado com a média histórica da estação do INMET de Altamira.

Isto também foi observado nas estações climatológicas Pimental e Belo Monte, bem como na estação pluviométrica Pannels (igarapés de Altamira). Apenas na estação Ambé (igarapés de Altamira) choveu mais que o esperado no período, segundo a média histórica conforme apresentado na **Figura 11.2 - 42**.

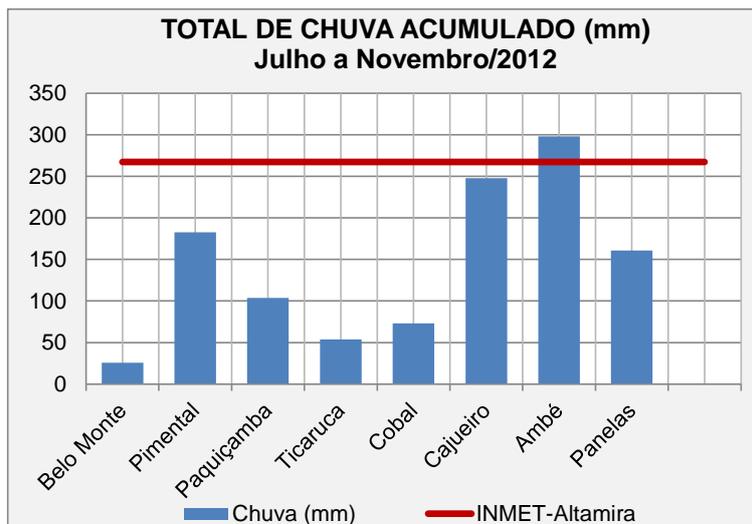


Figura 11.2 - 42 - Totais pluviométricos no período de Julho a Novembro/2012, para as estações climatológicas Belo Monte e Pimental, estações pluviométricas dos igarapés interceptados e dos igarapés de Altamira (Ambé e Panelas), obtidos a partir do monitoramento dos pluviógrafos

Embora o período de monitoramento não seja totalmente coincidente, o **Quadro 11.2-11** apresenta uma comparação entre os totais mensais pluviométricos (leituras diárias) e os pluviográficos (registro horário-PCDs), no período coincidente de monitoramento, até então.

Quadro 11.2 - 11 - Comparação entre os totais mensais pluviométricos (leituras diárias) e os pluviográficos (registro horário-PCDs) dos Igarapés interceptados-Julho a Setembro/2012

| MÊS | TOTAL DE CHUVA MENSAL (mm) | | | | | | | | | | | |
|----------|----------------------------|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|--------|-----------|
| | PAQUIÇAMBA | | | TICARUCA | | | COBAL | | | CAJUEIRO | | |
| | Leiturista | PCDs | Diferença | Leiturista | PCDs | Diferença | Leiturista | PCDs | Diferença | Leiturista | PCDs | Diferença |
| Julho | - | 30,60 | - | 43,20 | 23,70 | 19,50 | 18,00 | 17,20 | 0,80 | 8,50 | 26,00 | 17,50 |
| Agosto | 8,50 | 8,10 | 0,40 | 35,00 | 4,10 | 30,90 | 13,30 | 13,90 | 0,60 | 57,70 | 63,40 | 5,70 |
| Setembro | 2,50 | 2,20 | 0,30 | 19,00 | 1,90 | 17,10 | 10,20 | 7,10 | 3,10 | 6,60 | 21,00 | 14,40 |
| Outubro | - | 41,80 | - | 18,00 | 21,50 | 3,50 | - | 31,80 | - | - | 103,80 | - |

Observa-se uma menor diferença para as estações pluviométricas Paquiçamba e Cobal. Esta comparação está sendo muito importante para subsidiar o contínuo treinamento da equipe de leituristas e para contribuir para aferição e calibração dos pluviômetros e pluviógrafos.

MONITORAMENTO DO NÍVEL D'ÁGUA

As **Figuras 11.2 - 43 e 11.2 - 44** apresentam, respectivamente, a evolução do nível d'água dos igarapés Paquiçamba e Cobal, no período de janeiro/2011 a novembro/2012, obtido por meio da leitura diária das régua.

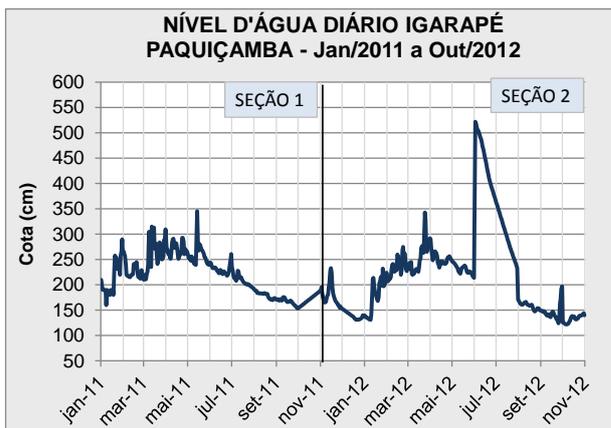


Figura 11.2 - 43 - Cotograma - Estação Paquiçamba



Figura 11.2 - 44 - Cotograma- Estação Cobal

As **Figuras 11.2 - 45 e 11.2 - 46** apresentam, respectivamente, a evolução do nível d'água dos igarapés Cajueiro e Ticaruca, no período de janeiro/2011 a setembro/2012, obtido por meio da leitura diária das réguas.

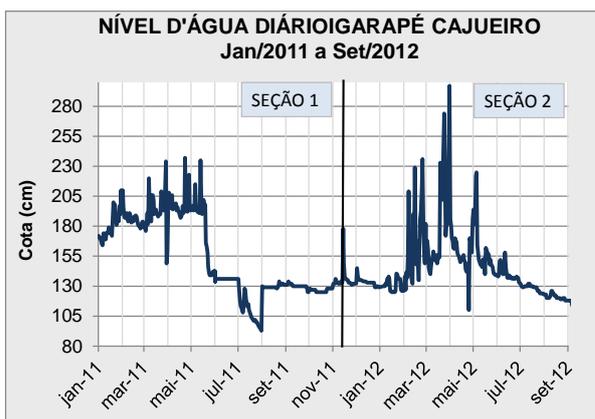


Figura 11.2 - 45 - Cotograma - Estação Cajueiro

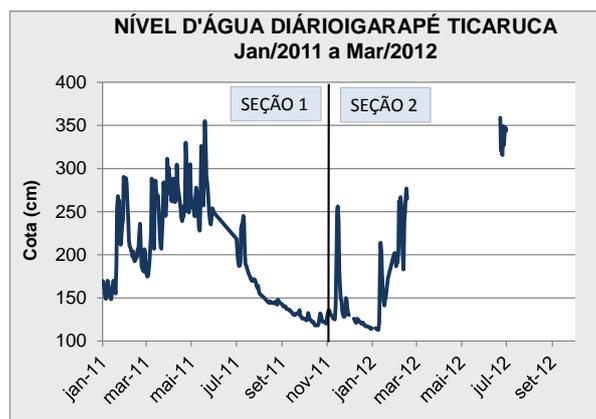


Figura 11.2 - 46 - Cotograma- Estação Ticaruca

A estação limnimétrica do igarapé Ticaruca ficou sem observador a partir de março/2012, pois este foi relocado em função das obras e não havia nenhum outro nas proximidades da estação. A implantação dos limnígrafos, a partir de julho/2012, está contribuindo para preencher estes dados.

As **Figuras 11.2 - 47 e 11.2 - 48** apresentam uma comparação entre o nível d'água diário e a chuva diária registrada, para os igarapés Cobal e Cajueiro, respectivamente.

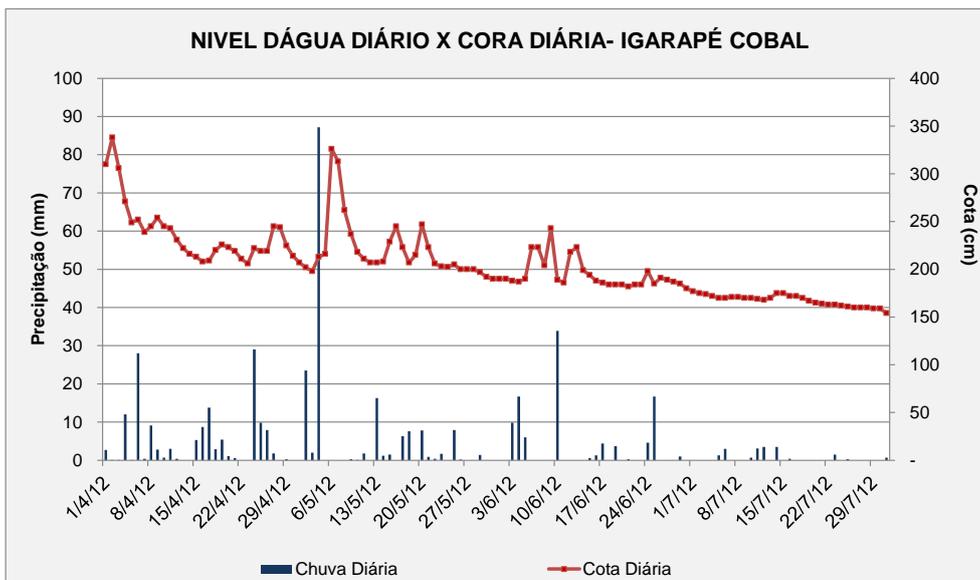


Figura 11.2 - 47 - Comparação entre o Nível d'Água x Precipitação – Igarapé Cobal

Verifica-se, uma pequena defasagem, em torno de um a dois dias, que é o tempo que o nível de água do igarapé Cobal leva para sofrer influência da precipitação.

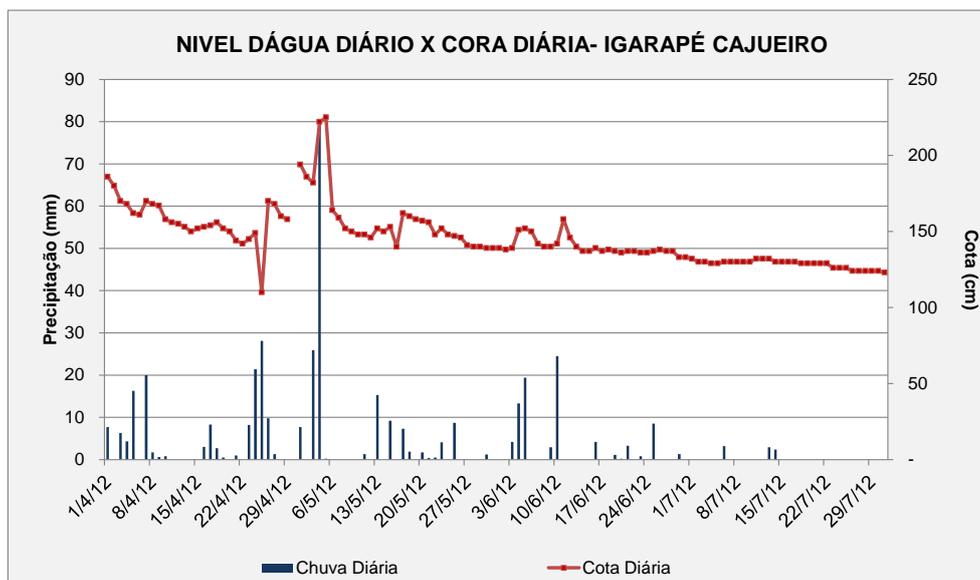


Figura 11.2 - 48 - Comparação entre o Nível d'Água x Precipitação – Igarapé Cajueiro

A resposta do nível d'água do igarapé Cajueiro frente à precipitação é quase que imediata. Isso se dá porque este curso d'água apresenta um leito pequeno e não sofre influência de outros cursos d'água.

11.2.1.1.5. ESTIMATIVA DA VAZÃO REMANESCENTE

Igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cobal e Cajueiro

A proposição preliminar das vazões a serem liberadas a jusante dos igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cobal e Cajueiro foi apresentada no 2º RC, entregue ao IBAMA em Julho/2012 (**Quadro 11.2 - 12**).

Quadro 11.2 -12: Vazões Remanescentes à Jusante dos Igarapés- Julho/2012

| DIQUE | IGARAPÉ | VAZÃO REMANESCENTE | |
|-------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | Q MÉDIA- Q50 (m ³ /s) | Q CHEIA-Q25 (m ³ /s) |
| 28 | Paquiçamba | 0,746 | 2,962 |
| 19B | Ticaruca | 0,506 | 1,826 |
| 13 | Cobal | 0,532 | 1,245 |
| 14C | Cajueiro | 0,107 | 0,338 |

Q 50 - Vazão Média: Permanência 10 meses (Maio a fevereiro)

Q25 - Vazão de Cheia: Permanência de 2 meses (Março e abril)

Esta estimativa se baseou no monitoramento hidrológico ocorrido no período de novembro de 2010 a abril de 2012, totalizando 18 meses e 19 dados de vazões mensais. Como uma análise estatística mais apurada das vazões remanescentes ficaria comprometida pela pequena série de dados disponíveis, foi utilizada a curva de permanência para o estabelecimento da vazão ecológica remanescente, uma vez que nesta metodologia a influência de vazões extremas e atípicas é bem menor. Conforme já mencionado, foram observados na época da cheia, em abril de 2011 valores de vazões muito elevados, que não se repetiram em abril de 2012, para os quatro igarapés, mas em especial para o igarapé Cobal.

Assim sendo, foram adotadas as seguintes premissas:

- Utilização da vazão Q50 (vazão que permanece 50% do tempo nos igarapés), simulando a vazão média natural nestes cursos d'água, durante um período de 10 meses (vazões médias ecológicas);
- Utilização da vazão Q25, simulando as vazões de cheia, por um período de 2 meses;
- Monitorar o comportamento dos ecossistemas aquáticos para eventuais correções e ajustes.

O **Quadro 11.2 - 13** apresenta a evolução das vazões de permanência Q50 e Q25 para cada um dos quatro igarapés, tendo em vista a continuidade do monitoramento e a obtenção de novos dados mensais de vazão, no período de maio a outubro/2012.

Quadro 11.2 - 13 - Vazões Remanescentes à Jusante dos Igarapés- Outubro/ 2012

| DIQUE | IGARAPÉ | VAZÃO REMANESCENTE PROPOSTA NO 2 RC- JULHO/2012 | | VAZÕES REMANESCENTES RESULTANTES DA CONTINUIDADE DO MONITORAMENTO ATÉ OUTUBRO/2012 | |
|-------|------------|---|---------------------|--|---------------------|
| | | Q MÉDIA- Q50 | Q CHEIA-Q25 | Q MÉDIA- Q50 | Q CHEIA-Q25 |
| | | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (m ³ /s) |
| 28 | Paquiçamba | 0,746 | 2,962 | 0,746 | 2,297 |
| 19B | Ticaruca | 0,506 | 1,826 | 0,511 | 1,298 |
| 13 | Cobal | 0,532 | 1,245 | 0,416 | 1,005 |
| 14C | Cajueiro | 0,107 | 0,338 | 0,137 | 0,389 |

Vazão Média: Permanência 10 meses (Maio a Fevereiro)

Vazão de Cheia: Permanência de 2 meses (Março e Abril)

Observa-se que as vazões médias (Q50) apresentaram uma pequena variação. As vazões máximas, que irão subsidiar a simulação da cheia, tiveram uma maior variação. Para o igarapé Paquiçamba a Q25 diminuiu 29%, para o Ticaruca diminuiu 40%, para o Cobal diminuiu 23% e para o Cajueiro aumentou 15%.

Igarapé Turiá

Na nota técnica que foi elaborada para Atendimento da Condicionante 2.5 da Licença de Instalação da UHE Belo Monte foi analisada a necessidade de liberação de vazão a jusante dos diques nos igarapés Santo Antônio e Turiá.

O **Quadro 11.2 - 14** e a **Figura 11.2 - 49** apresentam as áreas inundadas das sub-bacias dos igarapés Turiá e Santo Antônio.

Quadro 11.2 - 14 - Áreas inundadas a partir da implantação dos diques 1C e 8A

| SUB-BACIA | DIQUES | ÁREA INUNDADA | | ÁREA SECA | | ÁREA TOTAL | |
|-----------------------|--------|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|-----|
| | | km ² | % | km ² | % | km ² | % |
| Córrego Santo Antônio | 1C | 11,96 | 38 | 19,78 | 62 | 31,7 | 100 |
| Córrego Turiá | 8A | 10,3 | 29 | 25 | 71 | 35,4 | 100 |

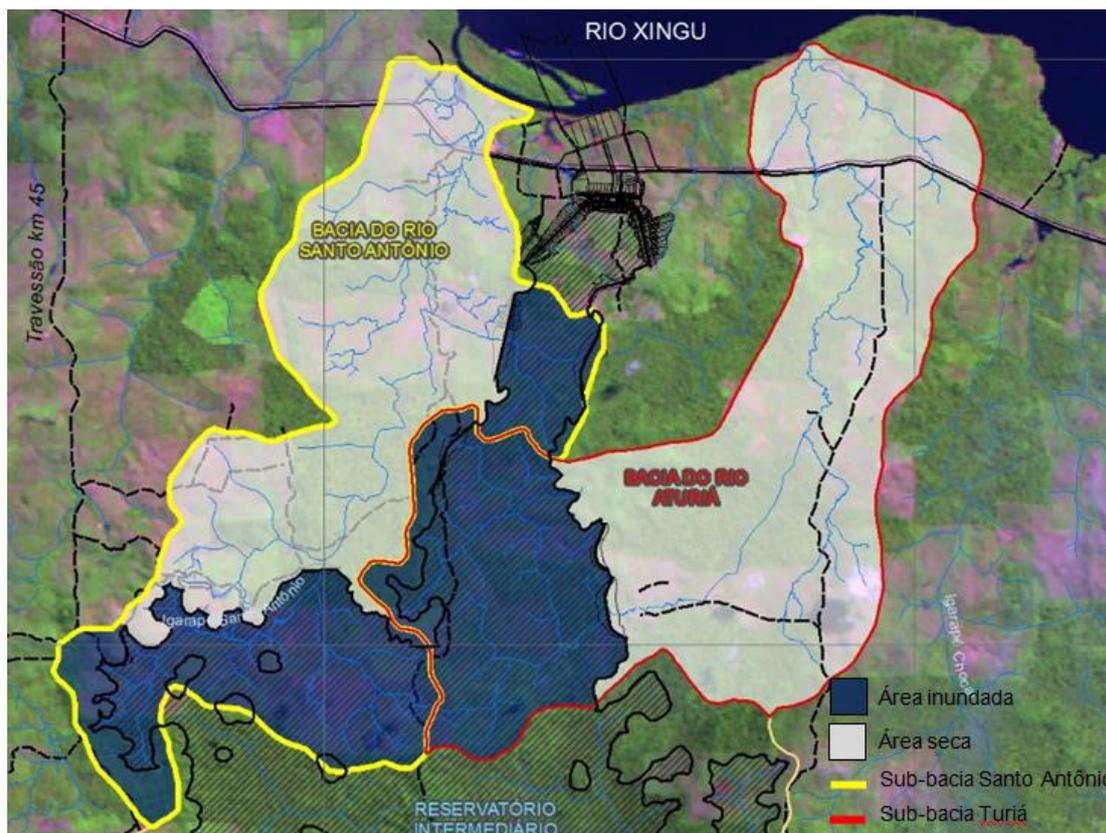


Figura 11.2 - 49 - Áreas inundadas a partir da implantação dos diques 1C e 8A

Este estudo verificou que não será necessária a implantação de dispositivo para liberação de vazão a jusante do Dique 1C que intercepta o córrego Santo Antônio, visto que o mesmo está localizado imediatamente a montante de um afluente de contribuição suficiente para manter a disponibilidade hídrica deste curso d'água. Assim sendo, o barramento não irá prejudicar o uso da água feito no único imóvel localizado a jusante do dique, nem causará importantes alterações no meio biótico.

Já a interceptação do igarapé Turiá, por meio do dique 8A irá causar a inundação de uma região de nascentes com densa rede de drenagem e comprometer de forma considerável a disponibilidade hídrica a jusante do barramento, ainda mais tendo em vista que, a jusante do dique existem seis propriedades que fazem o uso da  gua. Uma vez que o seccionamento do referido igarapé poderá implicar em altera es significativas para os meios físico, biótico e socioecon mico foi recomendada a implanta o de dispositivo para libera o de vazão, próxima   natural, a jusante do dique 8A.

Como não foi feito ainda nenhum monitoramento no igarapé Turi , a vazão a ser liberada a jusante deste dique foi estimada, tendo como base as medi es obtidas nos demais igarapés.

Foi utilizada uma metodologia simplificada, mas bastante utilizada que supõe uma propor o entre as características físicas dos igarapés e suas vazões. Foram buscadas correla es, por meio de regressão, entre as vazões observadas nos igarapés e os

seguintes parâmetros físicos dos mesmos: área de drenagem, perímetro, comprimento do talvegue, declividade, tempo de concentração.

A regressão que apresentou o melhor ajuste- coeficiente de correlação (R^2) foi a que relacionou a área de drenagem com a vazão.

O **Quadro 11.2 - 15** apresenta as características físicas das sub-bacias dos igarapés que foram correlacionadas com a vazão observada nos mesmos.

Quadro 11.2 - 15 - Características físicas das sub-bacias dos igarapés que foram correlacionadas com a vazão observada nos mesmos

| Estação | Área Sub-bacia Inundada (km ²) | Perímetro Bacia (km) | Comprim. Talvegue (km) | Desnível H (m) | Declividade | Tempo de Concentração (hora) | Vazões Q50 (m ³ /s) |
|------------|--|----------------------|------------------------|----------------|-------------|------------------------------|--------------------------------|
| Paquiçamba | 115,30 | 69,50 | 32,60 | 150,00 | 0,0046 | 7,72 | 0,746 |
| Ticaruca | 73,10 | 43,12 | 17,20 | 140,00 | 0,0081 | 3,79 | 0,506 |
| Cobal | 80,70 | 53,05 | 26,30 | 150,00 | 0,0057 | 6,03 | 0,532 |
| Cajueiro | 15,40 | 34,30 | 8,60 | 155,00 | 0,0180 | 1,64 | 0,107 |
| Turiá | 10,30 | 15,80 | 5,50 | 73,00 | 0,0133 | 1,30 | |

- **Estimativa da Vazão Média- Q 50- permanência de 10 meses**

O **Quadro 11.2 - 16** apresenta as regressões analisadas para estimativa da vazão Q50.

Quadro 11.2 - 16 - Regressões Analisadas para Estimativa da Q50

| Regressão | | Área de Drenagem da Sub-Bacia (km ²) | Perímetro da Bacia (km) | Comprim. Talvegue (km) | Tempo de Concentração (horas) |
|-----------|---------|--|-------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Linear | Equação | $y=0,0064x+0,016$ | $y=0,0161x-0,3336$ | $y=0,0239x-0,0326$ | $y=0,0947x+0,019$ |
| | R^2 | 0,9972 | 0,8345 | 0,8841 | 0,8862 |
| Potencial | Equação | $y=0,0076x^{0,9709}$ | $y=2E-05x^{2,5007}$ | $y=0,0063x^{1,4005}$ | $0,0686x^{1,2137}$ |
| | R^2 | 0,9992 | 0,7519 | 0,9000 | 0,9135 |

A regressão que melhor se ajustou aos dados foi a que correlacionou área de drenagem das sub-bacias com a vazão, por regressão potencial, tendo resultado num coeficiente de determinação (R^2) de 0,9992.

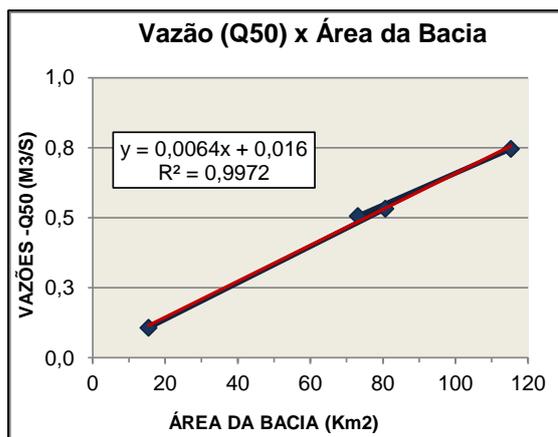


Figura 11.2 - 50 - Correlação área de drenagem x vazões- Regressão linear

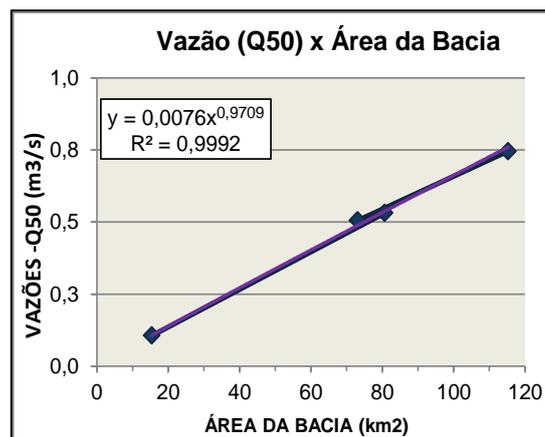


Figura 11.2 - 51 - Correlação área de drenagem x vazões- Regressão potencial

A vazão Q50 para o córrego Turiá, obtida por meio desta regressão resultou numa vazão de **0,073 m³/s**.

- **Estimativa da Vazão - Q 25- permanência de 2 meses**

O **Quadro 11.2 - 17** apresenta as regressões analisadas para estimativa da vazão Q25.

Quadro 11.2 - 17: Regressões Analisadas para Estimativa da Q25

| Regressão | | Área de Drenagem da Sub-Bacia (km ²) | Perímetro da Bacia (km) | Comprim. Talvegue (km) | Tempo de Concentração (horas) |
|-----------|----------------|--|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Linear | Equação | y=0,0248x-0,1679 | y=0,064x-1,6067 | y=0,0868x-0,2456 | y=0,3469x-0,6697 |
| | R ² | 0,8710 | 0,7722 | 0,8841 | 0,6994 |
| Potencial | Equação | y=0,0209x^{0,9366} | y=4E-05x ^{2,648} | y=0,0193x ^{1,4132} | 0,2161x ^{1,2269} |
| | R ² | 0,9366 | 0,7323 | 0,7960 | 0,8109 |

A regressão que melhor se ajustou aos dados foi a que correlacionou área de drenagem das sub-bacias com a vazão, por regressão potencial, tendo resultado num coeficiente de determinação (R²) de 0,9366.

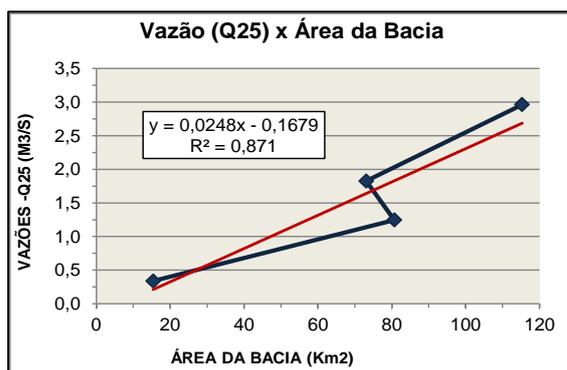


Figura 11.2 - 52 - Correlação área de drenagem x vazões- Regressão linear

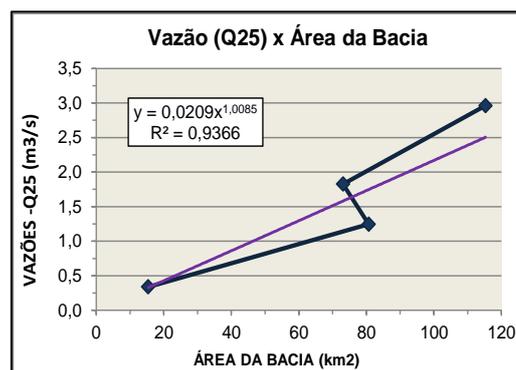


Figura 11.2 - 53 - Correlação área de drenagem x vazões- Regressão potencial

A vazão Q25 para o córrego Turiá, estimada por meio desta regressão resultou numa vazão de **0,186 m³/s**.

O **Quadro 11.2 - 18** apresenta as vazões estimadas para o igarapé Turiá.

Quadro 11.2 - 18 - Vazões Remanescentes a Jusante dos Diques

| DIQUE | IGARAPÉ | VAZÃO REMANESCENTE PROPOSTA (m³/s) | |
|-------|---------|------------------------------------|-------------|
| | | Q MÉDIA- Q50 | Q CHEIA-Q25 |
| 8A | Turiá | 0,073 | 0,186 |

11.2.1.2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA

O **Quadro 11.2 - 19** apresenta variáveis aferidas em campo (*in situ*) nas campanhas trimestrais e mensais realizadas em dezembro de 2011 a outubro de 2012, considerando os 4 igarapés interceptados pelos diques que são monitorados no âmbito do Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água Superficial.

Pouca variação anual também foi observada do pH, levemente ácido, 6,7 ($\pm 0,4$), relacionado com a biogeofísica da região amazônica, aonde comumente são encontradas águas com pH abaixo de 7,0 (FURCH *et al.* 1982).

Em geral, a transparência da água acompanhou os valores de turbidez observados nos igarapés Paquiçamba, Ticaruca e Cobal (**Quadro 11.2 - 19**), ou seja, quanto maior a turbidez, menor a zona eufótica (com luz) da coluna d'água. Já no igarapé Cajueiro, em 90% das coletas, independente do valor de turbidez, a transparência foi total no ponto de coleta (medida do disco de Secchi igual à profundidade local), exceto em outubro de 2012 (**Quadro 11.2 - 19**). De fato, as campanhas realizadas em setembro e outubro de 2012, nos quatro igarapés, apresentaram turbidez mais elevada (média 37,0 NTU $\pm 22,8$), e os igarapés foram consistentemente categorizados como águas de Classe 2 (CONAMA 357/05), durante o período de seca. A variação média anual da

turbidez nos quatro igarapés foi em geral quatro vezes mais elevada (média 20,3 NTU $\pm 19,5$) do que a média anual para o rio Xingu (média 5,3 NTU $\pm 3,0$), mas similar à dos outros tributários na região (média 16,0 NTU $\pm 17,4$).

Tanto os sólidos totais dissolvidos quanto a condutividade elétrica são indicadores da presença de sais em solução, caracterizando o grau de mineralização das águas amostradas. Os valores observados podem ser considerados como baixos e característicos de águas pouco mineralizadas (**Quadro 11.2 - 19**), que restringem a capacidade de tamponamento do ambiente aquático; isto é, o ecossistema torna-se mais suscetível a sofrer mudanças de pH caso ocorram aportes de contaminantes muito ácidos ou básicos.

As concentrações de oxigênio dissolvido nos igarapés Ticaruca, Cajueiro e Cobal apresentaram valores abaixo do limite da Classe 2 (5 mg/L), em vários meses (**Quadro 11.2 - 19**), conferindo às águas amostradas um caráter de má oxigenação quase constante: média anual 4,9 mg/L ($\pm 1,7$). O Paquiçamba e outros tributários na região (6,2 mg/L $\pm 1,1$) foram classificados como águas Classe 1 e/ou 2 (CONAMA 357/05).

Ressalta-se que a metodologia utilizada no monitoramento da qualidade da água é apresentada no **Anexo 11.2 - 2** deste relatório.

Quadro 11.2 - 19 - Valores das variáveis limnológicas medidas *in situ* nos pontos de coleta dos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em dezembro de 2011 a outubro de 2012, na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

| PONTO | MÊS-ANO | PROFUNDIDADE (m) | TRANSPARÊNCIA SECCHI (m) | TEMPERATURA (°C) | pH | OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L) | POTENCIAL REDOX (mV) | CONDUTIVIDADE (mS/cm) | TURBIDEZ (NTU) | SOLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (g/L) | CLOROFILA-a (µg/L) |
|---------------|---------|------------------|--------------------------|------------------|--------|----------------------------|----------------------|-----------------------|----------------|----------------------------------|--------------------|
| IGPAQ | dez-11 | 0,6 | 0,6 | 26,25 | 6,99 | 5,85 | 113,0 | 0,030 | 10,1 | 0,002 | 0,50 |
| | mar-12 | 2,0 | 0,4 | 25,90 | 6,64 | 6,20 | 76,0 | 0,035 | 47,5 | 0,022 | 6,23 |
| | jun-12 | 1,0 | 0,5 | 27,53 | 7,02 | 7,05 | 136,8 | 0,039 | 8,0 | 0,021 | 0,08 |
| | jul-12 | 1,0 | 0,3 | 25,15 | 6,68 | 6,91 | 153,3 | 0,039 | 8,1 | 0,025 | 3,90 |
| | ago-12 | 1,0 | 1,0 | 27,37 | 6,64 | 7,11 | 85,5 | 0,046 | 26,7 | 0,028 | 8,00 |
| | set-12 | 0,3 | 0,1 | 28,22 | 6,47 | 6,70 | 79,5 | 0,027 | 71,5 | 0,016 | 2,23 |
| | out-12 | 0,6 | 0,6 | 29,50 | 6,31 | 6,56 | 107,0 | 0,036 | 11,3 | 0,022 | 4,90 |
| IGTIC | dez-11 | 0,2 | 0,2 | 27,13 | 6,72 | 5,16 | 107,0 | 0,034 | 13,7 | 0,002 | 6,04 |
| | mar-12 | 2,0 | 0,6 | 27,59 | 6,30 | 4,15 | 83,2 | 0,031 | 7,8 | 0,019 | 5,15 |
| | jun-12 | 0,5 | 0,5 | 28,15 | 7,32 | 6,16 | 129,0 | 0,032 | 7,3 | 0,020 | 0,68 |
| | jul-12 | - | - | 29,02 | 7,03 | 4,32 | 134,5 | 0,036 | 3,5 | 0,036 | 1,10 |
| | ago-12 | 0,6 | 0,6 | 29,67 | 7,05 | 4,48 | 111,6 | 0,040 | 19,4 | 0,021 | 7,90 |
| | set-12 | 0,5 | 0,1 | 26,92 | 6,08 | 4,80 | 106,9 | 0,034 | 58,9 | 0,022 | 20,03 |
| | out-12 | SECO | | | | | | | | | |
| IGCAJ | dez-11 | 0,6 | 0,6 | 29,79 | 6,24 | 1,47 | 175,0 | 0,040 | 31,0 | 0,002 | 42,33 |
| | mar-12 | 1,0 | 1,0 | 27,40 | 6,50 | 1,68 | 124,6 | 0,040 | 4,4 | 0,025 | 16,23 |
| | jun-12 | 0,8 | 0,8 | 25,61 | 7,70 | 6,76 | 135,4 | 0,033 | 5,5 | 0,021 | 0,31 |
| | ago-12 | 0,1 | 0,1 | 26,04 | 6,87 | 6,12 | 99,5 | 0,032 | 4,2 | 0,021 | 2,80 |
| | set-12 | 0,2 | 0,2 | 26,17 | 6,68 | 6,46 | 78,7 | 0,017 | 30,7 | 0,011 | 4,02 |
| | out-12 | 0,5 | 0,2 | 30,02 | 5,97 | 3,28 | 87,8 | 0,055 | 58,7 | 0,032 | 1,60 |
| IGCO | dez-11 | 0,3 | 0,3 | 26,41 | 7,76 | 5,16 | 133,0 | 0,029 | 12,3 | 0,002 | 2,37 |
| | mar-12 | 1,0 | 0,3 | 26,43 | 6,96 | 2,58 | 60,5 | 0,031 | 12,2 | 0,020 | 6,45 |
| | jun-12 | 1,5 | 1,0 | 26,37 | 6,91 | 6,32 | 128,5 | 0,024 | 5,4 | 0,015 | 0,60 |
| | ago-12 | 0,8 | 0,8 | 25,80 | 6,67 | 6,16 | 93,0 | 0,029 | 4,1 | 0,019 | 3,40 |
| | set-12 | 2,0 | 1,0 | 26,68 | 6,79 | 6,40 | 67,0 | 0,017 | 28,4 | 0,010 | 15,70 |
| | out-12 | 1,0 | 0,6 | 27,15 | 6,57 | 4,50 | 34,8 | 0,035 | 17,0 | 0,022 | 0,80 |
| VMP Classe 1* | | n.a. | n.a. | n.a. | 6<pH<9 | <5,0 | n.a. | n.a. | 40,0 | 0,500 | 10,0 |
| VMP Classe 2* | | | | | | <6,0 | | | 100,0 | | 30,0 |

* CONAMA 357/05; n.a.: não se aplica

Os resultados de potencial de óxido-redução (ORP) apresentaram média geral de 105,6 mV ($\pm 31,8$) e mesmo sendo aqui relatados baixos valores de oxigênio dissolvido, apenas um valor de ORP indicou águas redutoras: no igarapé Cobal, em outubro de 2012. Realmente, o igarapé Cobal apresentou a menor média anual, de todos os tributários da região, de 86,1 mV ($\pm 39,2$), podendo indicar, eventualmente, má oxigenação das suas águas.

Os valores de fósforo total observados (**Quadro 11.2 - 20**) foram inferiores ao preconizado na resolução CONAMA 357/05 (100 $\mu\text{g/L}$), exceto na cheia no igarapé Paquiçamba e na seca no igarapé Cajueiro. A média anual nos quatro igarapés (72,9 $\mu\text{g/L}$ $\pm 28,2$) é a mais elevada na região: aproximadamente o dobro da média anual no rio Xingu (31,5 $\mu\text{g/L}$ $\pm 29,7$) e nos outros tributários na região (46,9 $\mu\text{g/L}$ $\pm 28,2$). No entanto, todos apresentaram alto desvio padrão (podendo causar, eventualmente, mudanças de Classes nas águas), indicando variação temporal no aporte de fósforo nas águas da região.

Quadro 11.2 - 20 - Densidade de cianobactérias, concentração de fósforo total, nitrogênio total, DBO, densidade de coliformes fecais (*E. coli*), concentração de óleos e graxas e de mercúrio total nos pontos de coleta dos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em dezembro de 2011 a outubro de 2012

| PONTO | MÊS-ANO | DENSIDADE DE CIANOBACTÉRIAS (Cel/mL) | FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g/L}$) | NITROGÊNIO TOTAL KJELDAHL (mg/L) | DBO _{5,20} (mg/L) | <i>E. coli</i> (NMP/100ml) | ÓLEOS E GRAXAS (mg/L) | Hg TOTAL (mg/L) |
|--------------|---------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------|
| IGPAQ | dez-11 | 0,0 | 57,63 | 2,65 | 4,35 | 105,0 | < 2 | < 0,2 |
| | mar-12 | 0,0 | 162,04 | 0,71 | 3,18 | 103,0 | < 2 | < LD |
| | jun-12 | 172,0 | 74,77 | 0,41 | 0,74 | 771,0 | 3 | < LD |
| | set-12 | 344,0 | 73,53 | 0,61 | 0,04 | 259,0 | 3 | < LD |
| IGTIC | dez-11 | 0,0 | 49,22 | 1,73 | 3,70 | 98,0 | < 2 | < 0,2 |
| | mar-12 | 0,0 | 40,30 | 0,71 | 2,16 | 55,0 | < 2 | < LD |
| | jun-12 | 258,0 | 69,97 | 0,41 | 0,86 | 450,0 | 2 | < LD |
| | set-12 | 0,0 | 76,80 | 0,61 | 0,53 | 613,0 | 4 | < LD |
| IGCAJ | dez-11 | 344,0 | 81,89 | 1,43 | 4,71 | 26,0 | < 2 | < 0,2 |
| | mar-12 | 150,4 | 59,96 | 2,95 | 4,02 | 123,0 | < 2 | < LD |
| | jun-12 | 0,0 | 55,80 | 1,53 | 0,28 | 2014,0 | < 2 | < LD |
| | set-12 | 107,0 | 104,40 | 1,12 | 0,88 | 195,0 | 5 | < LD |
| IGCO | dez-11 | 365,0 | 66,07 | 1,93 | 4,30 | 26,0 | < 2 | < 0,2 |
| | mar-12 | 171,9 | 77,52 | 0,92 | 1,09 | 36,0 | < 2 | < LD |
| | jun-12 | 0,0 | 52,17 | 10,18 | 0,89 | 605,0 | < 2 | < LD |
| | set-12 | 322,0 | 63,70 | 0,61 | 1,75 | 512,0 | < 2 | < LD |
| VMP Classe 1 | | 20.000 | 100,0 | n.a. | <3,0 | 200,0 | Virtualmente ausentes | 0,2 |
| VMP Classe 2 | | 50.000 | | | <5,0 | 1.000,0 | | |

* CONAMA 357/05; n.a.: não se aplica; LD: Limite de Detecção

Já as concentrações de nitrogênio total Kjeldhal (**Quadro 11.2 - 20**) foram baixas (média 1,8 mg/L $\pm 2,4$) e similares ao observado para o rio Xingu (média 1,9 mg/L $\pm 3,7$) e aos outros tributários (média 1,5 mg/L $\pm 2,3$). Apenas no igarapé Cobal a concentração de nitrogênio total foi superior aos valores dos outros igarapés durante o

período de vazante (três a 25 vezes maior), indicando que o aporte de nitrogênio na área de estudo pode variar, temporalmente e localmente, entre microbacias.

Os teores de fósforo e nitrogênio observados, abaixo do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 influenciou os teores de clorofila-*a* (**Quadro 11.2-19**), também geralmente baixos ($6,5 \mu\text{g/L} \pm 9,1$). Neste sentido, indica-se que a presença da comunidade fitoplanctônica e conseqüente produção primária não é constantemente expressiva nas águas dos quatro igarapés que serão interceptados pelos diques. Valores semelhantes foram observados no rio Xingu ($9,6 \mu\text{g/L} \pm 5,1$) e nos outros tributários na região ($8,4 \mu\text{g/L} \pm 9,7$); no entanto, como apresentado acima para a variável fósforo total, todos apresentaram alto desvio padrão (podendo causar, eventualmente, mudanças de Classes nas águas), indicando variação temporal no teor de clorofila-*a* nas águas da região. O igarapé Cajueiro, por ter apresentado elevadas concentrações de clorofila-*a* nos períodos de enchente (dezembro de 2011) e de cheia (março de 2012) foi o único não classificado nem como Classe 2 (CONAMA 357/05) e, ainda, apresentou média anual ($11,2 \mu\text{g/L} \pm 16,3$) acima do valor máximo permitido para águas de Classe 1 (CONAMA 357/05). Cianobactérias estiveram sempre bem abaixo do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/05 (**Quadro 11.2-20**) em todas as águas amostradas durante o ciclo hidrológico amostrado.

Os valores de $\text{DBO}_{5,20}$ nos igarapés durante o período de enchente situaram-se acima do valor máximo permitido para as águas de Classe 1 (3 mg/L) de acordo com a Resolução CONAMA 357/05, indicando que com o início das chuvas, o aporte de material lixiviado dos solos pode ter aumentado o grau de contaminação orgânica e colonização microbiana das águas (**Quadro 11.2 - 20**). De acordo com esta variável, os igarapés Paquiçamba e Cajueiro se mantiveram como Classe 2 durante o período de cheia (CONAMA 357/05). Todos esses valores foram coerentes com a má oxigenação das águas, durante os períodos de enchente e cheia.

A concentração de coliformes fecais (*E. coli*) pode ser considerado segundo Resolução CONAMA 357/05 para águas de Classe 2, no período de vazante (**Quadro 11.2 - 19**), sendo que o igarapé Cajueiro apresentou o pior quadro de contaminação, onde foi estimada uma concentração duas vezes maior do que o valor máximo permitido para águas de Classe 2 (CONAMA 357/05), no mesmo período. Os igarapés Ticaruca e Cobal se mantiveram como Classe 2 (CONAMA 357/05) no período de seca. A média anual da concentração de *E. coli* dos igarapés que serão interceptados pelos diques ($374,4 \text{ NMP}/100\text{ml} \pm 501,4$) é semelhante aos outros tributários da região ($233,5 \text{ NMP}/100\text{ml} \pm 322,9$), mas, ambas são duas a três vezes superiores à média anual estimada para as águas do rio Xingu ($81,1 \text{ NMP}/100\text{ml} \pm 111,1$).

Em relação ao teor de óleos e graxas, os igarapés Paquiçamba e Ticaruca apresentaram concentrações que não respeitaram os valores máximos permitidos para águas de Classe 2 (CONAMA 357/05) tanto no período de vazante quanto de seca, quando o Igarapé Cajueiro também apresentou tal contaminação (**Quadro 11.2 - 20**).

A composição do sedimento dos quatro igarapés foi predominantemente de matéria orgânica apenas no período de seca (**Quadro 11.2 - 21**). Este mesmo padrão foi observado em pontos no rio Xingu, num ponto próximo aos igarapés (RX21) e no trecho entre Belo Monte e a jusante da casa de força principal (RX17, RX11, RX07 e RX15), bem como nos tributários dessas mesmas áreas, no igarapé Chocai (IGCHOCAÍ), igarapé Santo Antônio (IGSA) e Igarapé Tucuruí (IGTUC01). No rio Bacajá (BAC02 e BAC03) também foi observado esse padrão. Já a fração granulométrica predominante dos igarapés foi areia muito grossa em 70% das amostras analisadas.

Quadro 11.2 - 21 - Concentração de mercúrio, porcentagem de matéria orgânica e frações granulométricas mais abundantes nos sedimentos dos pontos de coleta dos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em dezembro de 2011 a outubro de 2012, na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

| PONTO | MÊS-ANO | Hg (mg/kg-sed) | MATÉRIA ORGÂNICA (%) | FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS MAIS ABUNDANTES (%) | |
|--------------|---------|----------------|----------------------|---|-----------------------------|
| IGPAQ | dez-11 | < 0,20 | 1,42 | AREIA MUITO GROSSA (48,15%) | AREIA GROSSA (22,28%) |
| | mar-12 | < LD | 11,49 | AREIA FINA (49,67%) | AREIA MUITO FINA (27,20%) |
| | jun-12 | < LD | 1,18 | AREIA MUITO GROSSA (66,30%) | AREIA GROSSA (17,03%) |
| | set-12 | < LD | 99,42 | AREIA MUITO GROSSA (35,18%) | AREIA GROSSA (25,22%) |
| IGTIC | dez-11 | < 0,20 | 3,10 | AREIA MUITO GROSSA (62,35%) | AREIA GROSSA (14,85%) |
| | mar-12 | < LD | 1,72 | AREIA FINA (26,29%) | AREIA MUITO GROSSA (23,64%) |
| | jun-12 | < LD | 1,40 | AREIA MUITO GROSSA (62,91%) | AREIA GROSSA (22,70%) |
| | set-12 | < LD | 89,86 | AREIA MUITO GROSSA (34,84%) | AREIA FINA (26,32%) |
| IGCAJ | dez-11 | < 0,20 | 5,39 | AREIA MUITO FINA (41,49%) | AREIA GROSSA (33,84%) |
| | mar-12 | < LD | 11,39 | AREIA FINA (51,48%) | AREIA MUITO FINA (27,95%) |
| | jun-12 | < LD | 1,91 | AREIA MUITO GROSSA (32,96%) | AREIA FINA (28,38%) |
| | set-12 | 0,12 | 100,04 | AREIA MUITO GROSSA (52,42%) | AREIA GROSSA (26,03%) |
| IGCO | dez-11 | < 0,20 | 5,24 | AREIA GROSSA (30,11%) | AREIA MUITO GROSSA (26,18%) |
| | mar-12 | < LD | 1,00 | AREIA MUITO GROSSA (75,23%) | AREIA GROSSA (11,71%) |
| | jun-12 | < LD | 4,63 | AREIA MUITO GROSSA (35,48%) | AREIA FINAL (28,87%) |
| | set-12 | 0,04 | 98,88 | AREIA MUITO GROSSA (44,75%) | AREIA FINA (20,76%) |
| VMP Classe 1 | | 0,17 | n.a. | n.a. | |
| VMP Classe 2 | | 0,49 | | | |

* CONAMA 344/04; n.a.: não se aplica; LD: Limite de Detecção

A composição da biota aquática (fitoplâncton, zooplâncton e macrofauna bentônica), ao longo dos períodos monitorados está mostrada nos Quadros 11.2 - 22 a 11.2 - 24.

Quanto à diversidade de fitoplâncton, não foi observado nenhum padrão claro e cada igarapé apresentou máximos e mínimos de organismos e gêneros em períodos distintos (Quadro 11.2 - 22). O igarapé Ticaruca foi o mais diverso, apresentando 30 gêneros (outubro de 2012, durante

a seca) coletados Já o igarapé Cobal apresentou maior abundância de organismos no período de março de 2012, durante a cheia, com mais de 5.000 org/L e as abundâncias dos demais igarapés acompanharam o que foi observado para os outros tributários da região. Em relação à composição de gêneros, e sua abundância relativa, os quatro igarapés acompanharam o que foi observado tanto para o rio Xingu quanto nos demais tributários: diatomáceas foram as algas dominantes nesses ambientes, o que é esperado para ambientes lóticos, com destaque para o gênero *Aulacoseira*, único a apresentar valores acima de 50% nos resultados dos quatro igarapés.

Quadro 11.2 - 22 -Total de indivíduos, número total de gêneros mais abundantes de fitoplâncton nos pontos de coleta dos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em dezembro de 2011 a outubro de 2012, na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

| PONTO | MÊS-ANO | TOTAL DE INDIVÍDUOS (org/L) | TOTAL DE GÊNEROS | GÊNERO MAIS ABUNDANTE “1” | GÊNERO MAIS ABUNDANTE “2” |
|-------|---------|-----------------------------|------------------|------------------------------|---|
| IGPAQ | dez/11 | 1373,1 | 24 | <i>Aulacoseira</i> (37,27%) | <i>Tabellaria</i> (24,35%) |
| | mar/12 | 1008 | 27 | <i>Spirogyra</i> (14,17%) | <i>Stauroneis</i> (10,83%) |
| | jun/12 | 4,6 | 11 | <i>Oscillatoria</i> (22,73%) | <i>Aulacoseira</i> (13,64%) |
| | out/12 | 1936,4 | 29 | <i>Navicula</i> (34,58%) | <i>Oscillatoria</i> (13,71%) |
| IGTIC | dez/11 | 340 | 14 | <i>Pinnularia</i> (27,94%) | <i>Surirella</i> (19,85%) |
| | mar/12 | 133,5 | 17 | <i>Cosmarium</i> (17,78%) | <i>Fragilaria</i> (15,56%) |
| | jun/12 | 462,8 | 20 | <i>Surirella</i> (35,29%) | <i>Oscillatoria</i> (11,76%) |
| | out/12 | 899 | 30 | <i>Anabaena</i> (10,71%) | <i>Pinnularia</i> (9,52%) |
| IGCAJ | dez/11 | 2942,3 | 22 | <i>Gonatozygon</i> (29,15%) | <i>Mougeotia</i> (20,30%) |
| | mar/12 | 237,5 | 16 | <i>Closterium</i> (20,00%) | <i>Cosmarium</i> (12,00%) |
| | jun/12 | 11,5 | 9 | <i>Aulacoseira</i> (65,85%) | <i>Oscillatoria</i> (9,76%) |
| | out/12 | 77,6 | 11 | <i>Oscillatoria</i> (25,00%) | <i>Navicula</i> (14,30%) |
| IGCO | dez/11 | 378,4 | 20 | <i>Mougeotia</i> (23,48%) | <i>Surirella</i> (18,18%) |
| | mar/12 | 5933,4 | 19 | <i>Aulacoseira</i> (78,68%) | <i>Hyalotheca</i> (3,76%) |
| | jun/12 | 3 | 9 | <i>Aulacoseira</i> (35,00%) | <i>Oscillatoria</i> (25,00%) |
| | out/12 | 56,1 | 8 | <i>Navicula</i> (19,96%) | <i>Eudorina/Merismopedia/ Nitzschia/Pinnularia/ Surirella</i> (13,37%) |

Quanto à diversidade de zooplâncton, também não foi observado nenhum padrão claro e cada igarapé apresentou máximos e mínimos de organismos e espécies em períodos distintos (**Quadro 11.2 - 23**). O igarapé Paquiçamba foi o mais diverso, apresentando 38 espécies (março de 2012) durante a cheia. Já o igarapé Cajueiro apresentou maior abundância de organismos em junho de 2012, durante o período de vazante, com mais de 16.000 org/m³ e as abundâncias dos demais igarapés a serem interceptados pelos diques acompanharam o que foi observado para os outros tributários da região.

Já em relação à composição de espécies, e sua abundância relativa, os quatro igarapés acompanharam o que foi observado tanto para o rio Xingu quanto nos demais tributários: protozoários foram dominantes nesses ambientes, o que é esperado para ambientes lóticos, com destaque para *Arcella* sp e *Centropyxis aculeata*. No entanto, a dominância de protozoários nos quatro igarapés foi o dobro do observado nos demais tributários, mas que apresentaram composição ainda mais semelhante com o rio Xingu, mais diversificada, com a presença significativa de rotíferos (*Lecane prolecta*) e copepodas (náuplios de Cyclopoida).

Quadro 11.2 - 23 -Total de indivíduos, número total de espécies mais abundantes de zooplâncton nos pontos de coleta dos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em dezembro de 2011 a outubro de 2012, na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

| PONTO | MÊS-ANO | TOTAL DE INDIVÍDUOS (org/m ³) | TOTAL DE ESPÉCIES | ESPÉCIE MAIS ABUNDANTE “1” | ESPÉCIE MAIS ABUNDANTE “2” |
|-------|---------|---|-------------------|---|--|
| IGPAQ | dez/11 | 1908 | 27 | <i>Lecane proiecta</i> (31,13%) | <i>Euchlanis</i> sp 1 (17,22%) |
| | mar/12 | 13786 | 38 | <i>Lecane papuana</i> (28,45%) | Náuplio cyclopoida (17,38%) |
| | jun/12 | 4761 | 4 | <i>Arcella</i> sp (46,81%) | <i>Centropyxis aculeata</i> / <i>Lesquereusia</i> sp. (23,40%) |
| | out/12 | 1202 | 21 | <i>Centropyxis aculeata</i> (32,64%) | |
| IGTIC | dez/11 | 390 | 14 | <i>Arcella</i> sp (20,33%) | <i>Lecane proiecta</i> (14,52%) |
| | mar/12 | 1142 | 16 | <i>Lecane bulla</i> /Náuplio cyclopoida (17,84%) | <i>Alonella dadayi</i> (9,73%) |
| | jun/12 | 1927 | 17 | <i>Arcella</i> sp/ <i>Centropyxis aculeata</i> (24,48%) | <i>Diffflugia</i> sp 1/ <i>Lesquereusia</i> sp (9,79%) |
| | out/12 | 2565 | 18 | <i>Diffflugia corona</i> (41,91%) | |
| IGCAJ | dez/11 | 438 | 12 | <i>Lecane bulla</i> (23,31%) | <i>Arcella</i> sp (18,64%) |
| | mar/12 | 3821 | 21 | <i>Arcella</i> sp (25,17%) | Larva de inseto (13,64%) |
| | jun/12 | 16192 | 5 | <i>Arcella</i> sp (44,78%) | <i>Centropyxis aculeata</i> (26,87%) |
| | out/12 | 2339 | 17 | <i>Centropyxis aculeata</i> (38,73%) | |
| IGCO | dez/11 | 763 | 21 | <i>Arcella</i> sp (31,58%) | <i>Arcella rotundata</i> alta (14,04%) |
| | mar/12 | 2936 | 20 | <i>Arcella rotundata</i> alta (16,00%) | <i>Arcella</i> sp/ <i>Centropyxis aculeata</i> (13,33%) |
| | jun/12 | 3911 | 6 | <i>Arcella</i> sp (40,91%) | Náuplio cyclopoida (27,27%) |
| | out/12 | 1594 | 14 | <i>Arcella</i> sp (26,92%) | |

Quanto à diversidade da macrofauna bentônica, o valor máximo de organismos e o valor máximo do número de taxa foram observados em outubro de 2012 durante a seca nos igarapés Paquiçamba, Ticaruca e Cobal (**Quadro 11.2 - 23**). O igarapé Cajueiro apresentou o número máximo de taxa (17) também em outubro de 2012, durante a seca, mas, o pico de abundância ocorreu em março de 2012, durante a cheia. O igarapé Cajueiro apresentou a maior abundância de organismos, com mais de 16.000 org/m².

Já em relação à composição de *taxa* e sua abundância relativa: Chironomidae e Oligochaeta foram os taxa mais representativos, o que é esperado pela composição arenosa do substrato da maioria das amostras de todos os locais. É interessante notar que de maneira geral o aumento do número de *taxa* observado em outubro de 2012, durante a seca, coincidiu com uma diminuição na dominância de Chironomidae, exceto no igarapé Ticaruca, que ao longo de todo o ano foi dominado por esta família. Este aumento significativo de diversidade no período de seca pode ser explicado pela presença, em maior porcentagem, da fração de matéria orgânica no sedimento das amostras, como mencionado acima.

Quadro 11.2 - 24 - Total de indivíduos, número total de *taxa* mais abundantes da macrofauna bentônica nos pontos de coleta dos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em dezembro de 2011 a outubro de 2012

| PONTO | MÊS-ANO | TOTAL DE INDIVÍDUOS (org/m ²) | TOTAL DE TAXA | TAXA MAIS ABUNDANTE "1" | TAXA MAIS ABUNDANTE "2" |
|-------|---------|---|---------------|---|---|
| IGPAQ | dez/11 | 87,62 | 4 | Chironomidae (92,39%) | Oligochaeta (não identificado) (5,43%) |
| | mar/12 | 82,86 | 3 | Chironomidae (80,46%) | Oligochaeta (não identificado) (17,25%) |
| | jun/12 | 43,81 | 7 | Oligochaeta (não identificado) (41,30%) | Chironomidae (36,96%) |
| | out/12 | 465,71 | 13 | Chironomidae (73,42%) | Ceratopogonidae (16,56%) |
| IGTIC | dez/11 | 23,81 | 2 | Chironomidae (84,00%) | Oligochaeta (não identificado) (16,00%) |
| | mar/12 | 238,09 | 3 | Chironomidae (92,80%) | Baetidae (4,80%) |
| | jun/12 | 187,62 | 5 | Oligochaeta (não identificado) (94,92%) | Glossiphoniidae (2,54%) |
| | out/12 | 2187,62 | 13 | Chironomidae (96,73%) | Oligochaeta (não identificado) (0,65%) |
| IGCAJ | dez/11 | 7,62 | 3 | Oligochaeta (não identificado) (62,50%) | Ceratopogonidae (25,00%) |
| | mar/12 | 958,09 | 13 | Chironomidae (77,63%) | Oligochaeta (não identificado) (15,90%) |
| | jun/12 | 11,43 | 3 | Chironomidae (50,00%) | Oligochaeta (não identificado) (41,67%) |
| | out/12 | 174,29 | 17 | Chironomidae (44,26%) | Leptophlebiidae (36,07%) |
| IGCO | dez/11 | 20,95 | 2 | Chironomidae (86,36%) | Oligochaeta (não identificado) (13,64%) |
| | mar/12 | 62,85 | 5 | Chironomidae (81,83%) | Oligochaeta (não identificado) (6,06%) |
| | jun/12 | 22,86 | 4 | Chironomidae (62,50%) | Oligochaeta (não identificado) (33,33%) |
| | out/12 | 166,67 | 6 | Ceratopogonidae (68,00%) | Chironomidae (21,71%) |

11.2.1.2.1. DISCUSSÃO

A baixa mineralização das águas dos igarapés foi indicada mais uma vez, pela condutividade elétrica e alcalinidade. Desta forma, contínua atenção deve ser mantida, durante os próximos monitoramentos, a qualquer tipo de contaminante que possa alterar o pH das águas dessas microbacias porque a capacidade de tamponamento dos igarapés é restrita.

Em relação à disponibilidade de oxigênio, em geral, os igarapés não apresentaram boas condições, acompanhando, inclusive, os altos níveis de DBO durante os períodos de enchente e cheia, logo após as chuvas, indicando presença de contaminantes orgânicos.

Não foram observadas elevadas concentrações de nutrientes, indicando um grau intermediário de trofia dos igarapés e relação com cargas difusas, que devem ser controladas pela vegetação das microbacias e também com a capacidade de autodepuração de cada igarapé.

A análise das amostras do sedimento dos igarapés permitiu constatar boa qualidade ambiental e ausência de impactos relevantes neste compartimento, até o momento. A presença orgânica foi reduzida na maior parte do ano (não apresentou mais do que 5% de matéria orgânica na sua composição), mas, passou a ser dominante durante a seca nos sedimentos.

A diversidade e composição da biota aquática (fitoplâncton, zooplâncton e macrofauna bentônica) dos igarapés é representativa da região e é considerada como característica de ambientes lóticos.

Vale ressaltar que foram observados óleos e graxas nos igarapés Paquiçamba Ticaruca e Cajueiro e valores de coliformes termotolerantes (*E. coli*) fora da Classe 1 e 2 (CONAMA 357/05), indicando possível contaminação de efluentes industriais e sanitários, mesmo durante os períodos de vazante e seca, quando a capacidade de diluição e depuração dos igarapés é muito restrita.

Pode-se concluir que variações nas condições limnológicas dos igarapés foram observadas, o que demanda uma maior atenção na área, para melhor gestão desses corpos d'água durante a construção dos diques e do reservatório intermediário.

Os quatro igarapés, a partir de julho e agosto de 2012, fizeram parte da malha amostral de coletas mensais, com estimativa dos parâmetros da sonda multiparamétrica (medição *in situ*) para maior controle de possíveis alterações que estão sujeitos, com o andamento da obra.

11.2.1.3. MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA

São apresentados os resultados das três campanhas de coleta da ictiofauna realizadas ao longo de 2012 – períodos de cheia (março), vazante (junho/julho) e seca (outubro) – nos igarapés Cobal, Cajueiro, Ticaruca e Paquiçamba. Foram coligidos 2.395 indivíduos de peixes distribuídos em 75 espécies/morfoespécies, 51 gêneros, 22 famílias e cinco ordens taxonômicas (**Quadro 11.2 - 25**). É importante ressaltar que ações de resgate e salvamento da ictiofauna também foram realizadas neste período, nos meses de julho a outubro de 2012. As ações ocorreram em áreas a montante (Canteiro Canal & Diques) e a jusante (Canteiro Bela Vista) dos locais de construção dos diques nas drenagens dos igarapés Ticaruca e Paquiçamba.

Quadro 11.2 - 25 - Número de famílias, de gêneros, de espécies, densidade de indivíduos (N) e abundância relativa (% N) das ordens taxonômicas da ictiofauna registrada nos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em 2012 - períodos de cheia (março), vazante (junho/julho) e seca (outubro) - na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

| ORDEM | FAMÍLIAS | GÊNEROS | ESPÉCIES | N | % N |
|--------------------|----------|---------|----------|------|------|
| Characiformes | 11 | 31 | 50 | 1970 | 82,4 |
| Cyprinodontiformes | 2 | 2 | 2 | 187 | 7,8 |
| Gymnotiformes | 2 | 2 | 3 | 27 | 1,1 |
| Perciformes | 1 | 5 | 5 | 43 | 1,8 |
| Siluriformes | 6 | 11 | 15 | 168 | 7,0 |
| TOTAL | 22 | 51 | 75 | 2395 | |

Considerando todos os igarapés amostrados na área de influência do empreendimento no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna (39 igarapés, incluindo os igarapés interceptados pelos diques) e em todos os períodos, foram coligidos 13.714 indivíduos de peixes distribuídos em 136 espécies/morfoespécies, 82 gêneros, 27 famílias e seis ordens taxonômicas. Ou seja, esses quatro igarapés, apresentaram 18% da densidade total de indivíduos e 55% da riqueza total da ictiofauna amostrada nos igarapés da região (**Quadro 11.2 - 26**). As médias do número de gêneros, de espécies e da densidade de indivíduos nos quatro igarapés que serão interceptados pelos diques são bem superiores às médias dos igarapés amostrados, em geral. No entanto, nenhuma espécie foi exclusiva desses quatro igarapés, até o momento, em relação aos outros 35 igarapés amostrados.

Adicionalmente, um estudo complementar (**Anexo 11.2 - 4**), resultado de três campanhas de coleta realizadas durante os períodos hidrológicos de cheia, vazante e seca do ano de 2012 em oito igarapés da Volta Grande do Xingu (incluindo os quatro igarapés em foco neste Programa) foi elaborado para o atendimento às condicionantes específicas 2.1 e 2.7 da Licença de Instalação Nº 795/2011 da UHE Belo Monte. Assim, considerando a análise de similaridade realizada e a distribuição geográfica

conhecida das espécies inventariadas neste estudo complementar, considera-se que o conjunto da ictiofauna da Volta Grande persistirá nos igarapés remanescentes da região: foi indicado que não existem evidências de que a implantação de intervenções nas drenagens dos igarapés afetados pela construção do Reservatório Intermediário da UHE Belo Monte implicarão necessariamente na eliminação de espécies na região, em especial aquelas de maior nível de preocupação, como possíveis espécies novas endêmicas, ou ameaçadas.

Quadro 11.2 - 26 - Média e desvio padrão do número de ordens, de famílias, de gêneros, de espécies e da densidade de indivíduos (N) da ictiofauna registrada nos igarapés amostrados na área de influência do empreendimento no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna e nos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em 2012 - períodos de cheia (março), vazante (junho/julho) e seca (outubro) - na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

| IGARAPÉS | ESTATÍSTICA | ORDEM | FAMÍLIAS | GÊNEROS | ESPÉCIES | N |
|---|---------------|-------|----------|---------|----------|-------|
| Igarapés amostrados na área de influência do empreendimento no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna (39 igarapés) | Média | 4,2 | 9,2 | 16,3 | 18,5 | 350,1 |
| | Desvio padrão | 1,4 | 4,1 | 8,6 | 10,9 | 377,1 |
| Igarapés que serão interceptados pelos diques (4 igarapés) | Média | 4,3 | 12,8 | 29,5 | 39,0 | 598,8 |
| | Desvio padrão | 1,0 | 2,6 | 6,9 | 8,3 | 648,4 |

A ordem mais diversa foi Characiformes com 11 famílias, 50 espécies e 82% dos indivíduos coligidos (1970 indivíduos) (**Quadro 11.2 - 27**). Dentre os Characiformes se destacou, em riqueza de espécies e indivíduos, a família Characidae, com 32 espécies (43% da riqueza total) e 71% dos indivíduos coligidos (1709 indivíduos).

Quadro 11.2 - 27 - Densidade (N) e abundância relativa (% N) das espécies da ictiofauna registrada nos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em 2012 - períodos de cheia (março), vazante (junho/julho) e seca (outubro) - na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

| Ordem | Familia | Espécie | N | % N |
|---------------|-------------------|---|----|------|
| Characiformes | Acestrorhynchidae | <i>Acestrorhynchus falcatus</i> (Bloch, 1794) | 4 | 0,17 |
| | | <i>Acestrorhynchus microlepis</i> (Jardine 1794) | 3 | 0,13 |
| | Anostomidae | <i>Anostomus ternetzi</i> Fernández-Yépez, 1949 | 1 | 0,04 |
| | | <i>Leporinus aff. megalepis</i> Günther, 1863 | 7 | 0,29 |
| | | <i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794) | 4 | 0,17 |
| | Characidae | <i>Astyanax elachylepis</i> Bertaco & Lucinda, 2005 | 1 | 0,04 |
| | | <i>Astyanax gr. bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758) | 20 | 0,83 |
| | | <i>Brycon falcatus</i> Müller & Troschel, 1844 | 9 | 0,38 |
| | | <i>Brycon</i> sp adiposa hialina | 1 | 0,04 |
| | | <i>Bryconops</i> sp affinis | 87 | 3,63 |
| | | <i>Bryconops</i> sp giacopini | 18 | 0,75 |

| Ordem | Familia | Espécie | N | % N |
|--|---|--|------|-------|
| | | <i>Charax</i> sp | 6 | 0,25 |
| | | <i>Creagrutus</i> sp | 3 | 0,13 |
| | | <i>Ctenobrycon spilurus</i> (Valenciennes, 1850) | 152 | 6,34 |
| | | <i>Hemigrammus microstomus</i> Durbin, 1918 | 327 | 13,64 |
| | | <i>Hemigrammus ocellifer</i> (Steindachner, 1882) | 23 | 0,96 |
| | | <i>Hyphessobrycon</i> aff. <i>tropis</i> Géry, 1963 | 27 | 1,13 |
| | | <i>Hyphessobrycon hasemani</i> Fowler, 1913 | 224 | 9,34 |
| | | <i>Jupiaba polylepis</i> (Günther, 1864) | 130 | 5,42 |
| | | <i>Knodus</i> sp <i>savannensis</i> | 144 | 6,01 |
| | | <i>Microchemobrycon</i> sp | 3 | 0,13 |
| | | <i>Moenkhausia celibela</i> Marinho & Langeani, 2010 | 179 | 7,46 |
| | | <i>Moenkhausia colletti</i> (Steindachner, 1882) | 1 | 0,04 |
| | | <i>Moenkhausia comma</i> Eigenmann, 1908 | 8 | 0,33 |
| | | <i>Moenkhausia dichroua</i> (Kner, 1858) | 30 | 1,25 |
| | | <i>Moenkhausia loweae</i> Géry, 1992 | 6 | 0,25 |
| | | <i>Moenkhausia oligolepis</i> (Günther, 1864) | 67 | 2,79 |
| | | <i>Moenkhausia pirauba</i> Zanata, Birindelli & Moreira, 2010 | 1 | 0,04 |
| | | <i>Moenkhausia xinguensis</i> (Steindachner, 1882) | 5 | 0,21 |
| | | <i>Phenacogaster</i> gr. <i>pectinatus</i> (Cope, 1870) | 46 | 1,92 |
| | | <i>Poptella brevispina</i> Reis, 1989 | 34 | 1,42 |
| | | <i>Poptella compressa</i> (Günther, 1864) | 104 | 4,34 |
| | | <i>Roeboexodon guyanensis</i> (Puyo, 1948) | 1 | 0,04 |
| | | <i>Tetragonopterus chalceus</i> Spix & Agassiz, 1829 | 18 | 0,75 |
| | | <i>Thayeria boehlkei</i> Weitzman, 1957 | 12 | 0,50 |
| | | <i>Triportheus albus</i> Cope, 1872 | 4 | 0,17 |
| | | <i>Triportheus</i> cf. <i>rotundatus</i> (Jardine 1841) | 18 | 0,75 |
| | Crenuchidae | <i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i> Eigenmann, 1909 | 67 | 2,79 |
| | Curimatidae | <i>Cyphocharax gouldingi</i> Vari, 1992 | 109 | 4,55 |
| | | <i>Cyphocharax</i> sp longo | 11 | 0,46 |
| | | <i>Steindachnerina amazonica</i> (Steindachner, 1911) | 2 | 0,08 |
| | Erythrinidae | <i>Hoplias curupira</i> Oyakawa & Mattox, 2009 | 5 | 0,21 |
| <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) | | 22 | 0,92 | |
| Gasteropelecidae | <i>Gasteropelecus sternicla</i> (Linnaeus, 1758) | 1 | 0,04 | |
| Hemiodontidae | <i>Hemiodus tocantinensis</i> Langeani, 1999 | 1 | 0,04 | |
| | <i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794) | 1 | 0,04 | |
| Lebiasinidae | <i>Copella arnoldi</i> (Regan, 1912) | 11 | 0,46 | |
| Prochilodontidae | <i>Prochilodus nigricans</i> Spix & Agassiz, 1829 | 7 | 0,29 | |
| Serrasalmidae | <i>Metynnis hypshauchen</i> (Müller & Troschel, 1844) | 2 | 0,08 | |
| | <i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766) | 3 | 0,13 | |
| Cyprinodontiformes | Poeciliidae | <i>Pamphorichthys</i> sp | 186 | 7,76 |
| | Rivulidae | <i>Rivulus</i> gr. <i>urophthalmus</i> Günther, 1866 | 1 | 0,04 |
| Gymnotiformes | Rhamphichthyidae | <i>Gymnorhamphichthys petiti</i> Géry & Vu, 1964 | 2 | 0,08 |
| | Sternopygidae | <i>Eigenmannia</i> aff. <i>trilineata</i> López & Castello, 1966 | 24 | 1,00 |

| Ordem | Familia | Espécie | N | % N |
|------------------------|------------------|--|-------------|------|
| | | <i>Eigenmannia</i> sp | 1 | 0,04 |
| Perciformes | Cichlidae | <i>Aequidens tetramerus</i> (Heckel, 1840) | 24 | 1,00 |
| | | <i>Apistogramma</i> sp tracejado | 7 | 0,29 |
| | | <i>Crenicichla</i> gr. <i>saxatilis</i> (Linnaeus, 1758) | 2 | 0,08 |
| | | <i>Geophagus</i> aff. <i>altifrons</i> Heckel, 1840 | 2 | 0,08 |
| | | <i>Satanoperca</i> aff. <i>jurupari</i> (Heckel, 1840) | 8 | 0,33 |
| Siluriformes | Aspredinidae | <i>Bunocephalus coracoideus</i> (Cope, 1874) | 2 | 0,08 |
| | Auchenipteridae | <i>Tatia</i> sp preta | 1 | 0,04 |
| | Callichthyidae | <i>Corydoras</i> aff. <i>acutus</i> Cope, 1872 | 6 | 0,25 |
| | | <i>Corydoras</i> cf. <i>aeneus</i> (Gill, 1858) | 1 | 0,04 |
| | | <i>Corydoras</i> sp C87 | 53 | 2,21 |
| | Heptapteridae | <i>Phenacorhamdia</i> sp | 5 | 0,21 |
| | | <i>Pimelodella</i> sp | 62 | 2,59 |
| | Loricariidae | <i>Ancistrus</i> sp bola | 6 | 0,25 |
| | | <i>Hypostomus</i> aff. <i>plecostomus</i> (Linnaeus, 1758) | 5 | 0,21 |
| | | <i>Hypostomus</i> sp <i>plecostomus</i> escuro | 1 | 0,04 |
| | | <i>Loricaria cataphracta</i> (Linnaeus, 1758) | 3 | 0,13 |
| | | <i>Otocinclus</i> sp | 3 | 0,13 |
| | | <i>Rinelocaria lanceolata</i> (Günther, 1868) | 2 | 0,08 |
| | | <i>Rinelocaria</i> sp | 17 | 0,71 |
| | Trichomycteridae | <i>Ituglanis</i> sp | 1 | 0,04 |
| DENSIDADE TOTAL | | | 2395 | |
| RIQUEZA TOTAL | | | 75 | |

Apenas nove espécies destacaram-se (apresentaram mais que 100 indivíduos) somando 1555 indivíduos correspondentes a 65% da densidade total. Em ordem crescente: *Poptella compressa* (104 ind. - Characidae), *Cyphocharax gouldingi* (109 ind. - Curimatidae), *Jupiaba polylepis* (130 ind. - Characidae), *Knodus* sp *savannensis* (144 ind. - Characidae), *Ctenobrycon spilurus* (152 ind. - Characidae), *Moenkhausia celibela* (179 ind. - Characidae), *Pamphorichthys* sp (186 ind. - Poeciliidae), *Hyphessobrycon hasemani* (224 ind. - Characidae) e *Hemigrammus microstomus* (327 ind. - Characidae).

Não foram registradas espécies que fazem parte da lista de espécies ameaçadas de extinção, tanto nacional (sensu IBAMA) como internacional (sensu IUCN-CITES). Uma única espécie endêmica para a bacia do Xingu *Moenkhausia xinguensis* (Characidae) foi registrada no igarapé Cajueiro (quatro indivíduos na cheia/março de 2012) e no igarapé Ticaruca (um indivíduo na vazante/julho de 2012).

O resultado da análise da complexidade estrutural de cada igarapé está apresentado no **Quadro 11.2 - 28**. A pontuação total para cada igarapé (soma dos 10 parâmetros de habitat, numa escala de 0 a 100), em cada período amostrado, também é apresentada. Conforme maior a pontuação, melhor a qualidade do ambiente aquático

("100" significa que o igarapé é 100% íntegro) e foi possível obter um indicador do grau de conservação dos igarapés ao longo de 2012.

Quadro 11.2 - 28 - Valores dos parâmetros de avaliação do grau de conservação dos igarapés que serão interceptados pelos diques, amostrados em 2012, na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

| PARÂMETRO ANALISADO | PAQUIÇAMBA | | | TICARUCA | | | CAJUEIRO | | | COBAL | | |
|---------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | CHEIA | VAZANTE | SECA | CHEIA | VAZANTE | SECA | CHEIA | VAZANTE | SECA | CHEIA | VAZANTE | SECA |
| Substrato disponível para fauna | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 7 | 2 | 9 | - | 9 | 8 | 8 |
| Caracterização do substrato dos poços | 9 | 10 | 10 | 9 | 4 | 4 | 3 | 9 | - | 6 | 7 | 7 |
| Regimes de velocidade e profundidade | 5 | 10 | 10 | 9 | 3 | 3 | 2 | 8 | - | 9 | 7 | 7 |
| Deposição de sedimentos | 9 | 9 | 9 | 7 | 5 | 5 | 2 | 9 | - | 7 | 8 | 8 |
| Fluxo de água no canal | 8 | 10 | 10 | 9 | 4 | 4 | 4 | 10 | - | 9 | 9 | 9 |
| Alterações no canal | 10 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 9 | 10 | - | 10 | 9 | 9 |
| Sinuosidade do canal | 9 | 10 | 10 | 8 | 4 | 4 | 4 | 9 | - | 6 | 8 | 8 |
| Estabilidade do barranco | 10 | 9 | 9 | 9 | 3 | 3 | 1 | 10 | - | 9 | 9 | 9 |
| Proteção Vegetal nos barrancos | 9 | 7 | 7 | 8 | 1 | 1 | 0 | 9 | - | 7 | 9 | 9 |
| Largura da faixa ciliar | 8 | 4 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 9 | - | 4 | 8 | 8 |
| TOTAL | 86 | 88 | 88 | 83 | 39 | 39 | 27 | 92 | - | 76 | 82 | 82 |

É importante ressaltar que o igarapé Cajueiro, em outubro de 2012, estava completamente seco, foi encontrada apenas uma poça de água bem pequena onde não foi possível aplicar os métodos de monitoramento da ictiofauna (**Figura 11.2 - 54**). Já no Paquiçamba, a água estava parada, sem fluxo, onde foi observada água nos poções ao longo do igarapé e o protocolo pôde ser aplicado.



Figura 11.2 - 54 - Igarapé Cajueiro durante o período de seca (outubro/2012) na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

Cada igarapé apresentou uma tendência temporal distinta. O único igarapé que permaneceu com o mesmo grau de conservação foi o igarapé Paquiçamba, que se manteve “bom”, nos três períodos, seguido do igarapé Cobal, que apesar de se apresentar como “degradado” no período de cheia (mas no limiar para ser classificado como “bom”), foi categorizado como “bom” tanto no período de vazante quanto no período de seca.

Já o igarapé Ticaruca, que se apresentava “bom” no período de cheia foi categorizado como “pobre” tanto no período de vazante quanto no período de seca; o oposto do igarapé Cajueiro, que se apresentava “pobre” no período de cheia e foi categorizado como “bom” no período de vazante.

Considerando cada igarapé individualmente (**Quadro 11.2 - 29**), o igarapé Cajueiro foi o menos diverso, registrando 31 espécies, o menor número de gêneros (21) e de indivíduos coligidos (227), que pode ser um reflexo de possuir a menor bacia de drenagem.

No entanto, o igarapé Paquiçamba, que possui a maior bacia, também apresenta baixa diversidade: de ordens (apenas 2) e de espécies (33). Apesar da classificação do grau de conservação ser “bom” (**Quadro 11.2 - 28**), esse igarapé foi sujeito, até o momento, ao maior grau de alterações pelo andamento da obra na região do reservatório intermediário, mas a baixa diversidade observada também pode ser um efeito do histórico de uso e ocupação das margens desse igarapé.

Quadro 11.2 - 29 - Número de ordens, famílias, gêneros, espécies e densidade (N) das espécies da ictiofauna registrada nos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em 2012 - períodos de cheia (março), vazante (junho/julho) e seca (outubro) - na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

| IGARAPÉ | PERÍODO | ORDENS | | FAMÍLIAS | | GÊNEROS | | ESPÉCIES | | N | |
|------------|---------|--------|---|----------|----|---------|----|----------|----|------|------|
| PAQUIÇAMBA | Cheia | 2 | 3 | 3 | 10 | 7 | 27 | 8 | 33 | 19 | 307 |
| | Vazante | 2 | | 6 | | 16 | | 19 | | 90 | |
| | Seca | 3 | | 9 | | 24 | | 29 | | 198 | |
| TICARUCA | Cheia | 4 | 5 | 7 | 15 | 12 | 36 | 12 | 47 | 31 | 1570 |
| | Vazante | 4 | | 11 | | 24 | | 30 | | 416 | |
| | Seca | 5 | | 13 | | 28 | | 37 | | 1123 | |
| CAJUEIRO | Cheia | 2 | 4 | 3 | 11 | 11 | 21 | 13 | 31 | 83 | 227 |
| | Vazante | 4 | | 11 | | 19 | | 26 | | 144 | |
| | Seca | - | | - | | - | | - | | - | |
| COBAL | Cheia | 1 | 5 | 3 | 15 | 12 | 34 | 14 | 44 | 83 | 291 |
| | Vazante | 5 | | 12 | | 23 | | 28 | | 102 | |
| | Seca | 4 | | 12 | | 25 | | 31 | | 106 | |

Apenas nos igarapés Cobal (durante a vazante) e Ticaruca (durante a seca) foi observada a presença simultânea de espécies pertencentes às cinco ordens registradas nas três campanhas (**Quadro 11.2 - 29**) e o maior número de famílias (15), gêneros (superior a 30) e espécies (superior a 40).

No entanto, o igarapé Cobal apresenta menos do que 20% da densidade de indivíduos registrada no igarapé Ticaruca, que apresenta um total de 1.570 indivíduos coligidos durante as três campanhas realizadas.

Entre os 39 igarapés amostrados na área de influência do empreendimento no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna, apenas dois igarapés apresentaram mais do que 1.000 indivíduos coligidos até o momento, e o igarapé Ticaruca é um deles. É importante ressaltar que este igarapé também vem sofrendo alterações (como o igarapé Paquiçamba) e isso foi evidenciado pela evolução negativa do grau de conservação ao longo de 2012 (**Quadro 11.2 - 27**); mas, claramente, é ainda um dos igarapés mais diversos na região.

Apesar da proximidade geográfica dos igarapés estudados, apenas 13 espécies (*Leporinus friderici*, *Brycon falcatus*, *Bryconops sp giacopini*, *Hoplias malabaricus*, *Pimelodella sp*, *Characidium aff. zebra*, *Moenkhausia oligolepis*, *Poptella compressa*, *Jupiaba polylepis*, *Knodus sp savannensis*, *Ctenobrycon spilurus*, *Hyphessobrycon hasemani* e *Hemigrammus microstomus*), do total de 75 espécies, foram coligidas nos quatro corpos hídricos estudados, sugerindo uma baixa afinidade ictiofaunística entre os diferentes ambientes estudados (**Quadro 11.2 - 29**).

É importante ressaltar que essas 13 espécies (17% da riqueza total observada nesses igarapés) estão entre as que apresentaram maiores densidades (seis espécies apresentaram mais que 100 indivíduos), representando 56% da densidade total (1.330 indivíduos) e as duas espécies mais abundantes, *Hyphessobrycon hasemani* e *Hemigrammus microstomus* estão presentes nos quatro igarapés e representam 23% da densidade total. Apenas uma espécie, *Poptella compressa*, ocorreu em todos os igarapés e em todos os períodos, seguida de *Knodus sp savannensis*, que ocorreu em todos os igarapés e períodos, exceto durante a cheia no igarapé Ticaruca. (**Quadro 11.2 - 29**)

O igarapé Cobal apresentou o maior número de espécies exclusivas, 11, seguido do igarapé Ticaruca, com 10 espécies exclusivas, do igarapé Cajueiro com 8 espécies exclusivas e o igarapé Paquiçamba, que apresentou apenas 3 espécies exclusivas (**Quadro 11.2 - 29**).

Plotando-se a frequência de ocorrência (FO%) vs. a abundância relativa (N%) das espécies, foi evidenciado que a ictiofauna é representada por espécies raras e restritas (**Figura 11.2 - 55**): 32 espécies (43% da riqueza total) foram exclusivas de um igarapé e, somadas, representaram apenas 7% da densidade total (163 indivíduos). Destas, 24 espécies foram restritas a um igarapé e ainda, a um período amostrado; 7 espécies foram restritas a um igarapé e presentes em dois períodos amostrados; e, apenas uma espécie foi restrita a um igarapé mas, presente nos três períodos amostrados. A abundância relativa mínima – máxima dessas 32 espécies é: 0,04% – 1,25%, indicando a condição de raridade. Este resultado é semelhante ao observado para cada campanha, individualmente, mas, pode ser ainda o reflexo de apenas três campanhas terem sido realizadas e é esperado que, no decorrer do monitoramento, o número de espécies restritas tenda a diminuir com o aumento do esforço amostral.

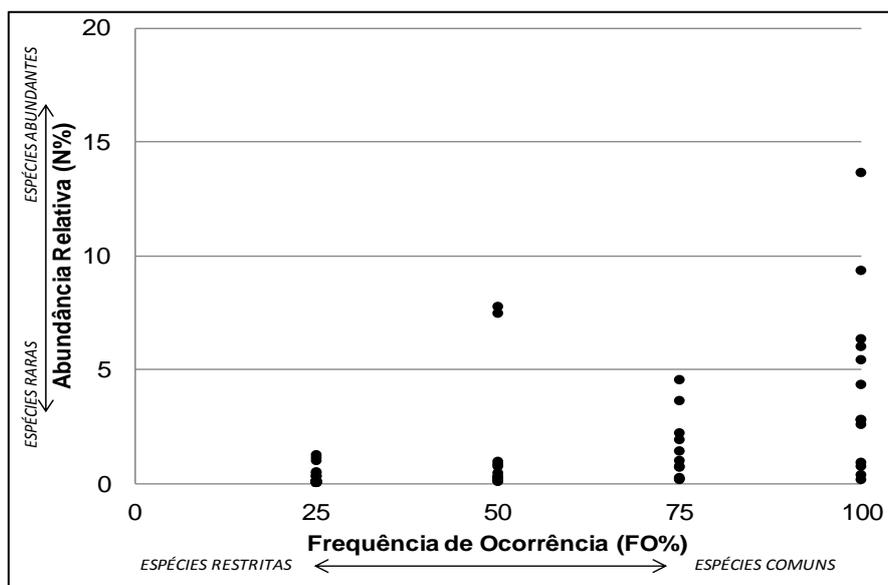


Figura 11.2 - 55 - Frequência de ocorrência (FO%) vs. abundância relativa (N %) das espécies da ictiofauna registrada nos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em 2012 - períodos de cheia (março), vazante (junho/julho) e seca (outubro) - na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

Quadro 11.2 - 30 - Densidade e frequência de ocorrência (FO %) da ictiofauna dos quatro igarapés que serão interceptados por diques (UHE Belo Monte), em 2012 - períodos de cheia (mar), vazante (jun/jul) e seca (out)

| ESPÉCIES | PAQUIÇAMBA | | | TICARUCA | | | CAJUEIRO | | | COBAL | | | FO % |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------|
| | CHEIA | VAZANTE | SECA | CHEIA | VAZANTE | SECA | CHEIA | VAZANTE | SECA | CHEIA | VAZANTE | SECA | |
| <i>Acestrorhynchus falcatus</i> | 1 | | | | 1 | | | | - | | 1 | 1 | 75 |
| <i>Acestrorhynchus microlepis</i> | | | | | | | | | - | | | 3 | 25 |
| <i>Aequidens tetramerus</i> | | | | | 1 | 10 | 3 | 7 | - | | | 3 | 75 |
| <i>Ancistrus</i> sp bola | 1 | 3 | 1 | | 1 | | | | - | | | | 50 |
| <i>Anostomus temetzi</i> | | | | | | | | | - | | 1 | | 25 |
| <i>Apistogramma</i> sp tracejado | | | | 2 | 2 | | | | - | | 3 | | 50 |
| <i>Astyanax elachylepis</i> | | | | | | | | 1 | - | | | | 25 |
| <i>Astyanax</i> gr. <i>bimaculatus</i> | | | | | | 19 | | 1 | - | | | | 50 |
| <i>Brycon falcatus</i> | | | 1 | | | 5 | | 2 | - | 1 | | | 100 |
| <i>Brycon</i> sp adiposa hialina | | | | | | | 1 | | - | | | | 25 |
| <i>Bryconops</i> sp <i>affinis</i> | 1 | 5 | 6 | 7 | 3 | 20 | | | - | 5 | 32 | 8 | 75 |
| <i>Bryconops</i> sp <i>giacopini</i> | | 6 | 2 | | 3 | | 4 | | - | 1 | 1 | 1 | 100 |
| <i>Bunocephalus coracoideus</i> | | | | | 1 | 1 | | | - | | | | 25 |
| <i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i> | | 3 | 13 | 1 | 5 | 34 | | 5 | - | | 4 | 2 | 100 |
| <i>Charax</i> sp | 2 | | | | | 4 | | | - | | | | 50 |
| <i>Copella arnoldi</i> | | | | | | | | 11 | - | | | | 25 |
| <i>Corydoras</i> aff. <i>acutus</i> | | | 2 | | | | | 4 | - | | | | 50 |
| <i>Corydoras</i> cf. <i>aeneus</i> | | | | | | | | 1 | - | | | | 25 |
| <i>Corydoras</i> sp C87 | | | | | | 38 | | 8 | - | | | 7 | 75 |
| <i>Creagrutus</i> sp | | | 1 | | | | | | - | | 2 | | 50 |
| <i>Crenicichla</i> gr. <i>saxatilis</i> | | | 1 | | 1 | | | | - | | | | 50 |
| <i>Ctenobrycon spilurus</i> | | 5 | 7 | 4 | 53 | 66 | | 7 | - | 9 | 1 | | 100 |
| <i>Cyphocharax gouldingi</i> | | 6 | 28 | 1 | 12 | 60 | | | - | | 1 | 1 | 75 |
| <i>Cyphocharax</i> sp longo | | | 9 | | 2 | | | | - | | | | 50 |
| <i>Eigenmannia</i> aff. <i>trilineata</i> | | | | | | 24 | | | - | | | | 25 |
| <i>Eigenmannia</i> sp | | | | | | 1 | | | - | | | | 25 |
| <i>Gasteropelecus sternicla</i> | | | | | 1 | | | | - | | | | 25 |
| <i>Geophagus</i> aff. <i>altifrons</i> | | | | | | | | | - | | 2 | | 25 |
| <i>Gymnorhamphichthys petiti</i> | | | | | | | | | - | | 1 | 1 | 25 |
| <i>Hemigrammus microstomus</i> | | 10 | 11 | | 34 | 250 | | 12 | - | | 2 | 8 | 100 |
| <i>Hemigrammus ocellifer</i> | | | | | | | 13 | 7 | - | | 2 | 1 | 50 |
| <i>Hemiodus tocantinensis</i> | | | | | | | | | - | 1 | | | 25 |
| <i>Hemiodus unimaculatus</i> | | | | | | | | | - | 1 | | | 25 |
| <i>Hoplias curupira</i> | | | | | | 1 | | 2 | - | | 1 | 1 | 75 |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | | | 3 | | 1 | 12 | 3 | 1 | - | | 2 | | 100 |
| <i>Hyphessobrycon</i> aff. <i>tropis</i> | | | | | 16 | 11 | | | - | | | | 25 |
| <i>Hyphessobrycon hasemani</i> | | 10 | 32 | | 59 | 79 | 18 | 10 | - | 5 | 4 | 7 | 100 |
| <i>Hypostomus</i> aff. <i>plecostomus</i> | | | 3 | | | | | | - | | | 2 | 50 |
| <i>Hypostomus</i> sp <i>plecostomus</i> escuro | | | | | | | | | - | | 1 | | 25 |
| <i>Ituglanis</i> sp | | | | | | | | 1 | - | | | | 25 |
| <i>Jupiaba polylepis</i> | | 3 | 1 | 4 | 40 | 43 | 1 | | - | 34 | 1 | 3 | 100 |
| <i>Knodus</i> sp <i>savannensis</i> | 2 | 15 | 6 | | 2 | 63 | 19 | 11 | - | 1 | 19 | 6 | 100 |
| <i>Leporinus</i> aff. <i>megalepis</i> | | 3 | 2 | | | | | | - | | 1 | 1 | 50 |
| <i>Leporinus friderici</i> | | 1 | | | | 1 | | 1 | - | | | 1 | 100 |
| <i>Loricaria cataphracta</i> | | | | | 1 | | | | - | | 1 | 1 | 50 |
| <i>Metynnis hypshauchen</i> | | | | 2 | | | | | - | | | | 25 |
| <i>Microschemobrycon</i> sp | | | | | | | | | - | | | 3 | 25 |
| <i>Moenkhausia celibela</i> | | | | 4 | 32 | 138 | | | - | | 5 | | 50 |
| <i>Moenkhausia colletti</i> | | | | | | 1 | | | - | | | | 25 |
| <i>Moenkhausia comma</i> | | | | | | | 1 | 7 | - | | | | 25 |
| <i>Moenkhausia dichrourea</i> | | | | | | | | | - | 3 | 1 | 26 | 25 |
| <i>Moenkhausia loweae</i> | | | 2 | | 1 | 2 | | | - | | | 1 | 75 |
| <i>Moenkhausia oligolepis</i> | | 5 | 5 | | 3 | 20 | 7 | 23 | - | | 3 | 1 | 100 |
| <i>Moenkhausia piraua</i> | | | | | | | | 1 | - | | | | 25 |
| <i>Moenkhausia xinguensis</i> | | | | | 1 | | 4 | | - | | | | 50 |
| <i>Otocinclus</i> sp | | | | 1 | | 1 | | 1 | - | | | | 50 |
| <i>Pamphorichthys</i> sp | | | | 3 | 103 | 79 | | | - | | 1 | | 50 |
| <i>Phenacogaster</i> gr. <i>pectinatus</i> | 2 | 2 | 12 | | 10 | 13 | | | - | 1 | | 6 | 75 |
| <i>Phenacorhamdia</i> sp | | 3 | | | | | | | - | | | 2 | 50 |
| <i>Pimelodella</i> sp | | 6 | 21 | | | 22 | | 2 | - | | 7 | 4 | 100 |
| <i>Poptella brevispina</i> | 7 | 1 | 5 | | | 5 | | 16 | - | | | | 75 |
| <i>Poptella compressa</i> | 3 | 2 | 18 | 1 | 13 | 55 | 7 | 1 | - | 2 | 1 | 1 | 100 |
| <i>Prochilodus nigricans</i> | | | | | | | | | - | 6 | 1 | | 25 |
| <i>Rinelocaria lanceolata</i> | | | 2 | | | | | | - | | | | 25 |
| <i>Rinelocaria</i> sp | | | 1 | | | 15 | | | - | | | 1 | 75 |
| <i>Rivulus</i> gr. <i>urophthalmus</i> | | | | | | | | 1 | - | | | | 25 |
| <i>Roeboides guyanensis</i> | | | 1 | | | | | | - | | | | 25 |
| <i>Satanoperca</i> aff. <i>jurupari</i> | | | | | | 8 | | | - | | | | 25 |
| <i>Serrasalmus rhombeus</i> | | | | | 1 | 2 | | | - | | | | 25 |
| <i>Steindachnerina amazonica</i> | | 1 | 1 | | | | | | - | | | | 25 |
| <i>Tatia</i> sp preta | | | | | | | | | - | | | 1 | 25 |
| <i>Tetragonopterus chalceus</i> | | | 1 | | 1 | 2 | | | - | 13 | | 1 | 75 |
| <i>Thayeria boehlkei</i> | | | | | 12 | | | | - | | | | 25 |
| <i>Triportheus albus</i> | | | | 1 | | 1 | 2 | | - | | | | 50 |
| <i>Triportheus</i> cf. <i>rotundatus</i> | | | | | | 17 | | | - | | | 1 | 50 |
| RIQUEZA TOTAL | 8 | 19 | 29 | 12 | 30 | 37 | 13 | 26 | - | 14 | 28 | 31 | |
| RIQUEZA EXCLUSIVA | | 3 | | | 10 | | | 8 | | | 11 | | |

Plotando-se o ranqueamento da abundância das espécies (num igarapé com “N” espécies, a espécie mais abundante é a espécie “1” e a menos abundante é a espécie “N”) contra a abundância relativa (% N) em escala logarítmica (Log (% N+1)), foram determinadas as curvas de ranqueamento de abundância para cada igarapé amostrado (**Figura 11.2 - 56**).

O igarapé Ticaruca apresentou o maior coeficiente/inclinação da reta (0.711), mostrando um gradiente mais acentuado do que os outros, o que indica menor equitabilidade (**Figura 11.2 - 56**) neste igarapé: espécies de maior ranqueamento (espécies “1”, “2”, “3”, etc.) possuem abundâncias bem mais elevadas do que espécies de baixo ranqueamento (espécies “28”, “29”, “30”). Por outro lado, a indicação de uma maior contribuição de espécies raras também pode ser interpretada como uma maior integridade ambiental. Neste sentido, o igarapé Ticaruca apresentou 23 espécies com até cinco indivíduos e o igarapé Cobal apresentou 31 espécies com até cinco indivíduos. Os igarapés Paquiçamba, Cajueiro e Cobal apresentaram curvas intermediárias bem similares (coeficientes quase iguais), indicando que as abundâncias de espécies diferentes, mesmo que poucas são mais similares nesses igarapés: o intervalo entre a abundância mínima (1 indivíduo) e a máxima (45 indivíduos) nesses igarapés é menor do que no igarapé Ticaruca (abundância mínima de 1 indivíduo e máxima de 284 indivíduos).

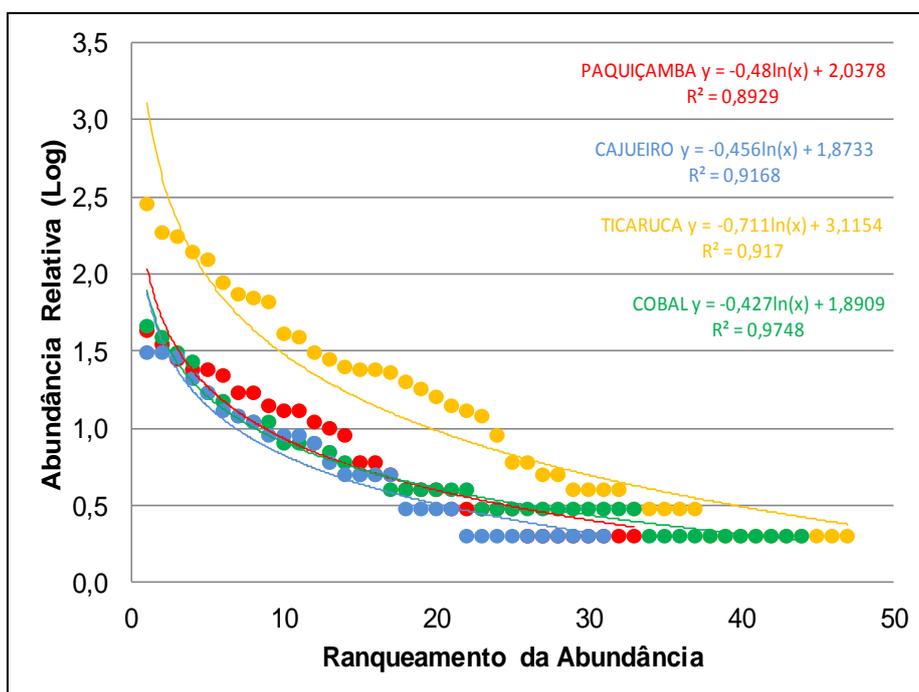


Figura 11.2 - 56 - Curvas de ranqueamento de abundância das espécies da ictiofauna registrada nos quatro igarapés que serão interceptados por diques, amostrados em 2012 - períodos de cheia (março), vazante (junho/julho) e seca (outubro) - na área de influência do futuro reservatório dos canais – UHE Belo Monte

Dessa forma, na comparação entre os igarapés amostrados, observou-se que a maioria das espécies foi representada por populações reduzidas (baixas abundâncias)

e com distribuição espacial restrita, indicando que os igarapés tendem a apresentar alta especificidade ictiofaunística, e esta composição específica pode ser suscetível a alterações ambientais.

Como apontado no relatório anterior, diversos aspectos ambientais e antropogênicos devem ser considerados para uma ampla abordagem do estado atual da ictiofauna nesses igarapés. De um lado está a imprevisibilidade ambiental em termos de regime de chuvas e de aumento ou diminuição da vazão dos ambientes aquáticos estudados na região, processos estes naturais e que podem causar uma resposta diferenciada por parte dos grupos biológicos estudados. Por outro lado, tem-se os efeitos antropogênicos causados pelo próprio empreendimento, como a remoção vegetal e a entrada no sistema aquático de material erodido pela ação humana na região a montante dos locais amostrados. Deste modo, gradualmente, e previsivelmente, observa-se mudanças nas características paisagísticas e físico-químicas das águas e dos leitos dos corpos hídricos estudados. No entanto, estes resultados representam apenas a terceira campanha, limitando ainda a relação entre causa e efeito que podem ser estabelecidas entre a diversidade da ictiofauna nesses igarapés e impactos gerados pela obra.

Portanto, somente com a continuação deste estudo, contemplando a sazonalidade e o aumento de dados e análises, é que será possível quantificar e avaliar as causas de eventuais alterações ambientais seja natural ou antropogênica. O aumento do conhecimento da ictiofauna local será determinante para a definição de futuras ações mitigatórias, compensatórias e conservacionistas.

Destaca-se que a metodologia aplicada no monitoramento da ictiofauna é apresentada no **Anexo 11.2 - 3**, sendo que um estudo complementar é mostrado no **Anexo 11.2 - 4** deste relatório.

11.2.1.4. ANÁLISE INTEGRADA

Com relação à ictiofauna, esses quatro igarapés, apresentaram 18% da densidade total de indivíduos e 55 % da riqueza total da ictiofauna amostrada nos igarapés da região (considerando todos os igarapés amostrados na área de influência do empreendimento no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna, 39 igarapés, incluindo os igarapés interceptados pelos diques, e em todos os períodos).

O igarapé Cajueiro foi o menos diverso, registrando 31 espécies, o menor número de gêneros (21) e de indivíduos coligidos (227), que pode ser um reflexo de possuir a menor bacia de drenagem. No entanto, o igarapé Paquiçamba, que possui a maior bacia, apresentou baixa diversidade: de ordens (apenas 2) e de espécies (33). Realmente, esse igarapé foi sujeito, até o momento, ao maior grau de alterações pelo andamento da obra na região do reservatório intermediário, mas a baixa diversidade observada também pode ser um efeito do histórico de uso e ocupação das margens desse igarapé; no entanto, o estabelecimento de relações causais é ainda precipitado.

O igarapé Ticaruca, que também vem sofrendo alterações, foi o mais diverso, apresentando uma riqueza de 47 espécies de 5 ordens e também se destacou pelo maior número de indivíduos coligidos, 1570. Apenas nos igarapés Cobal (durante a vazante) e Ticaruca (durante a seca) foi observada a presença simultânea de espécies pertencentes às cinco ordens registradas nas três campanhas e o maior número de famílias (15), gêneros (superior a 30) e espécies (superior a 40).

Entre os 39 igarapés amostrados na área de influência do empreendimento no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna, apenas dois igarapés apresentaram mais do que 1.000 indivíduos coligidos até o momento, e o igarapé Ticaruca é um deles. É importante ressaltar que este igarapé também vem sofrendo maiores alterações (como o Paquiçamba), mas claramente, é ainda um dos igarapés mais diversos na região.

Apesar da proximidade geográfica dos igarapés estudados, apenas 13 espécies, do total de 75 espécies, foram coligidas nos quatro corpos hídricos estudados, sugerindo uma baixa afinidade ictiofaunística entre os diferentes ambientes estudados. É interessante notar que a média do número de gêneros, de espécies e da densidade de indivíduos nos quatro igarapés que serão interceptados pelos diques são bem superiores às médias dos igarapés amostrados, em geral. No entanto, nenhuma espécie foi exclusiva desses quatro igarapés, até o momento, em relação aos outros 35 igarapés amostrados.

11.2.1.5. MONITORAMENTO DOS USOS DA ÁGUA

11.2.1.5.1. *MEDIÇÃO DOS NÍVEIS D'ÁGUA DOS POÇOS E CACIMBAS*

O **Quadro 11.2 - 31** apresenta os resultados da medição do nível da água de cada poço e cacimba identificados nas propriedades atravessadas pelos igarapés interceptados pelos diques, realizadas nos meses de junho, julho, setembro e dezembro de 2012.

Quadro 11.2 - 31 - Resultados da Medição de Nível D'Água (Etapa 1: Monitoramento do nível de poços, cisternas e cacimbas – Junho, Julho, Setembro e Dezembro de 2012)

| PROPRIETÁRIO | ESPECIFICAÇÃO DO USO | COORDENADAS | MÊS | COTA DO N.A. ALTITUDE DO POÇO (TOPOGRAFIA) | PROFUNDIDADE DO N.A. (POÇO) MEDIDA PELO "PIU" | COTA REAL DO NA |
|--------------|--------------------------------|-------------|-----|--|---|-----------------|
| 1 | Florisvaldo de Almeida | 416880 | Jun | 19,06 | 4,41 | 14,65 |
| | | | Jul | 19,06 | 4,83 | 14,23 |
| | | 9654601 | Set | 19,06 | 5,72 | 13,34 |
| | | | Dez | 19,06 | 6,35 | 12,71 |
| 2 | Nelson Cerezini | 417457 | Jun | 15,64 | 0,62 | 15,02 |
| | | | Jul | 15,64 | 0,84 | 14,80 |
| | | 9654112 | Set | 15,64 | 1,11 | 14,53 |
| | | | Dez | 15,64 | 1,79 | 13,85 |
| 3 | Iramar Paes / Iraneide Paes | 416623 | Jun | 71,34 | 12,52 | 58,82 |
| | | | Jul | 71,34 | 13,00 | 58,34 |
| | | 9641815 | Set | 71,34 | 15,03 | 56,31 |
| | | | Dez | 71,34 | 15,10 | 56,24 |
| 4 | Kerginaldo Corlete de Oliveira | 416867 | Jun | 60,8 | 3,15 | 57,65 |
| | | | Jul | 60,8 | 3,11 | 57,69 |
| | | 9641271 | Set | 60,8 | 3,72 | 57,08 |
| | | | Dez | POÇO ATERRADO (ELIMINAÇÃO DO USO) | | |
| 5 | Ademar Alves Moreira | 412700 | Jun | 74,35 | 2,03 | 72,32 |
| | | | Jul | 74,35 | 2,20 | 72,15 |
| | | 9632782 | Set | 74,35 | 2,44 | 71,91 |
| | | | Dez | 74,35 | 2,63 | 71,72 |
| 6 | Celestino Barcelos Filho | 412222 | Jun | 25,38 | 0,92 | 24,46 |
| | | | Jul | 25,38 | 1,03 | 24,35 |
| | | 9650521 | Set | 25,38 | 1,14 | 24,24 |
| | | | Dez | 25,38 | 1,19 | 24,19 |
| 7 | Edno Felix | 416112 | Jun | 32,04 | 1,06 | 30,98 |
| | | | Jul | 32,04 | 1,20 | 30,84 |
| | | 9651148 | Set | 32,04 | 2,36 | 29,68 |
| | | | Dez | 32,04 | 3,71 | 28,33 |

| PROPRIETÁRIO | ESPECIFI-CAÇÃO DO USO | COORDENADAS | MÊS | COTA DO N.A. ALTITUDE DO POÇO (TOPOGRAFIA) | PROFUNDIDADE DO N.A. (POÇO) MEDIDA PELO "PIU" | COTA REAL DO NA | | | | | |
|--------------|---------------------------|-------------|-------------------------|--|---|-----------------|--------|------|-------|------|-------|
| 8 | Manoel Félix | Poço | 416502 | Jun | 25,66 | 1,37 | 24,29 | | | | |
| | | | | Jul | 25,66 | 1,29 | 24,37 | | | | |
| | | | 9651131 | Set | 25,66 | 1,47 | 24,19 | | | | |
| | | | | Dez | 25,66 | 1,70 | 23,96 | | | | |
| | | Cacimba | 416495 | Jun | 24,45 | 0 ¹ | 24,45 | | | | |
| | | | | Jul | 24,45 | 0 | 24,45 | | | | |
| | | | 9651113 | Set | 24,45 | 0,34 | 24,11 | | | | |
| | | | | Dez | 24,45 | 0,59 | 23,86 | | | | |
| 9 | Maria Laura dos Santos | Poço | 416417 | Jun | 25,61 | 1,75 | 23,86 | | | | |
| | | | | Jul | 25,61 | 1,70 | 23,91 | | | | |
| | | | 9650846 | Set | 25,61 | 2,05 | 23,56 | | | | |
| | | | | Dez | 25,61 | 2,60 | 23,01 | | | | |
| | | 10 | Agamenon Lopes da Silva | Poço | 412761 | Jun | 77,52 | 5,14 | 72,38 | | |
| | | | | | | Jul | 77,52 | 3,69 | 73,83 | | |
| 9632891 | Set | | | | 77,52 | 4,00 | 73,52 | | | | |
| | Dez | | | | 77,52 | 4,13 | 73,39 | | | | |
| 11 | Claudomiro Gomes da Silva | Poço 1 | 420689 | Jun | 60,11 | 6,70 | 53,41 | | | | |
| | | | | Jul | 60,11 | 6,99 | 53,12 | | | | |
| | | | 9639684 | Set | 60,11 | 7,64 | 52,47 | | | | |
| | | | | Dez | 60,11 | 8,58 | 51,53 | | | | |
| | | Poço 2 | 419222 | Jun | 51,23 | 6,70 | 44,53 | | | | |
| | | | | Jul | 51,23 | 6,13 | 45,10 | | | | |
| | | | 9641293 | Set | 51,23 | 6,58 | 44,65 | | | | |
| | | | | Dez | 51,23 | 7,00 | 44,23 | | | | |
| 12 | Natália Silva de Souza | Cacimba | 416841 | Jun | 56,94 | 0,83 | 56,11 | | | | |
| | | | | Jul | 56,94 | 0,94 | 56,00 | | | | |
| | | | 9639147 | Set | 56,94 | 1,31 | 55,63 | | | | |
| | | | | Dez | 56,94 | 1,87 | 55,07 | | | | |
| | | | | 13 | João Pedro de Oliveira | Cacimba | 416750 | Jun | 59,04 | 0,40 | 58,64 |
| | | | | | | | | Jul | 59,04 | 0,45 | 58,59 |
| 9639805 | Set | 59,04 | 0,45 | | | | 58,59 | | | | |
| | Dez | 59,04 | 0,53 | | | | 58,51 | | | | |
| 14 | Marinez Cunha Simas | Poço 1 | 416746 | Jun | 64,64 | 5,14 | 59,50 | | | | |
| | | | | Jul | 64,64 | 5,23 | 59,41 | | | | |
| | | | 9635655 | Set | 64,64 | 6,50 | 58,14 | | | | |
| | | | | Dez | 64,64 | 7,14 | 57,50 | | | | |
| | | Poço 2 | 416874 | Jun | 62,24 | 2,72 | 59,52 | | | | |
| | | | | Jul | 62,24 | 2,70 | 59,54 | | | | |
| | | | 9635645 | Set | 62,24 | 3,88 | 58,36 | | | | |
| | | | | Dez | 62,24 | 4,40 | 57,84 | | | | |

Fonte: Pesquisas Leme Engenharia Ltda. – entre os meses de junho, julho e setembro de 2012.

¹ As medições de N.A. na cacimba do proprietário Manoel Félix nos meses de junho e julho a identificam transbordando, sendo sua profundidade igual a zero.

Conforme já mencionado, considerando o processo negociação fundiária dessas propriedades, em função dos impactos das obras de construção do Sítio Construtivo Canais e Diques da UHE Belo Monte, a medição de N.A. dos poços e cisternas de dezembro de 2012 foi realizada em 12 poços e 05 cisternas, um poço a menos que o identificado no diagnóstico, uma vez que o proprietário Kerginaldo Corlete Oliveira (Igarapé Cobal) teve sua propriedade totalmente adquirida pela Norte Energia, com suas edificações demolidas e seu poço escavado aterrado, eliminando o uso da água no local.

Ao todo, 12 propriedades atravessadas pelos igarapés interceptados, das 14 propriedades identificadas no momento do diagnóstico, foram adquiridas totalmente pela Norte Energia. Dessas 12, em 10 propriedades, os usos da água serão eliminados, uma vez que seus moradores deixarão o local. Nas outras duas (02) propriedades, os usos da água (de poços escavados basicamente) serão redefinidos, uma vez que a estrutura dessas propriedades está servindo de apoio a empresas vinculadas à construção de Belo Monte (AQUEDUTO e PROGEO).

As outras duas propriedades restantes, cortadas pelos igarapés interceptados Turiá, Cobal e Cajueiro, foram parcialmente adquiridas pela Norte Energia, mantendo os usos da água no local.

Sendo assim, como base nas atividades de diagnóstico e monitoramento dos usos da água dos igarapés interceptados, quatro (04) propriedades deverão seguir nos planos de monitoramento dos usos da água, são elas: 1) a propriedade o Sr. Celestino Barcelos Filho, adquirida parcialmente com a manutenção dos usos da água existentes; 2) a propriedade do Sr. Claudomiro Gomes da Silva, também adquirida parcialmente com a manutenção dos usos da água existentes; 3) a propriedade da Sra. Marines Cunha Simas, adquirida totalmente, mas atualmente utilizada como base de apoio à empresa PROGEO; e 4) a propriedade do Sr. Nelson Cerezi, adquirida totalmente, mas utilizada atualmente também como base de apoio à empresa AQUEDUTO.

O **Quadro 11.2 - 32** e **Figura 11.2 - 57** a seguir ilustram a situação fundiária acima referenciada, juntamente aos demais dados dos usos das águas dos igarapés a serem monitorados.

Quadro 11.2 - 32 - Identificação das propriedades cortadas pelos igarapés interceptados pelos diques com a indicação do status de negociação fundiária

| Nº | Proprietário | Igarapés / Diques | Referência | Status de Negociação Fundiária | Observações | |
|----|---|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| 1 | Marines Cunha Mendonça Simas | Ticaruca - D19B | UHE - BM - RI - 243 | Adquirido, desocupação realizada | Aquisição total da área e eliminação do uso | |
| | | | UHE - BM - RI - 240 | | | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 242 | Sem definição | | Área será utilizada para suporte às obras com manutenção do uso |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 241 | | | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 229 | | | |
| 2 | Natália Silva de Sousa | Cajueiro – D14C | UHE - BM - RI/AC - 263 | Adquirido, desocupação realizada | Aquisição total da área e eliminação do uso | |
| 3 | João Pedro de Oliveira | | UHE - BM - RC – 301/RI - 264 | Adquirido, desocupação realizada | Aquisição total da área e eliminação do uso | |
| 4 | Kerginaldo Corlete de Oliveira | Cobal – D13 | UHE - BM - RI - 265 | Adquirido, desocupação realizada | Aquisição total da área e eliminação do uso | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 271 | | | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 272 | | | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 273 | | | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 274 | | | |
| 5 | Claudomiro Gomes da Silva | Cobal – D13 & Cajueiro – D14C | UHE - BM - RI/AC - 266 | Ajuizamento de Ação Desapropriatória | Possibilidade de manutenção de área e uso | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 267 | | | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 268 | Sem definição | | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 269 | Sem definição | | |
| 6 | Iraneide Veras Paes / Iramar Veras Paes | Cobal – D13 | UHE - BM - RI/AC - 276 | Aquisição Parcial | Manutenção parcial de área e uso | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 275 | Adquirido, desocupação realizada | Aquisição total da área e eliminação do uso | |
| 7 | Ademar Alves Moreira | Paquiçamba – D28 | UHE - BM - RI/AC - 221 | Adquirido, desocupação realizada | Aquisição total da área e eliminação do uso | |
| | | | UHE - BM - RI/AC - 222 | | | |

| Nº | Proprietário | Igarapés / Diques | Referência | Status de Negociação Fundiária | Observações |
|----|--------------------------------------|-------------------|--|----------------------------------|--|
| 8 | Agamenon Lopes da Silva | | UHE - BM - RI/AC - 223 | | |
| 9 | Nelson Cerezini | Turiá | UHE - BM - AC - 177 UHE - BM - AC - 178 | Aquisição Parcial | Manutenção parcial de área e uso |
| 10 | Maria Rosa Pereira | | UHE - BM - AC - 175 | Aquisição Parcial | Manutenção parcial de área e uso |
| 11 | Manoel Félix dos Santos / Edno Felix | | UHE - BM - RI - 118 | Adquirido | Pessoal ainda residem no local |
| 12 | Florisvaldo Soares de Almeida | | UHE - BM - RE - 028 | Adquirido, desocupação realizada | Aquisição total da área e eliminação do uso |
| 13 | Maria Laura dos Santos | | UHE - BM - RI - 119 | Em negociação | Possibilidade de Aquisição total da área e eliminação do uso |
| 14 | Celestino Barcelos Filho | | UHE - BM - AC - 172 | Aquisição Parcial | Manutenção parcial de área e uso |

Fonte: Pesquisas LEME Engenharia – Julho de 2012

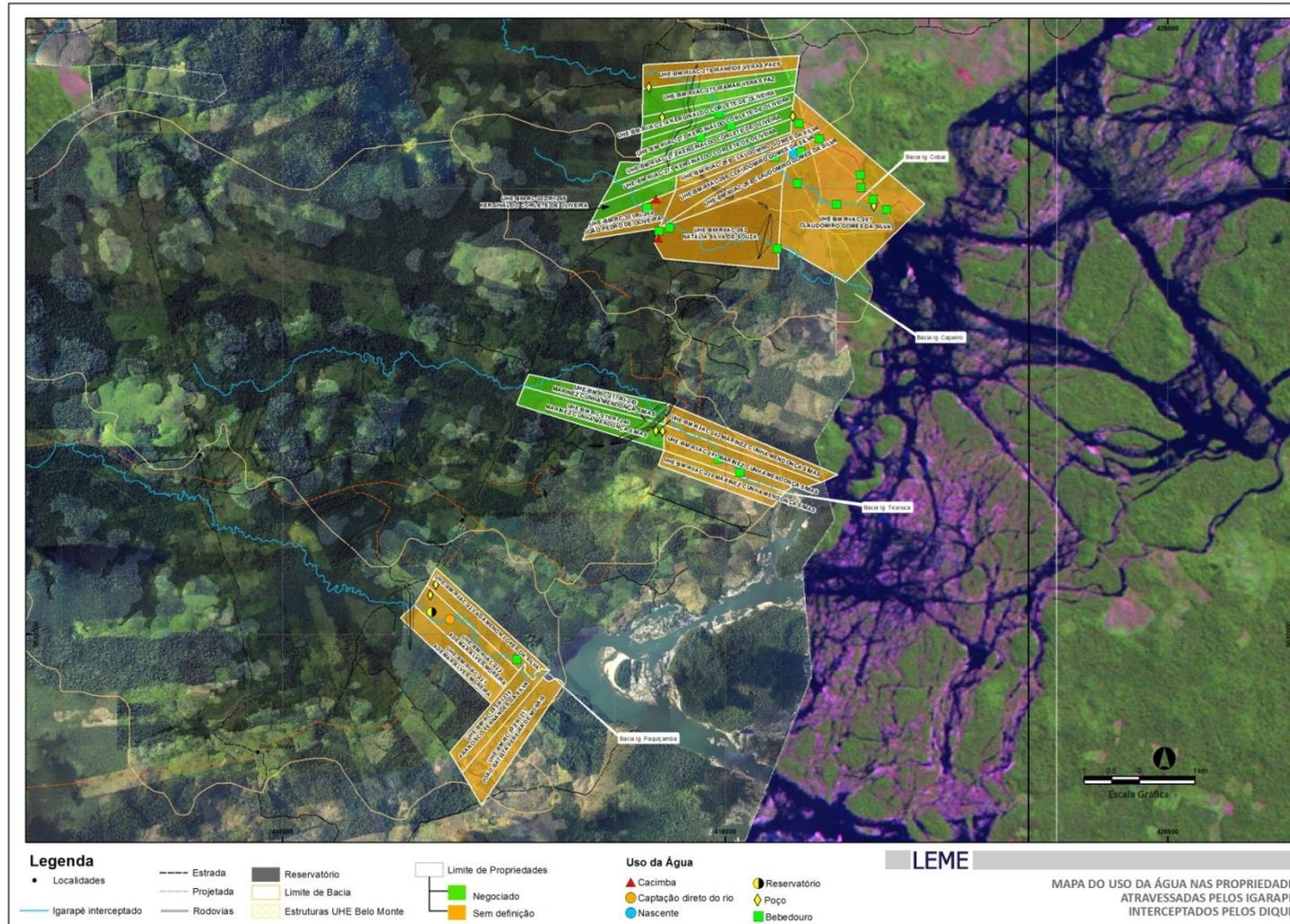


Figura 11.2 - 57 - Identificação das propriedades cortadas pelos igarapés com a indicação do status de negociação fundiárias

11.2.1.5.2. USOS DA ÁGUA À JUSANTE DO DIQUE 8A- IGARAPÉ TURIÁ

A Nota Técnica, que foi enviada ao Ibama em junho de 2012, para Atendimento da Condicionante 2.5 da Licença de Instalação da UHE Belo Monte, apresentou uma pesquisa sobre os usos da água à jusante do dique 8A, no igarapé Turiá.

O **Quadro 11.2 - 33** apresenta o levantamento realizado nas seis propriedades que se localizam a jusante do dique 8A, no igarapé Turiá.

Quadro 11.2 - 33 -Propriedades Pesquisadas no Igarapé Turiá e Usos da água

| PROPRIETÁRIO | ESPECIFICAÇÃO DO USO |
|---|--|
| 1 - Florisvaldo Soares de Almeida | Poço com bomba submersa para consumo humano e uso doméstico |
| | Igarapé Turiá (bebedouro para animais) |
| 2 - Nelson Cerezini | Cacimba |
| | Igarapé Turiá (bebedouro para animais). |
| 3 - Maria Rosa Pereira (Sítio Água Boa e Urucana) | Nascente próxima (abastecimento doméstico) |
| 4 - Manoel Félix dos Santos (Sítio São João) | Poço escavado (consumo humano e uso doméstico) |
| | Igarapé Turiá (pesca de subsistência e bebedouro de animais) |
| | Igarapé Turiá (bebedouro para animais) |
| 5 - Maria Laura dos Santos | Poço escavado (consumo humano e uso doméstico) |
| | Igarapé Turiá (bebedouro para animais) |
| 6 - Celestino Barcelos Filho | Nascente que abastece o tanque de peixe. |
| | Poço escavado (consumo humano) |
| | Igarapé Turiá (bebedouro para animais) |
| | Nascente (bebedouro de animais) |

As seis propriedades estão localizadas nas margens do igarapé Turiá, com acesso pelo Travessão 55. Em geral, o igarapé é usado para dessedentação de animais. Para consumo humano são utilizados poços e, em um caso, o abastecimento é proveniente de nascente próxima da residência. Foram identificadas ainda duas cacimbas e um açude para a criação de peixes, com a água proveniente de nascente.

A seguir são apresentadas as principais características das seis propriedades no que se refere ao uso da água.

Na propriedade do Sr. Florisvaldo Soares de Almeida um poço equipado com uma bomba submersa é utilizado para o consumo humano e uso doméstico (**Figura 11.2-58**).



Figura 11.2 - 58 - Poço da residência do Sr. Florisvaldo



Figura 11.2 - 59 - Cacimba com bomba submersa do Sr. Nelson em meio ao pasto e a céu aberto

O gado utiliza água diretamente do Igarapé Turiá. Vizinho do Sr. Florisvaldo, o Sr. Nelson Cerezini utiliza uma cacimba com bomba submersa para o consumo humano e a dessedentação dos animais também é realizada diretamente no igarapé (**Figura 11.2 - 59**). Ambas as propriedades margeiam a Transamazônica, BR 230.

Seguindo o Travessão 55, a partir da Transamazônica, se localiza a propriedade da Sra. Maria Rosa Pereira, que será indenizada em cerca de um alqueire para melhorias e alargamento do travessão. O abastecimento de água para a residência é realizado a partir da captação, por gravidade, de uma nascente próxima à propriedade. (**Figura 11.2 - 60**).



Figura 11.2 - 60 - Caixa d'água da residência da Sra. Maria Rosa

A proprietária possui 20 cabeças de gado. Pequenos tributários do igarapé Turiá que cortam a propriedade são utilizados como bebedouro de animais. Duas nascentes são ainda identificadas na propriedade

A propriedade do Sr. Manoel Felix dos Santos fica as margens do igarapé Turiá e na mesma propriedade mora o seu filho, Edno Rodrigues Félix. Ambos possuem poços com bomba submersa para abastecimento das residências (**Figura 11.2 - 61 e 11.2 - 62**). O Sr. Manoel possui 67 cabeças de gado, e seu filho 22. Segundo informações dos moradores os poços não secam no verão, mas ficam “em situação crítica”, com níveis de água muito baixos. O igarapé Turiá, além da dessedentação de animais, é utilizado para lavagem de roupa e pesca para consumo próprio.



Figura 11.2 - 61 - Poço com motor bomba e coberto com taboas que abastece a residência do Sr. Manoel Felix Santos



Figura 11.2 - 62 - Caixa d'água junto à residência do Sr. Edno Rodrigues Felix, filho do Sr. Manoel Felix dos Santos

A propriedade da Sra. Maria Laura dos Santos utiliza um poço com bomba submersa para o abastecimento de água residencial, que atende aos usos domésticos e ao consumo humano (**Figura 11.2 - 63**). Quando o poço seca na estiagem (setembro e outubro), a água do Igarapé Turiá é utilizada para o consumo da família e banho. Possui 50 cabeças de gado e um cavalo que consomem água diretamente do igarapé.



Figura 11.2 - 63 - Poço com bomba submersa, coberto com madeira

A propriedade do Senhor Celestino Barcelos Filho fica localizada num trecho do igarapé Turiá que é cortado em dois pontos pelo Travessão 55. Nesta propriedade um poço escavado com bomba submersa é utilizado para o abastecimento doméstico e o consumo humano. Segundo os depoimentos dos proprietários, não há falta de água e nenhuma das fontes de captação fica seca ao longo do ano. São criadas 90 cabeças de gado e há um criatório de peixes na propriedade que utiliza água de nascente. **(Figuras 11.2 - 64 e 11.2 - 65)**



Figura 11.2 - 64 - Detalhe da Caixa D'água que abastece as duas residências

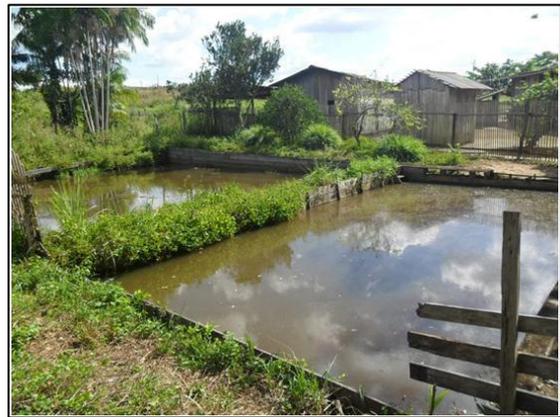


Figura 11.2 - 65 - Vista geral do criatório de peixes

Os principais locais de abastecimento de água utilizados nas propriedades pesquisadas foram mapeados e são mostrados na **Figura 11.2 - 66**.

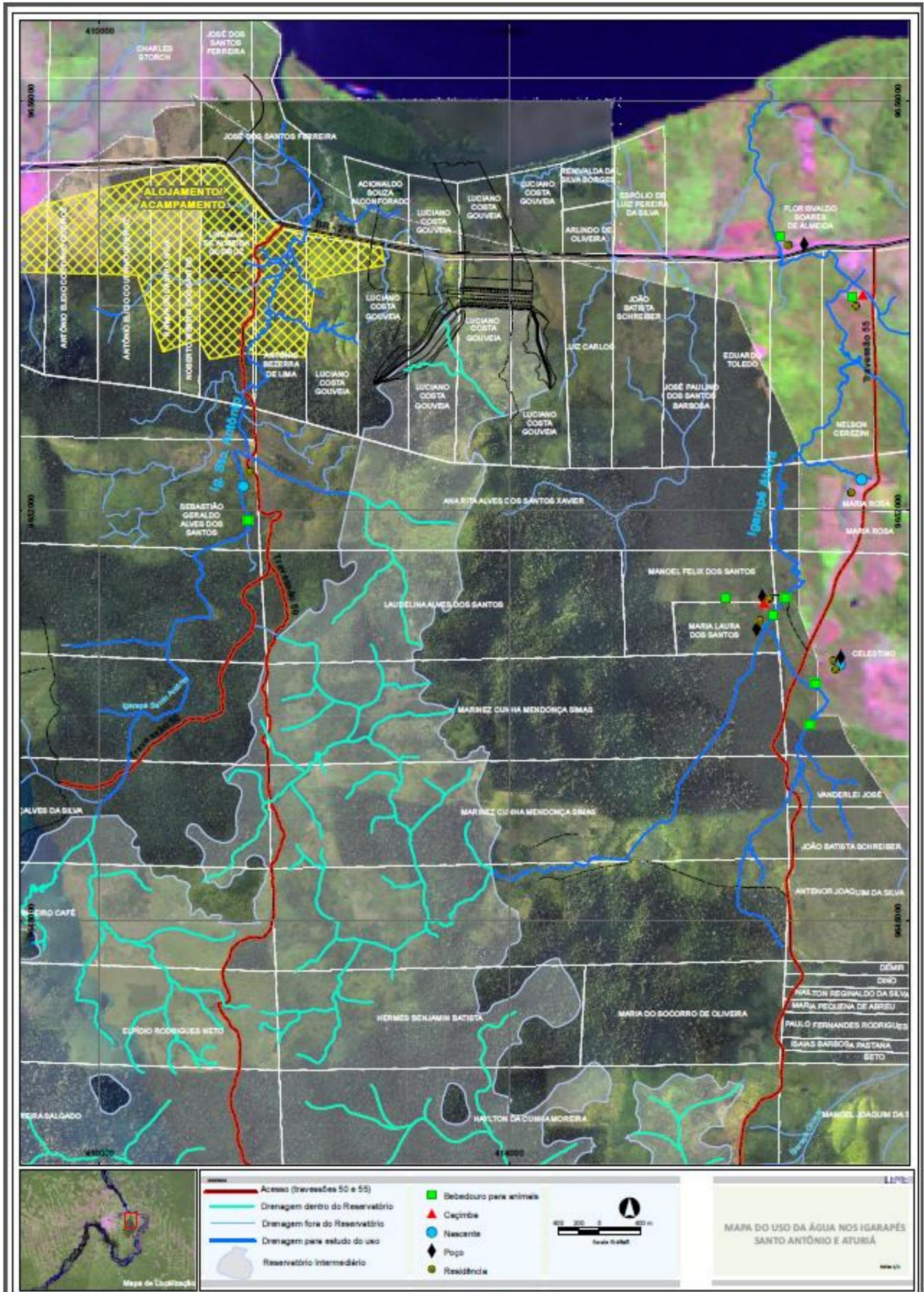


Figura 11.2 - 66 - Usos da Água nas Propriedades Estudadas à Jusante do Dique 8A – Igarapé Turia

11.2.1.6. MONITORAMENTO FENOLÓGICO

São apresentados a seguir os resultados cumulativos da campanha realizada em 2012. Os resultados aqui apresentados foram subitemizados em florística, fitossociologia, espécies ameaçadas e diversidade.

11.2.1.6.1. FLORÍSTICA

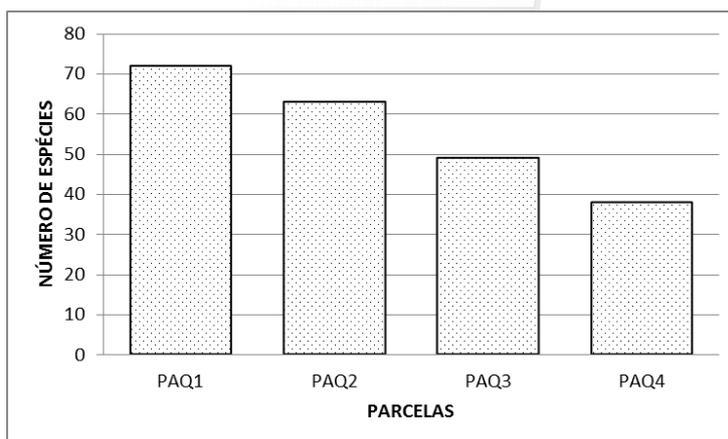
A fitofisionomia objeto desse estudo é classificada pelo IBGE (2012) como Floresta Ombrófila Densa Aluvial. Ela ocorre ao longo dos cursos de água e apresenta um dossel emergente, porém, devido à ação antrópica local, sua fisionomia tornou-se bastante aberta.

As espécies encontradas nas parcelas são, em sua maioria, espécies pioneiras e algumas espécies clímax exigentes de luz, pois surgiram após perturbações que expuseram o subbosque a luz. A área ainda apresenta estágios iniciais de sucessão, tais como: capoeira e capoeirinha, bem como, estágio avançado de sucessão, tais como: capoeirão (IBGE, 1992).

Foram registrados para as quatro parcelas 716 indivíduos, totalizando 168 espécies, distribuídas em 44 famílias nas 4 parcelas. Dessas, somente uma (1) espécie arbórea não foi identificada a nível de família e espécie, sendo a mesma nomeada como *Louro oxidante*. A maior riqueza de espécies foi apresentada pela família Fabaceae (26 espécies) seguida da família Araceae (21 espécies), Orchidaceae (18 espécies), Arecaceae (13 espécies), Malvaceae (12 espécies) e Burseraceae (6 espécies); 16 famílias (ou 40% do total) ocorreram com apenas uma espécie.

As parcelas a montante apresentaram maior riqueza de espécies em relação às parcelas a jusante (**Figura 11.2 - 67** e **Quadro 11.2 - 34**). A maioria das espécies de hábito arbóreo e epifítico encontradas são comuns ou abundantes para a região. Porém, foi averiguada, dentro da área das parcelas a montante, a presença de dois gêneros de ocorrência rara (presença de um indivíduo em uma parcela – P1 a montante) da família Orchidaceae, o gênero *Pleurothallis* e o gênero *Vanilla* ainda sem identificação em nível de espécie.

O decréscimo apresentado na **Figura 11.2 - 67** evidencia a fragmentação da área devido à antropização da região, encontrando uma fisionomia florestal aberta. Isso evidencia também a dificuldade em se encontrar espécies coincidentes entre as parcelas de jusante e montante, visto que, aquelas de jusante são características de floresta aluvial, e aquelas de montante apresentam características de floresta de terra firme.



Legenda: PAQ1 – Parcela a montante 1; PAQ2 – Parcela a montante 2;
 PAQ3 – Parcela a jusante 3; PAQ4 – Parcela a jusante 4.

Fonte: STCP Engenharia de Projetos LTDA, 2012.

Figura 11.2 - 67: Riqueza das Parcelas a Montante e a Jusante do Igarapé Paquiçamba

A variação na riqueza e composição de espécies na região de Belo Monte tem sido atribuída a fatores abióticos e bióticos que influenciam na ecologia das espécies e, conseqüentemente, na dinâmica da floresta.

A determinação do material botânico foi realizada, preferencialmente, em campo até o nível mais específico possível. A identificação específica foi determinada com base em bibliografia pertinente ou o material foi encaminhado a herbários para determinação por comparação. Foram coletadas amostras para herborização das espécies contendo material fértil (**Anexo 11.2 - 5**). Uma vez identificados os espécimes, as exsiccatas foram incorporadas a herbários da região e/ou parceiros (**Anexo 11.2 - 9**).

Para a delimitação de famílias foi seguido o sistema da APG II (APG II 2003) e APG III (<http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>). Para espécies, os binômios foram confirmados através da base eletrônica do Missouri Botanical Garden – MOBOT (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>), e os nomes dos autores foram abreviados segundo Brummitt & Powell (1992), com atualização segundo o IPNI ou MOBOT (<http://www.ipni.org/index.html>).

11.2.1.6.2. FITOSSOCIOLOGIA

Foram registrados para as quatro parcelas 655 indivíduos de hábito arbóreo, totalizando 116 espécies, distribuídas em 39 famílias nas 4 parcelas. Dessas, somente uma (1) espécie não foi identificada em nível de família e espécie, sendo a mesma nomeada como Louro oxidante. A maior riqueza de espécies foi apresentada pela família Fabaceae (26 espécies) seguida da família Arecaceae (13 espécies), Malvaceae (12 espécies) e Burseraceae (6 espécies); 16 famílias (ou 40% do total) ocorreram com apenas uma espécie.

As espécies de maior abundância na amostragem foram *Protium tenuifolium* com 49 indivíduos, *Alexa grandiflora* também com 49 indivíduos, *Mollia lepidota* com 45

indivíduos, *Guarea kunthiana* com 39 indivíduos, *Guarea carinata* com 28 indivíduos, *Theobroma speciosum* com 26 indivíduos, *Patinoa paraensis* com 21. Essas sete espécies (ou 6% do total) ocorreram com 257 do total de indivíduos (ou 40% do total); no outro extremo, 47 espécies (ou 40% do total) ocorreram com apenas um indivíduo.

As espécies de maior valor de importância (IVI) na amostragem foram *Alexa grandiflora* (6,34%), *Mollia lepidota* (6,19%), *Cynometra* sp. (4,87%), *Guarea kunthiana* (4,44%) e *Protium tenuifolium* (3,96%). Demais parâmetros fitossociológicos podem ser visualizados no **Anexo 11.2 - 6**.

Com a exceção de poucas espécies, a maioria das espécies em cada família tem densidades baixas, geralmente bem inferiores a 1 árvore/ha. No caso de Fabaceae, uma família bastante diversificada com 26 espécies, existe uma predominância de espécies com poucas árvores: 65% têm densidades de menos que 1 árvore por hectare.

Não é necessário que a densidade populacional de uma espécie seja radicalmente reduzida para afetar o potencial reprodutivo; no caso de espécies dióicas, mudanças na razão sexual e disponibilidade de agentes de polinização podem afetar a reprodução.

As espécies de cada parcela listadas com maior valor de importância (IVI) podem ser visualizadas no **Anexo 11.2 - 5**.

11.2.1.6.3. ESPÉCIES AMEAÇADAS

Das espécies ameaçadas de extinção no Estado Pará, segundo a Instrução Normativa MMA nº 6, de 23 de setembro de 2008, apenas a Castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) foi observada na região.

11.2.1.6.4. DIVERSIDADE

Os índices de diversidade de Shannon (H'), Simpson (C) e equabilidade (J) entre as parcelas analisadas mostraram que as comunidades são altamente diversas (**Quadro 11.2.1 - 2**). O índice de diversidade de espécies de Shannon (H'), de acordo com Margalef (1968), normalmente apresenta valores entre 1,5 a 3,5, raramente ultrapassando 4,5 para logaritmo neperiano; observa-se que, na fisionomia aluvial aqui analisada, ficou o valor próximo a 2,88 nats/ind (**Quadro 11.2.1 - 1**). O índice de diversidade de Simpson (1-C) é de praticamente 1 (máximo) e na floresta aluvial analisada foi de 0,89. O índice de dominância de Simpson (C) indicou que nas fitofisionomias não houve dominância de quaisquer espécies ou esta foi muito baixa.

A equabilidade também foi alta, sugerindo que os valores de diversidade de Shannon permaneceram próximos ao máximo aguardado para o número de espécies amostradas, o que demonstrou que a grande maioria das espécies colaborou com números de indivíduos bem próximos nas parcelas estudadas (**Quadro 11.2 - 34**).

Quadro 11.2 -34: Dados das Parcelas do Igarapé Paquiçamba

| IGARAPÉ PAQUIÇAMBA | | | | | | | | ALTITUDE | COORDENADA UTM | |
|--------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------------|------------------|------------------|----------|----------------|-----------------|
| PARCEL A | N ESP | N IND | N GEN | N FAM | H' | C | J | | X | Y |
| PAQ1 | 61 | 212 | 48 | 27 | 3,5 6 | 0,9 6 | 0,8 6 | 138 | 401442,17 9 | 9639485,94 2 |
| PAQ2 | 68 | 294 | 52 | 37 | 3,4 9 | 0,9 5 | 0,8 2 | 132 | 401647,31 5 | 9638948,81 9 |
| PAQ3 | 12 | 87 | 11 | 6 | 1,5 7 | 0,6 9 | 0,6 3 | 63 | 414316,50 5 | 9631576,68 2 |
| PAQ4 | 25 | 62 | 23 | 10 | 2,9 2 | 0,9 5 | 0,9 1 | 71 | 414858,35 7 | 9632111,47 3 |
| GERAL | 116 | 655 | 84 | 39 | 2,8 8 | 0,8 9 | 0,8 1 | | | |

Legenda: PAQ1 – Parcela a montante 1; PAQ2 – Parcela a montante 2; PAQ3 – Parcela a jusante 3; PAQ4 – Parcela a jusante 4 ; N – número; ESP – Espécie; IND – Indivíduo; GEN – Gênero; FAM – Família; H' – Índice de Shannon; C - Índice de Simpson; J – Equabilidade de Pielou.

Fonte: Elaborado pela STCP Engenharia de Projetos LTDA (2012).

Em função da localização próxima à transamazônica e o processo histórico de uso (década de 70) da terra associado, a área encontra-se bastante alterada em sua cobertura vegetal original. A paisagem atual é dominada por grandes pastagens que ocupam extensas áreas, intercaladas por pequenos fragmentos de florestas naturais (florestas abertas de cipós e palmeiras), geralmente no topo de morros ou acompanhando igarapés de curto percurso. Porto *et al.* (1976), publicaram o primeiro estudo de fitossociologia da “mata-de-baixio”, vegetação ciliar de igarapés associadas à mata de terra firme. Neste trabalho utilizaram critérios de inclusão diferenciados (5cm, 10cm e 30cm de DAP) em diferentes áreas amostrais, totalizando 1 ha dividido em 10 parcelas descontínuas de 10 x 100 m.

Os autores destacaram a unidade vegetacional desta formação e sua diferenciação florística em relação à mata de terra firme adjacente e, seguindo a classificação de Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), denominaram a comunidade de Vitex – Micrandra. As espécies com maior densidade e frequência foram *Vitex sprucei* Briq. Verbenaceae e *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) e as famílias mais representativas no dossel foram: Fabaceae, Myristicaceae, Sapotaceae, Meliaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Annonaceae e Malvaceae.

No estudo ora apresentado não foi observado gênero *Vitex*, sendo a *C. guianensis* (andiroba) encontrada com, somente, 6 indivíduos em duas parcelas, uma a jusante e outra a montante. Em comparação a outros estudos (RADAM, 1974; SALOMÃO *et al.*, 2007) o mesmo ocorre, o que corrobora com os resultados encontrados nas análises, ou seja, área bastante alterada em sua cobertura vegetal original.

As parcelas a montante e a jusante apresentam composição florística distintas entre si. Este fato pode ser confirmado pelo IVI de cada parcela (**Anexo 11.2 - 6**). Isso pode ser elucidado em função da composição dos solos locais (encharcados à jusante) e da altitude de instalação das parcelas. Provavelmente, a mortalidade produzida pela

inundação seleccione poucas mudas, reduzindo drasticamente o número de indivíduos jovens (IBAMA, 2007; SALOMÃO et. al., 2007).

11.2.1.6.5. SUGESTÃO DE ESPÉCIES PARA O MONITORAMENTO FENOLÓGICO

Após a análise fitossociológica das parcelas, identificaram-se as espécies de maior valor de importância (IVI). As cinco espécies de maior IVI presentes na região estão listadas abaixo (**Quadro 11.2 - 35**).

Quadro 11.2 -35: Lista de Espécies de Maior Valor de Importância (IVI)

| NOME CIENTÍFICO | NOME VULGAR | N | AB | DR | FR | DOR | VC (%) | VI (%) |
|----------------------------|-----------------------------|--------|------------|----------|----------|-----------|--------|--------|
| <i>Alexa grandiflora</i> | Melanceiro | 4 9 | 4,689 4 | 7,4 8 | 1,7 9 | 9,75 | 8,61 | 6,34 |
| <i>Mollia lepidota</i> | Urucuzinho | 4 5 | 5,051 7 | 6,8 7 | 1,1 9 | 10,5 | 8,69 | 6,19 |
| <i>Cynometra sp.</i> | Jatobá do lago folha grande | 2 1 | 4,915 8 | 3,2 1 | 1,1 9 | 10,2 2 | 6,71 | 4,87 |
| <i>Guarea kunthiana</i> | Andirobarana-folha-grande | 3 9 | 2,969 5 | 5,9 5 | 1,1 9 | 6,17 | 6,06 | 4,44 |
| <i>Protium tenuifolium</i> | Breu-vermelho | 4 9 | 1,548 2 | 7,4 8 | 1,1 9 | 3,22 | 5,35 | 3,96 |

Legenda: N – Número de indivíduos; AB – área basal; DR – Densidade relativa; FR – Frequência relativa; DoR – Dominância relativa; VC – índice de valor de cobertura; VI – Índice de valor de importância.

Fonte: STCP engenharia de Projetos LTDA. (2012).

O item 11.2.9.3b (PBA, página 199), relativo à definição das espécies-alvo, aponta a necessidade de consideração de cinco espécies de maior IVI e frequência para monitoramento fenológico; ocorrer em duas áreas do igarapé-alvo, sendo uma que será interceptada pelo dique, e outra não e; procurando-se amostrar pelo menos oito indivíduos de cada espécie, as espécies *Alexa grandiflora*, *Mollia lepidota*, *Cynometra sp.*, *Guarea kunthiana* e *Protium tenuifolium* foram as que apresentam tais características.

Desta forma, após validação das espécies, as mesmas serão marcadas nos fragmentos analisados, dentro, entre ou circunvizinhas as parcelas, tendo como dados:

- Cinco espécies;
- Mínimo de 8 indivíduos/espécie (40 indivíduos);
- 20 indivíduos a montante e 20 indivíduos a jusante;
- Coordenada Geográfica;
- Diâmetro a altura do peito;

- Altura total;
- Fenofase atual.

11.2.1.7. AVALIAÇÃO INTEGRADA

Os dados obtidos nos monitoramentos hidrológicos, de qualidade de água, ictiofauna, padrões fenológicos e análise dos usos da água foram avaliados, por meio de uma análise integrada pelas diversas equipes envolvidas.

O monitoramento pluviométrico, no período de fevereiro a novembro/ 2012, mostrou que este ano foi mais seco, se comparado com as médias históricas da estação do INMET de Altamira, que possui um amplo período de monitoramento (1951-2011). Isto também foi observado nas estações climatológicas Pimental e Belo Monte, bem como na estação pluviométrica Pannels (igarapés de Altamira). O mês de março foi o mais chuvoso e o mês de setembro o mais seco do período.

Os resultados do monitoramento hidrológico permitiram caracterizar o regime destes igarapés, tendo sido observada uma grande amplitude na variação da vazão nos igarapés, sendo que fora do período de cheia, as vazões permanecem baixas, especialmente para os igarapés Cobal e Cajueiro.

As vazões observadas nos quatro igarapés, no ano de 2012, especialmente no período de cheia, se mantiveram bem inferiores às observadas neste mesmo período de 2011. Este aspecto também foi observado para outros cursos d'água da região: rios Xingu e Bacajá.

Não foi possível a medição de vazão durante a estiagem de 2011 e 2012 para os igarapés Cajueiro e Cobal, uma vez que neste período o fluxo destes cursos d'água fica muito reduzido, chegando por vezes a secar. Em outubro de 2012, o igarapé Ticaruca ficou totalmente seco, tendo sido a primeira vez que este aspecto foi observado desde o início do monitoramento. O fato do ano de 2012 ter sido mais seco que o esperado pode estar contribuindo para diminuição das vazões nos igarapés.

No 2º RC (Julho/2012) foi feita a proposição das vazões preliminares a serem liberadas a jusante dos diques dos igarapés Paquiçamba, Ticaruca, Cobal e Cajueiro, próximas às vazões naturais destes cursos d'água de forma a atenuar os impactos a jusante dos diques. Estas vazões foram atualizadas, tendo em vista a continuidade do monitoramento (maio a outubro/2012), sendo que estas vazões foram apresentadas no **Item 11.2.3.1.1**

O igarapé Turiá foi incluído no Programa e para isto estão sendo necessários ajustes nas malhas amostrais e nas variáveis a serem pesquisadas, nos diversos monitoramentos que compõem o atual programa.

O monitoramento hidrológico do igarapé Turiá deverá ser feito por meio da implantação de estação limnimétrica e fluviométrica. Não será necessária a

implantação de estação pluviométrica, uma vez que já existem quatro estações pluviométricas nas proximidades (demais igarapés), não sendo necessário monitorar mais este local para se obter uma precipitação regional. Lembra-se ainda, que também há monitoramento de precipitação na estação Climatológica Belo Monte, próxima a este igarapé.

No presente relatório foi apresentada a estimativa da vazão remanescente a ser liberada a jusante do dique 8A, relativa à interceptação do igarapé Turiá. A área para implantação desta estação foi selecionada em dezembro/2012, sendo que a estação será implantada em janeiro/ 2013. Como o monitoramento hidrológico do referido igarapé ainda não teve início, a vazão foi estimada por regressão, correlacionando as áreas dos demais igarapés (Paquiçamba, Ticaruca, Cobal e Cajueiro) com as vazões Q25 e Q50 observadas em cada igarapé, no período de novembro/ 2010 a abril/ 2012. Esta estimativa foi apresentada no **Item 11.2.3.1.1**.

Observa-se que a vazão estimada para o igarapé Turiá é bem inferior às demais, e que a porcentagem da sub-bacia deste igarapé que será inundada é de apenas 29%. No entanto, esta parcela da sub-bacia a ser inundada possui muitas nascentes e expressiva rede de drenagem, além do fato de existirem atualmente 6 usos à jusante do dique 8A, no igarapé Turiá.

É importante ressaltar que os trechos remanescentes dos igarapés que ficarão a jusante dos diques representam pouco da extensão atual destes cursos d'água e das sub-bacias hidrográficas. Ou seja, a alta magnitude do impacto da construção do reservatório intermediário de fato poderá comprometer sobremaneira os ecossistemas e limitar a possibilidade de restauração das populações naturais das bacias dos igarapés, daí a necessidade de manutenção de uma vazão próxima à natural à jusante dos diques.

Ressalta-se que os dados disponibilizados pelas análises hidrológicas estão fornecendo importantes subsídios para outros programas do PBA e vem contribuindo para o conhecimento dos possíveis efeitos das interferências sobre os respectivos ambientes e a proposição de medidas de mitigação. Neste sentido, devido às obras em andamento na região próxima aos igarapés (construção dos diques e do reservatório intermediário), vem sendo feita uma análise criteriosa da integridade dos igarapés, bem como dos equipamentos hidrométricos implantados nestes locais, a fim de não comprometer as medições e o escopo do programa.

Com relação ao monitoramento da qualidade da água foi indicada uma baixa mineralização das águas dos igarapés e desta forma deve ser mantida uma atenção contínua, durante os próximos monitoramentos, a qualquer tipo de contaminante que possa alterar o pH das águas dessas microbacias porque a capacidade de tamponamento dos igarapés é restrita.

Em relação à disponibilidade de oxigênio, em geral, os igarapés não apresentaram boas condições, acompanhando, inclusive, os altos níveis de DBO durante os períodos de enchente e cheia, logo após as chuvas, indicando presença de contaminantes orgânicos.

Não foram observadas elevadas concentrações de nutrientes, indicando um grau intermediário de trofia dos igarapés e relação com cargas difusas, que devem ser controladas pela vegetação das microbacias e também com a capacidade de autodepuração de cada igarapé.

A análise das amostras do sedimento dos igarapés permitiu constatar boa qualidade ambiental e ausência de impactos relevantes neste compartimento, até o momento. A presença orgânica foi reduzida na maior parte do ano (não apresentou mais do que 5% de matéria orgânica na sua composição), mas, passou a ser dominante durante o período de seca.

A diversidade e composição da biota aquática (fitoplâncton, zooplâncton e macrofauna bentônica) dos igarapés é representativa da região e é considerada como característica de ambientes lóticos.

Vale ressaltar que foram observados óleos e graxas nos igarapés Paquiçamba Ticaruca e Cajueiro e valores de coliformes termotolerantes (*E. coli*) fora da Classe 1 e 2 (CONAMA 357/05), indicando possível contaminação por efluentes, mesmo durante os períodos de vazante e seca, quando a capacidade de diluição e depuração dos igarapés é muito restrita.

Com relação à ictiofauna, esses quatro igarapés, apresentaram 18% da densidade total de indivíduos e 55% da riqueza total da ictiofauna amostrada nos igarapés da região (considerando todos os igarapés amostrados na área de influência do empreendimento no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna, 39 igarapés, incluindo os igarapés interceptados pelos diques, e em todos os períodos).

O igarapé Cajueiro foi o menos diverso, registrando 31 espécies, o menor número de gêneros (21) e de indivíduos coligidos (227), que pode ser um reflexo de possuir a menor bacia de drenagem. No entanto, o igarapé Paquiçamba, que possui a maior bacia, apresentou baixa diversidade: de ordens (apenas 2) e de espécies (33). Realmente, esse igarapé foi sujeito, até o momento, ao maior grau de alterações pelo andamento da obra na região do reservatório intermediário, mas a baixa diversidade observada também pode ser um efeito do histórico de uso e ocupação das margens desse igarapé; no entanto, o estabelecimento de relações causais é ainda precipitado.

O igarapé Ticaruca foi o mais diverso, apresentando uma riqueza de 47 espécies de 5 ordens e também se destacou pelo maior número de indivíduos coligidos, 1570. Apenas nos igarapés Cobal (durante a vazante) e Ticaruca (durante a seca) foi observada a presença simultânea de espécies pertencentes às cinco ordens registradas nas três campanhas e o maior número de famílias (15), gêneros (superior a 30) e espécies (superior a 40).

Entre os 39 igarapés amostrados na área de influência do empreendimento no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna, apenas dois igarapés apresentaram mais do que 1.000 indivíduos coligidos até o momento, e o igarapé Ticaruca é um deles. É

importante ressaltar que este igarapé também vem sofrendo maiores alterações (como o Paquiçamba), mas claramente, é ainda um dos igarapés mais diversos na região.

Apesar da proximidade geográfica dos igarapés estudados, apenas 13 espécies, do total de 75 espécies, foram coligidas nos quatro corpos hídricos estudados, sugerindo uma baixa afinidade ictiofaunística entre os diferentes ambientes estudados. É interessante notar que a média do número de gêneros, de espécies e da densidade de indivíduos nos quatro igarapés que serão interceptados pelos diques são bem superiores às médias dos igarapés amostrados, em geral. No entanto, nenhuma espécie foi exclusiva desses quatro igarapés, até o momento, em relação aos outros 35 igarapés amostrados.

A riqueza florística da vegetação, avaliada até o momento no âmbito do monitoramento dos padrões fenológicos, pode ser considerada baixa quando comparada a outros trabalhos realizados no Brasil com a mesma tipologia de vegetação.

A fitofisionomia objeto desse estudo é classificada pelo IBGE (2012) como Floresta Ombrófila Densa Aluvial. Ela ocorre ao longo dos cursos de água e apresenta um dossel emergente, porém, devido à ação antrópica local, sua fisionomia tornou-se bastante aberta.

As espécies encontradas nas parcelas são, em sua maioria, espécies pioneiras e algumas espécies clímax exigentes de luz, pois surgiram após perturbações que expuseram o sub-bosque a luz. A área ainda apresenta estágios iniciais de sucessão, tais como: capoeira e capoeirinha, bem como, estágio avançado de sucessão, tais como: capoeirão (IBGE, 1992).

Foram registrados para as quatro parcelas 716 indivíduos, totalizando 168 espécies, distribuídas em 44 famílias nas 4 parcelas. A maior riqueza de espécies foi apresentada pela família Fabaceae (26 espécies) seguida da família Araceae (21 espécies), Orchidaceae (18 espécies), Arecaceae (13 espécies), Malvaceae (12 espécies) e Burseraceae (6 espécies); 16 famílias (ou 40% do total) ocorreram com apenas uma espécie.

As parcelas a montante apresentaram maior riqueza de espécies em relação às parcelas a jusante. A maioria das espécies de hábito arbóreo e epifítico encontradas são comuns ou abundantes para a região. Porém, foi averiguada, dentro da área das parcelas a montante, a presença de dois gêneros de ocorrência rara (presença de um indivíduo em uma parcela – P1 a montante) da família Orchidaceae, o gênero *Pleurothallis* e o gênero *Vanilla* ainda sem identificação em nível de espécie.

Observa-se a fragmentação da área devido à antropização da região, encontrando uma fisionomia florestal aberta. Isso evidencia também a dificuldade em se encontrar espécies coincidentes entre as parcelas de jusante e montante, visto que, aquelas de jusante são características de floresta aluvial, e aquelas de montante apresentam características de floresta de terra firme.

Foram registrados para as quatro parcelas 655 indivíduos de hábito arbóreo, totalizando 116 espécies, distribuídas em 39 famílias nas 4 parcelas. As espécies de maior abundância na amostragem foram *Protium tenuifolium* com 49 indivíduos, *Alexa grandiflora* também com 49 indivíduos, *Mollia lepidota* com 45 indivíduos, *Guarea kunthiana* com 39 indivíduos, *Guarea carinata* com 28 indivíduos, *Theobroma speciosum* com 26 indivíduos, *Patinoa paraensis* com 21. Essas sete espécies (ou 6% do total) ocorreram com 257 do total de indivíduos (ou 40% do total); no outro extremo, 47 espécies (ou 40% do total) ocorreram com apenas um indivíduo.

As espécies de maior valor de importância (IVI) na amostragem foram *Alexa grandiflora* (6,34%), *Mollia lepidota* (6,19%), *Cynometra* sp. (4,87%), *Guarea kunthiana* (4,44%) e *Protium tenuifolium* (3,96%).

Com a exceção de poucas espécies, a maioria das espécies em cada família tem densidades baixas, geralmente bem inferiores a 1 árvore/ha. No caso de Fabaceae, uma família bastante diversificada com 26 espécies, existe uma predominância de espécies com poucas árvores: 65% têm densidades de menos que 1 árvore por hectare.

Não é necessário que a densidade populacional de uma espécie seja radicalmente reduzida para afetar o potencial reprodutivo; no caso de espécies dióicas, mudanças na razão sexual e disponibilidade de agentes de polinização podem afetar a reprodução.

Das espécies ameaçadas de extinção no Estado Pará, segundo a Instrução Normativa MMA nº 6, de 23 de setembro de 2008, apenas a Castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) foi observada na região.

Os índices de diversidade de Shannon (H'), Simpson (C) e equabilidade (J) entre as parcelas analisadas mostraram que as comunidades são altamente diversas.

A equabilidade também foi alta, sugerindo que os valores de diversidade de Shannon permaneceram próximos ao máximo aguardado para o número de espécies amostradas, o que demonstrou que a grande maioria das espécies colaborou com números de indivíduos bem próximos nas parcelas estudadas.

Quanto aos usos da água, verifica-se que a jusante dos diques existe uso dos igarapés preponderantemente para dessedentação do gado. Apenas para o igarapé Paquiçamba, existe uma residência, a jusante do dique 28, que utiliza de suas águas para consumo humano, entretanto esta informação deve ser verificada.

O contínuo monitoramento do nível de água dos poços está contribuindo para indicar se serão afetados pela alteração das vazões naturais dos igarapés e se haverá necessidade de alguma medida mitigadora ou compensatória.

Com relação ao uso e ocupação do solo á jusante dos igarapés tem sido muito relevante a comunicação das atividades que ocorrem nos canteiros para a

comunidade próxima às obras, para divulgação de alterações que podem interferir no uso direto das águas, nas diversas propriedades.

Uma análise integrada e consolidada que correlacione os diversos monitoramentos de forma mais profunda será possível quando houver uma maior gama de resultados e que contemple, pelo menos, um ciclo hidrológico completo, para todos os monitoramentos. O estabelecimento de relações causais na análise integrada, até o momento, fica prejudicado pelo descompasso de informações: por exemplo, o estudo fenológico foi iniciado posteriormente aos demais e as inferências em relação à cobertura vegetal e uso do solo ainda são preliminares.

11.2.2. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS

O principal resultado do trabalho efetuado no âmbito do presente Programa foi o levantamento, descrição e análise fina dos aspectos ambientais específicos e seus rebatimentos regionais por grupo de grandes variáveis como hidrometria, qualidade e uso da água, florística e ictiofauna.

A partir das análises específicas, o encaminhamento decorrente desse importante resultado é a integração desses grandes grupos, com o entendimento das relações entre meios e como constituir um entendimento comum que possa agregar todos os temas abordados. Para tanto, deverá ser desenvolvido documento específico para posterior apresentação ao IBAMA visando sua devida análise, discussão e deliberação.

11.2.3. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO

| PROFISSIONAL | FORMAÇÃO | FUNÇÃO | REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE | CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF |
|--|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------------|
| Cristiane Peixoto Vieira | Engenheira Civil, M. Sc. | Gerente de Meio Ambiente | CREA/MG 57.945 D | 2.010.648 |
| Alexandre Luiz Canhoto de Azeredo | Geólogo | Coordenador Meio Físico | CREA/RJ 100.015/4-D | 567.608 |
| André Jean Deberdt | Biólogo, MSc. | Coordenador Meio Biótico | CRBio 23.890/01-D | 490.315 |
| Maurício Moreira | Sociólogo | Coordenador Socioeconomia | - | 928.231 |
| Luis Augusto da Silva Vasconcellos | Biólogo, M. Sc. | Coordenador de Campo | CRBio20.598/01-D | 1.772.130 |
| Luciana Curi Araújo Mattos Mascarenhas | Engenheira Civil, M. Sc. | Análise e interpretação de dados hidrológicos | CREA/MG 59.313D | 5.512.220 |

| PROFISSIONAL | FORMAÇÃO | FUNÇÃO | REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE | CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF |
|-------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| Maria Betânia Souza | Bióloga, M. Sc. | Revisão e consolidação de informações da qualidade da água e da ictiofauna | CRBio 80.493/04-D | 5.281.857 |
| Luciana Cláudia Neves Melo | Bióloga, Ph. D. | Revisão e consolidação de informações da flora | CRBio 30.558/4-D | 2.019.589 |
| Rafael Costa | Sociólogo, MSc | Atividades de campo, análise e interpretação de dados de uso da água | - | 1.519.686 |
| Carlos Chicarelli | Geógrafo | Atividades de campo – usos da água | CREA/MG 120.924 D | 4.963.386 |
| Luciano Ferraz Andrade | Geógrafo | Geoprocessamento e design gráfico | - | - |
| TommasoGiarrizzo | Biólogo, PhD | Monitoramento da ictiofauna | CREA 2009100345 D RJ | 203.065 |
| Douglas Avis Bastos Alan | Engenheiro de Pesca | Monitoramento da ictiofauna | CREA 18657D PA | 1.991.533 |
| Allan Jamesson Silva de Jesus | Engenheiro de Pesca | Especialista em ecologia trófica | CREA 14726 D - PA | 279.897 |
| Aguimar Mendes Ferreira | Engenheiro Florestal, M.Sc. | Coordenador Geral e responsável técnico | CREA-DF 17 984-D | 486462 |
| Débora Lemos | Bióloga, PhD | Coordenadora do Projeto | CRBio 16656/5-D | 4207184 |
| Valter Ziantonio | Eng. Florestal, M.Sc. | Coordenador de Campo | CREA-PR 104635 / D | 5556471 |
| Edimar Almeida Campos | Técnico Florestal | Líder de Campo | - | 5555315 |
| Carlos da Silva Rosário | - | Identificador Botânico | | - |
| João Batista da Silva | - | Identificador Botânico | | - |
| Juliana Puga | Engenheira Cartográfica | Elaboração de Mapas e Figuras | CREA-PR 28.668/D | 610018 |

11.2.4. ANEXOS

Anexo 11.2 - 1 – Referências Bibliográficas

Anexo 11.2 - 2 – Material e Métodos – Qualidade da Água.

Anexo 11.2 - 3 – Material e Métodos – Ictiofauna.

Anexo 11.2 - 4 – Estudo Complementar Ictiofauna

Anexo 11.2 - 5 – Lista das Espécies Arbóreas Encontradas nas Parcelas da Sub-bacia do Igarapé Paquiçamba.

Anexo 11.2 - 6 – Parâmetros Fitossociológicos das Espécies Arbóreas Encontradas nas Parcelas da Sub-bacia do Igarapé Paquiçamba.

Anexo 11.2 - 7 – Registro Fotográfico.

Anexo 11.2 - 8 – Localização das Parcelas Alocadas na Sub-bacia do Igarapé Paquiçamba.

Anexo 11.2 - 9 – Parceria Herbário - UFPA.