

SUMÁRIO – PROJETO DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA

13.3.4.	PROJETO DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA	13.3.4-1
13.3.4.1	INTRODUÇÃO	13.3.4-1
13.3.4.2	RESULTADOS CONSOLIDADOS.....	13.3.4-3
13.3.4.2.1	COMPOSIÇÃO DAS CAPTURAS	13.3.4-3
13.3.4.2.2	ANALISE TEMPORAL DA ICTIOFAUNA DOS IGARAPÉS.....	13.3.4-6
13.3.4.2.3	ECOLOGIA TRÓFICA E REPRODUTIVA	13.3.4-7
13.3.4.2.4	BIODIVERSIDADE FUNCIONAL.....	13.3.4-7
13.3.4.2.5	MONITORAMENTO DE PRAIAS E PEDRAIS COM MÉTODO BRUV (BAITED REMOTE UNDERWATER VIDEO).....	13.3.4-8
13.3.4.2.6	DINÂMICA DE POPULAÇÕES.....	13.3.4-9
13.3.4.2.7	MONITORAMENTO DE ELEMENTOS-TRAÇO	13.3.4-10
13.3.4.2.8	ICTIOPLÂNCTON	13.3.4-10
13.3.4.2.9	MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA DOS IGARAPÉS INTERCEPTADOS	13.3.4-10
13.3.4.2.10	BIOTELEMETRIA.....	13.3.4-11
13.3.4.3	ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PLANO/PROGRAMA/PROJETO NA ETAPA DE OPERAÇÃO	13.3.4-12
13.3.4.4.	ATENDIMENTO ÀS METAS DO PLANO/ PROGRAMA/ PROJETO NA ETAPA DE OPERAÇÃO	13.3.4-14
13.3.4.5.	ATIVIDADES PREVISTAS	13.3.4-19
13.3.4.6.	CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS.....	13.3.4-19
13.3.4.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13.3.4-21
13.3.4.8.	EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO	13.3.4-25
13.3.4.9.	ANEXOS	13.3.4-25

13.3.4. PROJETO DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA

13.3.4.1 INTRODUÇÃO

Durante as 16 campanhas de monitoramento da ictiofauna realizadas na fase de implantação da UHE de Belo Monte, entre março de 2012 e outubro de 2015, foram capturados 152.047 peixes distribuídos em 408 espécies, pertencentes a 12 ordens, 46 famílias e 212 gêneros. Esta riqueza supera o número de espécies de peixes (387) levantado em 275 km do curso médio inferior e baixo do rio Xingu, durante 10 campanhas realizadas nos estudos ambientais entre os anos de 2000 e 2008 (ELETORNORTE 2001¹; ELETROBRAS 2010²; CAMARGO; GHILARDI 2009³; ELETROBRAS/LEME 2009⁴). Isso sugere que o esforço amostral adotado neste Projeto de Monitoramento tem sido muito eficiente para caracterizar a ictiofauna do trecho estudado. Nas oito campanhas de monitoramento da ictiofauna na fase de pós enchimento do reservatório principal da UHE de Belo Monte (2016-2017), foram capturados 38.912 peixes distribuídos em 303 espécies, pertencentes a 11 ordens, 42 famílias e 164 gêneros.

Com os dados de pré-enchimento foi comprovado que o ciclo hidrológico do rio com os seus pulsos, determinados pela sucessão de períodos secos e chuvosos, possui uma influência determinante na estruturação da fauna íctica e no desenvolvimento das suas estratégias de vida. A atividade reprodutiva, com base no ictioplâncton e nos estágios gonadais da ictiofauna monitorada, ocorre durante todo o ano, com um aumento na densidade durante o período de enchente do rio e com as menores densidades de captura durante o período de cheia. Os padrões ecológicos das espécies e suas respostas às alterações dos pulsos de inundação foram observados durante a etapa de implantação do empreendimento, cujas alterações são objeto de monitoramento por este projeto, visando aferir os seguintes eventos também observados em outros empreendimentos similares (BERGKAMP *et al.*, 2000⁵; BERNACSEK, 2001⁶; LARINIER, 2001⁷):

¹ ELETORNORTE. Complexo Hidrelétrico de Belo Monte - Estudo de Impacto Ambiental. Mimeo. 2001.

² ELETROBRÁS. Plano 2010: *Relatório Geral, Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010 (Dezembro de 1987)*. Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRÁS), Rio de Janeiro – RJ, 269 p., 1987.

³ CAMARGO, M. & GHILARDI-JR., R. Entre a terra, as águas e os pescadores do Médio Rio Xingu: uma abordagem ecológica. Belém/PA, (Ed.) 2009.

⁴ ELETROBRÁS/LEME. *EIA - Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte*. Leme Engenharia Ltda. ELETROBRÁS, 2009.

⁵ BERGKAMP, G.; MCCARTNEY, M.; DUGAN, P.; MCNEELY, J.; ACREMAN, M. 2001. Dams, Ecosystem Functions, and Environmental Restoration. WCD Thematic Review - Environmental Issues II.1. Final Report to the World Commission on Dams. Secretariat of the World Commission on Dams, Cape Town. 187 pp.

⁶ BERNACSEK, G.M. 2001. Environmental issues, capacity and information base for management of fisheries affected by dams. In: MARMULLA, G. Dams, fish and fisheries. Opportunities, challenges and conflict resolution. FAO Fish. Tech. Paper, 419:139-166.

⁷ LARINIER, M. 2001. Environmental issues, dams and fish migration. In: MARMULLA, G. Dams, fish and fisheries. Opportunities, challenges and conflict resolution. FAO Fish. Tech. Paper, 419:45-90.

- Mudanças nos padrões de migração e de deslocamento das espécies devido à interrupção do fluxo nas partes represadas dos rios e igarapés e à perda de conectividade;
- Perda de áreas inundadas e outros tipos de hábitat (lagoas marginais, igarapés), o que se refletirá em decréscimo das áreas de desova, berçário e alimentação disponíveis para algumas espécies de peixes; e,
- Incremento da predação e das causas de mortalidade, notadamente, nas regiões onde a vazão será reduzida, pela diminuição da área inundada.

Ao longo da realização deste projeto foram feitos ajustes na metodologia, os quais já foram devidamente relatados em Relatórios Consolidados anteriores.

De acordo com a adequação metodológica proposta na Nota Técnica NT_SFB_Nº096_Readequação-PMI_14/12/2016 e aprovada pelo IBAMA (Despacho 02015.002572/2016-65 NLA/MG/IBAMA), a partir da campanha de monitoramento de enchente de 2017 (janeiro), foi (i) incluído um novo ponto de amostragem a montante (IC16) e um novo ponto a jusante (IC17) da barragem do sítio Pimental; (ii) readequado o delineamento temporal do projeto de monitoramento: o setor 1 localizado a montante do empreendimento foi amostrado semestralmente (períodos de cheia e de seca do rio), e os pontos IC14 e IC15, excedentes, na porção final do TVR foram amostrados anualmente no período de seca; (iii) definida a amostragem de BRUV unicamente no período de seca quando os ambientes de corredeiras e praias são acessíveis e as condições de transparência da água são ideais; (iv) padronizada a amostragem de igarapés realizada unicamente no início da vazante, quando o acesso a estes corpos hídricos, assim como o volume de água presente nestes é ideal para a coleta; e (v) intensificado o esforço de coleta de ictioplâncton no Reservatório Intermediário, tomando três amostras deste componente em cada sítio deste setor. O detalhamento da metodologia adotada no Projeto de Monitoramento da Ictiofauna consta no **Anexo 13.3.4 – 1**.

O presente RC apresenta os resultados do monitoramento da ictiofauna entre os meses de dezembro de 2017 a novembro de 2018, da região de inserção do empreendimento - etapa de operação.

Como objetivo geral tem-se a obtenção de informações e parâmetros que permitam estimar as alterações na estrutura, distribuição, abundância, biologia e ecologia da fauna íctica, visando acompanhar a evolução da mesma, em decorrência das mudanças impostas pelas obras e implantação da UHE Belo Monte.

Em atendimento ao parecer 151/2018 – COHID/CGTEF/DILIC (SEI nº 3657156), encaminhado à Norte Energia em 06/11/2018 pelo Ofício nº 551/2018/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA, que anuiu a reestruturação do Programa de Conservação da Ictiofauna, com o encerramento de dois Projetos (Investigação Taxonômica e Aquicultura de Peixes Ornamentais), informações sobre identificação e tombamento do material coletado, eventuais publicações de espécies novas e demais

informações pertinentes serão apresentadas em (**Anexo 13.3.4 – 2**). Por outro lado, este Relatório também apresenta os resultados do monitoramento da ictiofauna dos igarapés interceptados pelos diques, uma vez que o encerramento do programa específico foi solicitado ao IBAMA por meio da carta CE nº 150/2018 – SSAI. A apresentação destes resultados em tópico específico também atende as recomendações do parecer nº 151/2018 (**Anexo 13.3.4 - 12**).

Visando recepcionar as atividades do Projeto de Investigação Taxonômica que deverão ter continuidade, duas metas foram acrescentadas ao conjunto de metas já em atendimento do projeto, conforme pode ser observado no item 13.3.4.4.

13.3.4.2 RESULTADOS CONSOLIDADOS

O Banco de Dados do Projeto é trimestralmente atualizado e está disponível em formato digital, o que já incorpora as revisões taxonômicas e devidas correções, quando for o caso.

13.3.4.2.1 COMPOSIÇÃO DAS CAPTURAS

Ao todo, 205.249 peixes foram capturados desde o início do monitoramento da ictiofauna na área de influência da UHE Belo Monte, bacia do rio Xingu. Esses peixes foram classificados no total em 482 espécies e morfoespécies, 48 famílias e 12 ordens taxonômicas (**Anexo 13.3.4 - 2**). Entre os setores, foi capturado no pré-enchimento em média (\pm DP) 279,6 espécies de peixes (\pm 19,8) e 28.626,8 indivíduos (\pm 3.753,1); e no pós-enchimento foi capturado em média 208,8 espécies de peixes (\pm 18,9) e 10.340,0 indivíduos (\pm 5.355,7). É importante destacar que estas estimativas não são comparáveis temporalmente uma vez que o esforço amostral mudou no decorrer do monitoramento. Dentre as espécies, seis espécies das 41 endêmicas foram amostradas apenas no pré-enchimento, a constar: *Hypancistrus zebra* (Loricariidae - CR - Criticamente em Perigo), *Pituna xinguensis* e *Plesiolebias altamira* (ambas Cynolebiidae e CR - Criticamente em Perigo), *Sartor respectus* (Anostomidae), *Sternarchogiton zuanoni* (Aptereronotidae - VU – Vulnerável) e *Typhlobelus auriculatus* (Trichomycteridae). Desde o último relatório, duas morfoespécies foram descritas formalmente em 2018, *Crenicichla dandara* (Cichlidae) (Fonte: <https://doi.org/10.1635/053.166.0104>) e *Platydoras birindellii* (Doradidae) (Fonte: <https://doi.org/10.1635/053.166.0106>). Durante o ano de 2018 foram tombados 1952 lotes, na coleção de peixes do GEA (UFPA - Belém), compostos por 29.601 indivíduos de peixes pertencentes a 221 espécies.

ANÁLISE TEMPORAL DA ICTIOFAUNA DO RIO

A avaliação das possíveis alterações na ictiofauna ao longo dos sete anos monitorados, foi realizada através de uma análise temporal da riqueza, abundância, tamanho corporal, composição e estrutura trófica das assembleias de peixes capturadas para i) o trecho do rio diretamente afetado pelo empreendimento (setores Reservatório Principal; Trecho de Vazão Reduzida; Jusante e Bacajá), e ii) separadamente para cada um dos seis setores monitorados. Para viabilizar estas comparações foram apenas

considerados os protocolos com a mesma padronização de amostragem, esforço e número de sítios monitorados desde o início do projeto (**Anexo 13.3.4 - 3**).

Os padrões temporais da riqueza (S: número de espécies) e abundância (N: número de indivíduos) de peixes amostrados para trecho do rio diretamente afetado pelo empreendimento entre os anos monitorados, mostraram claramente o efeito do barramento, com os menores valores de S e N no pós enchimento. A análise multidimensional da matriz de composição de espécies e guildas tróficas detectou diferenças significativas entre os ambientes, os setores, e as fases do empreendimento. As maiores dispersões das amostras nas ordenações multivariadas foram da fase de pós barramento nos ambientes de praias, igapó, lago e corredeiras/pedrais sugerindo fortes mudanças na composição da ictiofauna. Na fase de pós enchimento, espécies que ocupam ambientes específicos (e.g., peixes reofilicos como *Tometes kranponhah*) sofreram reduções na sua abundância comparadas com o aumento das espécies generalistas (e.g., *Bryconops alburnoides*).

Para o setor 1 – Montante do Reservatório do Xingu, na fase de pré barramento a riqueza variou entre 109 (ano de 2013) e 132 espécies (ano de 2012), já, nos últimos três anos monitorados, na fase de pós-barramento, a riqueza variou entre 85 (ano de 2016) e 110 espécies (ano de 2017). Quando comparadas as medias da riqueza entre as duas fases do empreendimento, no pós-enchimento foi observada uma redução de 15% das espécies registradas no pré enchimento. A tendência temporal da abundância foi similar à observada pela riqueza, onde os maiores valores de N ocorreram no pré barramento e menores valores, com a exceção para o ano de 2017, no pós-barramento. As mudanças temporais foram comprovadas nas ordenações geradas através da análise de escalonamento multidimensional (MDS) da composição da ictiofauna seja para todo o setor, assim como para a maioria dos ambientes monitorados (i.e., praia, remanso, igapó e corredeira-pedral). Quando consideradas as guildas tróficas, na fase de pós enchimento foi observado um aumento dos iliófagos e onívoros e uma redução dos piscívoros e detritívoros. As curvas de densidade de probabilidade do tamanho corporal da assembleia de peixes, apresentaram na fase de pós barramento menor densidade de probabilidade, considerando todas as classes de comprimento, reflexo da menor captura e maiores frequências relativas aos indivíduos de comprimento total menor do que o cenário de pré barramento.

No setor 2 – Reservatório Xingu, na fase de pré-barramento a riqueza variou entre 128 (ano de 2015) e 134 espécies (ano de 2012), já, nos últimos três anos monitorados, na fase de pós-barramento, a riqueza variou entre 85 (ano de 2018) e 105 espécies (ano de 2016). Quando comparadas as médias da riqueza entre as duas fases do empreendimento, no pós-enchimento foi observada a redução de 26% das espécies registradas no pré-enchimento. A tendência temporal da abundância foi similar à observada pela riqueza, onde os maiores valores de N ocorreram no pré-barramento e menores valores, com a exceção para o ano de 2017, no pós-barramento. As mudanças temporais foram comprovadas nas ordenações geradas através da análise de escalonamento multidimensional (MDS) da composição da ictiofauna seja para todo o setor, assim como para a maioria dos ambientes monitorados (i.e., remanso, praia e lago). Quando consideradas as guildas tróficas, na fase de pós enchimento foi

observado um aumento dos onívoros e dos piscívoros e uma redução dos iliofagos e detritívoros. As curvas de densidade de probabilidade do tamanho corporal da assembleia de peixes, apresentaram na fase de pós barramento menor densidade de probabilidade, considerando todas as classes de comprimento, reflexo da menor captura e maiores frequências relativas a indivíduos de comprimento total menor do que o cenário de pré barramento.

No setor 3 – Trecho de Vazão Reduzida, na fase de pré-barramento a riqueza variou entre 119 (ano de 2012) e 133 espécies (ano de 2014), já, nos últimos três anos monitorados, na fase de pós-barramento, a riqueza variou entre 100 (ano de 2016) e 123 espécies (ano de 2017). Quando comparadas as medias da riqueza entre as duas fases do empreendimento, no pós-enchimento foi observada a redução de 5% das espécies registradas no pré-enchimento. A tendência temporal da abundância foi similar à observada pela riqueza, onde os maiores valores de N ocorreram no pré-barramento e menores valores no pós-barramento. As mudanças temporais foram comprovadas nas ordenações geradas através da análise de escalonamento multidimensional (MDS) da composição da ictiofauna seja para todo o setor, assim como para a maioria dos ambientes monitorados (i.e., remanso, igapó, lago e canal). Quando consideradas as guildas tróficas, na fase de pós enchimento foi observado um aumento dos iliofagos e dos piscívoros e uma redução dos onívoros e detritívoros. As curvas de densidade de probabilidade do tamanho corporal da assembleia de peixes, apresentaram na fase de pós barramento menor densidade de probabilidade, considerando todas as classes de comprimento, reflexo da menor captura e maiores frequências relativas aos indivíduos de comprimento total menor do que o cenário de pré barramento.

No setor 4 – Jusante, na fase de pré-barramento a riqueza variou entre 129 (ano de 2012) e 147 espécies (ano de 2015), já, nos últimos três anos monitorados, na fase de pós-barramento, a riqueza variou entre 112 (ano de 2018) e 123 espécies (ano de 2017). Quando comparadas as medias da riqueza entre as duas fases do empreendimento, no pós-enchimento foi observada a redução de 17% das espécies registradas no pré-enchimento. A tendência temporal da abundância foi similar à observada pela riqueza, onde os maiores valores de N ocorreram no pré-barramento e menores valores no pós-barramento. As mudanças temporais foram comprovadas nas ordenações geradas através da análise de escalonamento multidimensional (MDS) da composição da ictiofauna seja para todo o setor, assim como para a maioria dos ambientes monitorados (i.e., corredeira-pedral, praia, remanso e lago). Quando consideradas as guildas tróficas, na fase de pós enchimento foi observado um aumento dos iliofagos e dos piscívoros e uma redução dos onívoros, detritívoros e insetívoros. As curvas de densidade de probabilidade do tamanho corporal da assembleia de peixes, apresentaram na fase de pós barramento menor densidade de probabilidade, considerando todas as classes de comprimento, reflexo da menor captura e maiores frequências relativas aos indivíduos de comprimento total menor do que o cenário de pré barramento.

O setor 5 – Reservatório Intermediário foi criado com a conclusão da obra e, portanto, os dados de monitoramento disponíveis referem-se apenas aos de pós-enchimento (2016-2018). A riqueza (S) variou entre 57 (ano de 2018) e 69 espécies (ano de 2017), já, a abundância (N) apresentou uma tendência decrescente ao longo do tempo

variando de 3888 indivíduos no ano de 2016 a 1114 indivíduos no ano de 2018. As mudanças temporais na composição da ictiofauna foram comprovadas na ordenação gerada através da análise de escalonamento multidimensional (MDS) das amostras de remanso e de canal. Apenas para as amostras de remanso foi possível observar um progressivo afastamento entre os anos indicando uma modificação da composição da ictiofauna. Quando consideradas as guildas tróficas, nos anos da fase de pós enchimento foi observado um aumento dos iliofagos e dos piscívoros e redução dos onívoros e detritívoros. Comparando as curvas de densidade de probabilidade do tamanho corporal de cada ciclo anual foi possível verificar diferenças significativas que demonstram a forte variabilidade anual das coletas padronizadas, reflexo da colonização deste ambiente.

No Setor 6 – Bacajá, na fase de pré-barramento a riqueza variou entre 127 (ano de 2014) e 136 espécies (ano de 2012), já, nos últimos três anos monitorados, na fase de pós-barramento, a riqueza variou entre 107 (ano de 2016) e 117 espécies (ano de 2017). Quando comparadas as medias da riqueza entre as duas fases do empreendimento, no pós-enchimento foi observada a redução de 14% das espécies registradas no pré-enchimento. A tendência temporal da abundância foi similar à observada pela riqueza, onde os maiores valores de N ocorreram no pré-barramento e menores valores no pós-barramento. As mudanças temporais foram comprovadas nas ordenações geradas através da análise de escalonamento multidimensional (MDS) da composição da ictiofauna seja para todo o setor, assim como para a maioria dos ambientes monitorados (i.e., remanso, lago e canal). Quando consideradas as guildas tróficas, na fase de pós enchimento foi observado um leve aumento dos iliofagos e dos piscívoros e redução dos onívoros e detritívoros. As curvas de densidade de probabilidade do tamanho corporal da assembleia de peixes, apresentaram na fase de pós barramento menor densidade de probabilidade, considerando todas as classes de comprimento, reflexo da menor captura e maiores frequências relativas a indivíduos de comprimento total menor do que o cenário de pré barramento.

13.3.4.2.2 ANALISE TEMPORAL DA ICTIOFAUNA DOS IGARAPÉS

Em 2018 foram coligidos nos ambientes de igarapé 904 indivíduos, distribuídos em quatro ordens, 18 famílias e 65 espécies, sendo Characiformes a ordem mais abundante com 831 espécimes coletados. Characiformes foi representada por 11 famílias, apresentando como família mais abundante Characidae, com 676 indivíduos coletados e como espécie mais abundante destaca-se *Knodus breviceps* (N = 161) (**Anexo 13.3.4 – 4**).

Através de uma análise multivariada foi possível observar o progressivo afastamento temporal entre os anos de pré enchimento e pós enchimento. No entanto, uma análise mais detalhada para a área de influência do empreendimento, indicou como a variabilidade interanual na abundância das espécies é muito expressiva; reflexo das diferentes condições hidrológicas de cada microbacia monitorada.

13.3.4.2.3 ECOLOGIA TRÓFICA E REPRODUTIVA

As análises baseadas em análises de isótopos estáveis forneceram uma representação da estrutura trófica das assembleias de peixes de cada um dos setores do rio Xingu ao longo dos quatro anos analisados. As análises foram usadas para caracterizar as variações na estrutura trófica dos peixes ao longo de oito campanhas durante os períodos de seca e cheia, sendo quatro delas no pré-enchimento (2014 e 2015) e as outras quatro no pós-enchimento (2016 e 2017). No geral, utilizando as 7.551 amostras de 233 espécies de peixes, pode-se observar nítidas diferenças na estrutura trófica entre os as campanhas plurianuais, independente de ser campanhas de seca ou cheia ou de ser nos anos de pré-enchimento ou pós-enchimento. As diferenças ocorreram principalmente devido às mudanças no nível trófico das assembleias de cada setor. Todos os setores com exceção do setor Reservatório Intermediário apresentaram aumento no nível trófico entre 2014 e 2017, isso decorreu principalmente devido a remoção de espécies de níveis tróficos mais basais que, conseqüentemente, as assembleias tiveram o nível trófico médio transferido para valores mais elevados e a amplitude trófica (mostrada pelas elipses) foi reduzida. Também se percebe que a estrutura trófica é dependente do período hidrológico, variando dentro do mesmo setor entre as campanhas de seca e cheia (**Anexo 13.3.4 - 5**).

Nas quatro últimas campanhas (ano de 2018) foram analisadas as gônadas de 9.044 peixes, pertencentes a 187 espécies distribuídas em 32 famílias e nove ordens (**Anexo 13.3.4 - 6**). Um total de 186 espécies, representando 99% das espécies analisadas, apresentaram gônadas em maturação e maduras. Através de uma análise de ordenamento (MDS), foi avaliado para cada setor eventuais mudanças interanuais na atividade reprodutiva (i.e., número de indivíduos maduros) das espécies de peixes monitoradas. Nos setores Montante, Reservatório Xingu, Jusante e Bacajá foi possível observar em uma ordenação multivariada um afastamento dos anos da fase pré-enchimento com os de pós-enchimento. Mais especificamente, nos setores Montante, Jusante a Bacajá a abundância dos espécimes maduros diminuiu nos anos de pós-enchimento.

13.3.4.2.4 BIODIVERSIDADE FUNCIONAL

As alterações nas assembleias de peixe do rio Xingu foram avaliadas a partir da estrutura funcional, baseadas em traços funcionais sobre a história de vida, morfologia, biologia e uso do hábitat de 263 espécies, 9 ordens e 36 famílias totalizando 177.478 indivíduos (**Anexo 13.3.4 - 7**). As alterações nas diferentes componentes da estrutura funcional das assembleias de peixes foram evidentes para cada setor e período hidrológico ao longo das campanhas plurianuais no rio Xingu. As mudanças nessa estrutura são decorrentes, principalmente, das alterações na composição das espécies que compõem as comunidades, modificando a riqueza funcional das assembleias, que por sua vez é equivalente ao nicho da comunidade. Com base nisso, pode-se notar que todos os setores, dependendo do ano e do período hidrológico analisado, apresentaram em sua maioria riqueza funcional maior do que o esperado ao acaso. Quando levado em consideração os períodos de pré-enchimento e pós-enchimento, pode-se notar que

os setores Montante e Bacajá apresentaram melhoria de nicho funcional entre o pré- e o pós-enchimento apenas durante as campanhas de cheia e de vazante, respectivamente. Nas demais campanhas desses setores o nicho funcional foi reduzido, o que pode ser traduzido como remoção de traços funcionais das assembleias nesses setores. No entanto, essa redução foi acompanhada de melhoria na distribuição dos traços funcionais com o aumento na equitabilidade funcional. Os setores Reservatório Xingu e Jusante apresentaram um cenário inverso, pois tiveram nicho funcional aumentado em todas as campanhas, exceto nas campanhas de seca. O setor Reservatório Intermediário teve nicho funcional flutuando entre os anos de 2016 e 2018 para todas as campanhas, e apresentou os menores valores de nicho funcional, em geral menor que 0,2 versus maior que 0,2 na maioria dos casos nos demais setores. O único setor que teve aumento do nicho funcional foi o setor Trecho de Vazão Reduzida, isso reflete em inclusão de traços que não foram amostrados no período de pré-enchimento. No geral a dispersão dos traços e a presença de traços raros mostrada pela divergência dos traços funcionais das espécies foi bem elevada para todos os setores, com valores geralmente acima de 0,9. É possível que no decorrer do monitoramento, com as próximas campanhas esse cenário mude, mas até o momento foi evidente a mudança que cada setor teve em sua estrutura funcional entre o pré-enchimento e o pós-enchimento.

13.3.4.2.5 MONITORAMENTO DE PRAIAS E PEDRAIS COM MÉTODO BRUV (BAITED REMOTE UNDERWATER VIDEO)

O monitoramento com o método BRUV aplicado nos ambientes de praia, corredeiras/pedrais e fundo não consolidado (Reservatório intermediário) nos cinco setores monitorados registrou, durante as quatro campanhas de seca (2014, 2015, 2016 e 2017), um total de 19.815 peixes de 77 espécies/morfoespécies - pertencentes a 18 famílias (**Anexo 13.3.4 - 8**). A campanha de seca realizada em outubro/novembro de 2018 foi concluída com sucesso e os vídeos encontram-se em fase de análise, portanto, os resultados aqui apresentados não consideram os dados do ano de 2018.

Para o ambiente de praia, a média da riqueza de espécies não apresentou diferenças significativas em nenhum dos quatro setores monitorados. Após um aumento do ano de 2014 para o ano de 2015, a média da abundância – N diminuiu de forma significativa dos anos 2015 para 2017 em todos os setores, com exceção do setor Reservatório do Xingu. Para o ambiente de corredeiras/pedrais a média da riqueza de espécies apresentou diferenças significativas no setor à Montante do Reservatório do Xingu, diminuindo de 2015 para 2017 após um aumento do ano 2014 para 2015, e no setor Jusante onde diminuiu de forma constante dos anos 2014 para 2017, mas não apresentou diferenças significativas entre anos no Reservatório do Xingu e no Trecho da Vazão Reduzida. A média da abundância, neste ambiente, apresentou diferenças significativas entre os quatro anos em todos os setores exceto no Reservatório do Xingu. No setor de Montante e no Trecho de Vazão Reduzida a abundância aumentou do ano 2014 para o ano 2015, mas diminuiu em 2016 e 2017. No setor Jusante a abundância

diminuiu constantemente de 2014 para 2016, apresentando a diminuição mais marcante de 2015 para 2016.

A análise multivariada da composição das assembleias de peixes apresentou, no ambiente de praia, diferenças significativas entre os anos 2014, 2015, 2016 e 2017 em todos os quatro setores analisados separadamente e no ambiente de corredeiras/pedrais, para todos os setores e profundidades (1-2 m, 3-5 m e 5-10 m), com exceção do Reservatório do Xingu para qual não foram adquiridas amostras neste ambiente nos anos 2016 e 2017. As diferenças mais marcantes se revelaram no ambiente de praia para os setores Montante e Reservatório do Xingu. No ambiente de corredeiras/pedrais todos os setores com exceção do Reservatório do Xingu apresentaram diferenças fortemente significativas entre os anos.

13.3.4.2.6 DINÂMICA DE POPULAÇÕES

Durante as campanhas realizadas em 2016 e 2018, consideradas neste relatório como pós barramento, foram capturadas 18 espécies das 20 consideradas de importância comercial para a pesca de consumo e 9 espécies das 10 selecionadas como relevantes na pesca ornamental. Das 27 espécies amostradas (18 de consumo e nove ornamentais) foi contabilizado um total de 51.186 indivíduos mensurados, sendo 6.821 na pesca experimental e 44.365 nas coletas feitas durante os desembarques pesqueiros (**Anexo 13.3.4 – 9**).

Considerando a frequência de comprimento das amostras padronizadas do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da fase pós barramento 2016-2018, foi possível comparar as Estimativas de Densidade de Kernel (KDEs) entre os trechos do rio para sete espécies mais abundantes e de ampla distribuição. Para a espécie *Baryancistrus xanthellus* houve influência espacial sobre a frequência de comprimento, com maiores probabilidades de ocorrência de comprimentos maiores no setor montante, em relação ao Trecho de Vazão Reduzida. Para *Geophagus altifrons* houve diferença significativa entre os setores Montante e Jusante, com maiores probabilidades de ocorrência de comprimentos maiores no setor Jusante, em relação ao Montante, assim como entre Trecho de Vazão Reduzida e Jusante. Indivíduos de *Hemiodus* sp. *xingu* apresentaram maiores valores de comprimento total registrados com maior frequência para o setor montante, sendo significativamente diferente da distribuição do Trecho de Vazão Reduzida. Para *Leporinus* aff. *fasciatus* não houve diferença entre os setores TVR e Jusante, entretanto, o setor Montante se diferenciou significativamente do TVR e Jusante por apresentar maior frequência de indivíduos de comprimento total menor. O efeito do barramento sobre as frequências de comprimento, representada pela distribuição de probabilidade da espécie *Myloplus rubripinnis* foi significativa entre o setor montante e TVR (com registro de maior frequência de indivíduos menores no setor montante), enquanto para o setor Trecho de Vazão Reduzida houve pouca frequência de indivíduos menores. Para *Plagioscion squamosissimus* houve a captura de indivíduos menores no setor Trecho de Vazão Reduzida em relação ao Montante.

Antagonicamente, *Prochilodus nigricans* apresentou tendência não significativa a maiores comprimentos no setor Montante, em relação ao Trecho de Vazão Reduzida.

13.3.4.2.7 MONITORAMENTO DE ELEMENTOS-TRAÇO

Em julho de 2018 foram coletados 148 indivíduos pertencentes a 15 espécies, distribuídos entre as guildas previamente estabelecidas: detritívoros, onívoros e piscívoros (**Anexo 13.3.4 - 10**). De modo geral, as espécies apresentaram médias das concentrações de elementos-traço abaixo dos limites de segurança previstos na legislação brasileira em todos os setores e guildas. Além disso, os resultados atuais apresentam valores bastante similares aos observados nos relatórios realizados na fase de pré barramento (julho de 2013, 2014 e 2015), sugerindo que a implantação do empreendimento não alterou as concentrações destes elementos (cádmio, chumbo, arsênio e mercúrio) no ambiente e tampouco na ictiofauna.

13.3.4.2.8 ICTIOPLÂNCTON

As amostragens de ictioplâncton foram realizadas durante o ciclo hidrológico entre abril de 2012 e outubro de 2018, totalizando 36 campanhas.

Até o momento foram capturados um total de 19.370 ovos, 76.393 larvas e 4.665 indivíduos jovens e em alguns casos, indivíduos adultos de pequeno tamanho, sendo denominados como juvenis nas análises (**Anexo 13.3.4 - 11**). Entre as larvas capturadas foram identificados indivíduos pertencentes a 11 Ordens, 37 Famílias e 136 espécies/morfotipos.

Na fase de pré enchimento, para a região monitorada o padrão de atividade reprodutiva é em parte semelhante com o que é encontrado na literatura, apresentando um aumento na densidade de ovos e larvas durante o período de enchente do rio (que normalmente ocorre entre novembro e fevereiro), indicando uma maior atividade reprodutiva das espécies de peixes para a região e uma diminuição na densidade nos meses de cheia. No entanto, no decorrer do monitoramento, foi possível observar que os períodos de vazante e seca (nos meses entre julho e outubro) apresentam também altas densidades de larvas. No pós enchimento, mesmo com a formação do reservatório no final do ano de 2015, as oscilações na densidade se mantiveram. Entretanto, foi observado que nos meses de julho (vazante) e outubro (seca) de 2018 as densidades de ovos e larvas foram bem menores para o mesmo período nos anos anteriores em toda a área estudada.

13.3.4.2.9 MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA DOS IGARAPÉS INTERCEPTADOS

Na campanha de vazante do ano de 2018 foram coligidos 205 indivíduos, distribuídos em quatro ordens, 13 famílias e 37 espécies, sendo Characiformes a ordem mais abundante com 182 espécimes coletados. Characiformes foi representada por 10

famílias, apresentando como família mais abundante Characidae, com 126 indivíduos coletados e como espécie mais abundante destaca-se *Moenkhausia lepidura* (N = 40) (**Anexo 13.3.4 - 12**). Considerando unicamente as campanhas de vazante nos ambientes de igarapés interceptados, a ordenação multivariada evidenciou como cada igarapé apresentou um claro afastamento temporal que foi progressivamente maior na fase de pós enchimento. No entanto, de acordo com a interpretação das curvas de dominância – K, não foi possível identificar um claro padrão cronológico de alteração ambiental entre as fases de pré e pós barramento, uma vez que as curvas se dispuseram em forma desordenada. Neste sentido, somente com a continuação do monitoramento poderá ser comprovado qualquer padrão de alteração.

13.3.4.2.10 BIOTELEMETRIA

As atividades do estudo de rotas migratórias estão ocorrendo satisfatoriamente. A rede de detecção automática está instalada desde janeiro de 2018, e os 199 peixes das quatro espécies-alvo do projeto – aridúia (*Semaprochilodus brama*), filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*), pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) e surubim (*Pseudoplatystoma punctifer*), foram marcados até abril desse mesmo ano, dos quais mais de 80% já teve registro pelos rastreamentos móveis e/ou estações fixas de rastreamento.

O cronograma de atividades sofreu algum atraso em função de problemas com a importação dos equipamentos, e por isso a marcação dos peixes se prolongou de meados de 2017 até abril de 2018. Como a duração das baterias dos transmissores foi estimada para 1,5 a 2 anos, dependendo do tamanho do transmissor, o atraso no início dos trabalhos permitiu a prorrogação do tempo de rastreamento, que vai abranger todo o ano de 2019. Pelas estimativas realizadas no início de janeiro de 2019, 180 transmissores ainda tinham bateria. Para as aridúias e surubins, a os transmissores ainda tinham, em média, 49 e 98 dias bateria, respectivamente; para as pirararas, cerca de 214 e, para o filhote, 415. Assim, os rastreamentos previstos para ocorrerem nesse ano de 2019 serão concentrados no primeiro semestre, afim de maximizar as detecções dos peixes que ainda têm transmissores funcionais.

Em resposta à CE-0647-2018-SSAI-IBAMA, que encaminhou a Nota Técnica (NT) NE-PR-SSAI-0147-0_NT, que apresentou proposta de novo cronograma dos estudos de rota migratória utilizando-se biotelemetria, o IBAMA respondeu com o OF 551-2018-COHID-CGTEF-DILIC-IBAMA, solicitando justificativa para a interrupção dos estudos pelo período de três anos (2020 a 2022), retomando-os entre os anos de 2023 e 2025, no último biênio dos testes previstos para o Hidrograma Ecológico de Consenso.

Tendo em vista que o maior impacto sobre as rotas migratórias está na redução de vazão do TVR, não há necessidade metodológica ou justificativa técnica para a execução desse programa durante todos os cinco anos previstos para os testes do Hidrograma Ecológico de Consenso. A primeira fase dos estudos (2013-2016) gerou dados do período pré-enchimento. A segunda fase (2017-2019) está gerando dados do período de transição, durante o qual o Hidrograma ainda não está plenamente em vigor,

mas que já há alterações na vazão para o TVR causadas pelo funcionamento da UHE Belo Monte. Assim, é importante que se tenha dados do período pós-entrada em funcionamento pleno da usina – e conseqüente controle máximo da vazão para o TVR, visando uma comparação das três fases: pré-enchimento, transição e pós-entrada a plena carga. Utilizar cinco anos de período “pós” tornaria o estudo desbalanceado, podendo gerar conclusões equivocadas. Assim, concentrando a coleta de dados do período pós entrada em operação para o último biênio de testes do Hidrograma de Consenso permitirá que se obtenha dados robustos e comparáveis com as demais etapas, facilitando a interpretação dos resultados e as conclusões acerca das eventuais alterações impostas às migrações dos peixes advindas da construção e operação da barragem.

Em relação aos resultados obtidos até o momento, os peixes se dispersaram por toda área de estudo, embora filhotes, pirararas e aridúias ainda estejam mais concentrados na região de Belo Monte. Essa maior concentração nessa região já era esperada, visto que foram nesses dois locais que os peixes foram marcados e soltos. Além disso, as cachoeiras de Belo Monte reconhecidamente dificultam a passagem dos peixes em direção à Volta Grande do Xingu, de forma que era realmente esperado que os peixes fiquem mais tempo nessa região. Os surubins foram os indivíduos que mais se deslocaram, chegando até a base localizada próximo a São Félix do Xingu. Também foi a espécie que foi detectada na maior área do Reservatório Xingu e do TVR. Todas as espécies tiveram indivíduos sendo detectados na região próxima à UHE Pimental, indicando que eles atravessaram todo o TVR. Sete ainda utilizaram o STP e passaram para montante, a maior parte surubins e pirararas. Apenas surubins foram detectados nos tributários do rio Xingu, os rios Bacajá e Iriri. (**Anexo 13.3.6 - 13**).

13.3.4.3 ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PLANO/PROGRAMA/PROJETO NA ETAPA DE OPERAÇÃO

A planilha de atendimento aos objetivos do pacote de trabalho é apresentada na sequência.

OBJETIVOS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>O presente Projeto tem como objetivo geral a obtenção de informações e parâmetros que permitam estimar as alterações na estrutura, distribuição, abundância, biologia e ecologia da fauna íctica, visando acompanhar a evolução da mesma, em decorrência das mudanças impostas pelas obras e implantação do empreendimento hidrelétrico de Belo Monte.</p>	<p>No período de janeiro de 2016 a novembro de 2018 foram realizadas doze campanhas trimestrais de monitoramento da ictiofauna na fase de pós-enchimento. Pelo trabalho realizado e pelas análises dos dados apresentados no presente relatório e nos anteriores, todos os objetivos deste Projeto estão em atendimento. As atividades deste Projeto encontram-se de acordo com as atividades previstas. De um ponto de vista global dentro de cada ambiente as amostras de pós enchimento (2016 - 2018) foram mais dissimilares das dos anos da fase pré-enchimento indicando algum tipo de modificação temporal da composição da ictiofauna monitorada. Somente com a continuação do monitoramento será possível acompanhar as tendências observadas neste último RC e comprovar se estas alterações estão se mantendo ao longo do tempo.</p>

13.3.4.4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PLANO/ PROGRAMA/ PROJETO NA ETAPA DE OPERAÇÃO

A planilha de atendimento às metas do Projeto é apresentada na sequência.

META	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Estabelecer modelo conceitual das rotas de migração e estimar distâncias percorridas nos deslocamentos sazonais das principais espécies migradoras do rio Xingu.</p>	<p>Em atendimento. Durante a etapa pré-enchimento foram avaliadas a movimentação de cinco espécies: <i>Myleus rhomboidalis</i> (pacu-de-seringa, n = 55); <i>Prochilodus nigricans</i> (curimatá, n = 153); <i>Pharactocephalus hemiliopterus</i> (pirarara, n=121), <i>Pseudoplatystoma punctifer</i> (surubim, n = 62) e <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (filhote/piraíba, n = 10). No anos de 2017 a rede de telemetria foi reinstalada, e já foram marcados 199 peixes de quatro espécies: <i>Semaprochilodus brama</i> (aridúia, n = 50); <i>Pharactocephalus hemiliopterus</i> (pirarara, n=50), <i>Pseudoplatystoma punctifer</i> (surubim, n = 49) e <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (filhote/piraíba, n = 50). No ano de 2018, rastreamentos manuais e automáticos mostram que a maior parte dos indivíduos continua próxima a área de soltura, efetuando apenas pequenos deslocamentos. Ao mesmo tempo, indivíduos de todas as espécies já foram detectados na UHE Pimental, já tendo cruzado todo o TVR. Além disso, indivíduos de surubim e pirarara passaram o TVR, sendo detectados também no Reservatório Xingu. Finalmente, um surubim percorreu toda a área monitorada e foi detectado em São Félix do Xingu.</p>
<p>Estabelecer modelo conceitual da estrutura de comunidades de peixes de diferentes ambientes aquáticos e conectividades entre as comunidades enfocando principalmente nas faunas endêmicas de corredeiras.</p>	<p>Em atendimento. Os ambientes de canal, corredeira e praia apresentaram assembleias distintas, já uma parcial sobreposição foi observada para as amostras dos ambientes de remanso, lagoa e igapó onde durante a enchente e cheia do rio há conectividade biológica (e.g. piracemas). Em geral, dentro de cada ambiente as amostras de pós enchimento (2016 - 2018), foram mais dissimilares das dos anos do pré enchimento indicando algum tipo de modificação temporal da composição da ictiofauna monitorada.</p>

META	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Esclarecer quais as alterações na estrutura, distribuição e índices de abundância da ictiofauna ao longo do rio e nos seus diferentes ambientes, que venham ocorrer como consequência do empreendimento.</p>	<p>Em atendimento. Em todos os setores monitorados foi observada uma evidente alteração na ictiofauna, sendo comprovada pela redução na fase de pós enchimento da riqueza de espécies, abundância de peixes, mudança na composição da ictiofauna e das guildas tróficas, além de significativas reduções em tamanho corporal das assembleias. As assembleias de peixes amostradas nos lagos apresentaram alterações em quatro setores (i.e., Setores: Reservatório Xingu, Trecho de Vazão Reduzida, Jusante e Bacajá). Já nas praias e corredeiras/pedrais foram detectadas alterações em três setores cada (i.e., Praia: Setores: Montante, Reservatório Xingu e Jusante; Corredeiras: Setores: Montante, Reservatório Xingu e Jusante). Por fim, as assembleias dos igapós e canal apresentaram modificações em dois setores cada (i.e., igapó: setor Montante e Trecho de Vazão Reduzida; e canal: setor Trecho de Vazão Reduzida e Bacajá).</p>
<p>Gerar informações sobre a reprodução, relações tróficas, recrutamento, crescimento corporal e taxas de mortalidade das principais espécies e suas alterações em decorrência do empreendimento.</p>	<p>Em atendimento. Todos os setores com exceção do setor Reservatório Intermediário apresentaram no nível trófico entre 2014 e 2018. Isso decorreu principalmente devido a remoção de espécies de níveis tróficos mais basais (i.e., detritívoros e iliofagos) que, conseqüentemente, determinaram para as assembleias o nível trófico médio transferido para valores mais elevados e a amplitude trófica reduzida. As análises das gônadas dos peixes capturados durante os últimos três anos de monitoramento e da densidade de larvas de peixes, indicaram mudanças na atividade reprodutiva. Através do estudo de dinâmica de populações foi detectado para oitos espécies de peixes de importância comercial mudanças significativas nas frequências do tamanho corporal dos espécimes coletados entre as fases de pré e pós barramento e entre os trechos a montante e jusante da barragem.</p>

META	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Determinar possíveis alterações nos locais de desova e de berçário da ictiofauna como consequência do empreendimento.</p>	<p>Em atendimento. Nos setores Montante, Jusante, Reservatório Intermediário, Bacajá e em menor intensidade o Trecho de Vazão Reduzida, a abundância dos espécimes maduros diminuiu nos anos de pós-enchimento quando comparados com os de pré-enchimento. Já no Reservatório Principal, espécies de pequeno tamanho e estrategistas (e.g., <i>Hemiodus</i> sp. Xingu), determinaram um aumento da abundância dos indivíduos maduros.</p>
<p>Propor medidas para mitigar ou compensar os impactos observados e para o manejo e conservação da fauna íctica e, em particular, dos recursos pesqueiros.</p>	<p>Em atendimento. As alterações observadas no Projeto de Monitoramento da Ictiofauna não se limitaram aos setores diretamente impactados pelo empreendimento (i.e., Reservatório Principal, Trecho de Vazão Reduzida, Jusante – Trecho de restituição de vazão, e Reservatório intermediário), mas estenderam-se nos setores mais afastados da barragem, como o trecho à Montante (setor 1) do Reservatório Principal e o rio Bacajá (Setor 6). Isso sugere que existem outros fatores (e.g., pesca, desmatamento, mineração irregular, entre outros), atuando sinergicamente com as alterações ambientais promovidas pela implantação e operação da Usina e mesmo que a ictiofauna do Xingu seja mais sensível aos impactos do que inicialmente previsto no EIA. As assembleias de peixes monitoradas com malhadeiras nos ambientes de remanso sofreram uma clara modificação na fase de pós enchimento em todos os setores amostrados. Considerando que este tipo de apetrecho é utilizado na pesca artesanal é possível supor que estas mudanças possam estar associadas à pesca realizada em cada setor. No entanto, somente no próximo RC será possível cruzar os resultados do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna com os do Projeto de Incentivo da Pesca Sustentável e averiguar qual fator antrópico (i.e., barragem vs. pesca), é o responsável por esta alteração.</p>
<p>Atualizar a coleção de referência depositada em coleção científica de instituição de pesquisa, criada a partir dos primeiros cinco anos do PBA da UHE Belo Monte, que serve como base para estudos de taxonomia das espécies de peixe do rio Xingu.</p>	<p>Em atendimento. Durante o ano de 2018 foram tombados 1.952 lotes na coleção de peixes do GEA (UFPA - Belém), compostos por 29.601 indivíduos de peixes pertencentes a 221 espécies.</p>

META	STATUS DE ATENDIMENTO
Avaliar a reestruturação das comunidades de peixes dos igarapés interceptados pelos diques.	Em atendimento. Na campanha de vazante do ano de 2018 foram coligidos 205 indivíduos, distribuídos em quatro ordens, 13 famílias e 37 espécies, sendo Characiformes a ordem mais abundante com 182 espécimes coletados. Através da análise das capturas não foi possível identificar um claro padrão de alteração ambiental até o momento.

13.3.4.5. ATIVIDADES PREVISTAS

Serão realizadas campanhas de monitoramento da ictiofauna com frequência trimestral na área de influência da UHE de Belo Monte, conforme cronograma do Projeto. A partir do material biológico coletado será possível realizar a análise da variação em abundância, biomassa e riqueza da ictiofauna, estrutura trófica e padrões reprodutivos para mais de 100 espécies de peixes; processamento das amostras de ictioplâncton; e análise de metais e genética em tecido muscular de peixes. Os dados coletados também serão utilizados em outros Programas e Projetos do PBA – UHE Belo Monte (e.g., Gerenciamento Integrado da Volta Grande e Monitoramento de Mamíferos Aquáticos).

Elaboração das análises e do próximo RC, cujos resultados obtidos sobre identificação taxonômica e descrição de novas espécies serão reportados no âmbito deste Projeto.

13.3.4.6. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS

O cronograma gráfico é apresentado na sequência.

13.3.4.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período de dezembro de 2017 a novembro de 2018 foram realizadas quatro campanhas de monitoramento da ictiofauna na fase de pós-enchimento. Pelo trabalho realizado e pelas análises dos dados apresentados no presente relatório e nos anteriores, todos os objetivos deste Projeto estão em atendimento, sendo alcançados os seguintes resultados até o momento: i) formação de um banco de dados da composição e diversidade da ictiofauna e do ictioplâncton do rio Xingu viabilizando a aferição dos impactos previstos pela implantação do empreendimento, ii) aprofundamento do conhecimento da ecologia reprodutiva e trófica da ictiofauna, iii) estudo da dinâmica de populações, iv) instalação, marcação e rastreamento dos peixes com biotelemetria para avaliar os movimentos e uso de habitats das espécies de peixes migradores, e v) repasse de material para outros Programas e Projetos do PBA – UHE Belo Monte (e.g., Monitoramento de Mamíferos Aquáticos).

Todas as metas do Projeto estão sendo cumpridas e as novas adequações metodológicas aprovadas pelo IBAMA (Despacho 02015.002572/2016-65 NLA/MG/IBAMA) garantiram um melhor entendimento das potenciais alterações nas assembleias de peixes monitorados nos diferentes ambientes aquáticos da área de influência da UHE Belo Monte.

Os resultados gerados nestas doze campanhas de monitoramento pós-enchimento comprovaram uma progressiva alteração da ictiofauna na área de influência da UHE de Belo Monte, que nem sempre está de acordo com as alterações previstas no EIA, assim como nos padrões apresentados em estudos pretéritos publicados para outras UHEs. Como destacado na extensa literatura sobre avaliação dos impactos ambientais de UHEs, a forma e a intensidade de como a biota aquática é alterada pelo represamento de rios são altamente variáveis entre e intra bacias (e.g., Petesse & Petrere, 2012⁸). Mais especificamente, as mudanças nos descritores (e.g., riqueza de espécies) da ictiofauna de um rio represado variam de acordo com fatores locais e regionais, como o tamanho da bacia, padrões de circulação da água, heterogeneidade de ambientes, tamanho do reservatório, atividades antrópicas (e.g., pesca) e composição originária das assembleias de peixes (Agostinho et al. 2008⁹, 2016¹⁰).

O **Quadro 13.3.4 – 1** apresenta de forma resumida a magnitude das alterações detectadas para os setores monitorados na fase pós enchimento entre os anos 2016 e

⁸PETESSE, M.L.; PETRERE JR., M. (2012). Tendency towards homogenization in fish assemblages in the cascade reservoir system of the Tietê river basin, Brazil. *Ecol. Eng.* 48, 109–116.

⁹AGOSTINHO, A.A., PELICICE, F.M. & GOMES, L.C. (2008). Dams and the fish fauna of the Neotropical Region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68, 1119-1132.

¹⁰ AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., SANTOS, N. C. L., ORTEGA, J. C. G., & PELICICE, F. M. (2016). Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. *Fisheries Research*, 173, 26–36.

2018. Através deste quadro é possível identificar com base nos dados consolidados do PMI, quais descritores da ictiofauna sofreram mudanças temporais associadas possivelmente à implantação e operação da UHE de Belo Monte.

Quadro 13.3.4-1 - Resumos da magnitude das alterações detectados na fase de pós enchimento entre os anos de 2016 e 2018 nos seis setores monitorados na área de influência da UHE de Belo Monte. Onde: MON: Montante; RES_P: Reservatório Xingu; TVR: Trecho de Vazão Reduzida; JUS: Jusante; RES_I: Reservatório Intermediário e BAC: Bacajá.

A composição foi analisada considerando as ictiocenoses amostradas em cada setor. A magnitude da alteração foi classificada em alta (cor vermelha), média (cor laranja) e baixa (cor verde), de acordo com os valores quantitativos de cada descritor e sua tendência temporal. Para cada descritor o tipo de alteração foi classificado em Redução (-), Aumento (+) e Neutro (=). Para a análise de composição não foi possível atribuir o tipo de alteração.

Descritores / Setores	MON	RES_P	TVR	JUS	RES_I	BAC
Eiqueza de espécies	-	-	-	-	-	-
Abundancia	-	-	-	-	-	-
Tamanho corporal	-	-	-	-	-	-
Composição	GERAL					
	Canal					
	Corredeira					
	Igapó					
	Lago					
	Praia					
	Remanso					
Guildas	Carnivoro	=	+	+	=	=
	Detritivoro	-	=	-	-	-
	Herbivoro	=	=	=	=	-
	Iliofofo	+	-	+	+	+
	Insetivoro	-	+	=	-	=
	Onivoro	+	+	-	-	-
	Piscivoro	-	+	+	+	+
Planctofago	=	=	=	=	=	
Gonadas	-	+	-	-	-	
Ictioplancton	=	-	-	-	-	
Nível trófico	+	+	+	+	+	

Em uma análise mais específica, dentro de cada ambiente, as amostras dos anos de pós enchimento foram mais dissimilares do que as da fase pré enchimento, indicando algum tipo de modificação temporal da composição da ictiofauna monitorada em resposta às modificações ambientais (e.g. formação do reservatório). Diferentemente do que foi previsto no EIA, as alterações observadas no Projeto de Monitoramento da Ictiofauna não se limitaram aos setores diretamente impactados pelo empreendimento (i.e., Reservatório Xingu, Trecho de Vazão Reduzida, Jusante – Trecho de Restituição de Vazão, e Reservatório Intermediário), mas estenderam-se nos setores mais afastados da barragem, como o trecho à Montante (setor 1) do Reservatório Xingu e o

rio Bacajá (Setor 6). Isso sugere que existem outros fatores (e.g., pesca, desmatamento, mineração irregular, entre outros), atuando sinergicamente com as alterações ambientais promovidas pela implantação e operação da Usina e mesmo que a ictiofauna do Xingu seja mais sensível aos impactos do que inicialmente previsto no EIA.

Em todos os setores monitorados foi observada uma evidente alteração na ictiofauna, sendo comprovada pela redução na fase de pós enchimento considerando os parâmetros da riqueza de espécies, abundância de peixes, mudança na composição da ictiofauna e das guildas tróficas, além de significativas reduções em tamanho corporal das assembleias. No setor 2 – Reservatório Xingu foi comprovado o impacto previsto no EIA, de acordo com o qual no pós-barramento iria apresentar redução de populações ou eliminação de espécies intolerantes às alterações hidrológicas geradas pela barragem. Esta marcante redução da riqueza de espécie é uma resposta de filtros ambientais que progressivamente removem espécies de peixes de hábito específico (e.g., espécies reofílicas típicas das corredeiras do Xingu) que não conseguem se adaptar às novas condições de reservatório. A abundância apresentou uma progressiva diminuição durante os três anos monitorados, com a exceção do ano de 2017, quando ocorreram expressivas capturas, reflexos de um massivo recrutamento de espécies de pequeno tamanho, 'r' estrategistas, onívoras que facilmente conseguiram se adaptar nas novas condições ambientais impostas pelo reservatório (Hoeinghaus *et al.*, 2009¹¹)

As assembleias de peixes monitoradas com malhadeiras nos ambientes de remanso sofreram uma clara modificação na fase de pós enchimento em todos os setores amostrados. Considerando que este tipo de apetrecho é utilizado na pesca artesanal é possível supor que estas mudanças possam estar associadas à pesca realizada em cada setor. No entanto, somente no próximo RC será possível cruzar os resultados do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna com os do Projeto de Incentivo da Pesca Sustentável e averiguar qual fator antrópico (i.e., barragem vs. pesca), é o responsável por esta alteração. As assembleias de peixes amostradas nos ambientes de lagos apresentaram alterações em quatro setores (i.e., Setores: Reservatório Xingu, Trecho de Vazão Reduzida, Jusante e Bacajá). Já nas praias e corredeiras/pedrais foram detectadas alterações em três setores cada (i.e., Praia: Setores: Montante, Reservatório Xingu e Jusante; Corredeiras: setores: Montante, Reservatório Principal e Jusante). Por fim, as assembleias dos igapós e canal apresentaram modificações em dois setores cada (i.e., igapó: setor Montante e Trecho de Vazão Reduzida; e canal: no setor Trecho de Vazão Reduzida e no Bacajá).

Estas diferenças observadas na estrutura das assembleias foram comprovadas na análise da ecologia trófica da ictiofauna através do uso dos isótopos estáveis. Todos os setores com exceção do setor Reservatório Intermediário apresentaram no nível trófico entre 2014 e 2018. Isso decorreu principalmente devido a remoção de espécies de

¹¹ HOEINGHAUS, D.J., AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C., PELICICE, F.M., OKADA, E.K., LATINI, J.D., KASHIWAQUI, E.A.L., WINEMILLER, K.O. (2009). Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. *Conservation Biology* 23, 1222–1231.

níveis tróficos mais basais (i.e., detritívoros e iliofagos) que, conseqüentemente, determinaram para as assembleias o nível trófico médio transferido para valores mais elevados e a amplitude trófica reduzida. Estes mesmos resultados foram encontrados nos primeiros anos após a construção da UHE de Tucuruí, quer seja no reservatório e à jusante da barragem, onde houve uma clara redução da biomassa de detritívoros e planctófagos e aumento dos piscívoros (Mérona *et al.*, 2001¹²).

Através do estudo de dinâmica de populações foi detectado para oitos espécies de peixes de importância comercial mudanças significativas nas frequências do tamanho corporal dos espécimes coletados entre as fases de pré e pós barramento e entre os trechos a montante e jusante da barragem. Estas variações no tamanho corporal podem ser atribuídas não só a implantação da Usina, como outros fatores (e.g., fatores climáticos e, também atividades pesqueiras), e somente uma análise integrada poderá elucidar os padrões encontrados.

As análises das gônadas dos peixes capturados durante os últimos três anos de monitoramento e da densidade de larvas de peixes, indicaram mudanças na composição e no número de indivíduos maduros e do ictioplâncton. Isso sugere que entre anos ocorrem variações na composição das espécies de peixes em fase madura, assim como na sua abundância. Mais especificamente, nos setores Montante, Jusante, Reservatório Intermediário, Bacajá e em menor intensidade o Trecho de Vazão Reduzida, a abundância dos espécimes maduros diminuiu nos anos de pós-enchimento quando comparados com os de pré-enchimento. Já no Reservatório Xingu, espécies de pequeno tamanho 'r' estrategistas (e.g., *Hemiodus* sp. Xingu), determinaram um aumento da abundância dos indivíduos maduros.

Na análise dos elementos traços em peixes realizada em julho de 2018, foi possível constatar que as espécies apresentaram médias abaixo dos limites de segurança previstos na legislação brasileira em todos os setores e guildas, e os valores determinados foram bastante similares aos observados nos relatórios realizados na fase de pré barramento, sugerindo que o empreendimento não influenciou, pelo menos até o momento, um aumento significativo da concentração destes elementos na ictiofauna.

BIOTELEMETRIA

Em relação aos estudos de rota migratória utilizando-se biotelemetria, os dados coletados até agora indicam que os peixes continuam se movendo ao longo do TVR, sendo capazes também de cruzar todo o Reservatório Xingu e continuar sua migração ascendente. O atraso inicial no cronograma de atividades permitiu que mais um ano de trabalho fosse executado com os mesmos peixes marcados, já que para praticamente 90% dos indivíduos a bateria ainda irá durar mais alguns meses. Sendo assim, no

¹² MÉRONA, B. DE; G. M. DOS SANTOS & R. G. DE ALMEIDA. (2001). Short term effects of Tucuruí Dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. *Environmental Biology of Fishes*, 60: 375-392.

próximo RC as análises serão aprofundadas, e os dados coletados nessa segunda fase comparados com aqueles coletados no período pré-enchimento.

13.3.4.8. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Tommaso Giarrizzo	Dr. em Ciências Naturais	Coordenação geral	2009100345 D RJ	203065
Rosseval Galdino Leite	Dr. em Biologia de Água Doce e Pesca Interior	Ictioplâncton	CONFEA 040907729-1	659983
André Vieira Galuch	M.Sc. em Biol. de Águas Cont.	Ictioplâncton	52555/06-D	2071392
Allan Jamesson Silva de Jesus	M.Sc. em Ciência Animal	Ecologia de peixes	14726D PA	279897
Marcelo Costa Andrade	Dr. em Ecologia Aquática e Pesca	Ecologia de peixes	18593D PA	2021829-

13.3.4.9. ANEXOS

Anexo 13.3.4 - 1 – Materiais e métodos do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da UHE Belo Monte.

Anexo 13.3.4 – 2 Composição da ictiofauna na fase pré enchimento e pós enchimento na área de influência da UHE Belo Monte

Anexo 13.3.4 - 3 – Efeito do barramento na ictiofauna do rio Xingu e tributários no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da UHE Belo Monte (2012 a 2018)

Anexo 13.3.4 - 4 – Resultados do monitoramento da ictiofauna do ambiente de igarapé no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da UHE Belo Monte (2012 a 2018)

Anexo 13.3.4 - 5 – Ecologia trófica da ictiofauna do rio Xingu e tributários no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da UHE Belo Monte (2012 a 2018)

Anexo 13.3.4 - 6 – Atividade reprodutiva da ictiofauna do rio Xingu e tributários no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da UHE Belo Monte em 2014 e 2018

Anexo 13.3.4 - 7 – Resultados de Diversidade Funcional para cada setor amostrado no rio Xingu e tributários no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da UHE Belo Monte (2012 a 2018)

Anexo 13.3.4 - 8 – Resultados do monitoramento com BRUV (Baited Remote Underwater Video) no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da UHE Belo Monte nas campanhas de seca (2014, 2015, 2016 e 2017)

Anexo 13.3.4 - 9 – Dinâmica de populações da ictiofauna do rio Xingu e tributários no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da UHE Belo Monte (2016 a 2018)

Anexo 13.3.4 - 10 – Monitoramento de Elementos-Traço em Peixes na Região de Influência da UHE Belo Monte

Anexo 13.3.4 - 11 – Resultados do ictioplâncton do rio Xingu e tributários no âmbito do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna da UHE Belo Monte (2012 a 2018)

Anexo 13.3.4 - 12 – Resultados específicos do monitoramento da ictiofauna dos igarapés interceptados pelos diques na área de influência da UHE Belo Monte (2012 a 2018)

Anexo 13.3.4 - 13 – Resultados do estudo de rotas de migração