

SUMÁRIO – 13.3.6 - PROJETO DE IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO DE MECANISMO PARA TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES

13.3.6. PROJETO DE IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO DE MECANISMO PARA TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES	13.3.6-1
13.3.6.1. INTRODUÇÃO	13.3.6-1
13.3.6.2. METODOLOGIA.....	13.3.6-3
13.3.6.2.1. DESCRIÇÃO DO CANAL	13.3.6-3
13.3.6.2.2. COLETA DE DADOS E QUESTÕES METODOLÓGICAS	13.3.6-4
13.3.6.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS.....	13.3.6-24
13.3.6.3.1. BIOTELEMETRIA.....	13.3.6-24
13.3.6.3.2. SISTEMA RFID	13.3.6-27
13.3.6.3.3. SISTEMA DE VÍDEO IMAGEM	13.3.6-35
13.3.6.3.4. CAPTURA DE PEIXES	13.3.6-42
13.3.6.3.5. MONITORAMENTO HIDRÁULICO	13.3.6-57
13.3.6.4. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PLANO/PROGRAMA/PROJETO.....	13.3.6-78
13.3.6.5. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PLANO/PROGRAMA/PROJETO	13.3.6-80
13.3.6.6. ATIVIDADES PREVISTAS	13.3.6-83
13.3.6.7. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS	13.3.6-83
13.3.6.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13.3.6-85
13.3.6.9. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO	13.3.6-86
13.3.6.10. ANEXOS.....	13.3.6-86

13.3.6. PROJETO DE IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO DE MECANISMO PARA TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES

13.3.6.1. INTRODUÇÃO

Dentre os impactos causados pela construção da barragem principal do AHE Belo Monte, no sítio Pimental, o EIA previa alteração nos comportamentos migratórios e nos padrões de movimentação dos animais ao longo do rio, especialmente a comunidade de peixes. Por isso, foi proposta a construção de um sistema de transposição de peixes (STP), dentro do Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna. Segundo o PBA, o STP deveria ser um canal com diques com ranhuras verticais, cujo monitoramento deveria ser capaz de determinar sua eficiência.

No início das atividades deste programa, em agosto de 2012, foram definidos os critérios gerais do projeto do STP adotados no PBA. Inicialmente, foram realizados ensaios em modelo reduzido tridimensional para definir o melhor posicionamento da entrada do STP. Novos ensaios, agora em modelos bidimensionais, permitiram a definição da geometria dos dissipadores de energia, também chamados de defletores, e a obtenção de condições hidráulicas teoricamente adequadas às espécies de peixes que usariam o STP. Dessa forma, atendeu-se o item 3.64 do Parecer no 02001.003622/2015-08 do Ibama.

Durante o ano de 2013 foi feito o detalhamento do projeto do STP, culminando com o seminário “Diretrizes para Operação do Sistema de Transposição de Peixes”, realizado nos dias 23 e 24/10/2013, em Brasília. Nesse seminário, discutiu-se diferentes aspectos do projeto do STP e também se fez uma integração com outras ações relacionadas ao tema. Os resultados do seminário, juntamente com todos os estudos de engenharia previamente realizados, embasaram o relatório final e os desenhos do arranjo consolidado do STP, finalizado em maio de 2014. Esses desenhos embasaram, por sua vez, o Projeto Executivo.

Também em 2014 foram elaboradas as especificações técnicas da metodologia para monitoramento do STP, complementando as informações apresentadas no PBA, dentro do Projeto de Implantação e Monitoramento do Sistema de Transposição de Peixes (PBA 13.3.6). Essa metodologia incluía a marcação de peixes com etiquetas PIT (sigla em inglês para transponder passivo integrado), sistema de vídeo-imagem, captura de peixes dentro do canal e monitoramento hidráulico. Importante salientar que a maior parte dessas metodologias jamais havia sido usada em um STP com as dimensões encontradas no STP da UHE Belo Monte. Então, era previsto que seria necessário um tempo de adaptação até que todos os sistemas estivessem completamente funcionais.

O ano de 2015 foi utilizado para detalhamento das estruturas civis, equipamentos eletromecânicos e contratação dos equipamentos e empresas que ficariam responsáveis pela determinação da performance e do monitoramento hidráulico do STP.

No segundo semestre de 2015 realizou-se o “Seminário Técnico sobre o Programa de Conservação da Ictiofauna da UHE Belo Monte”, organizado pelo IBAMA e NE.

Em janeiro de 2016 fez-se primeira etapa da instalação dos equipamentos do sistema de identificação por rádio frequência (RFID, na sigla em inglês) usados para ler as etiquetas PIT e do sistema de vídeo-imagem (SVI). O reservatório atingiu a cota El. 97,00 no dia 03/02/2016, permitindo o início do funcionamento do STP. Atendendo à Condicionante 2.27 da Licença de Operação Nº 1317/2015, iniciou-se o processo de comissionamento dos equipamentos de monitoramento.

Entre 2016 e 2018, o STP passou por três períodos de adequações e complementações nos equipamentos dos diferentes sistemas de monitoramento, quando o STP foi fechado e completamente drenado. Esses períodos foram sincronizados com a época da seca, quando não há piracema e os prejuízos à ictiofauna seriam mínimos, uma vez que, nesses três anos, as vazões afluentes nesse período foram insuficientes para manter o Reservatório Xingu (RX) no nível mínimo necessário para a operação do STP. Esse período de complementação dos equipamentos de monitoramento foi utilizado para experimentos de ajustes metodológicos, conforme acordado com o IBAMA e oficializado pelo DESPACHO 02015.002369/2016-99 NLA/MG/IBAMA.



Figura 13.3.6 - 1 – Visão geral do STP em funcionamento normal.

Em 2018, o STP foi fechado em setembro, conforme informado pela CE 0591/2018 – SSAI, protocolada no dia 09/08/2018. A previsão era de que o STP ficasse fechado por 60 dias. Contudo, por questões operativas, o nível do RX teve que se manter abaixo da cota 96,5m, mínimo para operação do STP, por mais tempo que o previsto. O STP foi reaberto no dia 15/12/2018 e durante o período de seu fechamento e postergação de abertura teve o devido acompanhamento da equipe de analistas do IBAMA que realizou vistoria no sistema em 22/11/2018.

13.3.6.2. METODOLOGIA

13.3.6.2.1. DESCRIÇÃO DO CANAL

O STP da UHE Belo Monte está localizado no sítio Pimental, próximo à casa de força auxiliar (Figura 13.3.6 - 2), com 1,2km de extensão, vence um desnível de 10 a 14 metros, dependendo da vazão defluente da usina, que regula o NA de jusante. A vazão normal do STP é de 12m³/s. O STP é formado por quatro partes: 1) canal de passagem propriamente dito; 2) canal de saída, que liga o canal de passagem ao reservatório; 3) canal de entrada, que conecta o canal de fuga da usina com o canal de passagem; e 4) sistema auxiliar de água de atração, localizado no trecho de jusante do canal de passagem, próximo ao canal de entrada (Figura 13.3.6 - 2).



Figura 13.3.6 - 2 – Visão aérea do STP, com indicação das suas partes e das principais estruturas da usina.

O canal de transposição é dividido em 80 tanques, cada um com 14 m de comprimento e declividade de 1,43%. Cada tanque é delimitado por diques de gabiões, que agem como dissipadores da energia da água, enquanto duas ranhuras verticais nos gabiões permitem a passagem dos peixes entre os tanques. A utilização dos gabiões foi feita pensando-se na possibilidade de alterações na estrutura interna para adequar melhor as condições hidráulicas do STP, caso os resultados do monitoramento indicassem baixa performance. Esse canal possui forma trapezoidal em seção transversal, com 6m de largura de base. Esse formato do tanque é uma inovação em termos de engenharia de STP, e foi elaborado com o foco na redução de custos e melhoria das condições do escoamento. Os tanques possuem uma profundidade média de 2,5 m. Testes em

modelo reduzido em 2014 confirmaram que essa engenharia criava um escoamento com parâmetros hidráulicos adequados para a movimentação dos peixes segundo as indicações da literatura especializada. O canal de entrada possuiu profundidade normal de 8m, mas que pode chegar a 12m quando o NA de jusante aumenta. O STP foi construído próximo ao canal de fuga, para aumentar as chances de os peixes encontrá-lo. O canal de saída foi posicionado o mais longe possível da tomada d'água, visando reduzir as chances de o peixe ser direcionado às turbinas, logo após sua passagem para montante. Finalmente, o sistema auxiliar de água de atração transporta água por gravidade para o trecho final do canal de passagem que está submetido à influência do NA de jusante. Esse sistema é formado por quatro difusores interconectados, e tem o objetivo de aumentar a vazão a partir desse trecho do STP para até 40 m³/s, visando manter a velocidade da água no canal de entrada dentro dos intervalos sugeridos de atratividade para o peixe quando o nível de jusante estiver alto. Uma comporta mitra, situada no trecho final do canal de entrada, é regulada para atuar em conjunto com o aumento da vazão para manutenção das velocidades de escoamento. A velocidade da água é uma das variáveis que mais influência na atração dos peixes para o STP.

13.3.6.2.2. COLETA DE DADOS E QUESTÕES METODOLÓGICAS

13.3.6.2.2.1. BIOTELEMETRIA

Dentro do PBA da UHE Belo Monte foram elaboradas várias questões relacionadas ao comportamento dos peixes a jusante da UHE Pimental, relacionadas com o encontro da entrada do STP e o eventual comportamento de retorno desses indivíduos. A melhor técnica para se responder a essas perguntas é a Biotelemetria. Essa técnica é a mais indicada para auxiliar na compreensão do comportamento dos peixes a jusante do barramento, como negociam a passagem pelo STP e, a partir do reservatório Xingu, se há movimento de retorno e qual a via principal de movimento montante-jusante. Assim, como as perguntas do Projeto 13.3.6 do PBA estão todas relacionadas ao comportamento dos peixes na área próxima ao STP, a equipe técnica responsável pela implantação do monitoramento por Biotelemetria definiu que todos os peixes deveriam ser capturados próximos ao sítio Pimental. Como não é possível assegurar que os peixes passariam pelo STP, metade dos indivíduos foram soltos no reservatório Xingu, de forma a garantir que haverá indivíduos para responder às perguntas relativas à passagem de montante para jusante.

Para acompanhar a movimentação dos peixes nas proximidades da barragem, foram instaladas quatro Estações Fixas de Rastreamento (EFR) ao longo da barragem principal no sítio Pimental, além de duas no STP (Figura 13.3.6 - 3). O excesso de turbulência da água fez com que se optasse apenas pelo uso de receptores de rádio nessas estações, pois bolhas de ar prejudicam a recepção pelos hidrofones acústicos. Duas EFR estão posicionadas na região central do vertedouro, uma a montante outra a jusante. Duas outras estão posicionadas próximas à casa de força, uma na tomada d'água (à montante, com uma antena) e outra no canal de fuga, com duas antenas. Essas EFR visam identificar a movimentação dos peixes nessas duas áreas, o tempo

decorrido desde a chegada do peixe na usina até o encontro da entrada do STP, e a eventual utilização dessas vias – vertedouros e turbinas – como passagem no sentido montante-jusante. Além delas, outras duas EFR, cada uma com duas antenas, foram instaladas no canal de entrada e no canal de saída do STP.

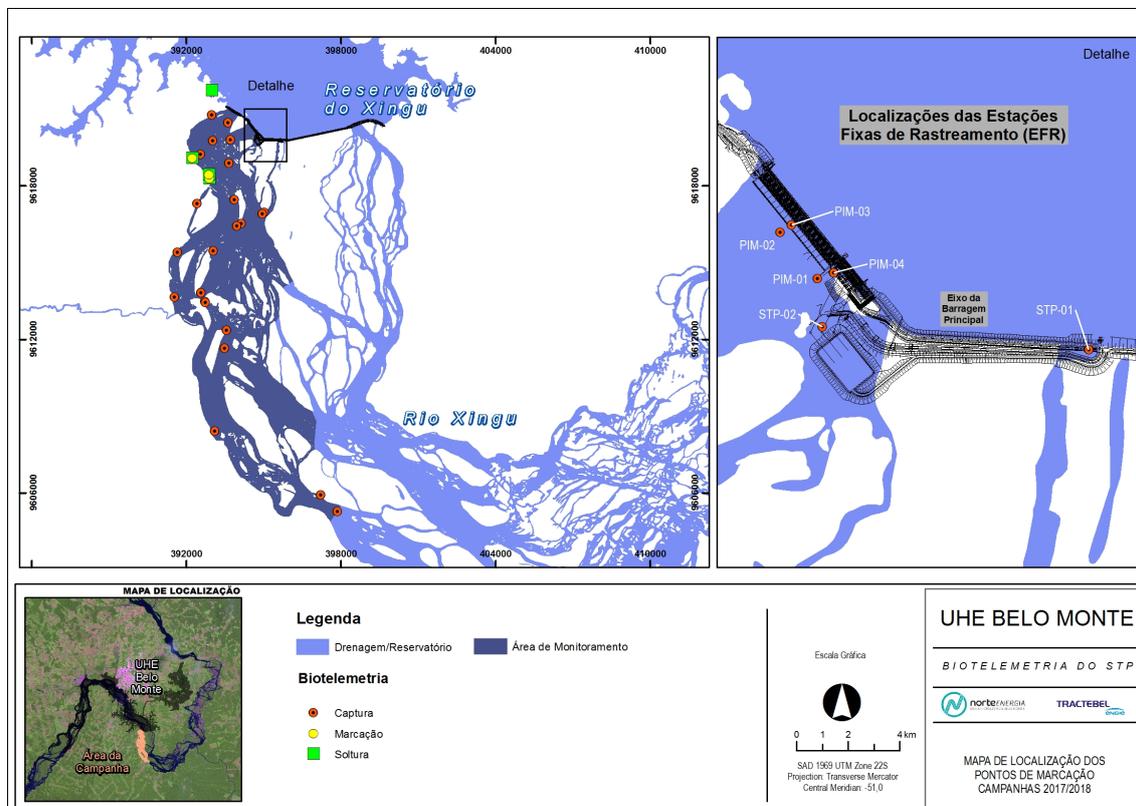


Figura 13.3.6 - 3 – Localização das EFR-R relativas ao PBA 13.3.6 Projeto de Implantação e Monitoramento do Sistema de Transposição de Peixes. PIM-01 e PIM-02 monitoram o canal de fuga e saída de água dos vertedouros, respectivamente; PIM-03 e PIM-04 monitoram tomada d’água do vertedouro e das máquinas, respectivamente; STP-02 monitoram a entrada do STP e STP-01 a saída.

Foram realizadas três campanhas de marcação entre julho de 2017 e março de 2018, quando foram marcados 192 indivíduos das quatro espécies-alvo desse projeto: surubim (*Pseudoplatystoma punctifer*), pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), barbado (*Pinirampus pirinampu*) e aridúia (*Semaprochilodus brama*). (Tabela 13.2.6 - 1, Figura 13.3.6 - 4). Desse total, 96 foram soltos no reservatório Xingu, e 96 foram soltos a jusante, cerca de 2 km do barramento, onde foram instaladas as estações de marcação (Figura 13.3.6 - 3).

Quadro 13.2.6 - 1 – Número de indivíduos de cada espécie e estatísticas da biometria, marcados com transmissores CART dentro do PBA 13.3.6.

NOME COMUM	n	LOCAL DE SOLTURA		COMPRIMENTO PADRÃO (CM)			PESO CORPÓRIO (g)		
		Jusante	Montante	Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo
Pirarara	50	25	25	86,5	71,5	121,0	13,0	8,0	36,6
Barbado	42	21	21	62,4	49,7	78,5	3,3	1,7	6,7
Surubim	50	25	25	70,8	56,3	98,8	4,3	2,2	10,3
Aridúia	50	25	25	38,2	31,5	47,0	1,7	0,9	3,1





Figura 13.3.6 - 4 – Espécies marcadas com CART dentro do monitoramento com biotelemetria no âmbito do PBA 13.3.6.

Os peixes foram comprados diretamente de 21 pescadores locais, que utilizaram 23 pontos de captura, localizados especialmente no canal principal do rio Xingu, na margem direita do TVR. Os pescadores utilizaram espinhel, redes e tarrafas.

As estações de marcação foram montadas na margem direita do rio, próximo às áreas de captura, e serviram de pontos de soltura a jusante do barramento. A cada campanha, foram montados seis tanques circulares de 1500L, aerados continuamente e com água circulante do rio Xingu, além da sala cirúrgica, onde o peixe foi submetido ao implante das marcas (Figura 13.3.6 - 5).

Após serem entregues pelos pescadores, os peixes ficaram em média aproximadamente 3h (variando de 12 minutos a 10 horas) nos tanques para recuperarem da captura e transporte. Após esse período, foram medidos (comprimento total – CT e comprimento padrão – CP) e pesados. Em seguida, foram imersos em um tanque retangular (160 X 60 x 50 cm de C x L x P), contendo 230L de água e 4mL de solução Prime®, 20 gotas de eugenol e sal. Nas extremidades do tanque haviam dois eletrodos, conectados a um gerador de corrente contínua para imobilização do peixe, com voltagem média de 25,7V, e amperagem média de 0,11A. Os peixes eram mantidos submersos até que os reflexos de movimentação das nadadeiras parassem, evidenciando estado de analgesia adequado para a cirurgia.



Figura 13.3.6 - 5 – Estação de marcação de peixes localizada a jusante da barragem de Pimental. A esquerda, parte dos tanques de manutenção dos peixes; a direita, sala de marcação, com destaque para o tanque onde o peixe ficava imerso durante a cirurgia.

Cada peixe recebeu três marcas: CART ou radiotransmissor implantado na cavidade celomática, PIT implantado na região dorsal dos Siluriformes e na cavidade celomática das aridúias e DART na base da nadadeira dorsal (Figura 13.3.6 - 6). O CART (sigla em inglês para Etiqueta Combinada de Acústica e Rádio) emite sinal de rádio e acústico, para serem detectadas nos rastreamentos móveis e nas EFR; o radiotramissor, usado apenas nas aridúias, emite apenas o sinal de rádio; marca PIT (sigla em inglês para transponder passivo integrado) foi utilizado para avaliar a passagem do peixe pelo STP. As marcas DART são as únicas marcas externas, e servem para permitir a identificação de peixes marcados em caso de recaptura.



Figura 13.3.6 - 6 – Marcas utilizadas nos peixes. Da esquerda para a direita: PIT, Dart, eppendorf para coleta de material genético e CART.

A cirurgia para implantação dos peixes durou em média 15 min (variando de 5 min a 1h e 32min), sendo menor para a aridúia e maior para o barbado e pirarara (Tabela 13.3.6 - 2). Foi feito um pequeno corte na epiderme da região ventral dos Siluriformes e na lateral das aridúias (após retirada das escamas). Em seguida, a musculatura foi separada utilizando-se uma tesoura, permitindo acesso à cavidade celomática. Trocarte foi utilizado para transpassar a antena pela cavidade abdominal. Sutura foi realizada para fechar o corte. Na sequência, o PIT foi implantado com auxílio de uma seringa, assim como a marca Dart. Todo o processo está ilustrado na figura 13.3.6 - 7. Terminada a cirurgia, o peixe permaneceu em média cerca de 1h (variando de poucos minutos a 9h) no tanque novamente antes de ser liberado no rio.

Quadro 13.3.6 - 2 – Tempo médio de cirurgia das espécies marcadas com transmissores CART no âmbito do PBA 13.3.6

Nome comum	Média do tempo de cirurgia (min:ss)
Ariduia	14:27
Barbado	16:48
Pirarara	16:22
Surubim	15:13

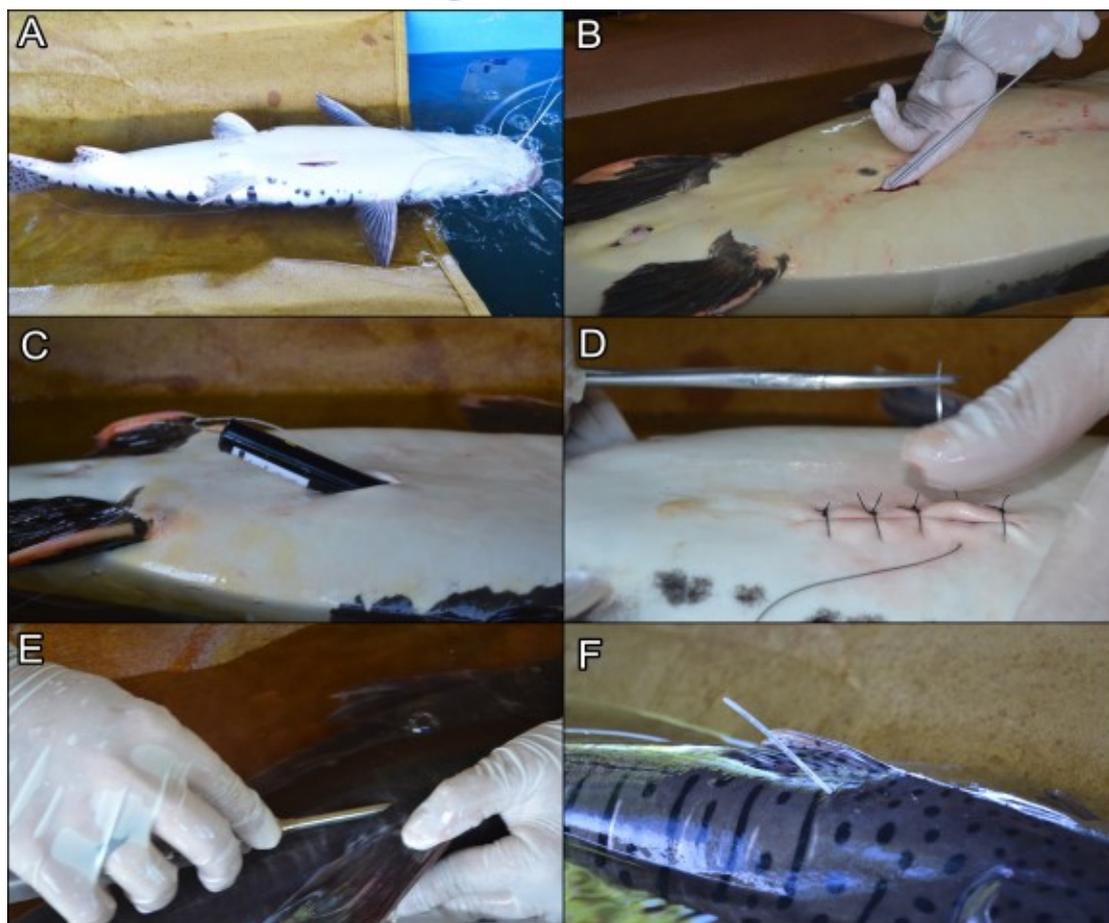


Figura 13.3.6 - 7 – Etapas da marcação dos peixes. A: corte da pele e acesso a cavidades celomática; B: uso de trocater para transpassar a antena pela cavidade celomática; C: inserção do transmissor na cavidade; D: sutura para fechamento do corte; E: inserção da marca PIT; F: marca externa Dart presa no dorso.

13.3.6.2.2.2. SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA

O Sistema de Identificação por Radiofrequência (RFID, na sigla em inglês) é popularmente conhecido como sistema PIT-tag. O PIT (sigla para transponder passivo integrado, em inglês) é uma marca de pequeno tamanho (Figura 13.3.6 - 6) que não possui bateria. Por isso, sua vida útil é virtualmente ilimitada, e o pequeno tamanho permite que seja utilizado em uma amplitude maior de peixes que as marcas CART. Além disso, o preço mais acessível permite com que sejam marcadas uma maior quantidade de peixes. A maior desvantagem desse método é que os peixes devem passar próximos ou por dentro de uma antena, formada por uma espira de fios protegida, no caso do STP da UHE Belo Monte, por uma moldura de madeira, para que possam ser detectados.

O PBA da UHE Belo Monte previa a instalação de seis transectos, cada um formado por duas antenas, para avaliar com maior detalhamento a movimentação dos peixes pelo canal (Figura 13.3.6 - 8). Dois transectos, T1 e T6, avaliam o tempo total do peixe para transpor o STP, sendo o primeiro localizado mais a jusante, no canal de entrada, e o

último mais a montante, no final do canal de saída. T2 foi proposta para avaliar a influência da comporta mitra sobre a passagem dos peixes. T3 já está na região fora da influência do NA de jusante, e juntamente com T4 e T5, avaliam o comportamento dos peixes pelo canal de passagem.

Pelo tamanho das antenas, a instalação do sistema era bastante desafiadora, e foi feita aos poucos. Em 2016, os transectos T3, T4 e T5, os menores e mais simples, foram instalados (Figura 13.3.6 - 8). Para melhorar a detecção, uma estrutura de concreto foi construída na face de montante do gabião, afastando a antena das pedras, garantindo o registro do peixe somente após vencer a carga hidráulica que existe na passagem da água de um tanque para o outro. No final de 2017 instalou-se T6, com antenas consideradas grades para os sistemas RFID tradicionais, com 3m de altura e 4m de largura, sendo que apresentou algumas falhas e não detectou nenhum peixe ao longo do ano. Durante o fechamento do STP de 2018, instalou-se T1 e T2 e fez-se os ajustes necessários para T6 funcionar plenamente, finalizando-se assim, a instalação desse sistema. T1 e T2 são formados por antenas com 3m de largura e 12,5m e 15m de altura, respectivamente. Constituem as maiores antenas já construídas para sistemas RFID dentro de um STP que se tem registro.

Para garantir e avaliar o funcionamento das antenas ao longo de todo o período, instalou-se marcas automáticas nas duas antenas de T6, nas duas de T1, em uma de T2 e em uma de T3. Essas marcas ficam dentro de campos eletromagnéticos artificiais que impedem que as antenas registrem sua presença. Em tempos pré-programados, esse campo magnético se desliga, e a antena registra o número desse PIT nos dados. Assim, é possível avaliar o funcionamento das antenas ao longo do período de estudo, bem como identificar de prontidão qualquer falha que ocorra no sistema. As demais antenas que não receberam as marcas automáticas serão testadas manualmente pela equipe de campo, semanalmente.

Além da instalação das antenas, o PBA previa a marcação de 3.000 indivíduos com marcas PIT. Entretanto, devido à instalação parcial do sistema RFID até o final de 2018, optou-se por reduzir o número de peixes marcados nessa primeira etapa, visando aumentar esforços e utilizar as marcas quando fosse possível ter respostas mais assertivas sobre os tempos de passagem dos peixes. Para isso, era fundamental que T1 e T2 estivessem instalados. Assim, durante os dois primeiros anos, marcou-se 1.223 indivíduos de 57 espécies diferentes. Parte desses peixes foi marcada junto com os peixes dos estudos de biotelemetria do PBA 13.3.4 Projeto de Monitoramento da Ictiofauna (199), e outros 192 foram os mesmos que receberam as marcas de biotelemetria para as avaliações pertinentes ao presente PBA. Os demais 832 peixes foram marcados exclusivamente com marcas PIT, na região dorsal e na cavidade abdominal, dependendo da espécie (Quadro 13.3.6 – 2, Figura 13.3.6 - 9). Parte desses peixes foi usada em experimento para avaliar o melhor local de captura e soltura dos indivíduos. Este experimento visava responder se peixes capturados dentro do STP têm maior taxa de entrada que aqueles capturados na região de jusante, bem como se os peixes que são soltos próximos ao canal de entrada entram no STP com taxas maiores que aqueles que são soltos longe do canal de entrada. Assim, foi montado um

experimento 2x2, onde os peixes foram capturados dentro e fora do STP e soltos perto e longe, de forma mais aleatória e balanceada possível.

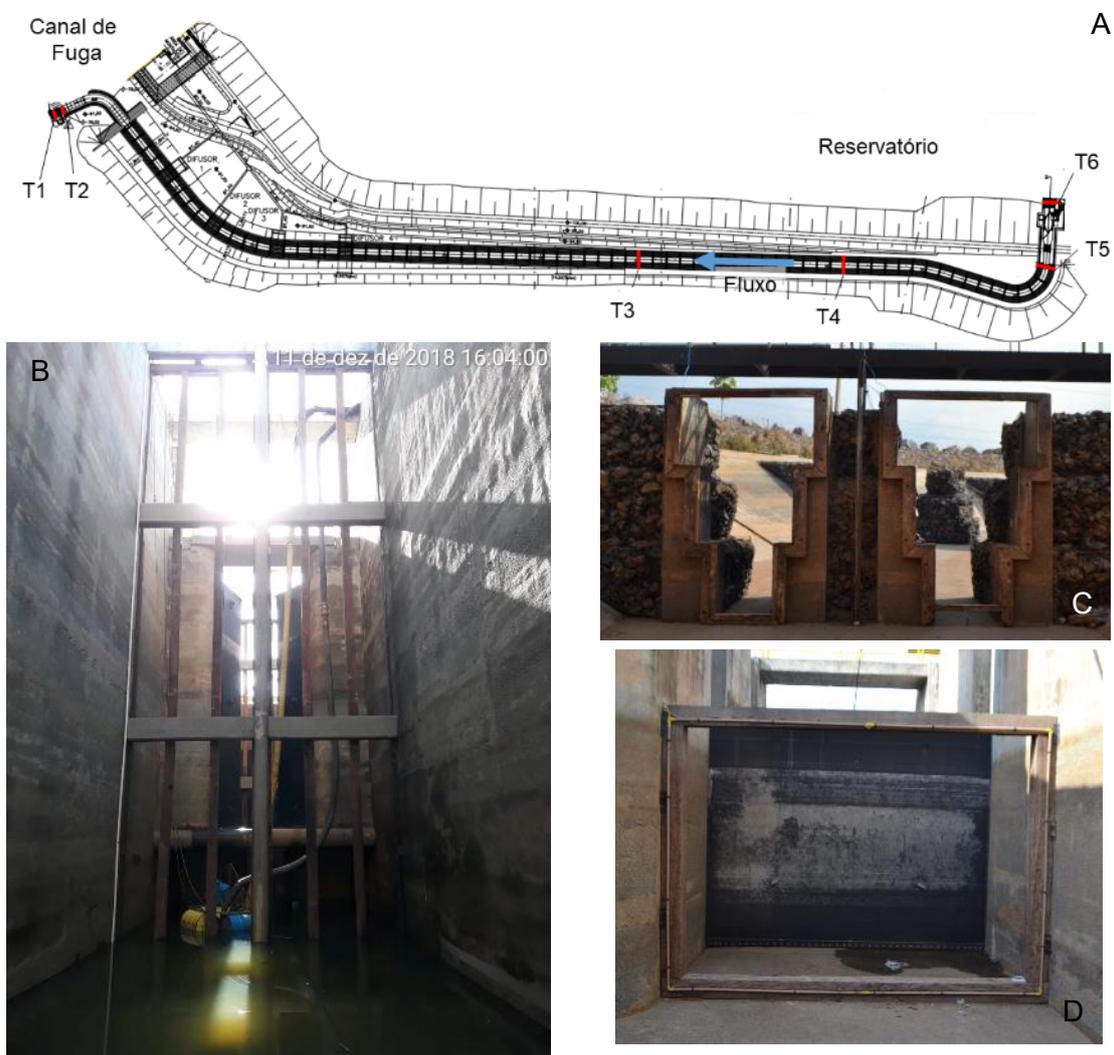


Figura 13.3.6 - 8 – Sistema RFID. A: planta do STP, identificando a posição dos seis transectos. B: T2, que é semelhante a T1, exceto que T1 é um pouco menor; C: T5, cujas antenas são iguais a T3 e T4; D: uma antena de T6, que possui outra igual.

Quadro 13.3.6 - 3 – Número de peixes marcados por ano, por metodologia nos dois projetos.

ANO	METODOLOGIA - PROJETO	NÚMERO DE PEIXES MARCADOS
2016	RFID - PBA 13.3.6	164
2017	Biotelemetria - PBA 13.3.4	142
	Biotelemetria - PBA 13.3.6	171
	RFID - PBA 13.3.6	213
2018	Biotelemetria - PBA 13.3.4	57
	Biotelemetria - PBA 13.3.6	21
	RFID - PBA 13.3.6	355
Total		1123



Figura 13.3.6 - 9 – Locais de marcação dos peixes com etiquetas PIT, na cavidade celomática e no dorso.

Como ainda não é possível determinar o tempo de passagem e outras métricas associadas ao comportamento dos peixes dentro do canal, as análises apresentadas são basicamente descritivas. Ferramentas de análise de tempo-até-o-evento foram usadas para avaliar o resultado do experimento de local de soltura x local de captura. Entretanto, deve-se levar em consideração que só quando o peixe é registrado por T3 identifica-se a entrada dele no STP. Entretanto, como T3 está situada acima da metade do STP, muitos peixes podem entrar no STP e retornarem para jusante antes de alcançarem esse ponto. Assim, os resultados do experimento não são conclusivos, mas dão bons indicativos.

13.3.6.2.2.3. SISTEMA DE VÍDEO IMAGEM

O sistema de vídeo-imagem (SVI) foi projetado para fornecer estimativas precisas sobre o trânsito diário de peixes que passam pelo STP, bem como sua variação nictimeral e sazonal. No canal de saída, os peixes são direcionados para passarem próximos a dois visores de 2x2m, um em cada lado do STP, por um conjunto de grades, passando por um corredor de 1m de largura por 2m de profundidade (Figura 13.3.6 - 10).



Figura 13.3.6 - 10 – Grades de direcionamento dos peixes no canal de saída. Os dois visores estão assinalados com as setas pretas.

Até julho de 2018, cada visor era monitorado por três câmeras de alta-resolução, que faziam gravações das imagens 24h por dia, 7 dias por semana. Uma câmera estava centrada no visor completo, e duas registravam a passagem de peixes pelo quadrante superior e inferior da metade de montante dos visores. Em julho de 2018, as câmeras dos quadrantes foram desativadas, e apenas a câmera central foi mantida. Para o período noturno, foi desenvolvido um sistema de iluminação especial para permitir a visualização dos peixes (Figura 13.3.6 - 11). Devido ao tamanho do visor, esse sistema de iluminação precisou passar por vários ajustes desde o final de 2017, até se conseguir a configuração ideal em julho de 2018. Esse sistema se liga automaticamente às 17h, desligando às 7h da manhã do dia seguinte. Assim, a maior parte dos dados apresentados nesse relatório refere-se apenas a filmagens realizadas no período diurno. Os dados são salvos em um disco rígido especial para sistemas de vigilância, e enviados para o Centro de Transposições de Peixes, na Universidade Federal de Minas Gerais. É feito um backup das imagens gravadas e, em seguida, elas são analisadas por biólogas treinadas na identificação e contagem de peixes. Atualmente, quatro observadoras se dedicam exclusivamente a essa atividade.

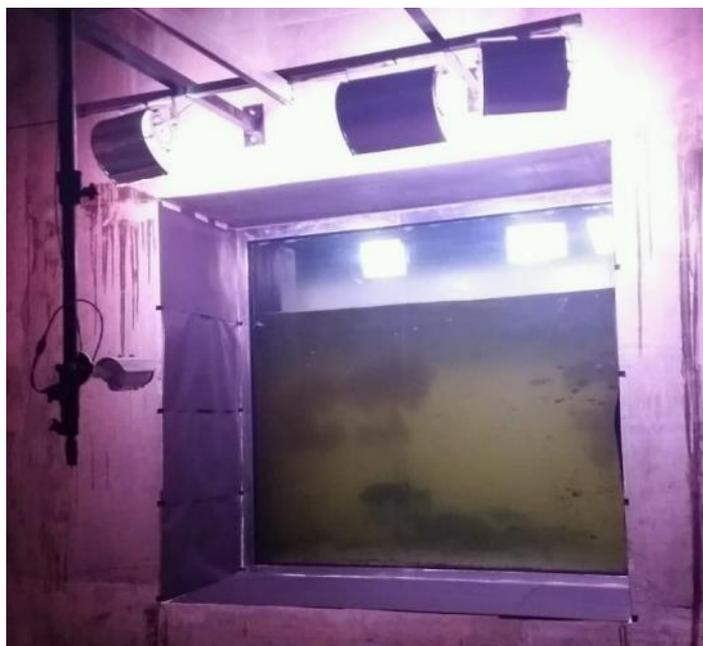


Figura 13.3.6 - 11 – Câmera e iluminação noturna final do SVI.

Assim como os demais métodos de monitoramento, muitos têm sido os desafios enfrentados pelo SVI ao longo desses dois anos de estudos. Algumas das dificuldades, como a turbidez da água, já eram previstas, tanto que, no projeto do STP, há um nicho para instalação de um equipamento para monitorar utilizando tecnologia de formação de imagem por som (comercialmente conhecido como Didson), capaz de formar imagens de boa qualidade em qualquer condição de transparência da água.

A turbidez da água foi aumentando paulatinamente entre novembro de 2016 (quando o STP foi reaberto pela primeira vez) até março de 2017, quando chegou em um nível que impossibilitou o uso das imagens. Sendo assim, o SVI ficou desligado por dois meses, até maio, quando a qualidade da água permitiu que a obtenção de imagens que pudessem ser analisadas (Figura 13.3.6 - 12). Além disso, o visor da margem esquerda ficou com

mais 50% da superfície submersa coberta por algas, impedindo a visualização da passagem dos peixes (Figura 13.3.6 - 12). Assim, para esse primeiro ano, há contagens apenas para um visor. Para evitar os problemas com incrustação de algas em 2018, quinzenalmente era feita a limpeza manual dos visores, o que não permitiu a formação de grandes manchas no visor. Por outro lado, a turbidez em alguns meses ainda foi um complicador para a contagem dos peixes, mas não a ponto de ser necessário interromper as filmagens (Figura 13.3.6 - 13).

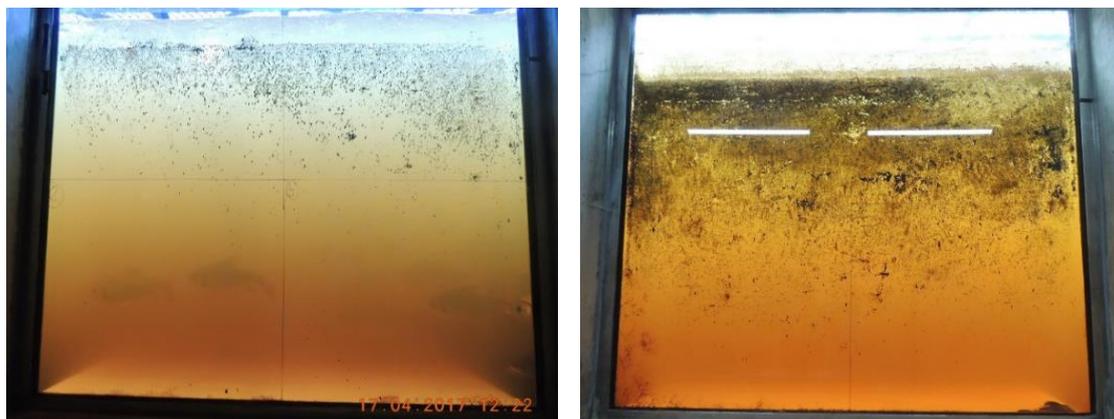


Figura 13.3.6 - 12 – À esquerda: excesso de turbidez da água, que levou a desativação do SVI por alguns meses do ano de 2017. À direita: algas no visor da margem esquerda, que ficou inoperante desde os primeiros meses de 2017.

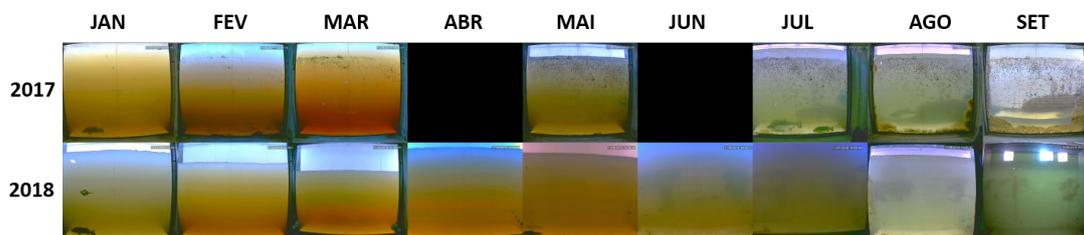


Figura 13.3.6 - 13 – Comparação da qualidade das imagens do SVI em função da turbidez ao longo de 2017 e 2018.

Outro desafio enfrentado foi a passagem de grandes cardumes de peixes simultaneamente, muitos deles multiespecíficos (Figura 13.3.6 - 14). As principais agregações encontradas foram de peixes de pequeno porte como piabas e beradeiras (Gêneros *Brycon* e *Moenkausia*), pacus (Gêneros *Myleus*, *Methinnis*, *Mylopus* e *Tometes*), piaus (Família Anostomidae) e arduias (Gênero *Semaprochilodus*) (Figura 13.3.6 - 14). A alternativa adotada para a contabilização dessas espécies foi a utilização de estimativas de contagem, quando há presença dessas agregações no STP.



Figura 13.3.6 - 14 – Imagem do visor do stp com grandes cardumes de peixes: a) *Prochilodus* spp., b) *Characidae* spp.; c) grupo *L. fasciatus*; d) *Characidae* spp.; e) Grupo *L. fasciatus* e *Hypomasticus* spp.

Finalmente, outro desafio foi a realização de *backup* das imagens geradas pelo SVI. Conforme já mencionado no 11ºRC, para cada hora de vídeo era necessário o mesmo tempo para se realizar a cópia de segurança das imagens, que seriam utilizadas para fazer as análises. Com seis câmeras funcionando 24h por dia, 7 dias por semana entre novembro e janeiro, o tempo necessário para o *backup* dessas imagens foi de seis meses.

Assim, foram feitos ajustes nas taxas de filmagem e padrão de compressão dos filmes, além de otimização dos computadores para se reduzir esse prazo, e até novembro de 2018 foi feito *backup* de 18.000h de imagens gravadas. Dessas imagens que já foram salvas, deve-se desconsiderar os vídeos noturnos que não têm qualidade para serem analisados.

Inicialmente buscou-se fazer um censo da passagem de peixes pelo visor. Entretanto, a riqueza e abundância de espécies obrigou a equipe técnica a definir um sistema de amostragem que fosse adequado para representar a passagem de peixes pelo canal. Para se definir a melhor metodologia de amostragem, fez-se um censo da passagem de peixes pelo visor da margem direita no mês de dezembro de 2016. A ótima transparência da água e a grande quantidade e variação na passagem de peixes justificam a utilização desse mês.

Como várias espécies da bacia do rio Xingu são semelhantes anatomicamente e sua identificação precisa pelas imagens de vídeo é muito difícil, elas foram agrupadas em morfoespécies. Nesse grupo incluem várias espécies do gênero *Leporinus*, da família Serrasalminidae popularmente conhecidos como pacus, e *Characidae* de pequeno porte, especialmente do gênero *Moenkausia*. Assim quarenta e quatro

espécies/morfoespécies foram identificadas no SVI, sendo que pelo menos três espécies não foram identificadas em outros monitoramentos: *Anostomus ternetzi*, *Pygocentrus nattereri* e *Semaprochilodus insignis*.

Em aproximadamente 360h de análise, foram totalizados mais de 2.000.000 de indivíduos. Não foi observada nenhuma tendência de passagem de peixes durante o mês (Figura 13.3.6 – 15). Dias com alta passagem foram intercalados com dias com poucas passagens, em todas as fases da lua. Apenas na lua nova foi observado uma tendência a aumento crescente nos dias finais dessa fase lunar.

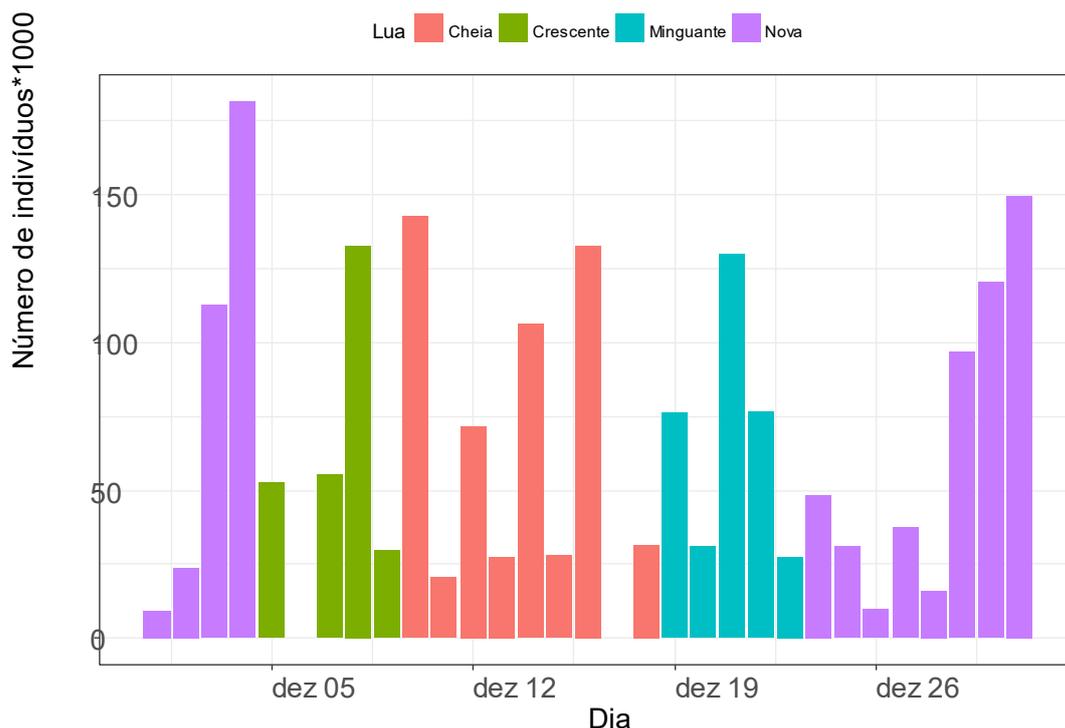


Figura 13.3.6 - 15 – Número de peixes contados no visor da margem direita do STP em dezembro de 2016.

Por outro lado, mais peixes passaram após a hora do almoço que no período da manhã (Figura 13.3.6 - 16). Lembrando apenas que, nessa época, as luzes para filmagem noturna não estavam instaladas, então as informações são relativas ao período de 07 até as 18h.

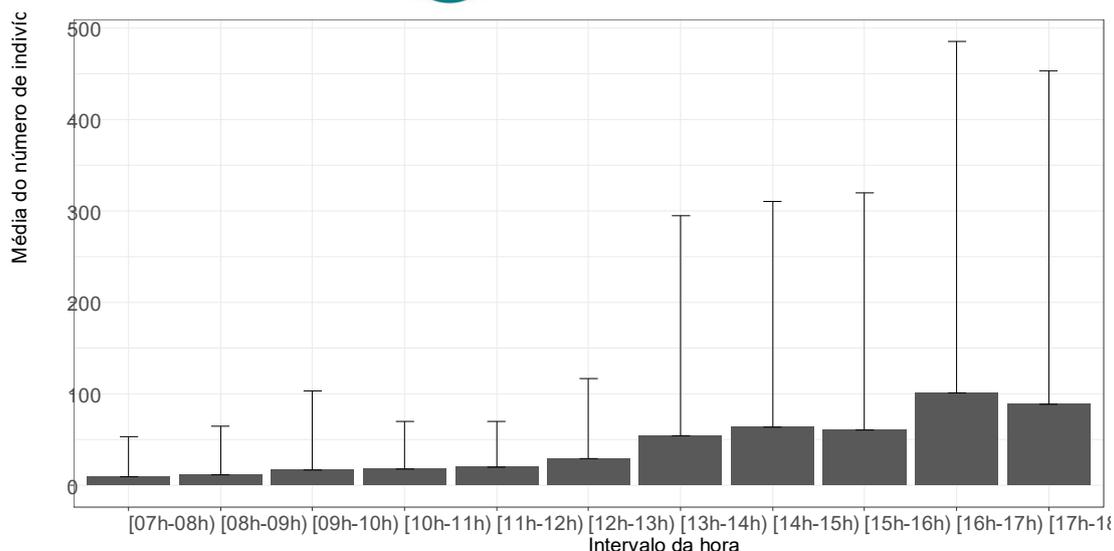


Figura 13.3.6 - 16 – Número médio (e desvio padrão) de peixes contados no visor da margem direita do STP nos intervalos de hora ao longo do dia, em dezembro de 2016.

Finalmente, para definição do tamanho mínimo das amostras que seriam feitas, utilizou-se os dados do censo para fazer uma regressão linear entre o total de peixes em uma determinada hora (variável independente, x), e a quantidade de peixes estimada para diferentes intervalos de tempo de amostragem (y). Em uma regressão linear:

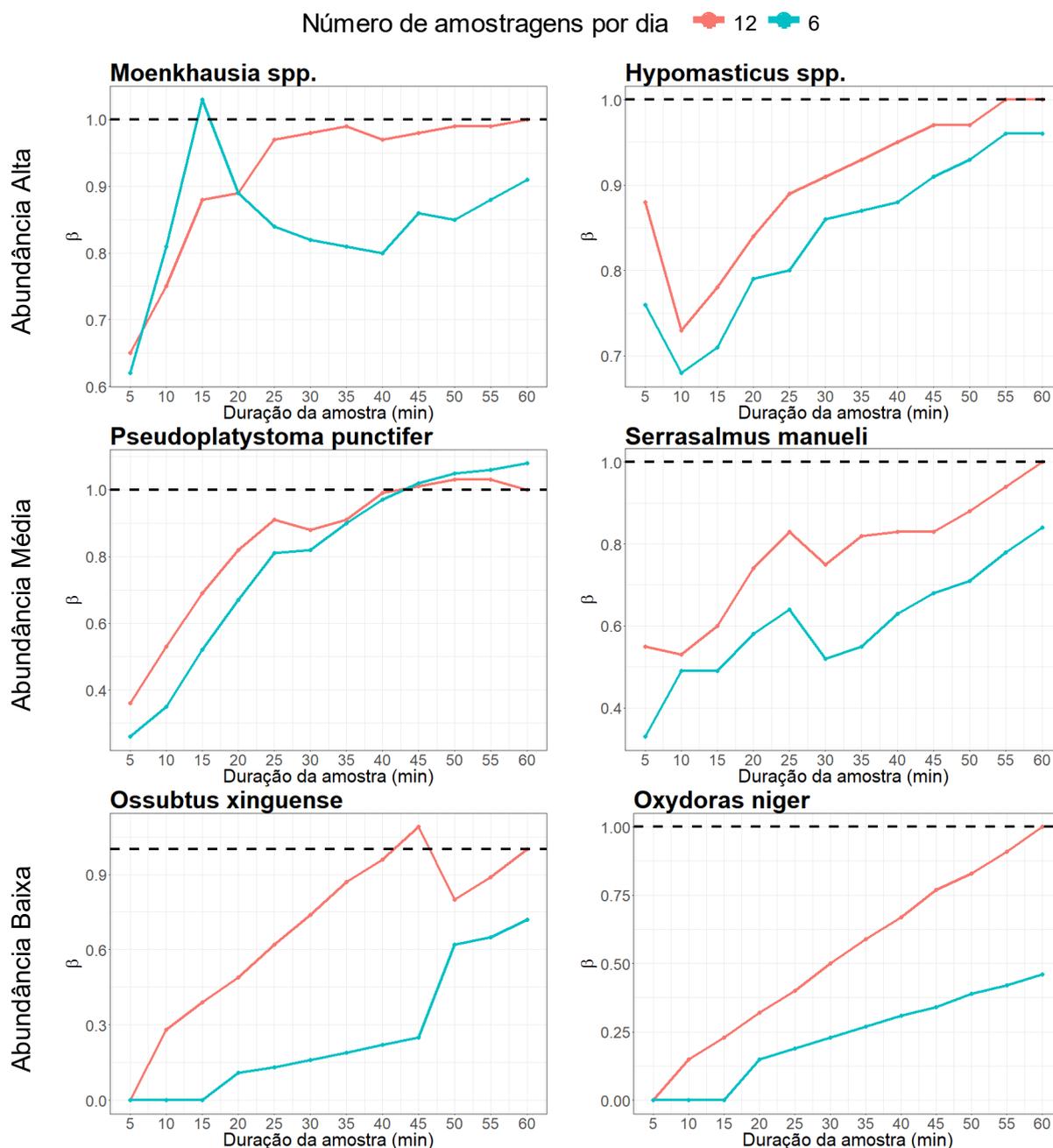
$$y = \alpha + \beta x$$

Sendo α o valor do intercepto (local onde a reta cruza o eixo y) e β o valor do coeficiente linear, ou seja, a relação direta existente entre x e y . Assim, quando $\beta = 1$, significa que um incremento em uma unidade no valor de x resulta em um aumento de uma unidade no valor de y , ou seja, é possível estimar com precisão o total de peixes que passaram (x) tendo apenas o número de peixes contados em um intervalo de tempo (y).

Para essa análise, foram definidos 12 intervalos de tempo: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60 minutos – sendo que nesse último caso, β é sempre igual a 1. Também analisou-se a possibilidade de fazer quantidades diferentes de amostragens por dia: 12 amostragens (de uma em uma hora), 6 amostragens (de duas em duas horas), 4 amostragens (de três em três horas), 3 amostragens (de quatro em quatro horas), 2 amostragens (de seis em seis horas) e uma amostragem (de doze em doze horas).

Assim, para avaliar o comportamento de β , foram selecionadas seis espécies, separadas em três grupos: muito abundantes (*Moenkhausia* spp. e *Hypomasticus* spp.), com abundância média (*Pseudoplatystoma punctifer* e *Serrasalmus manueli*) e com baixa abundância (*Ossubtus xinguense* e *Oxydoras niger*). Devido às grandes variações na passagem dos peixes ao longo do dia, as curvas para menos de seis amostragens no dia foram suprimidas, pois apresentavam muito mais variações aleatórias que confundiam a interpretação do resultado. Nota-se que, independente da abundância das espécies, os valores de β se aproximaram de 1 apenas em amostras de grandes durações – superiores a 40 minutos (Figura 13.3.6 - 17), e mesmo assim, levando-se

em consideração a análise de todas as horas de um dia (12 amostras). Apenas para *Moenkausia* spp., espécie que foi responsável por quase 70% da abundância total, estimativas adequadas do número de indivíduos que passam seriam possíveis com amostras com duração de cerca de 20-15 minutos, mantendo-se ainda a necessidade de se analisar todas as horas de um dia (12 amostras).



13.3.6 - 17 – Relação entre os valores de β e a duração de amostra em diferentes cenários com número variável de amostragens por dia, para as espécies com três níveis de abundância diferentes, contabilizadas no visor da margem direita do STP da UHE Belo Monte.

Com base nesses resultados, o desenho amostral foi definido da seguinte forma: um dia em cada fase da lua em cada mês que havia dados disponíveis – lembrando que o SVI ficou inoperante durante os meses de abril e maio de 2017 por causa da turbidez da

água e em setembro de 2017 o STP foi fechado para manutenção, reabrindo no final de dezembro daquele ano. Cada hora do dia foi designada aleatoriamente a cada um dos quatro observadores, visando padronizar os erros dentro de um mesmo dia e entre os dias. O processo de designação da hora pelo observador foi feito 10.000 vezes, selecionando-se aquela em que houve o menor coeficiente de variação entre os observadores.

A estratificação da fase da lua se deu pelo fato da literatura indicar que pode haver influência dessa variável sobre a passagem dos peixes (e.g. Bizzoto et al., 2009¹). Assim, para avaliar a influência da lua na passagem dos peixes, fez-se uma análise categórica, avaliando-se a diferença no número de peixes que passaram em cada uma das fases da lua: nova, crescente, cheia e minguante. Também analisou-se a porcentagem da lua iluminada² e fez-se uma regressão em função do número de peixes que passou em cada dia. A relação entre as fases da lua e a porcentagem da lua iluminada é apresentada no **Quadro 13.3.6 - 4**.

Quadro 13.3.6 – 4 - Definição da fase da lua segundo a porcentagem da lua iluminada.

Fase	Definição com relação a porcentagem da lua cheia iluminada	Intervalo da porcentagem da lua iluminada
Nova	0	0% a < 25%
Crescente	50	≥ 25% a < 75%
Cheia	100	≥ 75% a 100%
Minguante	50	≤ 75% a > 25%

13.3.6.2.2.4. CAPTURA DE PEIXES

O PBA previa a instalação de uma plataforma de captura sobre o canal de saída, dotada de uma estrutura para amostragem sistemática de todos os peixes que estivessem saindo do STP (Figura 13.3.6 - 18). Esse método, por ser muito pouco seletivo, é o melhor estimador da riqueza e abundância de espécies que usam o STP. Além disso, parte dos peixes capturados irão ser sacrificados para fornecer informações acerca do estágio de maturação gonadal e grau de repleção estomacal dos indivíduos que estivessem saindo do STP, fornecendo importantes informações sobre a biologia e, eventualmente, a motivação dos peixes que estão passando pelo STP.

Por uma série de questões administrativas e logísticas, a estação de captura foi construída durante o fechamento do STP em 2018 (Figura 13.3.6 - 18). Por isso, o monitoramento das espécies que usaram o STP entre 2016 e 2018 foi feito utilizando-

¹ Bizzotto, P. M., Godinho, A. L., Vono, V., Kynard, B., & Godinho, H. P. (2009). Influence of seasonal, diel, lunar, and other environmental factors on upstream fish passage in the Igarapava Fish Ladder, Brazil. *Ecology of Freshwater Fish*, 18(3), 461-472.

² Fonte do percentual da lua iluminada a cada dia: <http://www.astronomyknowhow.com/month-percentage.php>

se uma metodologia adaptada, discutida e aprovada pelo IBAMA em reunião realizada em novembro de 2016 (Memória de reunião registrada pelo DESPACHO 02015.002369/2016-99 NLA/MG/IBAMA).

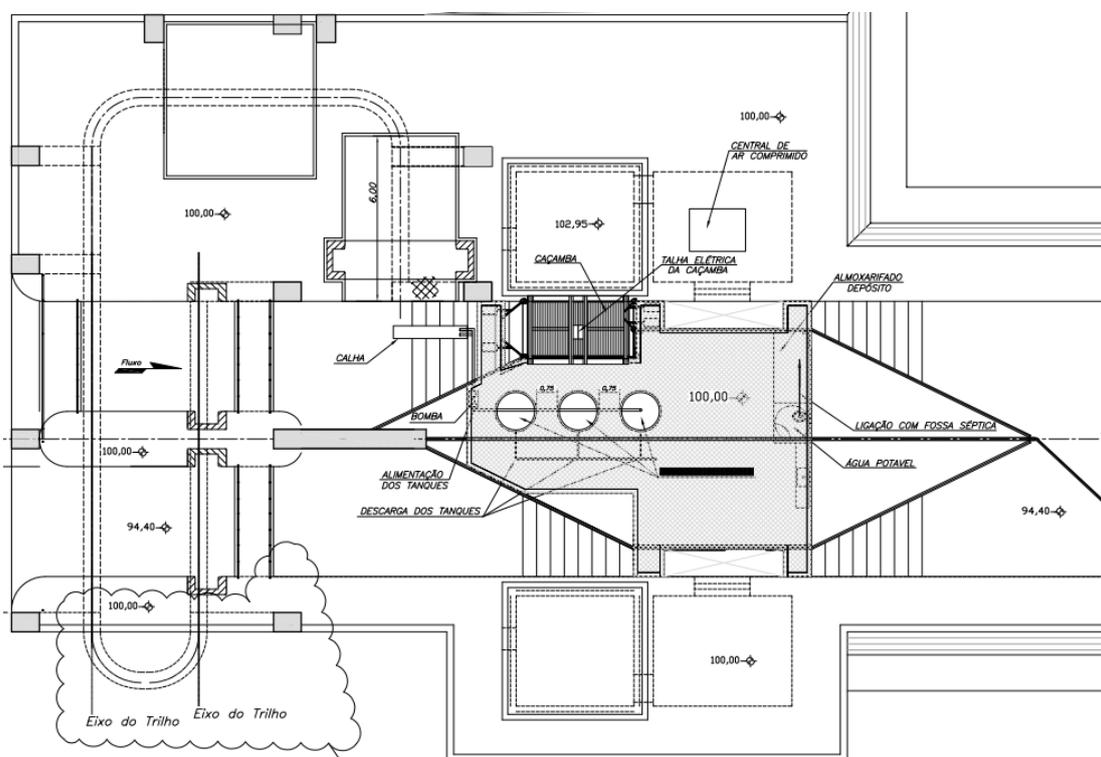


Figura 13.3.6 - 18 – Planta da plataforma de captura que foi instalada no canal de saída do STP.

O STP foi dividido em três partes equidistantes, e cinco tanques foram monitorados em cada parte. Os peixes foram capturados com tarrafas de malha 4, 8 e 12, sendo feito um lance de tarrafa de cada malha em cada tanque, totalizando 15 lances por trecho. Também foram usados dois anzóis (10/0 e/ou 8/0), iscados com pedaços de peixes e lançados no centro do STP, em cada tanque, totalizando 30 anzóis por campanha. Finalmente, duas armadilhas tipo covos foram armadas em cada tanque, amarradas na margem do gabião de montante, iscadas com mistura de farinha e sardinha em lata, também totalizando 30 covos. Também se praticou, em algumas campanhas, pesca ativa com vara e molinete, iscada com peixe, mas, devido à baixa eficiência e grande esforço, esse método foi abandonado. Essa metodologia foi utilizada mensalmente, entre dezembro de 2016 e agosto de 2018, totalizando 17 campanhas nesse período – lembrando que o STP passou por períodos de manutenção quando ficou fechado. No primeiro semestre de 2016, o STP foi amostrado bimestralmente, apenas com tarrafa, em quatro pontos diferentes. Os dados dessas campanhas são considerados quando se avalia a riqueza e seletividade do STP, mas não entram nas análises ecológicas de variações de abundância, dada as importantes diferenças metodológicas existentes.

Peixes também são capturados a jusante do STP, visando comparar as comunidades e estimar a seletividade em espécie e tamanho do STP. Para isso, bimestralmente são armadas redes de malhas 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18cm entre nós opostos são armadas o mais próximo possível do canal de fuga da casa de força auxiliar. Também

são montados dois conjuntos de espinheis, cada um com 15 anzóis iscados com peixes, totalizando 30 anzóis por campanha, e nas margens são armados 30 covos, iscadas com mistura de farinha e sardinha em lata. Embora usados em algumas campanhas as tarrafas e a pesca ativa com varas e molinetes foram descartadas ao longo do monitoramento devido às suas baixas eficiências. O objetivo é equalizar ao máximo os esforços dentro e fora do STP para que as comparações se tornem mais fidedignas. Foram realizadas 14 amostragens a jusante do empreendimento entre novembro de 2015 e setembro de 2018, sendo que três foram realizadas quando o STP se encontrava fechado.

Um resumo das campanhas com as datas e métodos de amostragem encontra-se no **Quadro 13.3.6 - 5**.

Quadro 13.3.6 - 5 – Resumo dos petrechos utilizados em cada campanha de captura de peixes, dentro do STP e a jusante da barragem de Pimental.

Mês-Ano	Campanha	Local de Amostragem e Petrechos utilizados								
		STP				Jusante				
		Covo	Tarrafa	Espinhel	Molinete	Malhadeira	Covo	Tarrafa	Espinhel	Molinete
novembro-15	Campanha 1					X		X	X	X
fevereiro-16	Campanha 2		X			X		X	X	X
abril-16	Campanha 3		X			X		X	X	X
junho-16	Campanha 4		X			X		X	X	X
dezembro-16	Campanha 5		X	X	X					
janeiro-17	Campanha 6	X	X	X	X	X	X	X	X	X
fevereiro-17	Campanha 7	X	X	X	X					
março-17	Campanha 8	X	X	X	X	X	X		X	X
abril-17	Campanha 9	X	X	X	X					
maio-17	Campanha 10	X	X	X	X	X	X		X	X
junho-17	Campanha 11	X	X	X						
julho-17	Campanha 12	X	X	X		X	X		X	X
agosto-17	Campanha 13	X	X	X						
outubro-17	Campanha 14					X	X		X	X
janeiro-18	Campanha 15	X	X	X		X	X		X	X
fevereiro-18	Campanha 16	X	X	X						
março-18	Campanha 17	X	X	X		X	X		X	X
abril-18	Campanha 18	X	X	X						
maio-18	Campanha 19	X	X	X		X	X		X	X
junho-18	Campanha 20	X	X	X						
julho-18	Campanha 21	X	X	X		X	X		X	X
agosto-18	Campanha 22	X	X	X						
setembro-18	Campanha 23					X	X		X	X

13.3.6.2.2.5. MONITORAMENTO HIDRÁULICO

A realização de um monitoramento sistemático das condições hidráulicas do escoamento do STP da UHE Belo Monte é um dos diferenciais desse estudo, pois não há registros de outro local no Brasil que é monitorado dessa maneira. O principal objetivo do monitoramento hidráulico é a obtenção de variáveis que estão diretamente relacionadas com a capacidade dos peixes de encontrar a entrada do STP, sentir-se motivado a movimentar-se para montante e ter a capacidade de fazê-lo. Assim, os dados do monitoramento hidráulico, analisados em conjunto com os demais dados obtidos nesse projeto permite que se entenda, em maior profundidade, a performance do STP e os motivos para eventuais falhas que forem identificadas.

Para isso, coleta dados de três formas diferentes:

- 1) Profundidade dos tanques: utilizando sensores automáticos que registram a profundidade a montante e jusante dos três gabiões que estão localizados T3, T4 e T5 a cada 10 segundos. A partir de 2019, serão medidas também a profundidade no centro dos tanques a jusante desses transectos, e também a jusante e a montante da comporta mitra, totalizando 11 pontos de amostragem automática e contínua de profundidade;
- 2) Medição de vazão: utilizando um ADCP (sigla em inglês para Perfilador de Corrente Acústico Duplo), calcula a vazão que passa pelo STP sempre que o NA do RX varia mais de 20 centímetros, permitindo assim calcular a curva de descarga do STP e comparar com aquelas medidas em modelo. Também permite calcular a vazão dos difusores de água de atração para definir o procedimento de abertura em função do aumento do NA de jusante;
- 3) Medição de velocidade: utilizando um ADV (sigla em inglês para Velocímetro Acústico Duplo), mede-se a velocidade instantânea da água nas três dimensões, permitindo avaliar a turbulência dos tanques, bem como determinar o perfil do escoamento dentro dos tanques.

De posse dessas variáveis, será possível calcular a carga hidráulica, a velocidade máxima de escoamento na abertura do gabião e a potência específica de escoamento, variáveis que são fundamentais para se avaliar a performance de qualquer STP. Os dados ainda estão sendo coletados e processados, pois o ADCP precisou passar por manutenção em 2018, impedindo o cálculo da curva de descarga dos difusores e aumentar a precisão do cálculo da curva de descarga do STP. Além disso, precisou-se projetar, construir e instalar um sistema de plataforma para a utilização do ADV. Todos os equipamentos já estão operantes, e ao longo de 2019 as medições serão retomadas, cujos resultados serão apresentados no 17º RC, previsto para ser protocolado em janeiro de 2020.

Além desses monitoramentos, uma sonda automática de qualidade da água mede, de hora em hora, as variáveis turbidez, O₂ dissolvido, condutividade e pH, visando relacionar essas variáveis com a passagem dos peixes pelo canal.

13.3.6.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS

13.3.6.3.1. BIOTELEMETRIA

Dos 200 peixes previstos para serem marcados com marcas de radiotelemetria nesse projeto, foram marcados 192 (Quadro 13.2.6 - 1). Apenas oito barbados não foram marcados, por não se conseguir capturar peixes com o tamanho mínimo para receber o transmissor. Entretanto, o número de peixes marcados é suficiente para responder às perguntas presentes no PBA, de forma que não há prejuízo técnico nessa pequena redução do quantitativo solicitado.

Dos 192 peixes marcados, 135 foram detectados pelo menos uma vez nas estações da UHE Pimental, sendo que 78 foram soltos a jusante e detectados nas estações de jusante e 37 foram soltos a montante e detectados nas estações de montante. As estações do STP registraram 36 peixes, sendo 29 soltos a jusante e 7 soltos a montante.

Dos 53 peixes que não foram detectados, 20 são *P. punctifer* (6 soltos a jusante e 14 a montante), 16 são *S. brama* (4 e 12), 14 são *P. hemiolepterus* (4, 10) e sete são *P. pinirampu* (2 e 5). Dessa forma, 82% dos peixes não detectados foram soltos a montante do barramento principal. Esse resultado já era ser esperado, uma vez que, após soltos, é natural que os indivíduos continuem sua movimentação rio acima. E a intuito desse trabalho e desse desenho amostral foi exatamente esse: verificar se os peixes, após chegarem ao reservatório, em algum momento buscam retornar para jusante. Até o presente momento, esse comportamento não ocorreu.

Após marcados e soltos, os peixes levaram, em média, 46 dias para serem detectados a primeira vez. Os peixes soltos a montante, levaram, em média, mais tempo para serem detectados que os peixes de jusante. Isso é válido também para todas as espécies, exceto *P. pinirampu*, que foi detectado mais rapidamente a montante que jusante, em média (Quadro 13.3.6 - 6).

Quadro 13.3.6 - 6 – Tempo médio (em dias) entre a soltura do peixe e sua primeira detecção nas estações da UHE Pimental.

ESPÉCIE	Local de soltura	
	Jusante	Montante
<i>Phractocephalus hemiolepterus</i>	58,1	131,3
<i>Pinirampus pinirampu</i>	17,1	5,0
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	12,2	33,4
<i>Semaprochilodus brama</i>	52,8	65,5

A jusante do barramento, os peixes foram detectados por cerca de 145 dias, em média. Esse tempo foi maior para *P. hemioliopus* e menor para *S. brama* (Figura 13.3.6 - 19).

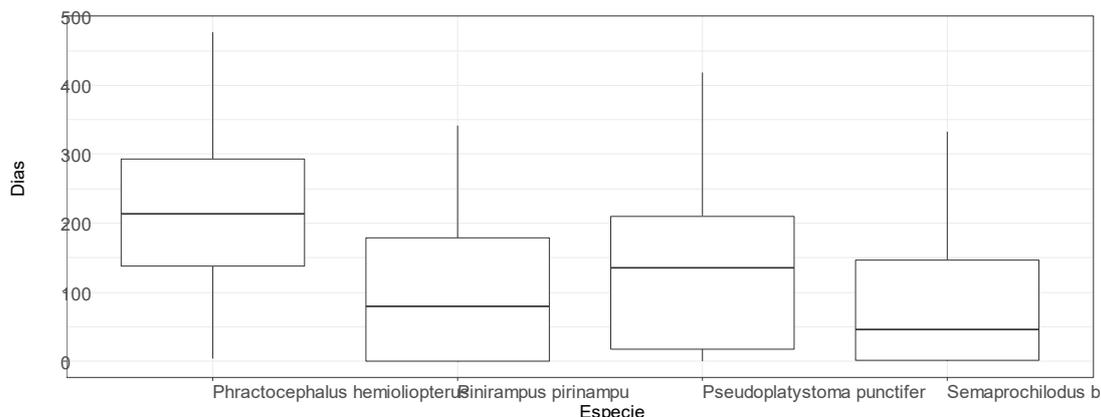


Figura 13.3.6 - 19 – Tempo em dias de detecção nas estações de jusante dos peixes soltos a jusante do barramento principal.

Como esperado, o tempo em que os peixes ficaram sendo detectados a montante é menor que o tempo que permaneceram a jusante, em média. Enquanto o valor médio para jusante foi superior a 100 dias, para montante esse valor foi de aproximadamente 92 dias, em média. Ele também foi maior para *P. hemioliopus*, mas bem pequeno para *P. punctifer* (Figura 13.3.6 – 20).

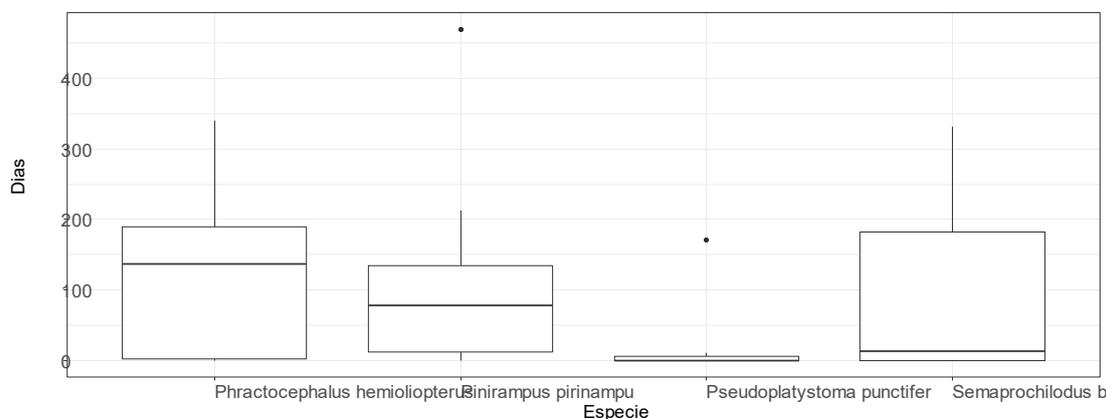


Figura 13.3.6 - 20 – Tempo em dias de detecção nas estações de montante dos peixes soltos a montante do barramento principal.

Sete indivíduos das quatro espécies marcadas (dois *P. hemioliopus*, um *P. pirinampu*, um *P. punctifer* e três *S. brama*) foram registradas pelas duas estações do STP, indicando que eles utilizaram o sistema para transpor a barragem. Interessante é que dois indivíduos, um *P. hemioliopus* e o *P. pirinampu* foram soltos a montante da barragem, passaram para jusante possivelmente passando pelas turbinas, e só em seguida foram registrados pelas estações do STP. Por exemplo, o *P. pirinampu* (Code 222) foi solto no Reservatório Xingu no dia 14/12/2017. No dia 31/12 ele foi detectado em PIM03 pela primeira vez. Em seguida, passou cerca de dois meses no reservatório, até ser detectado pela PIM04 no dia 18/03/2018. Algumas horas mais tarde, foi detectado pela EFR-R PIM01, já a jusante. Essa estação é a que monitora o canal de fuga da UHE Pimental, e o peixe foi detectado pela antena 1, exatamente a que está

direcionada para a saída das máquinas. No mesmo dia, ele foi detectado pela STP02, EFR-R que estão no canal de entrada no STP. Ele passou praticamente 24h dentro do STP, e no dia 19/03 foi detectado na EFR-R STP01, situada no canal de saída. Sua última detecção foi na antena 1, direcionada para o reservatório, indicando que o peixe efetivamente saiu do STP. Finalmente, esse indivíduo foi novamente detectado por PIM04, cerca de 40 minutos depois de sair do STP. Desde então, não houve mais registros desse indivíduo, que possivelmente se deslocou para o reservatório.

Outro exemplo interessante é de um *P. hemiliopterus* (code 451). Ela foi solta também no reservatório no dia 17/07/2017. No dia 29/09, dois meses depois, ele foi detectado em PIM03 e PIM04 com um intervalo de menos de uma hora entre os registros. No dia 08/01, ele foi registrado em PIM01, antena 1. O primeiro registro no STP veio no mês seguinte, e o indivíduo ficou outros dois meses sendo registrado entrando e saindo do STP. No dia 07/03 ele foi detectado pela última vez em STP01, antena 2, sugerindo que ele não saiu do STP. Assim, coerentemente, seu último registro é novamente em STP02, no canal de entrada, na madrugada do dia 08/03. Na noite desse mesmo dia, foi novamente registrado em PIM01, antena 2, que é direcionada para jusante do canal de fuga, e não foi mais detectado.

Os demais peixes registrados nas EFR-R do STP e que tiram detecção nas duas estações, também apresentaram comportamentos complexos. O outro *P. hemiliopterus* teve um intervalo de quase três meses entre as primeiras detecções em STP02 e as últimas em STP01. Entretanto, os dados sugerem que nesse período esse indivíduo cruzou o STP mais de uma vez. Na última delas, levou menos de três horas para completar todo o percurso.

Outra espécie, *P. punctifer*, teve um comportamento bem diferente: aparentemente, ele passou 15 dias dentro do STP, mas não ficou fazendo movimentos de idas e vindas como o indivíduo anterior.

S. brama, a última espécie que foi detectada nas duas estações do STP, apresentou três comportamentos distintos com os três indivíduos que fizeram a travessia: um se movimentou rapidamente entre o trecho de jusante e montante, permanecendo lá por dois dias antes de sair; outro apresentou comportamento de subir e descer, sendo registrado nas antenas do canal de entrada, depois do canal de saída, novamente na entrada e por último na saída. Todo esse trânsito durou cerca de dois meses. Finalmente, o último deles entrou no STP e ficou 10 dias no movimento ascendente. Depois, ficou outros 45 dias para efetivamente sair do canal.

Todos esses comportamentos ilustram a complexidade de formas que a ictiofauna está desenvolvendo para lidar com a usina e as novas estruturas e dinâmicas formadas.

Finalmente, vale ressaltar os peixes que foram soltos a montante e detectados a jusante, sem passarem pelo STP. Ao todo, 47 indivíduos fizeram essa passagem, incluindo os dois cujos comportamentos já foram aqui descritos. São 13 *P. hemiliopterus*, 16 *P. pirinampu*, 8 *P. punctifer* e 10 *S. brama*. Assumindo-se que o primeiro registro à jusante

corresponde à via de passagem do peixe, temos que 33 indivíduos (70%) utilizaram as turbinas, enquanto os demais 14 espécimes (30%) utilizaram os vertedouros.

13.3.6.3.2. SISTEMA RFID

Desde o ano de 2016, já foram marcados 1.123 indivíduos, sendo 164 em 2016, 526 em 2017 e 433 em 2018. Parte desses peixes foram marcados pelo PBA 13.3.4 Projeto de Monitoramento da Ictiofauna, na metodologia referente aos estudos de migração utilizando biotelemetria, e foram capturados e soltos nas proximidades da UHE Belo Monte e de Vitória do Xingu. Parte desses peixes ainda foram os mesmos que receberam marcas de radiotransmissor, cujos resultados estão descritos no item 13.3.6.3.1.

A maior parte (243, 56%) dos peixes marcados em 2018 foi proveniente do resgate de peixes dentro do STP, quando foi realizada a drenagem para instalação dos últimos equipamentos de monitoramento. Outros 57 (13%) foram marcados pelo PMI, e 21 (4%) foram os mesmos marcados para a biotelemetria do STP.

Os 1.123 indivíduos marcados pertencem a 55 espécies (Quadro 13.3.6 - 6). As estatísticas de tamanho e peso desses indivíduos, bem como o número de indivíduos de cada espécie também estão descritos no Quadro 13.3.6 - 6. Nesse quadro é possível observar uma das principais vantagens da marcação com PIT tag em relação à biotelemetria: a marcação de espécies com uma grande variedade de tamanhos, desde uma *Curimata inornata* com pouco mais de 12 cm, até um *Phractocephalus hemiliopterus* com mais de 100 centímetros de CP.

Quadro 13.3.6 - 7 – Número de indivíduos de cada espécie marcado por ano, com estatísticas do comprimento padrão (em centímetro) e do peso corpóreo (em gramas).

Ano	Espécie	n	Comprimento padrão			Peso corpóreo		
			Média	Mín.	Max.	Média	Mín.	Máx.
2016	<i>Brycon falcatus</i>	8	22,2	18,5	24,3	346,3	180,0	24,3
2016	<i>Cichla pinima</i>	3	24,1	18,0	32,5	536,7	210,0	32,5
2016	<i>Curimata inornata</i>	8	13,8	12,6	14,6	93,8	70,0	14,6
2016	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	1	26,2	26,2	26,2	300,0	300,0	26,2
2016	<i>Hydrolycus armatus</i>	28	45,1	34,0	60,0	1438,9	680,0	60,0
2016	<i>Hydrolycus tatauaia</i>	15	36,8	23,0	46,2	831,3	240,0	46,2
2016	<i>Leporinus desmotes</i>	5	22,9	20,6	28,0	326,0	190,0	28,0
2016	<i>Leporinus friderici</i>	7	24,8	20,0	27,0	428,6	180,0	27,0
2016	<i>Myloplus rubripinnis</i>	4	17,2	14,9	20,6	280,0	230,0	20,6
2016	<i>Myloplus sp.</i>	2	14,8	14,3	15,3	235,0	180,0	15,3
2016	<i>Petilipinnis grunniens</i>	1	23,9	23,9	23,9	290,0	290,0	23,9
2016	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	7	61,8	42,4	84,0	4913,9	1710,0	84,0
2016	<i>Pimelodus ornatus</i>	3	26,2	25,6	26,5	316,7	250,0	26,5
2016	<i>Pinirampus pirinampu</i>	5	70,0	50,8	80,0	3950,0	1620,0	80,0
2016	<i>Prochilodus nigricans</i>	37	24,5	20,2	30,1	453,2	290,0	30,1
2016	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	14	59,4	49,0	89,0	2941,4	1560,0	89,0
2016	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	5	46,2	42,8	51,3	592,0	440,0	51,3
2016	<i>Schizodon vittatus</i>	2	24,4	23,2	25,6	280,0	260,0	25,6
2016	<i>Semaprochilodus brama</i>	1	18,6	18,6	18,6	300,0	300,0	18,6
2016	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	1	31,6	31,6	31,6	920,0	920,0	31,6
2016	<i>Sorubim trigonocephalus</i>	4	44,4	38,6	47,6	787,5	540,0	47,6
2016	<i>Triportheus albus</i>	3	18,2	17,7	18,5	140,0	130,0	18,5
2017	<i>Ageneiosus inermis</i>	3	42,7	41,2	45,2	1228,0	996,0	45,2

Ano	Espécie	n	Comprimento padrão			Peso corpóreo		
			Média	Mín.	Max.	Média	Mín.	Máx.
2017	<i>Baryancistrus niveatus</i>	3	23,4	21,6	25,6	354,3	297,0	25,6
2017	<i>Baryancistrus xanthellus</i>	11	21,2	19,0	23,2	278,7	10,3	23,2
2017	<i>Boulengerella cuvieri</i>	1	56,2	56,2	56,2	1761,0	1761,0	56,2
2017	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	9	70,2	56,0	85,0	5522,2	2800,0	85,0
2017	<i>Electrophorus electricus</i>	1						
2017	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	1	35,5	35,5	35,5	728,0	728,0	35,5
2017	<i>Hoplias aimara</i>	1	39,0	39,0	39,0	1119,0	1119,0	39,0
2017	<i>Hydrolycus armatus</i>	1	52,0	52,0	52,0	2000,0	2000,0	52,0
2017	<i>Hydrolycus tatauaia</i>	1	42,0	42,0	42,0	1322,0	1322,0	42,0
2017	<i>Laemolyta fernandezi</i>	1	17,1	17,1	17,1	88,0	88,0	17,1
2017	<i>Leporinus friderici</i>	1	21,5	21,5	21,5	221,0	221,0	21,5
2017	<i>Megalodoras sp. xingu</i>	1	31,5	31,5	31,5	547,0	547,0	31,5
2017	<i>Myleus setiger</i>	8	17,3	13,3	20,0	203,0	80,0	20,0
2017	<i>Myleus arnoldi</i>	1	14,8	14,8	14,8	129,0	129,0	14,8
2017	<i>Myleus asterias</i>	1	17,0	17,0	17,0	179,0	179,0	17,0
2017	<i>Myleus schomburgkii</i>	6	15,2	12,4	18,2	160,2	75,0	18,2
2017	<i>Myloplus rhomboidalis</i>	1	322,0	322,0	322,0	1386,0	1386,0	322,0
2017	<i>Myloplus rubripinnis</i>	4	16,7	15,0	19,5	183,8	142,0	19,5
2017	<i>Myloplus schomburgkii</i>	1	14,6	14,6	14,6	149,0	149,0	14,6
2017	<i>Myloplus rubripinnis</i>	21	17,3	13,0	29,5	256,1	89,0	29,5
2017	<i>Obutsu xinguensis</i>	1	18,7	18,7	18,7	253,0	253,0	18,7
2017	<i>Oxidoras niger</i>	1	83,0	83,0	83,0			83,0
2017	<i>Pachyurus junki</i>	1	30,3	30,3	30,3	547,0	547,0	30,3
2017	<i>Panaque armbrusteri</i>	3	24,3	21,0	29,0	536,7	341,0	29,0
2017	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	121	87,5	51,6	101,4	11706,8	3128,0	1014,0

Ano	Espécie	n	Comprimento padrão			Peso corpóreo		
			Média	Mín.	Max.	Média	Mín.	Máx.
2017	<i>Piaractus brachypomus</i>	1	34,2	34,2	34,2	1450,0	1450,0	34,2
2017	<i>Pimelodus ornatus</i>	1	25,5	25,5	25,5	226,0	226,0	25,5
2017	<i>Pinirampus pirinampu</i>	31	62,9	31,5	78,5	3468,9	384,0	78,5
2017	<i>Platydoras armatulus</i>	1	20,2	20,2	20,2	175,0	175,0	20,2
2017	<i>Prochilodus nigricans</i>	4	34,0	26,2	42,0	962,0	441,0	42,0
2017	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	87	63,7	49,0	98,8	3355,6	1600,0	98,8
2017	<i>Schizodon vittatus</i>	2	29,6	25,8	33,3	534,5	271,0	33,3
2017	<i>Scobinancistrus aureatus</i>	2	19,2	19,1	19,2	165,5	156,0	19,2
2017	<i>Semaprochilodus brama</i>	117	36,1	29,8	47,0	1356,1	700,0	47,0
2017	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	9	20,6	13,7	26,1	315,0	109,0	26,1
2017	<i>Serrasalmus manueli</i>	9	21,7	17,6	25,5	325,9	142,0	25,5
2017	<i>Tocantinsia piresi</i>	52	30,6	18,5	44,3	738,6	8,1	44,3
2017	<i>Tometes kranponhah</i>	4	14,4	14,0	14,9	100,5	94,0	14,9
2017	<i>Triportheus albus</i>	1	18,8	18,8	18,8	120,0	120,0	18,8
2018	<i>Anostomoides passionis</i>	2	26,0	26,0	26,0	436,0	424,0	26,0
2018	<i>Baryancistrus xanthellus</i>	5	21,6	19,9	22,6	348,8	290,0	22,6
2018	<i>Boulengerella cuvieri</i>	6	39,3	32,2	45,0	509,2	221,0	45,0
2018	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	41	81,0	62,5	94,2	1466,7	60,5	94,2
2018	<i>Brycon falcatus</i>	7	15,9	14,0	16,5	128,7	105,0	16,5
2018	<i>Colossoma macropomum</i>	1	34,1	34,1	34,1	1376,0	1376,0	34,1
2018	<i>Geophagus altifrons</i>	1	17,6	17,6	17,6	177,0	177,0	17,6
2018	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	18	28,3	21,1	33,1	310,6	186,0	33,1
2018	<i>Hoplias aimara</i>	7	48,7	41,0	67,3	1872,5	540,0	67,3
2018	<i>Hypomasticus julius</i>	3	19,5	18,0	21,0	139,0	100,0	21,0
2018	<i>Leporinus aff. fasciatus</i>	68	19,6	15,5	28,0	181,6	84,0	28,0

Ano	Espécie	n	Comprimento padrão			Peso corpóreo		
			Média	Mín.	Max.	Média	Mín.	Máx.
2018	<i>Leporinus friderici</i>	2	24,8	24,0	25,5	364,5	333,0	25,5
2018	<i>Megalodoras sp. xingu</i>	1	38,0	38,0	38,0	1230,0	1230,0	38,0
2018	<i>Myleus setiger</i>	6	16,5	14,4	17,7	218,2	111,0	17,7
2018	<i>Myloplus rubripinnis</i>	2	18,6	18,5	18,6	242,5	232,0	18,6
2018	<i>Myloplus schomburgkii</i>	2	20,0	17,0	23,0	369,0	233,0	23,0
2018	<i>Pachyurus junki</i>	1	30,0	30,0	30,0	546,0	546,0	30,0
2018	<i>Panaque armbrusteri</i>	3	25,4	22,1	31,7	680,3	425,0	31,7
2018	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	20	78,2	33,2	112,0	11871,7	2128,0	112,0
2018	<i>Pimelodus blochii</i>	67	19,0	16,5	21,0	108,6	52,0	21,0
2018	<i>Pimelodus ornatus</i>	18	22,2	19,4	23,6	158,4	119,0	23,6
2018	<i>Pinirampus pirinampu</i>	14	67,8	61,5	84,5	289,8	49,7	84,5
2018	<i>Plagiosciun squamosissimus</i>	1	35,5	35,5	35,5	998,0	998,0	35,5
2018	<i>Platydoras armatulus</i>	2	18,5	18,0	19,0	136,5	133,0	19,0
2018	<i>Prochilodus nigricans</i>	47	26,0	19,0	38,0	487,3	111,0	38,0
2018	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	15	68,7	54,5	103,5	1262,2	56,3	103,5
2018	<i>Retroculus xinguensis</i>	1	22,9	22,9	22,9	324,0	324,0	22,9
2018	<i>Semaprochilodus brama</i>	14	36,4	27,0	51,0	1213,2	453,0	51,0
2018	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	21	30,4	22,5	54,6	1019,9	377,0	54,6
2018	<i>Serrasalmus manuelei</i>	17	30,1	21,0	36,2	1088,6	326,0	36,2
2018	<i>Sorubim trigonocephalus</i>	4	37,2	35,0	39,1	389,5	278,0	39,1
2018	<i>Squaliforma aff. emarginata</i>	2	27,1	25,7	28,5	322,5	312,0	28,5
2018	<i>Tocantinsia piresi</i>	8	36,0	28,9	40,6	1096,9	505,0	40,6
2018	<i>Tometes kranponhah</i>	6	31,6	25,3	35,7	1195,0	557,0	35,7

A espécie com mais indivíduos marcados ao longo do tempo foi *P. hemioliopterus*, seguido do *S. brama* e *P. punctifer*. Estas três espécies juntas perfazem 35% dos indivíduos marcados (**Quadro 13.3.6 – 8**). *P. nigricans*, *L. aff. fasciatus*, *P. blochii*, *T. piresi*, *B. filamentosum* e *P. pirinampu* formam o grupo de espécies com mais de 50 indivíduos marcados. Os 31% restante está dividido entre 46 espécies que têm entre 1 e 31 indivíduos marcados.

Quadro 13.3.6 - 8 – Número de indivíduos marcados com PIT Tag entre 2016 e 2018.

ESPÉCIE	N MARCADOS	%
<i>Phractocephalus hemioliopterus</i>	148	13%
<i>Semaprochilodus brama</i>	132	12%
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	116	10%
<i>Prochilodus nigricans</i>	88	8%
<i>Leporinus aff. fasciatus</i>	68	6%
<i>Pimelodus blochii</i>	67	6%
<i>Tocantinsia piresi</i>	60	5%
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	50	4%
<i>Pinirampus pirinampu</i>	50	4%
Outras (46 espécies)	344	31%

Em 2017 e 2018, foram detectados 67 indivíduos de 17 espécies pelo sistema RFID (**Quadro 13.3.6 - 9**). Apenas no ano de 2018, foram detectados 37 indivíduos, dos quais 8 foram marcados em 2018 e o restante (28), foram marcados em 2017 e 2016. Para o ano de 2017, foram detectados 32 indivíduos. Dois foram detectados nos dois anos, um *H. armatus* e um *S. rhombeus*. Interessante notar que o *H. armatus* foi marcado em 2016, capturado e solto dentro do STP. Logo, esse indivíduo foi detectado dentro do STP pelo terceiro ano consecutivo.

Quadro 13.3.6 - 9 – Número de indivíduos detectados em 2017 e 2018 (Ndetec), número de indivíduos marcados (Nmarc) e porcentagem de detecção das espécies, em relação ao ano de marcação e ao local de soltura.

Espécie	Ano	Local de soltura	Ndetec	Nmarc	%
<i>Pimelodus ornatus</i>	2016	STP	1	3	33,3
<i>Myloplus rubripinnis</i>	2016	STP	1	4	25,0
<i>Sorubim trigonocephalus</i>	2016	STP	1	4	25,0
<i>Pinirampus pirinampu</i>	2016	Jusante	1	5	20,0
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	2016	STP	2	11	18,2
<i>Hydrolycus armatus</i>	2016	STP	4	28	14,3
<i>Prochilodus nigricans</i>	2016	STP	3	36	8,3
<i>Boulengerella cuvieri</i>	2017	Perto	1	1	100,0
<i>Megalodoras sp. xingu</i>	2017	Longe	1	1	100,0
<i>Myloplus rhomboidalis</i>	2017	Perto	1	1	100,0
<i>Panaque armbrusteri</i>	2017	Longe	1	2	50,0

Espécie	Ano	Local de soltura	Ndetec	Nmarc	%
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	2017	Perto	3	6	50,0
<i>Myleus setiger</i>	2017	Longe	2	5	40,0
<i>Semaprochilodus brama</i>	2017	Perto	6	16	37,5
<i>Myloplus rubripinnis</i>	2017	Longe	1	3	33,3
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	2017	Longe	1	3	33,3
<i>Myloplus rubripinnis</i>	2017	Longe	3	15	20,0
<i>Tocantinsia piresi</i>	2017	Longe	5	25	20,0
<i>Tocantinsia piresi</i>	2017	Perto	5	27	18,5
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	2017	Longe	2	17	11,8
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	2017	Belo Monte	3	40	7,5
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	2017	PMI	3	50	6,0
<i>Semaprochilodus brama</i>	2017	PMI	3	50	6,0
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	2017	Belo Monte	2	42	4,8
<i>Semaprochilodus brama</i>	2017	Belo Monte	2	51	3,9
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	2017	PMI	1	42	2,4
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	2018	Belo Monte	2	6	33,3
<i>Prochilodus nigricans</i>	2018	Perto	1	4	25,0
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	2018	Perto	3	14	21,4
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	2018	Longe	1	5	20,0
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	2018	Longe	1	7	14,3

Dos peixes marcados em 2018 e detectados também nesse ano, dois foram marcados em Belo Monte, dentro do PMI. Esses indivíduos de *P. punctifer* levaram entre 67 e 81 dias para chegar a UHE Pimental, encontrar a entrada do STP e serem detectados em T3 (Quadro 13.3.6 - 9). Os outros seis peixes foram capturados dentro do STP, sendo que quatro foram soltos próximos à entrada e dois foram soltos longe. Eles levaram entre 5 e 59 dias para serem detectados também em T3 (**Quadro 13.3.6 - 10**). Infelizmente, esse baixo número de peixes marcados em 2018 e detectados impede que se busque inferências sobre a influência do local de captura e de soltura sobre a entrada de peixes no STP. Novamente, com o sistema RFID operando na sua plenitude e com um grande número de peixes marcados, espera-se obter as respostas para comprovar a eficiência da passagem de peixes pelo STP e a consequente reconexão das áreas fragmentadas pelo barramento.

Quadro 13.3.6 - 10 – Indivíduos marcados em 2018 e também detectados em 2018, com o tempo em dias entre a data de marcação e a data da primeira detecção, separados pelo local de captura e soltura.

Espécie	Data de marcação	Primeira detecção	Tempo (dias)	Captura	Soltura
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	29/01/2018	20/04/2018	81	Belo Monte	Belo Monte
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	26/02/2018	03/03/2018	5	STP	Perto
<i>Prochilodus nigricans</i>	27/02/2018	08/03/2018	9	STP	Perto
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	27/02/2018	27/04/2018	59	STP	Longe

Espécie	Data de marcação	Primeira detecção	Tempo (dias)	Captura	Soltura
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	28/01/2018	05/04/2018	67	Belo Monte	Belo Monte
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	26/02/2018	05/03/2018	7	STP	Perto
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	24/05/2018	31/05/2018	7	STP	Perto
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	24/05/2018	30/05/2018	6	STP	Longe

Um *P. punctifer* permaneceu por mais de 35 dias dentro do STP, possivelmente entre os transectos T3 e T4 (Figura 13.3.6 - 21). Esse comportamento já havia sido documentado para outras espécies em 2017, e pode estar relacionado com comportamento alimentar, embora essa espécie seja reconhecidamente migradora.

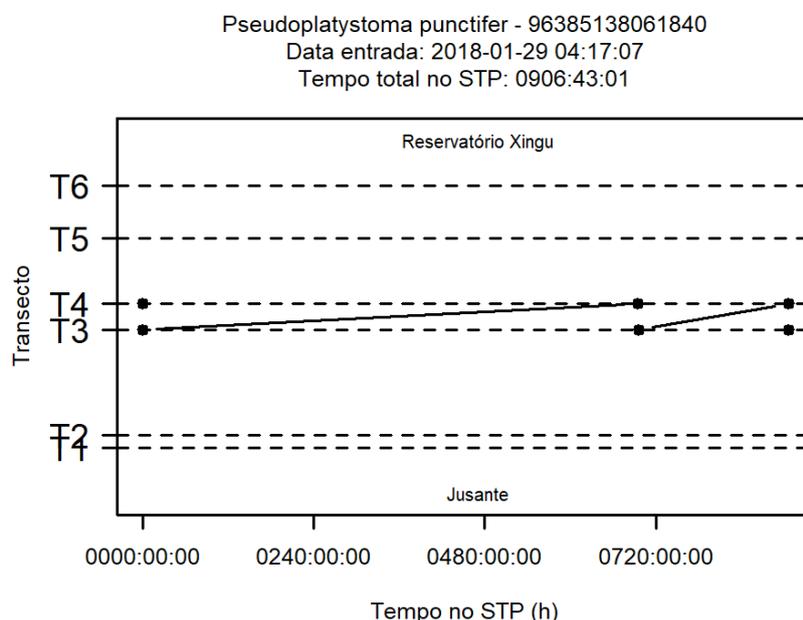


Figura 13.3.6 - 21 – Gráfico do deslocamento em função do tempo de permanência dentro do STP. Esse indivíduo permaneceu aproximadamente 37 dias dentro da estrutura.

Também da mesma forma que para 2017, alguns indivíduos apresentaram um comportamento bem direcionado para montante, sendo detectado pelo sistema RFID apenas por alguns instantes, como o comportamento desse *S. brama* ilustrado na (Figura 13.3.6 - 22).

Semaprochilodus brama - 96239141500721

Data entrada: 2018-02-28 14:31:40

Tempo total no STP: 0000:17:34

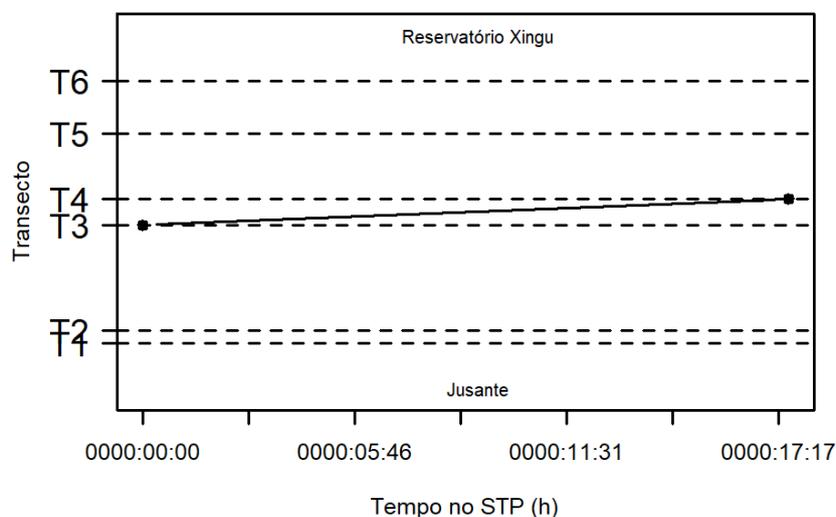


Figura 13.3.6 - 22 – Gráfico do deslocamento em função do tempo de permanência dentro do STP. Esse indivíduo permaneceu aproximadamente 17 minutos entre T3 e T4, e não foi novamente detectada.

13.3.6.3.3. SISTEMA DE VÍDEO IMAGEM

Após apresentar limitações em 2017, muitos avanços foram feitos em relação ao sistema de monitoramento por vídeo-imagem (SVI) no ano de 2018. Conforme mencionado, a janela do lado esquerdo foi reativada e o problema do crescimento de algas sanado, e os problemas técnicos do aparelho DVR também foram resolvidos. Sendo assim, os resultados apresentados nesse relatório contemplarão as informações obtidas pelas contagens do visor direito no ano de 2016, 2017 e 2018 (até julho).

Ainda como resultado das ações do projeto para este item, destaca-se a definição de metodologia de amostragem a ser utilizada na análise dos próximos meses, cujo desenvolvimento foi descrito detalhadamente no item 13.3.6.2.2.3.

O censo realizado com os peixes que passaram no visor direito no mês de dezembro de 2016 (~ 360h de vídeos analisados) totalizou quase 2.000.000 de indivíduos (**Quadro 13.3.6 - 11**) de 45 espécies/morfoespécies. Destes, a grande maioria (>1.200.000 mil, ~60%) foi de piabas do gênero *Moenkhausia*. Outras seis espécies/morfoespécies se destacam por apresentarem mais de 1% da abundância total: *Hypomastycus* spp., *Leporinus* gr. *fasciatus*, *Brycon* aff. *pesu*, Pacus (diversos gêneros de Serrasalminidae), *Prochilodus nigricans*, *Leporinus* spp., (Quadro 13.3.6 - 9). Apenas 12.277 indivíduos (0,61%) dos peixes visualizados não puderam ser identificados (NI). Esses valores indicam uma média superior a 60 mil peixes passando por dia.

Quadro 13.3.6 – 11 - Abundância das espécies contabilizadas no SVI do monitoramento do Sistema de Transposição de Peixes (STP) da UHE Belo Monte no censo realizado para o mês de dezembro/2016. As espécies assinaladas com * tiveram pelo menos parte das suas abundâncias estimadas.

ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	% ABUNDÂNCIA
<i>Moenkhausia</i> spp.*	1.262.142	63,2%
<i>Hypomasticus</i> spp.*	257.567	12,9%
Grupo <i>L. fasciatus</i> *	223.999	11,2%
<i>Brycon</i> aff. <i>pesu</i> *	56.503	2,8%
Grupo <i>pacus</i> *	31.749	1,6%
<i>Prochilodus nigricans</i> *	27.049	1,4%
<i>Leporinus</i> spp.	20.505	1,0%
<i>Characidae</i> spp.*	14.468	0,7%
<i>Leporinus friderici</i> *	12.865	0,6%
<i>Hemiodus</i> spp.*	12.327	0,6%
NI*	12.277	0,6%
<i>Tetragonopterus chalceus</i> *	10.767	0,5%
<i>Bivibranchia</i> sp.*	10.548	0,5%
<i>Caenotropus mestomorgmatus</i> *	8.977	0,4%
<i>Argonectes robertsi</i> *	8.523	0,4%
<i>Brycon falcatus</i> *	4.739	0,2%
<i>Semaprochilodus brama</i> *	4.315	0,2%
<i>Hydrolycus armatus</i> *	3.518	0,2%
<i>Cichla</i> spp.*	2.794	0,1%
<i>Hydrolycus tatauaia</i>	2.629	0,1%
<i>Curimata inornata</i> *	2.378	0,1%
<i>Triportheus</i> cf. <i>albus</i> *	2.223	0,1%
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	1.257	0,1%
<i>Boulengerella</i> spp.*	1.132	0,1%
<i>Pseudoplatystoma</i> sp.	623	0,0%
<i>Serrasalmus manueli</i>	614	0,0%
<i>Serrasalmus</i> spp.	578	0,0%
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	263	0,0%
<i>Pimelodus blochii</i> *	189	0,0%
<i>Loricariidae</i> sp.	180	0,0%
<i>Hydrolycus</i> spp.	161	0,0%
<i>Semaprochilodus insignis</i>	145	0,0%
<i>Cyphocarax goulding</i>	114	0,0%
<i>Leporinus moralesi</i>	81	0,0%
<i>Chalceus epakros</i> *	78	0,0%
<i>Pygocentrus nattereri</i>	39	0,0%
<i>Pseudanos trimaculatus</i> *	31	0,0%
<i>Anostomus ternetzi</i>	14	0,0%
<i>Ossubtus xinguense</i>	12	0,0%
<i>Pimelodus</i> sp.	4	0,0%
<i>Oxydoras niger</i>	3	0,0%

ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	% ABUNDÂNCIA
<i>Phractocephalus hemioliopterus</i>	3	0,0%
<i>Colossoma macropomum</i>	1	0,0%
<i>Pimelodus ornatus</i>	1	0,0%
<i>Pinirampus pirinampu</i>	1	0,0%
Total	1.998.386	100%
Média/dia	64.464	

Para os anos de 2017 e 2018, já se está utilizando a amostragem definida na metodologia. Nesses dois anos, foram analisadas ~600 horas de imagens, totalizando aproximadamente 48 dias de contagem, sendo 23 dias em 2017 e 25 dias em 2018, em que foram analisados dados de ambos visores. As análises, entretanto, são feitas apenas para os peixes contabilizados no visor direito, visando padronizar os resultados entre os dois anos de estudos.

Para o biênio 2017/2018, foram contados 1.037.268 indivíduos de 54 espécies diferentes (Quadro 13.3.6 - 10). Como foram analisados 48 dias, a média do trânsito diário foi de 21.609 peixes. As cinco espécies/morfoespécies mais abundantes continuam as mesmas, com exceção de *Hypomasticus* spp., que era a segunda espécie mais abundante, e caiu para a oitava posição, sendo substituída pelo grupo de Characidae spp. Outras posições foram invertidas entre as mais abundantes, mas a piaba *Moenkhausia* spp. continua como a espécie mais abundante, embora seu quantitativo tenha se reduzido para menos de um terço. A quantidade de peixes sem identificação também aumentou: de 0,6% para 1,4% (**Quadro 13.3.6 - 12**).

Quadro 13.3.6 – 12 - Abundância das espécies contabilizadas no SVI do monitoramento do Sistema de Transposição de Peixes (STP) da UHE Belo Monte nas amostragens realizadas entre janeiro de 2017 e julho de 2018. As espécies assinaladas com * tiveram pelo menos parte das suas abundâncias estimadas.

ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	%ABUNDÂNCIA
<i>Moenkhausia</i> spp.*	462.703	44,6%
<i>Brycon</i> aff. <i>pesu</i> *	357.739	34,5%
<i>Characidae</i> spp.*	75.551	7,3%
Grupo <i>pacus</i> *	45.640	4,4%
Grupo <i>L. fasciatus</i> *	25.905	2,5%
<i>Prochilodus nigricans</i> *	16.550	1,6%
NI*	14.378	1,4%
<i>Hypomasticus</i> spp.*	9.769	0,9%
<i>Leporinus</i> spp.*	7.160	0,7%
<i>Cichla</i> spp.*	3.575	0,3%
<i>Brycon falcatus</i> *	3.211	0,3%
<i>Anostomus ternetzi</i> *	2.324	0,2%
<i>Semaprochilodus brama</i> *	2.130	0,2%
<i>Boulengerella</i> spp.*	1.764	0,2%
<i>Hydrolycus armatus</i> *	1.537	0,1%
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	1.342	0,1%

ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	%ABUNDÂNCIA
<i>Leporinus friderici</i> *	1.193	0,1%
<i>Loricariidae sp.</i>	929	0,1%
<i>Triportheus cf. albus</i> *	884	0,1%
<i>Bivibranchia sp.*</i>	498	0,0%
<i>Pachyurus spp.</i>	316	0,0%
<i>Pimelodus blochii</i> *	286	0,0%
<i>Argonectes robertsi</i> *	285	0,0%
<i>Hydrolycus tatauaia</i>	232	0,0%
<i>Hemiodus spp.*</i>	220	0,0%
<i>Serrasalmus spp.</i>	207	0,0%
<i>Hydrolycus spp.</i>	174	0,0%
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	130	0,0%
<i>Curimata inornata</i>	129	0,0%
<i>Pimelodus spp.</i>	59	0,0%
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	53	0,0%
<i>Pimelodus ornatos</i> *	50	0,0%
<i>Leporellus vittatus</i>	49	0,0%
<i>Serrasalmus manueli</i>	49	0,0%
<i>Chalceus epakros</i>	48	0,0%
<i>Cyphocarax goulding</i>	42	0,0%
<i>Sorubim trigonocephalus</i> *	42	0,0%
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	31	0,0%
<i>Leporellus vittatus</i>	21	0,0%
<i>Semaprochilodus insignis</i>	15	0,0%
<i>Ossubtus xinguense</i>	10	0,0%
<i>Panaque armbrusteri</i>	8	0,0%
<i>Colossoma macropomum</i>	5	0,0%
<i>Caenotropus mestomormatus</i>	4	0,0%
<i>Sorubim trigonocephalus</i>	4	0,0%
<i>Electrophorus electricus</i>	3	0,0%
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	3	0,0%
<i>Hassar gabiru</i>	2	0,0%
<i>Hoplias spp.</i>	3	0,0%
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	2	0,0%
<i>Hoplias spp.</i>	1	0,0%
<i>Oxydoras niger</i>	1	0,0%
<i>Pinirampus pirinampu</i>	1	0,0%
<i>Sorubim trigonocephalus</i>	1	0,0%
<i>Tocantinsia piresi</i>	1	0,0%
Total Geral	1.037.268	100,0%
Média/dia	21.609	

Não se deve fazer uma comparação direta entre os dados do censo de dezembro de 2016 com as amostragens de 2017/2018. Isso se deve especialmente a dois motivos: 1) os dados de captura do STP (item 13.3.6.2.4 do presente relatório) têm indicado que a composição das espécies se altera bastante entre os meses, e algumas estão presentes apenas durante certos períodos. Assim, como esperado, a riqueza da amostragem foi maior que a do censo, sendo que todas as espécies identificadas em dezembro de 2016 foram novamente contabilizadas na amostragem, o que indica que o processo de criação das amostras está satisfatório. 2) os mesmos dados de captura no STP indicam que existe grande variação sazonal na quantidade de peixes passando pelo STP ao longo do ano. Assim, a amostragem certamente foi feita em meses com baixa abundância de peixes, enquanto o censo foi feito apenas para o mês de dezembro, que certamente foi um mês com grande abundância. Como não existem dados de captura nem imagem para nenhum outro mês de dezembro, comparações são impossíveis de serem feitas. O aumento no número de indivíduos sem identificação também é esperado, visto que dezembro é um mês de águas límpidas, e a amostragem abrangeu meses cuja qualidade das imagens era baixa, o que dificulta a identificação das espécies.

Outro resultado relevante é que quatro espécies que ainda não foram registradas nas capturadas dentro do STP foram identificadas pelo SVI: *Anostomus ternetzi*, *Pygocentrus nattereri*, *Rhaphiodon vulpinus* e *Semaprochilodus insignis*.

Embora a literatura indique relação entre a fase da lua e a passagem de peixes (e.g. Bizzotto et al., 2009³), os dados coletados até o momento pelo SVI não corroboram essa informação. Tanto a análise com as fases da lua (variável categórica), quanto com a porcentagem de iluminação (variável contínua) indicam que não há diferença na quantidade de peixes que foram contados no visor em relação a essa variável (**Figuras 13.3.6 - 23 e 13.3.6 - 24**). Mas é interessante notar que, retirando-se dados dos dois únicos dias em que passaram mais de 200.000 peixes, aparentemente, para uma mesma fase, há uma tendência a passar mais peixes com maior luminosidade (**Figura 13.3.6 - 24**).

³ Bizzotto, P. M., Godinho, A. L., Vono, V., Kynard, B., & Godinho, H. P. (2009). Influence of seasonal, diel, lunar, and other environmental factors on upstream fish passage in the Igarapava Fish Ladder, Brazil. *Ecology of Freshwater Fish*, 18(3), 461-472.

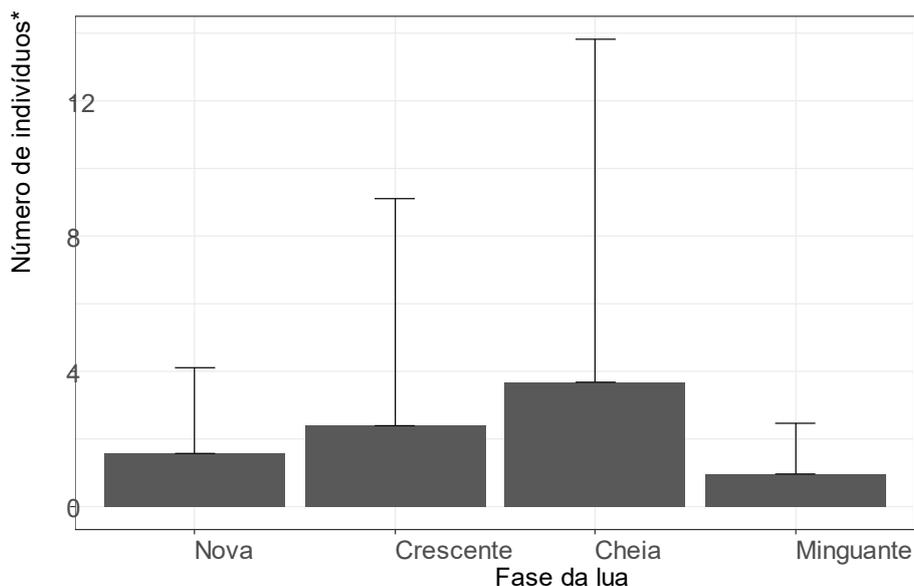


Figura 13.3.6 - 23 – Número médio (com desvio padrão) de peixes contados no visor da margem direita do STP nas amostragens em 2017 e 2018. GLM indicou não haver diferenças significativas entre as fases da lua.

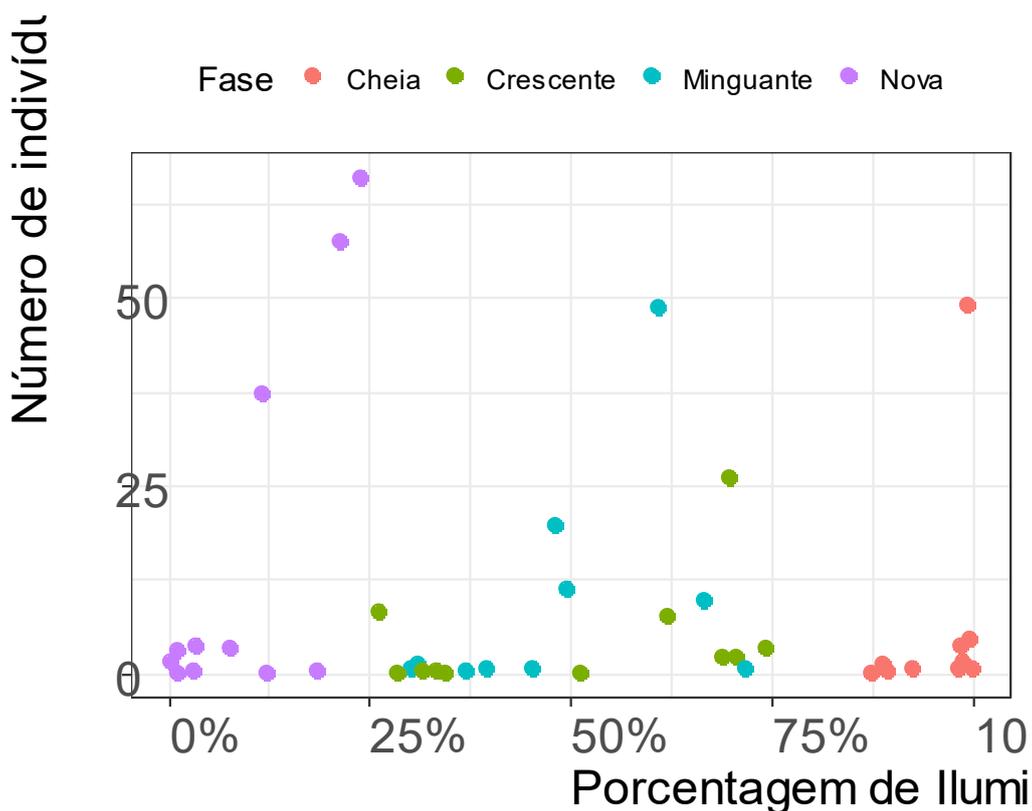


Figura 13.3.6 - 24 – Número de peixes contados no visor da margem direita do STP em função da porcentagem de iluminação da lua, para as amostragens feitas em 2017 e 2018.

Há uma grande variação no número de peixes que passam por hora, com alguma concentração no meio da tarde, mas sem nenhum padrão que possa ser identificado (Figura 13.3.6 - 25).

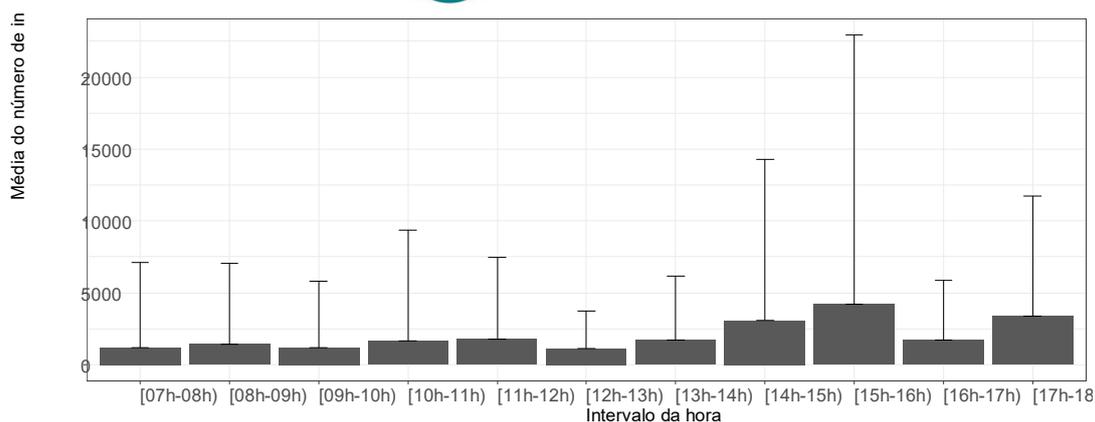


Figura 13.3.6 - 25 – Média (com desvio padrão) do número de peixes contados no visor da margem direita do STP a cada hora, nas amostragens realizadas em 2017/2018.

Ao longo do ano, os dados do SVI indicam dois meses com média de passagens por dia muito superior aos demais: maio e junho (Figura 13.3.6 - 26). Esses dados encontram algum respaldo nos dados da amostragem com captura dentro do STP (Figura 13.3.6 - 25), especialmente quando se retira o mês de junho, que, dada a sua grande quantidade, dificulta a visualização dos quantitativos dos demais meses. Assim, como pode ser observado na Figura 13.3.6 - 27, janeiro e fevereiro também são meses expressivos na quantidade de peixes que passam pelo STP. Os dados de captura indicam que janeiro e fevereiro são os meses com maior abundância dentro do canal. Note que são informações bem diferentes, pois nem todos os peixes dentro do canal vão passar pelos visores. Assim, certamente os resultados não são totalmente comparáveis, dada a grande diferença entre os métodos de amostragem, mas é interessante observar essa congruência nos resultados.

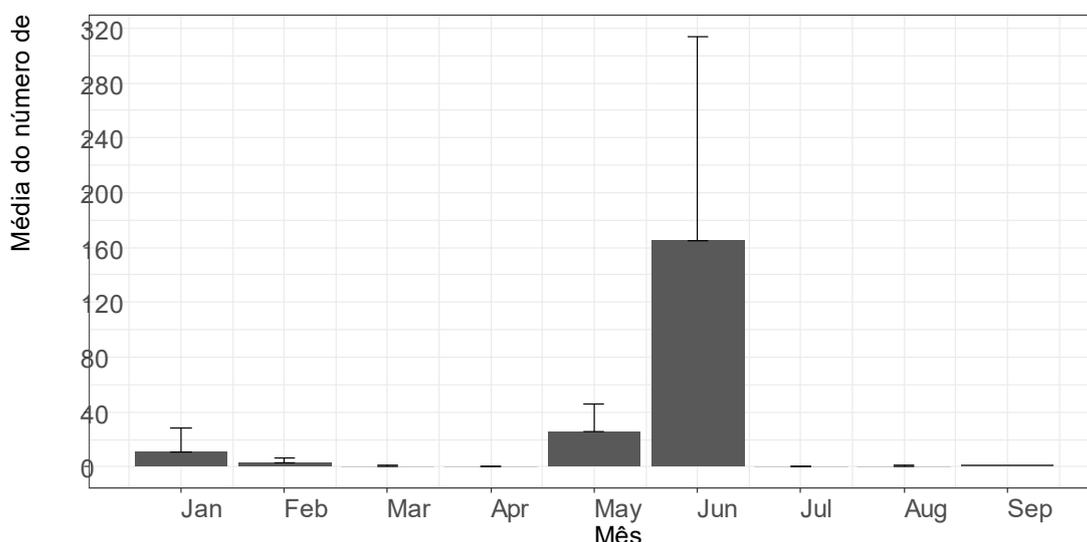


Figura 13.3.6 - 26 – Média (com desvio padrão) do número de peixes contados no visor da margem direita do STP por mês, nas amostragens realizadas em 2017/2018.

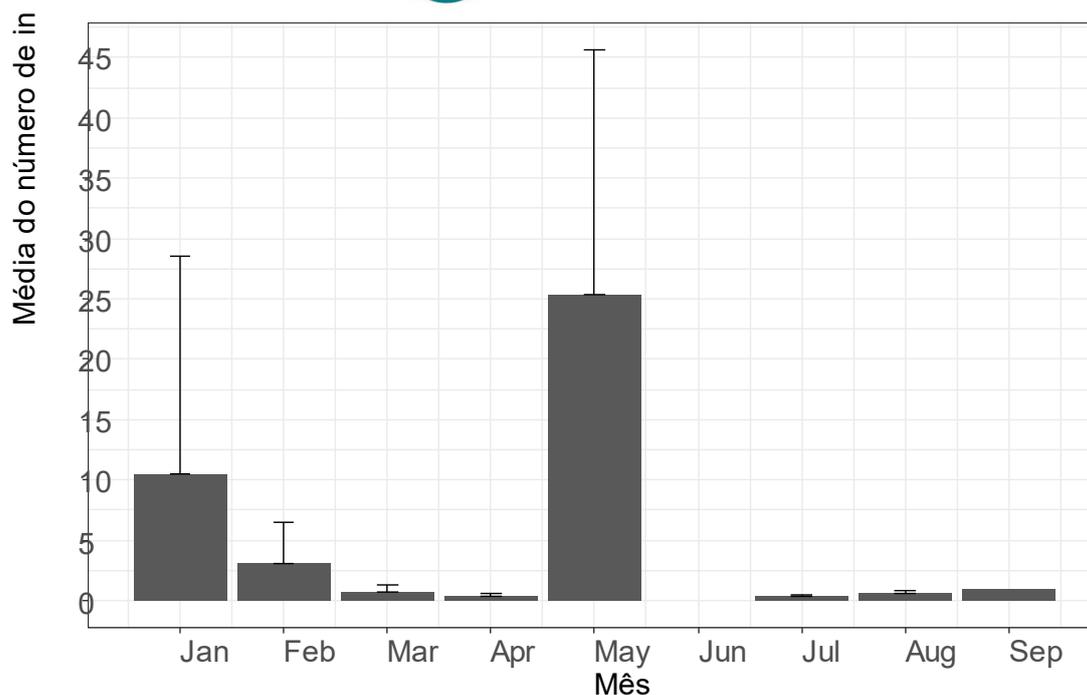


Figura 13.3.6 - 27 – Média (com desvio padrão) do número de peixes contados no visor da margem direita do STP por mês, excluindo-se o mês de junho, nas amostragens realizadas em 2017/2018. Notar que a escala do eixo y passou de 320.000 para 45.000 indivíduos.

13.3.6.3.4. CAPTURA DE PEIXES

Foram capturados 2.104 indivíduos de 111 espécies diferentes, sendo que uma não pôde ser identificada. Mais da metade desse número (61% = 68 espécies) teve menos de dez indivíduos amostrados (**Quadro 13.3.6 - 12**).

Quadro 13.3.6 – 12 - Número de indivíduos capturados dentro do STP, com estatísticas do comprimento padrão e do peso corpóreo.

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
<i>Ctenobrycon spirulus</i>	290	5,5	4,9	7,5	6,8	3,0	12,0
<i>Moenkhausia heikoi</i>	161	4,5	2,0	6,8	3,1	0,0	49,0
<i>Brycon aff. pesu "adiposa hialina"</i>	102	6,8	2,8	11,6	8,6	1,0	34,0
<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	100	10,7	8,0	12,6	18,0	10,0	40,0
<i>Jupiaba acanthogaster</i>	87	4,5	2,0	6,0	2,0	1,0	5,2
<i>Doras higuchi</i>	81	20,4	16,0	33,0	165,1	20,0	1300,0
<i>Moenkhausia xinguensis</i>	81	5,0	3,8	7,0	3,6	1,0	12,0
<i>Bivibranchia velox</i>	80	10,5	4,0	18,0	18,9	10,0	75,0
<i>Tometes ancylorhynchus</i>	76	13,3	7,3	18,5	37,7	15,0	121,0
<i>Tetragonopterus chalcus</i>	54	6,0	4,5	9,0	8,5	2,0	35,0
<i>Panaque armbrusteri</i>	52	23,2	16,0	33,0	501,3	32,6	1300,0
<i>Pimelodus ornatus</i>	47	20,5	12,0	27,5	137,4	6,0	313,0
<i>Hydrolycus armatus</i>	42	52,4	33,0	76,0	2370,4	6,7	10980,0
<i>Platydoras armatulus</i>	39	15,9	11,2	20,0	72,4	6,0	178,0
<i>Bivibranchia fowleri</i>	36	10,6	10,0	11,2	12,8	10,0	15,0
<i>Leporinus tigrinus</i>	30	9,6	7,2	19,5	28,3	8,0	160,0
<i>Leporinus maculatus</i>	29	10,1	8,9	11,9	20,7	11,0	40,0
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	29	27,1	11,0	36,0	822,5	70,0	2055,0
<i>Jupiaba polylepis</i>	28	4,7	2,5	6,0	3,0	1,0	5,0
<i>Prochilodus nigricans</i>	28	29,9	19,0	41,2	948,4	291,0	2297,0
<i>Moenkhausia lepidura</i>	27	4,4	2,8	7,0	2,3	1,0	5,0
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	25	69,4	32,0	124,0	8640,2	250,0	45000,0
<i>Ageneiosus ucayalensis</i>	24	15,7	8,0	46,0	30,4	5,0	53,0
<i>Hydrolycus tatauaia</i>	24	36,7	25,3	49,5	709,4	80,0	1872,0

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
<i>Brycon aff. pesu</i> "adiposa preta"	23	7,5	5,4	8,5	10,0	3,0	15,0
<i>Triportheus albus</i>	23	10,4	6,5	20,0	26,5	2,0	100,0
<i>Myleus setiger</i>	21	12,4	7,5	16,7	78,8	15,0	158,0
<i>Hypostomus aff. plecostomus</i>	20	21,2	16,8	27,0	224,5	16,0	360,0
<i>Hypomasticus julii</i>	18	11,8	8,0	17,9	35,3	3,0	97,0
<i>Pimelodus blochii</i>	18	17,8	15,2	20,4	86,7	52,0	135,0
<i>Myloplus rubripinnis</i>	17	12,5	7,0	20,0	105,1	5,0	300,0
<i>Myloplus schomburgkii</i>	17	11,7	10,0	14,5	64,9	5,0	132,0
<i>Tometes kranponhah</i>	17	15,7	8,4	31,5	294,7	7,0	1134,0
<i>Moenkhausia celibela</i>	16	3,4	2,5	4,7	1,4	1,0	2,0
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	13	40,5	32,0	45,6	1453,8	696,0	2000,0
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	12	5,8	5,5	6,0	5,3	4,0	6,0
<i>Leporinus desmotes</i>	12	10,2	7,0	16,2	28,1	10,0	74,0
<i>Moenkhausia sp. "jamesi"</i>	12						
<i>Curimata inornata</i>	11	12,3	7,0	15,0	54,2	6,0	90,0
<i>Agoniatas halecinus</i>	10	9,3	8,0	11,0	15,8	14,0	20,0
<i>Baryancistrus xanthellus</i>	10	19,7	16,3	24,3	333,7	176,0	620,0
<i>Eigenmannia cf. trilineata</i>	10				9,3	4,0	20,0
<i>Hemiodus sp. "xingu"</i>	10	11,6	9,0	14,8	28,1	15,0	54,0
<i>Baryancistrus aff. niveatus</i>	9	21,1	18,9	24,0	322,1	161,0	620,0
<i>Curimatella cf. dorsalis</i>	9	10,0	10,0	10,0	30,0	30,0	30,0
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	9	28,1	23,0	37,0	364,3	170,0	750,0
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	9	60,2	53,0	68,0	2156,3	1190,0	3190,0
<i>Cyphocharax sp.</i>	8	9,3	9,0	9,5	16,5	15,0	18,0
<i>Leporinus aff. fasciatus</i>	8	14,7	9,0	29,2	87,0	12,0	438,0

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
<i>Semaprochilodus brama</i>	8	38,0	32,0	42,9	1596,1	933,0	2120,0
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	7	11,5	10,0	12,8	26,7	10,0	60,0
<i>Leporinus friderici</i>	7	19,7	17,9	21,8	207,4	115,0	270,0
<i>Myloplus arnoldi</i>	7	12,1	10,7	13,6	34,2	3,5	78,0
<i>Rhinopetitia sp.</i>	7	3,6	2,8	4,4	1,3	1,0	2,0
<i>Tetragonopterus sp.</i>	7	9,1	7,5	10,0	11,3	5,0	14,0
<i>Curimatella immaculata</i>	6	9,0	6,8	15,0	26,8	11,0	100,0
<i>Cynodon gibbus</i>	6	21,3	19,0	23,0	82,2	55,0	108,0
<i>Moenkhausia intermedia</i>	6	7,3	6,6	7,8	12,5	8,0	18,0
<i>Moenkhausia loweae</i>	6	6,0	5,0	6,5	6,7	4,0	8,0
<i>Pachyurus junki</i>	6	24,8	13,5	30,0	250,2	34,0	546,0
<i>Poptella compressa</i>	6	5,5	5,2	5,9	6,5	5,0	8,0
<i>Acestrocephalus sp.</i>	5	9,5	8,0	11,5	14,6	12,0	24,0
<i>Boulengerella cuvieri</i>	5	56,9	43,5	64,0	1662,8	551,0	2500,0
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	5	16,3	14,2	18,2	43,0	38,0	50,0
<i>Squaliforma aff. emargita</i>	5	23,8	21,5	26,4	235,4	180,0	310,0
<i>Tocantinsia piresi</i>	5	32,9	31,4	34,4	984,0	770,0	1198,0
<i>Brycon falcatus</i>	4	21,2	14,7	24,6	150,7	100,0	202,0
<i>Chalceus epakros</i>	4						
<i>Hassar gabiru</i>	4	16,4	14,4	18,2	85,8	60,0	116,0
<i>Leporellus vittatus</i>	4	16,4	10,2	20,7	85,3	14,0	147,0
<i>Rhamphichthys drepanium</i>	4				647,5	580,0	710,0
<i>Triportheus cf. rotundatus</i>	4	14,3	13,0	17,0	54,5	36,0	100,0
<i>Acnodon normanii</i>	3	11,5	10,5	12,0	38,3	35,0	40,0
<i>Auchenipterichthys longimanus</i>	3	12,0	12,0	12,0	30,0	30,0	30,0

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
<i>Auchenipterichthys punctatus</i>	3	4,6	4,2	5,0	3,0	3,0	3,0
<i>Electrophorus electrus</i>	3	107,0	90,0	124,0			
<i>Leporinus multimaculatus</i>	3	9,0	8,3	9,9	13,0	10,0	19,0
<i>Megalodoras</i> sp. "xingu"	3	37,9	29,4	46,2	1092,3	449,0	1598,0
<i>Megalodoras uranoscopus</i>	3	23,7	20,0	29,0	300,0	200,0	410,0
<i>Myloplus</i> sp.	3	11,3	11,0	12,0	73,3	60,0	80,0
Não identificado 1	3	4,1	3,5	4,8	2,0	1,0	4,0
<i>Bryconops alburnoides</i>	2	6,5	5,0	8,0	3,0	1,0	5,0
<i>Leporinus</i> sp. 2	2	11,6	9,1	14,0	34,0	13,0	55,0
<i>Myleus</i> sp.	2	10,0	10,0	10,0	50,0	50,0	50,0
<i>Pinirampus pirinampu</i>	2	31,5	31,5	31,5	384,0	384,0	384,0
<i>Scobincistrus aureatus</i>	2	18,7	18,2	19,2	162,5	148,0	177,0
<i>Anostomoides passionis</i>	1	26,2	26,2	26,2	371,0	371,0	371,0
<i>Cichla melaniae</i>	1	17,9	17,9	17,9	132,0	132,0	132,0
<i>Cichla</i> sp.	1	8,5	8,5	8,5	14,0	14,0	14,0
<i>Creagrutus</i> cf. <i>yudja</i>	1	3,7	3,7	3,7	1,0	1,0	1,0
<i>Cyphocharax festivus</i>	1	8,6	8,6	8,6	10,5	10,5	10,5
<i>Geophagus altifrons</i>	1	19,0	19,0	19,0	190,0	190,0	190,0
<i>Geophagus argyrostictus</i>	1	6,5	6,5	6,5	8,0	8,0	8,0
<i>Geophagus</i> sp.	1	2,9	2,9	2,9	1,0	1,0	1,0
<i>Hydrolycus</i> sp.	1	66,0	66,0	66,0			
<i>Imparfinis</i> aff. <i>hasemani</i>	1	5,8	5,8	5,8	3,0	3,0	3,0
<i>Imparfinis</i> sp.	1	7,2	7,2	7,2	5,0	5,0	5,0
<i>Jupiaba essequibensis</i>	1	4,2	4,2	4,2	2,0	2,0	2,0
<i>Knodus breviceps</i>	1	4,2	4,2	4,2	1,0	1,0	1,0

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
<i>Leptorhamdia schultzi</i>	1	12,4	12,4	12,4	21,0	21,0	21,0
<i>Microschemobrycon elongatus</i>	1	3,2	3,2	3,2	0,5	0,5	0,5
<i>Moenkhasia collettii</i>	1	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
<i>Moenkhausia collettii</i>	1	3,2	3,2	3,2	2,0	2,0	2,0
<i>Moenkhausia cotinho</i>	1	4,2	4,2	4,2	2,0	2,0	2,0
<i>Myloplus rhomboidalis</i>	1	12,0	12,0	12,0	45,0	45,0	45,0
<i>Petilipinnis grunniens</i>	1	20,0	20,0	20,0	110,0	110,0	110,0
<i>Platydoras</i> sp. "xingu"	1	9,9	9,9	9,9	27,0	27,0	27,0
<i>Schizodon vittatus</i>	1	14,2	14,2	14,2	49,0	49,0	49,0
<i>Scobincistrus pariolispos</i>	1	21,0	21,0	21,0	360,0	360,0	360,0
<i>Sorubim trigonocephalus</i>	1	42,5	42,5	42,5	1100,0	1100,0	1100,0
<i>Vandellia</i> aff. <i>cirrrosa</i>	1	5,5	5,5	5,5	1,0	1,0	1,0

Como as metodologias utilizadas nas campanhas trimestrais são muito diferentes daquelas utilizadas a partir de dezembro/2016, os demais dados apresentados se referem apenas às amostragens realizadas entre dezembro de 2016 e julho de 2018, quando a amostragem passou a ser mensal – exceto nos meses que o STP estava fechado para manutenção, entre setembro e dezembro de 2017. Para se avaliar tendências cíclicas, todos os meses dos diferentes anos são agrupados nas análises subsequentes.

A maior abundância de peixes capturados entre dezembro e fevereiro (**Figura 13.3.6 - 28**). Uma queda brusca se observou a partir de março, quando o NA de jusante chegou aos seus maiores valores. Um pico de captura foi observado nos meses de junho.

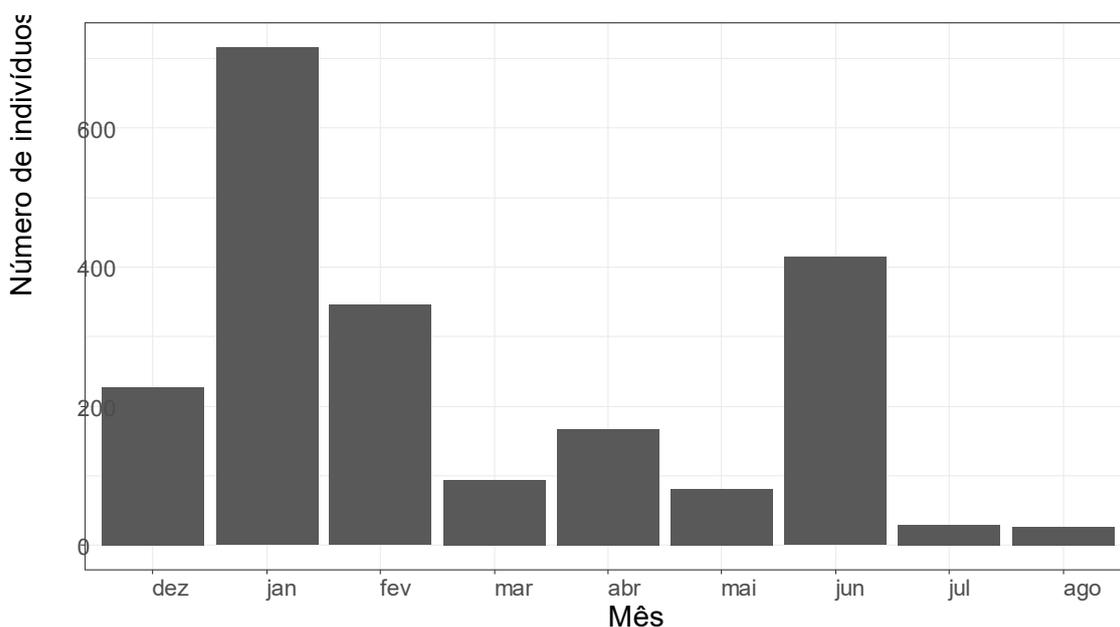


Figura 13.3.6 - 28 – Abundância mensal em número de indivíduos capturados nas amostragens dentro do STP.

Entre as nove espécies mais abundantes nas campanhas, notou-se que quatro tiveram quantidades semelhantes entre as diferentes campanhas. As outras quatro espécies mais abundantes tiveram picos de abundância em dois ou três meses, e foram ausentes nos demais meses (**Figura 13.3.6 - 29**). Observa-se a separação dos meses de amostragem em três grupos: um formado pelos meses de enchente e cheia (dezembro a abril – exceção de maio), um formado pelo final da cheia (maio) e início da vazante (junho e julho) e o final da vazante (agosto), aparte dos demais (**Figura 13.3.6 - 30**). Essas duas informações sugerem que o STP é utilizado pelas espécies em momentos diferentes, o que pode significar que o momento de migração é diferente entre as espécies. Também sugerem que a janela de migração, ou seja, os períodos pelo qual os peixes se deslocam pelo STP é curto.

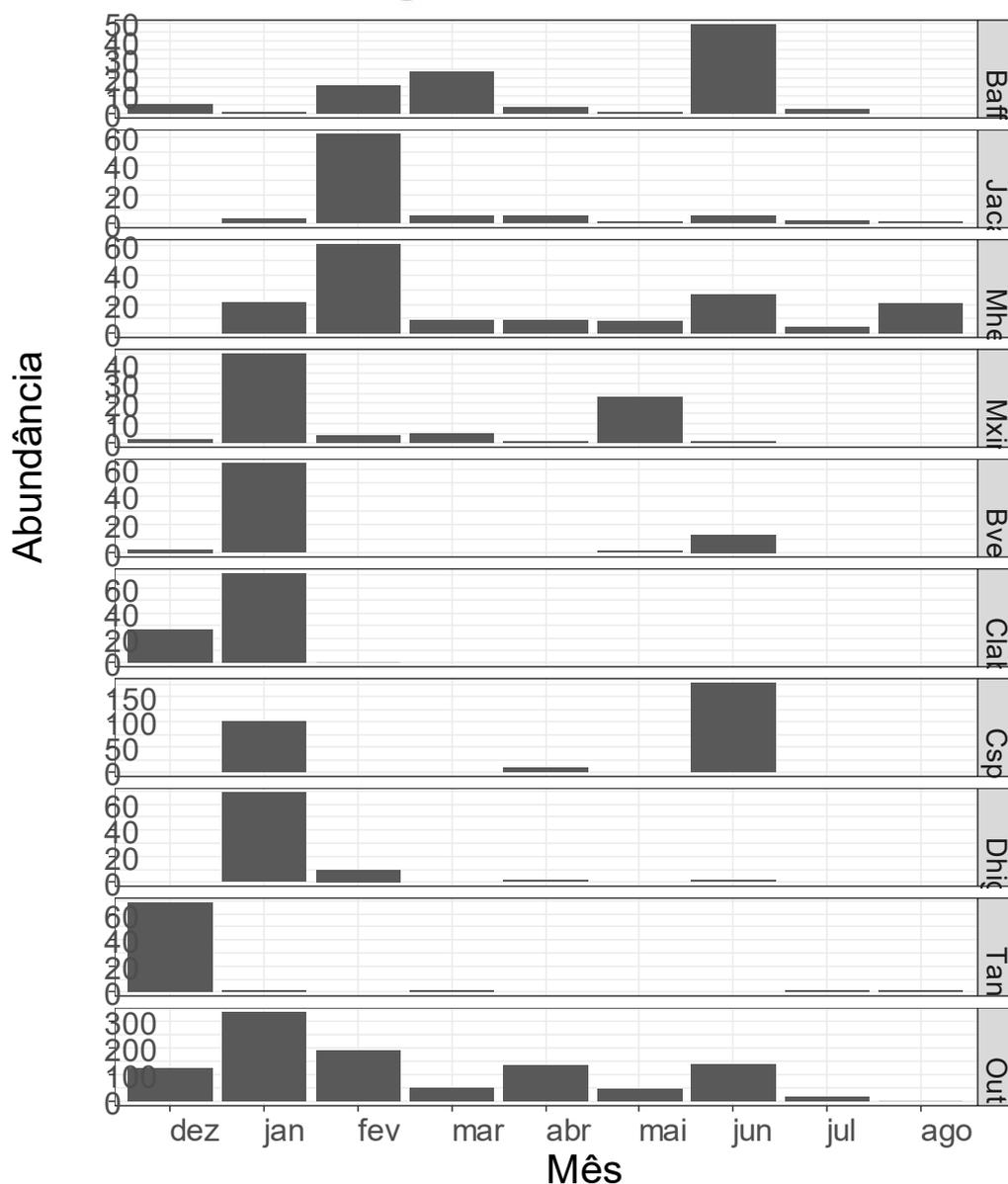


Figura 13.3.6 - 29 – Abundância mensal das espécies com maior número de indivíduos coletados dentro do STP pelo monitoramento realizado. Notar que as escalas do eixo y de cada gráfico é diferente. Baff = *Brycon aff. pesu* "adiposa hialina, Jaca = *Jupiaba acanthogaster*, Mhei = *Moenkhausia heikoi*, Mxin = *Moenkhausia xinguensis*, Bvel = *Bivibranchia velox*, Clab = *Caenotropus labyrinthicus*, Cspi = *Ctenobrycon spirulus*, Dhig = *Doras higuchi*, Tanc = *Tometes ancylorhynchus*, Out = Outras.

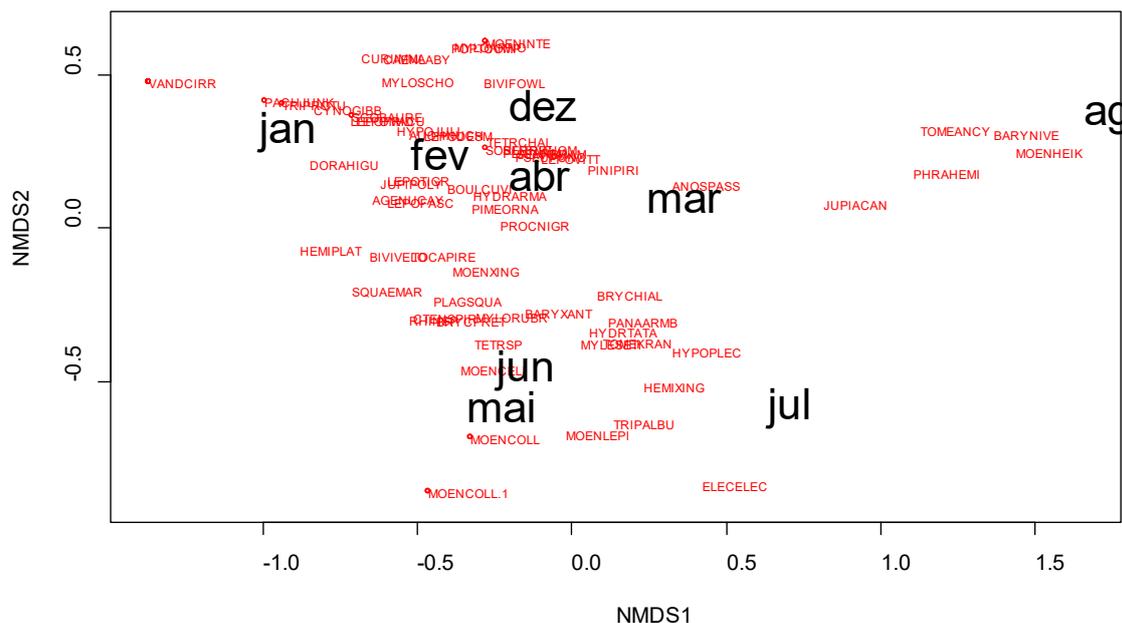


Figura 13.3.6 - 30 – Organização das campanhas e espécies ao longo dos eixos 1 e 2 do nMDS. O acrônimo das espécies é formado pelas quatro primeiras letras do epíteto genérico e das quatro primeiras letras do epíteto específico.

A amostragem a jusante foi realizada trimestralmente, desde 2016 e permite avaliar a seletividade do STP, ou seja, as espécies que estão a jusante da barragem de Pimental, mas não tem sido capturadas dentro do STP. Para essas amostragens, utilizou-se uma bateria de redes de 2 a 16 cm de distância entre nós, com 20m de comprimento e entre 1,5 e 2,4 m de altura. Também utilizou-se um espinhel com 30 anzóis tamanhos 8/10 e 10/0 e um conjunto de 30 covos, iscados da mesma forma que feito para captura no interior do STP.

À jusante do barramento de Pimental, foram capturados 2.529 indivíduos de 127 espécies (**Quadro 13.3.6 - 13**). Da mesma forma que para a captura do STP, boa parte das espécies (67% = 86 espécies) tiveram menos de 10 indivíduos amostrados.

Quadro 13.3.6 - 13 – Número de indivíduos capturados a jusante do STP, com estatísticas do comprimento padrão e do peso corpóreo.

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo
<i>Ageneiosus ucayalensis</i>	472	14,3	9,0	22,0	32,2	0,0	22,0
<i>Tocantinsia piresi</i>	227	31,3	15,0	104,5	704,0	60,0	104,5
<i>Chalceus epakros</i>	191	11,7	8,0	14,0	33,7	10,0	14,0
<i>Auchenipterichthys longimanus</i>	167	11,3	7,8	20,0	25,0	9,0	20,0
<i>Boulengerella cuvieri</i>	136	39,3	20,0	74,0	664,1	50,0	74,0
<i>Triportheus albus</i>	112	12,8	9,0	23,7	40,2	11,0	23,7
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	73	33,9	11,6	45,0	1061,4	26,0	45,0
<i>Caenotropus mestomorgmatus</i>	72	11,6	10,0	13,5	35,9	20,0	13,5
<i>Hydrolycus armatus</i>	69	50,3	6,0	80,0	2146,1	170,0	80,0
<i>Agoniatas halecinus</i>	66	18,1	13,0	24,0	60,4	22,0	24,0
<i>Hemiodus</i> sp. "xingu"	65	13,5	8,9	19,0	47,9	2,0	19,0
<i>Serrasalmus manueli</i>	65	23,4	2,5	36,2	594,6	5,7	36,2
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	47	65,9	19,0	119,8	5606,8	52,5	119,8
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	44	18,9	5,8	36,3	404,9	4,0	36,3
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	32	13,0	10,0	16,0	25,7	12,0	16,0
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	29	14,2	11,5	17,0	51,8	20,0	17,0
<i>Pachyurus junki</i>	29	26,6	18,7	33,0	338,3	110,0	33,0
<i>Leporinus</i> aff. <i>fasciatus</i>	28	15,6	8,0	28,5	95,5	8,0	28,5
<i>Prochilodus nigricans</i>	27	27,8	19,0	34,2	583,8	20,0	34,2
<i>Myloplus rubripinnis</i>	26	15,8	6,0	32,5	359,0	8,0	32,5
<i>Brycon</i> aff. <i>pesu</i> "adiposa hialina"	24	8,1	6,4	11,6	11,0	4,0	11,6
<i>Cynodon gibbus</i>	23	25,3	13,7	43,0	399,2	28,0	43,0
<i>Myleus setiger</i>	19	14,3	10,0	27,5	153,2	35,0	27,5
<i>Triportheus auritus</i>	19	9,8	8,5	13,5	16,7	10,0	13,5

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo
<i>Moenkhausia heikoi</i>	18	5,4	4,2	6,9	6,6	1,0	6,9
<i>Pinirampus pirinampu</i>	18	46,4	28,7	61,0	1370,1	237,0	61,0
<i>Brycon aff. pesu</i> "adiposa preta"	17	10,1	7,6	11,0	21,6	0,0	11,0
<i>Potamotrygon leopoldi</i>	17	52,8	37,0	85,0	5849,2	1500,0	85,0
<i>Baryancistrus aff. niveatus</i>	16	24,7	16,1	33,0	392,7	138,0	33,0
<i>Ageneiosus inermis</i>	15	42,3	21,0	58,0	1349,9	160,0	58,0
<i>Tetragonopterus sp.</i>	15	8,3	6,5	10,6	16,8	4,0	10,6
<i>Geophagus altifrons</i>	14	9,9	5,0	17,5	43,2	2,3	17,5
<i>Caenotropus labyrinthicus</i>	13	10,9	9,0	11,5	28,3	15,0	11,5
<i>Hoplias aimara</i>	12	50,7	42,0	70,2	3445,1	1550,0	70,2
<i>Leporinus desmotes</i>	12	17,3	13,0	24,0	105,0	30,0	24,0
<i>Megalodoras sp.</i> "xingu"	12	35,0	23,5	51,2	829,2	196,0	51,2
<i>Leporinus friderici</i>	11	15,0	8,2	25,0	99,6	13,0	25,0
<i>Platydoras armatulus</i>	11	17,4	11,4	24,5	113,8	38,0	24,5
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	11	46,9	38,0	62,0	593,4	20,0	62,0
<i>Curimata inornata</i>	10	11,7	10,0	13,0	37,8	4,0	13,0
<i>Curimata vittata</i>	10	11,8	10,0	12,5	40,8	34,0	12,5
<i>Baryancistrus xanthellus</i>	9	20,4	18,6	24,0	303,4	233,0	24,0
<i>Hydrolycus tatauaia</i>	9	37,6	28,5	46,5	869,8	314,0	46,5
<i>Moenkhausia xinguensis</i>	9	5,3	4,3	6,0	4,6	3,0	6,0
<i>Laemolyta proxima</i>	8	16,5	15,5	18,0	80,7	60,0	18,0
<i>Leporinus maculatus</i>	8	11,5	8,3	15,5	33,8	13,0	15,5
<i>Myloplus arnoldi</i>	8	5,7	5,0	6,5	8,4	5,0	6,5
<i>Bryconops giacopinii</i>	7	6,8	6,0	7,5	4,7	4,5	7,5
<i>Hypomasticus julii</i>	7	16,3	11,0	19,5	62,1	16,0	19,5

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	7	58,9	46,0	73,5	2973,9	1000,0	73,5
<i>Cyphocharax gouldingi</i>	6	10,9	10,0	13,6	30,7	23,0	13,6
<i>Doras higuchi</i>	6	16,0	13,5	18,2	89,7	45,0	18,2
<i>Geophagus argyrostictus</i>	6	10,0	4,7	14,8	33,2	3,0	14,8
<i>Jupiaba essequibensis</i>	6	4,2	4,0	4,4	4,6	4,5	4,4
<i>Myloplus rhomboidalis</i>	6	26,7	16,0	32,2	1035,2	150,0	32,2
<i>Panaque armbrusteri</i>	6	25,6	18,6	35,0	705,8	225,0	35,0
<i>Triportheus cf. rotundatus</i>	6	18,3	18,0	19,0	100,0	50,0	19,0
<i>Acnodon normanii</i>	5	25,2	13,0	32,0	579,4	57,0	32,0
<i>Brycon falcatus</i>	5	18,3	17,0	22,0	143,6	13,0	22,0
<i>Jupiaba polylepis</i>	5	4,1	3,4	5,2	3,9	3,0	5,2
<i>Moenkhausia lepidura</i>	5	5,2	3,2	6,4	3,8	3,0	6,4
<i>Schizodon vittatus</i>	5	17,8	15,5	25,9	102,4	56,0	25,9
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	5	6,2	4,9	8,3	9,5	5,9	8,3
<i>Tometes kranponhah</i>	5	25,8	10,2	33,0	801,0	43,0	33,0
<i>Bivibranchia fowleri</i>	4	13,4	12,0	15,3	33,0	12,0	15,3
<i>Cichla melaniae</i>	4	30,8	21,0	38,5	854,8	180,0	38,5
<i>Laemolyta fernandezi</i>	4	13,7	13,2	14,7	42,3	39,0	14,7
<i>Leporinus brunneus</i>	4	20,6	19,8	21,6	123,0	108,0	21,6
<i>Moenkhausia intermedia</i>	4	8,4	6,5	10,0	12,3	6,0	10,0
<i>Oxydoras niger</i>	4	73,9	65,0	83,0			83,0
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i>	3	15,7	14,0	17,0	42,7	33,0	17,0
<i>Bryconops caudomaculatus</i>	3	6,8	6,4	7,5	4,4	4,0	7,5
<i>Crenicichla dandara</i>	3	18,5	9,4	26,0	204,0	12,0	26,0
<i>Eigenmannia virescens</i>	3				32,5	15,0	

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo
<i>Hemiodus vorderwinckleri</i>	3	13,2	13,0	13,4	52,0	46,0	13,4
<i>Jupiaba acanthogaster</i>	3	4,3	3,7	4,7	4,0	3,0	4,7
<i>Moenkhausia celibela</i>	3	4,1	3,8	4,4	3,7	2,0	4,4
<i>Peckoltia vittata</i>	3	7,6	6,5	9,2	16,3	11,0	9,2
<i>Pimelodella cristata</i>	3	11,2	11,0	11,3	12,0	10,0	11,3
<i>Pimelodus blochii</i>	3	13,7	13,0	15,0	46,3	39,0	15,0
<i>Pterodoras granulosus</i>	3	39,7	32,0	47,0	1572,0	648,0	47,0
<i>Acanthicus hystrix</i>	2	18,4	14,0	22,7	118,0	34,0	22,7
<i>Acestrorhynchus sp.</i>	2	18,0	18,0	18,0	50,0	50,0	18,0
<i>Ancistrus ranunculus</i>	2	10,9	7,5	14,2	28,0	14,0	14,2
<i>Argonectes robertsi</i>	2	15,7	13,0	18,4	50,5	3,0	18,4
<i>Bryconops sp.</i>	2	7,5	7,5	7,5	6,0	6,0	7,5
<i>Cichla sp.</i>	2	22,5	10,0	35,0	475,0	20,0	35,0
<i>Curimatella cf. dorsalis</i>	2	7,5	7,3	7,6	7,3	6,5	7,6
<i>Hypostomus aff. plecostomus</i>	2	19,0	15,0	23,0	130,0	100,0	23,0
<i>Leporinus torrenticula</i>	2	8,9	8,6	9,2	18,0	15,0	9,2
<i>Metynnis lippincottianus</i>	2	9,8	9,5	10,0	39,5	36,0	10,0
Não identificado 2	2	14,8	13,5	16,0	80,0	60,0	16,0
<i>Psectrogaster sp.</i>	2	16,0	16,0	16,0	120,0	120,0	16,0
<i>Satanoperca sp.</i>	2	9,6	6,5	12,6	22,9	5,2	12,6
<i>Acestrocephalus sp.</i>	1	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
<i>Anostomoides passionis</i>	1	22,2	22,2	22,2	250,0	250,0	22,2
<i>Bivibranchia velox</i>	1	16,0	16,0	16,0	52,0	52,0	16,0
<i>Bryconops alburnoides</i>	1	7,3	7,3	7,3	10,0	10,0	7,3
<i>Caquetaia spectabilis</i>	1	7,0	7,0	7,0	12,0	12,0	7,0

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo
<i>Colossoma macropomum</i>	1	34,5	34,5	34,5	1450,0	1450,0	34,5
<i>Crenicichla gr. saxatilis</i>	1	15,5	15,5	15,5	47,0	47,0	15,5
<i>Crenicichla lugubris</i>	1	20,4	20,4	20,4	140,0	140,0	20,4
<i>Ctenobrycon spirulus</i>	1	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	6,5
<i>Curimata sp.</i>	1						
<i>Curimatella immaculata</i>	1	7,0	7,0	7,0	5,0	5,0	7,0
<i>Cyphocharax sp.</i>	1	10,0	10,0	10,0	20,0	20,0	10,0
<i>Hassar gabiru</i>	1	13,6	13,6	13,6	46,0	46,0	13,6
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	1	35,5	35,5	35,5	728,0	728,0	35,5
<i>Hoplias curupira</i>	1	24,9	24,9	24,9	296,0	296,0	24,9
<i>Hoplias malabaricus</i>	1	10,0	10,0	10,0	19,0	19,0	10,0
<i>Hypostomus gr. cochliodon</i>	1	14,0	14,0	14,0	35,0	35,0	14,0
<i>Leporinus multimaculatus</i>	1				29,0	29,0	
<i>Leporinus tigrinus</i>	1	11,3	11,3	11,3	36,0	36,0	11,3
<i>Limatulichthys griseus</i>	1	13,0	13,0	13,0	12,0	12,0	13,0
<i>Loricaria birindellii</i>	1	24,0	24,0	24,0	58,0	58,0	24,0
<i>Myloplus schomburgkii</i>	1	19,0	19,0	19,0	290,0	290,0	19,0
<i>Myloplus sp.</i>	1	15,0	15,0	15,0	120,0	120,0	15,0
<i>Ossubtus xinguense</i>	1	21,5	21,5	21,5	420,0	420,0	21,5
<i>Petilipinnis grunniens</i>	1	11,0	11,0	11,0	18,0	18,0	11,0
<i>Pimelodus ornatus</i>	1						
<i>Platynematichthys notatus</i>	1	60,0	60,0	60,0	3600,0	3600,0	60,0
<i>Poptella compressa</i>	1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<i>Pseudanos trimaculatus</i>	1	14,0	14,0	14,0	46,0	46,0	14,0
<i>Pseudotylorus microps</i>	1	44,0	44,0	44,0	13,0	13,0	44,0

Espécie	n	Comprimento padrão (cm)			Peso corpóreo (g)		
		Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo	Máximo
<i>Pterodoras armatus</i>	1	9,0	9,0	9,0	18,0	18,0	9,0
<i>Semaprochilodus brama</i>	1	39,0	39,0	39,0	2000,0	2000,0	39,0
<i>Spectracanthicus punctatissimus</i>	1	7,5	7,5	7,5	13,0	13,0	7,5

Comparando-se as riquezas capturadas em cada ambiente (STP e jusante), praticamente metade das espécies amostradas (49,7% = 79 espécies) foram compartilhadas entre os dois trechos. Cerca de 30% (= 48) foram capturadas apenas nas amostragens de jusante, e 20% (= 32) foram capturadas apenas dentro do STP (Figura 13.3.6 - 31).

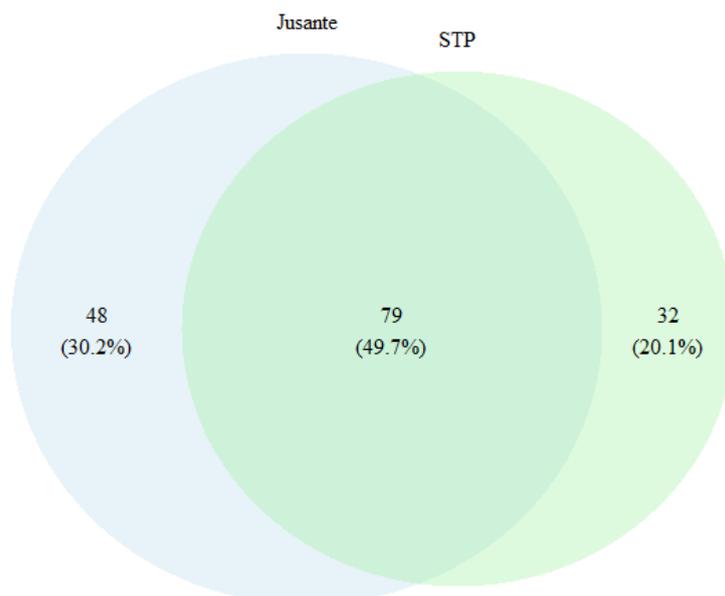


Figura 13.3.6 - 31 – Diagrama de Venn do número de espécies amostradas em cada ambiente (Jusante ou STP) pelo monitoramento realizado no âmbito do PBA 13.3.6.

Esses resultados são relevantes e mostram uma baixa seletividade em espécies do STP, visto que 70% das espécies presentes à jusante são encontradas no STP (**Quadro 13.3.6 - 14**). Acredita-se que, com a melhora do sistema de amostragem, com instalação da plataforma de captura no final do segundo semestre de 2018 poderá indicar que o STP é ainda menos seletivo, uma vez que a não captura das espécies não indica, necessariamente, que essas espécies não estão utilizando o STP.

13.3.6.3.5. MONITORAMENTO HIDRÁULICO

Com a primeira reabertura do STP em novembro de 2016, entrou em funcionamento o sistema de medição das cargas hidráulicas em defletores selecionados. Esses dados, juntamente com valores de vazão do STP, medidos com equipamento tipo ADPC (sigla em inglês para Perfilador de Corrente Acústico Doppler), permitirão estimar a velocidade do escoamento na ranhura do defletor e a potência específica do escoamento, que são

as variáveis hidráulicas mais importantes que influenciam a performance do STP (Castro-Santos, 2012⁴).

Conforme descrito na metodologia, durante o ano de 2018 novos sensores de profundidade foram instalados, permitindo refinamento dos cálculos de parâmetros apresentados no item 13.3.6.3.5.3. Entretanto, a maior parte deles foi instalada durante o fechamento do STP, e só iniciaram sua operação em dezembro de 2018. Assim, seus resultados farão parte do 17ºRC. De qualquer forma, são apresentados os resultados atualizados com os sensores que já estavam instalados.

Em relação às medições de vazão e cálculo da curva de descarga, tanto do STP quando dos difusores de água de atração, o equipamento utilizado apresentou problemas técnicos e precisou ser enviado para a autorizada. Todos os trâmites burocráticos demoraram cerca de oito meses, e por isso não foi possível realizar novas medições. Assim, os dados apresentados nos itens 13.3.6.3.5.1 e 13.3.6.3.5.2 são os mesmos apresentados no 13ºRC, sendo mantidos aqui apenas como histórico do processo.

13.3.6.3.5.1. MEDIÇÕES DE VAZÃO

Medições de vazão no canal de saída e no trecho de jusante do canal do STP, com operação isolada e conjunta dos difusores, subsidiarão a definição de curvas de descarga e de regra inicial de operação dos difusores do STP.

Em janeiro de 2017, foram realizadas medições de vazão no tanque de jusante do canal do STP.

Em fevereiro, foram realizadas algumas medições com a operação conjunta dos defletores. As medições previstas não puderam ser concluídas devido a problemas no acionamento das comportas dos difusores. Por esse motivo, o resumo dessas medições não é apresentado.

O resumo das medições realizadas em janeiro de 2017, tanto com os difusores fechados, ou seja, somente com o escoamento pelo canal proveniente do reservatório, por montante, quanto para 3 diferentes aberturas das comportas de cada um dos difusores do sistema de água de atração, em operação isolada, encontra-se no **Quadro 13.3.6 - 14**.

⁴ CASTRO-SANTOS, Theodore. Adaptive fishway design: a framework and rationale for effective evaluations. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Veranstaltungen, v. 7, n. 2012, p. 76-89, 2012.

Quadro 13.3.6 - 14 – Medições de vazão com ADCP realizadas no tanque de jusante do STP

Data	Hora ¹	Nível d'Água Reservatório (m) ²	Difusor ³	Abertura (m) ⁴	Vazão (m ³ /s) ⁵	Nível d'Água Jusante (m) ²
10/01/2017	16:32	97,07	-	-	10,03	84,32
11/01/2017	14:45	97,10	1	0,25	14,91	84,35
11/01/2017	18:22	97,10	1	0,40	15,83	84,35
11/01/2017	17:16	97,10	1	0,55	19,69	84,35
12/01/2017	13:34	97,10	-	-	10,88	84,35
12/01/2017	16:10	97,10	2	0,25	15,52	84,35
12/01/2017	15:26	97,10	2	0,40	16,69	84,35
12/01/2017	14:34	97,10	2	0,55	18,36	84,35
12/01/2017	16:51	97,10	-	-	11,89	84,35
14/01/2017	10:29	97,11	-	-	11,72	84,35
14/01/2017	14:51	97,13	3	0,25	14,27	84,35
14/01/2017	14:10	97,12	3	0,40	18,08	84,35
14/01/2017	13:24	97,12	3	0,55	18,96	84,35
14/01/2017	15:31	97,13	-	-	13,15	84,35
15/01/2017	10:59	97,10	-	-	11,57	84,35
15/01/2017	12:48	97,10	4	0,25	15,77	84,35
15/01/2017	12:16	97,10	4	0,40	18,99	84,35
15/01/2017	11:47	97,10	4	0,55	17,27	84,35
15/01/2017	13:28	97,10	-	-	10,97	84,35

Observações: 1. Correspondente à metade do período de medição; 2. Obtido dos Dados Hidrológicos Operativos do Sítio Pimental; 3. Difusores numerados de jusante para montante; 4. Aberturas em metros correspondentes a 300 voltas, 450 voltas e 600 voltas, de acordo com informação do fabricante; 5. Vazão obtida após exclusão das medições com valor inferior a 90% e superior a 110% do valor médio.

Em agosto e setembro de 2017, foram realizadas medições de vazão no canal de saída do STP, cujo resumo encontra-se no **Quadro 13.3.6 - 15**.

Quadro 13.3.6 - 15 – Medições de vazão com ADCP realizadas no canal de saída do STP

Data	Hora ¹	Nível d'Água Reservatório (m) ²	Vazão (m ³ /s) ³	Nível d'Água Jusante (m) ²
24/08/2017	13:08	96,65	7,34	82,68
21/09/2017	11:47	95,17	3,19	82,47

Observações: 1. Correspondente à metade do período de medição; 2. Obtido dos Dados Hidrológicos Operativos do Sítio Pimental; 3. Vazão obtida após exclusão das medições com valor inferior a 90% e superior a 110% do valor médio.

Em fevereiro de 2018, foi realizada medição de vazão, que ainda não foi processada.

13.3.6.3.5.1.A. CURVAS DE DESCARGA

13.3.6.3.5.1.A.I. SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES

Os valores das vazões medidas a jusante, quando os difusores não estavam em operação, e a montante, no canal de saída do STP, são apresentados no **Quadro 13.3.6 - 16**.

Quadro 13.3.6 - 16 – Medições de vazão com ADCP realizadas no tanque de jusante do STP, sem operação dos difusores, e no canal de saída

Data	Hora	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m ³ /s)	Nível d'Água Jusante (m)
10/01/2017	16:32	97,07	10,03	84,32
12/01/2017	13:34	97,10	10,88	84,35
12/01/2017	16:51	97,10	11,89	84,35
14/01/2017	10:29	97,11	11,72	84,35
14/01/2017	15:31	97,13	13,15	84,35
15/01/2017	10:59	97,10	11,57	84,35
15/01/2017	13:28	97,10	10,97	84,35
24/08/2017	13:08	96,65	7,34	82,68
21/09/2017	11:47	95,17	3,19	82,47

As vazões medidas nos dias 10 a 15 de janeiro apresentam valor médio de 11,5 m³/s, com níveis d'água no reservatório variando de 97,07 m a 97,13 m. As vazões mínimas e máximas medidas foram de 10,03 m³/s, no dia 10/01/2017, e 13,15 m³/s, no dia 14/01/2017, que apresentam dispersão superior a 10% em relação à vazão média. Como essas dispersões podem ser consideradas altas para variações de 3 cm em relação ao NA médio do reservatório no período, El. 97,10 m, essas vazões foram descartadas no cálculo da curva de descarga do STP.

A média das demais vazões medidas no mesmo período é de 11,406 m³/s, e a dispersão delas em relação ao valor médio é inferior a 5%. Assim, para efeitos práticos, elas podem ser consideradas como uma única medição, com vazão de 11,406 m³/s para o nível d'água médio de 97,102 m.

Dessa forma, as medições de vazão utilizadas para o traçado da curva de descarga do STP, em função do nível d'água do reservatório, encontram-se no **Quadro 13.3.6 - 17**, e sua representação gráfica, na **Figura 13.3.6 - 32**.

Quadro 13.3.6 - 17 – Medições de vazão utilizadas no traçado da curva de descarga do STP.

Data	Hora ¹	Nível d'Água Reservatório (m) ²	Vazão (m ³ /s) ³	Nível d'Água Jusante (m) ²
10a15/01/2017 ⁴	-	97,102	11,406	84,35
24/08/2017	13:08	96,65	7,34	82,68
21/09/2017	11:47	95,17	3,19	82,47
-	-	94,41 ⁵	0,01 ⁵	-

Observações: 1. Correspondente à metade do período de medição; 2. Obtido dos Dados Hidrológicos Operativos do Sítio Pimental; 3. Vazão obtida após exclusão das medições com valor inferior a 90% e superior a 110% do valor médio; 4. Valores médios do período, após a exclusão das medições com valor inferior a 90% e superior a 110% do valor médio; 5. Valores auxiliares relativos ao piso do canal de saída do STP.

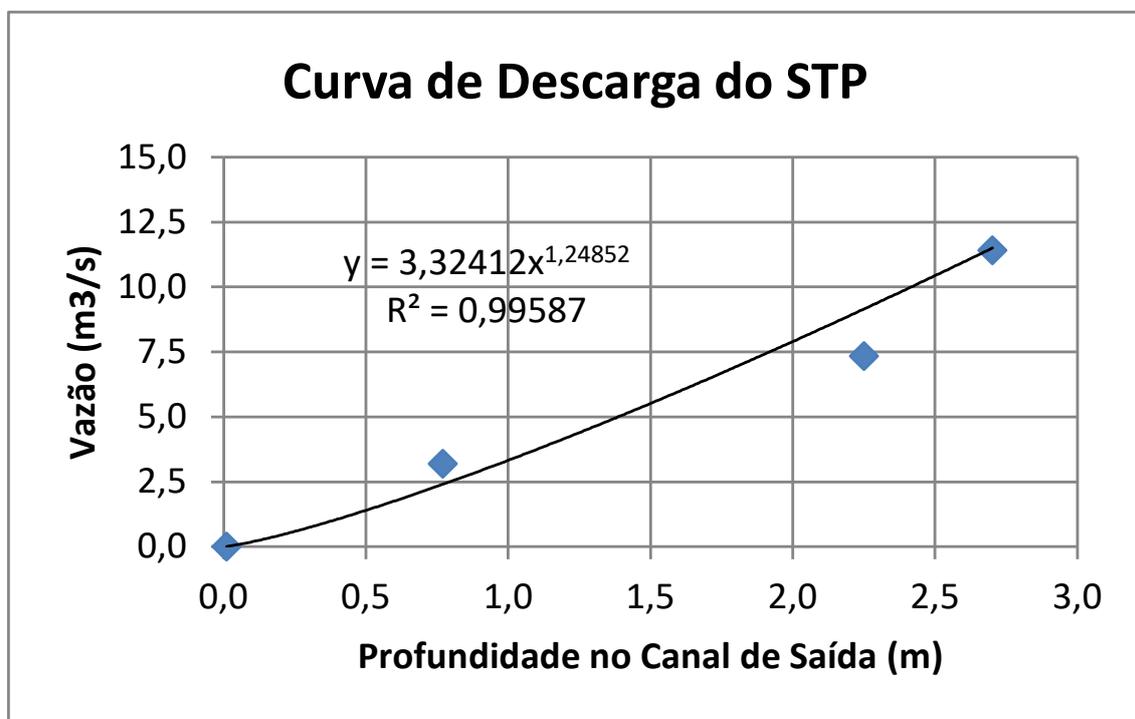


Figura 13.3.6 - 32 – Curva de descarga do STP

Obteve-se a seguinte equação para as vazões pelo STP, a partir das profundidades do escoamento no canal de saída:

$$Q = 3,32412 (NA - 94,40)^{1,24852}, \quad [1]$$

Sendo Q a vazão pelo STP (m³/s) e NA o nível d'água no reservatório (m). Essa equação é válida para NA's iguais ou inferiores à El. 97,10 m.

13.3.6.3.5.1.A.II. COMPORTAS DOS DIFUSORES

Os valores das vazões medidas com os difusores em operação e as vazões medidas antes da abertura das comportas são apresentados no **Quadro 13.3.6 - 18**.

Quadro 13.3.6 - 18 – Medições de Vazão com ADCP realizadas no tanque de jusante do STP, antes da e com abertura das comportas

Data	Hora ¹	Nível d'Água Reservatório (m) ²	Difusor ³	Abertura (m) ⁴	Vazão (m ³ /s) ⁵	Vazão pelo Difusor (m ³ /s) ⁶
10/01/2017	16:32	97,07	-	-	10,03	-
11/01/2017	14:45	97,10	1	0,25	14,91	4,88
11/01/2017	18:22	97,10	1	0,40	15,83	5,80
11/01/2017	17:16	97,10	1	0,55	19,69	9,66
12/01/2017	13:34	97,10	-	-	10,88	-
12/01/2017	16:10	97,10	2	0,25	15,52	4,64
12/01/2017	15:26	97,10	2	0,40	16,69	5,81
12/01/2017	14:34	97,10	2	0,55	18,36	7,48
14/01/2017	10:29	97,11	-	-	11,72	-
14/01/2017	14:51	97,13	3	0,25	14,27	2,55
14/01/2017	14:10	97,12	3	0,40	18,08	6,36
14/01/2017	13:24	97,12	3	0,55	18,96	7,24
15/01/2017	10:59	97,10	-	-	11,57	-
15/01/2017	12:48	97,10	4	0,25	15,77	4,20
15/01/2017	12:16	97,10	4	0,40	18,99	7,42
15/01/2017	11:47	97,10	4	0,55	17,27	5,70
15/01/2017	13:28	97,10	-	-	10,97	-

Observações: 1. Correspondente à metade do período de medição; 2. Obtido dos Dados Hidrológicos Operativos do Sítio Pimental; 3. Difusores numerados de jusante para montante; 4. Aberturas em metros correspondentes a 300 voltas, 450 voltas e 600 voltas, de acordo com informação do fabricante; 5. Vazão obtida após exclusão das medições com variação maior ou igual a 10% do valor médio; 6. Diferença entre a vazão medida com difusor e a vazão anterior medida sem difusor.

A representação gráfica de vazões em função da abertura das comportas, que constitui a curva de descarga, para cada um dos difusores, é apresentada na **Figura 13.3.6 – 32**.

Registre-se que a função correspondente às curvas de descarga não é linear, tendo-se apresentado retas nos gráficos apenas para facilitar a avaliação comparativa da tendência e dispersão dos pontos medidos.

Registre-se, também, que, teoricamente, os valores de vazão em cada difusor, para as mesmas aberturas deveriam ser próximos, considerando os pequenos valores associados às perdas de carga diferenciais por atrito e nas derivações do escoamento.

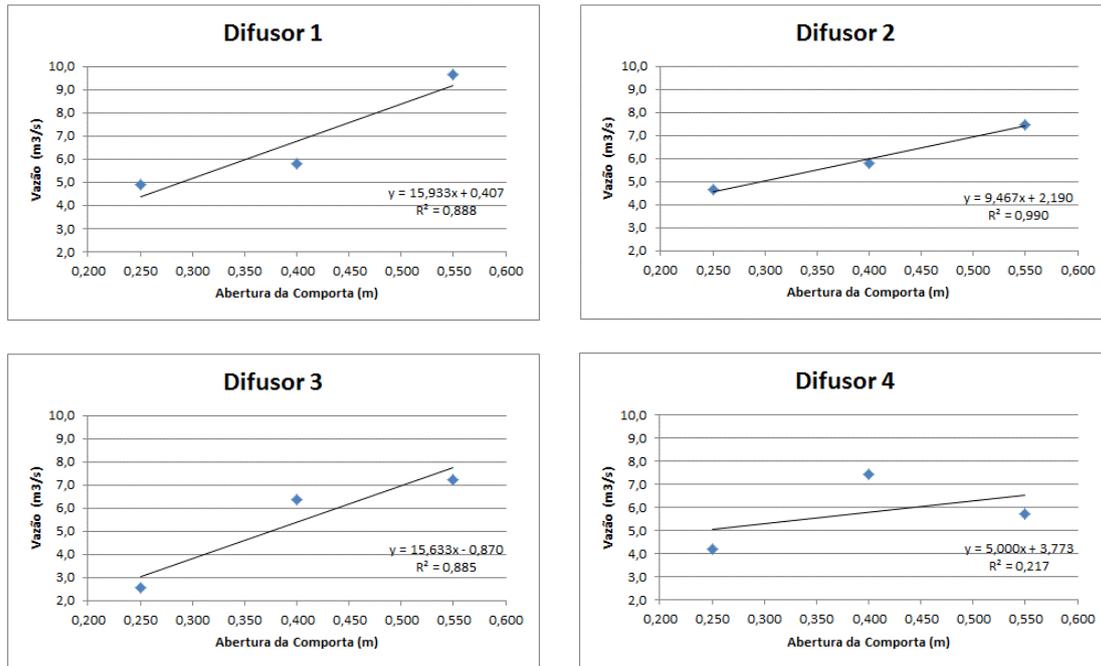


Figura 13.3.6 - 32 – Curvas de descarga de cada difusor

Nesse contexto, da observação do **Quadro 13.3.6 – 19** e da **Figura 13.3.6 – 33**, as vazões médias pelos difusores para as aberturas de 0,250 m, 0,400 m e 0,550 m são de respectivamente, 4,1 m³/s, 6,3 m³/s e 7,5 m³/s.

A relativamente alta dispersão dos valores medidos em relação aos valores médios sugere que as vazões medidas em uma abertura podem ter sido influenciadas pela vazão da abertura anterior. Em outras palavras, o pequeno intervalo entre medições pode ter sido insuficiente para a estabilização da vazão e, assim, a vazão medida pode corresponder a uma vazão transitória entre as vazões da abertura anterior e da abertura em questão.

Dessa forma, é recomendável a realização de novas medições de vazão para as comportas com operação isolada dos difusores, adotando-se um intervalo maior, a ser ainda avaliado, entre as medições de vazão. Esse mesmo cuidado deverá ser tomado nas medições de vazão dos difusores em operação conjunta. Essas medições, entretanto, somente poderão ser realizadas após a manutenção corretiva dos acionamentos das comportas dos difusores e do ADCP, que apresentou falha de funcionamento.

A despeito dessas questões, no período em que as medições de vazão foram realizadas, os níveis d'água a jusante do STP variaram entre as elevações 84,32 m e 84,35 m.

Para o nível d'água de jusante na El. 84,00 m, de acordo com os critérios adotados no projeto do STP, o Difusor 1 deveria estar operando com vazão de 7,0 m³/s, para que o escoamento no canal de entrada tivesse velocidade média da ordem de 0,30 m/s, valor mínimo apresentado na literatura para estimular os peixes a prosseguirem para montante.

A observação de peixes de diversas espécies e tamanhos nos visores do canal de saída, nas semanas anteriores, com o nível d'água de jusante acima da El. 83,00 m, desde meados de dezembro, sugere que velocidades menores que a mínima da literatura ainda exercem efeito sobre peixes no local.

13.3.6.3.5.2. MEDIÇÕES DE PROFUNDIDADES

Sensores de profundidade foram instalados a jusante e montante dos três defletores com transectos do sistema de RFID (**Figura 13.3.6 - 31**). Inicialmente, eles foram configurados para registrar dados em intervalos de 10 segundos, com início em 16 de dezembro de 2016.



Figura 13.3.6 - 33 – Sensores de profundidade do sistema de monitoramento hidráulico.

Em cada defletor, os sensores a montante foram instalados na mesma cota, e, dessa maneira, a diferença entre as leituras fornece a carga hidráulica correspondente.

Os dados disponíveis de profundidades dos sensores de cada defletor estão sendo organizados em planilhas mensais.

13.3.6.3.5.3. VARIÁVEIS HIDRÁULICAS

A partir dos dados operativos do sítio Pimental, de profundidades medidas pelos sensores e da curva de descarga definida para o STP, foram calculadas as variáveis hidráulicas para os meses de janeiro a maio de 2018.

A partir da análise dos níveis d'água horários nesses dias, foram obtidos os NA's a cada 10 segundos, por interpolação linear.

A partir dos valores de níveis d'água calculados no reservatório a cada 10 segundos, foram calculadas a vazão pelo STP, através da equação 1, e a profundidade média teórica do escoamento em cada tanque, Y_n , constante, pela equação:

$$Y_n = NA - 94,40 - 0,10, \quad [2]$$

onde 94,40 é a cota do piso do canal de saída (m) e 0,10 é a metade da carga hidráulica teórica média (m).

A potência específica do escoamento (Pe), em W/m^3 , que é uma medida de turbulência e indica a quantidade de energia dissipada por unidade de volume de água, foi calculada pela equação (Rajaratnam et al., 1996):

$$Pe = \frac{\rho g Q \Delta h}{Vol}, \quad [3]$$

sendo ρ o peso específico da água (kg/m^3), g a aceleração da gravidade (m/s^2), Q a vazão pelo STP (m^3/s), Δh ou dh a carga hidráulica no defletor (m) e Vol o volume de água no tanque.

A velocidade teórica do escoamento (v), em m/s , foi calculada pela equação

$$v = \sqrt{2g\Delta h}, \quad [4]$$

As variáveis hidráulicas para o escoamento nos três tanques do STP, a jusante dos defletores com transectos de PIT, calculadas para os meses de janeiro a setembro de 2017, encontram-se nos **Quadros 13.6.3 - 20 e 13.6.3 - 21**. As variáveis hidráulicas calculadas para os meses de janeiro a setembro de 2018 encontram-se nos **Quadros 13.6.3 - 22 a 13.6.3 - 25**. Importante lembrar que o STP ficou fechado para manutenção no período de 24 de setembro a 26 de dezembro de 2017 e de 10 de setembro a 15 de dezembro de 2018.

Quadro 13.3.6 - 20 – Variáveis hidráulicas no tanque do STP a jusante do transecto 1, nos meses de janeiro a setembro de 2017

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m ³ /s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m ³ /s)	Potência Específica (W/m ³)
Janeiro	Máximo	96,98	10,85	2,48	0,41	2,83	137,43
	Médio	96,96	10,73	2,46	0,34	2,53	113,68
	Moda	96,94	10,64	2,44	0,36	2,67	122,88
	Mínimo	96,93	10,57	2,43	0,00	0,11	0,20
Fevereiro	Máximo	97,12	11,59	2,62	0,05	0,98	16,13
	Médio	97,11	11,53	2,61	0,02	0,58	6,03
	Moda	97,10	11,49	2,60	0,02	0,60	6,15
	Mínimo	97,06	11,29	2,56	0,00	0,18	0,56
Março	Máximo	97,09	11,43	2,59	0,47	3,04	157,04
	Médio	96,96	10,77	2,46	0,35	2,62	118,85
	Moda	96,96	10,75	2,46	0,35	2,62	121,70
	Mínimo	96,83	10,07	2,33	0,00	0,08	0,10
Abril	Máximo	96,99	10,91	2,49	0,45	2,97	151,43
	Médio	96,88	10,40	2,39	0,33	2,54	112,90
	Moda	96,95	10,70	2,45	0,34	2,59	115,07
	Mínimo	96,70	9,40	2,20	0,00	0,10	0,17
Maio	Máximo	97,12	11,59	2,62	0,43	2,90	145,75
	Médio	96,87	10,29	2,37	0,33	2,56	113,17
	Moda	96,80	9,92	2,30	0,33	2,55	113,31
	Mínimo	96,70	9,40	2,20	0,27	2,29	90,56
Junho	Máximo	97,11	11,56	2,61	0,42	2,89	141,58
	Médio	96,98	10,86	2,48	0,33	2,53	109,84
	Moda	97,08	11,38	2,58	0,33	2,55	110,35
	Mínimo	96,69	9,35	2,19	0,00	0,06	0,07
Julho	Máximo	96,91	10,49	2,41	0,38	2,72	128,37

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m³/s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m³/s)	Potência Específica (W/m³)
	Médio	96,90	10,43	2,40	0,33	2,53	110,54
	Moda	96,91	10,49	2,41	0,32	2,51	108,72
	Mínimo	96,88	10,33	2,38	0,29	2,39	98,66
Agosto	Máximo	96,40	7,90	1,90	0,32	2,51	114,19
	Médio	96,38	7,78	1,88	0,29	2,39	103,89
	Moda	96,40	7,90	1,90	0,29	2,39	103,83
	Mínimo	96,32	7,51	1,82	0,27	2,28	94,33
Setembro	Máximo	96,34	7,60	1,84	0,33	2,55	124,31
	Médio	96,03	6,14	1,53	0,27	2,32	100,69
	Moda	96,28	7,31	1,78	0,29	2,39	90,58
	Mínimo	95,79	5,01	1,29	0,02	0,55	5,71
Resumo	Máximo	97,12	11,59	2,62	0,47	3,04	157,04
	Médio	96,79	9,88	2,29	0,29	2,29	98,84
	Mínimo	95,79	5,01	1,29	0,0002	0,06	0,07

Quadro 13.3.6 - 21 – Variáveis hidráulicas no tanque do STP a jusante do transecto 2, nos meses de janeiro a setembro de 2017

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m ³ /s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m ³ /s)	Potência Específica (W/m ³)
Janeiro	Máximo	96,98	10,85	2,48	0,60	3,42	201,10
	Médio	96,96	10,73	2,46	0,43	2,86	143,91
	Moda	96,94	10,64	2,44	0,46	2,99	153,92
	Mínimo	96,93	10,61	2,43	0,00	0,04	0,03
Fevereiro	Máximo	97,17	11,86	2,67	1,00	4,42	333,41
	Médio	97,05	11,20	2,54	0,46	3,00	153,16
	Moda	97,10	11,49	2,60	0,47	3,02	146,73
	Mínimo	96,90	10,44	2,40	0,00	0,18	0,53
Março	Máximo	97,09	11,43	2,59	0,62	3,47	205,81
	Médio	96,95	10,72	2,45	0,44	2,92	147,25
	Moda	96,96	10,75	2,46	0,44	2,92	150,70
	Mínimo	96,80	9,92	2,30	0,00	0,00	0,00
Abril	Máximo	96,99	10,91	2,49	0,75	3,83	253,60
	Médio	96,89	10,36	2,38	0,43	2,89	145,65
	Moda	96,95	10,70	2,45	0,44	2,92	146,73
	Mínimo	96,70	9,40	2,20	0,00	0,04	0,03
Maio	Máximo	96,88	10,33	2,38	0,56	3,31	190,59
	Médio	96,78	9,80	2,28	0,42	2,87	144,09
	Moda	96,73	9,56	2,23	0,44	2,94	148,49
	Mínimo	96,70	9,40	2,20	0,00	0,21	0,75
Junho	Dados não disponíveis						
Julho	Dados não disponíveis						
Agosto	Máximo	96,96	10,75	2,46	0,58	3,37	196,60
	Médio	96,64	9,11	2,14	0,41	2,85	143,69
	Moda	96,40	7,90	1,90	0,40	2,82	140,30

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m³/s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m³/s)	Potência Específica (W/m³)
	Mínimo	96,32	7,51	1,82	0,00	0,17	0,47
Setembro	Máximo	96,34	7,60	1,84	0,51	3,17	183,45
	Médio	96,03	6,12	1,53	0,38	2,74	140,49
	Moda	96,28	7,31	1,78	0,37	2,71	140,62
	Mínimo	95,79	5,01	1,29	0,01	0,44	3,72
Resumo	Máximo	97,17	11,86	2,67	1,00	4,42	333,41
	Médio	96,75	9,72	2,25	0,42	2,87	145,46
	Mínimo	95,79	5,01	1,29	0,00	0,00	0,00

Quadro 13.3.6 - 22 – Variáveis hidráulicas no tanque do STP a jusante do transecto 3, nos meses de janeiro a setembro de 2017

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m ³ /s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m ³ /s)	Potência Específica (W/m ³)
Janeiro	Máximo	97,14	11,70	2,64	1,16	4,77	392,31
	Médio	97,04	11,19	2,54	0,40	2,79	134,96
	Moda	97,10	11,49	2,60	0,44	2,95	147,84
	Mínimo	96,92	10,54	2,42	0,00	0,06	0,07
Fevereiro	Máximo	97,17	11,86	2,67	0,61	3,47	204,57
	Médio	97,04	11,20	2,54	0,43	2,90	143,89
	Moda	97,10	11,49	2,60	0,44	2,95	144,34
	Mínimo	96,90	10,44	2,40	0,00	0,00	0,00
Março	Máximo	97,09	11,43	2,59	0,60	3,43	202,08
	Médio	96,96	10,73	2,46	0,42	2,86	142,16
	Moda	96,96	10,75	2,46	0,43	2,89	140,41
	Mínimo	96,80	9,92	2,30	0,00	0,09	0,14
Abril	Máximo	96,99	10,91	2,49	0,61	3,45	205,22
	Médio	96,88	10,37	2,39	0,43	2,89	144,80
	Moda	96,95	10,70	2,45	0,43	2,91	145,89
	Mínimo	96,70	9,40	2,20	0,00	0,11	0,20
Maio	Máximo	96,88	10,33	2,38	0,52	3,20	177,29
	Médio	96,87	10,28	2,37	0,41	2,83	139,01
	Moda	96,88	10,33	2,38	0,42	2,88	142,99
	Mínimo	96,85	10,18	2,35	0,29	2,39	98,72
Junho	Máximo	96,93	10,58	2,43	0,51	3,15	171,37
	Médio	96,93	10,57	2,43	0,42	2,86	141,40
	Moda	-	-	-	-	-	-
	Mínimo	96,92	10,56	2,42	0,31	2,48	106,30
Julho	Máximo	96,91	10,49	2,41	0,54	3,24	181,46

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m³/s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m³/s)	Potência Específica (W/m³)
	Médio	96,90	10,43	2,40	0,42	2,86	141,06
	Moda	96,91	10,49	2,41	0,40	2,82	131,47
	Mínimo	96,88	10,33	2,38	0,28	2,36	95,91
Agosto	Dados não disponíveis						
Setembro	Dados não disponíveis						
Resumo	Máximo	97,17	11,86	2,67	1,16	4,77	392,31
	Médio	96,95	10,68	2,45	0,42	2,86	141,04
	Mínimo	96,70	9,40	2,20	0,00	0,00	0,00

Quadro 13.3.6 – 23 – Variáveis hidráulicas no tanque do STP a jusante do transecto 1, nos meses de janeiro a setembro de 2018

Ata	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m ³ /s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m ³ /s)	Potência Específica (W/m ³)
Janeiro	Máximo	96.74	9.61	2.24	0.33	2.55	114.64
	Médio	96.69	9.34	2.19	0.29	2.40	101.82
	Moda	96.67	9.25	2.17	0.29	2.39	100.87
	Mínimo	96.64	9.10	2.14	0.00	0.12	0.24
Fevereiro	Máximo	96.76	9.69	2.26	0.16	1.77	54.74
	Médio	96.74	9.63	2.24	0.14	1.65	47.86
	Moda	96.74	9.61	2.24	0.14	1.65	47.82
	Mínimo	96.73	9.58	2.23	0.11	1.48	38.57
Março	Máximo	97.12	11.59	2.62	1.48	5.38	489.97
	Médio	96.58	8.81	2.08	0.32	2.50	112.39
	Moda	96.45	8.15	1.95	0.31	2.46	108.96
	Mínimo	96.28	7.31	1.78	0.00	0.13	0.32
Abril	Máximo	97.03	11.12	2.53	1.85	6.02	618.79
	Médio	96.56	8.71	2.06	0.46	2.83	158.14
	Moda	96.50	8.39	2.00	0.31	2.45	111.93
	Mínimo	96.26	7.21	1.76	0.28	2.34	99.40
Maio	Máximo	96.94	10.64	2.44	0.41	2.82	139.15
	Médio	96.66	9.23	2.16	0.33	2.53	113.43
	Moda	96.62	9.00	2.12	0.33	2.53	114.13
	Mínimo	96.43	8.05	1.93	0.00	0.11	0.20
Junho	Máximo	97.01	11.01	2.51	0.48	3.06	172.52
	Médio	96.65	9.15	2.15	0.33	2.55	115.08
	Moda	96.20	6.92	1.70	0.30	2.41	106.79
	Mínimo	96.12	6.54	1.62	0.00	0.12	0.24
Julho	Máximo	97.08	11.38	2.58	1.43	5.29	481.35

Ata	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m³/s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m³/s)	Potência Específica (W/m³)
	Médio	96.84	10.13	2.34	0.37	2.69	127.38
	Moda	96.78	9.81	2.28	0.36	2.64	120.44
	Mínimo	96.70	9.40	2.20	0.00	0.19	0.64
Agosto	Máximo	96.97	10.80	2.47	1.12	4.69	388.02
	Médio	96.76	9.74	2.26	0.26	2.12	90.38
	Moda	96.67	9.25	2.17	0.36	2.66	21.03
	Mínimo	96.61	8.95	2.11	0.02	0.61	6.33
Setembro	Máximo	96.92	10.54	2.42	0.59	3.39	198.64
	Médio	96.85	10.15	2.35	0.38	2.73	129.86
	Moda	96.81	9.97	2.31	0.38	2.72	128.10
	Mínimo	96.79	9.87	2.29	0.00	0.10	0.17
Resumo	Máximo	97.12	11.59	2.62	1.85	6.02	618.79
	Médio	96.70	9.43	2.20	0.32	2.44	110.70
	Mínimo	96.12	6.54	1.62	0.00	0.10	0.17

Quadro 13.3.6 – 24 – Variáveis hidráulicas no tanque do STP a jusante do transecto 2, nos meses de janeiro a setembro de 2018

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m ³ /s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m ³ /s)	Potência Específica (W/m ³)
Janeiro	Máximo	96.74	9.63	2.24	0.51	3.17	177.29
	Médio	96.69	9.36	2.19	0.39	2.75	133.26
	Moda	96.74	9.61	2.24	0.38	2.73	132.61
	Mínimo	96.64	9.10	2.14	0.00	0.24	1.00
Fevereiro	Máximo	97.38	12.99	2.88	1.82	5.98	597.85
	Médio	96.94	10.66	2.44	0.52	3.17	176.83
	Moda	97.36	12.89	2.86	0.55	3.27	193.38
	Mínimo	96.55	8.64	2.05	0.00	0.23	0.91
Março	Máximo	96.86	10.23	2.36	0.74	3.82	256.51
	Médio	96.60	8.89	2.10	0.51	3.14	175.80
	Moda	96.46	8.19	1.96	0.45	2.98	164.96
	Mínimo	96.40	7.90	1.90	0.00	0.09	0.14
Abril	Máximo	97.02	11.08	2.52	1.06	4.56	371.28
	Médio	96.53	8.57	2.03	0.49	3.10	173.01
	Moda	96.50	8.39	2.00	0.50	3.13	164.63
	Mínimo	96.26	7.21	1.76	0.00	0.15	0.40
Maio	Máximo	97.18	11.90	2.68	1.41	5.25	474.53
	Médio	96.74	9.14	2.15	0.51	3.14	175.00
	Moda	96.81	9.97	2.31	0.52	3.20	194.71
	Mínimo	96.43	8.05	1.93	0.27	2.30	95.41
Junho	Máximo	96.54	8.59	2.04	0.60	3.44	212.43
	Médio	96.34	7.61	1.84	0.45	2.98	161.53
	Moda	96.50	8.39	2.00	0.47	3.03	166.42
	Mínimo	96.15	6.69	1.65	0.32	2.50	114.22
Julho	Dados não disponíveis						

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m³/s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m³/s)	Potência Específica (W/m³)
Agosto	Dados não disponíveis						
Setembro	Dados não disponíveis						
Resumo	Máximo	97.38	12.99	2.88	1.82	5.98	597.85
	Médio	96.64	9.04	2.13	0.48	3.05	165.91
	Mínimo	96.15	6.69	1.65	0.00	0.09	0.14

Quadro 13.3.6 – 25 – Variáveis hidráulicas no tanque do STP a jusante do transecto 3, nos meses de janeiro a setembro de 2018

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m ³ /s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m ³ /s)	Potência Específica (W/m ³)
Janeiro	Máximo	96.74	9.61	2.24	1.29	5.02	441.97
	Médio	96.74	9.61	2.24	1.02	4.42	350.15
	Moda	96.74	9.61	2.24	1.15	4.80	396.73
	Mínimo	96.74	9.61	2.24	0.29	2.39	100.50
Fevereiro	Máximo	97.38	12.99	2.88	1.48	5.39	487.61
	Médio	96.95	10.71	2.45	0.40	2.78	134.02
	Moda	97.36	12.89	2.86	0.35	2.63	128.14
	Mínimo	96.55	8.64	2.05	0.00	0.24	1.05
Março	Máximo	97.11	11.54	2.61	1.46	5.36	498.08
	Médio	96.55	8.64	2.05	0.34	2.58	118.99
	Moda	96.45	8.15	1.95	0.31	2.46	108.96
	Mínimo	96.28	7.31	1.78	0.00	0.11	0.21
Abril	Máximo	97.03	11.12	2.53	0.53	3.23	178.36
	Médio	96.91	10.47	2.41	0.38	2.71	127.52
	Moda	96.95	10.70	2.45	0.39	2.77	128.44
	Mínimo	96.62	9.00	2.12	0.00	0.20	0.72
Maio	Máximo	97.10	11.49	2.60	0.53	3.22	176.05
	Médio	96.77	9.78	2.27	0.36	2.64	121.73
	Moda	97.10	11.49	2.60	0.34	2.59	133.40
	Mínimo	96.43	8.05	1.93	0.00	0.20	0.68
Junho	Máximo	97.01	11.01	2.51	0.52	3.19	175.63
	Médio	96.72	9.53	2.22	0.36	2.65	116.61
	Moda	96.82	10.02	2.32	0.38	2.73	129.62
	Mínimo	96.12	6.54	1.62	0.16	1.76	40.42
Julho	Máximo	97.11	11.54	2.61	0.55	3.29	183.73

Data	Valor	Nível d'Água Reservatório (m)	Vazão (m³/s)	Profundidade Média (m)	Carga Hidráulica (m)	Velocidade Teórica (m³/s)	Potência Específica (W/m³)
	Médio	96.87	10.29	2.37	0.37	2.70	102.17
	Moda	96.78	9.81	2.28	0.37	2.69	127.97
	Mínimo	96.68	9.30	2.18	0.15	1.73	21.80
Agosto	Máximo	97.05	11.22	2.55	0.56	3.33	190.65
	Médio	96.80	9.90	2.30	0.37	2.69	104.54
	Moda	96.92	10.54	2.42	0.39	2.77	132.19
	Mínimo	96.58	8.80	2.08	0.14	1.66	23.44
Setembro	Máximo	97.05	11.22	2.55	0.55	3.27	184.71
	Médio	96.84	10.11	2.34	0.36	2.67	124.30
	Moda	96.80	9.92	2.30	0.35	2.64	117.89
	Mínimo	96.70	9.40	2.20	0.16	1.77	54.26
Resumo	Máximo	97.38	12.99	2.88	1.48	5.39	498.08
	Médio	96.79	9.89	2.29	0.44	2.87	144.45
	Mínimo	96.12	6.54	1.62	0.00	0.11	0.21

13.3.6.4. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PLANO/PROGRAMA/PROJETO

A planilha de atendimento aos objetivos do Plano/Programa/Projeto é apresentada a seguir.

OBJETIVO	STATUS DE ATENDIMENTO
O objetivo do monitoramento do STP é estabelecer sua performance.	Em atendimento. Um grande número de informação (dados hidráulicos e biológicos) já está sendo coletado para atender a esse objetivo.

13.3.6.5. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PLANO/PROGRAMA/PROJETO

A planilha de atendimento às metas do Plano/Programa/Projeto é apresentada a seguir.

META	STATUS DE ATENDIMENTO
Quanto tempo decorre entre a chegada do peixe ao sítio Pimental e sua entrada no STP?	Em andamento. O comportamento dos peixes a jusante do barramento é bastante complexo e variado. Dos 96 peixes marcados e soltos a jusante, 29 (30%) foram detectados pelas antenas da EFR-R do canal de entrada do STP.
Qual é a taxa de retorno para jusante?	Em andamento. Até o momento, dos 96 peixes marcados e soltos a montante, 47 (48%) foram detectados pelas EFR-R localizadas a jusante do barramento.
Qual é a taxa de mortalidade do vertedouro e das turbinas na passagem para jusante?	Em andamento. Dos 47 peixes que fizeram a passagem, 70% utilizaram as turbinas e 30% o vertedouro. A continuidade do monitoramento fornecerá dados mais robustos visando responder essa questão.
Os peixes que migram para montante retornam ao sítio Pimental?	Em andamento. Até o momento, nenhum peixe exibiu esse comportamento.
Qual é porcentagem dos peixes que retornam?	Em andamento. Até o momento, nenhum peixe exibiu esse comportamento.
Esses peixes descem a barragem do sítio Pimental em direção a jusante?	Em andamento. Até o momento, nenhum peixe exibiu esse comportamento.
Qual e a eficiência de atração do STP?	Em andamento. Em 2018 finalizou-se a instalação completa do sistem RFID, intensa campanha de marcação está prevista para o início de 2019. Assim, será possível atender a essa meta.
Qual e a eficiência de transposição do STP?	Em andamento. Em 2018 finalizou-se a instalação completa do sistem RFID, intensa campanha de marcação está prevista para o início de 2019. Assim, com o maior volume de dados coletados será possível avaliar esse parâmetro.

META	STATUS DE ATENDIMENTO
Qual e a seletividade em tamanho do STP?	Em andamento. Em 2018 finalizou-se a instalação completa do sistema RFID, intensa campanha de marcação está prevista para o início de 2019. Assim, com o maior volume de dados coletados será possível avaliar esse parâmetro.
Qual e o tempo de passagem?	Em andamento. Em 2018 finalizou-se a instalação completa do sistema RFID, intensa campanha de marcação está prevista para o início de 2019. Dados da biotelemetria indicam que os comportamentos dos peixes são complexos e extremamente variados.
Estabelecer o trânsito diário de peixes;	Em andamento. Para os dados de amostragem de vídeos do período de janeiro de 2017 a julho de 2018, houve uma média diária de cerca de 21.000 peixes por dia.
Determinar a seletividade específica;	Em andamento. Dados de captura indicam uma baixa seletividade, com cerca de 70% das espécies presentes a jusante também sendo registradas dentro do STP.
Determinar a frequência dos estádios de maturação gonadal dos peixes que passam pelo STP; e	Em andamento. As capturas ativas estão sendo feitas no interior do STP visando coletar os dados necessários a essa análise.
Determinar a influência da hidráulica sobre a performance.	Em andamento. A determinação da curva de vazão dos difusores de água de atração será realizada e junto com o funcionamento pleno do sistema RFID serão peças-chaves para o atendimento a essa meta.

13.3.6.6. ATIVIDADES PREVISTAS

As atividades previstas, com suas respectivas periodicidades ou data de execução, são as seguintes:

- Captura mensal de peixes dentro do STP, já utilizando a plataforma de captura instalada no canal de saída;
- Captura bimestral de peixes a jusante do STP;
- Manutenção contínua do SVI;
- Contagem contínua dos peixes presentes nas imagens do SVI;
- Marcação de peixes com PIT tag (aproximadamente 2.000 indivíduos);
- Manutenção contínua do sistema RFID em operação;
- Medições de vazão para melhor definição da curva de descarga do STP (após manutenção corretiva do ADCP);
- Medições de vazão para definição da curva de descarga dos difusores da água de atração (após manutenção corretiva do acionamento das comportas dos difusores e do ADCP);
- Medições de velocidades com ADV em um tanque do STP, a jusante de transecto de PIT (após definição/fornecimento pela NESAs do sistema para operação do ADV);
- Coleta de dados operativos da UHE Pimental (diariamente);
- Coleta de dados hidráulicos do interior do STP (semanal);
- Análise e integração dos dados (todo o período).

13.3.6.7. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS

O cronograma das atividades previstas é apresentado a seguir.

13.3.6.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento do sistema de transposição de peixes é fundamental para avaliar a performance dele e, em última análise, sua função enquanto medida de mitigação ao impacto da construção do barramento e a interrupção do livre trânsito dos peixes no sítio Pimental.

As cinco metodologias propostas no PBA da UHE Belo Monte fazem com que o monitoramento realizado atualmente pela Norte Energia seja o mais completo do Brasil, e certamente um dos mais abrangentes do mundo. Mesmo com todas os desafios, os sistemas foram completamente instalados, e estão 100% operacionais desde o início de 2018.

Os primeiros resultados já contribuem para compreensão da complexidade da passagem de peixes e da plasticidade de comportamentos. Os dados do SVI e da captura dentro do canal de certa forma se sobrepõem, e os meses mais abundantes são janeiro, fevereiro (enchente), maio e junho (vazante). Existe uma grande variação da composição das espécies presentes em cada mês do ano, o que indica a necessidade de operação contínua do sistema.

Peixes marcados com PIT tag ainda em 2016 continuam sendo detectados dentro do canal. Espécimes marcados com transmissores de radiotelemetria exibem complexos comportamentos, subindo e descendo o STP algumas vezes, enquanto outros simplesmente passam com grande facilidade. Peixes passaram de montante para jusante pelas turbinas, e depois voltaram novamente para montante utilizando o STP.

Com mais um ano de amostragem, agora com todos os sistemas funcionando plenamente, os dados obtidos certamente irão contribuir para uma melhor compreensão da passagem de peixes e dos gargalos que eventualmente existam, indicando possíveis ações de manejo conservacionista.

13.3.6.9. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Alexandre Lima Godinho	Biólogo, Ph.D.	Coordenação	CRBio 04723/04-D	889.864
Ricardo Ahouagi Carneiro Junho	Engenheiro Civil, Dr.	Coordenação	CREA/RJ 20.373D	294.787
Alejandro Giraldo Pérez	Biólogo, Dr.	Atividades de campo	104.667/04-D	5.009.865
Gregório Kurchevsky	Biólogo, Ms.	Atividades de campo	86.744/01-D	2.931.543
Jhannes Luciano Brito dos Santos	Biólogo	Atividades de campo	CRBio 103.449/06-D	5646042
Raoni Rosa Rodrigues	Biólogo, Dr.	Coordenação e Atividades de campo	CRBio 57.417/04-D	2431512
Sandro Bezerra de Araújo Azevedo	Biólogo	Atividades de campo	CRBio 90.186/06-D	5527614

13.3.6.10. ANEXOS

Não se aplica.