



Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal
Curso de Especialização em
Inventariamento e Monitoramento de Fauna

**Monitoramento de um sistema de transposição
de peixes em uma Pequena Central Hidrelétrica
no rio Ijuí, Ijuí, RS: estudo de caso.**

Paula Damião Weber

Porto Alegre, 2015

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal
Curso de Especialização em
Inventariamento e Monitoramento de Fauna

Monitoramento de um sistema de transposição de peixes em uma Pequena Central Hidrelétrica no rio Ijuí, Ijuí, RS: estudo de caso.

Paula Damião Weber
Orientador: Juan Anza

Trabalho apresentado no Departamento de Zoologia da UFRGS como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso Pós-graduação *Lato Sensu*, na área de Especialização em Inventariamento e Monitoramento de Fauna.

Porto Alegre, 2015

Paula Damião Weber

Monitoramento de um sistema de transposição de peixes em uma Pequena Central Hidrelétrica no rio Ijuí, Ijuí, RS: estudo de caso.

Trabalho apresentado no Departamento de Zoologia da UFRGS como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso Pós-graduação *Lato Sensu*, na área de Especialização em Inventariamento e Monitoramento de Fauna.
Orientadora: Juan Anza

Porto Alegre, ____ de _____ de _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Nome completo
Instituição

Prof. Dr. Nome completo
Instituição

Resumo

Monitoramento de um sistema de transposição de peixes em uma Pequena Central Hidrelétrica no rio Ijuí, Ijuí, RS: estudo de caso.

Sistemas de Transposição de Peixes (STPs) são utilizados para atenuar os bloqueios que os barramentos impõem ao movimento de peixes em sistemas fluviais. Este trabalho objetivou compor um estudo de caso que compila e analisa relatórios técnicos referentes a quatro anos de monitoramento realizados em um STP implantado em uma Pequena Central hidrelétrica localizada no rio Ijuí, na bacia do rio Uruguai, Rio Grande do Sul. Nas análises foram comparados o Relatório Ambiental Simplificado e o Plano Básico Ambiental com os relatórios técnicos disponíveis referentes aos monitoramentos do STP nos períodos de piracema dos anos de 2004, 2008, 2013, 2014 e 2015. Os resultados apresentados pelos relatórios analisados objetivavam responder sobre a eficiência do STP instalado, no entanto, como aparentemente não existem modelos metodológicos que seguramente respondam sobre a eficiência desses sistemas, as metodologias aplicadas se baseiam em tentativa e erro, o que leva à aplicação de metodologias que pouco ou nada respondem sobre a eficiência do sistema.

Palavras-chave: Ictiofauna, Eficiência, Monitoramento, Mecanismo de transposição.

Sumário

1. Introdução	6
2. Material e métodos	9
2.1. Caracterização da área de estudos	9
2.2. Coleta de dados	10
3. Resultados e Discussão	11
3.1. Análise do Relatório Ambiental Simplificado (RAS) e do Plano Básico Ambiental (PBA).....	11
3.2. Análise dos relatórios técnicos	15
3.2.1. Análise da metodologia proposta/executada pelo programa ambiental ..	15
3.2.2. Análise dos resultados expressos nos relatórios.....	16
3.3. Resultados compilados dos quatro anos de monitoramento analisados	17
4. Aspectos Conclusivos.....	22
5. Referências Bibliográficas	23

1. Introdução

Espécies de peixes migradores podem ser definidas como aquelas que detêm uma segregação espacial entre os sítios de alimentação, reprodução e crescimento (Vazzoler, 1996). Dentre as espécies migradoras, espécies potamódromas correspondem àquelas continentais fluviais que migram em águas doces e desenvolvem seu ciclo vital no corpo do rio (Martins, 2000).

A literatura classifica as espécies migradoras conforme as distâncias percorridas por cada espécie em sua migração reprodutiva. As espécies que necessitam se deslocar dezenas ou centenas de quilômetros para a desova são classificadas como grandes migradoras, e as espécies que migram ao longo de um mesmo afluente, percorrendo pequenas distâncias para a desova, são consideradas pequenas migradoras (Araujo & Nunan, 2005). Um estudo realizado na Região Hidrográfica da Bacia do rio Uruguai, apontou a existência de 38 espécies migradoras na região, 18 das quais pequenas migradoras e 20 grandes migradoras (FEPAM, 2004).

FEPAM (2004) ainda destaca que a característica migradora de algumas espécies pode ser considerada um indicador importante na avaliação da fragmentação do ecossistema lótico. A fragmentação de ambientes lóticos está normalmente associada à instalação de um barramento, o qual pode interromper a conectividade longitudinal de um rio, bloqueando acessos entre habitats que são críticos para o ciclo de vida de espécies aquáticas e fragmentando populações. Tais interrupções têm consequências marcantes para o sucesso no recrutamento de novos indivíduos em populações naturais e têm sido largamente associadas com o declínio de espécies de peixes ao longo de rios em diferentes partes do mundo (Agostinho *et al.*, 2012).

Sistemas de Transposição de Peixes (STPs) são estruturas que objetivam a manutenção do deslocamento dos peixes nos rios, transpassando barramentos sem excessivo estresse. Um STP deve prever a subida para desova dos peixes adultos e garantir o retorno das larvas, peixes pequenos e adultos (Martins, 2000). Os STPs têm uma longa história, iniciada na Europa há pelo menos 300 anos (Clay, 1995) e que aparentemente, desenvolveu-se simultaneamente nos países do hemisfério Norte, onde ocorre a migração de salmonídeos. Contudo, somente no século XX foram difundidas em todo o mundo, sendo consideradas como medidas adequadas de mitigação ao impacto decorrente do bloqueio interposto pelas barragens aos deslocamentos de peixes (Agostinho *et al.*, 2007).

No Brasil, STPs surgem em 1906 (Agostinho *et al.*, 2007) impulsionados pela edição de leis que visam atenuar os impactos dos barramentos sobre os peixes migradores, ou de piracema. A Instrução Normativa Nº 146, de 11 de janeiro de 2007, estabeleceu critérios e padronizou os procedimentos relativos à fauna no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que causam impactos sobre a fauna silvestre.

Em alguns estados brasileiros, como Pará, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo, a legislação tornou obrigatória a construção desses sistemas em barragens hidrelétricas, inclusive em barragens já implantadas (Pompeu & Martinez, 2005). Apesar disso, alguns Estudos de Impacto Ambientais (EIAs) descartam a necessidade de STPs devido, sobretudo, a três causas, a saber: existência de quedas de água verticais naturais, que já seriam obstáculos históricos à migração de peixes naquele determinado trecho de curso hídrico; existência de outros barramentos a jusante ou mesmo a montante da área de estudo, cujos efeitos sinérgicos de sucessivos STPs minimizariam a já controversa eficiência desses sistemas; ou pela simples ausência de grandes peixes migradores na região.

A eficiência do STP reside, fundamentalmente, no conhecimento das características biológicas das espécies que o utilizarão e inclui diversos aspectos, tais como: habilidades natatórias dos peixes, em termos de velocidades mínimas de atração e velocidades máximas capazes de serem superadas; padrões migratórios, compreendendo a distribuição temporal e espacial das diferentes espécies; comportamento no canal de fuga, particularmente a distribuição das diferentes espécies em função de características do escoamento, tais como profundidade, velocidade, nível de turbulência, qualidade da água, temperatura, oxigênio dissolvido, luminosidade, entre outros e a capacidade dos peixes de localizarem o “caminho de volta” durante a migração para jusante (Santos *et al.*, 2006).

Dentre os aspectos que devem ser considerados no processo decisório da implantação de um STP, no contexto da conservação estão o desenho da facilidade de transposição, a eficiência na transposição, a continuidade da migração reprodutiva, e finalmente a migração descendente e a passagem pela barragem. Sendo o primeiro passo do processo decisório um diagnóstico abrangente que permita inferências sobre a composição da ictiofauna local e suas estratégias de vida, seguido pela identificação dos locais de desova, de desenvolvimento inicial (berçários) e de crescimento, bem como suas relações espaciais com o eixo da barragem (Agostinho *et al.*, 2002).

O número de espécies migradoras é uma das características determinantes para o projeto dessas estruturas, uma vez que, caso comprovada uma grande variedade natatória das espécies registradas, torna-se necessária a escolha de um STP menos seletivo. Esse tipo de problema é muito comum em países tropicais, cujas comunidades de peixes são bem mais diversificadas que as encontradas em países do hemisfério norte (Santos *et al.*, 2006).

No Brasil, os STPs mais utilizados correspondem às escadas de peixes. Não obstante, também há casos de opção por elevadores como nas barragens de Porto Primavera (CESP localizada no rio Paraná e operando a partir de 1999) e de Funil (CEMIG localizada no rio Grande e concluída em 2001), além do canal de migração em Itaipu (Itaipu Binacional localizada rio Paraná e operando a partir de 2003).

A primeira escada de peixes construída no Brasil foi a da represa de Itaipava, no rio Pardo (alto rio Paraná), concluída em 1911, com um desnível de sete metros, sendo considerada bem-sucedida na transposição de peixes (Martins, 2000). Contudo, avaliações quanto à eficiência de STPs têm sido realizadas apenas em relação à ascensão dos peixes. Diferenças nas conclusões referem-se ao fato de alguns dos estudos considerarem apenas a abundância de peixes que ascendem essas estruturas, enquanto outros levam em consideração a seletividade imposta pela escada e a composição específica dos peixes que são transpostos.

Entretanto, deve-se considerar que os sistemas de transposição transferem peixes numa proporção muito diferente daquela que alcançaria os trechos superiores caso não existisse a barragem. É esperado, portanto, que alguma perturbação de natureza transitória ou permanente seja interposta no processo de colonização dos reservatórios dotados com essas estruturas. Infelizmente, as informações sobre o destino das espécies que sobem são escassas e sobre aquelas que retornam, virtualmente inexistentes (Agostinho *et al.*, 2007).

Este trabalho tem como objetivo compor um estudo de caso através da compilação e análise de relatórios técnicos referentes a quatro anos de monitoramento realizados em um sistema de transposição de peixes (STP) implantado em uma Pequena Central hidrelétrica localizada no rio Ijuí, na bacia do rio Uruguai, Rio Grande do Sul. A conclusão da barragem da PCH José Barasuol ocorreu no ano de 2003, e a implantação do STP ocorreu em 2004, desde então o monitoramento do mesmo é exigido pelo órgão ambiental responsável, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - FEPAM, para análise da efetividade do sistema na manutenção da fauna

íctica, principalmente visando à conservação de espécies potamódromas que habitam esse trecho do rio.

2. Material e métodos

2.1. Caracterização da área de estudos

A área de estudo localiza-se na bacia hidrográfica do rio Uruguai, estando a PCH José Barasuol, situada no alto rio Ijuí, no município de Ijuí, RS ($28^{\circ}17'27,6''\text{S}$ / $53^{\circ}52'37,9''\text{W}$) (**Figura 1**). A usina possui 14,3 MW de potência instalada, sendo 13,5 MW em sua estrutura principal e 0,83 MW em uma minicentral acoplada ao corpo da barragem. A barragem propriamente dita tem altura máxima de 21 m e o comprimento total é de 170 m.

O STP implantado é do tipo canal lateral, o canal, até 2013, era em forma de calha, com extensão de 57,88 m, altura de 1,15 m e inclinação de 9,3% possuindo quatro tanques de descanso com 75 cm de profundidade em média. O canal possui hoje extensão de 142 m, altura de 0,80 m e inclinação de 6,3%, o trecho novo foi construído em forma de chicanas intercaladas (obstáculo transversal ao canal, com abertura lateral, cujas posições foram invertidas uma após a outra) (**Figura 2**).

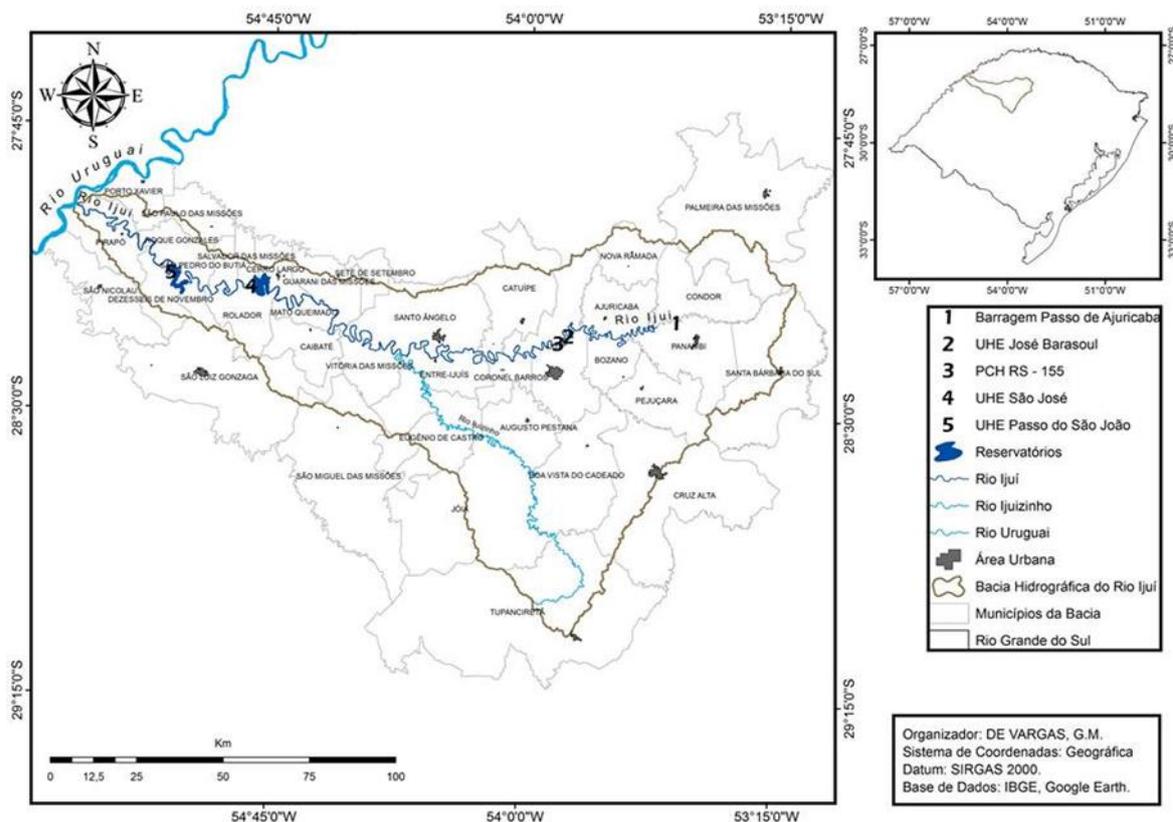


Figura 1. Mapa identificando a localização da PCH José Barasuol no rio Ijuí, bem como as outras Centrais Hidrelétricas instaladas (Aneel, 2015).



Figura 2. Chicanas intercaladas presentes no STP da PCH José Barasuol no rio Ijuí.

2.2. Coleta de dados

A realização do presente estudo de caso partiu da coleção dos principais documentos disponíveis e relacionados à exigência de implantação do STP, a saber, o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) apresentado para o licenciamento da PCH José Barasuol (Biolaw, 2000) e o Plano Básico Ambiental (Biolaw, 2002) com as

diretrizes do monitoramento do STP, como pré-requisito para a manutenção da licença de operação (LO), e os relatórios técnicos disponíveis referentes aos monitoramentos do STP nos períodos de piracema (entre os meses de novembro a fevereiro) dos anos de 2004, 2008, 2013, 2014 e 2015.

De posse dos referidos documentos, inicialmente foi analisado se o estudo ambiental continha os subsídios técnicos necessários para o processo decisório de implantação de um STP naquele empreendimento. O passo seguinte consistiu na análise das prerrogativas do programa ambiental, atentando principalmente para seus objetivos e para as metodologias propostas para atendimento a estes objetivos. A partir disto foi realizada a análise dos relatórios técnicos. De cada relatório técnico foi analisada a metodologia aplicada (se estava de acordo com o que preconizava o programa ambiental), os resultados propriamente ditos, e a existência de discussão em relação aos objetivos propostos pelo programa ambiental.

Em outra abordagem foi realizada a compilação dos resultados apresentados nos relatórios técnicos, visando uma análise mais abrangente do conjunto destes ao longo dos anos, o que não havia sido feito até então pelo programa ambiental. A partir disto foi possível comparar a riqueza e a composição da ictiofauna registrada no STP em relação à ictiofauna conhecida para aquele trecho de rio, e analisar a constância de ocorrência das espécies no STP ao longo dos anos.

Para análise da constância de ocorrência foi aplicado um índice calculado para as espécies registradas no STP durante os quatro anos de monitoramento analisados. No índice, $C = p \times 100 / P$, onde p é o número de coletas contendo a espécie estudada; P é o número total de coletas efetuadas e C é o índice de constância (adaptado de Tagliani, 1994). De acordo com C as espécies foram classificadas nas seguintes categorias:

- $C \geq 50$: constantes (presentes em mais de 50% das amostragens nos quatro anos de monitoramento analisados);
- $25 < C < 50$: assessorias (presentes em 25% a 50% das amostragens nos quatro anos de monitoramento analisados);
- $C \leq 25$: acidentais (presentes em menos de 25% das amostragens nos quatro anos de monitoramento analisados);

3. Resultados e discussão

3.1. Análise do Relatório Ambiental Simplificado (RAS) e do Plano Básico Ambiental (PBA)

O primeiro estudo realizado para o licenciamento ambiental da PCH José Barasuol foi empreendido no ano 2000, na forma de um relatório ambiental simplificado (RAS) (Biolaw, 2000), o qual é previsto para licenciamentos ambientais de empreendimentos ou atividades enquadrados como não potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente (SEMA/FEPAM, 2008), tais como pequenas centrais hidrelétricas.

No referido estudo ambiental foram realizadas amostragens na área do futuro reservatório e a jusante do mesmo, além de entrevistas com os moradores locais, resultando em uma lista de 19 espécies de peixes (**Tabela 1**). Após a realização do RAS, ainda foram realizados dois monitoramentos, nos anos 2000 e 2001, nos quais somente o ponto localizado a jusante do futuro reservatório foi amostrado gerando uma lista de espécies da ictiofauna bastante semelhante à registrada pelo RAS.

O Plano Básico Ambiental (PBA) é um documento técnico que reúne os programas ambientais definidos durante o processo de licenciamento, normalmente propostos pelo RAS, que contêm as orientações e as especificações das ações que deverão ser executadas visando evitar ou minimizar os impactos ambientais oriundos da instalação/operação do empreendimento. O PBA para a PCH José Barasuol foi confeccionado no ano de 2002 e contém as mesmas conclusões definidas pelo RAS.

Desta forma, as conclusões registradas tanto no RAS quanto no PBA, relacionadas aos impactos e riscos às espécies de peixes migradores, que poderiam ser causados pelo futuro barramento foram transcritas a seguir:

“A interceptação de rotas migratórias de peixes potamódromos será o principal impacto sobre espécies reofílicas, cujas áreas de desova situem-se a montante do empreendimento. As espécies dos gêneros *Leporinus* (piava), *Salminus* (dourado) e *Schizodon* (voga) estão entre aquelas que serão afetadas por esse impacto. Outras espécies podem vir a ser acrescentadas nessa lista, tão logo seus comportamentos reprodutivos sejam melhor conhecidos. A magnitude desse impacto vai depender da eficiência dos mecanismos de transposição que deverão ser instalados junto à barragem”.

Agostinho *et al.* (2002) propõe que dentre os aspectos que devem ser considerados no processo decisório da implantação de um mecanismo de transposição estão o desenho da facilidade e eficiência da transposição e a continuidade da migração reprodutiva. Sendo o primeiro passo do processo decisório um diagnóstico abrangente que permita inferências sobre a composição da ictiofauna local e suas estratégias de vida, seguido pela identificação dos locais de desova, de desenvolvimento inicial e de crescimento, bem como suas relações espaciais com o eixo da barragem. Essas recomendações são somente parcialmente atingidas com relatórios ambientais simplificados que acabam por gerar somente uma lista de espécies, sem uma análise mais profunda acerca das rotas migratórias dos peixes potamódromos presentes, bem como seus locais de desenvolvimento.

A recomendação da utilização de um STP sem o subsídio de um estudo mais detalhado sobre os hábitos das espécies migradoras locais torna-se bastante suscetível a futuros problemas, como a falta de efetividade na transposição das espécies as quais deveria transpor.

As medidas mitigatórias propostas pelo RAS e pelo PBA também foram transcritas a seguir:

“É proposto um programa de monitoramento da fauna íctica, que consiste em amostragens anuais da ictiofauna da área diretamente afetada pelo empreendimento, preferencialmente nos meses de novembro e dezembro, abrangendo pelo menos três pontos: a montante do reservatório, no corpo do reservatório e a jusante do barramento. Sendo os objetivos dessa atividade, o acompanhamento das prováveis modificações na estrutura da comunidade de peixes da área de influência e a avaliação da eficiência da estrutura de passagem para espécies migradoras. O monitoramento da ictiofauna deverá iniciar antes das obras, estendendo-se por quatro anos após sua conclusão, quando deverá ser reavaliado”.

O programa de monitoramento proposto foi seguido em alguns anos subsequentes gerando relatórios que serão analisados no item a seguir.

Tabela 1. Espécies da ictiofauna registradas no RAS e nos monitoramentos realizados nos anos 2000 e 2001 para implantação da PCH José Barasuol.

Táxons	RAS	2000	2001
Ordem Characiformes			
Família Acestrorhynchidae			
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	X		
Família Anostomidae			
<i>Leporinus striatus</i> ^{ent**}	X		
Família Characidae			
<i>Astyanax</i> sp.	X		
<i>Astyanax jacuhiensis</i> *			X
<i>Bryconamericus iheringii</i> *		X	X
<i>Bryconamericus stramineus</i> *		X	
<i>Bryconamericus</i> sp.		X	
<i>Galeocharax humeralis</i>	X	X	
<i>Salminus maxillosus</i> ^{ent**}	X		
<i>Serrasalmus spilopleura</i> ^{ent}	X		
Família Curimatidae			
<i>Cyphocharax voga</i>	X		
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	X	X	
<i>Steindachnerina biornata</i>		X	
Família Parodontidae			
<i>Apareiodon affinis</i>		X	
Família Erythrinidae			
<i>Hoplias malabaricus</i> ^{ent}	X		
Família Prochilodontidae			
<i>Prochilodus lineatus</i> **	X	X	
Ordem Labriformes			
Família Cichlidae			
<i>Crenicichla</i> sp. ^{ent}	X		
<i>Crenicichla minuano</i>			X
<i>Crenicichla missioneira</i>			X
<i>Geophagus brasiliensis</i>		X	
Ordem Siluriformes			
Família Heptapteridae			
<i>Cetopsorhamdia</i> sp.			X
<i>Heptapterus mustelinus</i> ^{ent}	X		
<i>Rhamdia</i> aff. <i>quelen</i>	X		X
Família Loricariidae			
<i>Hemiancistrus fuliginosus</i>		X	X
<i>Hemipsilichthys</i> sp.		X	X
<i>Hypostomus commersoni</i>	X		
<i>Hypostomus isbrueckeri</i>	X	X	X
<i>Hypostomus roseopunctatus</i>	X		
<i>Hypostomus regani</i>		X	X
Família Pimelodidae			
<i>Pimelodus atrobrunneus</i> **			X
<i>Pimelodus absconditus</i> **	X		
<i>Pimelodus maculatus</i> **	X		
Família Auchenipteridae			

<i>Trachelyopterus</i> sp. ^{ent}	X
Ordem Synbranchiformes	
Família Synbranchidae	
<i>Synbranchus marmoratus</i> ^{ent}	X

^{ent} Espécies registradas através de entrevistas

*Pequenos migradores (FEPAM, 2004)

**Grandes migradores (FEPAM, 2004)

3.2. Análise dos relatórios técnicos

Após a instalação da PCH José Barasuol no ano de 2003, já no ano de 2004 foi construído o STP, em funcionamento no local até os dias de hoje, perfazendo doze anos de atuação. As análises comparativas dos relatórios de avaliação do STP realizadas nesse estudo de caso incluem o relatório do ano de 2004, no qual a realização das amostragens não segue a padronização adotada no relatório do ano de 2008 e subsequentes anos de 2013, 2014 e 2015. As lacunas entre os anos de 2004 e 2008 e 2008 e 2013 permanecem, pois ou não foram realizados monitoramentos nesses anos ou esses documentos não foram disponibilizados pelo empreendedor.

3.2.1. Análise da metodologia proposta/executada pelo programa ambiental

Na descrição da metodologia padronizada utilizada para os monitoramentos dos anos de 2008, 2013, 2014 e 2015, foram realizadas quatro campanhas durante os meses de piracema (de novembro a fevereiro), cada uma com 24 horas de duração sendo as amostragens realizadas a cada quatro horas com auxílio de puçá (2 mm entre nós adjacentes) e tarrafa (20 mm entre nós adjacentes). As referidas amostragens foram realizadas nos locais de descanso do antigo STP e ao longo de toda a porção do STP construída mais recentemente. Essa metodologia empregada em todos os anos de monitoramento analisados esta descrita em Kusma & Ferreira (2010).

Além do inventário da ictiofauna local através da metodologia descrita anteriormente, amostras das espécies migradoras mais abundantes presentes no STP eram coletadas, seus exemplares fixados, sexados e suas gônadas extraídas para análise macroscópica segundo uma escala proposta por Vazzoler (1996).

A metodologia proposta por Kusma & Ferreira (2010) teve como objetivo geral avaliar a eficiência e a seletividade do STP da PCH José Barasuol, com base na presença/ausência das espécies no STP. Porém, tal metodologia não permite acesso a informações complementares que seriam fundamentais para a real aferição da eficiência

deste STP. Por exemplo, a presença de determinada espécie de peixe no STP não significa que estes exemplares estejam de fato transpondo o barramento, podendo utilizar o nicho para outras finalidades tais como forrageio; a metodologia não permite aferir o número absoluto de exemplares que transpõem o mecanismo, tampouco qual a sua proporção/significância em relação à sua população; supondo que a presença de determinada espécie registrada no STP de fato resulte na transposição do mesmo, não há qualquer aferição quanto à localização do trecho lótico a montante por esses exemplares, o que se sabe ser um grande problema em grandes reservatórios devido à dificuldade de orientação dos peixes em relação ao fluxo de água.

A eficiência de determinado STP deveria ser aferida em relação à manutenção do fluxo gênico entre as populações das espécies-alvo a jusante e a montante do barramento. A metodologia proposta para o programa ambiental analisado poderia integrar um escopo de análise das causas da ineficiência de um STP, permitindo, por exemplo, inferir sobre a capacidade de localização/ingresso/subida do STP pelas espécies-alvo. Assim sendo, a metodologia utilizada para medir a eficiência do STP não foi suficiente para dimensionar o principal pressuposto na avaliação da efetividade na transposição de espécies. Portanto não atendendo aos objetivos propostos em ambos RAS e PBA sobre a verificação da manutenção da comunidade de peixes.

Em ambos RAS e PBA são propostas amostragens anuais da ictiofauna da área diretamente afetada pelo empreendimento, abrangendo pelo menos três pontos: a montante do reservatório, no corpo do reservatório e a jusante do barramento. Essas proposições somente foram realizadas no monitoramento dos anos de 2008 e 2014, não ocorrendo nos anos de 2013 e 2015. Esse tipo de metodologia prevê o entendimento da dinâmica das assembleias de peixes presentes no local e pode ser um importante meio avaliativo, portanto, a sua não aplicação em todos os anos monitorados pode resultar em lacunas de dados que poderiam ser utilizados para validar a metodologia aplicada na avaliação do STP.

3.2.2. Análise dos resultados expressos nos relatórios

Os resultados expressos nos relatórios analisados compõem-se de número de indivíduos e espécies registradas utilizando o STP, além de tabelas com a listagem dessas espécies e suas abundâncias absolutas e relativas em cada campanha amostral. Em relação às listagens de espécies registradas, cada relatório compara seus registros

aos relatórios antecedentes, portanto, o relatório de 2013 compara seus registros com o de 2008, o de 2014 com os de 2008 e 2013 e o de 2015 com os de 2008, 2013 e 2014.

Em todos os relatórios analisados as espécies são indicadas como pequenas ou grandes migradoras conforme FEPAM (2004), sendo somente essa a análise apresentada em relação às características das espécies migradoras registradas nos diferentes monitoramentos.

A efetiva contribuição dos indivíduos é discutida em todos os relatórios analisados, e a partir disso outras questões referentes à eficiência do STP são levantadas, como por exemplo, em que local que essas espécies estão reproduzindo e se estão efetivamente encontrando um local para reprodução, se essas espécies estão descendo ou subindo o STP e qual o destino de ovos e larvas. Esse tipo de questionamento permanece sem resposta em todos os relatórios analisados, o que compromete a avaliação do STP em relação a sua eficiência.

As conclusões do monitoramento realizado no ano de 2004 (Biolaw, 2004) relatam que a partir dos resultados obtidos junto ao STP fica evidente que o modelo adotado é extremamente seletivo e aparentemente pouco eficiente para cumprir com sua finalidade e que apesar de registrada a presença de espécies de peixes migradores junto à barragem como é o caso da voga (*Schizodon nasutus*) ou à jusante como o pintado (*Pimelodus absconditus*), exemplares dessas espécies não foram capturados na entrada do STP e tampouco no interior do sistema.

Os relatórios de monitoramento dos anos de 2008, 2013, 2014 e 2015, mesmo depois de todos esses anos de funcionamento do STP, concordam com a conclusão apresentada pelo relatório de 2004 e a corroboram com os resultados das amostragens em relação às espécies registradas.

Contudo, a compilação dos resultados dos relatórios disponíveis poderia trazer novas discussões e conclusões acerca da avaliação do STP.

3.3. Resultados compilados dos quatro anos de monitoramento analisados

Conforme mencionado no tópico anterior, uma das abordagens que poderia ter contribuído para a avaliação dos resultados do monitoramento, porém, ausente nos relatórios consiste na análise dos resultados compilados, conforme segue. Durante os quatro anos de monitoramento analisados foram registradas 39 espécies, pertencentes a 13 famílias e 5 ordens (**Tabela 2**). Nenhuma das espécies registradas está ameaçada de

extinção em nível regional (Rio Grande do Sul, 2014) tampouco em nível nacional (MMA, 2014).

Como mencionado anteriormente, somente nos anos de 2008 e 2014 foram realizadas amostragens a montante, no reservatório e a jusante do mesmo resultando na amostragem de espécies que não foram registradas nas amostragens do STP, dentre elas a palometa, *Serrasalmus spilopleura*, o boca-de-moça, *Leporinus amae*, o porrudo, *Trachelyopterus teaguei* e a violinha, *Loricariichthys anus*. Sendo a espécie *L. amae* considerada migrador de longa distância para a bacia do rio Uruguai (FEPAM, 2004), portanto importante em relação aos objetivos do monitoramento do STP.

Tabela 2. Lista das espécies registradas no Sistema de Transposição de Peixes da PCH José Barasuol no período de piracema dos anos de 2008, 2013, 2014 e 2015.

Táxons	Ano			
	2008	2013	2014	2015
Ordem Characiformes				
Família Acestrirhynchidae				
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>			x	
Família Anostomidae				
<i>Leporinus macrocephalus</i>	x			
<i>Leporinus obtusidens</i> **	x			
<i>Leporinus</i> sp.	x			
<i>Schizodon nasutus</i> **	x	x	x	x
Família Characidae				
<i>Astyanax</i> aff. <i>fasciatus</i>	x	x	x	x
<i>Astyanax jacuhiensis</i> *	x	x	x	x
<i>Astyanax laticeps</i>				x
<i>Astyanax</i> sp.	x	x	x	
<i>Bryconamericus iheringii</i> *		x	x	x
<i>Bryconamericus</i> sp.	x			
<i>Bryconamericus stramineus</i> *		x	x	x
Família Crenuchidae				
<i>Characidium</i> sp.				x
Família Curimatidae				
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	x		x	x
Família Erythrinidae				
<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i>			x	x
<i>Hoplias lacerdae</i>				x
Família Prochilodontidae				
<i>Prochilodus lineatus</i> **	x	x		
Ordem Gymnotiformes				
Família Sternopygidae				
<i>Eigenmannia virescens</i>		x	x	x

Ordem Labriformes**Família Cichlidae**

<i>Crenicichla lepidota</i>			X	
<i>Crenicichla minuano</i>			X	
<i>Crenicichla missioneira</i>	X			X
<i>Geophagus brasiliensis</i>		X		X
<i>Oreochromis niloticus</i>			X	

Ordem Siluriformes**Família Heptapteridae**

<i>Heptapterus mustelinus</i>		X		
<i>Rhamdia aff. quelen</i>		X	X	

Família Loricariidae

<i>Ancistrus taunayi</i>		X		X
<i>Hemiancistrus fuliginosus</i>	X	X	X	X
<i>Hemiancistrus votouro</i>		X	X	X
<i>Hemipsilichthys hystrix</i>	X			
<i>Hypostomus commersonii</i>	X		X	X
<i>Hypostomus isbrueckeri</i>	X		X	X
<i>Hypostomus luteus</i>	X	X		
<i>Hypostomus regani</i>	X			
<i>Hypostomus roseopunctatus</i>				X
<i>Hypostomus sp.</i>		X		
<i>Rineloricaria sp.</i>			X	X
<i>Rineloricaria stellata</i>		X		

Família Pimelodidae

<i>Pimelodus absconditus**</i>	X	X	X	X
<i>Pimelodus maculatus**</i>		X	X	X

TOTAL	18	19	21	22
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------

* pequenos migradores (FEPAM, 2004).

** grandes migradores (FEPAM, 2004).

Os resultados de sexagem e análise gonadal macroscópica das duas espécies migradoras com registros mais abundantes no STP está compilada nas **Figuras 3 e 4** e objetiva atender ao proposto em ambos RAS e PBA acerca da avaliação da eficiência da estrutura de passagem para espécies migradoras. A partir da avaliação da análise macroscópica das gônadas é possível inferir qual a proporção de machos e fêmeas e se os indivíduos estão contribuindo para a estação reprodutiva analisada ou não.

A compilação dos resultados encontrados nos relatórios apresenta uma redução no número de indivíduos analisados, e também uma redução do número de indivíduos em maturação. Em relação à espécie *P. absconditus*, houve um aumento do número de indivíduos esgotados em 2013, fato que não se perpetuou nos anos seguintes. Em relação à espécie *S. nasutus*, o número de indivíduos analisados sofreu uma drástica

redução com o passar dos anos.

Contudo, a análise gonadal macroscópica não parece ter sido um parâmetro conclusivo para análise da eficiência do STP proposta na metodologia cunhada por Kusma & Ferreira (2010) e aplicada nos relatórios subsequentes.

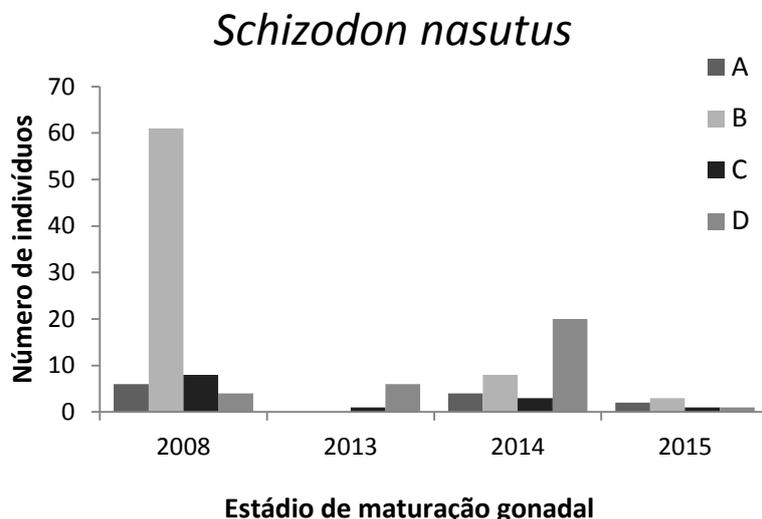


Figura 3. Estádios de maturação gonadal dos espécimes de *S. nasutus* nos respectivos anos monitorados de acordo com a escala proposta por Vazzoler (1996) - A: imaturos; estágio B: em maturação; estágio C: maduro e estágio D: esgotados.

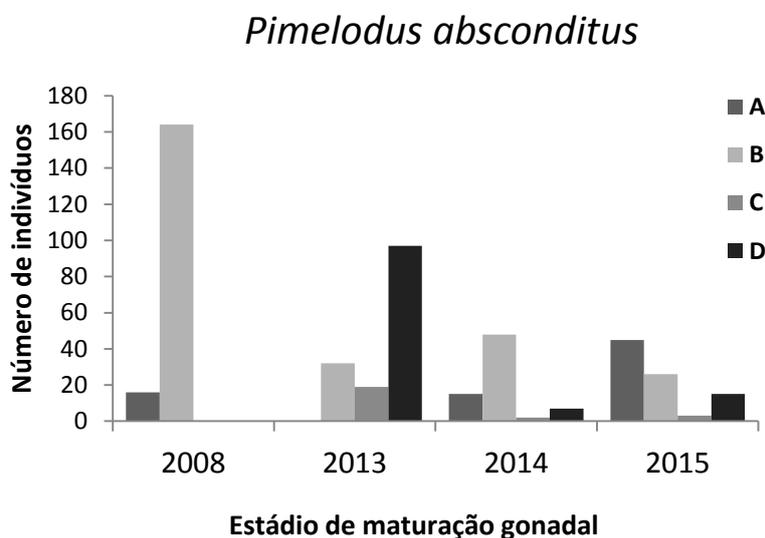


Figura 4. Estádios de maturação gonadal dos espécimes de *P. absconditus* nos respectivos anos monitorados de acordo com a escala proposta por Vazzoler (1996) - A: imaturos; estágio B: em maturação; estágio C: maduro e estágio D: esgotados.

Adicionalmente às análises propostas e executadas pelo programa ambiental e conforme descrito no tópico de metodologia do presente estudo, aos resultados compilados do monitoramento, foi aplicado o índice de constância de ocorrência para as

espécies registradas no STP avaliado (**Tabela 3**), de modo que 38% das espécies registradas foram consideradas constantes no STP, 19% consideradas acessórias e 43% consideradas acidentais nas amostragens realizadas durante os quatro anos de monitoramento.

Tabela 3. Índice de constância de ocorrência (IC) das espécies da ictiofauna amostradas nos quatro anos de monitoramento do STP da PCH José Barasuol.

Espécie	IC (%)	Categorias
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	25	Acidental
<i>Ancistrus taunayi</i>	50	Acessória
<i>Astyanax</i> aff. <i>fasciatus</i>	100	Constante
<i>Astyanax jacuhiensis</i>	100	Constante
<i>Astyanax laticeps</i>	25	Acidental
<i>Astyanax</i> sp.	75	Constante
<i>Bryconamericus iheringii</i>	75	Constante
<i>Bryconamericus</i> sp.	25	Acidental
<i>Bryconamericus stramineus</i>	75	Constante
<i>Characidium</i> sp.	25	Acidental
<i>Crenicichla lepidota</i>	25	Acidental
<i>Crenicichla minuano</i>	25	Acidental
<i>Crenicichla missioneira</i>	50	Acessória
<i>Eigenmannia virescens</i>	75	Constante
<i>Geophagus brasiliensis</i>	50	Acessória
<i>Hemiancistrus fuliginosus</i>	100	Constante
<i>Hemiancistrus votouro</i>	75	Constante
<i>Hemipsilichthys hystrix</i>	25	Acidental
<i>Heptapterus mustelinus</i>	25	Acidental
<i>Hoplias lacerdae</i>	25	Acidental
<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i>	50	Acessória
<i>Hypostomus commersonii</i>	75	Constante
<i>Hypostomus isbrueckeri</i>	75	Constante
<i>Hypostomus luteus</i>	50	Acessória
<i>Hypostomus regani</i>	25	Acidental
<i>Hypostomus roseopunctatus</i>	25	Acidental
<i>Hypostomus</i> sp.	25	Acidental
<i>Leporinus macrocephalus</i>	25	Acidental
<i>Leporinus obtusidens</i>	25	Acidental
<i>Leporinus</i> sp.	25	Acidental
<i>Oreochromis niloticus</i>	25	Acidental
<i>Pimelodus absconditus</i>	100	Constante
<i>Pimelodus maculatus</i>	75	Constante

<i>Prochilodus lineatus</i>	50	Acessória
<i>Rhamdia aff. quelen</i>	75	Constante
<i>Rineloricaria sp.</i>	50	Acessória
<i>Rineloricaria stellata</i>	25	Acidental
<i>Schizodon nasutus</i>	100	Constante
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	75	Constante

A comparação da lista de espécies apresentada nos relatórios anteriores à construção da PCH (**Tabela 1**) com a lista compilada dos relatórios de monitoramentos dos anos de 2008, 2013, 2014 e 2015 (**Tabela 2**) resultou em uma porcentagem de mais de 40% de espécies compartilhadas. Essa porcentagem indica que apesar de todos os relatórios analisados concluírem que o STP é seletivo e favorece a subida de algumas poucas espécies, essas espécies têm repetido seus registros durante os anos. Essa conclusão leva a inferência de que provavelmente é essa a composição da assembleia de peixes que utiliza o STP, bem como esse trecho do rio Ijuí.

Essa prerrogativa é corroborada pelo índice de constância das espécies aplicado aos relatórios analisados, que resultou em 38% das espécies sendo consideradas constantes nas amostragens.

4. Aspectos conclusivos

- Apesar de terem sido conduzidos por diferentes técnicos e tendo se passado mais de dez anos entre o primeiro estudo realizado na área, o RAS, e o último relatório técnico, do ano de 2015, todos apresentam semelhantes listas de espécies registradas, o que poderia ser interpretado como uma condução satisfatória das amostragens, contemplando de forma suficiente a fauna íctica, ou o registro tão somente da ictiofauna mais comum para a área amostrada.

- Existe para o rio Ijuí uma extensa lista potencial de espécies da ictiofauna, que provavelmente também utilizavam esse trecho do rio em tempos anteriores, no entanto, desde os estudos realizados antes da construção do empreendimento, até os estudos conduzidos em 2015 não foram registrados grandes migradores, como o dourado, *Salminus brasiliensis*, o surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, ou o cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum*. Essas espécies podem estar sofrendo os efeitos sinérgicos causados por outros empreendimentos hidrelétricos instalados a jusante e a montante da

PCH em estudo, os quais podem estar contribuindo para sua diminuição e consequente desaparecimento, não estando esse fato diretamente ligado à ineficiência do STP.

- Para a confecção de uma análise mais robusta, a cada novo monitoramento deveriam ser comparados e compilados os resultados apresentados em todos os relatórios anteriores, o que traria uma clareza maior em relação ao que está ocorrendo com a assembleia de peixes do local.

- Os resultados apresentados pelos relatórios analisados, os quais objetivavam atender ao programa ambiental, respondendo sobre a eficiência do STP instalado, basearam suas metodologias em tentativa e erro, pois aparentemente não existiam à época da proposição do programa ambiental modelos metodológicos que seguramente respondessem sobre a eficiência ou não desses sistemas, o que levou a aplicação de metodologias, como a análise gonadal, que pouco ou nada respondem sobre a eficiência do STP.

- Partindo-se do entendimento de eficiência como sendo a manutenção do fluxo gênico entre as populações a jusante e a montante do barramento, a metodologia descrita nos relatórios analisados, utilizada para medir a eficiência do STP, não está conseguindo dimensionar o principal pressuposto na avaliação da efetividade na transposição de espécies. Portanto não atendendo aos objetivos propostos em ambos RAS e PBA sobre a verificação da manutenção da comunidade de peixes.

- A aplicação de outras metodologias como a radiotelemetria, na qual são monitoradas trajetórias de indivíduos migradores selecionados, e/ou a utilização de análises moleculares para aferição da manutenção do fluxo gênico entre as populações a montante e a jusante, bem como aferição de parâmetros populacionais, tais como abundância, podem ser alternativas que originem novas respostas acerca da eficiência do STP.

- A construção de STPs tem sido uma das estratégias adotadas pelo setor elétrico como forma de diminuir os efeitos de barramentos sobre as comunidades de peixes. A adoção desse tipo de sistema deveria partir da análise de informações presentes no RAS ou PBA acerca da assembleia íctica registrada na área. No entanto, como analisado nesse

estudo, diagnósticos abrangentes que contemplem as estratégias de vida, os locais de desova, de desenvolvimento inicial e de crescimento, bem como as relações espaciais dos peixes com o eixo da barragem não são encontrados.

5. Referências Bibliográficas

- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, D. R. Fernandez & H. I. Suzuki. 2002. Efficiency of fish ladder for Neotropical ichthyofauna. **River Research and Application**, 18: 299–306.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C. & Pelicice, F. M. 2007. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá, EDUEM. 501p.
- Agostinho, A. A., Agostinho, C. S., Pelicice, F. M. & Marques, E. E. 2012. Fish ladders: safe fish passage or hotspot for predation? **Neotropical Ichthyology**. 10(4):687-696.
- Aneel. 2015. **Usinas hidrelétricas em operação no RS**. Disponível em junho de 2015 em <www.aneel.gov.br>.
- Araújo, J. R. S. & Nunan, G. W. 2005. **Ictiofauna do rio Paraíba do Sul: danos ambientais e sociais causados por barragens, hidrelétricas e poluição no trecho fluminense**. CPDMA – ALERJ.
- Clay, C. H. 1995. **Design of fishways and other fish facilities**. 2nd ed. Boca Raton: Lewis Publishers. 248 p.
- FEPAM. 2004. **Análise de fragilidades ambientais e da viabilidade de licenciamento de aproveitamentos hidrelétricos das bacias hidrográficas dos rios Ijuí e Butuí-Piratini-Icamaquã, 15 região hidrográfica do rio Uruguai, RS**. Porto Alegre: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Ecologia, 30p.
- Ferreira, F. W., Hartmann, C. & Beuter, S. B. 2011. **A Ictiofauna e o efeito sinérgico de três PCHs no Rio Ijuí, RS**. X Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço, MG.

- Kusma, C. M & Ferreira, F. W. 2010. Mecanismo de transposição de peixes de pequena central hidrelétrica. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online ISSN 0103-8478.
- Martins, S. L. 2000. **Sistemas para a transposição de peixes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2014. **Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014**. Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos".
- Pompeu, P.S. & C.B. Martinez. 2005. Estabelecimento da regra operativa de um mecanismo de transposição de peixes do tipo elevador com caminhão-tanque. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, 10(4): 31-42.
- Pompeu, P. S. & Martinez, C. B. 2006. Variações temporais na passagem de peixes pelo elevador da UHE de Santa Clara, rio Mucuri, leste brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23 (2): 340-349 p.
- Rio Grande do Sul. 2014. **Decreto Estadual nº 51.797, de 8 de Setembro de 2014**. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul.
- Santos, H. A., Pompeu, P. S. & Martinez, C. B. 2006. **Determinação de capacidade natatória de peixes visando a otimização dos mecanismos de transposição de peixes em usinas hidrelétricas**. In: V Simpósio Brasileiro Sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas. Florianópolis, SC.
- SEMA – Secretaria do Estado do Meio Ambiente. 2008. **Portaria conjunta SEMA/FEPAM nº 085, de 26 de novembro de 2008**. Estabelece critérios e rotinas para processamento de pedidos de licenciamento ambiental simplificado e da outras providências.
- Vazzoler, A. E. A. de M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM/São Paulo: SBI, 169p.

