

**Universidade  
Federal do  
Pampa**

**Diego Alves Dellazzana**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO GARABI  
SOBRE OS ESTOQUES DE PEIXES MIGRADORES NO URUGUAI MÉDIO**

**Monografia  
Trabalho de Conclusão de Curso**

**SÃO GABRIEL**

**2010**

**DIEGO ALVES DELLAZZANA**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO GARABI  
SOBRE OS ESTOQUES DE PEIXES MIGRADORES NO URUGUAI MÉDIO**

Monografia apresentada à Comissão de Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pampa — UNIPAMPA, *Campus* São Gabriel, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Rafael Cabral Cruz

Co-orientador: Fábio Silveira  
Vilella

**São Gabriel**

**2010**

**DIEGO ALVES DELLAZZANA**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO GARABI  
SOBRE OS ESTOQUES DE PEIXES MIGRADORES NO URUGUAI MÉDIO**

Monografia apresentada à Comissão de Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pampa — UNIPAMPA, *Campus* São Gabriel, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Monografia defendida e aprovada em: 13 de Julho de 2010.  
Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Rafael Cabral Cruz  
Orientador  
UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Fábio Silveira Vilella  
SIMBIOTA

---

Prof. Dr. Cláudio Vinicius Senna Gastal Jr.  
UNIPAMPA

**São Gabriel**

**2010**

Dedico esta dissertação aos meus amados pais, Walter Dellazzana Filho e Rosa Elmerinda Alves Dellazzana, maiores incentivadores e fonte inesgotável de apoio, amor e compreensão.

## **AGRADECIMENTO**

Ao Prof. Dr. Rafael Cabral Cruz pela orientação e pelo apoio para que eu realizasse o curso de graduação.

Aos professores, minha gratidão pela forma de conduzir o curso em todas as etapas.

A todos os colegas de curso pelo convívio e pelos momentos de amizade.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

Ao projeto FRAG-RIO.

Ao CNPq.

## RESUMO

A geração de energia tem um papel fundamental no desenvolvimento do país, subsidia o crescimento industrial e é um aporte a infra-estrutura. As hidrelétricas representam 85,9% da energia gerada no país e a demanda por eletricidade deve aumentar nos próximos anos, aumentando conjuntamente o número de represas em território nacional. Represas causam inúmeros impactos de âmbito sócio-ambiental. Este trabalho pretende analisar os impactos sobre a ictiofauna, causados através da implementação do Complexo Garabi, um conjunto de usinas hidrelétricas a ser instalado no Médio rio Uruguai. Busca-se analisar os impactos sobre o sucesso reprodutivo de peixes migradores e sobre a manutenção dos estoques pesqueiros de espécies de piracema do rio Uruguai. Foram analisados diversos estudos em áreas ambientais como: ictiologia, limnologia, ecologia, ecologia de reservatórios, reprodução de peixes migradores, impactos de represas sobre a ictiofauna, fragmentação de habitat aquáticos, análise de fragilidades ambientais em sistemas aquáticos. Também foram analisados estudos na área social: demanda energética nacional, potencial hidrelétrico brasileiro, resoluções governamentais, exploração de recursos, entre outros. Observou-se a demanda de conhecimento científico, tendo a área de estudo como alvo. O preenchimento destas lacunas é essencial para que se possa agir de forma contundente no manejo e conservação das espécies de peixes migradores na bacia do rio Uruguai. Recomenda-se a postergação da instalação do Complexo Garabi.

**PALAVRAS-CHAVE:** ecologia de rios, fragmentação, reprodução de peixes migradores, manutenção dos estoques pesqueiros, rio Uruguai.

## **ABSTRACT**

Power generation has a key role in the development of the country, subsidizes the industrial growth and is a contribution to infrastructure. The dams representing 85.9% of energy generated in the country and the demand for electricity should increase in coming years, adding together the number of impoundments in the country. Dams cause numerous impacts of the socio-environmental. This study aims to examine the impacts on fish fauna caused by the implementation of Complex Garabi, a series of hydroelectric dams to be installed in the Middle Uruguay River. Seeks to analyze the impacts on the reproductive success of migratory fish and the maintenance of fish stocks of species spawning river Uruguay. We analyzed several studies in environmental areas as: ichthyology, limnology, ecology, dams ecology, reproduction of migratory fish, impacts of dams on the fish fauna, aquatic habitat fragmentation, environmental fragility analysis in aquatic systems. Were also analyzed studies in the social area: the national energy demand, Brazilian hydroelectric potential, government resolutions, and exploitation of resources, among others. We observed the demand for scientific knowledge, taking the study area as a goal. Filling these gaps is the essence so that we can act forcefully in the management and conservation of migratory fish species in the Uruguay River basin. It is recommended to postpone the installation of Complex Garabi.

**Keywords:** river ecology, fragmentation, migratory fish reproduction, maintenance of fish stocks, the Uruguay River.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.2 POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO .....	8
1.3 RESERVATÓRIOS.....	9
1.4 IMPACTOS CAUSADOS PELOS RESERVATÓRIOS .....	11
1.5 BACIA DO RIO URUGUAI: USOS MULTIPLOS .....	13
1.6 AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA .....	16
2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	22
3. OBJETIVOS .....	26
3.1 OBJETIVO GERAL.....	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	26
4. JUSTIFICATIVA.....	27
5. METODOLOGIA.....	28
6. REVISÃO DE LITERATURA .....	29
6.1. ECOLOGIA DE RIOS .....	29
6.2 FRAGMENTAÇÃO .....	32
6.3 IMPACTOS SOBRE ICTIOFAUNA.....	33
6.4 ÁREA DE ESTUDO.....	35
6.5 ESTUDOS NA ÁREA.....	40
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
8. REFERÊNCIAS .....	45

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.2 POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO

O potencial energético que os rios brasileiros proporcionam é enorme, o Brasil é a terceira força mundial no que se refere a potencial hidrelétrico. Cerca de 85,9% da nossa energia provem de usinas hidrelétricas, segundo o Ministério das Minas e Energia (MME,2008). A previsão de aumento da demanda por energia elétrica prevista para os próximos dez anos, de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2008-2017 (MME, 2008), é de aproximadamente 61%, o que equivale a um aumento de 21.970.000 TEP<sup>1</sup>. A contribuição prevista da hidroeletricidade para atingir esta meta é de 75,9% da geração, o que equivale a 193,933 TWh, o que significa a permanência de forte dependência do Brasil, nos próximos anos, no seu potencial hidrelétrico. Essa perspectiva deve-se ao fato de que as reservas de petróleo num contexto mundial estão diminuindo, conforme mostra a Figura 1, e tendem ao esgotamento dentro de algumas décadas, segundo Cruz (2005), dentro deste prazo, o planeta deverá alterar a sua matriz energética e re-estruturar a matriz de demandas por energia.

A confirmação deste cenário, juntamente com a mobilização global para larga utilização de fontes de energias renováveis ou de baixo impacto ambiental nos levam a imaginar um modelo futuro de geração de energia, onde as fontes hidrelétricas sejam muito mais numerosas. Em consequência disto, há a importância dos estudos voltados à manutenção dos sistemas fluviais, possuindo o Brasil um dos maiores potenciais em energia hidrelétrica.

O potencial hidrelétrico brasileiro é um dado impreciso, devido à falta de um banco de dados atualizado, informações fornecidas pela ELETROBRAS através do SIPOT - Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro diferem das informações fornecidas pelo BIG - Banco de Dados de Informações da ANEEL.

---

<sup>1</sup> TEP – tonelada equivalente a petróleo.

Porém, estima-se que o Brasil possui cerca de 243.609 MW de potencial hidrelétrico estimado (ELETROBRAS/SIPOT, 2010). Destes, 25% já estão implantados ou em implantação (ELETROBRAS/SIPOT, 2005). Ou seja, existe ainda um grande potencial a ser explorado, o que significa que existe uma pressão crescente com perdas de valores ambientais, uma vez que os rios não cumprem somente funções de geração de energia. A hidrografia é um elemento natural marcante da paisagem brasileira. Nossos rios possuem aproveitamento econômico diversificado, irrigando terras agrícolas, abastecendo reservatórios de água urbanos, fornecendo alimentos e produzindo energia elétrica.

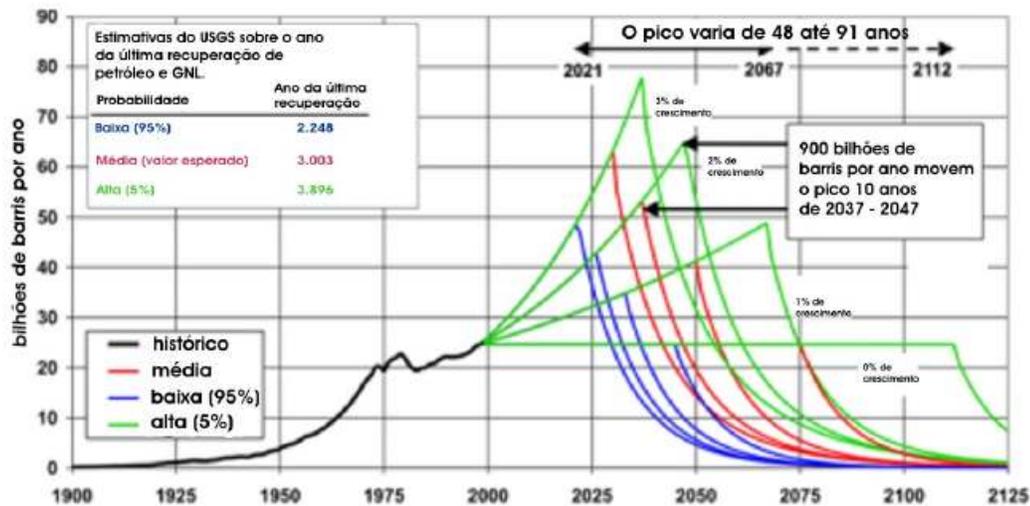


Figura 1. Cenário dos estoques de petróleo produzido por EIA (2003). Este cenário é resultado do balanço estimado entre crescimento da demanda e do ritmo de novas descobertas e incorporação de novos estoques de petróleo e de gás liquefeito. De acordo com a última revisão dos modelos, o pico aconteceria entre 2021 e 2067, dependendo da taxa de crescimento da economia global.

### 1.3 RESERVATÓRIOS

Os rios compreendem uma série de funções socioeconômicas, o que lhes confere uma grande importância em diversos aspectos sociais. Fornecem: 1) meio de transporte para as populações ribeirinhas<sup>2</sup>; 2) alimento<sup>3</sup>; 3) água às cidades que cortam, sendo essa, talvez, a função mais popular dos rios.

<sup>2</sup> No norte do país são diversas as cidades onde braços de rios fazem às vezes de estrada, uma vez que essas não podem ser implementadas devido às condições de terreno e clima em que se

Demandas energéticas, sustentáveis, tornam-se cada vez mais necessárias conforme o país desenvolve-se. As mesmas passam por um processo em comum: o crivo de opiniões da sociedade organizada, tanto nos aspectos sociais e ambientais, quanto na política energética do governo.

Este processo, porém, não é uma condição meramente nacional, pois o relatório final da Comissão Mundial de Represas estabeleceu um conjunto de princípios para a análise de projetos, partindo de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável (CMR, 2000), o qual destacou os impactos de maior importância sobre os ecossistemas terrestres e sua biodiversidade: 1) emissão de gases causadores do efeito estufa; 2) impacto das vazões alteradas para os ecossistemas aquáticos de jusante e sua biodiversidade; 3) impactos da modificação do regime de pulsos hidrológicos sobre as planícies de inundação; 4) impactos sobre a pesca; 5) diversificação de ecossistemas aquáticos e 6) impacto cumulativo de represas em um mesmo sistema fluvial.

A evolução da construção de barragens no mundo teve seu início, primeiramente, na Europa, seguido pela América do Norte e enfim pela Ásia, tendo um primeiro ápice nos início dos anos 1960. Em um novo contexto energético mundial, que tenha a hidroeletricidade como plataforma e a América do Sul como potência neste recurso, o próximo passo (Figura 2) possível é o aumento no número de barragens neste continente, onde está inserido o Brasil, terceira força mundial em potencial hidrelétrico e que, obviamente, será um dos responsáveis pela alta representatividade de represas no continente.

Tendo em vista todas essas características do sistema hidrográfico nacional, sua destacada importância para os mais diversos fins e todos os possíveis cenários

---

encontram. Sendo os rios os únicos meios de acesso a certas regiões, acabam tornando-se o viés do desenvolvimento para essas localidades.

<sup>3</sup> Não só às populações ribeirinhas, que muitas vezes dependem para conseguir alimento, exclusivamente, do sucesso da pesca artesanal que exercem, mas, também, o produto da pesca torna-se moeda de troca em determinadas condições, assim como abastecem centros urbanos desenvolvidos que, por sua vez, venham a empregar o produto da pesca em suas atividades econômicas.

hidrelétricos futuros, um ponto em questão se sobrepõe: a necessidade de conservação desse recurso.

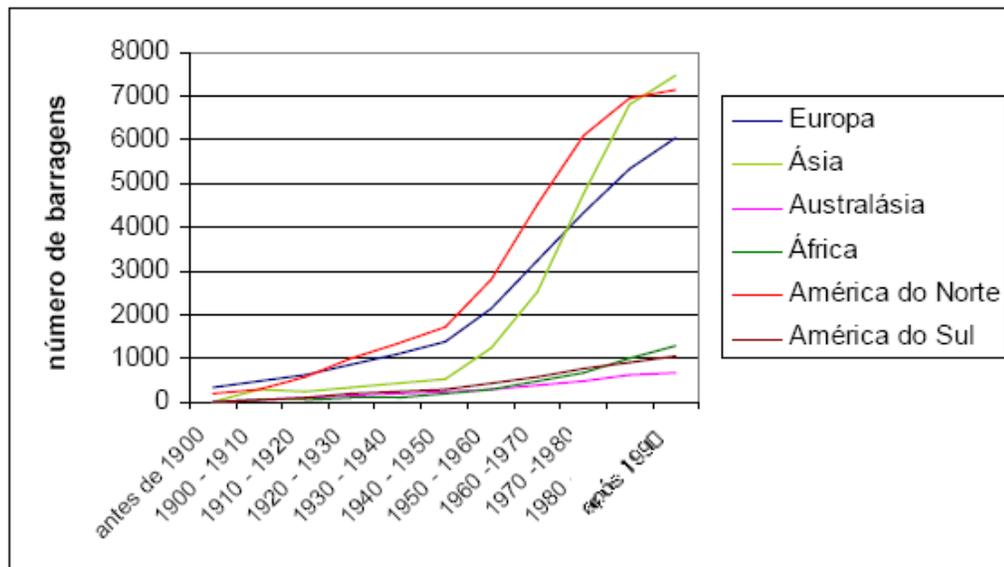


Figura 2. Número de grandes barragens no mundo, por continente, excluindo a China. Fonte: Comissão Mundial de Represas (2000).

Reconhecer o rio como sistema de rede, auto-organizativo, é o ponto de partida, mas, também, demanda informações nem sempre disponíveis. Deste modo, a seleção de variáveis torna-se um ponto crucial no desenvolvimento metodológico da avaliação ambiental integrada. Somente devem ser buscadas variáveis que têm potencial para modelarem qualitativamente ou quantitativamente as funções e padrões que são resultantes desta configuração conceitual.

#### 1.4 IMPACTOS CAUSADOS PELOS RESERVATÓRIOS

A fragmentação da rede hidrográfica, seja por meio de barreiras físicas - devidas à implantação de empreendimentos hidrelétricos, barragens para captação de água para irrigação ou abastecimento, como pela existência de barreiras qualitativas decorrentes de alterações na qualidade da água, por lançamento de efluentes ou por mudança do regime hídrico (de lótico para lântico), muitas vezes compromete as funções ecológicas do curso d'água.

Dos impactos indicados pela CMR, dois citam diretamente “biodiversidade aquática e impactos sobre a pesca”, sendo o segundo o mais relacionado ao alvo de estudo deste trabalho. Impacto sobre a pesca é um fator que será abordado nesse trabalho como um dos recursos do sistema fluvial diretamente afetado pelo represamento. Segundo o relatório da etapa 1 do projeto FRAG-RIO (MMA, 2009) existem espécies que demandam amplas migrações para o sucesso de seu ciclo reprodutivo. Essa característica torna os peixes migradores os organismos que possuem maiores áreas de vida no meio aquático fluvial, tornando-os animais mais sensíveis à fragmentação dos rios. O relatório ainda traz a informação que:

[...] devido à elevada riqueza de espécies da região Neotropical e à falta de políticas públicas que enfoquem a gestão de ecossistema, o conjunto de informações existentes sobre a história de vida das espécies é ainda relativamente pequeno. (MMA, 2009, p. 164).

Os reservatórios produzem profundas alterações na ictiofauna, em razão da sua interferência nas rotas de migração de espécies para reprodução e das alterações produzidas pela interceptação do rio por sistemas lênticos (TUNDISI & TUNDISI, 2008, p. 344).

Segundo o MMA (2009), são vários os aspectos socioambientais a serem considerados ao inundar-se um reservatório de hidrelétrica. As alternativas de mitigação à desconfiguração desses aspectos têm de serem avaliados também:

- a) Populações rurais deslocadas: Necessidade de disponibilidade de terras para realocação e da pressão sobre os recursos naturais devida ao movimento populacional.
- b) Influência sobre povos indígenas e quilombolas: Preservação da diversidade sócio-cultural.
- c) Influências sobre Populações de pescadores profissionais e artesanais: Avaliação do risco de perda de fonte de renda (redução dos estoques x esforço de pesca).

- d) Patrimônio Cultural: Preservação da memória e dos costumes relacionados ao tropeirismo e do patrimônio arqueológico 1.
- f) Áreas urbanas ou urbanizadas: Interferência com populações e infra-estruturas concentradas espacialmente.
- g) Infraestrutura e ordenamento espacial: Avaliação da interferência com as relações de vizinhança e sobre a infraestrutura.

A Lei 9.433/97 (BRASIL, 1997) promulgada em 1997, define a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A lei referencia a questão sócio-ambiental do sistema hidrográfico, definindo como um dos seus objetivos assegurar a qualidade da água para os usos múltiplos efetuados tanto pelas gerações atuais como pelas futuras.

Tomando-se a bacia como unidade de gestão, definiu-se a divisão hidrográfica a ser adotada pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH. A Divisão Hidrográfica Nacional foi instituída pela Resolução do CNRH N° 32 de 2003, dividindo o país em 12 grandes regiões hidrográficas, entre elas a Região do Uruguai.

### **1.5 BACIA DO RIO URUGUAI: USOS MULTIPLOS**

A Região Hidrográfica do Uruguai (Figura 3) apresenta grandes atividades agroindustriais e um elevado potencial hidrelétrico. Apesar de ser a menor entre as 12 unidades de gestão (representa 2% do território nacional), ganha lugar de destaque em função de suas características.

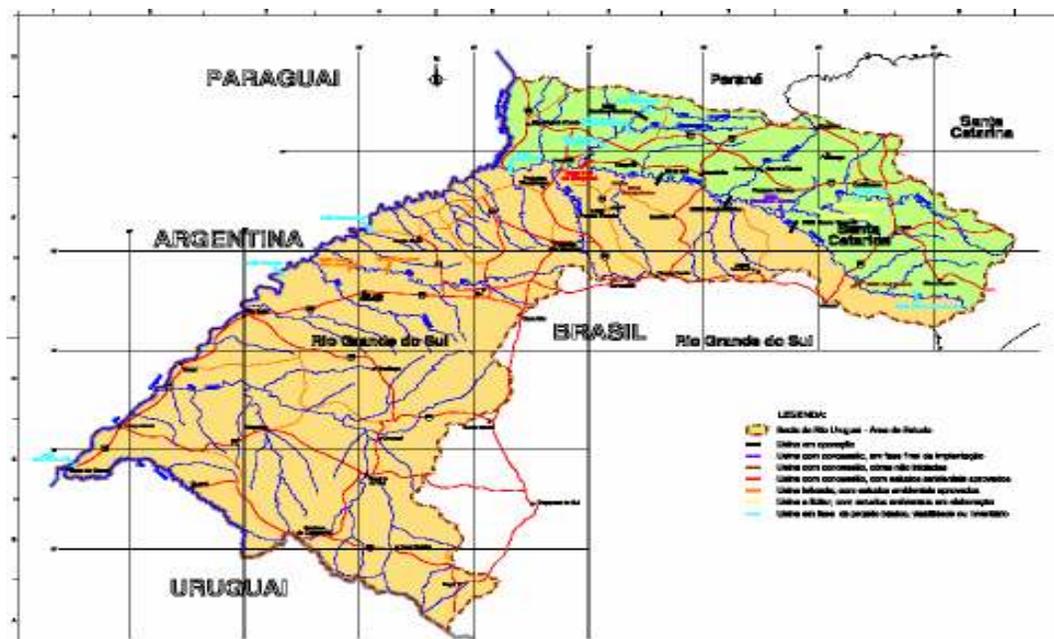


Figura 3. Região Hidrográfica do Uruguai. Fonte: EPE (2007).

Segundo o MMA (2009), toda a bacia do rio Uruguai (incluindo as partes em territórios Argentino e Uruguaio), que possui um potencial da ordem de 41 kWmed/km<sup>2</sup>, ainda oferece amplas possibilidades de novos aproveitamentos hidrelétricos (MMA, 2006). De um potencial inventariado de 12.495 MW, apenas 16% eram aproveitados em 1997. A Figura 4 mostra todo o inventário previsto para a bacia do rio Uruguai no ano de 1998. As UHEs já implantadas até 2008 perfazem um total de 3.667MW e as UHEs presentes no Plano Decenal de Expansão 2008-2017 somam 2.293 MW. Caso todas as UHEs planejadas no Plano Decenal sejam implementadas, no ano de 2017 quase 48% do potencial já será aproveitado, sem considerar as PCHs.

A bacia do rio Uruguai, área de estudo deste trabalho, hoje conta com usinas já implantadas e em fase de implantação, há exemplos como: Foz de Chapecó, Machadinho, Itá e Barra Grande. Um grande empreendimento internacional em fase de estudo é o Complexo Hidrelétrico Binacional Garabi<sup>4</sup> (UHEs Garabi, San Javier e

<sup>4</sup> O complexo hidrelétrico binacional Garabi é formado por 3 (três) UHEs (Garabi, San Javier e Santa Rosa). Este complexo está em fase de planejamento, se efetuado, vai barrar o trecho de rio contínuo remanescente no rio Uruguai, que se estende entre a barragem da UHE Foz do Chapecó e o reservatório da UHE Salto (URUGUAI). Segundo MMA (2009) a fragmentação do trecho de rio

Santa Rosa). Toda esta demanda por construção de barragens, incluindo as PCHs, resultam em fragmentação do rio e alteram a condição dos trechos remanescentes de rio contínuo dentro da área de estudo.

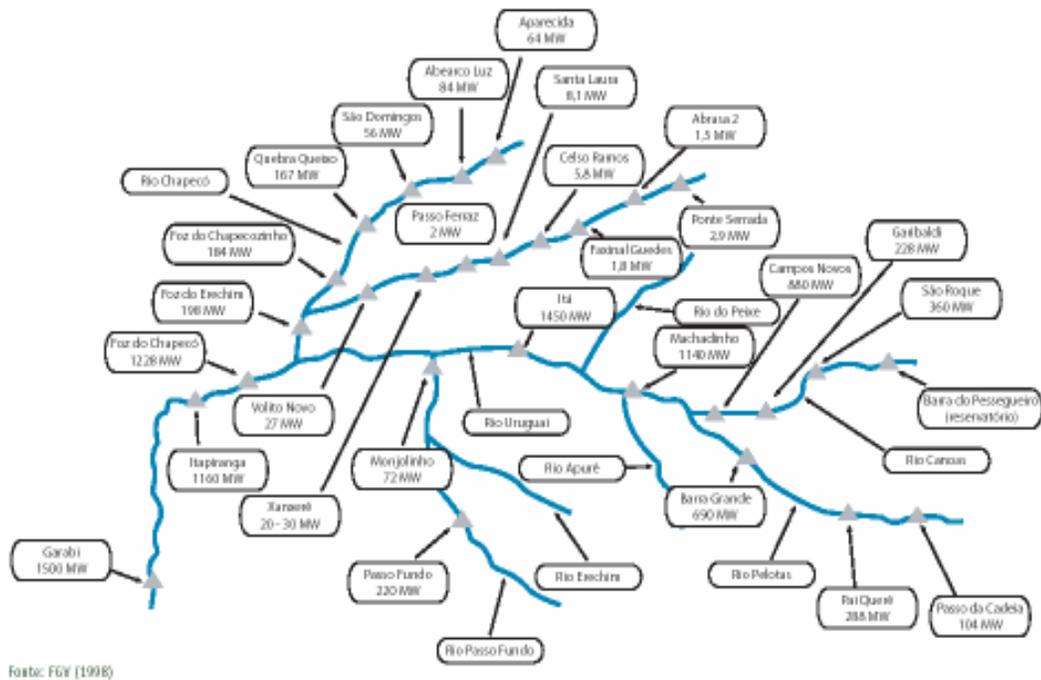


Figura 4 - Inventário do potencial hidrelétrico da bacia do rio Uruguai. Fonte: ANA (2005) apud MMA (2006)

contínuo, causada por Garabi implicará na redução dos estoques pesqueiros, que por sua vez, afetaram os pescadores que exploram esse trecho do rio.

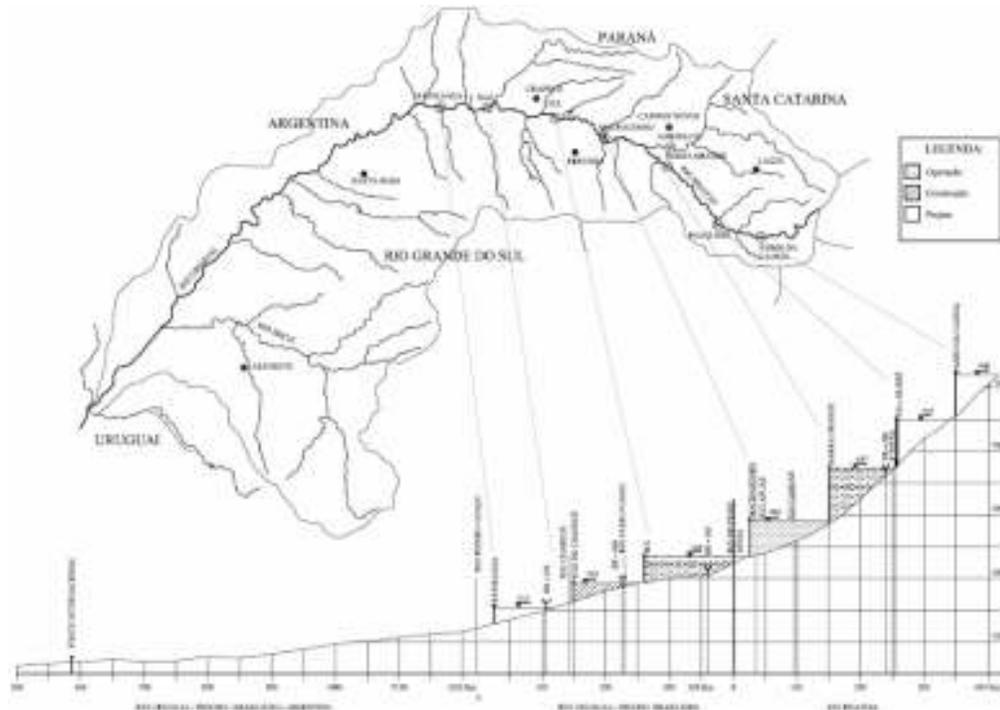


Figura 5 - Perfil do rio Uruguai em território brasileiro. Fonte: MMA (2009).

A Figura 5 apresenta o perfil longitudinal do rio Uruguai em seu trecho nacional e binacional (Brasil-Argentina). Nela se verifica que o trecho superior está praticamente esgotado em termos de aproveitamento do seu potencial, restando muito pouco de rios livres de barramentos. No entanto, observa-se que, no seu trecho médio (binacional), ainda existe um grande trecho de rio livre de barramentos, configurando-se em área que apresenta forte potencial para manter os estoques de peixes migradores na bacia do rio Uruguai.

## 1.6 AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA

A primeira Avaliação Ambiental Integrada, em território nacional, foi realizada pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE como resultado de Termo de Compromisso firmado, em 15 de setembro de 2004, entre, MMA, MME, IBAMA, AGU, Empresa Energética Barra Grande S.A. - BAESA e Ministério Público Federal. Termo de compromisso que traz dentre seus objetivos o de estabelecer diretrizes gerais para a

elaboração do Termo de Referência para a Avaliação Ambiental Integrada dos Aproveitamentos Hidrelétricos localizados na Bacia do Rio Uruguai (MMA, 2009).

O MMA acompanhou a execução dos estudos, analisou o resultado final obtido pela EPE e, considerou que os mesmos não alcançaram os objetivos estabelecidos no Termo de Referência, elaborado de acordo com as diretrizes metodológicas já referidas. Segundo MMA (2009)

Não obstante, permitiram identificar grandes áreas de sensibilidade ambiental na bacia e atestar o elevado potencial do instrumento para subsidiar o planejamento e a gestão ambiental integrada da bacia. Desse modo, considerando as obrigações assumidas no Termo de Compromisso de 2004 e, ainda, a continuidade de aplicação do instrumento pelo setor elétrico em outras bacias do país, o MMA assumiu a tarefa do seu aperfeiçoamento (MMA, 2009, p.21).

Logo o MMA encontrou parceiros, para cumprir estes objetivos, nas universidades federais do Pampa – UNIPAMPA e de Santa Maria – UFSM, ambas no Rio Grande do Sul. Os docentes dessas universidades detêm experiência na realização de trabalhos similares, com destaque para a “Análise de Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica dos rios Apuaê- Inhandava”, desenvolvida pela FEPAM, na região hidrográfica do rio Uruguai, em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (FEPAM/UFSM, 2005).

Com isso deu-se a construção do “Desenvolvimento Metodológico e Tecnológico para Avaliação Ambiental Integrada Aplicada ao Processo de Análise de “Viabilidade de Hidrelétricas”, aqui denominado “Projeto FRAG-RIO”, publicado em 29 de setembro de 2008 no Diário Oficial da União. Esse projeto tem, dentre seus objetivos: Aprimorar metodologia de avaliação de fragilidades ambientais em apoio à gestão ambiental integrada e à tomada de decisão no processo de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos nas regiões do médio Uruguai, no trecho nacional da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai. Este é um dos objetivos do projeto e é dentro desse contexto que pretende-se, neste estudo, apresentar um foco mais específico no que diz respeito à fragmentação dos rios e seu impacto

direto na reprodução e manutenção dos estoques de peixes migradores na bacia do rio Uruguai.

O relatório da etapa 1 do projeto FRAG-RIO (MMA, 2009) traz dados importantes sobre a fragmentação de rios da bacia do Uruguai. Sobre o impacto dos represamentos na manutenção e reprodução dos peixes migradores na bacia do rio Uruguai, diz o relatório:

O indicador de fragmentação foi sensível ao valor do trecho remanescente situado à jusante da UHE Itapiranga para a implantação do Complexo Garabi, indicando a perda da capacidade de manter os processos ambientais que sustentam a viabilidade de manutenção de populações de grandes peixes migradores caso sejam implantadas Itapiranga e Santa Rosa (a unidade mais a montante do Complexo Garabi), com fortes implicações sobre o Parque Estadual do Turvo. Esta falta de capacidade de manutenção irá impactar as populações de pescadores profissionais artesanais de forma significativa.

E ainda:

[...] no trecho referente ao remanescente situado à montante da UHE Barra Grande, a implantação da UHE Pai Querê tende a eliminar as possibilidades de manutenção de peixes migradores de médio porte no alto Pelotas.

Os resultados apresentados pelo MMA (2009) em relação à ictiofauna baseiam-se em estudo referente à bacia do rio Paraná, devido à carência de trabalhos nessa área, tendo o rio Uruguai como alvo de estudo.

Essa correlação com os trabalhos realizados na bacia hidrográfica do rio Paraná e a sua utilização na realidade do rio Uruguai pode ser bem eficaz, uma vez que as duas bacias compõem a Província 15-Parano-Platense (área ictiogeográfica da América do Sul), conforme a Figura 6.



Figura 6. Áreas ictiogeográficas da América do Sul.

1. Domínio Magdalena; 2. Província Maracaíbo; 3. Província Costa do Caribe; 4. província Orinoquia; 5. Província Trindade; (Províncias 2 a 5 pertencem ao Domínio Orinoco-Venezuelano); 6. Província Guianense; 7. Província Amazonense; (ambas 6 e 7 pertencem ao Domínio Guiano-Amazônico); 8. Província Nor-Pacífica; 9. Província Guaias; (ambas formam o Domínio Transandino); 10. Província Nor-Andina; 11. Titicaca; 12. Sul-Andido Guiana; (de 10 a 12 correspondem ao Domínio Andino); 13. Província Alto Paraguai; 14. Província Alto Paraná; 15. Província Parano-Platense; (de 13 a 15 correspondem ao Domínio Paranaense); 16. Província Nordeste do Brasil; 17. Província Rio São Francisco; 18. Província Rios Costeiros Sudeste do Brasil; (16 a 18 correspondem ao Domínio Leste do Brasil; (Todos os domínios anteriores se incluem na Sub-Região Brasílica). A Sub-Região Austral compreende: 19. Província Chilena; 20. Província Patagônica. (Segundo RINGUELET, 1975).

Fonte: Ringuelet (1975; *apud* SCHÄFER, 1984).

Essa demanda abre espaço para a implementação de um trabalho que permita a avaliação dos impactos da fragmentação dos rios por represas sobre o ciclo reprodutivo de peixes migradores na bacia do rio Uruguai, de tal modo que se possa avaliar se os trechos remanescentes de rio contínuo possam suportar as populações destas espécies de peixes migradores de alto valor econômico como recurso pesqueiro e indicadoras da integridade ecológica dos ecossistemas associados ao rio. Para tal, é necessário descobrir qual o comprimento mínimo de rio para que o ciclo de vida das espécies seja cumprido na sua totalidade. O projeto FRAG-RIO tomou como base os trabalhos elaborados pelo professor Ângelo Agostinho para rios da bacia hidrográfica do rio Paraná (AGOSTINHO *et al.*, 2004) e extrapolou os dados obtidos neste trabalho para a realidade do rio Uruguai.

De acordo com Agostinho *et al.* (2004), o principal impacto das barragens sobre os peixes migradores se dá através da separação das áreas de desova e de alimentação, impedindo que o ciclo de vida se complete. Além de bloquear as rotas migratórias, barragens também alteram o regime de inundação. Acima da barragem, a planície de inundação é permanentemente inundada pelo reservatório. Abaixo da barragem, as inundações são reduzidas e períodos de vazões regularizadas são introduzidos entre os picos de inundação.

A migração desempenha um papel importante no sucesso reprodutivo de peixes de piracema, pois promove a sincronia da elevada concentração de indivíduos de ambos os sexos, em uma área adequada para fertilização dos ovos, o desenvolvimento (alta oxigenação) e baixa predação (baixa transparência da água). Visando amenizar os impactos causados pelas represas na biodiversidade ictiofaunística, tiveram início as medidas mitigatórias á esses impactos. O sistema de escadas foi usado no Brasil pela primeira vez em 1911 e desde de então inúmeras técnicas de mitigação, ao bloqueio da ascendência e descendência de peixes em represas, vem sendo elaboradas.

O sistema de transposição de peixes (STP) é uma alternativa de mitigação que busca atenuar os efeitos negativos dos barramentos sobre a ictiofauna. Visa restabelecer os habitats críticos (reprodução) de espécies migratórias, prejudicados pelos barramentos. Para o sucesso dessas técnicas, é necessário assegurar os movimentos ascendentes e descendentes das espécies ao longo do rio (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Atualmente, no Brasil, os mecanismos de transposição mais utilizados são: escadas, eclusas e elevadores. Apesar destes mecanismos já serem utilizados no Brasil há bastante tempo, os reais resultados das suas implementações ainda não são totalmente reconhecidos, assim como a verdadeira eficácia dos mesmos.

O primeiro uso em território nacional de STP foi em 1911 na represa de Itaipava, no rio Pardo (alto rio Paraná), sendo considerada bem sucedida na transposição de peixes (AGOSTINHO *et al.*, 2002a). Porém, no início da década de 1920, a Lei no. 2250/SP de 28/12/1927, regulamentada pelo Decreto no. 4390 de 14/03/1928,

passou a exigir a presença de escadas de peixes em todo e qualquer barramento realizado em rios, córregos ou ribeirões, o que acabou por banalizar o uso das escadas, sem que estas tivessem a devida instalação e efetividade encontradas no STP de Itaipava. Desde então, técnicas de mitigação para reprodução de espécies migradoras, vem sendo discutidas e estudas mais amplamente no território brasileiro. Um protocolo mínimo para os estudos e monitoramento de obras de transposição foi elaborado por Agostinho *et. al.* (2002b), compreendendo: 1) caracterização prévia da ictiofauna regional; 2) desenho adequado da escada e sua efetividade na transposição; 3) continuidade da migração e alcance dos habitats de desova; 4) passagem de reprodutores e/ou juvenis para jusante. O protocolo proposto por Agostinho toca pontos importantes da reprodução de peixes migradores. O conhecimento da biologia das espécies onde se encontra o barramento é fundamental para a garantia do sucesso das técnicas de mitigação. Uma vez que espécies podem responder de forma diferente a obstáculos encontrados no deslocamento. Segundo Antonio (2007 *et al.*), *Prochilodus argenteus* (nome comum: Curimatá ou Curimatá-pacu) apresenta uma flexibilidade nas rotas de migração no rio Paraná, mediante ao barramento do rio, encontrando condições favoráveis para a desova nos rios tributários (rio Paranapanema, bacia hidrográfica do Rio Paraná). Porém, a confirmação da desova não assegura o sucesso do ciclo reprodutivo da espécie.

Assegurar a continuidade da migração é um ponto bastante importante, uma vez que a separação dos habitats reprodutivos e de crescimento é um dos principais fatores de impactos de barragens sobre a ictiofauna. Contudo, é conveniente ressaltar que os estudos sobre fatores que afetam os movimentos de peixes e a análise da eficiência das instalações de transposição são apenas uma etapa do que deve ser cumprido antes de construir uma passagem de peixes (FERNANDEZ *et. al.*, 2007). O desenvolvimento de medidas mitigatórias são essenciais para a implementação sadia de empreendimentos hidrelétricos sem que esses afetem permanentemente as espécies migradores, ainda mais tendo no futuro do Brasil uma tendência para grande aumento do número de barramentos em função da demanda por hidroeletricidade. Porém, estas medidas devem sempre analisar as condições ambientais e da ictiofauna locais, de modo a não serem implementadas somente para melhorar a imagem do empreendimento, sem alcançar o seu real objetivo.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Sabendo-se que o represamento representa um grande impacto sobre a ictiofauna, principalmente nas rotas dos grandes migradores, bem como os impactos sobre o rio Uruguai, já demonstrados pelo relatório da etapa 1 do projeto FRAG-RIO, tudo isto atrelado à possibilidade de implementação das usinas que compõem o Complexo Garabi, uma pergunta se torna evidente: *a implementação do Complexo Garabi compromete o sucesso reprodutivo dos grandes peixes migradores no rio Uruguai?*

No sentido da preservação da ictiofauna ao longo do rio Uruguai e da manutenção dos estoques pesqueiros foi criada a *Comisión Administradora del Rio Uruguay* (C.A.R.U.; 2010) organização internacional criada pelos governos da Argentina e Uruguai em 1975, para administrar os diversos recursos hídricos do rio Uruguai (navegação, pesca, leito e subsolo) compartilhados pelos dois países. Esta organização comanda estudos no rio Uruguai desde 1975, envolvendo: navegação, qualidade da água, contaminações, recursos pesqueiros, conservação dos recursos vivos e etc. Um dos trabalhos desenvolvidos pela C.A.R.U e intitulado “Programa de Conservación de la Fauna Íctica y los Recursos Pesqueros del río Uruguay” (C.A.R.U; 2009) traz um dado interessante sobre a relação de eventos anormais de precipitação, anos de El Niño e o aumento significativo do tamanho populacional correspondente às coortes de Sábalo (Uruguai) ou Grumatã (Rio Grande do Sul) *Prochilodus lineatus* nos anos de 1982-1983, 1992-1993 e 1997-1998. Nestes anos, o aumento das coortes foi elevado ao ponto de acreditar-se que as populações atuais de indivíduos desta espécie devem-se às coortes recrutadas nestes anos. Neste período, a precipitação na região de Salto foi sempre superior a 200mm nos meses de outubro a julho. No ano de 1997-1998 ocorreu a maior precipitação dentre as 3 (três) já citadas e foi justamente neste intervalo de tempo (1997-1998) que o C.A.R.U registrou a maior quantidade de pescado no rio Uruguai.

Uma possível explicação para este fato, talvez seja a de que os juvenis da espécie *Prochilodus lineatus* (Grumatã) usem as lagoas marginais ao rio Uruguai como

hábitat de refúgio e crescimento, que, nos anos de excesso de chuvas, acabam tendo conectividade com a calha do rio.

Essa idéia poderia explicar melhor a identificação da dominância populacional das coortes, por parte dos peixes migradores, recrutadas nos anos de anomalias nas precipitações. O uso de lagoas marginais por peixes é um fato concreto e amplamente estudado em rios brasileiros (LUZ, C.D *et al.* 2001; LUZ S.C.S *et al.*, 2009; CUNICO *et al.*, 2002).

O sucesso no recrutamento de peixes é amplamente regulado pela época, duração e intensidade das cheias, visto que há um sincronismo entre as fases hidrológicas e os eventos do ciclo biológico, como maturação gonadal, migração, desova e desenvolvimento inicial das larvas e alevinos (AGOSTINHO *et al.*, 1993a). Nos períodos de cheia, ocorre uma conexão entre as áreas laterais e o leito do rio, possibilitando a entrada, nas lagoas, de ovos e jovens de muitas espécies reofílicas que poderão explorar uma grande quantidade de alimentos e diversidade de abrigos das áreas alagadas. Assim, cheias prolongadas afetam favoravelmente os estoques, aumentando o sucesso reprodutivo (AGOSTINHO *et al.*; 1993b). O prolongamento das cheias pode ainda reduzir a predação, tendo em vista o maior tamanho alcançado pela presa quando a vazante ocorre.

No entanto, no rio Uruguai, é desconhecida esta utilização de lagoas como berçários. Em princípio, como as espécies desenvolvem seus ovos e larvas na deriva, acreditava-se que todo o ciclo pudesse ser completado dentro da calha do rio. Esta dúvida tem importância para a definição de ações de manejo dos estoques pesqueiros, uma vez que a periodicidade da reprodução é anual, mas a do recrutamento pode não ser, caso confirmada esta utilização das lagoas marginais.

Neste caso, o recrutamento seria dependente de grandes enchentes ligadas a variações de ciclos plurianuais de vazões. É possível que o sucesso no desenvolvimento de peixes migradores nas lagoas marginais<sup>5</sup> seja tal que cumpra

---

<sup>5</sup> A instrução normativa do IBAMA nº194 (IBAMA, 2008) considera que as lagoas marginais são áreas de proteção permanente e possibilitam a conservação dos ambientes onde as espécies icticas tenham garantia de sua sobrevivência pelo menos durante a fase inicial de seu

importante função de regulação dos estoques pesqueiros. A confirmação desta hipótese nos reporta a um novo patamar no que diz respeito às condições de preservação das lagoas marginais. Estas lagoas podem ser responsáveis pela manutenção dos estoques pesqueiros no rio Uruguai.

Sendo assim, a implementação do Complexo Garabi nos remete a uma outra questão: *o represamento causado pelo complexo permitirá a manutenção dos estoques pesqueiros no rio Uruguai?*

O desconhecimento prévio das respostas às questões exibidas acima não justifica, devido ao princípio da precaução<sup>6</sup>, o possível uso deste como argumento para a implementação de um empreendimento X ou Y.

Outro estudo da C.A.R.U intitulado “Ictioplancton de Peces Migratorios. Investigaciones sobre Ictioplancton en el río Uruguay (1990-2008)” traz a informação de que no rio Uruguai, na altura de *Paso de los Libres* (Argentina) – Uruguaiana (Brasil), há a maior abundância de larvas da ordem *Siluriformes*, a maior abundância de *Prochilodus lineatus* (Sábalo ou Grumatã) e *Leporinus obtusidens* (Piava) espécies migradoras, além da maior abundância de ovos de peixes em geral (C.A.R.U., 2008).

A área do estudo citado acima apresenta um grande potencial de fragilidade ambiental, dada a sua importância para os estoques pesqueiros do Uruguai Médio,

---

desenvolvimento e, ainda, em seu parágrafo único diz: “*Para efeito desta Instrução Normativa entende-se por lagoa marginal os alagados, alagadiços, lagos, lagoas, banhados, canais ou poços naturais situados em áreas alagáveis da planície de inundação, que apresentam comunicação permanente ou intermitente com o rio principal ou canais secundários, podendo, em alguns casos, ser alimentados exclusivamente pelo lençol freático*” (IBAMA, *op.cit.*).

<sup>6</sup> A Lei de Política Nacional do Meio Ambiente no Brasil (Lei 6.938, de 31/08/1981), segundo Machado (2009), tornou incontestável a obrigação de prevenir ou evitar o dano ambiental, quando o mesmo possa ser detectado antecipadamente. Contudo, no Brasil, em 1981, ainda não havíamos chegado expressamente ao princípio da precaução. O que veio a ocorrer na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, reunida no Rio de Janeiro em 1992. O Princípio 15 (princípio da precaução) diz: “*De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental*” (MACHADO, 2009 pag. 68)

estando situada a jusante do trecho inventariado para a construção do Complexo Garabi. É possível que em anos de anomalias climáticas, que provoquem excesso de chuvas no verão, peixes migradores usem as lagoas marginais do Uruguai Médio como berçário e que estas lagoas, nestes anos, sejam responsáveis pela manutenção dos estoques pesqueiros.

O desconhecimento de inúmeras lacunas do conhecimento que possam elucidar os possíveis impactos da implementação do Complexo Garabi gera diversas perguntas: Uma vez instalado o Complexo Garabi, quais seriam os locais que manteriam o estoque pesqueiro de peixes migradores? O trecho de rio remanescente seria suficiente para que o ciclo de vida dessas espécies se completasse? Os rios tributários do rio Uruguai apresentam as condições para manter os estoques pesqueiros? Este estudo pretende encontrar possíveis respostas a estas perguntas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar os possíveis impactos da implementação do Complexo Garabi sobre a ictiofauna no rio Uruguai.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Analisar os impactos do represamento sobre o sucesso reprodutivo de peixes migradores no rio Uruguai.
- 2) Analisar os impactos do represamento sobre a manutenção dos estoques pesqueiros de espécies de piracema do rio Uruguai.

#### 4. JUSTIFICATIVA

A discussão sobre a Avaliação Ambiental Integrada (AAI) iniciou-se em escala federal no ano de 2003 e, juntamente com a discussão, iniciou-se a demanda de ferramentas mais elaboradas para auxiliar na tomada de decisão dos responsáveis pelo licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos. Assim, o IBAMA passou a exigir, no licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas, que a bacia hidrográfica fosse considerada como área de influência dos estudos, conforme determina a Resolução CONAMA nº 01/86 (CONAMA, 1986).

A necessidade da AAI deu-se com intuito de minimizar os conflitos gerados pelos licenciamentos dos empreendimentos hidroelétricos e seus impactos nos diversos campos. Conflitos que deveriam ser identificados previamente à etapa de licenciamento ambiental dos empreendimentos, de modo a favorecer a construção de soluções nas diferentes fases de sua implementação, reduzindo incertezas institucionais e de investimento.

Contudo, o órgão licenciador deve procurar um ponto de equilíbrio entre a necessidade de barramento do rio, em função de empreendimentos hidrelétricos que são necessários para que o país desenvolva-se, e o melhor modo de se executar essas obras, ou seja, de modo que causem o menor impacto ambiental possível. Para tanto, a compreensão de como um rio funciona ecologicamente é necessária para que se possam analisar os impactos potenciais das barragens sobre a rede hidrográfica.

O aprimoramento no processo de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos se faz necessário também na resolução de problemas que dizem respeito às funções sócio-ambientais dos rios, auxiliando a vislumbrar possíveis conflitos com comunidades e instituições atingidas pelos reservatórios.

O produto final do trabalho aqui proposto tem por objetivo auxiliar no processo de tomada de decisões para questões ambientais voltadas a represamentos, ajudando a preencher lacunas hoje existentes nos processos de licenciamento ambiental.

## 5. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido com base em pesquisas bibliográficas, nas mais diversas fontes impressas ou digitais.

Dentre os temas pesquisados encontram-se temas sociais como: demanda energética nacional, potencial hidrelétrico brasileiro, resoluções governamentais, exploração de recursos.

Também foram pesquisados temas ambientais como: ecologia de rios, reprodução de peixes migradores, impactos de represas sobre a ictiofauna, fragmentação de habitat aquáticos, hábitat reprodutivos de peixes, trabalhos realizados na área de estudo (rio Uruguai), análise de fragilidades ambientais em sistemas aquáticos, entre outros.

Com base nos temas acima descritos, foram efetuadas pesquisas nas seguintes fontes digitais: Portal Periódicos CAPES, SciELO – Scientific Electronic Library Online e fontes disponíveis na internet.

O desenvolvimento do trabalho seguiu as orientações de pesquisa bibliográfica apresentadas em Eco (1977) e Martins Jr. (2008).

## 6. REVISÃO DE LITERATURA

### 6.1. ECOLOGIA DE RIOS

Os rios são ecossistemas abertos em permanente interação com o sistema terrestre e com o ambiente em que estão inseridos.

Em meados da década de 1970 começou a evoluir o conceito de rio como ecossistema. Em 1976, Fittkau (*apud* SCHÄFER, 1984) dividiu os rios em três regiões conforme o tipo de habitat Crenal (região da fonte), Ritral (região de arroio) e Potamal (região do rio) e definiu o rio como uma seqüência de ecossistemas distintos. O rio como um sistema de fluxo despeja matéria autóctone orgânica, e principalmente inorgânica, para o sistema subsequente. Essas condições valem apenas para rios naturais que não sofram modificações antropogênica direta Figura 7 (SCHÄFER, 1984).

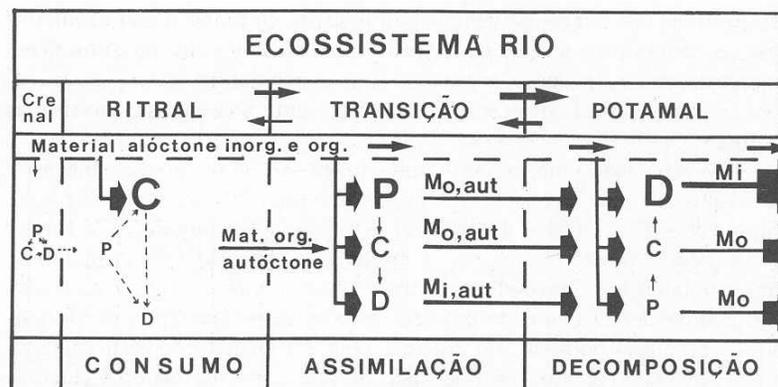


Figura 7. Ecossistema rio, onde P – produtores; C – consumidores; D – decompositores; Mo, aut – material orgânico autóctone; Mi – material inorgânico autóctone; Mi – material inorgânico; Mo – material orgânico (SCHÄFER, 1984).

A visão de Fittkau, de um rio como uma seqüência de ecossistemas, evolui para a hipótese do rio contínuo, proposta por Vannote *et. al* (1980) que prevê uma adequação dos seres vivos e dos ecossistemas conforme as mudanças externas (Figura 8). Segundo Cruz (2005, p. 9) “esta visão torna-se dominante até o início do segundo milênio, por cerca de duas décadas.”

O conceito de rio contínuo admite que os ecossistemas e as comunidades envolvidos na concepção de rio, estão em equilíbrio com o meio no qual estão inseridos. O conceito proposto por Vannote se aplica a rios naturais, sem a ação antrópica e tenta construir um modelo sintético para referenciar sistemas lóticos.

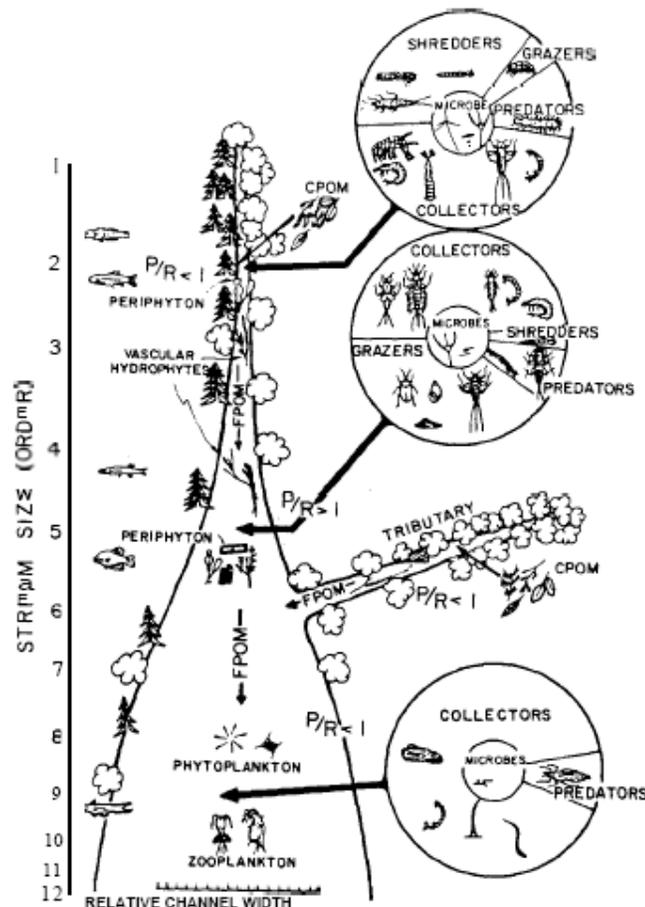


Figura 8. Hipótese do Rio Contínuo. P – produção; R – respiração. Vannote (1980).

Bretschko (1995), reconhecendo as limitações da hipótese do rio contínuo (a continuidade prevista raramente é vista na natureza), propõe a incorporação da dinâmica de manchas, provinda da Ecologia de Paisagens<sup>7</sup>, para uma atualização da hipótese do rio contínuo.

<sup>7</sup>Consiste em uma nova área do conhecimento incluída na ecologia, que estuda os efeitos do homem sobre a paisagem e o território, assim como, a importância contextual de fatores externos aos ecossistemas e seus processos biológicos (METZGER, 2001).

A proposta foi caracterizar as diferentes zonas do rio em função da distribuição relativa de manchas de habitats que apresentavam as características de cada trecho original da hipótese do rio contínuo. Os padrões associados ao estresse hidráulico e seus efeitos no tempo de existência das manchas incorporariam, assim, uma estrutura explicativa para a heterogeneidade de habitats nos rios, ou seja, o rio se comportaria como um contínuo na escala do rio inteiro e como um descontínuo na escala de cada trecho, como pode ser visto na Figura 9 (CRUZ, 2005, p. 10).

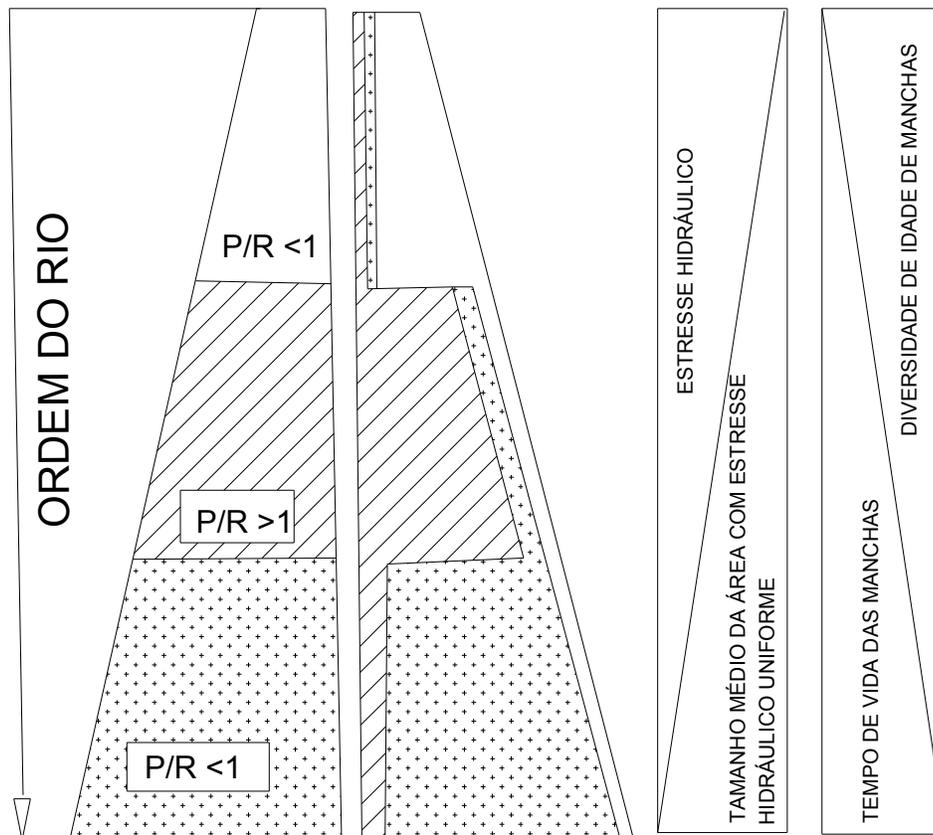


Figura 9. Dinâmica de Manchas versus Hipótese do Rio Contínuo. P – produção; R – respiração (BRETSCHKO, 1995).

Em 2002, com a incorporação da ecologia de paisagens às concepções de rios, surge à visão de rio descontínuo, que aborda a heterogeneidade manifestada na distribuição não uniforme das manchas de habitats. Assim a heterogeneidade das características (hidrológicas, ecossistêmicas, geomorfológicas e etc.) ficam manifestadas na distribuição das manchas de habitats ao longo do rio.

O reconhecimento desta heterogeneidade tem levado ao desenvolvimento da “hipótese da dinâmica de rede” por Benda *et al.* (2004). A heterogeneidade temporal

é a resposta do sistema para o regime de perturbações. Na seqüência, estudam-se os efeitos aleatórios de perturbações (cheias, fogo, temporais, etc.) sobre os efeitos das confluências, bem como o controle exercido pela estrutura da rede (CRUZ, 2005).

## 6.2 FRAGMENTAÇÃO

Um dos principais impactos causados pelos empreendimentos de barragens sobre os rios é a fragmentação. Após o barramento e o enchimento do reservatório, o rio fica fragmentado em três porções: 1) a parte a montante da represa; 2) o lago formado pela represa e 3) a parte a jusante da represa. Esta fragmentação tem impacto sobre inúmeros aspectos relacionados aos usos múltiplos dos rios.

Normalmente, os Termos de Referência para elaboração de EIAs/RIMAs somente consideravam, por exemplo, o trecho de jusante em termos de impacto sobre os usuários da água (NATURATINS, 2008). O rio não é considerado como um sistema de rede (CRUZ *et al.*, 2010).

Os impactos resultantes da implantação de uma barragem se propagam à montante através da alteração das comunidades bióticas e dos efeitos causados pela mudança do nível de base do perfil de equilíbrio do rio (CRUZ *et al.*, 2010).

A mudança do regime de lótico para lântico afeta as principais características físicas que representam as de força mais importantes do regime dos rios e reservatórios: as vazões e as cargas sedimentares associadas (CRUZ *et al.*, 2010).

Tundisi & Tundisi (2008) citam inúmeros efeitos negativos do represamento, dentre eles efeitos ambientais e sociais:

- a) Deslocamento de populações;
- b) Emigração humana excessiva;

- c) Perda de biodiversidade (espécies únicas); deslocamento de animais selvagens;
- d) Degradação da qualidade hídrica local;
- e) Barreira a migração de peixes.

As flutuações nos níveis e intensidade dos pulsos liberados pela represa são responsáveis pelos maiores impactos sobre a porção à jusante dos rios. Essas flutuações podem acarretar variações no tempo de retenção das águas no reservatório o que implica uma série de impactos a jusante: estresse hídrico à vegetação ciliar, aumento da erosão das margens, podendo produzir maiores níveis de turbidez e outros efeitos negativos sobre a qualidade da água (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

A qualidade das águas, proveniente dos pulsos devem atender as normas estabelecidas pela Resolução CONAMA 357 (2005). Segundo FEPAM (2004), o trecho barrado deve garantir a conectividade dos habitats dos peixes migradores e o regime de pulsos necessários para preservar habitats para espécies ribeirinhas (NEIFF, 1990; 2004; CRUZ, 2005).

### **6.3 IMPACTOS SOBRE ICTIOFAUNA**

Estudos relacionados a impactos de barragens sobre a ictiofauna, vêm sendo amplamente estudados (AGOSTINHO 1992 *et al.*; AGOSTINHO *et al.* 1993a; AGOSTINHO, 2004 *et al.*; SATO *et al.*, 2005; SANCHES *et al.*; 2006; LUIZ, 2006; TUNDISI & TUNDISI, 2008; MMA, 2009).

Peixes migradores necessitam de extensos trechos de rio livre de barramento para conseguir êxito reprodutivo, tornando-os animais mais sensíveis à fragmentação dos rios. Este é o ponto crucial das discussões a respeito da fragmentação de rio e seus impactos sobre a ictiofauna.

Represamentos representam alterações drásticas e definitivas na saúde dos rios, modificando significativamente as condições originais das comunidades biológicas lólicas e afetam especialmente a reprodução de peixes migradores, separando os habitats reprodutivos e de desenvolvimento já existentes.

Barragens, onde nenhum meio de transposição é instalado, levam ao bloqueio do acesso de espécies migradoras às suas áreas de reprodução e/ou desenvolvimento. “A localização da barragem condicionará o grau de redução das áreas disponíveis a estas atividades e o nível de impacto sobre as populações afetadas. (AGOSTINHO *et al.*, 1992, p. 93)”.

Agostinho *et al.* (1993b) avaliam que planícies de inundações são áreas favoráveis a desova e ao desenvolvimento inicial para espécies de peixes migradores, devido às condições favoráveis que oferecem. Logo, o sucesso reprodutivo de peixes de piracema se torna dependente de grandes enchentes para que possam alcançar as planícies, uma vez que as vazões de cheia que apresentam maior recorrência à jusante da barragem podem ser diminuídas pelo empreendimento hidrelétrico.

Agostinho *et al.* (2004) acenam, ainda, para uma possível perda da variabilidade genética por parte de peixes migradores em função da fragmentação dos sítios de desova. Também indicam a ausência virtual de grandes migradores, no caso do Alto rio Paraná, que hoje são capturados apenas esporadicamente, devido ao elevado número de barramentos daquela bacia. Sanches *et al.* (2006) e Sato *et al.* (2005) relatam a diminuição na representatividade de peixes migradores após o barramento em diferentes áreas de estudo, respectivamente, barragem Porto Primavera (rio Paraná) e represa de Três Marias (rio São Francisco). A mesma proporção na diminuição de indivíduos de uma mesma espécie pode ser observada na diminuição do total de espécies dentro de um reservatório, antes e depois de seu barramento. No caso da represa de Itaipu no rio Paraná foram identificadas 113 espécies de peixes, antes do reservatório, destas, 20 não foram encontradas no ambiente do reservatório, e entre estas, 5 não foram mais capturadas no trecho brasileiro da represa (AGOSTINHO *et al.*, 1992).

Represas, em geral, apresentam uma produtividade de pesca maior que o rio antes do barramento, porém, ocorre uma substituição das espécies de maior porte e valor comercial maior por espécies rústicas e menores, com reflexos na lucratividade e na estratégia de pesca (COMASE, 1995).

A jusante das barragens os impactos sobre a reprodução de peixes migradores de grande porte, mais especificamente sobre a desova, parecem ser os mais graves (AGOSTINHO *et al.*, 1993a). O que reflete na diminuição do estoque pesqueiro abaixo do reservatório e afeta negativamente o recrutamento anual das populações.

Dados sobre os impactos dos barramentos sobre os estoques de peixe ainda são escassos. Deste modo, limitam estratégias de manejo e conservação eficazes.

Dessa maneira, o uso de comprimentos de trechos livres de rio que tem potencialidade para sustentação de populações de peixes migradores e a existência de conectividade com o rio principal são variáveis importantes para o planejamento e avaliação prévia de impactos causados por barramentos sobre o ecossistema aquático (MMA, 2009).

#### **6.4 ÁREA DE ESTUDO**

De acordo com SRH (2006), o Rio Uruguai é formado da confluência do rio Pelotas com o rio Canoas, a partir daí percorre um percurso de 2.200km de extensão, até a sua foz no estuário do rio da Prata. Após a confluência de seus formadores, o rio Uruguai escoar na direção leste-oeste constituindo a divisa entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Recebe importantes contribuições dos rios do Peixe, Irani, Chapecó e Antas (margem direita ou Catarinense) e ainda dos rios Apuaê (ou Ligeiro), Inhandava (ou Forquilha), Passo Fundo, da Várzea e Guarita (afluentes da margem esquerda ou Gaúcha). Ao receber as águas do rio Peperi-Guaçu, toma a direção sudoeste, passando a seu trecho fronteiro, onde recebe as seguintes afluições, todas pela margem esquerda (em território nacional): Turvo, Santa Rosa,

Santo Cristo, Ijuí, Piratini, Icamaguã, Butuí e Ibicuí. Após a afluência do rio Quaraí, deixa de banhar o território brasileiro, dirigindo-se para o sul, passando a dividir a Argentina e o Uruguai, até sua foz.

No contexto do uso múltiplo dos recursos hídricos, a Região Hidrográfica do Uruguai apresenta um grande potencial hidrelétrico com uma capacidade total, considerando os lados brasileiro e argentino, de produção de 40,5 KW/km<sup>2</sup>, uma das maiores relações energia/km<sup>2</sup> do mundo (SRH, 2006).

A área total da bacia do rio Uruguai é de 385.000 km<sup>2</sup>, sendo que 45% está situada em território nacional, perfazendo 174.412 km<sup>2</sup>. A Região Hidrográfica do Uruguai atinge, em território nacional, os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. No ano 2000 possuía uma população de 3.834.654 habitantes, conforme IBGE.

De acordo com RADAMBRASIL (1986, 2005 *apud* MMA, 2009), o clima da Bacia Hidrográfica do Alto - Uruguai é temperado, apresentando uma regular distribuição de chuvas durante todo o ano, porém com alguma elevação no período de maio a setembro, coincidindo com o inverno.

Segundo O MMA (2006), a qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai pode ser considerada boa, principalmente quando comparada à realidade de outras regiões hidrográficas do país. As principais fontes de poluição na Bacia são: poluentes oriundos da ocupação urbana - esgoto doméstico - efluentes industriais, nas áreas de maior concentração de indústrias, efluentes oriundos da criação de suínos – mais concentrado na região do alto Uruguai – e efluentes agrícolas oriundos principalmente das lavouras de irrigação.

Um dos principais problemas enfrentados na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, relacionados os usos múltiplos das águas, são as secas e as enchentes. Nos verões de 2003/2004 e 2004/2005 uma grave estiagem atingiu a região da bacia. Segundo a Defesa Civil do Rio Grande do Sul, no verão de 2004/2005 praticamente a totalidade dos Municípios da Bacia decretaram em situação de emergência devido à estiagem (MMA, 2009). Os casos mais graves foram nas áreas de plantio de soja não irrigada, onde a perda da produção foi ainda maior. Ainda, problemas de

abastecimento na região norte da Bacia, onde houve sério e intenso racionamento. Além disso, são freqüentes os relatos de elevada exploração dos cursos de água da Bacia, principalmente na área de concentração rizícola, de modo a rebaixar os níveis dos rios a cotas inferiores às que podem ser registradas nas estações fluviométricas.

Casos de enchentes também são relatados na bacia do Rio Uruguai, atingem principalmente, às populações ribeirinhas ao longo do curso principal e também de alguns outros contribuintes. Como normalmente ocorrem, as áreas sujeitas á alagamentos estão ocupadas pela população urbana de baixa renda, agravando os problemas sociais já existentes.

Segundo o MMA (2009), 2.621 pescadores do rio Uruguai (Figura 10), cadastrados na SEAP (Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca), tem a pesca como uma das principais fontes de renda, ou então, complementam a renda familiar com a atividade de pesca artesanal. Logo, serão diretamente atingidos pelos represamentos, uma vez que, em alguns trechos do rio, os pescadores já exploram um pescado reduzido devido a empreendimentos hidrelétricos (à jusante de Foz do Chapecó e a montante da UHE Barra Grande). O trecho remanescente de rio contínuo no rio Uruguai, se estende da UHE Foz do Chapecó até o reservatório da UHE Salto Grande (Uruguai) e tem 962 km de rio livre de barramento, este trecho é o que mantém os estoques pesqueiros no rio Uruguai Médio (MMA, 2009), que por sua vez é explorado pelos pescadores. A Tabela 1 traz uma lista dos peixes migradores de maior interesse comercial do rio Uruguai.

<b>NOME COMUM</b>	<b>NOME CIENTÍFICO</b>
Bocudo	<i>Steindachneridion scripta</i>
Dourado	<i>Salminus brasiliensis</i>
Grumatã	<i>Prochilodus lineatus</i>
Piava	<i>Leporinus obtusidens</i>
Piracanjuba	<i>Brycon orbignyanus</i>
Surubim-pintado	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>

Tabela 1. Nome comum e científico dos peixes migradores do rio Uruguai, com maior interesse comercial.





## 6.5 ESTUDOS NA ÁREA

Dentro da área de estudo (bacia do rio Uruguai), alguns trabalhos merecem destaque nessa revisão.

Trabalhos realizados pela C.A.R.U (Comisión Administradora del Rio Uruguay) organização internacional criada pelos governos da Argentina e Uruguai em 1975, indicam que peixes migradores podem utilizar as lagoas marginais como berçário e assim regular o estoque pesqueiro de *Prochilodus lineatus* (Grumatã) na área de estudo (C.A.R.U; 2009). A diminuição e as variações das vazões de pulsos causados pelos empreendimentos hidrelétricos afetam diretamente a manutenção dos estoques (AGOSTINHO *et al.*, 1993a), assim sendo, a implementação do Complexo Garabi teria um profundo impacto sócio-ambiental sobre o pescado na região do Médio Uruguai.

C.A.R.U ainda aponta o Médio Uruguai como a região aonde encontram-se, dentro das porções finais do rio Uruguai (médio e baixo), maior abundância de larvas da ordem Siluriformes, a maior abundância de Sábalo-Grumatã *Prochilodus lineatus* (migrador) e voga (migrador), peixes de alto valor comercial, além da maior abundância de ovos de peixes em geral (C.A.R.U., 2008). O que ressalta ainda mais a importância da manutenção dos trechos de rio livres remanescentes o rio Uruguai, sendo que estes são essências para o sucesso reprodutivo de grandes peixes migradores.

O dourado *Salminus brasiliensis* é um dos peixes migradores, da bacia do rio Uruguai, que apresentam o maior valor comercial e também é de grande interesse da pesca esportiva. Esta espécie efetua grandes migrações, segundo Hann (2007) podem alcançar 400 km de deslocamento dentro da bacia do rio Uruguai. As migrações são essenciais para que a espécie consiga alcançar os habitats de reprodução, crescimento, alimentação, necessários para completar o seu ciclo de vida.

Hann (2007) também demonstra que o incremento das pesquisas nesta área, reprodução e deslocamento de peixes migradores, será de extrema importância no conhecimento e conservação dos estoques de peixes migradores em toda a bacia do rio Uruguai.

As atividades de monitoramento de ictiofauna apresentadas no relatório técnico da área de influencia da UHE Foz do Chapecó (MEIO AMBIENTE ACESSORIA E CONSULTORIA, 2007), a jusante e a montante da barragem, antes do início das obras (2007), apontam para a presença de peixes migradores na área de estudo e para a insatisfação da maioria dos pescadores entrevistados, com a implementação da barragem, por temerem a baixa no nível de água no rio a jusante da barragem e o assoreamento, o que ocasiona diminuição na quantidade de peixes e até mesmo uma concentração de poluente (sujeiras).

Outro relatório de monitoramento de ictiofauna em empreendimentos hidrelétricos no rio Uruguai, referente à UHE Machadinho e adjacências, realizado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária da UFSC, através do Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce – LAPAD (2005) indica um único local de desova, dentre os 8 amostrados pelo relatório, e desenvolvimento dos estágios iniciais de peixes<sup>8</sup>, sendo este local a jusante da barragem, no único tributário existente neste trecho do rio Uruguai, rio Ligeiro, que permanece com características de ambiente lótico. No ano seguinte os resultados das campanhas de monitoramento, LAPAD (2006), evidenciam a importância dos tributários para a atividade reprodutiva dos peixes neste trecho sob influência da usina, principalmente a jusante do empreendimento, complementando os dados já obtidos na campanha do ano anterior. No relatório seguinte, LAPAD (2007) além de confirmar a importância dos rios tributários, relata a necessidade de se realizar um levantamento das áreas de berçários existentes neste tributário (rio Ligeiro). O que indica a fragilidade de trechos de rios à jusante de barramentos, quando assinala somente um habitat de desova a jusante da barragem e este localizado em um rio tributário e nenhum habitat de desova na calha principal do rio barrado.

---

<sup>8</sup> O relatório não especifica se os ovos encontrados são referentes a espécies migradoras.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O trabalho proposto analisou os impactos causados pela possível implantação do Complexo Garabi, sobre o rio Uruguai.

A análise aborda dois pontos fundamentais: i) a necessidade de geração de energia para o desenvolvimento do país; ii) os impactos ambientais causados pela obra, principalmente sobre a ictiofauna.

Foi discutida, neste estudo, a necessidade de manutenção das condições atuais do rio para que os estoques pesqueiros se mantenham como fonte de renda para pescadores profissionais artesanais e é neste ponto que ocorrem os maiores impactos.

O barramento causa inúmeras alterações no ciclo de vida de peixes migradores (AGOSTINHO *et al.*, 1992; AGOSTINHO *et al.*, 1993a; AGOSTINHO *et al.*, 2004; SATO *et al.*, 2005; SANCHES *et al.*, 2006; LUIZ, 2006 ; TUNDISI & TUNDISI, 2008; MMA, 2009) e, principalmente, sobre migradores de grande porte como o dourado *Salminus brasiliensis* (HANN, 2007). Peixes migradores de grande porte sustentam a base da renda gerada através da pesca na região do rio Uruguai.

Entre o reservatório da UHE Salto Grande (URUGUAI) e a barragem da UHE Foz do Chapecó, existem, atualmente, 962 km de rio contínuo, sem nenhum tipo de barramento físico. Este trecho de rio livre é o que mantém os estoques pesqueiros e sobre o qual subsistem colônias de pescadores artesanais da bacia do rio Uruguai (MMA, 2009). É justamente nesse trecho de rio livre que se pretende instalar o Complexo Garabi, composto por 3 (três) hidrelétricas (Garabi, San Javier e Santa Rosa).

O rio Uruguai vem sendo amplamente explorado através dos usos múltiplos da água (abastecimento urbano, rural, industrial, dessedentação de animais) e sofre com a má utilização dos recursos hídricos (liberação de efluentes no leito do rio, desvios ilegais do curso das águas e etc.). Porém, mesmo frente a este cenário, o rio

consegue manter o seu estoque pesqueiro e com isso mantém mais de 2.621 pescadores na bacia.

Dos impactos sobre a ictiofauna, o mais relevante se dá sobre as espécies de piracema. A pesquisa realizada demonstrou que peixes migradores são as espécies mais sensíveis ao barramento dos rios, uma vez que necessitam realizar movimentos ascendentes e descendentes ao longo do rio para que obtenham o seu sucesso reprodutivo e esta característica fica suprimida em função do barramento, logo, a dificuldade encontrada pelas espécies para se reproduzir, em função da fragmentação do rio, reflete diretamente na diminuição dos estoques pesqueiros do rio.

Ao se desenvolver o presente trabalho, verificou-se uma grande demanda de estudos científicos específicos, no sentido da preservação da ictiofauna, na área de estudo. Observou-se que inúmeras perguntas não alcançam respostas quando contextualizadas na bacia do rio Uruguai, carência já relatada por Hann (2007).

Identificar habitats de reprodução, desenvolvimento e alimentação de peixes migradores, reconhecer a biologia e o comportamento destas espécies dentro da bacia, são pontos importantes na conservação e manejo dos estoques de peixes migradores. No âmbito do rio Uruguai, o conhecimento profundo destes aspectos é deficiente. Há necessidade de se encontrar possíveis locais, dentro da bacia, que possam manter os estoques de peixes migradores, uma vez seja instalado o Complexo Garabi, também identificar se o trecho de rio remanescente pós implementação das usinas, trecho este de 497 km, será suficiente para que o ciclo de vida das espécies migradoras de grande porte se complete, e ainda, identificar quais tributário, se é que eles possuem essa característica, possam manter os estoques pesqueiros do rio.

Estudos sobre: dinâmica populacional de ictiofauna (sobretudo de espécies migradoras); identificação de habitats; deslocamentos das espécies de piracema na bacia hidrográfica; variabilidade genética de espécies migradoras, estes estudos, entre outros, poderiam ajudar a responder a estas questões.

Há a necessidade de se preencher estas lacunas para que as medidas, a serem tomadas pelos órgãos licenciadores/tomadores de decisão, possam ser efetivas no seu objetivo.

O desconhecimento desses dados, frente à possível implementação de um empreendimento hidrelétrico como o Complexo Garabi, põe em risco a manutenção dos estoques pesqueiros do rio Uruguai, assim como as colônias de pescadores que dele dependem. Nesse momento, pré-instalação do complexo, e de desconhecimento científico, faz-se uso do Princípio da Precaução, que diz:

De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental (MACHADO, 2009 pag. 68).

Com base em todos os dados apresentados neste trabalho, recomenda-se a postergação da tomada de decisão pela implantação do Complexo Hidrelétrico Binacional Garabi, até o momento do preenchimento das principais lacunas do conhecimento científico, a fim de que a sociedade possa fazer um verdadeiro balanço entre impactos positivos e negativos.

## 8. REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A; JULIO JÚNIOR, H.F; BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Revista UNIMAR**. Maringá. 14(suplemento): 089-107. 1992.

\_\_\_\_\_. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de Itaipu. **Revista UNIMAR**. Maringá. v.15, supl., p.175-189, 1993a.

\_\_\_\_\_. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. **Rev. Hydrobiol. trop. BRASIL**. v. 26, nº 1, p. 79-90, 1993b.

\_\_\_\_\_. **As escadas de peixes no contexto da conservação de recursos naturais**. Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia, Porto Alegre, n.67, p.8-11, 2002a.

\_\_\_\_\_. Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. **River research na application**. v.32, p14-20. 2002b.

\_\_\_\_\_. Migratory Fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil". In: J. CAROSFELD, B. HARVEY, A. BAER, C. ROSS (eds). **Migratory Fishes of South America: Biology, social importance and conservation status**. World Fisheries Trust. 2004.

\_\_\_\_\_. Fish ladder of Lajeado Dam: migrations on one-way routes?. **Neotropical Ichthyology**. 5(2):121-130, BRASIL. 2007.

ANTONIO, R.R *et. al*. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? **Neotropical Ichthyology**, 5(2):177-184, 2007.

BENDA, L *et. al*. The Network Dynamics Hypothesis: How Channel Networks Structure Riverine Habitats. **Bioscience**. v. 54, nº. 5. p 413-427. 2004.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433/97**, de 8 de Janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal (1988) e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRETSCHKO, G. River/Land Ecotones: Scales and Patterns. **Hydrobiologia**. vol. 303, p. 83-91. 1995.

CAROSFELD, B. HARVEY, A. BAER, C. ROSS (eds). **Fishes of the Upper Paraná River Basin**. Brazil. 2004. In: J. Migratory Fishes of South America: Biology, social importance and conservation status. World Fisheries Trust.

C.A.R.U. Comisión Administradora del Río Uruguay. Ictioplancton de peces migratorios. Investigaciones sobre ictioplancton en el río Uruguay (1990-2008). **Publicações**. 2009. Disponível em: <http://www.caru.org.uy/Fuentes.pdf>. Acesso em: 29 de abril de 2010.

\_\_\_\_\_. Programa de Conservación de La Fauna Íctica y los Recursos Pesqueros del Río Uruguay. **Publicações**. 2009. Disponível em: <http://www.caru.org.uy/pdf2005.pdf>. Acesso em: 29 de abril de 2010.

\_\_\_\_\_. Reseña Histórica. 2010. Disponível em: <http://www.caru.org.uy/resenah.html>. Acesso em 10/06/2010

CMR. COMISSÃO MUNDIAL DE REPRESAS = WORLD COMMISSION ON DAMS. **Represas e Desenvolvimento: um novo quadro para a tomada de decisão. O Relatório da Comissão Mundial de Represas**. Londres: Earthscan Publications Ltd. 2000.

COMASE. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Comase – Comitê coordenador das atividades de meio ambiente do setor elétrico. **Seminário Sobre A Fauna Aquática e O Setor Elétrico Brasileiro**. Rio De Janeiro. 1995.

CONAMA . Conselho Nacional Do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Publicado no Diário Oficial da União. 1986.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**. 2005.

CRUZ, Rafael Cabral. **Prescrição De Vazão Ecológica: Aspectos Conceituais e Técnicos Para Bacias Com Carência de Dados**. Porto Alegre. 2005.

\_\_\_\_\_. Tendências na Análise de Impactos da Implementação de Barragens: Lições Do Estudo De Caso Das Barragens De Uso Múltiplo Da Bacia Do Rio Santa Maria. **RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. 2010. v. 15 nº 1

CUNICO, A. M *et. al.* Influência do nível hidrológico sobre a assembléia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum**. Maringá. v. 24, n. 2, p. 383-389, 2002.

EBIO - BIO E MEIO AMBIENTE ACESSORIA E CONSULTORIA. **Relatório Técnico**: monitoramento da produtividade pesqueira e da qualidade do pescado antes do início das obras, etapa II. Turvo/SC. 2007.

ECO, Umberto. **Como se faz uma tese**. São Paulo: Perspectiva S.A. Brasil. 1977. 170 p.

EIA. Energy Information Administration. **Long-Term World Oil Supplies**. 2003.

ELETROBRAS/SIPOT. Centras Hidrelétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRAS. SIPOT. **Potencial Hidrelétrico Brasileiro por Bacia**. 2005.

\_\_\_\_\_. **Potencial Hidrelétrico Brasileiro por Bacia Hidrográfica**. 2010.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler e UFSM. Universidade federal de Santa Maria. **Análise de Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica dos rios Apuaê-Inhandava, situada na Região Hidrográfica do rio Uruguai**: Relatório Técnico Final. Santa Maria: FEPAM/UFSM. 2005. 86 p.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler e UFRGS - Universidade federal do Rio Grande do Sul. **Análise de Fragilidades Ambientais e da Viabilidade de licenciamento de Aproveitamentos Hidrelétricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Ijuí e Butuí-Piratinim-Icamaquã, Região Hidrográfica do Rio Uruguai – RS**. Porto Alegre: FEPAM/UFRGS. 2004. 138p.

FERNANDEZ, D. R *et. al.* Environmental factors related to entry into and ascent of fish in the experimental ladder located close to Itaipu Dam. **Neotropical Ichthyology**. BRASIL 5(2):153-160, 2007.

HAHN, L .**Deslocamento de peixes migradores no rio Uruguai e no sistema misto de migração da barragem de Itaipu**. Maringá, 2007.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Instrução Normativa nº 194**. 2008.

LAPAD. UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce – LAPAD. **Relatório Semestral: monitoramento e manejo da ictiofauna**. 2005.

\_\_\_\_\_. **Relatório Semestral: monitoramento e manejo da ictiofauna**. 2006.

\_\_\_\_\_. **Relatório Semestral: monitoramento e manejo da ictiofauna**. 2007.

LUIZ, E. A. **Influência da construção da hidrelétrica do rio Jordão sobre a ictiofauna: impactos e colonização**. Maringá. 2006.

LUZ, C. D. G *et. al.* Caracterização trófica da ictiofauna de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum**. Maringá., v. 23, n. 2, p. 401-407, 2001.

LUZ, S. C. S. Estrutura da assembléia de peixes de uma lagoa marginal desconectada do rio, no submédio Rio São Francisco, Pernambuco. **Biota Neotropica**. [S.l.]. vol.9, nº3. 2009.

MACHADO, Paulo Afonso. **Diretório Ambiental Brasileiro**. 17. ed. São Paulo: Malheiros Editores.2009. 1.136 p.

MARTINS JUNIOR, Joaquim. **Como escrever trabalhos de conclusão de curso: instruções para planejar e montar, desenvolver, concluir, redigir e apresentar trabalhos monográficos e artigos**. 2. ed. Petrópolis: Vozes. 2008. 222 pag.

METZGER , J. P . O que é ecologia de paisagens?. **Biota Neotropica**. Campinas/SP. v1n1/2. 2001.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Desenvolvimento Metodológico E Tecnológico Para Avaliação Ambiental Integrada Aplicada Ao Processo De Análise De Viabilidade De Hidrelétricas – FRAG-RIO**. 2009.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. RESOLUÇÃO nº 32, de 15 de outubro de 2003. **Diário Oficial da União**.

\_\_\_\_\_. **Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai**. Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília, 2006. 128 p.

\_\_\_\_\_. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017 - Capítulo VIII: PRINCIPAIS INDICADORES DA EXPANSÃO**. 2008.

\_\_\_\_\_. **Desenvolvimento Metodológico E Tecnológico Para Avaliação Ambiental Integrada Aplicada Ao Processo De Análise De Viabilidade De Hidrelétricas – FRAG-RIO**. 2009.

NATURATINS - Instituto Natureza do Tocantins. **Termo de Referência para Elaboração de EIA-RIMA – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental de Empreendimentos Aquícolas Convencional**. Palmas: NATURATINS. 2008. Disponível em: <http://central2.to.gov.br/arquivo/12/2995>. Acesso em: 02/06/2010.

NEIFF, Juan José. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. **Interciência**. v.15, n. 6, 1990. p. 424-441

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais, folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguiana e SI.22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. v. 33. 1986.

\_\_\_\_\_. **Levantamento de recursos naturais, folha SG.22 Curitiba e parte da folha SG 21 Assuncion**: Rio de Janeiro: IBGE. vol .34. 2005.

RINGUELET, R.A. **Zoogeografia y ecologia de los peces**. Econosur. Argentina. 2(3):1-122. 1975. *apud* SCHÄFER, Alois. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre: Ed. da Universidade, UFRGS, 1984.

SANCHES, P.V *et. al.* Flow Regulation By Dams Affecting Ichthyoplankton: The Case Of The Porto Primavera Dam, Paraná River, Brasil. **River Research And Applications**. 22: 555–565. 2006. Disponível em: <http://www.interscience.wiley.com>. Acesso em: 12/06/2010.

SATO, Yoshimi *et. al.* Influence Of The Abaeté River On The Reproductive Success Of The Neotropical Migratory Teleost *Prochilodus Argenteus* In The São Francisco River, Downstream From The Três Marias Dam, Southeastern Brazil. **River Research And Applications**. 21: 939–950. 2005. Disponível em: <http://www.interscience.wiley.com>. Acesso em: 09/06/2010.

SCHÄFER, Alois. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre: Ed. da Universidade, UFRGS, 1984.

SRH - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos. Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**: volume 1. Brasília. 2006. Disponível em: <http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>. Acesso em: 25/09/2009.

TUNDISI, José Galiza.; TUNDISI, Takako Matsura. **Limnologia**. – São Paulo: Oficina de textos, 2008. p. 631.

VANNOTE, R. L *et. al.* The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. vol. 37. p. 130-137. 1980.