

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE  
MESTRADO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE**

**VARIAÇÕES NOS PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DA ICTIOFAUNA A  
MONTANTE E A JUSANTE DA USINA HIDROELÉTRICA DO LAJEADO**

**JOSÉ LOPES SOARES NETO**

**PALMAS-TO  
ABRIL DE 2005**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**JOSÉ LOPES SOARES NETO**

**VARIAÇÕES NOS PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DA ICTIOFAUNA A  
MONTANTE E A JUSANTE DA USINA HIDROELÉTRICA DO LAJEADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em “Ciências do Ambiente”, da Universidade Federal do Tocantins, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elineide Eugênio Marques**

**PALMAS-TO  
ABRIL DE 2005**

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S676v Soares Neto, Jose Lopes

Variações nos padrões espaço-temporais da ictiofauna a montante e a jusante da Usina Hidroelétrica do Lajeado. / Jose Lopes Soares Neto. – Palmas : UFT, 2005.

32 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Tocantins, Curso de Pós-Graduação em Ciência do Ambiente, 2005.

Orientadora: Profª. Drª. Elineide Eugênio Marques.

1. Barramento. 2. Impacto. 3. Dinâmica espacial e temporal. 4. Assembléia de peixes. I. Título.

**CDU 504**

**Bibliotecário: Paulo Roberto Moreira de Almeida**  
**CRB-2 / 1118**

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**JOSÉ LOPES SOARES NETO**

**VARIAÇÕES NOS PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DA ICTIOFAUNA A  
MONTANTE E A JUSANTE DA USINA HIDROELÉTRICA DO LAJEADO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente, pela seguinte banca examinadora:

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elineide Eugênio Marques

---

Prof. Dr. Carlos Sérgio Agostinho

---

Prof. Dr. Ângelo Antônio Agostinho

---

Prof. Dr. Paulo Henrique Franco Lucinda

**PALMAS-TO  
ABRIL DE 2005**

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, pela concessão da possibilidade de poder viver diversas experiências, exercitar a fé, humildade e alcançar o aprendizado.*

*A Jesus Cristo, Santíssima Maria, ao Divino Espírito Santo e a São José, pelo restabelecimento constante de forças.*

*A toda minha família, em especial minha filha, mulher, mãe, pai, irmãos e cunhada, por contribuírem imensuravelmente a este estudo, doando os momentos de convívio familiar, tão importantes para nós.*

*À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elineide Eugênio Marques, não só pela valorosa orientação científica deste estudo, mas pelos ensinamentos de humildade e ética profissional, além da amizade, constante incentivo, e descoberta mútua das vantagens do método “ora pois”.*

*Ao Prof. Dr. Carlos Sérgio Agostinho, pelas contribuições durante a execução deste trabalho, e incentivo, em especial durante a disciplina de Ictiologia.*

*Ao Prof. M.Sc. Rafael José de Oliveira, pelas contribuições estatísticas, tão fundamentais à conclusão deste estudo.*

*Ao Núcleo de Estudos Ambientais (Neamb) da Universidade Federal do Tocantins, à Fundação Universidade do Tocantins e à Investco S/A, pela concessão dos dados aqui analisados.*

*Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura - Nupelia, em nome dos Profs Drs Ângelo Antônio Agostinho, Luis Carlos Gomes, e dos alunos de Pós-Graduação M.Sc. Fernando Pelicice e Rodrigo Fernandes.*

*Ao Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS, por despertar em mim, a sensibilidade às questões ambientais, e nova ideologia de vida.*

*Ao Engenheiro Sanitarista Isac Braz da Cunha, Presidente do Naturatins, amigo e chefe paciente, pela contribuição a este trabalho, compreendendo minhas ausências nos momentos trabalhistas mais difíceis.*

*Ao Biólogo Augusto Alves de Almeida, pelo atendimento às solicitações sempre de última hora.*

*Ao Engenheiro Florestal Marcelo Mendonça, pelo empréstimo de bibliografia.*

*Aos funcionários do Núcleo de Estudos Ambientais – Neamb, em nome da Bióloga Iriene Siqueira Freitas, pelas inúmeras contribuições.*

*Ao amigo Walter Marques de Souza, pelo auxílio irrestrito, nos momentos de dificuldade.*

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1. Valores de temperatura, transparência, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido em diferentes locais e fases de estudo. São apresentados os valores médios, o erro padrão da média (entre parênteses), os valores mínimos e máximos e o número de observações (n)..... 8

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação do nível a montante e a jusante da barragem da UHE Lajeado. ....	8
Figura 2 - Localização das estações de coleta (tfun=Funil; laje=rio Lajeado e tpor=Tocantins Porto Nacional). .....	9
Figura 3 – Variação na captura por unidade de esforço (ind/1.000 m <sup>2</sup> rede/24 h) das ordens nas diferentes fases de estudos. ....	12
Figura 4 – Variação na captura por unidade de esforço (ind/1.000 m <sup>2</sup> rede/24 h) das famílias nas diferentes fases de estudos. ....	12
Figura 5 - Escores das amostras (estações de amostragem – mês) (○=Funil; ▲=Lajeado; +=Porto Nacional) ao longo dos dois principais eixos da DCA (histograma = valores médios por estação de amostragem). ....	13
Figura 6 - Escores das amostras (estações de amostragem-mês) ao longo dos dois primeiros eixos da DCA (○=Funil; ▲=Lajeado; +=Porto Nacional), por fase considerada (A=rio; B=enchimento; C=reservatório) e valores médios dos escores por estação de amostragem (histograma). ....	15
Figura 7 - Variação temporal dos escores (TFUN: Funil; LAJE: Lajeado e TPOR: Porto Nacional), derivados do primeiro eixo da DCA, obtidos em cada estação de amostragem. A seta da esquerda indica a primeira alteração de nível d'água (concretagem dos vãos rebaixados), a seta intermediária indica o início do enchimento do reservatório, e seta da direita indica o término do enchimento do reservatório e abertura da escada de peixes. .....	16
Figura 8 - Escores das amostras (estações de amostragem-mês) ao longo dos dois primeiros eixos da DCA (○=Funil; ▲=Lajeado; +=Porto Nacional), por estação de amostragem (A=Funil; B=Lajeado; C=Porto Nacional) e valores médios dos escores por fase de amostragem (histograma). ....	18
Figura 9 - Curvas de rarefação de espécies para cada estação de amostragem e fase de estudo (rio: círculos vazios; enchimento: quadrados preenchidos e reservatório: cruz). ....	18
Figura 10 – Valores médios dos índices de riqueza. Comparação entre os postos de cada estação nas diferentes fases (letras sobre as barras) e comparação entre os postos das estações em cada fase: (letras no interior das colunas), sendo que letras diferentes indicam diferenças significativas. ....	19
Figura 11 – Média dos valores logaritmizados de CPUE. Comparação entre os postos de cada estação nas diferentes fases (letras sobre as barras) e entre os postos das estações em cada fase (letras no interior das colunas). Letras diferentes indicam diferenças significativas. ....	20
Figura 12 – Valores médios dos índices de diversidade. Comparação entre os postos de cada estação nas diferentes fases (letras sobre as barras) e entre os postos das estações em cada fase (letras no interior das colunas). Letras diferentes indicam diferenças significativas. ....	20
Figura 13 – Valores médios dos índices de equitabilidade. Comparação entre os postos de cada estação nas diferentes fases (letras sobre as barras) e entre os postos das estações em cada fase (letras no interior das colunas). Letras diferentes indicam diferenças significativas. ....	21
Figura 14 - Curvas de relação espécie x abundância estabelecidas com base nas capturas nas diferentes estações de amostragens nas diferentes fases. ....	22

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2 . REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Ambiente de estudo.....	4
2.2. Inventário hidrelétrico do rio Tocantins.....	4
2.3. Ictiofauna do rio Tocantins.....	5
2.4. Impactos de barramentos hidrelétricos sobre a ictiofauna .....	5
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
3.1. Área de estudo: caracterização e localização das estações de amostragem.....	6
3.2. Coleta dos dados .....	10
3.3. Análise dos dados.....	10
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
4.1. Composição e abundância da ictiofauna na área de estudo.....	11
4.2. Padrões espaciais e temporais na estrutura da assembléia. ....	13
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>28</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## VARIAÇÕES NOS PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DA ICTIOFAUNA A MONTANTE E A JUSANTE DA USINA HIDROELÉTRICA DO LAJEADO

### RESUMO

O presente estudo objetiva analisar as alterações ictiofaunísticas decorrentes da formação do reservatório da UHE Lajeado, bem como, as variações espaço-temporal na composição de espécies e na diversidade das assembléias de peixes visando testar a hipótese de que a barragem do Lajeado, localizada no rio Tocantins, afetou de modo distinto a ictiofauna a montante e a jusante do barramento. Para tanto, foram procedidas amostragens nas estações Tocantins-Funil (jusante), Lajeadinho e Tocantins-Porto Nacional (montante) no período de outubro de 1999 a setembro de 2004, representando as fases rio (out99 a set01), enchimento (out01 a fev02) e reservatório (mar02 a set04). As informações de captura por unidade de esforço (CPUE/m<sup>2</sup>/24h) foram analisadas utilizando a análise de correspondência com remoção do efeito do arco (DCA). As diferenças espaciais e temporais nas capturas e entre os grupos (locais e fases) foram avaliadas através da aplicação dos testes Kruskal-Wallis e Dunn aos valores dos escores da DCA após suas ordenações específicas. A análise dos dados mostrou que a mudança no ambiente decorrente da formação do reservatório, alterou a composição e abundância da ictiofauna à montante e à jusante do barramento de forma significativa, promovendo aumento da dominância, riqueza, rendimento pesqueiro, diversidade e homogeneização das assembléias de peixes na fase enchimento. A formação do reservatório ocasionou extinção local de 17 espécies e a ocorrência de 29 espécies, não registradas nas fases rio e enchimento, revelando um estágio de acomodação das assembléias de peixes às mudanças ambientais impostas pelo represamento.

**Palavras-chave:** rio Tocantins; barramento; impacto; dinâmica espacial e temporal; assembléia de peixes.

## VARIATIONS IN THE SPATIAL AND TEMPORAL PATTERNS OF ICHTHYOFAUNA UPSTREAM AND DOWNSTREAM THE LAJEADO HYDROELECTRICAL DAM

### ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the ichthyofaunistic changes resulting from the construction of the Lajeado Hydroelectrical Dam, as well as the space and temporal variations in species composition and diversity of fish assemblages in order to test the hypothesis that the Lajeado Hydroelectrical Dam, located in the Tocantins River, affected the upstream and downstream fish fauna in distinct ways. Samplings were carried out from October-1999 to September-2004 in three different locations: Tocantins-Funil (downstream), Lajeado and Tocantins-Porto Nacional (upstream), which represented the river phase (from Oct-99 to Sep-2001), the accomplish phase (from Oct-01 to Feb-02) and the reservoir phase (from Mar-02 to Sep-04). Informations on catch per unit of effort (CPUE/m<sup>2</sup>/24h) were analyzed using the detrended correspondence analysis (DCA). Space and temporal differences in catch and among groups (local and phases) were evaluated by applying the Kruskal-Wallis and Dunn tests on the scores of the DCA following its specific ordinations. The analysis of the data showed that the environmental changes resulting from the reservoir formation altered the composition and abundance of upstream and downstream fish fauna in a significant way. It resulted in an increase in dominance, richness, species diversity and a homogenization of the fish assemblages during the accomplish phase. The reservoir formation caused local extinction of 17 species and the occurrence of 29 species not registered in the river and accomplish phases, revealing a fish assemblage adaptation period related to environmental changes imposed by the dam.

Key words: Tocantins River; dam; impact; space and temporal dynamics; fish assemblage

## 1. INTRODUÇÃO

A fragmentação de cursos de água resultante da construção de reservatórios causa diversos impactos a ictiofauna e, muitos deles, estão associados à modificação dos padrões de distribuição e abundância entre as espécies e composição das assembléias biológicas (AGOSTINHO et al., 1999) decorrentes, em geral, da alteração na dinâmica da água e de suas características físicas, químicas e biológicas, da perda de áreas de várzea, do bloqueio de rotas migratórias e da regulação da vazão em trechos a jusante. A proliferação de espécies não-migradoras, em geral de pequeno porte e pré-adaptadas aos ambientes lênticos e a depleção populacional ou mesmo extinções locais de grandes migradores são fenômenos recorrentes. No rio Tocantins este fato torna-se relevante considerando a diversidade da ictiofauna da bacia e a velocidade com que novos projetos hidroelétricos são implementados na bacia.

A investigação dos efeitos da formação do reservatório da Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães (UHE Lajeado) no rio Tocantins sobre os indicadores ecológicos, tais como abundância e diversidade de espécies, resultam em informações básicas e necessárias para a definição das medidas de proteção e manejo da taxocenose de peixes presente no novo ambiente. Os padrões de variação destes indicadores e suas alterações no espaço e no tempo, podem contribuir tanto para a elaboração do plano de manejo da ictiofauna impactada pela formação e operação do reservatório, quanto para subsidiar o processo de avaliação da viabilidade ambiental de outros aproveitamentos hidrelétricos do rio Tocantins.

O presente estudo, concebido neste contexto, visa avaliar os efeitos da formação do reservatório da Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães (UHE Lajeado), no rio Tocantins, sobre os principais atributos das comunidades de peixes com destaque para a: abundância, diversidade e riqueza de espécies, considerando-se dimensões espaço-temporais suficientemente amplas para incluir as fases de pré e pós represamento e os ambientes a montante e a jusante da barragem. Busca-se, adicionalmente, avaliar se os efeitos dos barramentos atuam de forma distinta sobre os atributos de comunidade considerando as assembléias localizadas a montante e a jusante da barragem.

## **2 . REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Ambiente de estudo**

A bacia do rio Tocantins localiza-se entre os paralelos 2° e 18° de latitude Sul e 46° e 55° de longitude oeste com uma área de drenagem de 767.000 km<sup>2</sup> totalmente localizada em território brasileiro.

Em geral, o rio Tocantins tem seu desenvolvimento no sentido sul-norte, sendo formado pela conjunção dos rios das Almas e Maranhão, cujas nascentes ocorrem no Planalto de Goiás, em níveis superiores a 925 m, percorrendo 2.500 km pelos estados de Goiás, Tocantins, Maranhão e Pará, onde deságua próximo ao estuário do rio Amazonas (PAIVA, 1982).

O relatório do Prodiat (1982) em referência ao rio Tocantins, ressalta que a rede de drenagem é razoavelmente densa, porém com afluentes na maioria de baixo volume hídrico na estação de seca, sem grandes áreas marginais alagadiças. Esses fatores concorrem para a formação de enchentes de resposta mais rápida, estimando-se um tempo de concentração de cerca de 20 dias.

O período de cheia é de outubro a abril e o de seca é de maio a setembro com os mais baixos níveis observados em setembro (RIBEIRO et al., 1995).

O relevo apresenta variações de altitudes médias entre 200 e 500 m. Na parte central da bacia, são encontradas superfícies aplainadas dissecadas em colinas, com altitudes entre 200 e 300 metros. Nos divisores, os terrenos chegam até 600 ou 700 m, formando serras como as do Estrondo em Paraíso do Tocantins, entre os rios Tocantins e Araguaia, ou chapadas sedimentares, como as do divisor entre o Tocantins e o São Francisco (PAIVA, 1982).

### **2.2. Inventário hidrelétrico do rio Tocantins.**

O Brasil conta com um dos maiores parques hidrelétricos de todo o mundo, o qual representa um potencial previsto de 79% de toda a energia elétrica produzida no país. Para o ano de 2002, havia a previsão da potência total instalada neste parque alcançar o montante de 64.330 MW (ANA, 2004).

No rio Tocantins estão previstas dez usinas hidrelétricas ao longo de seu curso principal, estando quatro em operação (UHE's Serra da Mesa, Cana Brava, Lajeado e Tucuruí), uma em implantação (UHE Peixe-Angical) e cinco planejadas (UHE's São Salvador, Ipueiras, Tupiratins, Serra Quebrada e Estreito).

### **2.3. Ictiofauna do rio Tocantins**

O conhecimento a respeito da ictiofauna da bacia do Tocantins especialmente em seu trecho alto e médio, é composto essencialmente pelos inventários ictiofaunísticos realizados quando dos estudos ambientais de empreendimentos hidrelétricos, e pelas expedições de coleta de peixes nesta bacia com destaque para a expedição da Universidade de Indiana, chefiada por Carl Ternetz, em 1923, cujo material, depositado na Califórnia Academy of Sciences representa uma das escassas fontes de informação acerca desta fauna (BÖHLKE et al, 1978), além dos trabalhos de Santos & Carvalho (1982), Bittencourt (1985), Leite & Bittencourt (1991), Merona (1986/1987), Santos & Merona (1985), realizados nos trechos mais baixos do rio Tocantins. No médio e alto rio Tocantins destacam-se os trabalhos realizados no reservatório de Serra da Mesa, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, e a jusante deste, incluindo a região da UHE Lajeado, desenvolvidos pelo Núcleo de Estudos Ambientais, vinculado a Universidade Federal do Tocantins.

A ictiofauna do rio Tocantins, devido à complexa morfogênese da bacia, apresenta um alto grau de endemismo (GÉRY, 1964). Dessa maneira, com uma origem geológica, mais antiga em relação aos rios da Amazônia Central, a bacia possui vários taxa endêmicos. O fato da bacia do Tocantins ser uma área de endemismo identificada para vários grupos de peixes de água doce neotropicais é ressaltado por GÉRY (1969), KULLANDER (1983), PLOEG (1986), VARI (1988) e SCHAEFFER (1990).

### **2.4. Impactos de barramentos hidrelétricos sobre a ictiofauna**

O represamento de mananciais superficiais acarreta profundas mudanças hidrodinâmicas, refletidas na transformação do ambiente lótico em lêntico, resultando em alterações significativas na comunidade ictiíca. Tais alterações são representadas principalmente pela redução, quando não a extinção de populações de peixes, decorrentes, essencialmente, do efeito sinérgico dos seguintes fatores: a) interrupção de rotas migratórias para áreas de reprodução e de alimentação e b) redução de áreas de desova e de criadouros. A intensidade destas alterações depende principalmente das características da fauna local, da localização dos barramentos em relação à área de distribuição da ictiofauna, das características morfométricas dos reservatórios e dos procedimentos operacionais dos mesmos (AGOSTINHO & GOMES, 1997).

Ros & Parodi (1997), em estudos sobre os impactos da represa de Salto Grande, em território argentino e uruguaio, relata que os reservatórios hidrelétricos interferem de várias formas com a dinâmica reprodutiva dos peixes, em especial dos migradores. O nível de

impacto é diferenciado, relacionando-se segundo a localização da represa em relação à rota migratória.

Barrow (1987), relatando os impactos resultantes da construção da barragem de Tucuruí, afirma que a atividade reprodutiva das espécies de peixes migradores foi afetada pela interrupção da rota migratória e pelas modificações ocorridas no ambiente com o represamento da água.

Ribeiro et al. (1995) salientam que, com a formação deste reservatório, o potencial pesqueiro do rio Tocantins, considerado por muitos como um corredor migratório, sofreu alterações significativas, em especial os grandes peixes migradores como a piramutada (*Brachyplatystoma vaillanti*) e o filhote/piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum*).

Leite (1993), com base em resultados de pesca experimental nesta área, conclui que a riqueza e a diversidade de peixes decresceram com a formação do reservatório de Tucuruí.

Petrere & Ribeiro (1994) destacam que após esse represamento, pescadores da região relatam a ocorrência de modificações nos desembarques pesqueiros, e um incremento na pesca, com aumento na captura do curimatá - *Prochilodus nigricans* e uma forte redução no estoque dos grandes bagres migradores.

Estudos desenvolvidos por Ros & Parodi (*op cit*) no rio Uruguai, concluem que as modificações experimentadas pelas comunidades de peixes da área de influência do reservatório de Salto Grande consistiram principalmente em variações de abundância relativa das espécies, com desaparecimentos de algumas delas.

Oldani (2001), relata como resultados dos estudos desenvolvidos à jusante da UHE Yaciretá no rio Paraná, que a maior parte dos peixes que sobem o rio em direção ao barramento hidrelétrico, o fazem estimulados pela velocidade da corrente da água, destacando a influência da profundidade e da velocidade do fluxo de água sobre a distribuição das altas concentrações e das rotas de migrações dos peixes em área próxima ao reservatório hidrelétrico.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudo: caracterização e localização das estações de amostragem.**

O reservatório da UHE Lajeado, localizado na área de transição entre o alto e médio rio Tocantins, segundo a divisão proposta por Paiva (1982), apresenta uma área de 626 km<sup>2</sup>, 172 km de extensão, profundidade média de 8,8m, tempo de residência de 24 dias e velocidade média superficial de 0,083 m/s. O ambiente lótico, caracterizado pela presença de corredeiras intercaladas com áreas de deposição de seixos e areia, variação sazonal no nível e

nos parâmetros físicos e químicos da água foi modificado com a formação do reservatório (Tab.1; Fig. 1).

As intervenções sobre o ambiente foram intensificadas em setembro de 2001, quando da primeira elevação do nível das águas do rio Tocantins em função dos procedimentos de concretagem dos vãos rebaixados do vertedouro. Em seguida pelo início e término do enchimento do reservatório, ocorridos em outubro de 2001 e fevereiro de 2002, respectivamente. E por último, a operação da escada de peixes, em fevereiro de 2002 (Fig. 10).

Neste estudo foram utilizadas informações obtidas em três estações de amostragem: Funil (TFUN), localizada a jusante da barragem; Lajeado (LAJE), localizada imediatamente a montante da barragem; e Porto Nacional (TPOR), localizada a cerca de 100 km a montante da barragem (Fig. 2).

A estação de coleta Funil apresenta águas lóxicas, com corredeiras, largura aproximada de 400 m, substrato constituído por areia e rochas, profundidade média de cerca de 20 m e com vegetação marginal apresentando um alto grau de degradação. Durante a fase de enchimento, a vazão do rio Tocantins foi alterada para a vazão sanitária. Após o enchimento, a operação da usina tem promovido alterações rápidas e acentuadas no nível d'água e na vazão defluente (Fig. 1).

A estação Lajeado localiza-se na desembocadura do primeiro tributário da margem esquerda do rio Tocantins à montante da barragem. As características originais (largura: 20 m; profundidade média: 2,5 m; fundo composto por rochas, cascalho e areia) foram alteradas (largura: 500 m; profundidade média: 10,5 m) a partir das primeiras alterações de nível ocorridas com a concretagem da barragem (setembro de 2001) e resultaram na alteração do ambiente lótico para lêntico e na inundação da vegetação marginal.

A estação Porto Nacional localizada a 100 km a montante da barragem, representava inicialmente um ambiente lótico intercalado com áreas de remanso e de deposição de seixos e areia (largura: 800 m; profundidade média: 9,0 m). Com a formação do reservatório, a velocidade da água e a amplitude do ambiente foram alteradas e apresenta-se, como uma área típica de reservatório (largura: 3.000 m; profundidade média de 14,0 m).

Tabela 1. Valores de temperatura, transparência, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido em diferentes locais e fases de estudo. São apresentados os valores médios, o erro padrão da média (entre parênteses), os valores mínimos e máximos e o número de observações (n).

Local	Fase	Temperatura da	Tranparência	pH	Condutividade	Oxigênio
		água (°C)	(m)		elétrica (uS/cm)	dissolvido (mg/l)
Funil	rio	28,07 (0,26)	0,64 (0,09)	7,57 (0,08)	78,71 (2,97)	8,67 (0,25)
		25,83-30,40	0,17-1,61	6,80-8,23	53,73-100,07	5,88-10,26
		n=24	n=24	n=24	n=24	n=18
	enchimento	28,58 (0,54)	0,93 (0,33)	7,13 (0,06)	75,75 (7,44)	6,64 (0,39)
		26,70-29,97	0,22-2,11	7,00-7,34	53,03-94,00	5,40-7,54
		n=5	n=5	n=5	n=5	n=5
reservatório	28,46 (0,17)	1,82 (0,12)	7,01 (0,06)	74,67 (2,77)	5,95 (0,19)	
	26,07-29,70	0,19-2,94	6,25-7,59	18,63-92,53	4,01-7,93	
	n=31	n=31	n=31	n=31	n=31	
Lajeadinho	rio	25,85 (0,28)	0,84 (0,08)	6,24 (0,16)	20,60 (5,65)	8,55 (0,22)
		23,80-29,47	0,20-1,69	4,90-7,64	5,32-95,77	6,27-10,22
		n=24	n=24	n=18	n=20	n=18
	enchimento	29,21 (0,83)	0,96 (0,24)	6,28 (0,33)	42,32 (15,06)	5,14 (0,30)
		27,53-32,33	0,39-1,63	5,56-7,22	17,71-95,33	4,23-5,85
		n=5	n=5	n=5	n=5	n=5
reservatório	29,57 (0,19)	1,83 (0,09)	7,25 (0,08)	64,80 (2,78)	6,78 (0,17)	
	27,73-31,97	0,91-3,30	6,20-8,65	26,60-85,67	4,98-9,16	
	n=31	n=31	n=31	n=31	n=31	
Porto Nacional	rio	27,99 (0,18)	0,69 (0,10)	7,58 (0,09)	82,27 (2,54)	8,22 (0,19)
		26,40-29,65	0,13-1,85	6,40-8,27	54,80-98,87	6,13-9,99
		n=23	n=23	n=23	n=23	n=21
	enchimento	29,29 (0,47)	0,58 (0,12)	7,26 (0,33)	64,78 (13,67)	6,26 (0,66)
		28,23-30,50	0,40-1,04	6,31-8,18	14,83-88,90	3,90-7,38
		n=5	n=5	n=5	n=5	n=5
reservatório	29,25 (0,23)	1,15 (0,11)	7,27 (0,06)	80,70 (1,96)	6,56 (0,22)	
	27,13-32,10	0,18-2,05	6,51- 8,15	53,47-99,90	3,07-9,10	
	n=30	n=30	n=30	n=30	n=30	

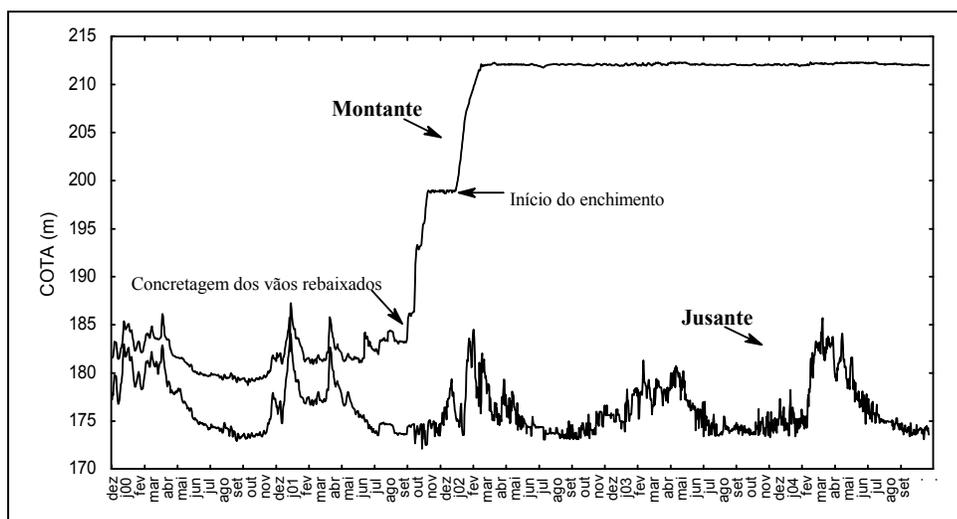


Figura 1 - Variação do nível a montante e a jusante da barragem da UHE Lajeado.

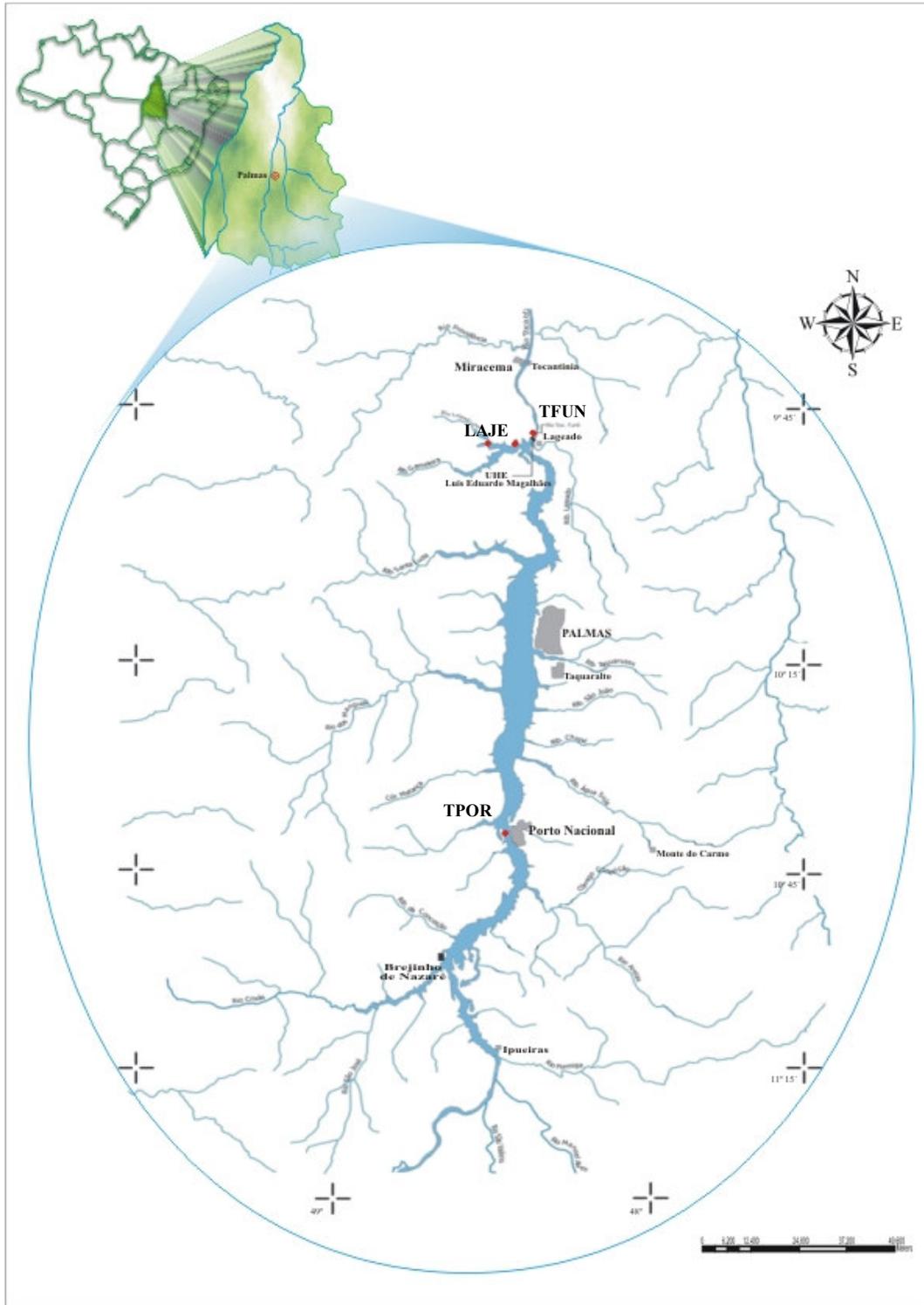


Figura 2 - Localização das estações de coleta (tfun=Funil; laje=rio Lajeado e tpor=Tocantins Porto Nacional).

### 3.2. Coleta dos dados

Os dados analisados neste estudo foram cedidos pelo Núcleo de Estudos Ambientais - Neamb/UFT, no âmbito da execução dos “Estudos da Ictiofauna na Região do Reservatório da UHE Lajeado”, em parceria com a Investco (Convênio Unitins/Investco S.A).

As coletas foram realizadas nos três locais descritos anteriormente com redes de espera (malhas de 2,4 a 16cm entre nós opostos) que foram expostas durante 24 horas/mês em cada local. As pescas foram realizadas às 8:00, 16:00 e 22:00 horas. As coletas foram mensais e realizadas de outubro de 1999 a setembro de 2004, sendo que este período foi dividido nas seguintes fases: rio (outubro de 1999 a setembro de 2001); enchimento (outubro de 2001 a fevereiro de 2002) e reservatório (março de 2002 a setembro de 2004).

As amostragens nas estações Funil e Lajeado, foram realizadas na zona pelágica em todas as fases de estudo; na estação Porto Nacional estas foram realizadas na zona pelágica (outubro de 1999 a setembro de 2002) e nas zonas litorânea, pelágica e batipelágica (outubro 2002 a setembro 2004).

Os exemplares capturados foram identificados, numerados e contados. A identificação foi realizada pelo Prof. Dr. Paulo Henrique Franco Lucinda (Neamb-UFT).

Os valores de captura, para fins da análise comparativa entre as fases e locais de captura, foram convertidos em captura por unidade de esforço (CPUE) em número ( $n^{\circ}$  de ind./1000 m<sup>2</sup> de rede em 24 h).

### 3.3. Análise dos dados

Os impactos decorrentes da formação do reservatório sobre a comunidade ictiíca, foram avaliados a partir da variação nos padrões espaciais e temporais da composição, diversidade específica e dominância da estrutura nas assembléias de peixes.

a) Padrões espaciais e temporais na estrutura da assembléia de peixes.

Para a avaliação das alterações espaço-temporais da composição das assembléias de peixes, os dados da CPUE foram sumarizados, utilizando uma análise de correspondência com remoção do efeito do arco -DCA (GAUCH Jr., 1986). Em observação às recomendações de Matthews (1998), apenas os autovalores acima de 0,20 foram retidos para análise da distribuição dos escores ao longo de um gradiente ambiental.

A análise foi realizada no programa PC-ORD, análise multivariada de dados ecológicos, versão 4.01 (McCUNE & MEFFORD, 1999), e demonstrados graficamente através do programa *Statística* (STATSOFT, 2003). Vinte e seis segmentos foram

previamente utilizados para a remoção do arco, e feita opção pela ponderação às espécies raras.

**b) Padrões de diversidade específica e padrões de dominância.**

Como descritores da estrutura das assembléias de peixes, foram utilizados quatro atributos de comunidades: a riqueza de espécies; o Índice de Diversidade de Shannon [ $H' = -\sum(p_i \ln p_i)$ ], sendo  $p_i$  = proporção da i-ésima espécie (MAGURRAN, 1988); a equitabilidade ( $E = H' / \ln S$ ), sendo  $H'$  = Índice de Diversidade de Shannon e  $S$  = número de espécies (PIELOU, 1969) e o rendimento por unidade de esforço (CPUE).

A análise da rarefação nas amostragens das espécies foi procedida a partir da utilização do programa *EstimateS*, versão 5.0, a partir da geração de curvas de acumulação de espécies por randomização.

A curva de espécie-abundância ("Whittaker plots") (MAGURRAN, *op cit*), a partir dos valores mensais da captura por unidade de esforço logaritmizados ( $\log(CPUE+1)$ ), foi utilizada para avaliar a dominância nas assembléias de peixes nas diferentes estações e fases.

Para avaliar as diferenças espaciais e temporais nos valores da CPUE e comparar grupos aplicou-se, aos escores da DCA, os testes Kruskal-Wallis e de Dunn (ARANGO, 2001), dado que os pressupostos requeridos para a aplicação dos testes paramétricos não foram alcançados.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Composição e abundância da ictiofauna na área de estudo**

Durante o período de estudos, as coletas resultaram na captura de 220 espécies, distribuídas em oito ordens e 30 famílias (Figs. 3 e 4).

As ordens Characiformes, Siluriformes e Perciformes, foram as mais abundantes em todas as fases de estudo, com um ligeiro incremento das duas últimas nas fases enchimento e reservatório (Fig. 3). Mais de 60% das famílias apresentaram incremento em suas capturas na fase enchimento, com destaque para as famílias Characidae, Cichlidae, Hemiodontidae, Engraulidae e Callichthyidae (Fig. 4).

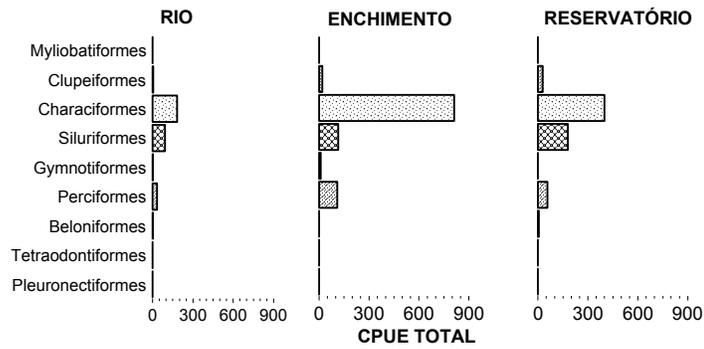


Figura 3 – Variação na captura por unidade de esforço (ind/1.000 m<sup>2</sup> rede/24 h) das ordens nas diferentes fases de estudos.

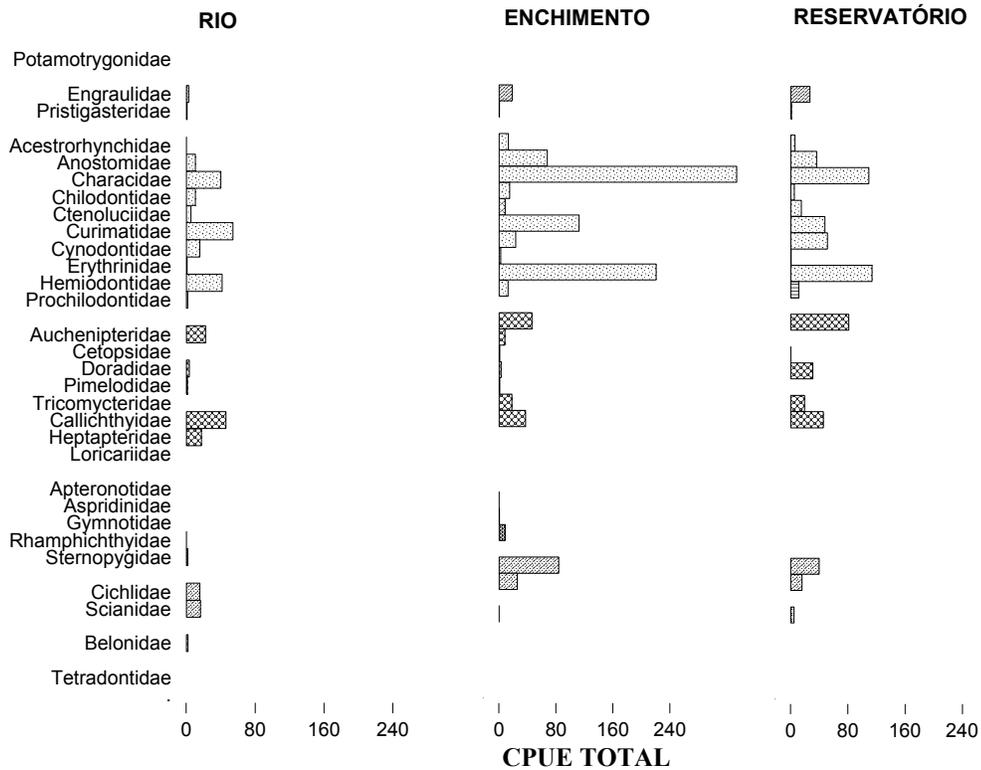


Figura 4 – Variação na captura por unidade de esforço (ind/1.000 m<sup>2</sup> rede/24 h) das famílias nas diferentes fases de estudos.

Dentre as espécies mais capturadas encontram-se *Auchenipterus nuchalis*, *Hemiodus microlepis*, *H.unimaculatus*, *Psectrogaster amazonica*, *Serrasalmus rhombeus*, *Pimelodus blochi*, *Argonectes robertsi*, *Rhaphiodon vulpinus*, *Lycengraulis batesii* e *Geophagus altifrons*. Dezesete espécies ocorreram exclusivamente na fase rio, oito na fase de enchimento e outras 29 espécies ocorreram somente na fase reservatório.

#### 4.2. Padrões espaciais e temporais na estrutura da assembléia.

A ordenação apresentada na figura 5 (autovalor: 0,46) revela, com base na distribuição dos escores ao longo do eixo 1 da DCA uma distinção entre as assembléias de peixes (Kruskal-Wallis  $H=60,429$  e  $p=0,000$ ; Dunn  $p<0,028$ ), sendo esta mais pronunciada entre Lajeadozinho e as demais. Resultados semelhantes foram obtidos para as assembléias de peixes considerando as distintas fases [autovalores: fase rio 0,39, fase enchimento 0,64 e fase reservatório 0,43; Fig. 6]. Estas diferiram significativamente entre as estações dentro de uma mesma fase (Kruskal-Wallis rio:  $H=52,651$  e  $p=0,000$ ; enchimento:  $H=9,7123$  e  $p=0,078$ ; reservatório:  $H=62,85022$  e  $p=0,000$ ) e entre os locais dentro da mesma fase, exceto para as estações Funil e Porto Nacional que apresentaram assembléias semelhantes durante a fase de enchimento (Dunn  $Z=0,5657$  e  $p=0,095$ ).

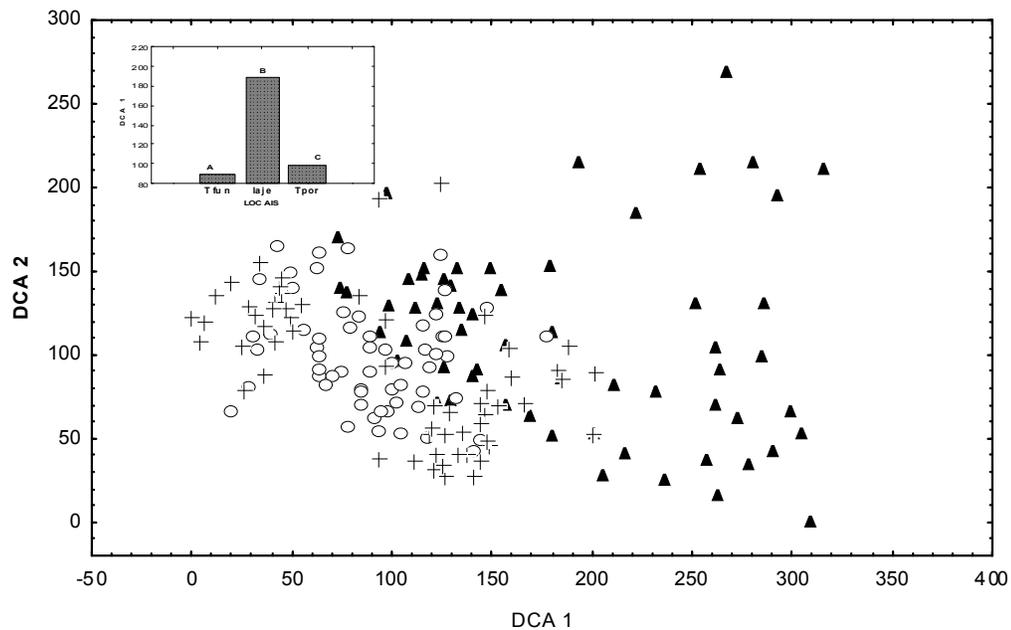
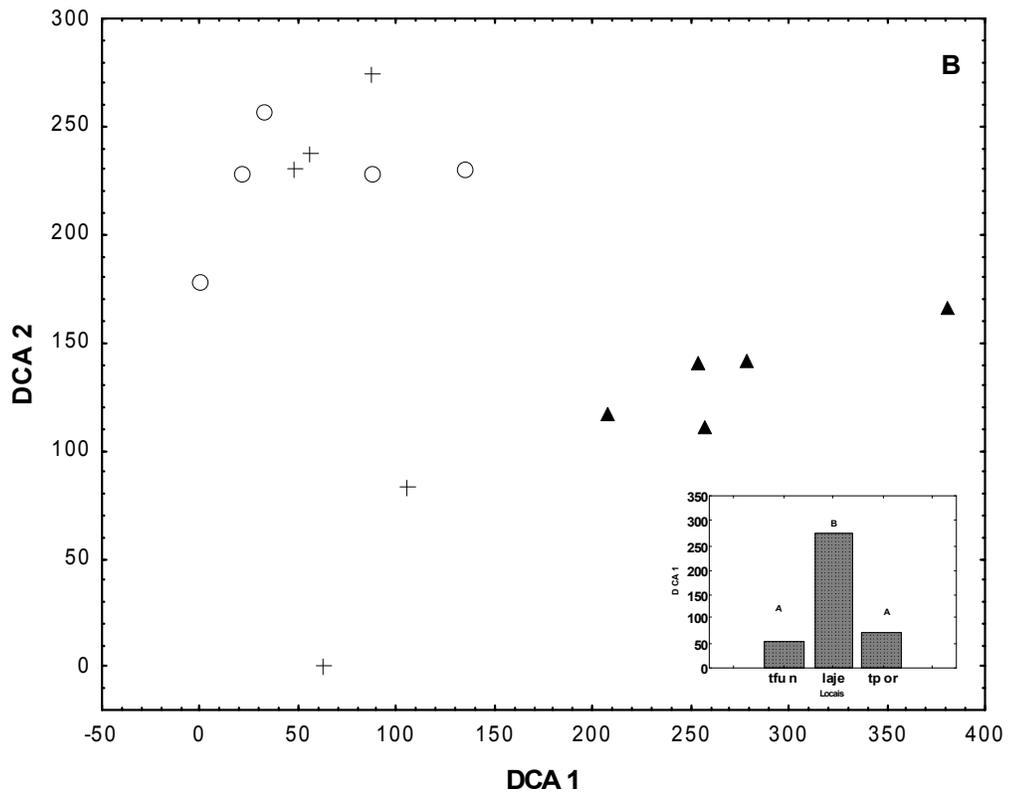
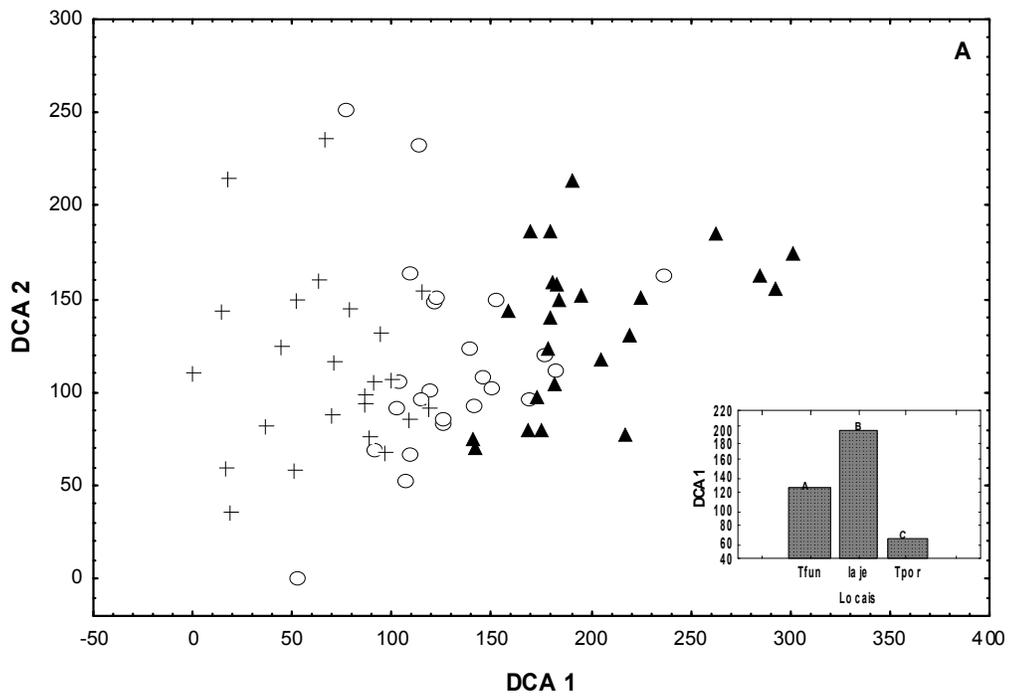


Figura 5 - Escores das amostras (estações de amostragem – mês) (○=Funil; ▲=Lajeadozinho; +=Porto Nacional) ao longo dos dois principais eixos da DCA (histograma = valores médios por estação de amostragem).



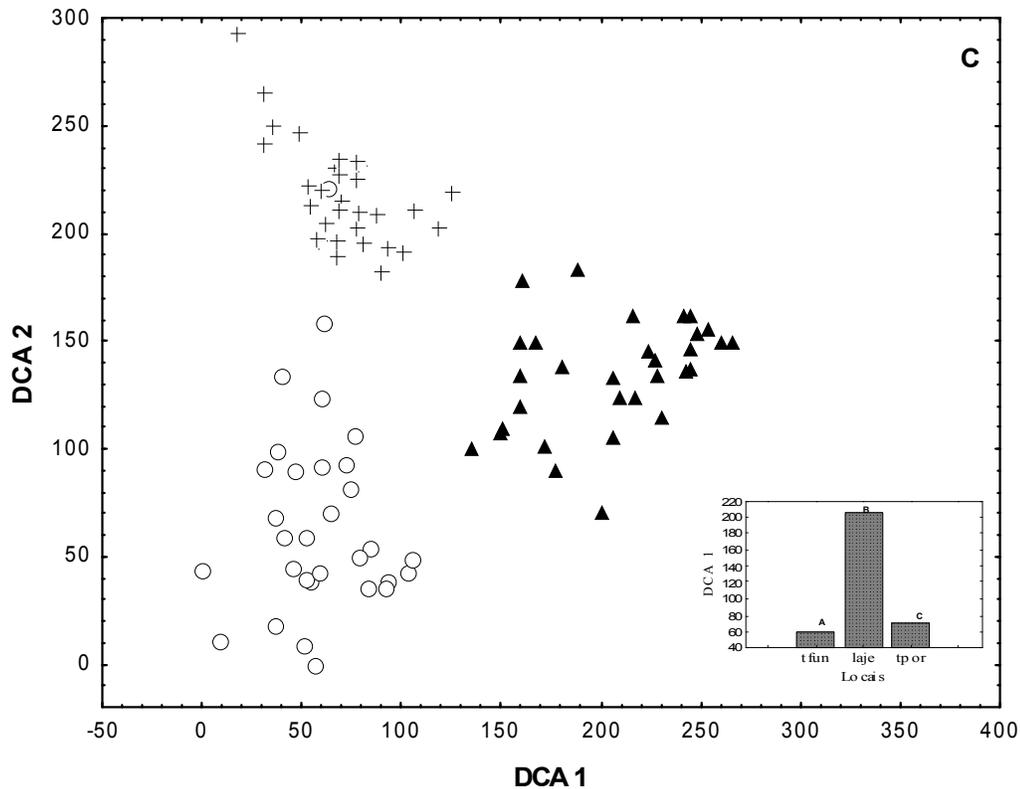


Figura 6 - Escores das amostras (estações de amostragem-mês) ao longo dos dois primeiros eixos da DCA (o=Funil; ▲=Lajeado; +=Porto Nacional), por fase considerada (A=rio; B=enchimento; C=reservatório) e valores médios dos escores por estação de amostragem (histograma).

O padrão de variabilidade das assembléias de peixes ao longo de uma série temporal é mostrado na figura 7. Das três estações de amostragem, a estação Lajeado foi a que apresentou maior alteração na distribuição dos escores ao longo dos meses, de forma mais evidente a partir de setembro de 2001, coincidindo com o aumento do nível da água (cota 186 para 193 m; Fig. 1). Alterações no nível da série pertinente a estação Porto Nacional ocorreram mais tardiamente, a partir de dezembro de 2001, em decorrência de sua posição mais à montante do local de represamento. Já na estação Funil, os escores do eixo 1 da DCA apresentaram abrupta variação com o início da operação da escada de peixes (fevereiro de 2002). Uma tendência de retorno dos escores para a condição original, ocorre a partir do início do segundo ciclo hidrológico, após o enchimento (Fig. 7).

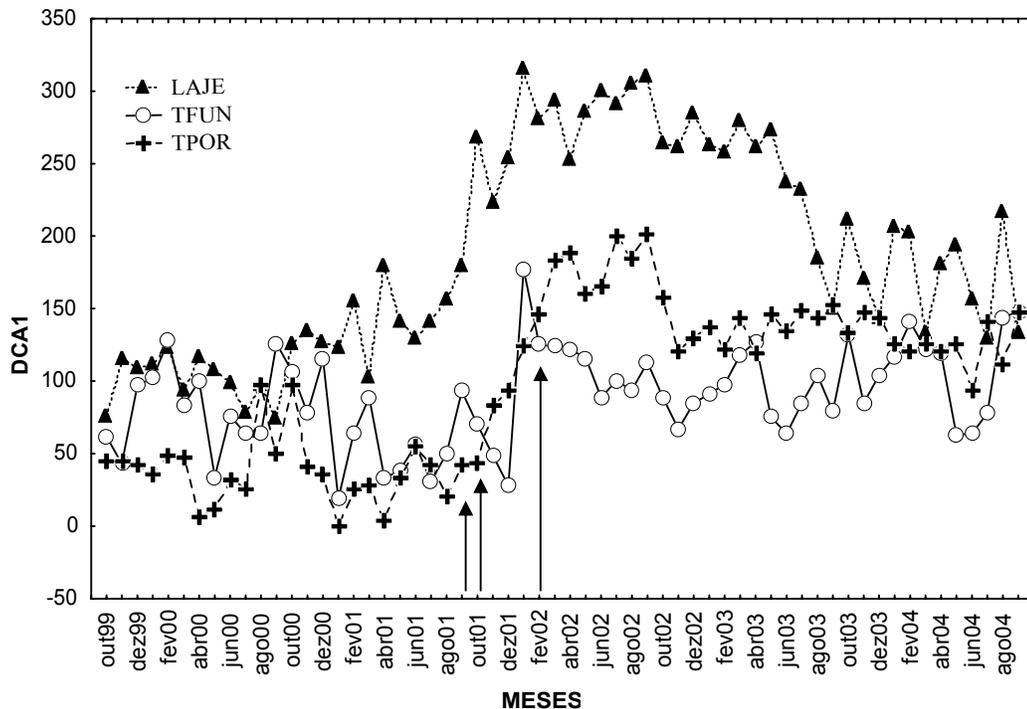
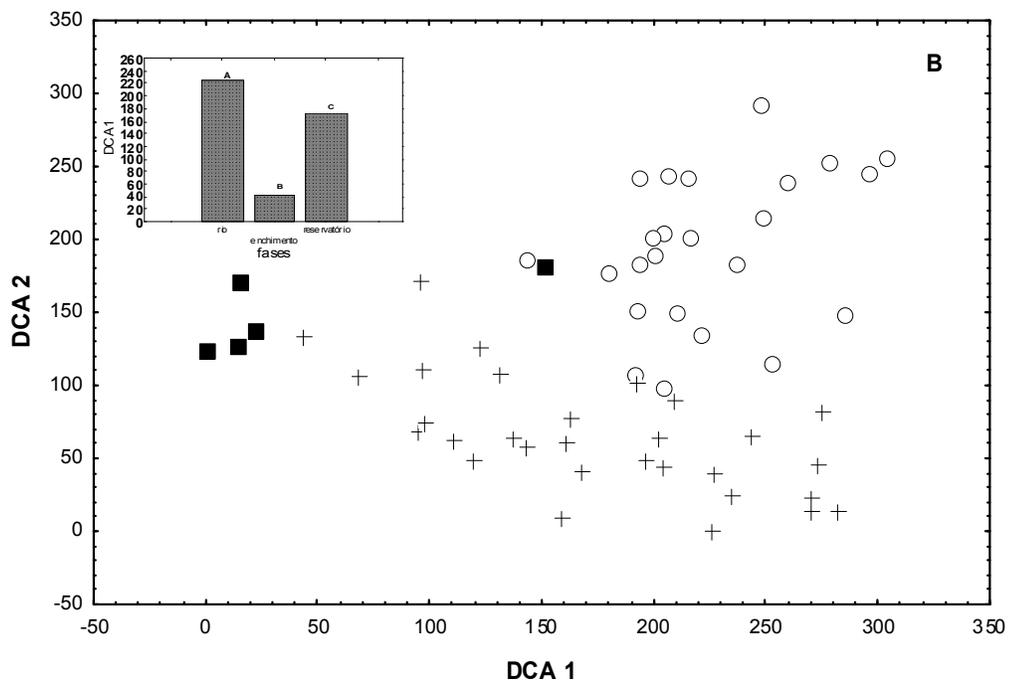
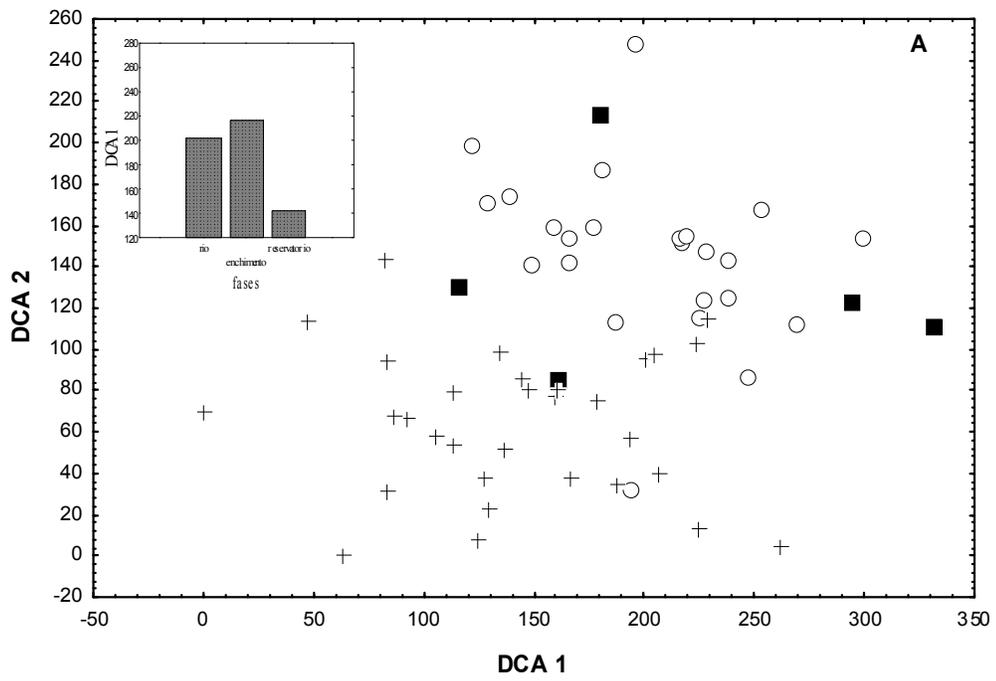


Figura 7 - Variação temporal dos escores (TFUN: Funil; LAJE: Lajeado e TPOR: Porto Nacional), derivados do primeiro eixo da DCA, obtidos em cada estação de amostragem. A seta da esquerda indica a primeira alteração de nível d'água (concretagem dos vãos rebaixados), a seta intermediária indica o início do enchimento do reservatório, e seta da direita indica o término do enchimento do reservatório e abertura da escada de peixes.

As estações de amostragem apresentaram assembléias de peixes distintas em todas as fases de estudos (Fig. 8). Os escores do eixo 1 das DCA's diferiram significativamente entre as fases num mesmo local (Kruskal-Wallis, Funil:  $H=12,943$  e  $p=0,001$ ; Lajeado:  $H=18,178$  e  $p=0,000$ ; Porto Nacional:  $H=43,8227$  e  $p=0,000$ ). Os grupos (fases) diferiram significativamente entre si dentro de uma mesma estação de amostragem (Dunn  $p<0,017$ ), exceto para as fases rio e enchimento que foram semelhantes na estação Funil (Dunn  $Z=0,138$  e  $p=0,148$ ).



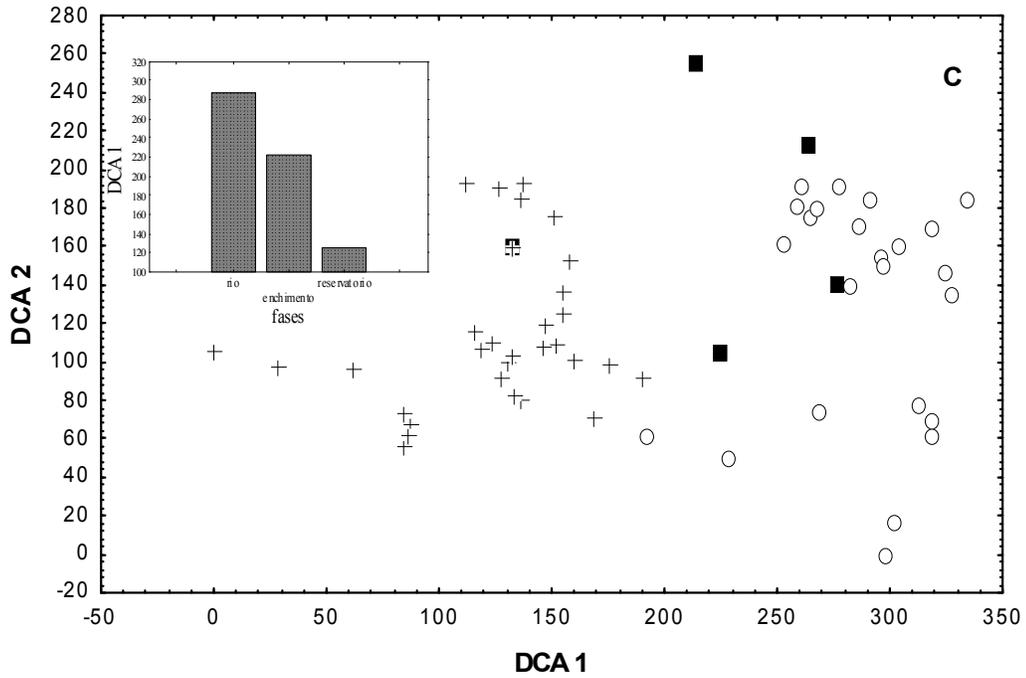


Figura 8 - Escores das amostras (estações de amostragem-mês) ao longo dos dois primeiros eixos da DCA (o=Funil; ▲=Lajeado; +=Porto Nacional), por estação de amostragem (A=Funil; B=Lajeado; C=Porto Nacional) e valores médios dos escores por fase de amostragem (histograma).

### 4.3. Atributos da Assembléia

#### 4.3.1. Inventário de espécies/curva de rarefação

A figura 9 mostra a riqueza de espécies nas estações de amostragem durante todas as fases de estudo, estimada através de curvas de rarefação. Um maior número de espécies é esperado para a fase de enchimento, quando comparada com as demais fases de estudo, nas três estações de amostragem.

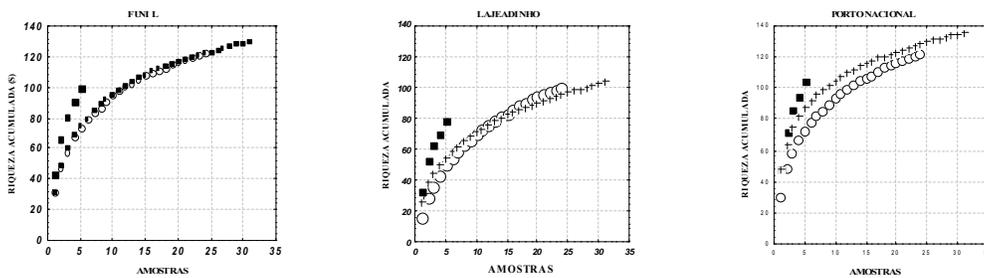


Figura 9 - Curvas de rarefação de espécies para cada estação de amostragem e fase de estudo (rio: círculos vazios; enchimento: quadrados preenchidos e reservatório: cruz).

Na estação Porto Nacional, o número de amostras necessárias para obtenção do mesmo número de espécies, foi diferente entre a fase rio e a fase reservatório indicando uma maior riqueza nesta fase.

#### 4.3.2. Padrões de diversidade específica e dominância

As três estações de amostragem apresentaram aumento da riqueza de espécies no período de enchimento (Fig. 10) e não diferiram significativamente nesta fase (Kruskal-Wallis  $H=4,531$  e  $p=0,1038$ ). Em Porto Nacional, na fase reservatório, os valores médios de riqueza permaneceram elevados, sem diferença significativa com a fase enchimento (Dunn  $Z=0,250$  e  $p=0,134$ ), porém, diferindo significativamente da fase rio (Dunn  $Z=4,933$  e  $p=0,000$ ). Na estação Funil, a riqueza da fase enchimento diferiu significativamente das demais (Dunn  $Z=0,172$  e  $p=0,144$ ).

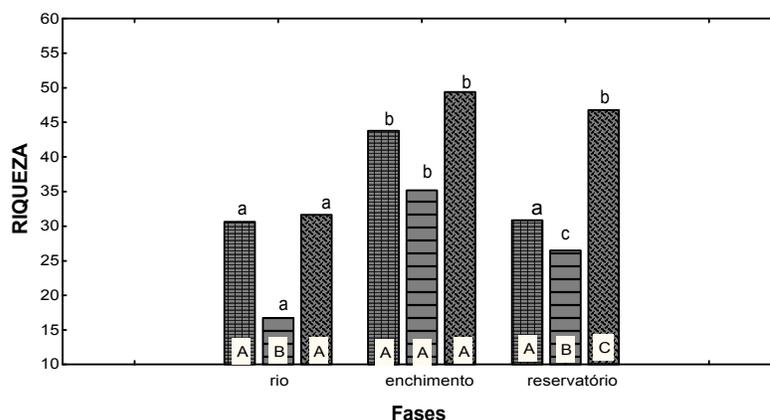


Figura 10 – Valores médios dos índices de riqueza. Comparação entre os postos de cada estação nas diferentes fases (letras sobre as barras) e comparação entre os postos das estações em cada fase: (letras no interior das colunas), sendo que letras diferentes indicam diferenças significativas.

Os valores médios logaritmizados da CPUE (Fig. 11) revelaram tendência de variação semelhante aos índices médios de riqueza, em relação a fase de enchimento. Outro aspecto relevante quanto a semelhança com a riqueza é a indiferenciação entre as estações Funil e Porto Nacional na fase rio (Kruskal-Wallis:  $H=24,244$  e  $p= 0,000$ ). Entretanto, os valores médios de abundância na estação Funil, não diferiram significativamente nas três fases (Kruskal-Wallis  $H=5,359$  e  $p=0,068$ ).

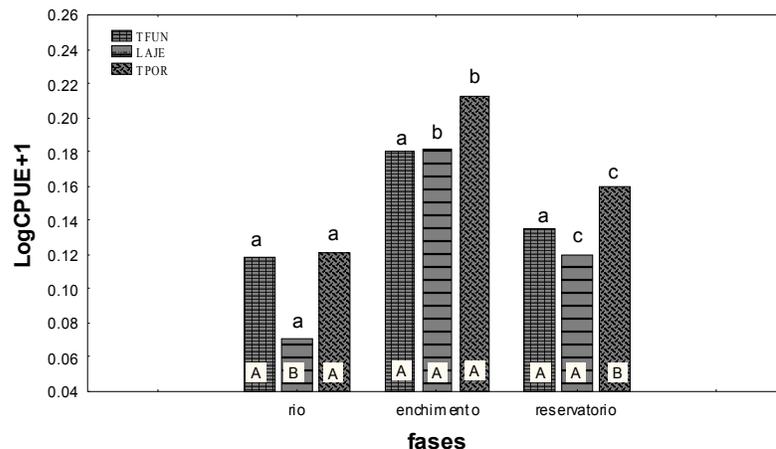


Figura 11 – Média dos valores logaritmizados de CPUE. Comparação entre os postos de cada estação nas diferentes fases (letras sobre as barras) e entre os postos das estações em cada fase (letras no interior das colunas). Letras diferentes indicam diferenças significativas.

As médias mensais do Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ), calculadas por estação de amostragem e fases são mostradas na figura 12. De forma geral, as estações de amostragem apresentaram queda na diversidade após o enchimento do reservatório, porém mantém valores maiores do que aqueles da fase rio (Kruskal-Wallis: Lajeado:  $H=23,992$  e  $p=0,000$ ; Porto Nacional:  $H=15,848$  e  $p=0,000$ ), e aumento no índice de diversidade durante a fase de enchimento (Dunn  $p<0,044$ ), exceção à estação Funil, que não apresentou diferença significativa entre as fases de estudo (Kruskal-Wallis  $H=4,667$  e  $p=0,970$ ).

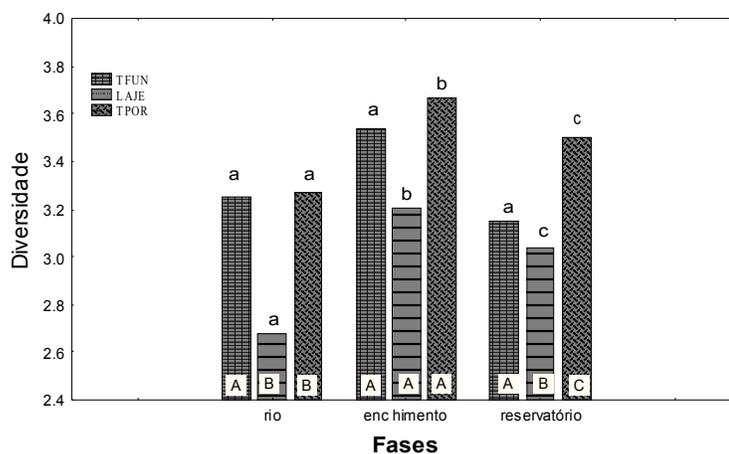


Figura 12 – Valores médios dos índices de diversidade. Comparação entre os postos de cada estação nas diferentes fases (letras sobre as barras) e entre os postos das estações em cada fase (letras no interior das colunas). Letras diferentes indicam diferenças significativas.

A equitabilidade apresentou uma redução em seus valores durante a fase de enchimento (Fig. 13), e diferiu significativamente entre as fases em todos os locais (Kruskal-Wallis: Funil H=9,295 e p= 0,009; Lajeado H=22,612 e p= 0,000 e Porto Nacional: H= 28,503 e p=0,000). Após a formação do reservatório, todas as estações de amostragem, a exceção de Porto Nacional, apresentaram uma tendência de restabelecimento da equitabilidade (Fig. 13), indicando o aumento na dominância de algumas espécies naquela estação de amostragem. Os maiores valores foram observadas na fase rio, principalmente em Lajeado e Funil, quando comparadas com a estação Porto Nacional (Kruskal-Wallis: H=10,168 e p= 0,006).

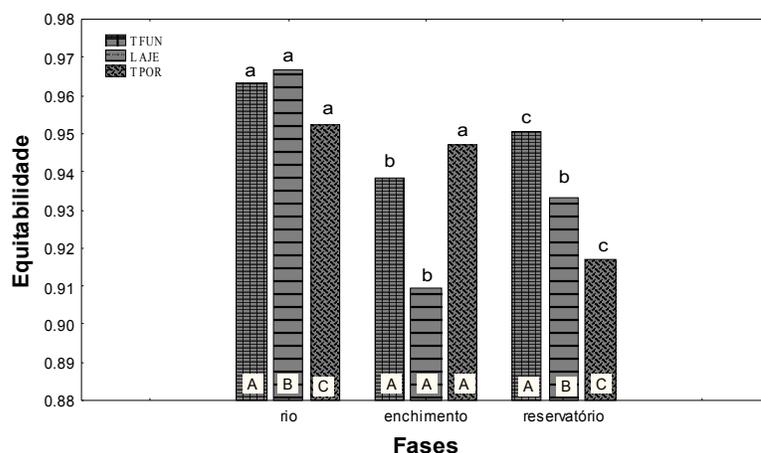


Figura 13 – Valores médios dos índices de equitabilidade. Comparação entre os postos de cada estação nas diferentes fases (letras sobre as barras) e entre os postos das estações em cada fase (letras no interior das colunas). Letras diferentes indicam diferenças significativas.

Todas as estações de amostragem foram semelhantes em relação aos atributos de comunidade (Kruskal-Wallis: Riqueza H=4,531 e p= 0,1038; Equitabilidade H=2,950 e p= 0,2287; Diversidade: H= 5,820 e p=0,0545 e CPUE H=1,040 e p=0,594) na fase de enchimento.

#### 4.4. Padrões de composição e dominância das espécies.

Os padrões de dominância para as estações estudadas nas diferentes fases, estão apresentados na figura 14, onde se verifica que durante a formação do reservatório do Lajeado, constatou-se variações relevantes neste atributo. Espécies do gênero *Hemiodus* estiveram presentes em todas as fases na estação Lajeado, onde na fase de enchimento, *Moenkhausia loweae*, espécie rara na fase rio, co-dominou (Fig.14).

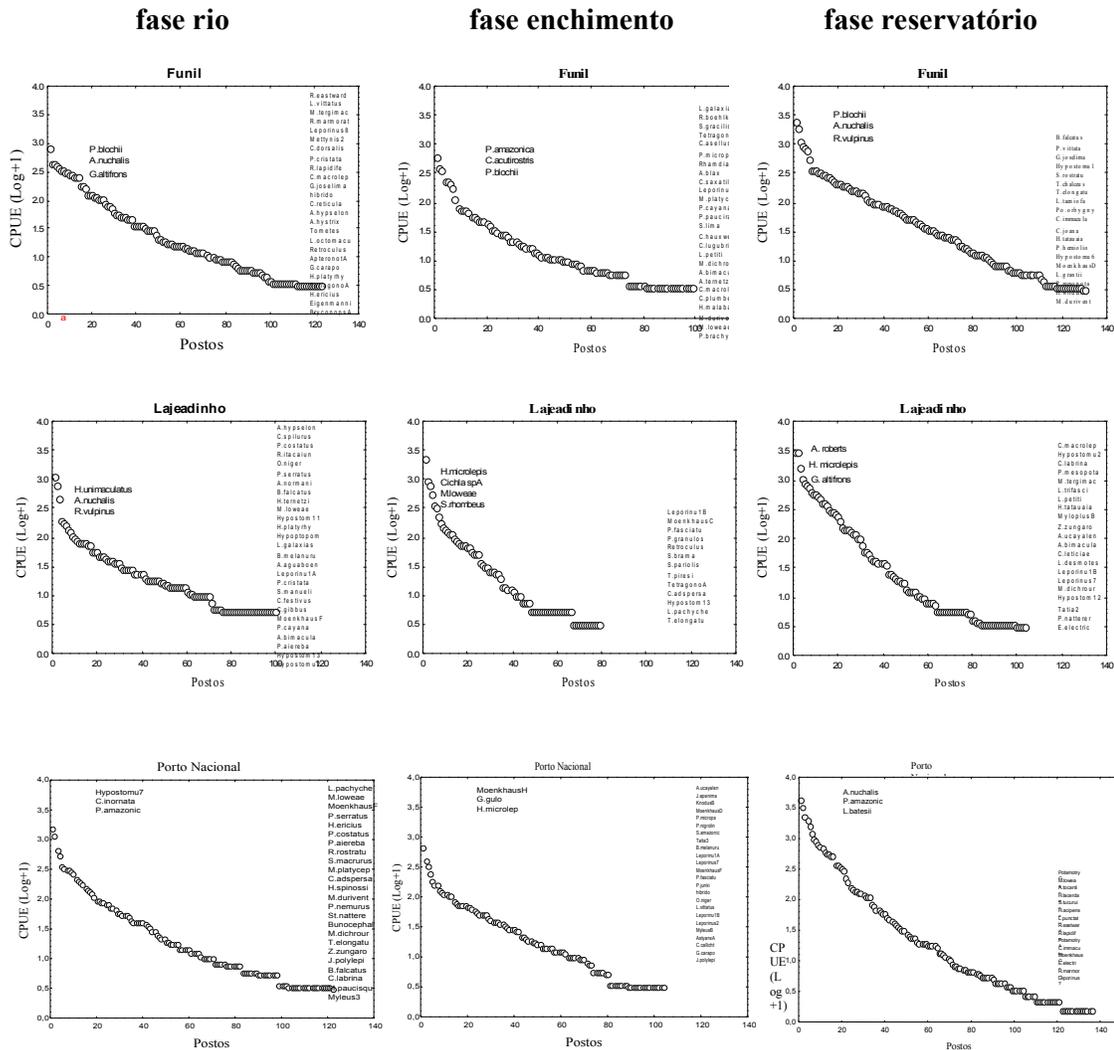


Figura 14 - Curvas de relação espécie x abundância estabelecidas com base nas capturas nas diferentes estações de amostragens nas diferentes fases.

Na Estação Funil duas espécies de Siluriformes de médio porte (*Auchenipterus nuchalis* e *Pimelodus blochii*) foram dominantes nas assembléias nas fases rio e reservatório, acompanhadas de uma espécie de Cichlidae (*Geophagus altifrons*) na primeira e um Characidae (*Rhaphiodon vulpinus*) na segunda. No enchimento, quando a dominância foi menor, apenas *P. blochii* figurou entre as dominantes.

Na estação Lajeadoinho, ocorreu a substituição da dominante *Hemiodus unimaculatus* por *H. microlepis* e do piscívoro *Rhaphiodon vulpinus* por *Cichla* spA. Exceto *H. microlepis*, as demais diferiram entre as fases.

Na estação Porto Nacional foram dominantes as espécies *Hypostomus* sp7 (Siluriformes), *Curimata inornata* e *Psectrogaster amazonica* (Characiformes) na fase rio. Esta última, juntamente com *A. nuchalis* e *Lycengraulis batesii* dominaram na fase reservatório. Exceto *P. amazonica*, dominante nas fases rio e reservatório, as demais espécies dominantes diferiram entre as fases.

O número de espécies raras foi elevado em todos os locais (Fig. 14).

## 5. DISCUSSÃO

A UHE Lajeado é o terceiro empreendimento de uma série planejada para o rio Tocantins e promoveu modificações significativas na composição quali-quantitativa das assembléias de peixes do rio Tocantins, que se somam àquelas resultantes de outros barramentos na bacia. Leite (1993) e Benedito-Cecílio (1997), relatam, também, alterações nas assembléias de peixes à montante e à jusante dos reservatórios de Tucuruí (PA) e Itaipu (PR), respectivamente.

As 220 espécies de peixes registradas neste estudo, resultantes das capturas realizadas em três locais, corroboram a elevada diversidade de peixes da região neotropical (LOWE McCONNELL, 1999; VARI & MALABARBA, 1998), com destaque para a região amazônica (GOULDING, 1980). Alguns estudos realizados anteriormente, reportam esta elevada diversidade, também para o rio Tocantins. Santos et al. (1991) relataram a existência de mais de 300 espécies nos trechos baixos deste rio, enquanto Leite (1993) registrou cerca de 223 espécies na área de influência da Usina Hidroelétrica de Tucuruí Caramaschi (1997) que registrou 122 espécies apenas no reservatório de Serra da Mesa (rio Tocantins - GO), e Agostinho et al. (2000) em levantamentos realizados à jusante deste barramento, acusam a presença de 180 espécies.

A ictiofauna da região é dominada pelos representantes das ordens Characiformes, Siluriformes e Perciformes, seguindo o proposto para a ictiofauna Neotropical (LOWE-McCONNELL, 1999). No entanto, a frequência de Gymnotiformes (5,9%) e Perciformes (9,5%) superou os valores esperados para a bacia amazônica em detrimento de Siluriformes que representaram 31,4% dos 39,0% esperado (FINK & FINK, 1981). O que pode refletir um incremento no conhecimento taxonômico destes grupos. A proliferação de Engraulidae, grupo originariamente marinho, após a formação do reservatório foi intensa, representada principalmente por *Lycengraulis batesii*.

Apesar dos esforços dos estudos e análises biogeográficas, contemplando desde a idade dos componentes da fauna de água doce sul-americanas, passando pela

avaliação da importância da formação da bacia amazônica até a identificação de possíveis eventos de vicariância ao nível de espécies, muito da história biogeográfica dos peixes de água doce Neotropicais permanecem indefinidas (VARI & MALABARBA, 1998). Isto é preocupante considerando que se por um lado há um incremento significativo no número de espécies de peixes na região relacionado ao avanço dos estudos sistemáticos, por outro, a modificação acelerada dos habitats têm promovido alterações profundas na estrutura e composição das assembléias.

O represamento de um rio promove relevantes alterações nas características limnológicas do sistema, em decorrência da conversão do ambiente lótico em lêntico, e conseqüentemente, dos fatores que regem os padrões espaço-temporais da estrutura, composição e diversidade biológica. Além disso, as flutuações de nível decorrente da operação de usinas hidrelétricas promovem um incremento caótico na sucessão de respostas, uma redução na interdependência e a menor estabilidade biótica, confundindo a continuidade e os processos sucessionais naturais da biota Wetzel (1990).

As alterações verificadas na assembléia de peixes a partir da fase de enchimento e reservatório podem estar relacionadas a: i) intensificação da movimentação dos peixes; ii) colonização da região litorânea recém inundada; e iii) aumento na taxa de sobrevivência de algumas espécies.

Dentre os fatores que podem ter intensificado a movimentação dos peixes se encontra a alteração nas características físicas e químicas da água ocorridas com o aumento do volume a montante. Neste caso, o aumento da profundidade dos ambientes com sua conseqüente estratificação, e a redução do pH e da concentração de oxigênio, provavelmente resultante da decomposição da matéria orgânica incorporada ao sistema, podem ter resultado na fuga de espécies com capacidade adaptativa limitada nestes ambientes, principalmente no Lajeado e Porto Nacional durante os primeiros meses de enchimento. A redução na captura das espécies *Hypostomus* sp7 e *Curimata inornata*, podem indicar este tipo de migração.

A variação no potencial hidrogeniônico e na condutividade, o aumento na transparência e da temperatura da água e, em especial a queda nas concentrações de oxigênio dissolvido, na fase de enchimento e na fase reservatório, principalmente nas camadas mais profundas da coluna de água, pode ter ocasionado a extinção local de 17 espécies presentes apenas na fase rio. Entre estas se destacam espécies típicas de ambientes de fundo, como aquelas da família Loricariidae. O aumento de outras, que por não suportarem tais condições, possibilitaram maior captura, devido a maior movimentação de seus indivíduos. Matsumura-Tundisi et al. (1991) explicam a redução na concentração de oxigênio como decorrente das

elevadas concentrações de nutrientes, promovidas pela decomposição do folheto e à liberação de nutrientes do solo alagado, num primeiro momento, e, posteriormente, à queda das folhas das árvores alagadas.

Além disso, o aumento da temperatura da água, da transparência e provavelmente de nutrientes, pode ter contribuído para o aumento na disponibilidade de alimento e favorecido a concentração de peixes que realizam migração trófica, especialmente no Lajeado, onde a localização do ponto de coleta favorece o aporte de espécies proveniente do tributário. O aumento das capturas de Hemiodontidae (*Hemiodus microlepis*, *H. unimaculatus* e *Argonectes robertsi*) que se alimentam principalmente de algas, detritos e larva de insetos, de *Auchenipterus nuchalis*, uma espécie essencialmente insetívora, e dos piscívoros *Lycengraulis batesii* e *Cichla* spA atraídos pelo aumento das espécies forrageiras subsidiam esta hipótese.

A ampliação do ambiente aquático aumenta a complexidade dos habitats disponíveis, em especial nos primeiros anos em função da formação dos paliteiros e depois pela proliferação de macrófitas, a exemplo do que foi observado no Lajeado e em Porto Nacional após o primeiro ano de represamento. Neste caso, as espécies-presas utilizam a região litorânea como refúgio, local de alimentação e/ou reprodução e os predadores, de acordo com sua estratégia alimentar, pode realizar incursões alimentares nesta área a exemplo do que foi relatado por Almeida et al. (1997).

O início do período de enchimento do reservatório do Lajeado coincidiu com o período de maior intensidade reprodutiva da ictiofauna (outubro a abril) (MARQUES et al. 2001) simulando a ocorrência de uma grande cheia e aumentando a taxa de sobrevivência de juvenis de algumas espécies. A frequência de juvenis quase duplicou da fase rio (13,0%) para a fase reservatório (25,0%) (observação pessoal), corroborando este resultado. Este fato foi relatado por Agostinho et al. (1994) para o reservatório de Itaipu para as espécies de peixes com estratégia migradoras.

Por outro lado, a coincidência entre estes períodos pode ter resultado no acúmulo de algumas espécies em migração à jusante da barragem, propiciando o aumento da captura de algumas espécies como *Psectrogaster amazonica*, *Curimata acutirostris*, *Rhaphiodon vulpinus*, *Auchenipterus nuchalis* e *Pimelodus blochii*, sendo os dois últimos, também favorecidos na fase reservatório, possivelmente pela grande oferta alimentar de insetos atraídos pelas luzes do empreendimento hidrelétrico, fato também observado por Benedito-Cecílio (1997), promovendo assim, elevada abundância destas espécies. Pacheco et al. (2005), observou no início da fase reservatório da UHE Serra da Mesa, aumento na CPUE ou na persistência de *Auchenipterus nuchalis*, da mesma forma que Hanh et al. (1998), em estudos

da estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (PR). Por outro lado, foi verificado o aumento de *Cichla monoculus*, no reservatório da UHE's Balbina (AM) e Samuel (RO) (SANTOS & FERREIRA, 1999)

Por outro lado, a dominância de *Pimelodus blochii* e *Auchenipterus nuchalis* nas fases rio e reservatório e a ausência de diferença significativa entre o rank das espécies nestas fases apontam uma menor alteração na ictiofauna a jusante, recuperada aos trechos a montante da barragem. Embora, a operação da barragem provoque alterações rápidas e acentuadas no nível da água à jusante, a assembléia de peixes parece apresentar uma alta resiliência para suportar estas condições.

A formação do reservatório acarretou, em decorrência das alterações ambientais a ela associada, mudança nos padrões espaço-temporais das assembléias de peixes na área do empreendimento e em menor escala, imediatamente a jusante deste

As assembléias de peixes diferiram significativamente entre os locais na fase rio. Porém, o enchimento do reservatório provocou uma diferenciação acentuada na assembléia de peixes do Lajeado e uma homogeneização entre as estações Funil e Porto Nacional. Este fato pode ser relacionado a: (i) redução do nível da água à jusante, promovendo a amostragem de espécies de fundo não amostradas anteriormente, como os Gymnotiformes por exemplo; (ii) o retardo da onda de enchimento a montante foi acompanhado pela movimentação de cardumes, aumentando sua captura, como de *Psectrogaster amazonica* por exemplo; ou ainda (iii) o aumento da heterogeneidade espacial com a ampliação do ambiente aquático, incorporação da vegetação marginal e, posteriormente, a proliferação de macrófitas.

Bini & Agostinho (2001), em estudos desenvolvidos no reservatório de Corumbá, constataram alterações nos padrões espaço-temporais das assembléias de peixes nos diferentes ambientes estudados, a partir do enchimento do reservatório. No reservatório da UHE Lajeado, a elevação do nível da água, a partir de setembro e outubro de 2001, promoveu mudanças do padrão da variação ao longo da série temporal das assembléias de peixes, construídas a partir da composição e CPUE das espécies, mostrando alterações entre as fases rio e reservatório. As alterações na dinâmica da água e a incorporação de matéria orgânica e organismos do ambiente terrestre pelo corpo de água, a larga e diversificada oferta alimentar e de habitats e a possibilidade de muitas espécies exercerem suas estratégias alimentares e reprodutivas, triplicou as capturas na fase enchimento e duplicou na fase reservatório.

A co-dominância de espécies com diferentes hábitos alimentares, como as comedoras de fundo (*Hemiodous microlepis*, *Psectrogaster amazonica* e *Curimata acutirostris*, as piscívoras (*Galeocharax gulo*, *Cichla sp A* e *Serrasalmus rhombeus*) e as insetívoras

(*Pimelodus blochii*, *Moenkhausia spH*, *Moenkhausia loweae*), esta última, rara na fase rio, parece atestar a elevada disponibilidade de alimento e sua heterogeneidade.

A estruturação do ambiente, com ampla e diversificada oferta alimentar baseada em insetos, detritos e algas, possibilitaram a proliferação de espécies forrageiras como *Moenkhausia lowe*, *Argonectis robertsi*, *Hemiodus microlepis*, e em consequência de piscívoros como, *Cichla spA* e *Serrasalmus rhombeus* em Lajeado, e das espécies *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazonica*, *Lycengraulis batesii* em Porto Nacional. Santos & Ferreira (1999), ressaltaram a importância desses itens para a dieta de peixes amazônicos.

A elevação da riqueza de espécies, abundância e diversidade específica, ocorridas nas estações de amostragem, nas fases de enchimento e reservatório (em relação à fase rio), também constatadas em outros reservatórios (BINI & AGOSTINHO, 2001), podem ser decorrentes da expansão de habitats, tanto nos aspectos qualitativos como quantitativo, possibilitando o convívio de espécies de peixes com nichos preferenciais distintos e com maior plasticidade alimentar, reprodutiva e fisiológica (AGOSTINHO, 1999) e a ocorrência concomitante, mesmo que temporária, de espécies raras, como *Gymnotus carapo*, *Anostomus ternetzi* e *Poptella compressa*, *Myleus sp4* e *Pygocentrus nattereri*. Isto parece ser coerente com as hipóteses diversidade x heterogeneidade espacial e produtividade-diversidade (PIANKA, 1982), e da desestabilização da relação predador-presa (ODUM, 1988).

A manutenção dos efeitos ecológicos, nas fases iniciais do reservatório da UHE Lajeado, conseqüente da larga oferta de habitats e recursos alimentares diversos promovidos pelo enchimento, como observado por Benedito-Cecílio (1997), são fatores que podem explicar a permanência de espécies nos primeiros postos das mais abundantes nas diferentes fases de amostragens, bem como, a ocorrência de 29 espécies não amostradas nas fases rio e enchimento, e ainda, a conversão de uma espécie rara em dominante. Entretanto, é esperado que ao cessarem tais efeitos, a competição intra e interespecífica tenda a aumentar, diminuindo assim, a diversidade ictiofaunística.

A ausência de diferenças significativas entre os postos das estações de amostragens para cada atributo de comunidade, na fase de enchimento, revela homogeneização das assembléias nesta fase.

Da mesma forma que a observada por Benedito-Cecílio et al. (1997), as tendências semelhantes de variação entre os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza de espécies, exibidas pelas estações de amostragem durante as fases de estudo, retratam a eficiência na avaliação da ordem (ou desordem) no sistema.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise dos dados mostrou que a transformação de ambiente lótico em lêntico com a formação do reservatório, alterou a composição e abundância da ictiofauna à montante e à jusante do barramento, promovendo em relação à fase rio, aumento da dominância, riqueza, CPUE e diversidade específica.

Nos três primeiros anos do reservatório, embora tenham sido registradas a alteração na composição e abundância e mesmo a extinção local de espécies, o período após o enchimento (reservatório) revelou a ocorrência de espécies não amostradas nas fases rio e enchimento.

A fase de enchimento do reservatório proporcionou a homogeneização das assembleias de peixes em todas as estações amostradas que se apresentou indiferenciada quanto a riqueza, a CPUE, a equitabilidade e a diversidade.

Conclui-se que os atributos de comunidade analisados durante a fase reservatório, mostraram-se instáveis, variando entre as estações de amostragens a montante e a jusante da barragem, e revelando um estágio de acomodação das assembleias de peixes às mudanças ambientais impostas pelo represamento do rio Tocantins. Assim, deve ser priorizar as ações de monitoramento da ictiofauna com o objetivo de se avaliar a estabilização na variação dos indicadores de comunidade e a adoção de medidas racionais de manejo.

## 7. REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. **Reservatório de Segredo, Bases Ecológicas para o Manejo**. Maringá/PR: EDUEM, 1997.
- AGOSTINHO, A.A.; MIRANDA, L.E.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S. M.; SUZUKI, H.I. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. (Ed.). *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: International Institute of Ecology-IEE; AH Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, 1999. p.227-265.
- AGOSTINHO, A.A.; PAVANELLI, C.S.; SUZUKI, H.I.; LATINI, J.D. GOMES, L.C.; HAHN, N.S.; FUGI,R.; DOMINGUES, W.M. **Reservatório de Salto Caxias: bases ecológicas para o manejo**. Relatório Final. UEM/NUPELIA/COPEL. 272p., 2002.
- AGOSTINHO, C.S.; MARQUES, E.E.; OLIVEIRA, R.J.; LUCINDA, P.H.F.; NEUBERGER, A.L.; PEREIRA, E.C.; FREITAS, I.S.; MELO, J.R.B.; SANTOS, W.F. **Estudos ictiofaunísticos a jusante da hidroelétrica de Serra da Mesa**. Unitins, Porto Nacional-TO. Relatório Parcial abr/98-mar/99. Apoio Furnas Centrais Elétricas S.A. 45p. 2000.
- ALMEIDA, V. L. L.; HANH, N. S.; VAZZOLER, A. E. A. de M. Feeding patterns in five predatory fishes of the high Paraná River floodplain (PR, Brazil). *Ecology of Freshwater Fish*. n. 6, p. 123-133, 1997.
- ARANGO, H.G. *Bioestatística: teórica e computacional*. Guanabara Koogan. 235p. 2001.
- BENEDITO-CECÍLIO, E. **Dominância, uso do ambiente e associações interespecíficas na ictiofauna do reservatório de Itaipu e alterações decorrentes do represamento**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) Centro de Ciências Biológicas e Saúde, São Carlos-SP, 1994
- BENEDITO-CECÍLIO, E. et al. **Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes**. *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (1): 1-14, 1997.
- BINI, L. M. & AGOSTINHO, A . A . **Dinâmica espacial e temporal da assembléia de peixes no reservatório de Corumbá**. In: AGOSTINHO, A . A . *et al. Biologia e ecología de peixes do reservatório de Corumbá – bases para o manejo*. Maringá, 2001 (relatório final corumbá).
- BITTENCOURT, M. M. **Estudo da ecologia e controle ambiental da região do reservatório da UHE de Tucuruí. Subprojeto identificação da ictiofauna e avaliação do potencial de pesca**. Manaus: Relatório setorial, convênio ELN/CNPq/INPA, 1985, 84p.
- BOHLKE, J. E.; WEITZMAN, S. H. & MENEZES, N.A. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazônica*. 8 (4): 657-1677, 1978.
- BORROW, C. J. The environmental impacts of the Tucuruí Dam on the middle and lower Tocantins River Basin, Brazil. *Regulated Rivers*, v.4, p. 657-1677, 1987.
- CARAMASCHI, E. P. **Estudos básicos sobre a ictiofauna do Aproveitamento Hidrelétrico Serra da Mesa, GO. Fundação BIORIO/Universidade Federal do Rio de**

**Janeiro**, Rio de Janeiro - RJ. Relatório Final dez/95-out/96. Apoio Furnas Centrais Elétricas S.A. 355p. 1997.

GAUCH, H.G., JR. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. 298p., il. (Cambridge studies in ecology, 1).

GÉRY, J. **The freshwater fishes of South America**. In: FITTKAU, E. J. et al. (eds). *Biogeography and ecology in South America*, 1969, p. 828-848, W. Junk. The. Hague.

GOULDING, M. *The Fishes and the Forest. Explorations in the Amazonian Natural History*. USA: University of California Press, 1980, 280 p.

HANN, N. S.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L.C. & BINI, L.M. **Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação**. Ed. Interciência, sep-oct 1998, vol. 23 n° 5.

<http://www.ana.gov.br/pnrh/DOCUMENTOS/5Textos/6-2Energia.pdf> Agência Nacional de Águas - ANA, acessado em 15/02/2004, às 22:35.

KULLANDER, S. C. **A revision of the South American cichlid fish genus Cichlasoma (Teleostei, Cichlidae)**. *Naturhistoriska Riksmuseet*, 1983, 296p.

LEITE, R. A. & BITTENCOURT, M. M. **Impactos das hidroelétricas sobre a ictiofauna da Amazônia: o exemplo de Tucuruí** IN: VAL, FIGLIOLO & FELDBERG (Eds). **Bases Científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas**. v.i, INPA MANAUS, 1991, p.85-100.

LEITE, R. A. N. **Efeitos da Usina Hidrelétrica de Tucuruí sobre a composição da ictiofauna das pescarias experimentais de malhadeiras realizadas no baixo Tocantins (Pará)**. Dissertação de mestrado. Manaus: INPA/FUA, 1993, 133 p.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Trad. VAZZOLER, A. E. A. de M.; A. A. AGOSTINHO & P.T.M. CUNNINGHAM. EDUSP, São Paulo, 1999. 535 p.

MACCUNE, B. & MEFFORD, M.S. *Pc-Ord. Multivariate analysis of Ecological data*, version 4.1. MjM Software Design. Oregon: Gleneden Beach, 1999. 126p.

MAGURRAN, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. London; Sydney: Croom Helm, 1988. 179 p., il.

MARQUES, E.E.; AGOSTINHO, C.S.; OLIVEIRA, R.J.; LUCINDA, P.H.L.; SOARES, A.B.; NEUBERGER, A.L.; PEREIRA, E.C.; FREITAS, I.S.; MELO, J.R.B.; GOMES, K.D.; SANTOS, W.F.DOS. *Estudos da ictiofauna na região do reservatório Luís Eduardo Magalhães*. Unitins/Neamb - Porto Nacional-TO. Relatório anual out/99-set/00. Apoio Investco. 39p. 2001.

MATSUURA-TUNDISI, et al. *Limnology of Samuel Reservoir (Brazil, Rondônia) in the filling phase*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 24: 1482-1488.

MATTHEWS, W.J. *Patterns in freshwater fish ecology*. New York: Chapman & Hall, c1998. 756 p., il.

MÉRONA, B. **Aspectos ecológicos da ictiofauna do baixo Tocantins.** *Acta Amazônica*, 1986/1987, v. 16/17, p.109-124.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Editora Guanabara. Rio de Janeiro, RJ. 1988. 434p.

OLDANI, N.; MINOTTI, P.; RODRIGUEZ, R.; DELFINO, R. & BAIGÚN, C. **Incidência de factores ambientais en la abundância y distribución de peces Del río Paraná y su relación com los sistemas de transferencia de la represa de Yacyretá.** Argentina: *Natura Neotropicalis*, 2001, v 32 (1): p.41 – 48,

PACHECO, A. C. G. NETTO-FERREIRA, A. L.; CASTRO, A. L. M. de; BESERRA, D.A.; ALBRECHET, M.P. CARAMASCHI, E.P. **Partilha de recursos por peixes onívoro-insetívoro no início do enchimento do reservatório da UHE Serra da Mesa, alto rio Tocantins.** Resumos – XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia. Universidade Federal da Paraíba/Sociedade Brasileira de Ictiologia. João Pessoa-PB, 24 a 28 de Janeiro de 2005.

PAIVA, M. P. **Grandes Represas do Brasil.** Brasília: Editerra, 1982, 292p.

PETREIRE, M.; RIBEIRO, M. C. L. B. **The impact of a large tropical hydroelectric dam: the case of Tucuruí in the middle river Tocantins.** *Acta Limnologica Brasiliensia*, 1994. v. 5, p. 123-133.

PIANKA, E. R. **Ecologia evolutiva. Imprenta Juvenil, S. A . Barcelona, 1982, 365p.**

PLOEG, J. **The Cichlid genus *Crenicichla* In Tocantins River, State of Pará, Brazil, qith description of four new species (Pisces, Perciformes, Cichlidae).** *Beaufortia*, 1986, 36(5), p.57-80.

PRODIAT (Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia-Tocantins). *Diagnóstico da Bacia Araguaia-Tocantins.* Relatório. 4v. Brasília. Out/1982. 820p.

RIBEIRO, M. C. L. B.; PETREIRE, M.; JURAS, A. A.. **Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia – Tocantins River Basin, Brazil.** *Regulated Rivers: Research & Management*, 1995, v 2., p. 325-335.

ROS, A. E. & PARODI, C. R. (Ed.) **Conservación de la fauna ictia em el Embalse de Salto Grande.** Publicacion de la Comision Administradora del rio Uruguay y la comission tecnica mixta de Salto Grande. Mercedes : Rabel S.A. 37p, 1997

SANTOS, G. M. & CARVALHO, F. M. **Levantamento preliminar da ictiofauna na área de influência da UHE Santa Isabel. Relatório INPA/ELETRONORTE,** 1982, 56p.

SANTOS, G. M. & FERREIRA, E. J. G. **Peixes da Bacia Amazônica in** LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.** Trad. VAZZOLER, A . E. A . de M.; A . A . AGOSTINHO & P.T.M. CUNNINGHAM. EDUSP, São Paulo, 1999. 535 p.

SCHAEFFER, S. A. **Anatomy and relationships of scoloplacids catfishes.** Philadelphia 142: *Proc. Acad. Nat. Sci*, 1990, p 167-210.

StatSoft, Inc. (2003). *STATISTICA* (data analysis software system), version 6. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

VARI, R.P. **The Curimatidae: a lowland neotropical fish family (Pisces, Characiformes). Distribution, endemism and Phylogenetic Biogeography.** IN: **Vanzolini, P. E. & w. r. Heyer, ed. Neotropical Distribution Patterns: Proceedings of a Workshop.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1988 p.313-348.

WETZEL, K.G..Reservoir ecosystems: conclusion and speculations, p. 227-238. *In:* BENEDITO CECILIO, E. et al. **Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes.** Revista Brasileira de Zoologia. 14 (1): 1-14, 1997.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)