

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros
da represa de Três Marias (MG)

André Moldenhauer Peret

São Carlos-SP
2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros
da represa de Três Marias (MG)

André Moldenhauer Peret

Orientador: Dr. José Roberto Verani

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais (área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais)

São Carlos-SP
2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P437da

Peret, André Moldenhauer.

Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da
Represa de Três Marias (MG) / André Moldenhauer Peret. --
São Carlos : UFSCar, 2004.

60 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2004.

1. Comunidades de peixes. 2. Peixe - alimentação. 3.
Três Marias, Reservatório de (MG). 4. Ecologia trófica. 5.
Piscívoros. I. Título.

CDD: 574.5247 (20^a)

ORIENTADOR

Prof. Dr. José Roberto Verani

Dedico este trabalho a meus pais, pelo auxílio e, sobretudo, pela amizade e cumplicidade.

AGRADECIMENTOS

- 1. Ao Prof. Dr José Roberto Verani, pela grande amizade e pela orientação;**
- 2. Aos Drs. Yoshimi Sato e José Henrique Cantarino Gomes, pelas facilidades proporcionadas para a execução deste estudo;**
- 3. Aos meus pais Alberto e Geisa, pelo companheirismo, carinho e paciência nos bons e nos difíceis momentos destes anos;**
- 4. À Marília, pelo carinho e compreensão, fundamentais em todos os momentos;**
- 5. Ao meu Irmão Caio, pelos bons conselhos para o futuro;**
- 6. Aos colegas do DHB, que sempre ajudaram, seja no trabalho ou na descontração;**
- 7. Aos técnicos Claudinei Arcanjo de Oliveira e Luiz Aparecido Joaquim pela fundamental colaboração durante as análises;**
- 8. Aos professores e amigos do PPG/ERN-UFSCar, pela amizade e auxílio em todos os aspectos;**
- 9. Ao CNPq e ao PPG/ERN-UFSCar pela bolsa e oportunidades concedidas, respectivamente.**

Agradeço, finalmente, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das represas de acordo com a área e o volume.....	12
Tabela 2 – Índices alimentares por período de coleta – <i>Acestrohrynychus lacustris</i> e <i>Acestrohrynychus britskii</i>.....	32
Tabela 3 – Índices Alimentares por período de coleta – <i>Serrasalmus brandti</i>, <i>Pachyurus squamipennis</i> e <i>Pygocentrus piraya</i>.....	33
Tabela 4 – Índices alimentares por ponto de coleta – <i>Acestrohrynychus lacustris</i> e <i>Acestrohrynychus britskii</i>.....	41
Tabela 5 – Índices alimentares por ponto de coleta – <i>Serrasalmus brandti</i>, <i>Pachyurus squamipennis</i> e <i>Pygocentrus piraya</i>.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica da Represa de Três Marias (MG)....	19
Figura 2 – Contorno da represa de Três Marias, destacando os pontos de coleta usuais para o estudo da ictiocenose. M 02 = Indaiá; SB 01 = São Basílio; M 03 = Sucuriu e M 06 = Barra do Paraopeba.....	20
Figura 3 - Exemplar da espécie <i>Serrasalmus brandti</i>, peixe popularmente conhecido como “pirambeba”.....	23
Figura 4 - Exemplar da espécie <i>Pygocentrus piraya</i>, peixe popularmente conhecido como “piranha do São Francisco”.....	24
Figura 5 - Exemplar da espécie <i>Acestrohrynychus britskii</i>, peixe popularmente conhecido como “peixe-cachorro”.....	25
Figura 6 - Exemplar da espécie <i>Acestrohrynychus lacustris</i>, peixe popularmente conhecido como “peixe-cachorro”.....	26
Figura 7 - Exemplar da espécie <i>Pachyurus squamipennis</i>, peixe popularmente conhecido como “pescada branca”.....	27
Figura 8 – Variação mensal da pluviosidade na represa de Três Marias durante o período de coleta.....	36
Figura 9 – Representação gráfica dos resultados das análises discriminantes aplicadas aos períodos de coleta: 1=Novembro de 1996; 2=Fevereiro de 1997; 3=Maio de 1997; 4=Agosto de 1997.....	38

Figura 10 – Representação gráfica dos resultados das análises de discriminantes aplicadas aos diferentes pontos de coleta. 1=Indaiá, 2= São Basílio, 3= Barra do Paraopeba e 4= Sucuriu..... 43

Figura 11 – Preferência alimentar de *Pachyurus squamipennis* (proporção em %) por classes de comprimento padrão..... 44

Figura 12– Variação da sobreposição alimentar (%), por período de coleta, entre as espécies estudadas..... 47

Figura 13 – Variação da sobreposição alimentar (%), entre as espécies estudadas, por ponto de coleta..... 48

RESUMO

O estudo da alimentação de peixes é ferramenta de grande valia na compreensão das interações das diferentes populações de uma ictiocenose, visando o estabelecimento de futuras estratégias de manejo. A represa de Três Marias, região do alto Rio São Francisco (MG), é um ambiente tipicamente oligotrófico onde se constata uma alta densidade de peixes piscívoros (aproximadamente 20% do total da ictiomassa). Para o sustento desta guilda trófica em ambientes assim caracterizados, é esperada a ocorrência de um grande aporte de nutrientes de origem alóctone. No reservatório em questão, com o período das cheias, a vegetação marginal é encoberta pelas águas, propiciando maior disponibilidade de alimento para a comunidade íctica. Neste estudo foram analisados os conteúdos estomacais de cinco espécies de peixes preferencialmente ictiófagos (*Serrasalmus brandti*, *Pygocentrus piraya*, *Pachyurus squamipennis*, *Acestrirhynchus britskii* e *Acestrirhynchus lacustris*), em quatro períodos de coleta e em quatro pontos distintos da represa. Para avaliar a importância dos itens alimentares foram estimados os valores do índice alimentar, que incorpora não somente a frequência de ocorrência do item, bem como o volume por ele ocupado. A espécie *S. brandti* foi a única que apresentou pela incorporação de material alóctone na sua dieta. As demais espécies apresentaram um alto grau de sobreposição alimentar durante o período de cheia (período de maior oferta de alimentos), considerando-se que concentraram sua alimentação na espécie *Anchoviella vaillanti*, constatando-se uma drástica redução de sobreposição no período de menor oferta de alimento, e caracterizando o deslocamento de nicho. Foi detectada, no ponto de coleta que recebe resíduos domésticos, uma redução de sobreposição alimentar, o que pode refletir uma alteração na oferta de alimento em função da poluição ou mesmo do enriquecimento do ambiente pela matéria orgânica inserida no sistema.

ABSTRACT

The fish feeding study is a valuable tool on understanding the interactions between populations in a community. The Três Marias reservoir, on the high region of the São Francisco River (MG), is a typically oligotrophic environment with a high density of piscivorous fishes (about 20% of the total ichthyomass). To support this trophic guild on environments like this, it is expected a high alloctone matter input. In such environment, in the high waters period, the marginal area is flooded, providing food to the fodder species, which support the piscivorous communities. During this period, the contribution of terrestrial insects is fundamental to support many fish species. It was analyzed the stomach content of five piscivorous species (*Serrasalmus brandti*, *Pygocentrus piraya*, *Pachyurus squamipennis*, *Acestrorhynchus britskii* and *Acestrorhynchus lacustris*) in four distinct periods of the year and four stations in the reservoir. The food items importance was estimated using the feeding index. *S brandti* was the only piscivorous species responsible for the incorporation of alloctone matter, basically terrestrial insects. The other species showed a high niche overlap during the high waters period (higher food providing), when they feed basically upon *Anchoviella vaillanti*, and had a wide niche overlap reduction in the low waters period, what characterizes a niche displacement. It was detected, on the station that receives domestic waste, a reduction on the niche overlap, an indication of a change on the food offer, as a consequence of the environmental pollution or even of the enrichment by the additional organic matter input.

SUMÁRIO

Agradecimentos	4
Lista de Tabelas	5
Lista de Figuras	6
Resumo	8
Abstract	9
Introdução	12
Objetivos	17
Material e Métodos	18
Local de Estudo	18
Pontos de Coleta	20
Indaiá	21
São Basílio	21
Barra do Paraopeba	21
Sucuriu	22
Caracterização das espécies estudadas	23
<i>Serrasalmus brandti</i>	23
<i>Pigocentrus piraya</i>	24
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	25
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	26
<i>Pachyurus squamipennis</i>	27
Coletas e Análises de dados	28

Resultados e Discussão	31
Períodos de Coleta	31
Pontos de Coleta	39
Sobreposição de Nicho	46
Sobreposição de nicho por período de coleta	46
Sobreposição de nicho por ponto de coleta	48
Conclusões	50
Perspectivas	51
Referências bibliográficas	52

INTRODUÇÃO

A construção de reservatórios para diferentes fins tem sido uma das grandes contribuições humanas na modificação de ecossistemas naturais. Pequenos sistemas de armazenamento de água, com o propósito inicial de irrigação, controle de inundação e suprimento de água, foram substituídos por grandes empreendimentos visando a produção de energia elétrica, dentre outras finalidades (Tundisi, 1988).

As represas podem ser consideradas como ambientes heterogêneos e complexos, apresentando características intermediárias entre rios e lagos (Thornton, 1990). De acordo com Straskraba *et. al.* (1993), a Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD) caracteriza os corpos de água lânticos de acordo com o volume retido. Assim, represas seriam corpos de água apresentando volume maior que 1.10^6 m^3 e com barragens maiores que 15 m. Ainda segundo a ICOLD, as represas podem ser subdivididas em categorias como as descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação das represas de acordo com a área e o volume

CATEGORIA	ÁREA (Km ²)	VOLUME (m ³)
Grande	$10^4 - 10^6$	$10^{10} - 10^{11}$
Média	$10^2 - 10^4$	$10^8 - 10^{10}$
Pequena	$1 - 10^2$	$10^6 - 10^8$
Muito Pequena	<1	< 10^6

É notório que o represamento causa alterações na qualidade da água (Bezerra, 1987), modificando, conseqüentemente, a composição da ictiocenose. Segundo Tundisi (1988), as alterações ambientais causadas pelas represas abrangem vários aspectos:

- Introduzem um novo modelo energético – ampliação das interfaces água-ar, sedimento-água e hidrosfera-biosfera, proporcionando um novo modelo de fluxo energético dado o substancial aumento do tempo de residência da água;
- Alteram o ciclo hídrico – aumento da capacidade de reserva do ciclo hídrico e alterações do balanço hídrico;
- Promovem alterações na concentração da matéria orgânica dissolvida, transparência, estrutura térmica, condutividade, etc;
- Inundam a vegetação terrestre e favorecem aumento de biomassa de macrófitas aquáticas e fitoplâncton;
- Promovem o desaparecimento de parte importante da fauna terrestre, interferem no processo de migração de peixes além de provocarem modificações na composição do fitoplâncton.

Em decorrência destas interferências, uma série de conseqüências secundárias, tem seguimento. A reestruturação da composição da ictiocenose do corpo de água represado é uma das mais relevantes (Araújo-Lima *et al.*, 1995).

Vieira (1994) e Agostinho *et al.* (1994) sustentam que entre as conseqüências esperadas dos represamentos estão a diminuição do número de espécies, a mortandade de peixes, a diminuição do recrutamento e a substituição da fauna por espécies oportunistas.

O processo de colonização de ambientes recentemente represados conta com a fonte alóctone de alimentos e com o estresse ambiental como fatores de primeira ordem na reestruturação da ictiocenose (Agostinho *et al.*, 1992).

A plasticidade alimentar representa, então, uma característica chave primária na adaptação ao novo ambiente, sendo decisivos, secundariamente, o potencial reprodutivo, a longevidade, o tamanho de primeira maturação e as interações interespecíficas vigentes nos primeiros anos (Paiva, 1983). Portanto, os principais colonizadores dos ambientes

represados, nos primeiros anos, são os r-estrategistas (Odum, 1985), e à medida que a comunidade se desenvolve, interações bióticas aumentam em intensidade, e as novas condições favorecem os especialistas (k-estrategistas), que utilizam mais eficientemente os recursos (Benedito-Cecílio, 1997). No entanto, vários autores constataram a continuidade da dominância de espécies piscívoras após o fechamento das barragens para os grandes reservatórios da bacia do Paraná (Benedito-Cecílio, 1994), embora algumas mudanças qualitativas na dinâmica populacional da categoria tenham sido observadas.

Com base nestes relatos, o estudo da alimentação de peixes é de vital importância não somente para o conhecimento das características biológicas das espécies em particular, mas também como ferramenta de grande valia na compreensão das interações das diferentes populações de uma ictiocenose. Dessa forma, a análise das interações tróficas e conseqüentemente do modo como as espécies utilizam os recursos alimentares disponíveis é de vital importância para a elaboração de estratégias de manejo de populações naturais.

Os peixes podem ocupar vários níveis tróficos de um ecossistema (Wootton, 1994). Entretanto, a identificação das categorias tróficas a que pertencem estes peixes tem sido dificultada em função, não somente da enorme variedade de espécies conhecidas, como do amplo espectro de itens alimentares ingeridos pelas mesmas e da flexibilidade observada na dieta de muitas espécies (Larkin, 1956, Keenleyside, 1979). Para auxiliar na caracterização do hábito alimentar, Welcome (1979) sugere a utilização do item predominante como forma de uniformizar métodos de análise.

A dieta dos peixes é influenciada pela interação entre a preferência alimentar e a disponibilidade de alimentos no hábitat (Angermeyer & Karr, 1984). Levando-se em consideração o funcionamento das comunidades aquáticas, a atividade trófica dos peixes desempenha uma importância fundamental na estruturação das comunidades aquáticas

(Power, 1983). Os peixes modificam a estrutura física dos ecossistemas, além de interferirem na ciclagem de nutrientes, via excreção, defecação e transporte de nutrientes (Vanni, 1996; Matthews, 1998).

Os efeitos dos peixes nas cadeias alimentares podem causar reflexos em vários níveis tróficos, gerando as chamadas “interações em cascata” (Carpenter *et al.*, 1987). Isso tem estimulado recentemente o desenvolvimento de estudos experimentais em ecossistemas de água doce no Brasil (Arcifa *et al.*, 1995). A aplicabilidade desse conceito, contudo, ainda é carente de maiores estudos.

Apesar de ainda numericamente insuficientes, vários trabalhos realizados no Brasil apresentam em seus objetivos o estudo da ecologia trófica em comunidades de represas. Dentre eles, destacam-se os de Schroeder-Araújo (1980), Ferreira (1984), Romanini (1989) e Hahn *et al.* (1997). Para a represa de Três Marias, podem ser citados como trabalhos significativos em alimentação de peixes, os desenvolvidos por Catella & Torres (1985), para *Acestrorhynchus lacustris* e por Mourão & Torres (1985), para *Pachyurus squamipinis*, assim como os estudos de anatomia do trato digestivo de determinadas espécies (Menin, 1988).

A elevada diversidade de peixes e a intensidade da pesca na represa de Três Marias chamaram a atenção de Esteves & Sato (1986), face ao caráter oligotrófico do ambiente. A hipótese levantada pelos autores sugere que a principal fonte de matéria orgânica seria proveniente da vegetação marginal terrestre invasora, principalmente gramíneas. Após o mês de novembro, quando o nível da água começa a subir, essa vegetação é recoberta entrando em processo de decomposição (Gomes, 2002). Os nutrientes liberados em decorrência desses eventos seriam então primordiais para o estabelecimento da cadeia trófica diretamente associada e, conseqüentemente, para a ictiocenose. Infelizmente ainda

não existem dados consistentes com relação à diversidade de espécies de peixes na Represa de Três Marias.

O presente trabalho tem como objetivo principal determinar a influência destas alterações cíclicas na alimentação de espécies preferencialmente ictiófagas, bem como, a variação espacial na alimentação destas espécies ictiícas.

OBJETIVOS

Atrelado ao objetivo principal do presente estudo, qual seja, determinar a influência de alterações ambientais cíclicas e das variações na composição do entorno na alimentação de espécies preferencialmente ictiófagas da represa de Três Marias, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Determinar a variação sazonal da alimentação de peixes preferencialmente piscívoros, sob influência do regime de chuvas;
- Determinar variações na alimentação destes peixes em diferentes pontos de coleta do corpo principal da represa;
- Estabelecer o grau de sobreposição alimentar das espécies analisadas e suas variações espaciais e temporais.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO

A represa de Três Marias situa-se no centro do Estado de Minas Gerais, na região do Alto São Francisco (Figura 1). Sua construção, iniciada em 1957 e concluída em 1960 visava dentre outros objetivos, a regularização do fluxo do Rio São Francisco, o aumento da vazão entre Juazeiro e Pirapora e o aumento da potência da usina hidrelétrica de Paulo Afonso (Britski *et al.*, 1988). A represa apresenta forma dendrítica, com águas provenientes principalmente do Rio São Francisco e alguns de seus tributários.

Panoso *et al.* (1978), aplicando a classificação climática de Köppen, verificaram que a região se enquadra no tipo AW, que corresponde à tropical de savana, com inverno seco em que a temperatura média do mês mais frio é de 18°C.

Segundo Bezerra (1987), o período chuvoso vai de outubro a abril, sendo o trimestre junho-agosto praticamente seco. A oscilação da temperatura é sempre pequena, girando em torno de 5°C.

A cobertura vegetal da região se define como cerrado. O cerrado da região do São Francisco tem fisionomia própria, ainda que não seja uniforme em toda a sua extensão.

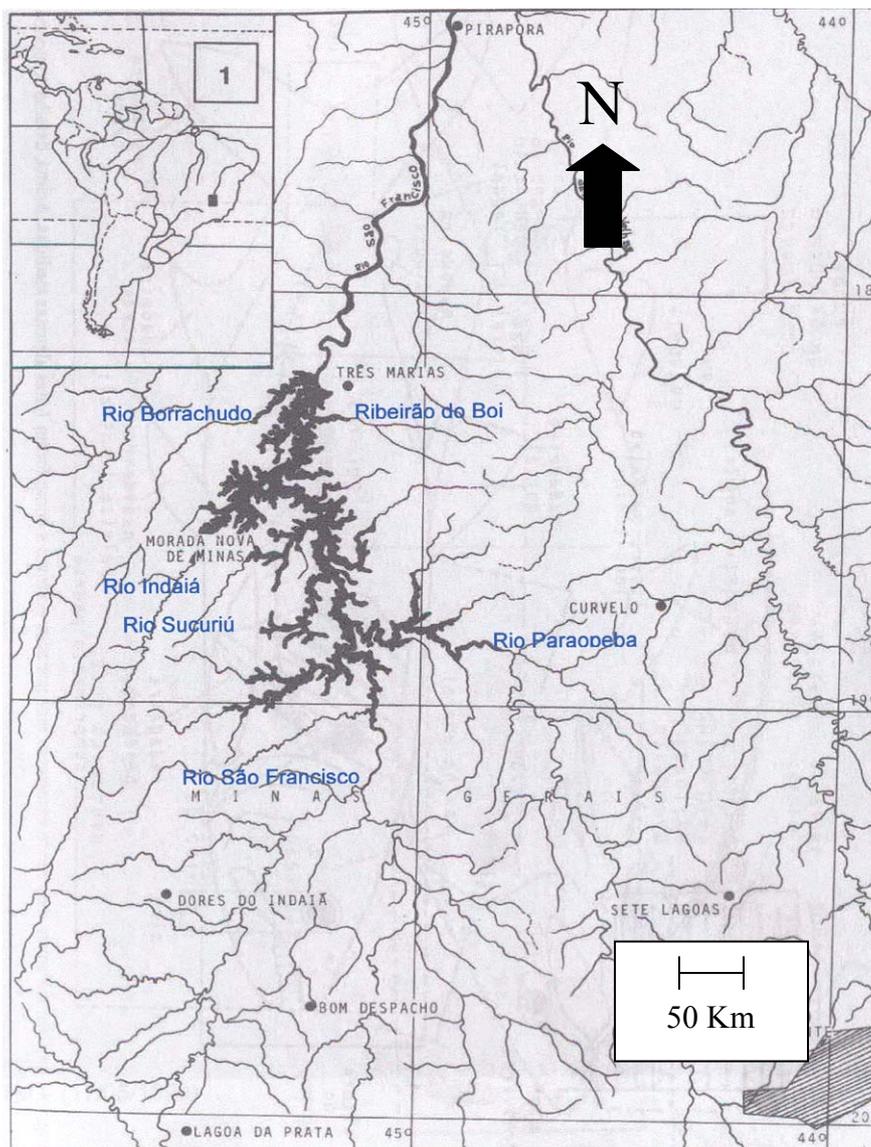


Figura 1 - Localização geográfica da Represa de Três Marias - MG (retirado de Britskii *et al.*, 1988)

PONTOS DE COLETA

Os quatro pontos de coleta foram determinados de forma a abranger uma grande variedade de ambientes dentro do mosaico que representa o corpo principal da represa (Figura 2), incluindo as conexões deste eixo com alguns dos principais tributários.

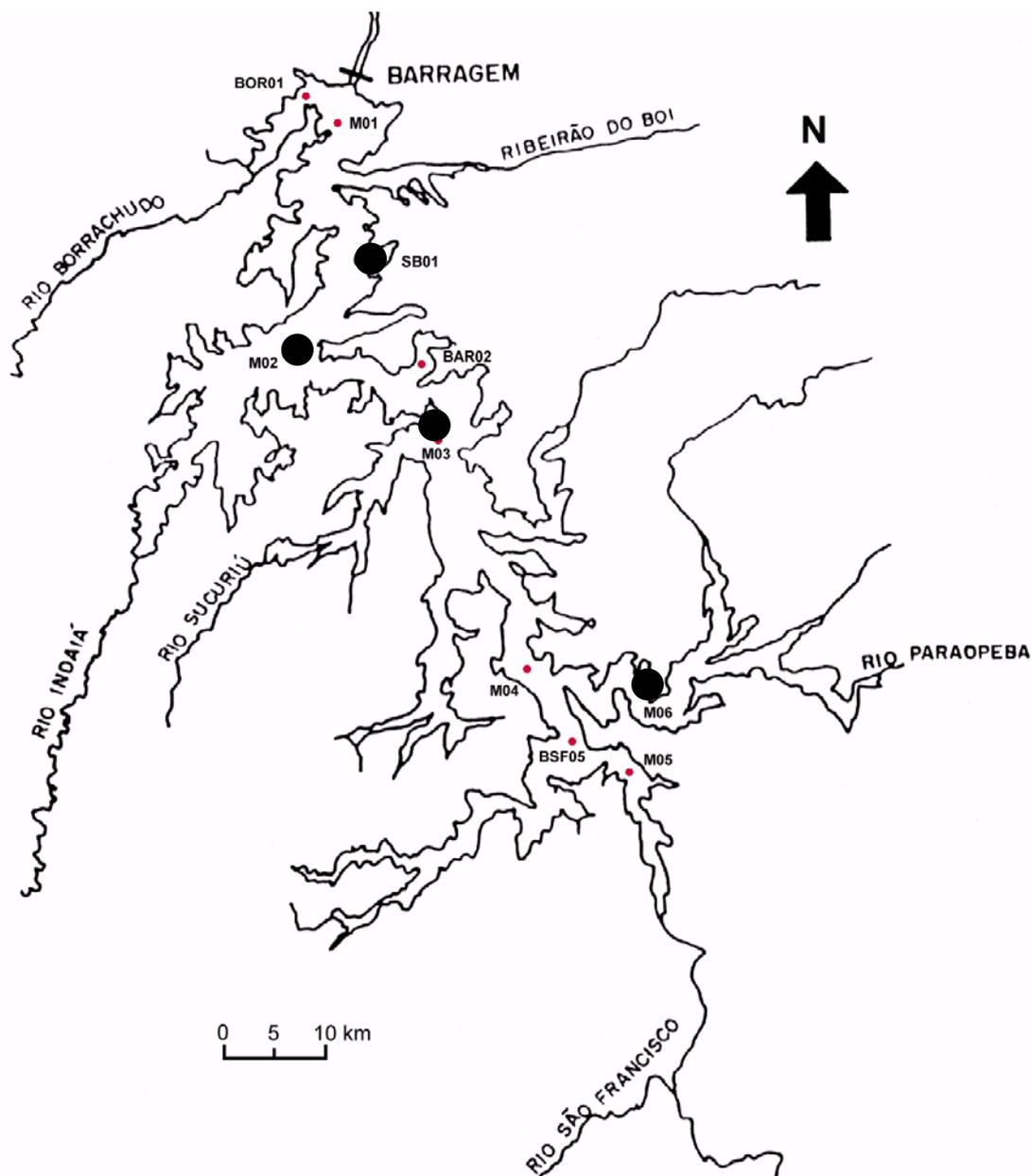


Figura 2 – Contorno da represa de Três Marias, destacando os pontos de coleta usuais para o estudo da ictiocenose: ● M 02 = Indaiá; ● SB 01 = São Basílio; ● M 03 = Sucuriú e ● M 06 = Barra do Paraopeba. Imagem fornecida pelo biólogo Dr. Yoshimi Sato (CODEVASF).

INDAIÁ (18°30'S e 45°12'W)

O ponto de coleta Indaiá situa-se sob a área de influência do rio de mesmo nome. Apresenta gramíneas e pequenos arbustos, que permanecem submersos durante a estação de chuvas. Nas proximidades das margens existem, ainda, regiões com vegetação mais densa, onde predominam palmeiras e vegetação característica de cerrado. Há uma grande incidência de troncos e galhos submersos nesta região, resultantes da inundação da vegetação durante a construção da barragem.

SÃO BASÍLIO (18°45'S e 45°08'W)

Região mais próxima da barragem, onde desembocam numerosos riachos. Há, também, muitos troncos e galhos imersos. A vegetação adjacente é caracterizada pela presença de árvores de médio porte, além de áreas desmatadas.

BARRA DO PARAOPEBA (18°49'S e 45°07'W)

Este ponto de coleta localiza-se próximo ao rio Paraopeba, à margem direita da represa. Receptor de águas de grandes centros, como Contagem e Betim, que contém despejos urbanos e industriais. A vegetação da região é diversa, sendo caracterizada pela presença de campos de gramíneas, cerrado e pelo cultivo de pinus. A principal atividade desenvolvida na região é a agropecuária.

SUCURIÚ (18°34'S e 45°15'W)

Um ambiente situado nas proximidades da cidade de Morada Nova de Minas, porém, não recebendo diretamente seus despejos. A agropecuária também é desenvolvida na região. A vegetação predominante é o eucalipto, cultivado em grande escala.

CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

Serrasalmus brandti (Lütken, 1865)

Classe Actinopterygii

Ordem Characiformes

Família Characidae

Subfamília Serrasalminae

Amplamente distribuídos na América do Sul, principalmente na bacia do Rio São Francisco, proliferam em ambientes lênticos ou semi-lênticos. São conhecidos como predadores mutiladores porque ingerem essencialmente de nadadeiras, escamas e outras porções do corpo de suas presas (Winemiller, 1989), mas também podem ingerir insetos, frutos e sementes, de acordo com a disponibilidade no ambiente (Oliveira, 1999). *S. brandti* é considerada uma espécie oportunista, com uma alta resiliência dado o alto potencial reprodutivo da espécie. O tempo de duplicação da população pode ser menor do que quinze meses (Fishbase 2004).



Figura 3 - Exemplar da espécie *Serrasalmus brandti*, peixe popularmente conhecido como “pirambeba”.

***Pygocentrus piraya* (Curvier, 1819)**

Classe Actinopterygii

Ordem Characiformes

Família Characidae

Subfamília Serrasalminae

Assim como *S. brandti*, é uma espécie caracteristicamente ictiófaga mutiladora, além de tratar-se de outro peixe oportunista. Amplamente distribuído pelos ambientes lânticos do Brasil, é uma espécie originada na bacia do Rio São Francisco, onde é utilizada na pesca esportiva e comercial (Fishbase, 2004).



Figura 4 - Exemplar da espécie *Pygocentrus piraya*, peixe popularmente conhecido como “piranha do São Francisco”.

Acestrorhynchus britskii (Menezes, 1969)

Classe Actinopterygii

Ordem Characiformes

Família Acestrorhynchidae

Subfamília Acestrorhynchinae

Peixe de corpo alongado (comprimento cerca de 4,5 vezes superior à altura) e focinho bastante aguçado. Dentes caninos grandes, espaçados e entremeados de outros pequenos dentes (Godoy, 1975). Amplamente distribuída em ambientes tropicais, a espécie alimenta-se, essencialmente, de peixes inteiros, fato que a caracteriza como controladora de populações de peixes forrageiros.



Figura 5 - Exemplos da espécie *Acestrorhynchus britskii*, peixe popularmente conhecido como “peixe-cachorro”.

Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875)*Classe Actinopterygii****Ordem Characiformes****Família Acestrorhynchidae****Subfamília Acestrorhynchinae**

Espécie morfologicamente semelhante ao *A. britskii*, com a diferença que atinge comprimentos maiores (maior valor registrado de comprimento padrão foi de 27cm, enquanto que, para *A. britskii*, foi 16,5cm), além de possuir uma mácula na base da nadadeira caudal e outra nas proximidades do opérculo. Também pode ser considerada como espécie controladora de populações de peixes forrageiros.



Figura 6 - Exemplar da espécie *Acestrorhynchus lacustris*, peixe popularmente conhecido como “peixe-cachorro”.

***Pachyurus squamipennis* (Agassiz, 1831)**

Classe Actinopterygii

Ordem Perciformes

Família Sciaenidae

Espécie originalmente de água salgada, porém se estabeleceu satisfatoriamente no ambiente de água doce, onde é endêmica da bacia do Rio São Francisco. Alimenta-se de peixes inteiros, bem como de algumas larvas de insetos quando se encontra, em termos de ontogenia, nos estágios iniciais de desenvolvimento.



Figura 7 - Exemplar da espécie *Pachyurus squamipennis*, peixe popularmente conhecido como “pescada branca”.

COLETAS E ANÁLISES DE DADOS

Os peixes, oriundos dos quatro pontos de coleta na represa (Indaiá, São Basílio, Barra do Paraopeba e Sucuriu), em quatro períodos distintos (Novembro de 1996, Fevereiro de 1997, Maio de 1997 e Agosto de 1997), foram capturados com o auxílio de redes de espera de diferentes tamanhos de malha (3 a 16 cm de abertura de malha), colocadas sempre ao anoitecer e recolhidas na manhã seguinte.

Para a análise do conteúdo estomacal, foram observados, em média, dez exemplares de cada espécie em cada ponto e em cada período de coleta. Neste estudo, foram consideradas as espécies *Serrasalmus brandti*, *Pygocentrus piraya*, *Pachyurus squamipenis*, *Acestrorhynchus britskii* e *Acestrorhynchus lacustris*.

Foi estimada a repleção estomacal, atribuindo-se valores em uma escala de zero a três:

0 – vazio;

1 – pouco cheio (até 1/3 preenchido);

2 – meio cheio (de 1/3 a 2/3 preenchido);

3 – cheio (completamente preenchido).

O conteúdo estomacal foi analisado em olho desarmado e, quando necessário, com o auxílio de microscópio estereoscópico. As análises foram realizadas por intermédio do método de frequência de ocorrência dos itens alimentares (Windell, 1968), sendo o volume de cada item estimado pelo método dos pontos (Hynes, 1950), cujos valores foram utilizados para ponderar os valores de repleção dos estômagos

Avaliou-se a importância dos itens na dieta das espécies por uma modificação do índice alimentar de Kawakami & Vazzoler (1980):

$$IA_i = \frac{F_i P_i}{\sum_{i=1}^n (F_i P_i)}$$

Onde,

IA_i = índice alimentar;

F_i = frequência de ocorrência (%) do item i ;

P_i = frequência de pontos (%) do item i multiplicada pelo grau de repleção

Os diferentes pontos e períodos de coleta foram comparados quanto à alimentação das espécies estudadas por meio de análise de discriminantes (Mainly, 1986).

O grau de sobreposição alimentar foi estimado por meio do índice de Morisita simplificado (Krebs, 1989), que se baseia nas frequências de ocorrência dos itens alimentares:

$$C_\lambda = \frac{2 * \sum_{i=1}^s (X_i Y_i)}{\sum_{i=1}^s X_i^2 + \sum_{i=1}^s Y_i^2}$$

Onde,

C_λ = coeficiente de sobreposição, que varia de 0 a 1;

s = número total das categorias de alimento;

i = itens alimentares;

X_i e Y_i = frequência relativa de ocorrência dos itens (i) nas espécies X e Y.

As espécies *Serrasalmus brandti* e *Pygocentrus piraya* não foram analisadas quanto à sobreposição alimentar, uma vez que seus conteúdos estomacais se compuseram principalmente de partes não identificáveis de peixes, impossibilitando uma comparação com as demais espécies.

Para verificar se as distribuições de frequências de ocorrências do itens alimentares por classe de comprimento, calculadas por meio do algoritmo de Sturges (Zar, 1999), para cada uma das espécies, eram semelhantes entre os pontos e entre os períodos de coleta, foi aplicado o teste de Komolgorov-Smirnov para comparação de duas distribuições de frequência de ocorrência (Zar, 1999), que para tanto se utiliza das frequências relativas acumuladas das classes da variável analisada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PERÍODOS DE COLETA

A classificação dos peixes em categorias tróficas definidas tem sido um desafio devido ao amplo espectro de itens alimentares ingeridos e à flexibilidade observada na dieta de muitas espécies (Larking 1956, Keenleyside 1979, Dill 1983).

Segundo Gerking (1994), dentre os termos descritivos referentes ao comportamento alimentar dos organismos, destacam-se:

- *Especialistas* – espécies usualmente adaptadas morfológicamente a um tipo restrito de alimento;
- *Generalistas* – espécies sem preferências alimentares nítidas;
- *Oportunistas* – Espécies que se aproveitam das oportunidades oferecidas pelo ambiente, ingerindo itens diferentes daqueles presentes em sua dieta natural.

A instabilidade das variáveis abióticas em ambientes de água doce favorece o aumento das populações de espécies com dietas generalistas (Larking 1956) e suficientemente plásticas, para que sejam bem sucedidas (Dill, 1983). Estas observações estão refletidas nos resultados constantes das tabelas 2 e 3, que apresentam os índices alimentares para cada item ingerido pelas espécies estudadas.

TABELA3 - ÍNDICES ALIMENTARES POR PERÍODO DE COLETA *Serrasalmus brandti*, *Pachyurus squamipennis* e *Pygocentrus piraya*

ÍTEM ALIMENTAR	<i>Serrasalmus brandti</i>				<i>Pachyurus squamipennis</i>				<i>Pygocentrus piraya</i>		
	nov-96	fev-97	mai-97	ago-97	nov-96	fev-97	mai-97	ago-97	fev-97	mai-97	ago-97
Restos de Peixes	6.83E-02	8.78E-01	7.94E-01	9.68E-01	1.42E-02	1.15E-01	4.19E-01	3.61E-02	8.24E-01	9.44E-01	9.56E-01
Restos de Insetos	4.94E-01	6.45E-02	4.12E-02	3.00E-02	-	1.58E-04	2.56E-03	1.75E-03	-	1.54E-02	-
Restos Vegetais	-	1.80E-02	1.21E-01	9.55E-04	-	6.44E-03	2.56E-03	2.47E-03	-	3.12E-02	7.83E-04
Isoptera	1.96E-01	8.38E-05	-	-	1.66E-04	-	1.71E-03	-			
Coleóptera	2.20E-01	2.85E-02	3.50E-02	2.10E-04	-	-	2.04E-02	5.68E-03			
Hymenoptera	1.22E-02	-	-	-	4.08E-02	7.56E-04	3.54E-01	2.58E-01			
Hemíptera	6.85E-04	-	-	-							
Homóptera	1.56E-04	-	-	6.84E-05							
Orthoptera	3.92E-04	5.67E-03	4.84E-03	-	-	6.56E-04	-	-	-	-	3.92E-02
Lepidóptera	6.09E-03	-	5.34E-04	-							
Odonata	-	5.16E-03	2.95E-03	5.47E-04	-	1.89E-03	3.82E-03	2.18E-01	-	2.52E-03	3.79E-03
Decápoda	2.93E-03	-	-	-							
Chironomus	3.36E-04	-	-	-	1.81E-05	2.77E-03	1.33E-02	4.17E-01			
Ephemeroptera											
<i>Astyanax sp.</i>					1.18E-03	-	-	-			
<i>Hoplias sp.</i>											
Curimatidae					2.88E-03	-	-	-			
<i>Gymnotus sp.</i>											
<i>Cichla sp.</i>											
<i>Anchoviella vaillanti</i>					9.39E-01	8.68E-01	1.83E-01	4.35E-02	-	3.53E-03	-
<i>Trycomycterus sp.</i>					3.84E-04	-	-	-			
<i>Triportheus sp.</i>											
<i>Tetragponopterus sp.</i>					-	-	-	9.16E-03			
Pimelodidae					1.22E-03	1.60E-04	-	-	-	3.53E-03	-
Loricariidae					-	4.16E-03	-	-			
<i>Creatocanes sp.</i>					-	-	-	7.89E-03			
Bivalvia									1.76E-01	-	-

O termo piscivoria era atribuído por Gerking em 1994 aos animais que se alimentam apenas de peixes inteiros. Hoje, os autores usualmente empregam o termo para se referir aos animais que se alimentam preferencialmente de peixes, admitindo a plasticidade referida por Dill (1983), que, segundo Welcome (1979), trata-se de uma situação comum para muitas espécies.

Admitindo-se em um raciocínio linear em uma cadeia trófica, espera-se que os piscívoros sejam pouco numerosos, por ocuparem o topo da hierarquia. Entretanto, vários são os ambientes onde estes organismos se apresentam em populações com altas densidades. De acordo com Araújo-Lima *et. al.* (1995), comunidades com estas características somente se sustentam se houver contribuição alóctone pois os altos valores de biomassa e de diversidade de piscívoros, estão relacionados à baixa produtividade autóctone do ambiente. No entanto, esta afirmação pode estar equivocada se não for considerado o tempo de reposição das populações forrageiras: espécies de peixes com baixa longevidade podem sustentar populações de piscívoros nestes ambientes.

Certamente, as espécies eminentemente piscívoras em ambientes de baixa produtividade não se sustentam se não assumirem certa plasticidade no comportamento alimentar. Na represa de Três Marias, Alvim (1999) demonstra que as espécies piscívoras representam cerca de 20% do total da ictiomassa, constituindo estes organismos a terceira maior guilda trófica em um ambiente oligotrófico (Esteves, 1986).

É importante salientar que a plasticidade no comportamento alimentar favorece a sobrevivência da espécie, ao mesmo tempo em que pode se constituir no mecanismo de aceleração da incorporação de nutrientes de origem alóctone do ambiente aquático.

No presente estudo, entre as espécies analisadas na represa de Três Marias, a única espécie ictiófaga diretamente responsável por este comportamento foi *S. brandti*,

que ingeriu, além de tecidos de peixes (escamas, nadadeiras e peixes inteiros), insetos terrestres, como coleópteros terrestres e isópteros, principalmente em época de revoada. Tal fato é similar aos resultados obtido por Alvim (1999) e Gomes (2002) na represa de Três Marias e em outros ambientes por Oliveira (1999), referindo-se a esta mesma espécie. As demais espécies que se alimentaram de insetos utilizaram na dieta larvas aquáticas que, evidentemente, não podem ser consideradas alóctones.

Serrasalmus brandti constitui-se, portanto, em um elo de transferência de energia no sistema de Três Marias, para a incorporação de nutrientes ao ambiente aquático.

De acordo com Gerking (1994), deslocamento de nicho é uma alteração na seleção de alimentos em resposta a alterações ambientais (físicas e químicas) ou à pressão competitiva.

O corpo de água represado é fortemente influenciado pelos fatores naturais que regem o ambiente no qual ele está inserido, como temperatura, umidade e pluviosidade, assim como pelo sistema terrestre circundante. O regime de chuvas é ponto decisivo nas alterações sazonais dos corpos de água (Tundisi, 1988). Na região da Represa de Três Marias, o período compreendido entre os meses de Novembro de 1996 a Março de 1997 representou a estação chuvosa e entre os meses de Maio de 1997 a Outubro do mesmo ano, a estação seca, como demonstra a Figura 8.

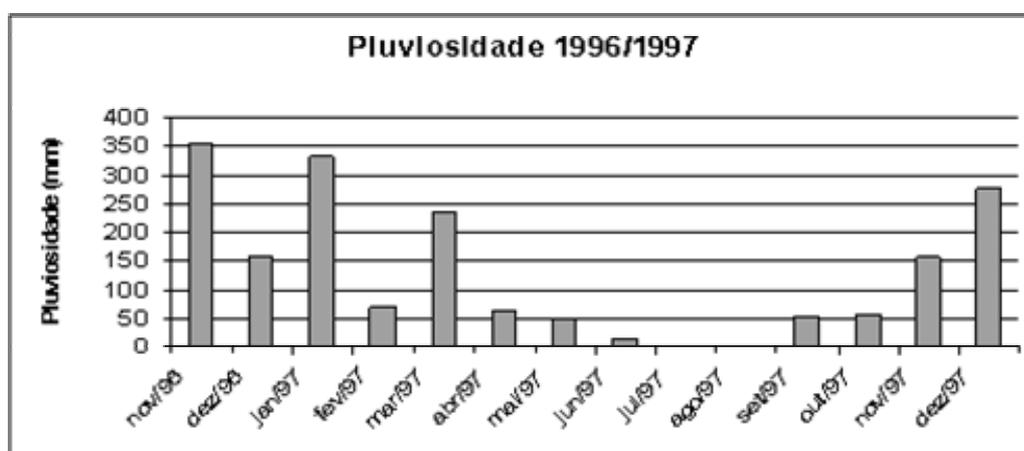


Figura 8 – Variação mensal da pluviosidade na represa de Três Marias durante o período de estudo.

Este comportamento sazonal, que se repete ao longo dos anos (Gomes, 2002; Alvim, 1999), altera drasticamente a disponibilidade de alimento, uma vez que, durante as cheias, há um alagamento do entorno, que disponibiliza vegetação e insetos terrestres para o meio, bem como abrigo para desova de peixes. Tal fato pode ser observado através dos resultados no presente trabalho, onde peixes oportunistas, como *S. brandti*, se alimentam de grande quantidade de insetos terrestres nos períodos chuvosos, quando as águas encobrem a vegetação marginal e o solo do entorno, mas voltaram a se alimentar preferencialmente de peixes durante o período seco, aspecto ressaltado nas análises de discriminantes (Figura 9), cujos resultados refletem as mudanças no tipo de alimento ingerido quando é alterado o regime de chuvas. Outros peixes, como *A. lacustris*, modificaram seu hábito alimentar de acordo com a disponibilidade de peixes (Tabela 1). Esta espécie, segundo Hahn *et. al.* (2000), se alimenta de uma grande variedade de espécies de peixes no reservatório de Itaipu, alterando seu hábito com a sazonalidade ambiental, o que a caracteriza como uma espécie oportunista (Gerking, 1994). Wootton (1990) refere-se à espécie, como boa amostradora, pois reflete o que está disponível no ambiente.

Verificou-se que *A. britskii* se alimentou quase exclusivamente da piaba (*Anchoviella vaillanti*), sem variações sazonais significativas, bem como *P. piraya* alimentou-se, quase exclusivamente, de partes não identificáveis de peixes, sem que fosse possível a discriminação de espécies de presas.

Almeida *et. al.* (1997) verificaram que, em Itaipu, cinco espécies piscívoras mostraram ser oportunistas em relação à abundância de presas, aproveitando-se das ofertas sazonais do ambiente. As alterações sazonais verificadas nas dietas de *P. squamipennis* e *A. lacustris*, neste estudo, sugerem tal comportamento. Possivelmente a disponibilidade de piabas seja maior no período chuvoso. Particularmente, a espécie *P.*

squamipennis, durante o período chuvoso, alimenta-se, quase exclusivamente, de *Anchoiella vaillanti*, porém, na estação seca, baseia sua alimentação em larvas bentônicas (Tabela 2).

Fica claro o fato da alimentação de piscívoros na represa de Três Marias basear-se, principalmente, em *Anchoiella vaillanti*, única espécie de engraulídeo presente neste ambiente. Provavelmente, pelo fato de se observar que, como em outros ecossistemas, as espécies aqui estudadas têm sua alimentação baseada em outras espécies de peixes (Hahn *et. al.* 2000, Almeida *et. al.* 1997, Wootton 1990, Meschiati, 1995), a proliferação de *Anchoiella vaillanti* no reservatório contribuiu para a alteração do regime alimentar das espécies piscívoras, fato que ratifica suas características oportunistas. Hahn *et. al.* (1997) verificaram para *Plagioscion squamosissimus* que o fechamento da barragem de Itaipu modificou sua dieta, e passando a se alimentar basicamente de duas espécies de peixes que proliferaram após a alteração do ambiente.

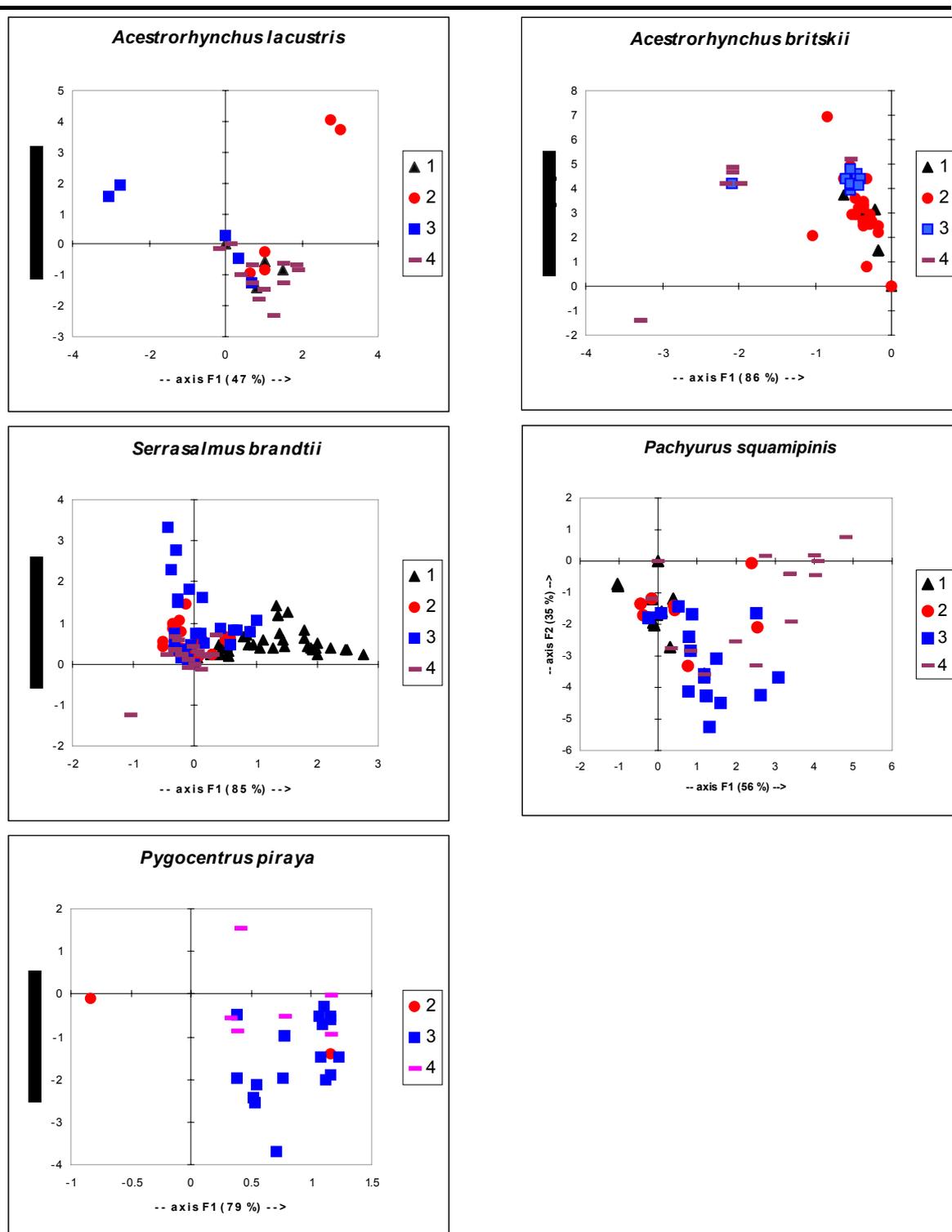


Figura 9 – Representação gráfica dos resultados das análises discriminantes aplicadas aos períodos de coleta: 1=Novembro de 1996; 2=Fevereiro de 1997; 3=Maio de 1997; 4=Agosto de 1997.

PONTOS DE COLETA

A ictiocenose de reservatórios é resultante de um processo de reestruturação da ictiofauna que previamente ocupavam a região. É marcada, inicialmente, pela extinção local de alguns componentes e por alterações drásticas na abundância da maioria das espécies (Agostinho, 1992).

A interrupção de um rio por uma barragem gera alterações drásticas no ambiente aquático. A degradação da vegetação encoberta ocasiona liberação de vários compostos, como nutrientes e substâncias tóxicas, por exemplo, gás sulfídrico e amônio, além de torna empobrecida a água a jusante do reservatório, devido à retenção de nutrientes na represa (Mérona, 2001). Estas modificações alteram a disponibilidade de recursos alimentares para os peixes. Jalon *et al.* (1994) verificaram que, em curto prazo, há redução significativa nas populações de planárias e de alguns insetos, mas este quadro é revertido com a estabilização do ambiente.

No estágio inicial de formação do reservatório há uma intensa atividade heterotrófica, enquanto a matéria orgânica proveniente da vegetação e do solo inundados é diretamente utilizada pelos organismos. Há, portanto, uma tendência a um aumento no tamanho de populações forrageiras (Agostinho *et al.*, 1994) anteriormente pouco numerosas. Agostinho (*op. cit.*) ressalta o aumento nas populações de insetívoros e planctófagos, no reservatório de Itaipu, após o fechamento da barragem. Ainda de acordo com o autor, *Auchenipterus nuchalis*, uma espécie de peixe caracteristicamente oportunista, se beneficiou da abundância de larvas de quironomídeos e efemerópteros. À medida em que a comunidade se desenvolveu, as interações bióticas se intensificaram e as populações forrageiras passaram a ser controladas por piscívoros que se estabeleceram no ambiente. Petrere Jr. (1996), estudando a ictiofauna do reservatório de Tucuruí,

concluiu que o fechamento da barragem foi crucial para o predomínio da população de ictiófagos. Anteriormente ao fechamento, a população de ictiófagos representava 45% do total de biomassa, seguido de piscívoros (18%). Após o represamento, os piscívoros tornaram-se dominantes com 46% da biomassa ictiíca, seguidos de ictiófagos, com 24,7%.

Lowe McConnel (1975), estudando represas da União Soviética, concluiu que o tempo máximo para a estabilização das represas foi de trinta anos. A represa de Três Marias, com sua barragem fechada em 1960, já atingiu um elevado grau de estabilidade, uma vez que sua composição íctica vem se mantendo inalterada (Gomes 2000, Alvim, 1999), permitindo uma análise mais precisa das relações alimentares entre as populações de peixes nela existentes.

Entre os quatro pontos amostrais analisados no presente estudo, a alimentação das espécies apresentou pequenas variações, como evidencia a Figura 10, que apresenta o resultado das análises discriminantes aplicadas aos dados de itens alimentares presentes nos estômagos dos peixes coletados, nos diferentes pontos de amostragem e as Tabelas 4 e 5, que apresentam os valores estimados dos índices alimentares para os quatro pontos. Segundo Benedito-Cecílio *et al.* (1997), há grande semelhança da ictiofauna entre todos os pontos de coleta no corpo principal na represa de Itaipu, uma vez que apresentam características ambientais similares e sujeitas a perturbações também semelhantes. Na represa de Três Marias há uma grande semelhança entre os pontos de coleta geograficamente mais próximos (Indaiá/São Basílio e Barra do Paraopeba/Sucuriu) no que diz respeito a ocupação do entorno. A ocupação humana gera um aumento na área desflorestada e cultivada, bem como assoreamento ocasionado por práticas inadequadas de agricultura. Estes fatores podem gerar alterações pontuais nas populações de peixes de cada trecho da represa.

TABELA 5 – ÍNDICES ALIMENTARES POR PONTO DE COLETA - *Serrasalmus brandti*, *Pachyurus squamipennis* e *Pygocentrus piraya*

ÍTEM ALIMENTAR	<i>Serrasalmus brandti</i>				<i>Pachyurus squamipennis</i>				<i>Pygocentrus piraya</i>			
	Indaiá	São Basílio	Paraopeba	Sucuriú	Indaiá	São Basílio	Paraopeba	Sucuriú	Indaiá	São Basílio	Paraopeba	Sucuriú
Restos de Peixes	7.68E-01	5.78E-01	8.31E-01	7.12E-01	1.53E-01	1.91E-01	1.30E-02	-	9.11E-01	8.96E-01	9.62E-01	9.32E-01
Restos de Insetos	1.62E-01	1.85E-01	8.66E-02	1.18E-01	1.01E-03	7.39E-04	-	-	8.73E-02	-	2.43E-03	1.27E-02
Restos Vegetais	1.29E-03	4.15E-02	3.85E-02	6.45E-02	2.79E-03	7.39E-04	3.64E-04	3.00E-02	1.75E-03	3.98E-02	3.52E-02	4.24E-03
Isoptera	4.24E-02	5.99E-02	1.78E-03	9.89E-04	7.96E-04	7.52E-05	-	-				
Coleoptera	2.04E-02	1.33E-01	2.85E-02	8.74E-02	1.79E-02	-	-	-				
Hymenoptera	6.31E-05	3.98E-04	1.78E-03	1.55E-03								
Hemiptera	6.10E-04	-	-	-								
Homoptera	3.64E-04	-	-	2.92E-05								
Orthoptera	4.60E-03	8.11E-04	5.75E-03	-	-	-	-	1.52E-02	-	-	-	1.27E-02
Lepidoptera	-	3.77E-04	1.49E-03	3.12E-03								
Odonata	-	6.15E-04	1.46E-03	1.21E-02	3.39E-03	8.63E-03	9.65E-02	-	-	4.65E-02	-	-
Decápoda	-	-	2.85E-03	-								
Chironomus	1.26E-04	-	6.17E-05	-	1.90E-01	-	6.49E-03	-				
Ephemeroptera												
<i>Astyanax sp.</i>					-	5.36E-04	-	-				
<i>Hoplias sp.</i>												
Curimatidae					-	-	1.14E-02	-				
<i>Gymnotus sp.</i>												
<i>Cichla sp.</i>												
<i>Anchoviella vaillanti</i>					1.48E-01	7.94E-01	8.64E-01	7.62E-01	-	-	-	1.91E-02
<i>Trycomycterus sp.</i>					-	-	1.53E-03	-				
<i>Triportheus sp.</i>												
<i>Tetragponopterus sp.</i>					-	-	-	5.18E-02				
Pimelodidae					-	8.53E-05	4.87E-03	-	-	-	-	1.91E-02
Loricariidae					3.58E-03	-	-	-				
<i>Creatocanes sp.</i>					-	-	-	4.46E-02				
Bivalvia									-	1.79E-02	-	-

Como se trata de um corpo de água de grande porte, com 150 quilômetros de comprimento no eixo principal, as diferenças detectadas entre os pontos de coleta são perfeitamente justificáveis, dada a heterogeneidade da ocupação do entorno.

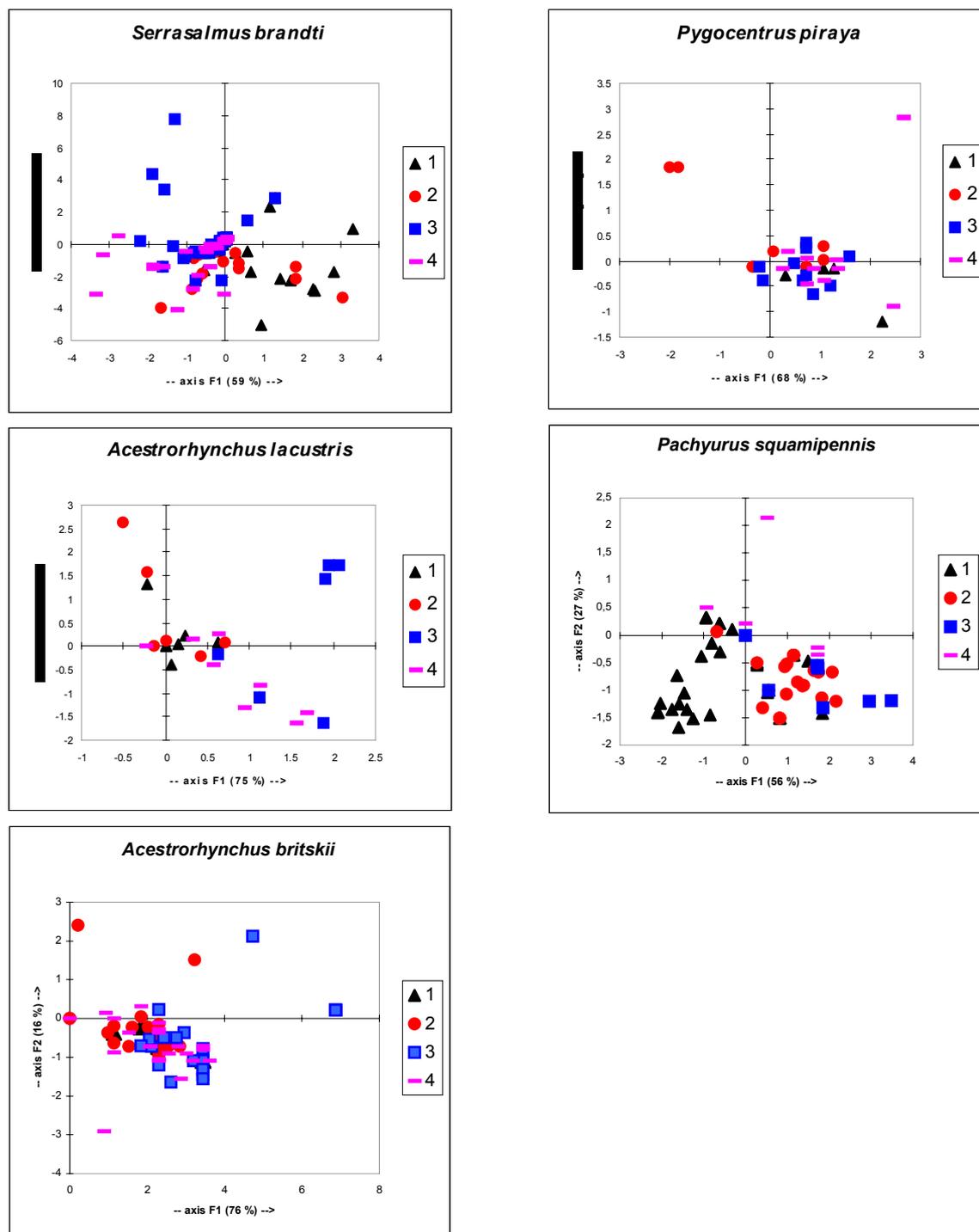


Figura 10 – Representação gráfica dos resultados das análises de discriminantes aplicadas aos diferentes pontos de coleta. 1=Indaiá, 2= São Basílio, 3= Barra do Paraopeba e 4= Sucuriu.

A análise de caracteres discriminantes torna evidente uma diferenciação na alimentação da espécie *Pachyurus squamipennis* no ponto de coleta Indaiá. Porém, tal espécie caracterizou-se por apresentar uma variação alimentar associada à sua ontogenia, sendo que, em estágios iniciais de desenvolvimento, alimentou-se exclusivamente de insetos e em estágios mais avançados passou a ingerir peixes, como aponta a Figura 11.

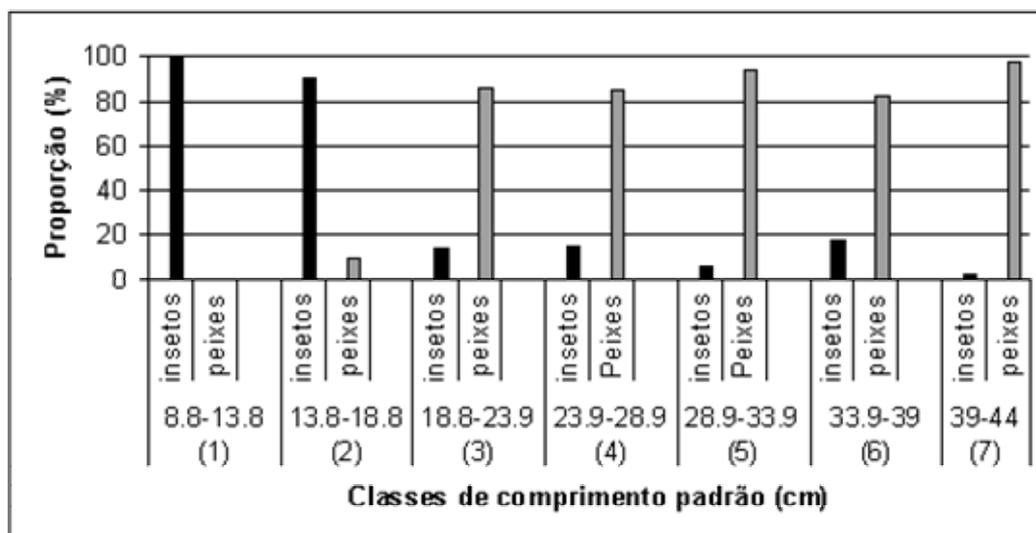


Figura 11 – Preferência alimentar de *Pachyurus squamipennis* (proporção em %) por classes de comprimento padrão.

O teste de Komolgorov-Smirnov aplicado para comparação das distribuições de frequências de ocorrência por classe de comprimento resultou em uma diferença significativa ($p < 0,05$) na composição deste ponto de coleta em relação aos demais, com um maior número de indivíduos de pequeno porte, o que justifica a discrepância observada na alimentação da espécie para o ponto Indaiá. Para as demais espécies, tal discrepância não foi detectada ($p \geq 0,05$).

A espécie *S. brandti* apresentou maior semelhança na alimentação entre os pontos Indaiá e São Basílio e entre Barra do Paraopeba e Sucuriu. Tais semelhanças devem-se essencialmente aos tipos de insetos ingeridos: há uma grande quantidade de isópteros nos estômagos dos exemplares amostrados nos pontos Indaiá e São Basílio e outros insetos nos demais pontos (Tabela 5).

Pygocentrus piraya, por ter ingerido quase exclusivamente partes não identificáveis de peixes, teve um número reduzido de itens alimentares considerados na análise e, portanto, apresentou uma grande semelhança na alimentação entre todos os pontos amostrais. Esta característica deve ser considerada para todas as espécies da subfamília serrasalminae, por se tratar de ictiófagas mutiladoras.

Acestrorhynchus britskii e *Acestrorhynchus lacustris* exibiram algumas diferenças na alimentação entre os pontos de coleta. *A. lacustris* teve mais evidenciada a semelhança entre os pontos Indaiá e São Basílio e entre Barra do Paraopeba e Sucuriu, uma vez que, no primeiro grupo, a alimentação foi baseada em *Anchoviella vaillanti* e, no segundo, a maior parte do conteúdo estomacal consistiu de espécies não identificáveis de peixes. Para *A. britskii*, os pontos acidentais na análise de discriminantes indicam alguma diversidade de peixes capturados, como comprovam os valores dos índices alimentares da Tabela 4.

Nota-se, sobretudo, que a alimentação dos piscívoros que controlam as populações de peixes forrageiros (*A. britskii*, *A. lacustris* e *P. squamipennis*) se baseou, na maior parte dos pontos de coleta, na espécie *Anchoviella vaillanti*, que possivelmente teve sua população aumentada após o fechamento da barragem. A manutenção desta população deve-se, como já foi evidenciado, aos pulsos de inundação da represa e à conseqüente disponibilidade de recursos alimentares para tais populações.

Ressalta-se, aqui, que esta espécie é endêmica da bacia do Rio São Francisco, fato que torna a Represa de Três Marias um caso especial e inédito em termos de estrutura trófica.

O agrupamento dos pontos de coleta Indaiá/São Basílio e Barra do Paraopeba/Sucuriu, ainda que pouco evidente, deve-se à proximidade geográfica destes pontos, uma vez que é heterogênea a ocupação das áreas do entorno da represa.

Sobretudo fica clara a homogeneidade da represa em relação à alimentação dos ictiófagos analisados, fato surpreendente tendo em vista a extensão do corpo de água, como anteriormente mencionado.

SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS

Sobreposição alimentar é a utilização simultânea do mesmo recurso alimentar, por mais de um organismo, independentemente da abundância do recurso (Zaret & Rand, 1971). No entanto, sobreposição alimentar por si só não pode ser traduzida em competição (Araújo-Lima, 1995), pois as distribuições verticais e horizontais, o horário de forrageamento e a abundância relativa das espécies envolvidas devem ser informações também consideradas (Alvim, 1999), pois possibilitam o desenvolvimento de inúmeras estratégias para evitar a competição e, desta forma, permitir a coexistência das espécies.

SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS POR PERÍODOS DE COLETA

Methews (1998) sugere que, em situações de disponibilidade de recursos, espécies podem divergir na sua exploração, utilizando o que lhe é preferencial. Segundo o autor, a escassez destes recursos faz com que diferentes organismos convirjam na exploração dos recursos remanescentes, caracterizando assim uma competição. Desta forma, o sucesso dos mais eficientes obriga os demais a recorrerem a alimentos menos rentáveis energeticamente (Gerking, 1994).

Infelizmente, não foi realizada uma avaliação ambiental da disponibilidade de recursos alimentares para os peixes da represa de Três Marias. Por esta razão, Pompeu (1997) sugere que se utilize a premissa de que a estação seca é a de menor oferta de alimento, concordando com Esteves & Sato (1986), quando descrevem o período da seca

como a oportunidade de crescimento de vegetação marginal que será submersa no período da cheia, servindo como fonte direta ou indireta de alimento para os peixes.

A alta taxa de sobreposição alimentar detectada entre as espécies analisadas sugere que, em períodos de escassez de alimentos, pode haver competição. Tal fato está refletido na Figura 12, onde se constata uma redução substancial da sobreposição alimentar nos períodos de seca (Maio e Agosto).

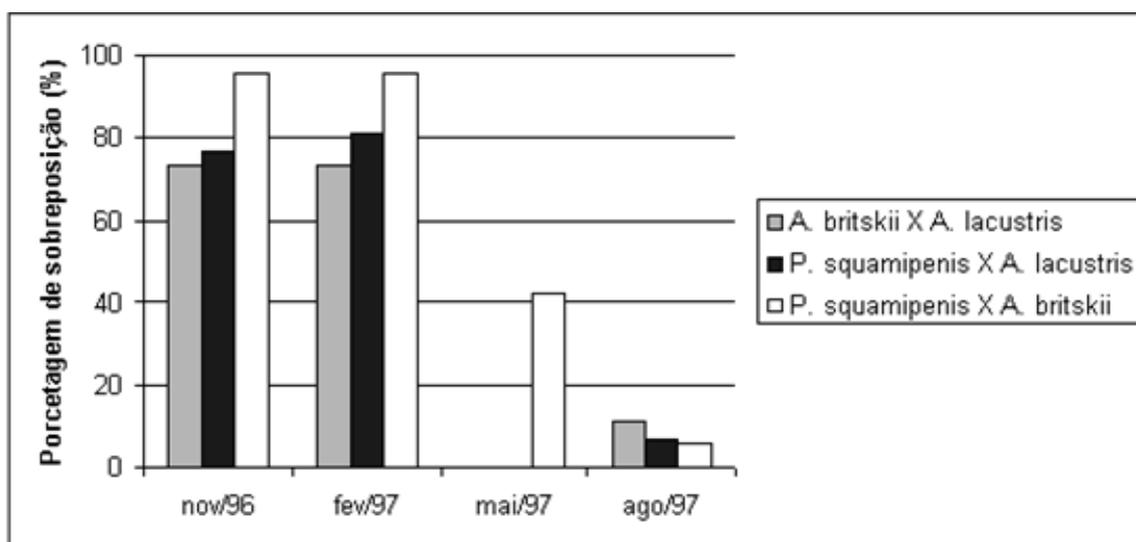


Figura 12 – Variação da sobreposição alimentar (%), por período de coleta, entre as espécies estudadas.

Há um nítido deslocamento de nicho das espécies menos eficientes: na cheia (Novembro e Fevereiro), a base alimentar das comunidades ictiófagas é a espécie *Anchoiella vaillanti*; já nos meses secos (Maio e Agosto), há uma diversificação na alimentação das espécies, exceto para *Acestrorhynchus britskii* que, por não apresentar variação significativa na alimentação em função das variações de disponibilidade de alimento, pode ser considerada como uma espécie competidora eficiente.

SOBREPOSIÇÃO DE NICHO POR PONTOS DE COLETA

Observando-se a Figura 13 verificam-se diferenças marcantes na sobreposição alimentar dos peixes analisados entre os pontos de coleta. No ponto de coleta Indaiá, pode ser verificada uma redução na sobreposição quando comparadas as espécies com *P. squamipennis*. Tal fato deve-se, como já salientado, à presença, no ponto Indaiá, de um grande número de indivíduos de pequeno porte da espécie em questão, que se alimentam de insetos. As demais espécies alimentaram-se quase exclusivamente de peixes. O ponto de coleta São Basílio foi o que apresentou maior grau de sobreposição alimentar. Neste ponto, a dieta de todas as espécies analisadas baseou-se na espécie forrageira *A. vaillanti*. O ponto de coleta Barra do Paraopeba caracterizou-se por um baixo grau de sobreposição das espécies em relação a *A. lacustris*, que diversificou sua alimentação para algumas espécies de peixes não ingeridas nos demais pontos. Em Sucuriú, verificou-se um novo aumento na sobreposição em função da ingestão de *A. vaillanti* em grande escala.

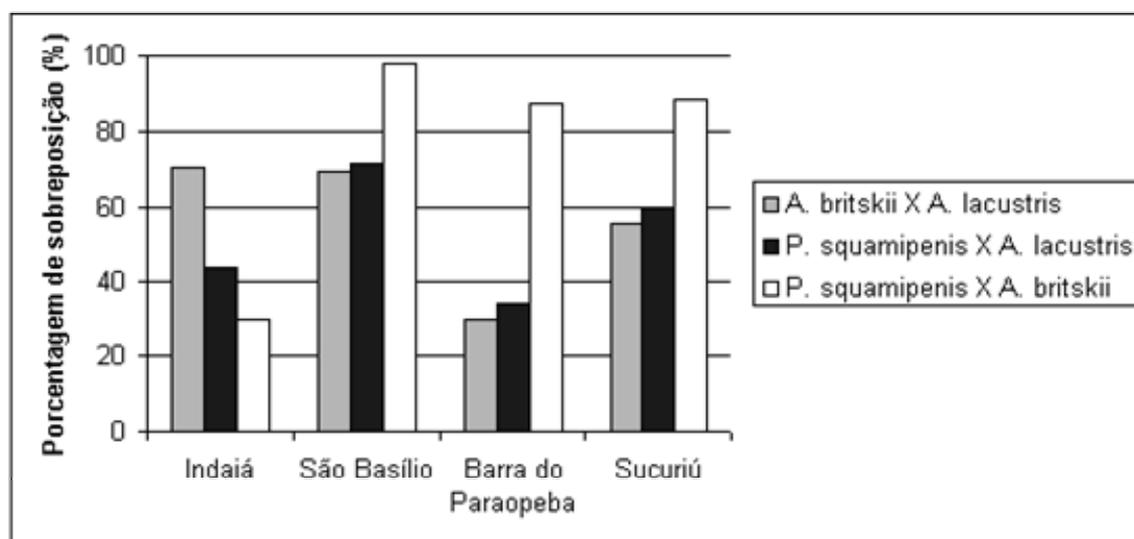


Figura 13 – Variação da sobreposição alimentar (%), entre as espécies estudadas, por ponto de coleta.

Nota-se, assim, que a espécie forrageira *Anchoiella vaillanti* é a grande responsável pelo aumento da sobreposição de nicho em todos os pontos de coleta. Esta espécie no habitat marinho, seu habitat de origem, caracteriza-se pela disposição em grandes

cardumes e pela constante migração para os rios durante o verão (Carvalho-Filho, 1992). Na represa de Três Marias, este peixe alimenta-se de zooplâncton e também se dispõe em grandes cardumes. Trata-se de uma espécie sensível, de forma que, quando submetida a algum tipo de estresse, tem sua população reduzida, de acordo com comunicação pessoal de Sato (2004).

A ocupação humana do entorno da represa gera impactos que influenciam direta ou indiretamente a composição da ictiocenose. Os resíduos urbanos podem conter substâncias inibidoras do crescimento de algas (Silva, 2000). Peláez-Rodrigues *et al.* (2000) sustentam que a ocupação humana ao redor dos corpos de água pode ser responsável pela contaminação destes com metais pesados, entre outras substâncias. Esta contaminação afeta diretamente a biota: inicialmente, os organismos mais sensíveis desaparecem do ambiente; quando a contaminação se agrava, grande parte da biota já se encontra comprometida. Barra do Paraopeba, como já descrito, recebe águas residuais de cidades próximas. Tal fato pode ser responsável por uma redução pontual da população de *A. vaillanti* com uma conseqüente diversificação da alimentação dos ictiófagos, pois passam a se alimentar de outros itens mais disponíveis. Por outro lado, os resíduos domésticos podem ter enriquecido as águas do ponto de coleta em questão, aumentando a biomassa planctônica, que subsidia as populações de peixes forrageiros, propiciando maior diversidade de itens para os peixes piscívoros.

Uma vez que a espécie *Acestrorhynchus britskii* manteve a base de sua alimentação constante em todos os pontos de coleta, pode ser caracterizada, também por esta análise, como boa competidora, que obriga as demais espécies a um deslocamento de nicho em trechos onde a baixa disponibilidade de *A. vaillanti* em relação às demais espécies forrageiras pode ser configurada.

Os resultados apresentados no presente trabalho procuraram ampliar os estudos já desenvolvidos sob o aspecto de alimentação de peixes na represa de Três Marias, na expectativa de contribuir para uma melhor compreensão do ambiente e sua ictiocenose, além de fornecer subsídios para uma análise mais refinada da ecologia trófica neste importante ecossistema aquático.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas análises aplicadas aos dados do presente estudo, algumas conclusões podem ser evidenciadas:

- As dietas das espécies piscívoras analisadas variaram de acordo com o regime pluviométrico;
- *Serrasalmus brandti* comportou-se como um elo mediador entre matéria alóctone e o sistema hídrico;
- O principal constituinte alimentar dos piscívoros foi a espécie *Anchoviella vaillanti*, principalmente durante o período de cheia;
- A sobreposição alimentar foi menor na estação seca, tendo em vista a menor oferta de alimento com conseqüente deslocamento de nicho dos competidores menos favorecidos;
- A alimentação dos ictiófagos apresentou ligeira diferenciação entre os pontos de coleta, apesar da extensão compreendida na represa de Três Marias;
- *Pachyurus squamipennis* caracterizou-se por uma alimentação diferenciada entre os indivíduos de menor e os de maior porte;
- Barra do Paraopeba foi o ponto de coleta no qual a dieta das espécies analisadas mais se diferenciou, provavelmente devido à poluição causada pelos resíduos urbanos lançados neste ponto da represa.

PERSPECTIVAS

- Espera-se um estudo aprofundado da espécie forrageira *Anchoviella vaillanti*, tendo em vista que é a base alimentar dos ictiófagos na represa de Três Marias, além de tratar-se de uma espécie endêmica da Bacia do Rio São Francisco.

- Devem ser aprofundadas as análises das características químicas e físicas da água no ponto de coleta Barra do Paraopeba, particularmente em termos de toxicidade, e caso esta análise aponte para uma água de baixa qualidade ambiental, devem ser estabelecidos métodos para o tratamento do esgoto proveniente das cidades localizadas na área de influência da represa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A., JULIO Jr., H. F. & BORGHRTTI Jr. (1992). Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. Ver. UNIMAR. 14: 89-107

AGOSTINHO, A. A., JULIO Jr., H. F., PETRERE Jr., M. (1994). Itaipu reservoir (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. In: Cowx, I. G. (Ed.) *Rehabilitation of freshwater fisheries*. Bodman, Fishing News Books. p 171-184.

ALVIM, M.C.C. (1999). Composição e Alimentação da Ictiofauna em um Trecho do Alto Rio São Francisco, Município de Três Marias – MG. 98 p. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos (Tese de Doutorado).

ALMEIDA, V.L.L.; HAHN, N.S. & VAZZOLER, A.E.A.M. (1997). Feeding patterns in five predatory fishes of the high Paraná River Floodplain (PR, Brazil). *Ecology of Freshwater Fish*, 6:123-133

ANGERMEIER, P.L. & KARR, J. R. (1984). Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams In: ZARET, T. M. (Ed.). *Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes*. Dr. Junk Publishers. The Hague., p. 39 – 57.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; AGOSTINHO, A. A. & FABRÉ, N. N (1995). Trophic aspects of fish communities in brazilian rivers and reservoirs. In: TUNDISI, J. G., BICUDO, C. E. M. & MATSUMURA – TUNDISI, T. (Eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro, ABC/SBL p: 105 – 136.

ARCIFA, M. S., STARLING, F. L. R. M., SIPAÚBA-TAVARES, L. H. & LAZZARO, X. (1995). Experimental limnology. In: TUNDISI, J. G., BICUDO, C. E. M. & MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro, ABC/SBL. p. 257-281

BENEDITO-CECÍLIO, E., AGOSTINHO, A. A., JÚLIO Jr., H. F., PAVANELLI, C. S. (1997). Colonização ictiofaunística do Reservatório de Itaipu e áreas adjacentes. *Rvista brasileira de zoologia* 14 (1): 1-14

BRITSKI, H. A.; SATO, Y & ROSA, A. B. S. (1988). Manual de identificação de peixes da região de Três Marias. 3^a. ed. Brasília, CODEVASF. 115 p.

BEZERRA, M.A.O. (1987). Contribuição ao estudo Limnológico da Represa de Três Marias (MG), com Ênfase no Ciclo do Nitrogênio. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. 127 p. PPG-ERN, (Dissertação de Mestrado).

CARPENTER, S. R., KITCHELL, J. F., HODGSON, J. R., COCHRAN, P. A., ESLER, J. J., ESLER, M. M., LODGE, D. M., KRETCHMER, D., HE, X. & von ENDE, C. N. (1987). Regulation of lake primary productivity by food web structure. *Ecology*, 68:1863-1876

CARVALHO FILHO, A. (1992). Peixes da costa brasileira. Editora Marca D'água, São Paulo –SP. p. 304

CATELLA, A.C. & TORRES, G.E. (1985). Observação sobre o espectro e estratégia alimentares do peixe-cachorro, *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1974) (Characidae, Acestrorhynchinae), do Reservatório de Três Marias – Rio São Francisco, MG. In: Seminário Regional de Ecologia, 4, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. Anais. 520 p, p 103-125.

DILL, L.M. (1983). Adaptative Flexibility in the foraging behaviour of fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40:398-408,.

ESTEVEES, F. A.; AMORIM, J. C.; CARDOSO, E. L. & BARBOSA, F. A. R.. (1985). Caracterização limnológica preliminar da represa de Três Marias (MG) com base em alguns parâmetros. *Ciência e Cultura*, 37 (4): 608 – 617.

ESTEVEES, F. A. & SATO (1986). Y. Importância da vegetação terrestre marginal na alimentação dos peixes da represa de Três Marias. Exemplo: piau branco (*Schizodon knerii*). In: Seminário regional de ecologia, 5, 1986, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.: p. 55.

FERREIRA, E.J.G. (1984). A ictiofauna da represa hidrelétrica de Curuá-Una, Santarém, Pará. II – Alimentação e Hábitos alimentares das principais espécies. *Amazoniana*, 9 (1): 1-16.

Fishbase - “www.fishbase.com” (consultado em 10/03/2004)

GERKING, S.D. (1994). Feeding Ecology of Fish. San Diego, California, Academic Press. 416 p.

GODOY, M. P. (1975). Peixes do Brasil – subordem Characoidei – Bacia do rio Mogi-guaçu. Piracicaba: Franciscana. 847 p.

GOMES, J.H.C. (2002). Ecologia trófica de espécies de peixes do reservatório de Três Marias (MG). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. (Tese de Doutorado).

HAHN, N. S.; ADRIAN, I. F.; FUGI, R. & ALMEIDA, V. L. L. (1997). Ecología Trófica. In: VAZZOLER, A. E. de M.; AGOSTINHO, A. A. & HAHN, N. S. (Eds.), A planície de inundação do Alto Rio Paraná. Maringá, EDUEM. p:209 – 228.

HAHN, N.S.; DELARIVA, R.L.; LOUREIRO, V.E. (2000). Feeding of *Acestrorhynchus lacustris* (Characidae): A Post Impoundment Studies on Itaipu Reservoir, Upper Paraná River, PR. Brazilian Archives of Biology and Technology. 43 (2): p. 207-213.

HYNES, H. B. N. (1950). The food of freshwater stiklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food fishes. J. Anim. Ecol., 19: 36-57

JALON, D. G., SANCHEZ, P. & CAMARGO, J. A. (1994). Downstream effects of a hydropower impoundment on macrophyte, macroinvertebrate and fish communities. Regulated Rivers: Research & Management, Vol. 9, 253-261.

KAWAKAMI, E. & VAZZOLER, G. (1980). Método Gráfico e estimativa do índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. Bol. Inst. Oceanogr., São Paulo, 29 (2): 205 – 207

KEENLEYSIDE, M. H. (1979). Diversity and adaptation in fish behaviour. Berlim, Springer-Verlag. 208 p.

KREBS, C.J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, New York, NY. p.654

LARKIN, P.A. (1956). Interspecific Competition and Population Control in Freshwater Fish. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 13 (3):327-342.

LOWE McCONNEL, R. H. (1975). *Fish Communities in tropical freshwaters: their distribution, ecology and evolution*. New York-NY. Longman Inc. XVII. p. 337

MATHEWS, W.J. (1998). *Patterns in freshwater fish ecology*. New York, Chapman & Hall. 756 p.

MAINLY, B.F.J. (1986). *Multivariate statistical methods: A Primer*. London: Chapman and Hall Ltd. p.159

MENIN, E. (1988). *Anátomo-histologia funcional comparativa do aparelho digestivo de seis Teleostei (Pisces) de água doce*. São Paulo. 557 p. Universidade de São Paulo. (Tese de Doutorado).

MÉRONA, B. Santos, g. m. & Almeida, G. (2001). Short term effects of Tucuruí Dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. *Environ. Biol. Fishes* 60: 375-392.

MESCHIATTI, A. J. (1995). Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do rio Mogi-guaçu, SP. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 7: 115-137.

MOURÃO, G.M. & TORRES, G.E. (1985). Espectro alimentar e atividade predatória da corvina, *Pachyurus squamipinnis* (Pisces, Sciaenidae) no reservatório de Três Marias, Rio São Francisco, MG. *Seminário Regional de Ecologia*, 4, 1985, São Carlos-SP, Anais, Universidade Federal de São Carlos. 520 p, p 295-309.

OLIVEIRA, A.K. (1999). Estudo da Alimentação da Pirambeba *Serrasalmus brandti* (TELEOSTEI: SERRASALMINAE) do Reservatório da Usina Hidrelétrica Cajuru (MG). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. (Monografia).

ODUM, E. P. (1985). Ecología. Interamericana. p.434

PAIVA, M. P. (1983). Peixes e pescas de águas interiores do Brasil. Brasília, Editerra. P. 158

PANOSO, L. A.; SANTANA, D. P.; BARUQUI, A. M.; BARUQUI, F. M.; ALMEIDA, J. R.; FERREIRA, M. B. & SOUZA, C. C. (1978). Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da área sob influência do reservatório de Três Marias – Minas Gerais. Belo Horizonte. HEPAMIG. Boletim técnico 57, 236p.

PETRERE Jr., M. (1996). Fisheries in large tropical reservoirs in South America. Lakes & Reservoirs: research and management 2: 111-133

PELÁEZ-RODRIGUES, M., PERET, A. M., MATSUMURA-TUNDISI, T., ROCHA, O. (2000). Análise da qualidade da água e aplicação do índice de proteção da vida aquática (IVA) em duas sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu. In: *Ecotoxicologia, perspectivas para o século XXI*. E. L. G. ESPÍNDOLA, C. M. R. B. PASCHOAL, O. ROCHA, M. B. C. BOHRER & A. L. de O. NETO (Eds.) – Rima editora, 2000.

POMPEU, P.S. (1997). Efeitos das estações de seca e de cheia e da ausência de cheias nas comunidades de peixes de três lagoas marginais do Médio São Francisco. Universidade Federal de Minas Gerais, 72p. (Dissertação de Mestrado).

POWER, M. E. (1983). Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their food. Environ. Biol. Fish, 9: 103-115.

ROMANINI, P. U. (1989). Distribuição e ecologia alimentar de peixes no reservatório de Americana, São Paulo. São Paulo. 2v. Universidade de São Paulo (dissertação de Mestrado).

SCHROEDER – ARAÚJO, L. T. (1980). Alimentação dos peixes da represa de Ponte Nova, Alto Tietê. São Paulo. 88 p. Universidade de São Paulo (tese de doutorado).

SILVA, A. Z., RORIG, L. R., RESGALLA Jr., C. (2000). Determinação do efeito do esgoto bruto e efluente da estação de tratamento de esgotos do Balneário de Camboriu (SC) sobre o crescimento de *Skeletonema costatum* (Baccilariophyceae). In: *Ecotoxicologia, perspectivas para o século XXI*. E. L. G. ESPÍNDOLA, C. M. R. B. PASCHOAL, O. ROCHA, M. B. C. BOHRER & A. L. de O. NETO (Eds.) – Rima editora, 2000.

STRASKRABA, M., TUNDISI, J. G., & DUNCAN, A. (1993). Comparative reservoir limnology and water quality management. Dordrecht Kluwer Academic Publishers. P. 292.

THORNTON, W. (1990). Perspectives on Reservoir Limnology. p. 246. In: W. Thornton, B. L. Kimmel and F. E. Payne (eds.), John Wiley & Sons Inc.

TUNDISI, J.G. (1988). Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específico e problemas de manejo. In: TUNDISI, J. G., Limnologia e Manejo de Represas. São Paulo- Universidade de São Paulo.

VANNI, M. J. (1996). Nutrient transport and recycling by consumers in lake food webs: implications for algal communities. In: POLIS, G.A. & WINEMILLER, K.O. (Eds.) Food webs: integration of patterns and dynamics. New York, Chapman & Hall. P. 25-29.

VIEIRA, F. (1994). Estrutura de comunidades e aspectos da alimentação e reprodução dos peixes em dois lagos do meio rio Doce, (MG). Universidade Federal de Minas Gerais (dissertação de Mestrado) 78 p.

WELCOME, P.L. (1979). Fisheries ecology of floodplain rivers. New York, Longman Inc. 317 p.

WINDELL, J. T. (1968). Food analyses and Rate of digestion. In: RICKER, W. E. (Ed.) Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific publications. p. 197-203.

WINEMILLER, K. O. (1989). Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan Llanos. *Environ. Biol. Fishes*, 26: 177-199

WOOTON, R. J. (1994). Ecology of teleost fishes. London, Chapman & Hall, 404p.

ZAR, J. H. (1999). Biostatistical Analysis – Third Edition. Prentice Hall International Ed.. Upper Saddle River – NJ p. 663

ZARET, T.M. & RAND, A.S. (1971). Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 52 (2): p. 336-342.