

CAMILA GHILARDI CARDOSO

**INFLUÊNCIAS FILOGENÉTICA, TEMPORAL E ESPACIAL NA DIETA DE  
PEIXES EM DOIS RESERVATÓRIOS DE UMA REGIÃO NEOTROPICAL DE  
ALTO ENDEMISMO**

CURITIBA

2012

CAMILA GHILARDI CARDOSO

**INFLUÊNCIAS FILOGENÉTICA, TEMPORAL E ESPACIAL NA DIETA DE  
PEIXES EM DOIS RESERVATÓRIOS DE UMA REGIÃO NEOTROPICAL DE  
ALTO ENDEMISMO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Jean Ricardo Simões Vitule

Co-orientador: Prof. Dr. Vinícius Abilhoa

CURITIBA

2012



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO




## PARECER

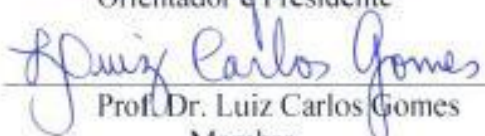
Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Camila Ghilardi Cardoso** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão da candidata.


Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Curitiba, 24 de abril de 2012.


BANCA EXAMINADORA:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jean Ricardo Simões Vitule  
Orientador e Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes  
Membro

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Almir Petersen Barreto  
Membro

Visto:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Maria Regina Torres Boeger  
Coordenadora do PPG-ECO

*“Ex nihilo nihil fit”*

Parménides

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais e familiares por terem me proporcionado condições de estudo durante minha formação.

Ao meu orientador Jean Ricardo Simões Vitule, co-orientador Vinícius Abilhoa e ao Marcos Ostrowski Valduga pelo tempo dedicado e auxílio.

Ao professor Dr. André Andrian Padial pelas esclarecedoras e produtivas aulas de estatística e pela receptividade e ajuda na realização das análises.

Ao LACTEC e à Elejor pelo financiamento do projeto.

A Ingrid Müller e ao Maurício Müller pelo apoio na realização do mestrado.

A toda a equipe do LACTEC, em especial Leonardo Pussieldi Bastos e Douglas Tsuyoshi Nakayama e à equipe de coleta, Hugo Bornatowski e Matheus Oliveira Freitas pelo auxílio na realização do trabalho.

Ao Google por existir.

Aos amigos pelos momentos de descontração e companheirismos.

Em especial aos meus amores, Júlio pelo carinho, apoio, força e animo em todos os momentos e ao meu filho pela agradável surpresa, imensuráveis alegrias em meio ao caos e por se comportar tão bem durante a gestação.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>X</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XI</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS .....	5
1.1.1 Objetivo geral .....	5
1.1.2 Objetivos específicos.....	5
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	6
2.2 COLETA DOS DADOS .....	8
2.3 ESPÉCIES ESTUDADAS.....	10
2.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	12
2.4.1 Categorização dos itens alimentares.....	12
2.4.2 Guildas tróficas.....	13
2.4.3 Influência filogenéticos, espaciais e temporais .....	13
2.4.4 Relação de parâmetros abióticos e dados bióticos .....	15
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
3.1 GUILDAS TRÓFICAS.....	17
3.2 INFLUÊNCIA FILOGENÉTICA, TEMPORAL E ESPACIAL .....	18
3.3 RELAÇÃO DE PARÂMETROS ABIÓTIVOS E DADOS BIÓTICOS .....	29
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
4.1 GUILDAS TRÓFICAS.....	36
4.2 INFLUÊNCIA FILOGENÉTICA, TEMPORAL E ESPACIAL .....	37
4.3 RELAÇÃO DE PARÂMETROS ABIÓTIVOS E DADOS BIÓTICOS .....	41

<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 2: Pontos de coleta nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Santa Clara - S1, S2, S3 e S4 (triângulos pretos) e Fundão - F1 e F2 (círculos cinzas) na bacia do rio Jordão. Fonte: LACTEC, 2010 modificado pela autora.....8
- Figura 3. Precipitações máximas, médias e mínimas mensais da estação meteorológica de Santa Clara entre os anos de 1973 e 1996. Fonte: COPEL (1999a)..... 10
- Figura 4: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER (similaridade de 80 % representada pelos círculos tracejados) mostrando o agrupamento da dieta das quatro diferentes espécies analisadas *A. gymnogonys* (triângulo escuro), *A. bifasciatus* (triângulo claro), *H. malabaricus* (quadrado), *R. quelen* (losango), com a direção de itens de origem vegetal e de origem animal. As flechas indicam as tendências no sentido de aumento da contribuição dos itens de origem vegetal e animal na formação dos agrupamentos.....20
- Figura 5: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta dos peixes nos dois reservatórios estudados (com similaridade de 80 % representada pelos círculos tracejados), Santa Clara (triângulos) e Fundão (círculos), com a direção de itens de origem vegetal e de origem animal. As flechas indicam o sentido de aumento da contribuição dos itens de origem vegetal e animal na formação dos agrupamentos. ....22
- Figura 6: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta de *A. gymnogonys* nos dois reservatórios estudados, Santa Clara (triângulo) e Fundão (círculo) (com similaridade de 40 % representada pelos círculos tracejados). ....24
- Figura 7: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta de *A. bifasciatus* nos dois reservatórios estudados, Santa Clara (triângulo) e Fundão (círculo) (com similaridade de 20 % representada pelos círculos com linhas contínuas e de 60 % representado por círculo tracejados). .... 25
- Figura 8: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta de *R. quelen* nos dois reservatórios estudados, Santa Clara (triângulos) e Fundão (círculos) (similaridade de 40 % representada pelos círculos com linhas contínuas e de 80 % representado por círculos tracejados).....27
- Figura 9: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta de *H. malabaricus* nas estações do ano inverno (triângulo escuro), primavera (triângulo claro), verão (quadrado) e outono (círculo), similaridade de 90 % representada pelos círculos com linhas contínuas e de 60 % representado por círculos tracejados. ....28
- Figura 10: Gráfico da Análise de Correlação Canônica (CCA) entre as categorias alimentares das principais espécies analisadas e variáveis abióticas. ....30



Figura 11: Gráfico da Análise de Correlação Canônica (CCA) entre as categorias alimentares da espécie *A. gymnogenys* e variáveis abióticas. Os números representam a fase de campo 1 – julho/09, 3 - setembro/09, 6 – dezembro/09, 9 – março/10, 12 – junho/10, 13 – agosto/10, 15 – dezembro/10, 16 – março/11, 18 – junho/11; S- pontos no reservatório de Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) e F pontos no reservatório de fundão (F1 e F2). ..... 32

Figura 12: Gráfico da Análise de Correlação Canônica (CCA) entre as categorias alimentares da espécie *A. bifasciatus* e variáveis abióticas. Os números representam a fase de campo 1 – julho/09, 3 - setembro/09, 6 – dezembro/09, 9 – março/10, 12 – junho/10, 13 – agosto/10, 15 – dezembro/10, 16 – março/11; S- pontos no reservatório de Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) e F pontos no reservatório de fundão (F1 e F2). ..... 34

Figura 13: Gráfico da Análise de Correlação Canônica (CCA) entre as categorias alimentares da espécie *R. quelen* e variáveis abióticas. Os números representam a fase de campo 1 – julho/09, 3 - setembro/09, 6 – dezembro/09, 9 – março/10, 12 – junho/10, 13 – agosto/10, 15 – dezembro/10, 16 – março/11, 18 – junho/11; S- pontos no reservatório de Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) e F pontos no reservatório de fundão (F1 e F2). ..... 35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Identificação, descrição e profundidade máxima (Prof.), em metros, dos pontos de coleta nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão (F1 e F2) e de Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) na bacia do rio Jordão. ....	10
Tabela 2: Categorias utilizadas e itens identificados nos estômagos dos indivíduos capturados nos pontos de coleta nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão e de Santa Clara na bacia do rio Jordão. ....	13
Tabela 3: Quantidade total de indivíduos coletados por fase de campo pertencentes às espécies <i>Ag</i> – <i>A. gymnogenys</i> , <i>Ab</i> – <i>A. bifasciatus</i> , <i>Hm</i> – <i>H. malabaricus</i> e <i>Rq</i> – <i>R. quelen</i> . ....	17
Tabela 4: Valores de similaridade obtidos na análise SIMPER para as categorias alimentares mais representativas (que mais contribuíram para a formação dos grupos) e suas respectivas contribuições percentuais para as espécies amostradas nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão e de Santa Clara na bacia do rio Jordão. <i>Ag</i> – <i>A. gymnogenys</i> , <i>Ab</i> – <i>A. bifasciatus</i> , <i>Hm</i> – <i>H. malabaricus</i> e <i>Rq</i> – <i>R. quelen</i> . ....	18
Tabela 5: Resultados da análise de similaridade (ANOSIM) para a análise realizada entre diferentes fatores filogenéticos, espaciais e temporais na dieta de <i>A. gymnogenys</i> ( <i>Ag</i> ), <i>A. bifasciatus</i> ( <i>Ab</i> ), <i>H. malabaricus</i> ( <i>Hm</i> ), <i>R. quelen</i> ( <i>Rq</i> ) e das quatro espécies juntas (Geral). Valores de R global e entre parênteses os valores de p. Em negrito R global > 0,1. Res. - reservatório; Est. - estação do ano, ns - resultado não significativo ( $p > 0,05$ ). ....	19
Tabela 6: Valores de similaridade entre a dieta das quatro espécies amostradas (obtidos na análise SIMPER) nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão e de Santa Clara na bacia do rio Jordão. <i>Ag</i> – <i>A. gymnogenys</i> , <i>Ab</i> – <i>A. bifasciatus</i> , <i>Hm</i> – <i>H. malabaricus</i> e <i>Rq</i> – <i>R. quelen</i> . ....	19
Tabela 7: Valores de similaridade obtidos na análise SIMPER para as categorias alimentares mais representativas (que mais contribuíram para a formação dos grupos) e suas respectivas contribuições percentuais para os gêneros e ordens amostradas nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão e de Santa Clara na bacia do rio Jordão. ....	20
Tabela 8: Valores de similaridade da dieta dos indivíduos das quatro espécies (analisadas de forma conjunta), dentro de cada um dos dois reservatórios, dos seis pontos de coleta e categorias alimentares e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER). F – reservatório da UHE Fundão, SC – reservatório UHE Santa Clara. ....	21

Tabela 9: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos das quatro espécies analisada de forma conjunta (Geral), de <i>A. gymnogenys</i> e de <i>A. bifasciatus</i> dentro de cada uma das 18 fases de campo, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER). .....	23
Tabela 10: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos da espécie <i>A. gymnogenys</i> em cada um dos dois reservatórios e dos seis pontos de coleta, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER). F – reservatório de Fundão, S – reservatório de Santa Clara. ....	25
Tabela 11: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos da espécie <i>R. quelen</i> em cada um dos dois reservatórios e dos seis pontos de coleta, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER). F – reservatório de Fundão, S – reservatório de Santa Clara. ....	26
Tabela 12: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos da espécie <i>R. quelen</i> dentro de cada uma das fases de campo em que houveram indivíduos analisados, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER). .....	27
Tabela 13: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos da espécie <i>H. malabaricus</i> em cada uma das quatro estações do ano, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER). ....	28
Tabela 14: Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) entre as categorias alimentares e os parâmetros abióticos testados. ....	29
Tabela 15: Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) entre as categorias alimentares e os parâmetros abióticos testados. ....	31

## RESUMO

### INFLUÊNCIAS FILOGENÉTICA, TEMPORAL E ESPACIAL NA DIETA DE PEIXES EM DOIS RESERVATÓRIOS DE UMA REGIÃO NEOTROPICAL DE ALTO ENDEMISMO

A construção de reservatórios no Brasil tem aumentado nos últimos anos causando alterações na comunidade aquática local. Uma das modificações para a ictiofauna é a alteração trófica. O presente estudo analisou a influência filogenética, espacial e temporal na alimentação de quatro espécies de peixes em dois reservatórios recentes no rio Jordão (formados em 2005 e 2006). A dieta também foi correlacionada a alguns parâmetros abióticos, após a alteração do ambiente. Para tanto, foram analisados qualitativamente e quantitativamente a dieta de indivíduos das espécies *Astyanax bifasciatus*, *Astyanax gymnogenys*, *Hoplias malabaricus* e *Rhamdia quelen* durante dois anos em seis pontos dos dois reservatórios. As espécies *A. bifasciatus* e *A. gymnogenys* foram classificadas como herbívoras enquanto *H. malabaricus* e *R. quelen* como piscívoras. As relações filogenéticas influenciam com maior magnitude a alimentação dos peixes, ressaltando a importância das características biológicas e evolutivas de cada espécie e/ou linhagem na escolha dos itens alimentares. As variações espaciais e temporais apresentaram influência significativa, porém baixa, na alimentação das espécies estudadas. Dentre as variáveis abióticas estudadas pluviosidade, transparência, profundidade, temperatura ambiental e temperatura da água apresentaram maior influência na variação dos dados da dieta dos peixes. Tais variáveis têm conhecidas relações com a biologia dos peixes, motivo pelo qual podem ter apresentado relação com a dieta. O caráter recente do ambiente e possível instabilidade abiótica podem ser responsáveis pela baixa influência espacial e temporal na dieta dos peixes. A relação dos parâmetros abióticos com a dieta também pode sofrer alterações com maior estabilidade do ambiente.

**Palavras-chave:** alimentação; grupos alimentares; fatores abióticos e bióticos; variáveis ambientais; alteração trófica

## ABSTRACT

### PHYLOGENETIC, TEMPORAL AND SPATIAL INFLUENCES IN FISH DIET IN TWO RESERVOIRS IN A NEOTROPICAL REGION WITH HIGH ENDEMISM

The number of reservoirs in Brazil has increased in recent years causing changes in the local aquatic assemblages. One of the modifications on the ichthyofauna is the trophic alteration. We analyzed phylogenetic, spatial and temporal influences in the diet of four species of fish in two recent reservoirs in the Jordão river (formed in 2005 and 2006), and also the correlation between the diet and some environmental variables after the formation of the reservoir. The diet of the species *Astyanax bifasciatus*, *Astyanax gymnogenys*, *Hoplias malabaricus* and *Rhamdia quelen* were analyzed qualitatively and quantitatively for two years at six points in the two reservoirs. The species *A. bifasciatus* and *A. gymnogenys* were classified as herbivorous while *H. malabaricus* and *R. quelen* as piscivorous. Phylogenetic relationships had the greatest influence on fish diet, biological evolutionary characteristics were important for the choice of food items. Spatially and temporally there was significant influence on fish feeding, however they were low. Recent disturbance may be one of those responsible for the low magnitude of the influence. Among the environmental variables studied rainfall, transparency, depth, ambient temperature and water temperature had greater influence on the variation of the fish diet. Those variables have known relationships with the biology of fish, which may explain the relationship with the diet. The recent character of the environment and Abiotic potential instability can be responsible for the low spatial and temporal influence on the fish diet. The relationship of abiotic parameters in the diet can also be modified with improved stability of the environment.

**Keywords:** feeding groups, feeding, abiotic and biotic factors, environmental variables, trophic changes

## 1 INTRODUÇÃO

A construção de reservatórios no Brasil tem aumentado de forma significativa nos últimos anos, provocando inúmeras respostas nos diferentes níveis de organização (desde indivíduos até ecossistemas) dos sistemas biológicos atingidos (Agostinho *et al.*, 2007). A formação de reservatórios causa alterações severas no ambiente aquático, restringindo, eliminando ou alterando os ciclos hidrológicos naturais (Baxter, 1977; Petr, 1978; Junk & Nunes de Mello, 1987). Tais modificações resultam em profundas alterações na comunidade local (Agostinho *et al.*, 2007). De maneira geral, a biota, torna-se mais simples, apresentando redução de diversidade (Agostinho *et al.*, 1999). Também, destacam-se as mudanças na composição e estrutura da comunidade original, as modificações nos padrões de distribuição e as alterações tróficas provocadas pela implantação e operação dos reservatórios (Cecilio *et al.*, 1997; Hahn *et al.*, 1998; Rodrigues *et al.*, 2005; Agostinho *et al.*, 2007). Esses fatos são claramente constatados nos primeiros anos após um represamento, embora, algumas espécies de peixes respondam à alteração rapidamente, enquanto outras respondem gradualmente ao longo de anos ou décadas de acordo com a natureza trófica da espécie (Agostinho *et al.*, 1999).

As alterações nas condições ambientais, no ciclo hídrico e na disponibilidade de recursos após a criação do reservatório causam respostas diferenciadas nas espécies de peixes encontradas originalmente no ambiente lótico (Hahn *et al.*, 1997). A degradação inicial da vegetação alagada, por exemplo, libera nutrientes no ambiente, levando à alteração nos recursos alimentares disponíveis para os peixes (Mérona *et al.*, 2001). Da mesma forma, o transporte e deposição de sedimentos que ocorre após o represamento estão altamente relacionados com a produção primária, sendo um dos fatores mais importantes na determinação de categorias tróficas (Hahn *et al.*, 1998).

Embora diferentes autores tenham estudado a estrutura trófica da assembléia de peixes após a formação de reservatórios (*e.g.* Arcifa *et al.*, 1988; Hahn *et al.*, 1997; Pelicice & Agostinho, 2006; Oliveira *et al.*, 2008), o entendimento dos padrões de variação dessa estrutura é considerado incompleto (Araújo-Lima *et al.*, 1995), especialmente na região de Floresta Atlântica e em locais de alto endemismo (Abilhoa *et al.*, 2011a). Nem todas as espécies originalmente encontradas em um ambiente fluvial são capazes de colonizar um reservatório, sendo que as espécies com pré-adaptação às condições lacustres e com maior plasticidade reprodutiva e alimentar parecem apresentar maior chance de adaptação

(Rodrigues-Ruiz, 1998; Loureiro-Crippa & Hahn, 2006). De modo geral, as espécies generalistas são as mais bem sucedidas, pois se ajustam melhor às alterações do ambiente (Agostinho *et al.*, 2007). Devido a maior plasticidade que essas espécies apresentam os padrões tróficos não são facilmente definidos. Após o represamento, ainda são observadas variações na estrutura trófica da comunidade aquática em escalas temporal e espacial (Hahn *et al.*, 1998). Essas variações são influenciadas pelos procedimentos de operação das usinas, além de diversos fatores físicos, químicos e biológicos (Hahn *et al.*, 1998).

Dentre os fatores biológicos que podem ter influência na alimentação dos peixes destacam-se os fatores filogenéticos e ontogenéticos. Muitos padrões de uso e partilha de recursos são explicados tendo como base características de linhagens evolutivas (Webb *et al.*, 2002), ou seja, espécies filogeneticamente mais próximas tendem a apresentar morfologia e adaptações semelhantes, podendo isso resultar em dietas similares (Ross, 1986; Herder & Freyhof, 2006). Entretanto, nos peixes de ambientes aquáticos continentais é comum a sobreposição trófica de espécies não aparentadas (Lowe-McConnell, 1999), em decorrência dos outros fatores como, por exemplo, a disponibilidade e abundância de recursos (Prejs & Prejs, 1987).

Com relação ao fator ontogenético, os indivíduos de uma mesma espécie podem apresentar hábito alimentar diferente de acordo com o estágio de desenvolvimento (Knöppel, 1970; Kramer & Bryant, 1995; Zavala-Camim, 1996; Abelha *et al.*, 2001; Amundsen *et al.*, 2003; German & Horn, 2006; Vitule *et al.*, 2008). O menor tamanho de indivíduos juvenis, que também apresentam abertura bucal reduzida, pode limitar o forrageamento e o tamanho dos itens consumidos (Abelha *et al.*, 2001; Winemiller, 1989; Wootton, 1999). Além disso, larvas e juvenis também apresentam menor capacidade locomotora, o que pode refletir em limitação de itens (Wootton, 1999; Abelha *et al.*, 2001). A alometria no desenvolvimento do trato digestório também pode resultar em dietas distintas nos diferentes estágios de vida de uma mesma espécie, pois a maior plasticidade de itens alimentares na dieta de peixes adultos pode ocorrer em decorrência do aumento do intestino, o que possibilita o consumo de itens maiores e de difícil digestão (Vitule *et al.*, 2008).

As condições ambientais também exercem influência na estrutura trófica da assembléia de peixes. Habitats diferentes contam com diferentes condições abióticas e de oferta de alimento, proporcionando variações na dieta dos peixes em escala espacial e temporal (Winemiller & Jepsen, 1998; Abelha *et al.*, 2001). Outro fator importante que pode

exercer influência na estrutura trófica é a sazonalidade de características físicas e químicas do ambiente, a qual pode causar variação temporal nos recursos e consequentemente na alimentação dos peixes (Prejs & Prejs, 1987; Rezende & Mazzoni, 2005). A maior parte dos ambientes aquáticos continentais em regiões tropicais tem como principal regulador sazonal a variação na quantidade de chuva durante o ano (estações: seca e chuvosa). Durante a estação chuvosa ocorre alagamento de áreas de terra, expandindo o ambiente aquático e permitindo a utilização de novos recursos (Agostinho *et al.*, 2007). Essa alteração periódica regula a comunidade aquática e influencia a dieta dos peixes (Abelha *et al.*, 2001). Essas comunidades tendem a apresentar maior número de organismos oportunistas, onívoros e generalistas quando comparado a ambientes mais estáveis (Agostinho *et al.*, 1994; Araújo-Lima *et al.*, 1995; Bennemann *et al.*, 2000; Abelha *et al.*, 2001). Regiões temperadas têm como principais reguladores da comunidade a temperatura e o fotoperíodo (Payne, 1986, Abelha *et al.*, 2001), porém essa regulação ainda precisa ser testado com mais trabalhos em ambientes tropicais ou subtropicais.

Outras variáveis físicas e químicas do ambiente também exercem influência na comunidade aquática, causando alteração na alimentação dos peixes e na estrutura trófica como um todo. Algumas dessas variáveis são frequentemente estudadas em monitoramentos e avaliações ambientais em locais que sofreram alterações antropogênicas, como, por exemplo, o pH, oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, nitrato, amônia e fosfato (Casatti *et al.*, 2006). Essas funcionam como descritores da qualidade da água e da conservação do ambiente aquático como um todo, buscando indicar a integridade do sistema ecológico (Allan & Flecker, 1993; Casatti *et al.*, 2006). Os parâmetros citados podem influenciar a comunidade dos ambientes aquáticos, embora sozinhos nem sempre forneçam dados confiáveis que auxiliam na manutenção ou recuperação do sistema hídrico como um todo (Casatti *et al.*, 2006).

Nos reservatórios, o estudo da ecologia trófica é uma ferramenta importante para obtenção de informações sobre as relações das espécies com o ambiente modificado, sendo um indicador das relações ecológicas entre os organismos e possibilita, também, a descoberta de possíveis alterações causadas pelo represamento (quando existem estudos anteriores à formação do reservatório). A forma de utilização de recursos e a influência de componentes morfológicos, espaciais e temporais na alimentação dos peixes têm subsidiado estudos sobre estrutura trófica das comunidades (*e.g.* Araújo-Lima *et al.*, 1995; Fugi *et al.*, 2005; Bennemann *et al.*, 2011) e contribuído para a investigação de interações ecológicas tais como



predação (*e.g.* Zaret, 1980; Meschiatti & Arcifa, 2002), competição (*e.g.* Zaret & Rand, 1971; Esteves & Aranha, 1999) e estruturação e modelagem de ecossistemas (*e.g.* Jones *et al.*, 1994). Muitos destes estudos ainda não foram conduzidos ou são numericamente inferiores em regiões megadiversas do planeta, como a Mata Atlântica, por exemplo.

O Bioma Mata Atlântica é considerado, globalmente, como uma das 25 áreas prioritárias para a conservação (Myers *et al.*, 2000). Considerado um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta (MMA, 2000) vem sofrendo recorrentes alterações provenientes de atividades humanas (Cincontta *et al.*, 2000; Abilhoa *et al.*, 2011a). Dentro do Bioma Mata Atlântica a Floresta Ombrófila Mista, caracterizada pela presença da *Araucaria angustifolia*, também foi amplamente alterada. Atualmente existe apenas 0,8 % da superfície originalmente coberta por essa formação vegetal (Castella & Britez, 2004). As alterações antropogênicas nas bacias hidrográficas do Bioma podem causar modificações na fauna de peixes e extinção de espécies (Menezes *et al.*, 1990; Faria & Marques, 1999).

As bacias hidrográficas presentes no Bioma Mata Atlântica apresentam um elevado número de espécies de peixes endêmicas (Abell *et al.*, 2008). Neste contexto a bacia do rio Iguazu se destaca, pois metade das aproximadamente 90 espécies de peixes são endêmicas. A bacia, portanto, apresenta um alto percentual relativo de espécies endêmicas de peixe, assim como, elevado número de espécies por área, quando considerada a área de drenagem ocupada (segundo parâmetros de Abell *et al.*, 2008). A ictiofauna da bacia do rio Jordão de modo geral apresenta padrão generalista e grande número de espécies endêmicas, conforme descrito por Garavello *et al.* (1997) para a bacia do rio Iguazu.

Os inúmeros reservatórios presentes na Bacia do rio Iguazu apresentam uma comunidade de peixes com dominância de poucas espécies e participação significativa daquelas endêmicas (Agostinho & Gomes, 1997; Cassemiro *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2008; Abilhoa *et al.*, 2011b). Esses represamentos constituem uma boa oportunidade para avaliar a estrutura trófica da ictiofauna e suas prováveis modificações decorrentes principalmente de mudanças na disponibilidade de recursos e da plasticidade alimentar das espécies, fornecendo importantes subsídios para compreender o funcionamento dos ecossistemas e auxiliar na aplicação de técnicas de manejo.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Analisar a influência de fatores bióticos e abióticos na dieta de quatro espécies de peixes, *Astyanax gymnogonys* (Eigenmann, 1911), *Astyanax bifasciatus* Garavello & Sampaio, 2010, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) e *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), em dois reservatórios recentes no rio Jordão, um tributário do rio Iguaçu.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Investigar a dieta de quatro espécies de peixes em dois reservatórios recentes no rio Jordão através da análise qualitativa e quantitativa dos itens alimentares consumidos.

Verificar variações ou tendências na dieta das espécies quanto a relações filogenéticas, escalas temporais e escalas espaciais.

Identificar a relação entre os itens alimentares consumidos pelas espécies e as variáveis abióticas coletadas durante o monitoramento da qualidade da água dos reservatórios.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Santa Clara e de Fundão, que formam o Complexo Energético Fundão/Santa Clara (CEFSC). As duas usinas estão localizadas na bacia do rio Jordão, sub-bacia do rio Iguaçu (Figura 1), os reservatórios se encontram nos municípios de Candói, Pinhão e Foz do Jordão, na região Centro-Sul do estado do Paraná, Brasil (Figuras 1 e 2).

O rio Jordão é um dos principais afluentes da margem direita do trecho médio do rio Iguaçu, suas nascentes se formam na Serra da Esperança. A área de drenagem da bacia possui em torno de 4.750 km<sup>2</sup>, sendo a extensão do corpo principal do rio próxima a 185 km (COPEL, 1999a). Os principais afluentes são, pela margem esquerda, o rio Pinhão e o rio Campo Grande, e, pela margem direita, o rio Passo Ruim e o rio Campo Real (COPEL, 1999a).



Figura 1: Bacia do rio Iguaçu e do rio Jordão, no estado do Paraná. Fonte: Sema/PR, 2008. Modificado pela autora

O clima desta região é caracterizado como subtropical úmido com invernos rigorosos (Maack, 1981), segundo a classificação climática de Köppen-Geiger a região é considerada Cfb. Apresentando, portanto, temperatura média no mês mais frio do ano abaixo de 18 °C, verão fresco com temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e não apresenta estação seca definida (Caviglione *et al.*, 2000). A temperatura anual média na bacia é de 17,4 °C, enquanto a umidade média mensal varia de 67 % a 86 % (COPEL, 1999a).

A precipitação média anual na bacia do rio Jordão é de 1.820 mm, com bastante variação ao longo do ano, segundo dados históricos coletados entre 1973 e 1996 (COPEL, 1999a). Especialmente ocorre aumento na precipitação no sentido montante-jusante da bacia, com variação de 1.750 mm nas nascentes a 1.900 mm próximo a foz. A bacia apresenta condições que podem favorecer hidrogramas de enchentes bem acentuadas, devido à declividade de alguns trechos, topografia de vale encaixado, pouca permeabilidade do solo e à ocorrência de fenômenos climáticos com alta pluviosidade (COPEL, 1999a). As precipitações médias, máximas e mínimas coletadas na estação meteorológicas de Santa Clara estão ilustradas na Figura 3. Segundo os dados coletados ao longo do período de 1973 e 1996, os valores médios, máximos e mínimos variaram bastante ao longo do ano (Figura 3). As precipitações mínimas da região ocorreram entre os meses de março e junho, e os maiores valores foram observados em janeiro, maio, julho, setembro, outubro e novembro.

A região de estudo, originalmente coberta pelo Bioma Mata Atlântica, em região de Floresta Ombrófila Mista, apresenta a maior parte do solo alterado, sendo utilizado para agricultura e apresentando poucas manchas florestais extensas (COPEL, 1999a). Quando presentes, as manchas florestais, na maioria dos casos, se encontram em áreas de alta declividade e em fundos de vale (COPEL, 1999a).

A Usina Hidrelétrica de Santa Clara (25° 38' S - 51° 57' W) (Figura 2), localizada a montante da UHE Fundão, possui barragem com 65 m de altura máxima e cerca de 550 m de comprimento. A área de inundação do reservatório é de 2.014 ha e o nível máximo normal é de 805 m, com capacidade de geração instalada de 121,9 MW. A formação do reservatório teve início em abril de 2005 (COPEL, 1999a).

A Usina Hidrelétrica de Fundão (25° 42' S - 52° 00' W) (Figura 2) está localizada à jusante da UHE de Santa Clara. Possui barragem de 52 m de altura máxima e cerca de 400 m de comprimento. A área de inundação do reservatório no nível máxima normal é de 215 ha

com capacidade de geração de energia instalada de 118 MW. Essa UHE foi inaugurada em junho de 2006 (COPEL, 1999b).

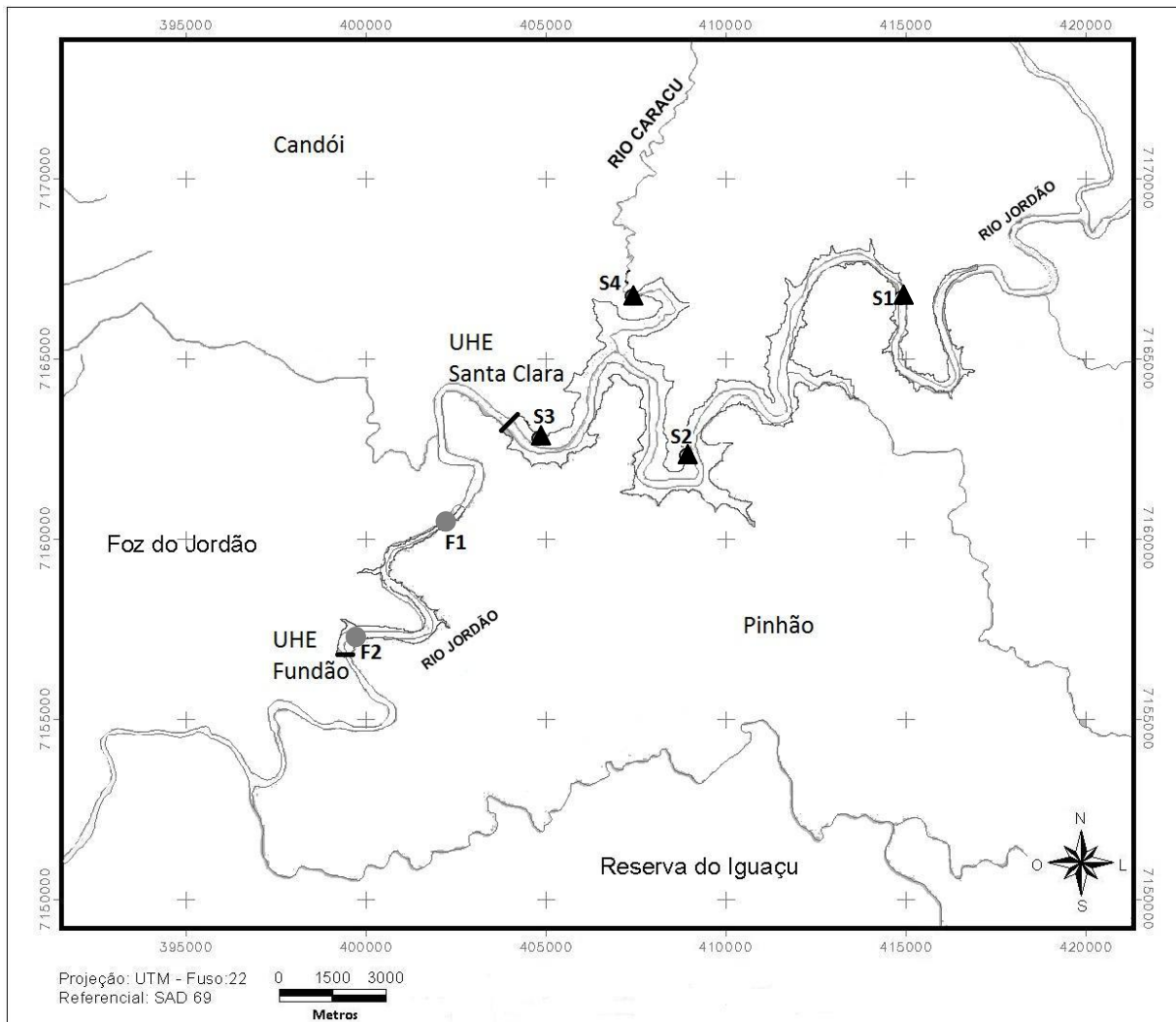


Figura 2: Pontos de coleta nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Santa Clara - S1, S2, S3 e S4 (triângulos pretos) e Fundão - F1 e F2 (círculos cinzas) na bacia do rio Jordão. Fonte: LACTEC, 2010 modificado pela autora.

## 2.2 COLETA DOS DADOS

Para a realização do estudo foram utilizados os dados coletados no programa de “Monitoramento da Fauna Aquática nos Reservatórios do Complexo Energético Fundão Santa Clara”. O trabalho, portanto, foi desenvolvido com base em dados pré-triados de coletas já desenvolvidas e planejadas para o programa de monitoramento ambiental das usina. Portanto

trata-se de um importante aproveitamento de trabalho técnico, sem critérios de planejamento amostral com objetivos bem definidos, mas que consideramos que pode e deve ser explorado ao máximo em trabalhos científicos analíticos.

As coletas de peixes ocorreram entre os meses de julho de 2009 a junho de 2011 (sendo mensais no período de julho de 2009 a junho de 2010 e bimestrais entre agosto de 2010 e junho de 2011), em quatro pontos na UHE de Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) e dois pontos na UHE de Fundão (F1 e F2) (Figura 2, Tabela 1), totalizando 18 coletas.

Em cada um dos seis pontos de coleta foi utilizado um conjunto de cinco redes de espera simples (com malhas de 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 cm entre nós consecutivos) e uma rede tipo feiticeira (com malha de 3,0 cm entre nós consecutivos na panagem interna e 15,0 cm na panagem externa). Todas as redes possuíam 20 m de comprimento e 1,5 m de altura. As redes foram instaladas no final da tarde e despescadas na manhã do dia subsequente, totalizando 14 horas de esforço por ponto em casa coleta. Todos os peixes capturados foram fixados em solução de formol 10 % logo após a retirada das redes.

Todo o material coletado foi levado ao laboratório para triagem e retirada do material a ser analisado (estômagos e seus conteúdos). Após quatro dias, o material foi transferido para álcool 70 %. Os indivíduos coletados foram identificados com auxílio de bibliografia específica (Ingenito *et al.*, 2004; Garavello & Sampaio, 2010) e consultas aos especialistas da região.

Foram selecionadas quatro espécies para a análise de conteúdo estomacal, sendo duas espécies de pequeno porte, os lambaris *A. gymnogenys* e *A. bifasciatus* e duas de médio porte, o jundiá *R. quelen* e a traíra *H. malabaricus*. Para cada uma delas foram escolhidos, aleatoriamente, 10 indivíduos de cada ponto de coleta para a análise do conteúdo. Quando o número de indivíduos coletados em um ponto foi menor que 10 todos os indivíduos tiveram os estômagos analisados. Todos os estômagos que continham algum item alimentar foram analisados, ou seja, apenas os estômagos vazios foram descartados.

Os itens alimentares encontrados dentro dos estômagos dos indivíduos, selecionados ao acaso, foram identificados e analisados com auxílio de microscópio estereoscópico e/ou óptico, quando necessário. Cada um dos itens alimentares foi identificado até o menor nível taxonômico possível, de acordo com literatura específica (*e.g.* Ingenito *et al.*, 2004; Mugnai *et al.*, 2009; Garavello & Sampaio, 2010). A quantificação de cada um dos itens foi determinada

através do método de pontos (Hyslop, 1980), para as espécies de pequeno porte e pelo método volumétrico para as espécies de médio porte.

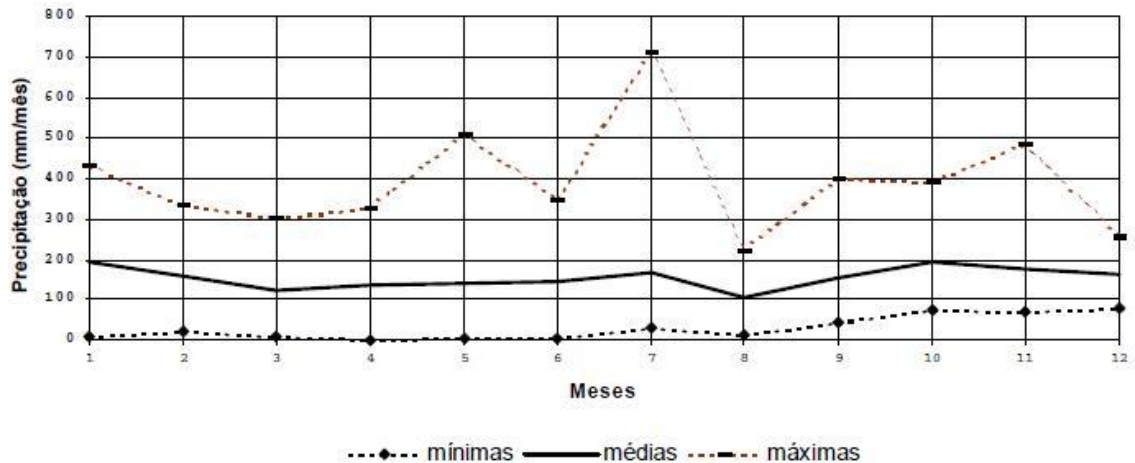


Figura 3. Precipitações máximas, médias e mínimas mensais da estação meteorológica de Santa Clara entre os anos de 1973 e 1996. Fonte: COPEL (1999a).

Tabela 1: Identificação, descrição e profundidade máxima (Prof.), em metros, dos pontos de coleta nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão (F1 e F2) e de Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) na bacia do rio Jordão.

Pontos	Descrição	Prof.	Coordenada (UTM)
F1	Porção inicial do reservatório, maior influência lótica;	21	22 J 402202/7160426
F2	Próximo a barragem sem influência lótica;	39	22 J 399698/7157335
S1	Porção inicial do reservatório, maior influência lótica;	70	22 J 414081/7167469
S2	Porção media do reservatório;	20	22 J 409086/7162411
S3	Próximo a barragem, sem influência lótica;	5,5	22 J 405052/7162531
S4	Foz do rio Caracu.	41	22 J 407524/7166801

### 2.3 ESPÉCIES ESTUDADAS

Nos reservatórios estudados as espécies do gênero *Astyanax* foram as mais frequentemente coletadas, sendo *A. gymnogynys*, seguida de *A. bifasciatus*, as mais abundantes ao longo do estudo. Entre as espécies de médio porte *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) e *Hypostomus derbyi* (Haseman, 1911) apresentaram as maiores abundâncias, seguidas de *H. malabaricus* e *R. quelen*. Optou-se por realizar o estudo com as duas espécies mais abundantes de pequeno porte *A. gymnogynys* e *A. bifasciatus* e com as

espécies *H. malabaricus* e *R. quelen* de médio porte, pela relativa abundância em todos os pontos de coleta e ampla distribuição geográfica.

As espécies do gênero *Astyanax* apresentam ampla distribuição geográfica, abundância elevada e dominância em varias bacias hidrográfica brasileiras (Wolff, 2007). Fato que pode ocorrer em virtude das espécies pertencentes ao gênero apresentarem grande potencial reprodutivo e oportunismo trófico (Genari-Filho & Braga, 1996; Esteves, 1996). São consideradas reofílicas, pois realizam curtas migrações reprodutivas (Suzuki & Agostinho, 1997).

A espécie *A. bifasciatus* é endêmica da bacia do rio Iguaçu, portanto (Sampaio, 1988). Esse lambari está amplamente distribuído ao longo desta bacia (Sampaio, 1988) e apresenta grande abundância especialmente nas regiões do alto e médio Iguaçu, podendo ser encontrada em vários rios e reservatórios (Agostinho & Gomes, 1997; Wolff, 2007). Estudos sobre a biologia dessa espécie foram realizados em diversos reservatórios, onde a mesma encontrou condições favoráveis para seu desenvolvimento (Agostinho & Gomes, 1997; Cassemiro *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2008; Abilhoa *et al.*, 2011b), seja em função de seu alto nível de oportunismo (Agostinho *et al.*, 1999), da estratégia reprodutiva (Suzuki & Agostinho, 1997) e/ou do seu amplo espectro alimentar (Hahn *et al.*, 1997).

A espécie *A. gymnogynys* também é endêmica da bacia do rio Iguaçu (Sampaio, 1988). Restrita aos trechos médio e baixo da bacia, esse lambari é considerado vulnerável a extinção segundo a lista vermelha da fauna ameaçada do Estado do Paraná (Mikich & Bérnils, 2004). A construção de barramentos ao longo da área de distribuição geográfica da espécie é apontada como a principal ameaça, pois causa redução de áreas lóticicas, o que pode gerar restrições ao ciclo de vida dos organismos pertencentes à espécie (Mikich & Bérnils, 2004). Os estudos sobre a biologia da espécie são considerados insuficientes (Mikich & Bérnils, 2004), sendo considerada rara e com habito alimentar exclusivamente malacófago em estudos anteriores (Hahn *et al.*, 1997).

A espécie *H. malabaricus* apresenta ampla distribuição geográfica, ocorre na maior parte das bacias hidrográficas da América do Sul (Fowler, 1950), pode habitar tanto ambientes lênticos como lóticicos (remansos e poços em rios), sendo comumente encontrada na região litorânea de lagos e represamentos (Oyakawa, 2003). É considerada uma espécie predadora oportunista (Loureiro & Hahn, 1996; Almeida *et al.*, 1997), de estratégia alimentar



de “emboscada” (Casatti *et al.*, 2001). Sua dieta apresenta variações ontogenéticas, os adultos são piscívoros enquanto os jovens podem se alimentar de crustáceos, larvas aquáticas de insetos, camarões e outros pequenos invertebrados (Barbieri *et al.*, 1982; Galvis *et al.*, 1997; Planquette *et al.*, 1996).

A espécie *R. quelen* também apresenta ampla distribuição geográfica na região neotropical (Silfvergrip, 1996). Esse bagre tem hábitos noturnos, com preferência por locais calmos e profundos dos rios (Gomes, 2000; Schulz & Leuchtenberger, 2006). É um peixe bentônico especulador de substrato (Casatti *et al.*, 2001), onde alimenta-se de insetos terrestres e aquáticos, crustáceos, restos vegetais e peixes (Guedes, 1980; Casatti *et al.*, 2001; Casatti & Castro, 2006; Oyakawa *et al.*, 2006; Gomiero *et al.*, 2007).

## 2.4 ANÁLISE DOS DADOS

### 2.4.1 Categorização dos itens alimentares

Para todas as análises realizadas, os itens alimentares foram agrupados em 13 categorias, sendo elas: Restos vegetais, Insetos aquáticos, Insetos terrestres, Restos de insetos, Peixes, Crustáceos, Anelídeos, Moluscos, Outros invertebrados, Detritos, Iscas/Engodo, Outros e Não identificados (Tabela 2). Tal classificação teve como objetivo principal possibilitar uma melhor visualização e simplificação dos resultados obtidos.

Após a classificação e quantificação dos itens alimentares encontrados nos estômagos foi calculada a proporção de cada uma das categorias alimentares para cada indivíduo analisado, a qual foi expressa em porcentagem. A porcentagem de cada categoria alimentar na dieta dos indivíduos foi utilizada para a realização das demais análises no presente trabalho. Os valores de porcentagem para cada um dos indivíduos analisados foram relacionados à espécie a qual o indivíduo pertencia, ao reservatório e ao ponto em que foram coletados e às fases de coleta, anos e estações do ano em que as coletas foram realizadas. Tendo como objetivo de realizar as análises de influência dos fatores filogenéticos, espaciais e temporais na dieta dos peixes.

Tabela 2: Categorias utilizadas e itens identificados nos estômagos dos indivíduos capturados nos pontos de coleta nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão e de Santa Clara na bacia do rio Jordão.

Categorias	Itens
Restos vegetais	Sementes, Restos vegetais autóctones e Restos vegetais alóctones
Insetos aquáticos	Larvas, pupas e ninfas de Diptera, Coleoptera, Odonata, Megaloptera e Lepidoptera
Insetos terrestres	Hymenoptera, Hemiptera e Orthoptera
Restos de insetos	Partes de insetos não identificáveis
Peixes	Restos de peixes, Peixes inteiros, Escamas, Ovos
Crustáceos	Cladocera, Amphipoda e Decapoda ( <i>Aegla</i> sp.)
Anelídeos	Oligochaeta
Moluscos	Gastropoda
Outros invertebrados	Cnidaria, Araneae, Acarina, Myriapoda, Diplopoda
Detritos	Material em decomposição
Iscas/Engodo	Milho e derivados
Outros	Pena, Sedimento, Nematelmintes
Não identificado	Itens não identificados em função do grau avançado de digestão

#### 2.4.2 Guildas tróficas

Para a determinação das guildas tróficas foi realizada a análise de similaridade percentual (SIMPER) para o conjunto total de dados em relação as espécies. As categorias de alimentos com percentual de contribuição maior que 30 % para a similaridade dentro de cada uma das espécies foram utilizadas para determinar a tendência alimentar das espécies podendo ser classificadas entre: piscívoras, herbívoras, detritívoras, insetívoras, carcinófagas e onívoras.

#### 2.4.3 Influência filogenéticos, espaciais e temporais

As dietas foram analisadas levando-se em consideração as relações filogenéticas (grupos taxonômicos como espécie, gênero, família e ordem) e as escalas espaciais e temporais. Apesar das variações ontogenéticas serem consideradas importantes, esse fator não pode ser analisado devido à seletividade amostral.

Para estudar a influência filogenética na alimentação dos peixes foi utilizada a classificação taxonômica tradicional, que reflete de certa forma o parentesco entre as espécies. Para tanto foi analisada a variação no padrão da alimentação entre as quatro diferentes espécies estudadas, *A. gymnogenys*, *A. bifasciatus*, *R. quelen* e *H. malabaricus*. Também foi analisada a diferença entre os três gêneros representados no estudo *Astyanax*, *Hoplias* e *Rhamdia* e entre as duas diferentes ordens Characiformes (representada pelas espécies *A. gymnogenys*, *A. bifasciatus* e *H. malabaricus*) e Siluriformes (representada pela espécie *R. quelen*). Como os três gêneros são pertencentes à famílias distintas não houve necessidade de testar esse fator em separado.

A variação espacial foi analisada entre os seis diferentes pontos de coleta, quatro localizados no reservatório da UHE Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) e dois no reservatório da UHE Fundão (F1 e F2), e também entre os dois reservatórios.

A variação temporal foi analisada por meio de três diferentes métodos de agrupamento dos dados: inicialmente cada uma das 18 fases de coleta foi analisada separadamente; em um segundo momento as fases de coletas foram agrupadas de acordo com o ano em que ocorreram e finalmente foram agrupadas de acordo com a estação do ano em que foram realizadas. Para tanto foram consideradas como verão as coletas que ocorreram nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, outono as dos meses de março, abril e maio, inverno as de junho, julho e agosto e primavera as dos meses de setembro, outubro e novembro.

Inicialmente as quatro espécies foram analisadas em conjunto, as proporções das categorias alimentares encontradas para cada indivíduo foram transformados através de  $\log(x+1)$  e então foram calculadas as matrizes de similaridade através do índice Bray-Curtis (Clarke & Gorley, 2001). Em seguida foram realizadas análises de similaridade (ANOSIM) para cada um dos fatores testados, citados anteriormente (sendo eles: espécies, gêneros, ordens, ponto de coleta, reservatório, fase de campo, ano de coleta e estação do ano). Nos casos em que o valor de  $p$  foi significativo ( $\leq 0,05$ ), foi realizada análise de agrupamento (CLUSTER) buscando identificar a formação de grupos homogêneos entre as amostras. Então foi realizada uma análise de ordenação (NMDS), buscando destacar as variações no padrão da dieta dos peixes relacionados aos fatores testados. Os agrupamentos relevantes visualizados na análise de CLUSTER foram sobrepostos a análise de NMDS na forma de círculos agrupando as amostras, com intuito de auxiliar a visualização integrada dos métodos. Em seguida foi realizada a análise de similaridade percentual (SIMPER) buscando descrever quais

foram às categorias alimentares que mais contribuíram para a formação dos grupamentos relacionadas aos diferentes fatores analisados. As análises citadas foram realizadas com o objetivo de identificar a influência filogenética, espacial e temporal na variação do padrão de alimentação das espécies estudadas. Essas análises exploratórias e estatísticas multidimensionais foram realizadas utilizando o programa Primer-E v 6.0 (Clarke & Gorley, 2001).

As mesmas análises foram realizadas posteriormente para cada uma das espécies estudadas individualmente, buscando identificar variação na influência dos fatores testados relacionada às diferentes espécies. Nesse caso, os mesmos fatores espaciais e temporais foram testados.

#### 2.4.4 Relação de parâmetros abióticos e dados bióticos

A correlação dos parâmetros abióticos com a alimentação das espécies foi realizada através de uma Análise de Correlação Canônica (CCA) utilizando o programa estatístico R (R Development Core Team, 2010) e o pacote Vegan (Oksanen *et al.*, 2011). Os parâmetros abióticos foram obtidos no banco de dados do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec), o qual contém as análises de qualidade de água realizadas nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Santa Clara e Fundão. Como as análises de qualidade da água ocorreram trimestralmente, em diferentes pontos dos reservatórios, foram selecionados apenas os dados bióticos dos pontos amostrais que coincidem exatamente com os pontos de coletas e período referente aos dados abióticos do período de estudo.

Os dados foram organizados em duas planilhas simétricas (dieta das espécies e parâmetros abióticos) para realizar a correlação entre as mesmas. Para a construção da planilha com a dieta das espécies cada uma das espécies, separadamente, teve indivíduos escolhidos aleatoriamente para cada ponto de coleta em cada uma das fases de campo analisadas correspondentes. Para as espécies de menor porte, *A. bifasciatus* e *A. gymnogenys*, (com maior captura) três indivíduos foram selecionados aleatoriamente para cada ponto por fase de coleta. Para *R. quelen* apenas um indivíduo foi utilizado, devido a menor frequência de captura. As sub-amostras foram feitas com o objetivo de padronizar o número de indivíduos analisados em cada ponto por fase de campo.

A espécie *H. malabaricus* não foi considerada na análise devido à baixa captura de indivíduos com itens alimentares no estomago. A eliminação de espécies que apresentaram poucos indivíduos na amostragem é considerada conveniente nas técnicas de ordenação em geral, pois espécies raras ou de baixa densidade aumentam o volume de cálculo e os erros de interpretação (Gauch, 1982). Nos casos em que ao menos uma das espécies não apresentou o número mínimo de indivíduos, o ponto foi eliminado para o período, com o objetivo de padronizar o número de entrada dos dados abióticos. As proporções das categorias alimentares foram transformados através de  $\log(x+1)$ .

A segunda planilha foi formada pelos seguintes parâmetros abióticos: pluviosidade (mm), profundidade (m), transparência (m, através do Disco de *Secchi*), temperatura ambiental (°C), temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), pH, condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), fósforo total (mg/L), nitrogênio total (mg/L), sólidos totais (mg/L) e turbidez (NTU). Os dados da planilha com a dieta das espécies foram relacionados a um conjunto de parâmetros abióticos, da planilha de dados abióticos, correspondente ao mesmo ponto de coleta no mesmo período de amostragem para a realização da análise.

Inicialmente a CCA foi calculada para as espécies estudadas em conjunto. Em um segundo momento o cálculo foi realizado para cada uma das espécies em separado, buscando analisar se existe diferença na influência dos parâmetros abióticos para cada espécie. Foi mantido o mesmo número de indivíduos selecionados aleatoriamente na sub-amostra por ponto em cada período.

### 3 RESULTADOS

Foram coletados um total de 4.160 indivíduos pertencentes as quatro espécies estudadas (Tabela 3), dos indivíduos sub-amostrados 991 apresentaram itens alimentares nos estômagos. Destes 742 foram coletados no reservatório de Santa Clara e 249 no reservatório de Fundão, sendo 531 da espécie *A. gymnogenys* (418 no reservatório de Santa Clara e 113 no de Fundão), 330 de *A. bifasciatus* (232 no reservatório de Santa Clara e 98 no de Fundão), 43 de *H. malabaricus* (34 no reservatório de Santa Clara e 9 no de Fundão) e 87 de *R. quelen* (58 no reservatório de Santa Clara e 29 no de Fundão). As fases de campo realizadas nos meses de agosto de 2009 (com um total de 97 estômagos analisados), outubro de 2010 (com 90) e outubro de 2009 (com 87) tiveram maior número de estômagos analisados enquanto que as fases de fevereiro de 2010 (com 23 estômagos), maio (com 27) e junho de 2011 (com 30) tiveram os menores números.

Tabela 3: Quantidade total de indivíduos coletados por fase de campo pertencentes às espécies Ag – *A. gymnogenys*, Ab – *A. bifasciatus*, Hm – *H. malabaricus* e Rq – *R. quelen*.

Data coleta	Ag	Ab	Hm	Rq
07/2009	152	91	12	37
08/2009	112	39	6	10
09/2009	116	16	9	14
10/2009	120	123	10	15
11/2009	138	8	19	17
12/2009	199	16	19	7
01/2010	59	12	17	11
02/2010	39	11	5	6
03/2010	57	16	17	9
04/2010	311	84	3	27
05/2010	123	28	9	11
06/2010	155	27	9	18
08/2010	135	46	13	8
10/2010	446	73	25	13
12/2010	372	225	11	14
03/2011	100	98	9	5
04/2011	125	13	15	
06/2011	30	7	8	

#### 3.1 GUILDAS TRÓFICAS

De acordo com a análise de SIMPER (Tabela 4) as espécies estudadas foram classificadas em apenas duas diferentes guildas tróficas. Sendo *A. gymnogenys* e *A.*

*bifasciatus* classificadas como tendo hábito alimentar herbívoro, pois suas dietas apresentaram a categoria alimentar Restos vegetais como a mais importante na composição da dieta das espécies, essa categoria foi responsável por 94,59 % da similaridade entre a alimentação dos indivíduos pertencentes à espécie *A. gymnogenys* e por 98,20 % da similaridade na alimentação de *A. bifasciatus*.

As espécies *H. malabaricus* e *R. quelen* foram classificadas como tendo hábito alimentar piscívoro, pois ambas apresentaram Peixes como a categoria alimentar com maior importância na dieta. Essa categoria foi responsável por 98,30 % da similaridade entre a dieta dos indivíduos de *H. malabaricus* e de 60,04 % entre as dos indivíduos de *R. quelen*. Além de Peixes *R. quelen* apresentou outras categorias alimentares com menor proporção na influência da similaridade da dieta da espécie, sendo: Crustáceos (16,91 %), Restos vegetais (10,90 %) e Insetos aquáticos (6,44 %), a espécie apresenta tendência mais generalista entre as espécies estudadas.

Tabela 4: Valores de similaridade obtidos na análise SIMPER para as categorias alimentares mais representativas (que mais contribuíram para a formação dos grupos) e suas respectivas contribuições percentuais para as espécies amostradas nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão e de Santa Clara na bacia do rio Jordão. *Ag* – *A. gymnogenys*, *Ab* – *A. bifasciatus*, *Hm* – *H. malabaricus* e *Rq* – *R. quelen*.

	<i>Ag</i>	<i>Ab</i>	<i>Hm</i>	<i>Rq</i>
Restos vegetais	94,59	98,20		11,21
Insetos aquáticos				6,62
Peixes			98,30	60,04
Crustáceos				17,39
Similaridade do grupo	55,93	71,88	80,12	28,93

### 3.2 INFLUÊNCIA FILOGENÉTICA, TEMPORAL E ESPACIAL

Quando analisadas as quatro espécies juntas a alimentação dos peixes apresentou variação significativa de acordo com, a espécie estudada ( $R$  global = 0,192;  $p$  = 0,001), gênero ( $R$  global = 0,568;  $p$  = 0,001) e ordem ( $R$  global = 0,495;  $p$  = 0,001). A variação também foi significativa, porém baixa, entre os diferentes pontos de coleta ( $R$  global = 0,015;  $p$  = 0,014) e entre os dois reservatórios ( $R$  global = 0,075;  $p$  = 0,001). Assim como entre as 18 fases de campo ( $R$  global = 0,044;  $p$  = 0,01). Quando a dieta foi analisada com relação às estações do ano e aos anos de amostragem, as diferenças não foram significativas (Tabela 5).

Tabela 5: Resultados da análise de similaridade (ANOSIM) para a análise realizada entre diferentes fatores filogenéticos, espaciais e temporais na dieta de *A. gymnogenys* (Ag), *A. bifasciatus* (Ab), *H. malabaricus* (Hm), *R. quelen* (Rq) e das quatro espécies juntas (Geral). Valores de R global e entre parênteses os valores de *p*. Em negrito R global > 0,1. Res. - reservatório; Est. - estação do ano, ns - resultado não significativo ( $p > 0,05$ ).

	Geral	Ag	Ab	Hm	Rq
Espécie	<b>0,192 (0,001)</b>				
Gênero	<b>0,568 (0,001)</b>				
Ordem	<b>0,495 (0,001)</b>				
Fase	0,044 (0,001)	0,051 (0,001)	0,059 (0,005)	ns	<b>0,155 (0,003)</b>
Ponto	0,015 (0,014)	0,03 (0,007)	0,032 (0,007)	ns	<b>0,282 (0,001)</b>
Res.	0,075 (0,001)	<b>0,121 (0,001)</b>	0,066 (0,024)	ns	<b>0,289 (0,001)</b>
Est.	ns	ns	0,062 (0,001)	0,148 (0,044)	ns
Ano	ns	0,041 (0,03)	ns	ns	ns

A análise de NMDS mostrou maior sobreposição entre as dietas das espécies *A. gymnogenys* e *A. bifasciatus* quando comparada as dietas das espécies *H. malabaricus* e *R. quelen*, sendo a categoria alimentar Restos vegetais a maior responsável por essa sobreposição, seguidos de Insetos aquáticos e Resto de insetos, que juntos representaram 77,89 % da similaridade entre as espécies (Figura 6). A similaridade da dieta entre as demais espécies analisadas foi menor que 50 % (Tabela 6).

Tabela 6: Valores de similaridade entre a dieta das quatro espécies amostradas (obtidos na análise SIMPER) nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão e de Santa Clara na bacia do rio Jordão. Ag – *A. gymnogenys*, Ab – *A. bifasciatus*, Hm – *H. malabaricus* e Rq – *R. quelen*.

Espécies	Ag	Ab	Hm
Ab	63,04		
Hm	12,87	11,4	
Rq	15,43	15,24	39,39

A categoria alimentar Peixes foi a maior responsável pela similaridade entre os indivíduos da espécie *H. malabaricus*, assim como para a espécie *R. quelen* que apresentou essa categoria seguido de Crustáceos, Restos vegetais e Insetos aquáticos como os mais importantes para similaridade da dieta, segundo a análise de SIMPER. A espécie *R. quelen* apresentou a dieta dos indivíduos com menor similaridade entre as espécies estudadas (Tabela 4). Quando a análise foi realizada para gênero e ordem apenas o gênero *Rhamdia* e ordem Siluriformes apresentaram similaridade entre a dieta dos indivíduos abaixo de 50 % (Tabela 7), em ambos os casos o único representante do grupo foi a espécie *R. quelen*. A categoria alimentar Resto vegetal foi a maior responsável pela similaridade entre os indivíduos do gênero *Astyanax* e pertencentes a ordem Characiformes, enquanto a categoria Peixes foi a



maior responsável pela similaridade entre as dietas dos indivíduos pertencentes aos gêneros *Hoplias*, *Rhamdia* e a ordem Siluriformes (Tabela 6).

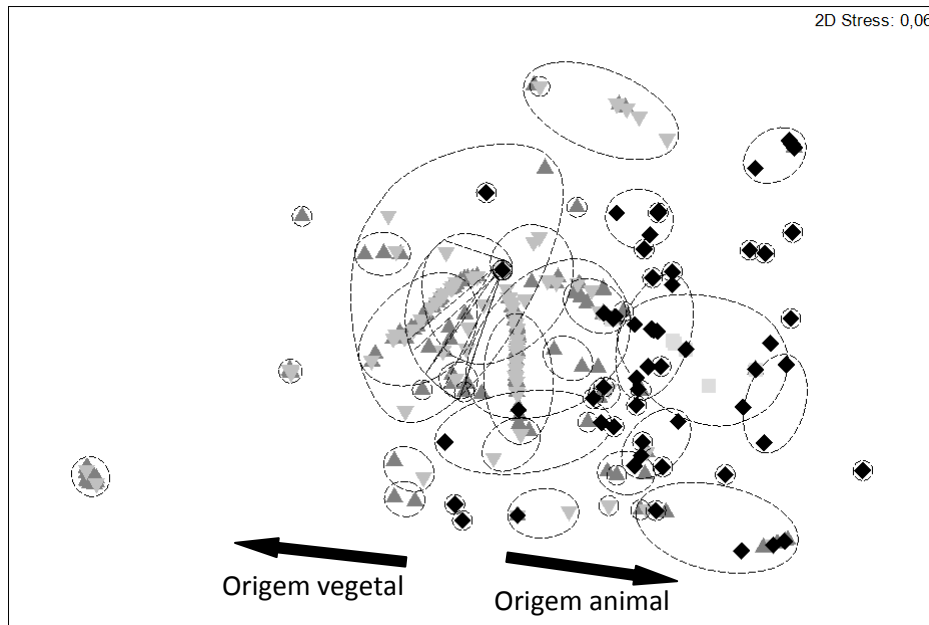


Figura 4: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER (similaridade de 80 % representada pelos círculos tracejados) mostrando o agrupamento da dieta das quatro diferentes espécies analisadas *A. gymnogenys* (triângulo escuro), *A. bifasciatus* (triângulo claro), *H. malabaricus* (quadrado), *R. quelen* (losango), com a direção de itens de origem vegetal e de origem animal. As flechas indicam as tendências no sentido de aumento da contribuição dos itens de origem vegetal e animal na formação dos agrupamentos.

Tabela 7: Valores de similaridade obtidos na análise SIMPER para as categorias alimentares mais representativas (que mais contribuíram para a formação dos grupos) e suas respectivas contribuições percentuais para os gêneros e ordens amostradas nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Fundão e de Santa Clara na bacia do rio Jordão.

	<i>Astyanax</i>	<i>Hoplias</i>	<i>Rhamdia</i>	Characiformes	Siluriformes
Restos vegetais	96,34		11,21	95,69	11,21
Insetos aquáticos			6,62		6,62
Peixes		98,39	66,04		60,04
Crustáceos			17,39		17,39
Similaridade do grupo	61,64	80,52	28,93	57,18	28,93

Os indivíduos do reservatório de Santa Clara apresentaram dieta com maior similaridade (com similaridade próxima a 53 % segundo a análise SIMPER) quando comparados aos indivíduos do reservatório de Fundão (com 43 % de similaridade na dieta),

nas análises realizadas com as quatro espécies juntas. A categoria Restos vegetais foi a maior responsável pela similaridade nos dois reservatórios. A dissimilaridade da dieta dos peixes entre os dois reservatórios foi de 52,58 %, sendo as categorias alimentares Restos vegetais (33,20 %), Insetos aquáticos (16,37 %), Insetos (14,57 %), Peixes (14,55 %), Crustáceos (6,89 %) e Insetos terrestres (5,38 %) as maiores responsáveis, respectivamente, pela dissimilaridade dos grupos. Apesar da alimentação dos peixes apresentarem diferença significativa entre os reservatórios o valor do R global foi relativamente baixo (R global 0,075;  $p = 0,001$ ) e pode ser observado certa sobreposição entre a dieta dos indivíduos dos dois reservatórios (Tabela 8 e Figura 5).

Segundo a análise de SIMPER, dentro da maior parte das 18 fases de campo, a similaridade na dieta dos indivíduos analisados foi maior que 50 %, sendo a categoria alimentar Restos vegetais o maior responsável por essa similaridade. Com exceção da fase realizada no mês de fevereiro de 2012 (coleta 8), onde Resto de insetos foi o maior responsável pela similaridade (Tabela 9). A categoria Restos vegetais também foi a maior responsável pela similaridade entre os indivíduos de cada um dos seis pontos de coleta (Tabela 4).

Quando as análises foram realizadas separadamente para cada espécie, a alimentação de *A. gymnogenys* apresentou alterações significativas, porém relativamente muito baixas, com relação aos seguintes fatores temporais: fase de coleta (R global 0,051;  $p = 0,001$ ) e ano de coleta (R global 0,042;  $p = 0,024$ ). Com relação aos fatores espaciais, apresentaram influência na dieta o ponto de coleta (R global 0,031;  $p = 0,002$ ) e reservatório (R global 0,123;  $p = 0,001$ ). Dos fatores espaciais e temporais analisados apenas a estação do ano não apresentou influência na dieta dessa espécie (Tabela 5).

Tabela 8: Valores de similaridade da dieta dos indivíduos das quatro espécies (analisadas de forma conjunta), dentro de cada um dos dois reservatórios, dos seis pontos de coleta e categorias alimentares e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER). F – reservatório da UHE Fundão, SC – reservatório UHE Santa Clara.

	F	S	F1	F2	S1	S2	S3	S4
Restos vegetais	89,85	94,82	84,59	92,13	96,23	92,39	96,03	94,29
Insetos aquáticos	3,69		6,24					
Similaridade	43,04	53,53	34,99	54,49	57,43	48,53	60,36	50,87

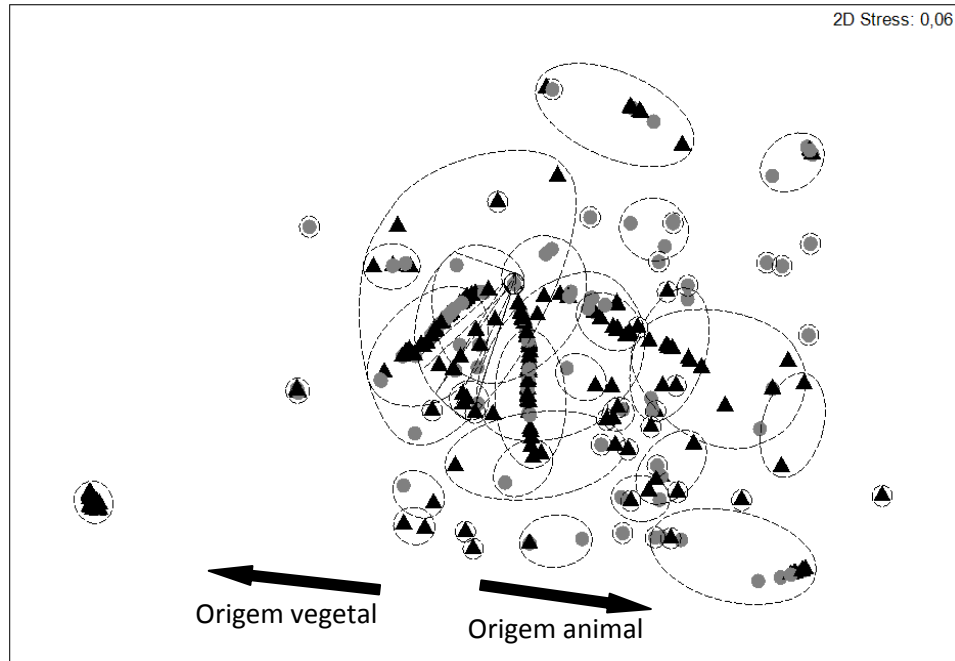


Figura 5: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta dos peixes nos dois reservatórios estudados (com similaridade de 80 % representada pelos círculos tracejados), Santa Clara (triângulos) e Fundão (círculos), com a direção de itens de origem vegetal e de origem animal. As flechas indicam o sentido de aumento da contribuição dos itens de origem vegetal e animal na formação dos agrupamentos.

Seguindo a tendência geral a espécie *A. gymnogenys* também teve a categoria alimentar Restos vegetais como o maior responsável pela similaridade entre a dieta dos indivíduos em cada um dos dois reservatórios. Embora tenha ocorrido sobreposição na dieta (Figura 6) a diferença na alimentação de *A. gymnogenys* nos dois reservatórios foi significativa ( $R$  global 0,123;  $p = 0,001$ ).

Tabela 9: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos das quatro espécies analisada de forma conjunta (Geral), de *A. gymnogenys* e de *A. bifasciatus* dentro de cada uma das 18 fases de campo, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER).

	Fase de campo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Geral	Restos vegetais	95	97	91	88	76	97	98	41	77	90	90	96	90	89	94	79	93	92	
	Insetos aquáticos									17							20			
	Resto de insetos				10	17			57											
	Peixes														6					
	Similaridade	53	63	53	61	37	69	74	38	37	44	45	50	42	48	63	48	53	54	
<i>A. gymnogenys</i>	Restos vegetais	100	96	96	83	81	96	99	32	74	97	93	95	85	91	96	76	98	96	
	Insetos aquáticos									21							23			
	Resto de insetos				16	17			67											
	Peixes													8						
	Similaridade	47	64	75	60	60	70	80	41	42	62	61	54	29	50	57	48	67	56	
<i>A. bifasciatus</i>	Restos vegetais	99	99	100	93	68	99	88	63	85	97	98	100	99	98	96	88	100	100	
	Insetos aquáticos							7									11			
	Resto de insetos					31			26											
	Não identificado									5										
	Similaridade	98	84	95	64	44	74	46	30	30	72	54	70	79	80	81	53	83	100	

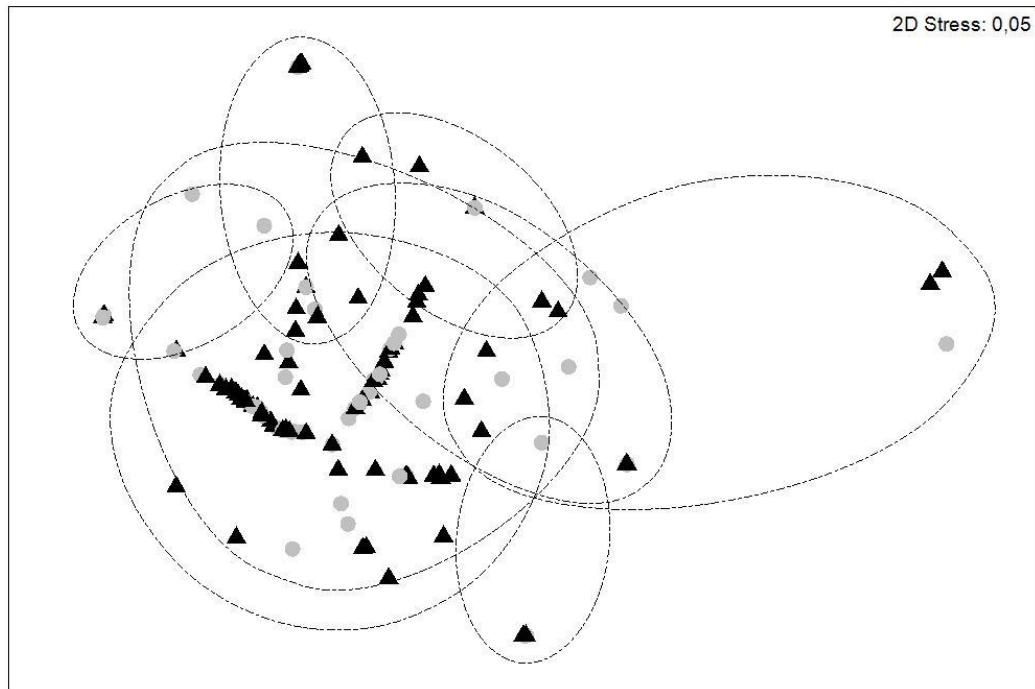


Figura 6: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta de *A. gymnogenys* nos dois reservatórios estudados, Santa Clara (triângulo) e Fundão (círculo) (com similaridade de 40 % representada pelos círculos tracejados).

Os indivíduos de *A. gymnogenys* apresentaram dietas similares dentro das diferentes fases de coleta devido, principalmente, a Restos vegetais (Tabela 9). Apenas a fase de campo realizada no mês de fevereiro de 2012 (coleta 8) apresentou Resto de insetos como o maior responsável pela similaridade da dieta dos indivíduos. Na análise dos pontos de coleta Restos vegetais também foi o maior responsável pela similaridade entre os indivíduos dos diferentes pontos (Tabela 10).

Para a espécie *A. bifasciatus* os seguintes fatores temporais apresentaram influência na alimentação: fase de coleta ( $R$  global 0,059;  $p = 0,005$ ) e estação do ano ( $R$  global 0,062;  $p = 0,001$ ). Com relação aos fatores espaciais, apresentaram variações significativas na dieta, o ponto de coleta ( $R$  global 0,032;  $p = 0,007$ ) e reservatório ( $R$  global 0,066;  $p = 0,024$ ), porém relativamente muito baixas. Apenas o ano de coleta não apresentou influência na dieta (Tabela 5).

Quando comparados os dois reservatórios através da análise de NMDS para a espécie *A. bifasciatus*, foi observada maior proximidade entre as dietas dos indivíduos do reservatório de Santa Clara, que em sua maior parte se posicionaram relativamente mais próximos ao centro do agrupamento dos indivíduos, quando comparada a dieta dos indivíduos do reservatório de Fundão (Figura 7). A espécie também apresentou a categoria alimentar Restos vegetais como a maior responsável pela similaridade da dieta dos indivíduos em cada uma das fases de coleta (Tabela 9), pontos de coleta, reservatórios e estação do ano.

Tabela 10: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos da espécie *A. gymnogenys* em cada um dos dois reservatórios e dos seis pontos de coleta, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER). F – reservatório de Fundão, S – reservatório de Santa Clara.

	F	S	F1	F2	S1	S2	S3	S4
Restos vegetais	85,05	96,12	83,75	83,44	96,32	93,59	97,23	96,97
Insetos aquáticos			10,41					
Restos de insetos	9,68			15,06				
Similaridade	46,10	59,28	40,21	53,61	60,14	50,52	67,58	61,62

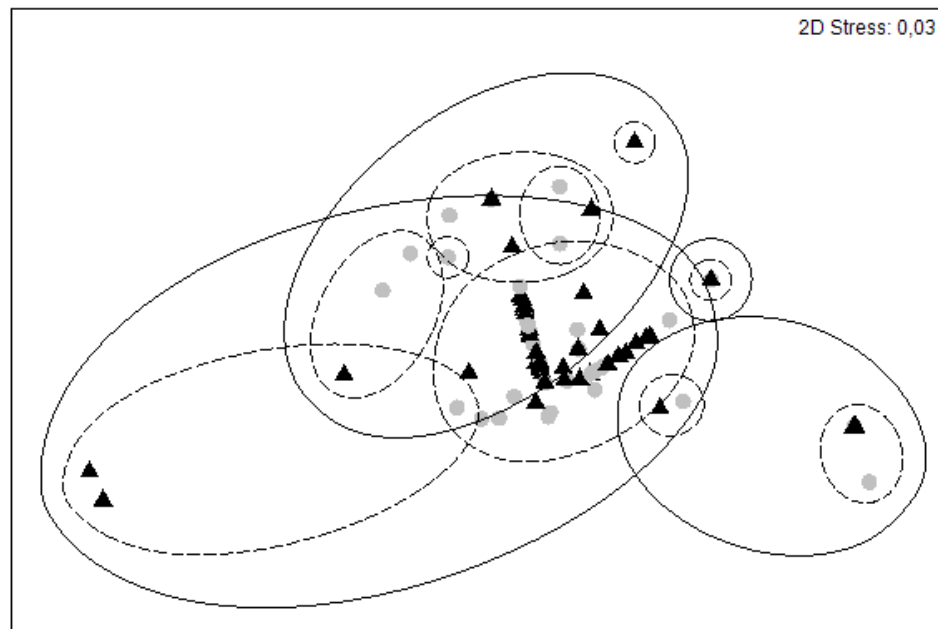


Figura 7: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta de *A. bifasciatus* nos dois reservatórios estudados, Santa Clara (triângulo) e Fundão (círculo) (com similaridade de 20 % representada pelos círculos com linhas contínuas e de 60 % representado por círculo tracejados).

A espécie *R. quelen* teve sua dieta relacionada significativamente ao fator temporal fase de coleta (R global 0,155;  $p = 0,003$ ). Com relação aos fatores espaciais, o ponto de coleta (R global 0,282;  $p = 0,001$ ) e reservatório (R global 0,289;  $p = 0,001$ ) tiveram relação significativa com a dieta da espécie. Apenas as variáveis estação do ano e ano de coleta não apresentaram relação significativa com a alimentação de *R. quelen* (Tabela 5).

A dieta dos indivíduos pertencentes à espécie *R. quelen* apresentou diferença significativa entre os reservatórios. Essa diferença pode ser evidenciada na análise de NMDS (Figura 8) onde os indivíduos coletados no reservatório de Fundão ficaram posicionados mais a direita da figura enquanto os de Santa Clara estiveram mais a esquerda. No reservatório de Santa Clara as categorias Peixes, Restos vegetais e Insetos aquáticos foram as maiores responsáveis pela similaridade da dieta dos indivíduos, enquanto no reservatório de fundão foram Crustáceos, Peixes e Restos vegetais (Tabela 11). As categorias Peixes e Crustáceos foram as maiores responsáveis pela dissimilaridade entre os diferentes pontos de coleta segundo a análise de SIMPER. A maior parte das fases de coleta tiveram as categorias alimentares Peixes e Crustáceos como os maiores responsáveis pela similaridade dos organismos (Tabela 12).

Tabela 11: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos da espécie *R. quelen* em cada um dos dois reservatórios e dos seis pontos de coleta, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER). F – reservatório de Fundão, S – reservatório de Santa Clara.

	F	S	F1	F2	S1	S2	S3	S4
Restos vegetais	7,01	9,54	7,35		39,95			
Insetos aquáticos		7,86						43,41
Insetos terrestres								8,84
Restos de insetos								
Peixes	9,29	77,99	8,66		37,15	92,11	96,19	44,82
Anelídeos					13,31			
Crustáceos	78,34		79,58	65,10				
Outros				34,90				
Similaridade	38,66	36,94	41,32	15,78	31,26	56,26	56,34	26,13

Tabela 12: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos da espécie *R. quelen* dentro de cada uma das fases de campo em que houveram indivíduos analisados, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER).

	1	2	3	5	10	11	12	13	14	15	17	18
Restos vegetais		9	11		17							83
Insetos aquáticos	46	9			12							
Insetos terrestres				29						100		
Restos de insetos												
Peixes	27	12	86		42	75		100	100	85	100	16
Anelídeos					21							
Crustáceos	25	55		61		21	87					
Outros							12					
Não identificado		6										
Similaridade	25	29	42	23	40	52	42	88	100	62	83	40

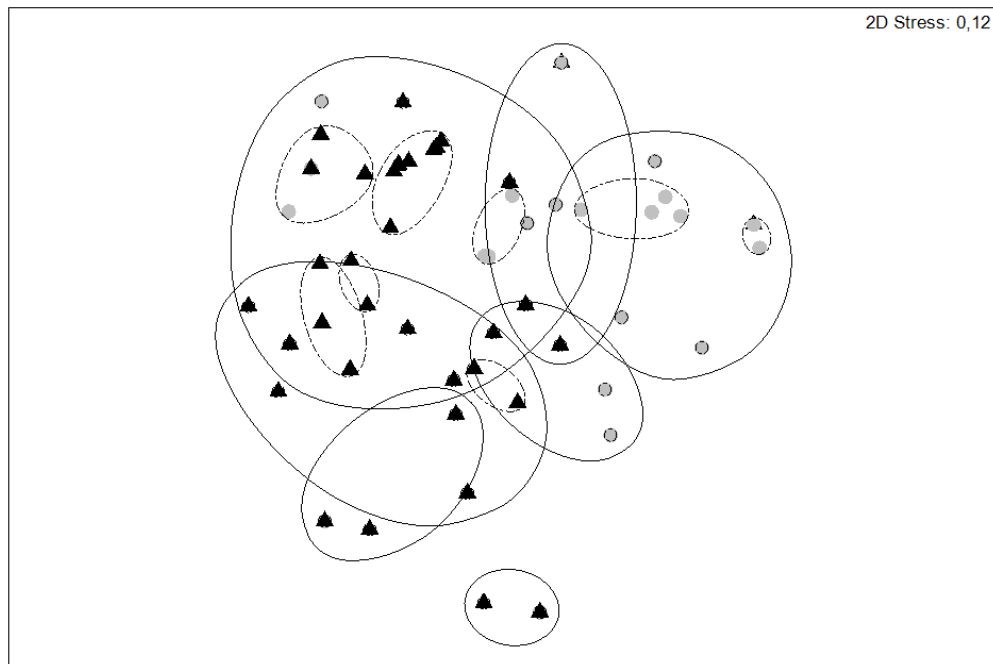


Figura 8: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta de *R. quelen* nos dois reservatórios estudados, Santa Clara (triângulos) e Fundão (círculos) (similaridade de 40 % representada pelos círculos com linhas contínuas e de 80 % representado por círculos tracejados).

A dieta da espécie *H. malabaricus* apresentou influência significativa apenas da variável estação do ano ( $R$  global 0,148;  $p = 0,044$ ). As outras variáveis espaciais e temporais analisadas não apresentaram influência significativa na alimentação da espécie (Tabela 5).



Embora a estação do ano tenha influenciado significativamente a dieta da espécie *H. malabaricus* a separação dos grupos não foi claramente evidenciada visualmente na análise de NMDS (Figura 9). A categoria alimentar Peixes foi a maior responsável pelo agrupamento dos indivíduos de acordo com a estação do ano (Tabela 13) e Restos vegetais foi o maior responsável pela dissimilaridade entre as diferentes estações do ano de acordo com a análise de SIMPER.

Tabela 13: Valores de similaridade (em porcentagem) da dieta dos indivíduos da espécie *H. malabaricus* em cada uma das quatro estações do ano, categorias alimentares com maior contribuição para a similaridade dos grupos e suas respectivas contribuições percentuais (dados obtidos através da análise SIMPER).

	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Restos vegetais	16,30			
Peixes	83,70	99,89	100	100
Similaridade	57,58	90,67	100	99,78

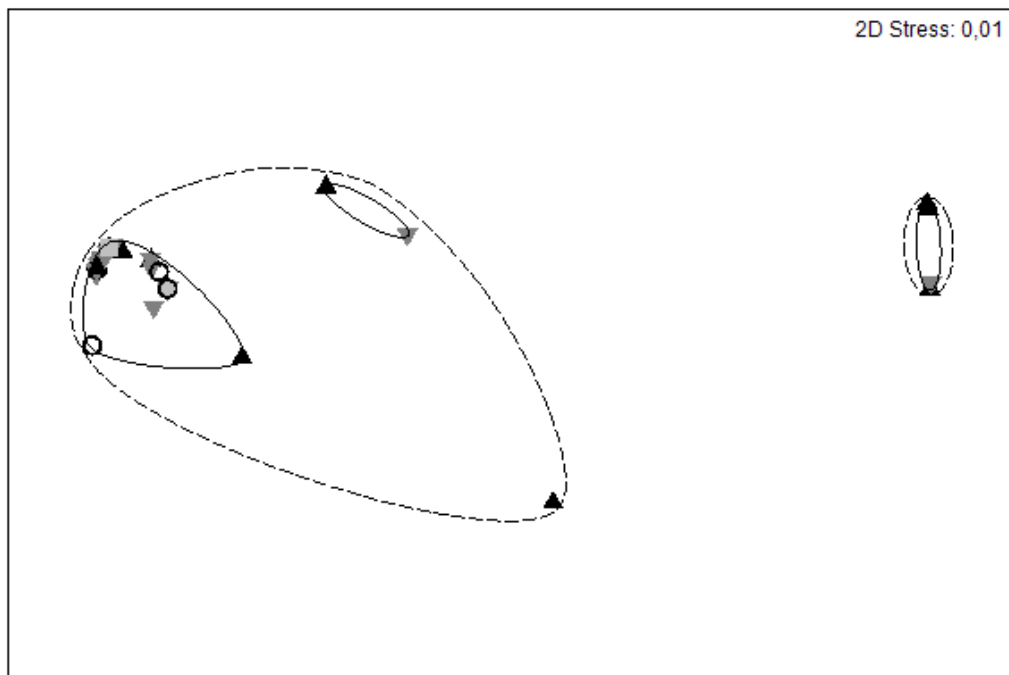


Figura 9: Análise de NMDS com sobreposição de CLUSTER mostrando o agrupamento da dieta de *H. malabaricus* nas estações do ano inverno (triângulo escuro), primavera (triângulo claro), verão (quadrado) e outono (círculo), similaridade de 90 % representada pelos círculos com linhas contínuas e de 60 % representado por círculos tracejados.

### 3.3 RELAÇÃO DE PARÂMETROS ABIÓTIVOS E DADOS BIÓTICOS

Um total de 36,64 % da variação dos dados de dieta das espécies *R. quelen*, *A. bifasciatus* e *A. gymnogenys* puderam ser explicadas pelas variações dos parâmetros abióticos estudados. Os primeiros dois eixos da análise de correlação canônica explicaram 30,14 % da variação total dos dados das dietas das quatro espécies analisadas. Os descritores abióticos, considerados como significativos foram pluviosidade, transparência, profundidade, temperatura ambiental e temperatura da água (Figura 10, Tabela 14). Os resultados da CCA sugerem ainda que a alimentação da espécie *R. quelen* foi mais influenciada por maiores transparência da água, enquanto indivíduos da espécie *A. bifasciatus* e *A. gymnogenys* apresentaram a alimentação relacionada a maiores valores de pluviosidade e menores temperaturas da água, ambiental e profundidade, enquanto outros indivíduos apresentaram alimentação relacionada a menores valores de transparência da água (Figura 10).

Tabela 14: Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) entre as categorias alimentares e os parâmetros abióticos testados.

	Eixo 1	Eixo 2
Pluviosidade (mm)	-0,36	0,36
Profundidade (m)	0,55	0,04
Transparência (m)	0,59	-0,46
T ambiente (°C)	0,27	0,16
T água (°C)	0,32	0,20

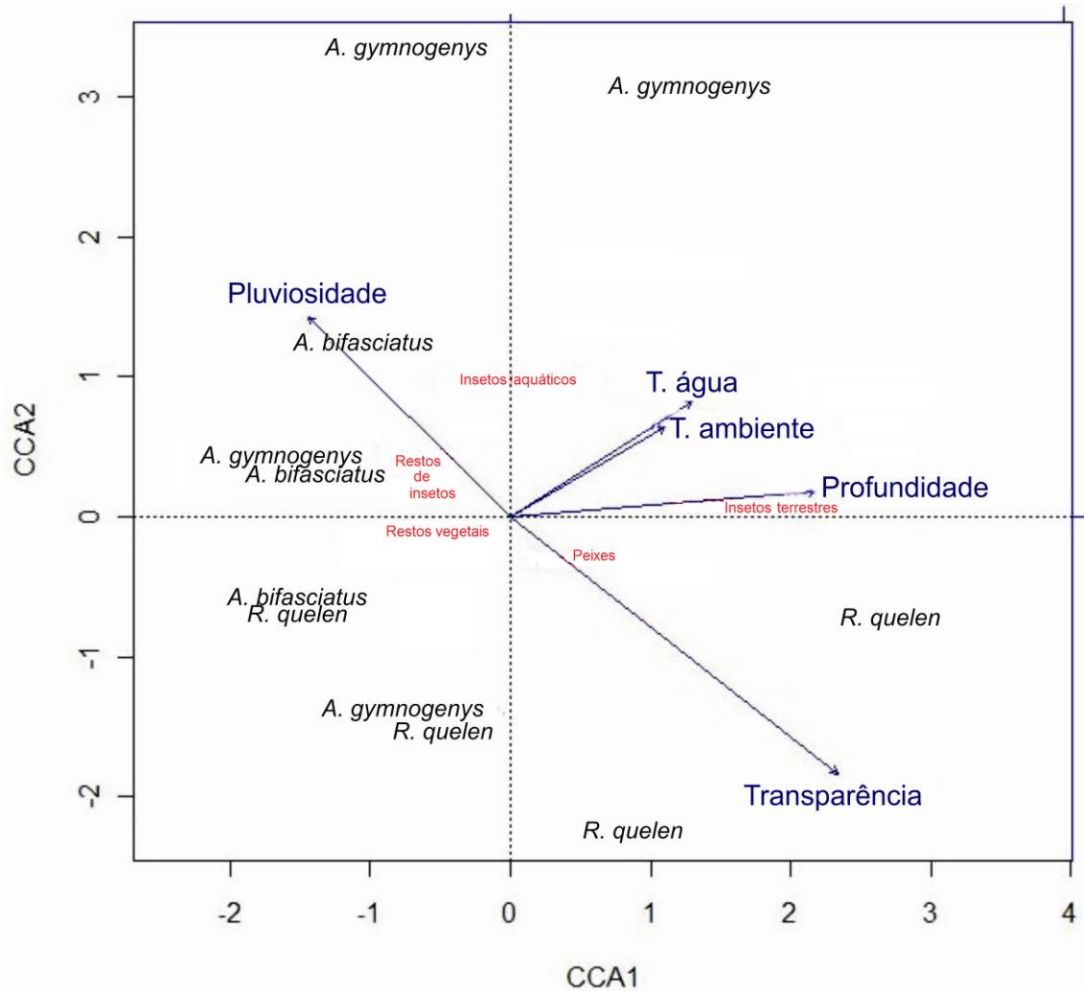


Figura 10: Gráfico da Análise de Correlação Canônica (CCA) entre as categorias alimentares das principais espécies analisadas e variáveis abióticas.

Para a espécie *A. gymnogenys* os parâmetros abióticos analisados explicaram 45,54 % da variação dos dados da dieta da espécie, sendo os dois primeiros eixos responsáveis por 32,74 % dessa variação. Os descritores abióticos, considerados como significativos foram: condutividade, transparência, temperatura ambiental, nitrogênio, turbidez, sólidos totais, oxigênio dissolvido e fósforo (Figura 11, Tabela 14). A proporção das categorias alimentares dos indivíduos selecionados para fase de coleta três (realizada em setembro de 2009), nos pontos S1 e F2 e da fase seis (realizada em dezembro de 2009), nos pontos S1 e S2 estiveram mais relacionados a sólidos totais e a turbidez da água, parâmetro abióticos relacionado à categoria alimentar Resto de insetos. A categoria alimentar Peixes esteve relacionado ao oxigênio dissolvido e aos pontos S2 e S1 em diferentes fases de coleta. Grande parte dos dados de dieta, entretanto, estiveram relacionados a temperatura da água e temperatura do

ambiente, com as categorias alimentares Insetos aquáticos, Insetos terrestres e Iscas apresentando maior relação na variação dos dados. A categoria alimentar Restos vegetais apresentou baixa correlação com os parâmetros abióticos testados.

Os parâmetros abióticos analisados explicaram 65,70 % da variação dos dados da dieta da espécie *A. bifasciatus*, sendo os dois primeiros eixos responsáveis pela explicação de 40,50 % da variação dos dados. Os parâmetros abióticos: oxigênio dissolvido, temperatura ambiental, temperatura da água, turbidez, pH, pluviosidade, profundidade, condutividade e transparência foram considerados significativos (Figura 12, Tabela 14). A maior parte dos dados de dieta foi relacionada às categorias alimentares: Restos vegetais e Insetos aquáticos, sendo o grupo mais próximo à Insetos aquáticos mais correlacionados aos parâmetros oxigênio dissolvido, temperatura da água e temperatura do ambiente, enquanto o grupo mais próximo à Restos vegetais está correlacionado mais fortemente aos parâmetros turbidez, sólidos totais e pluviosidade. Novamente pontos da terceira e da sexta fase de coleta diferiram dos demais, sendo correlacionados à categoria alimentar Resto de insetos e ao parâmetro abiótico turbidez da água.

Tabela 15: Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) entre as categorias alimentares e os parâmetros abióticos testados.

	<i>Ag</i>		<i>Ab</i>		<i>Rq</i>	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Pluviosidade (mm)	-0,31	-0,46	-0,12	0,54	0,14	0,15
Profundidade (m)	-0,39	-0,13	0,01	0,57	0,53	-0,36
Transparência (m)	0,30	0,52	0,00	-0,21	0,62	-0,05
T ambiente (°C)	0,15	-0,08	0,25	0,14	0,44	0,05
T água (°C)	0,00	-0,35	0,22	0,15	0,54	0,17
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-0,13	0,37	0,46	-0,06	-0,23	0,00
pH	-0,39	-0,21	-0,24	-0,18	-0,02	0,00
Condutividade (µS/cm)	0,33	0,30	0,01	-0,42	-0,07	-0,33
Fósforo	-0,21	-0,48	0,05	0,34	-0,29	0,17
Nitrogênio	-0,63	-0,09	0,01	0,27	-0,17	0,27
Sólidos	-0,52	-0,67	-0,10	0,28	-0,31	0,27
Turbidez	-0,61	-0,51	-0,27	0,71	-0,42	0,28

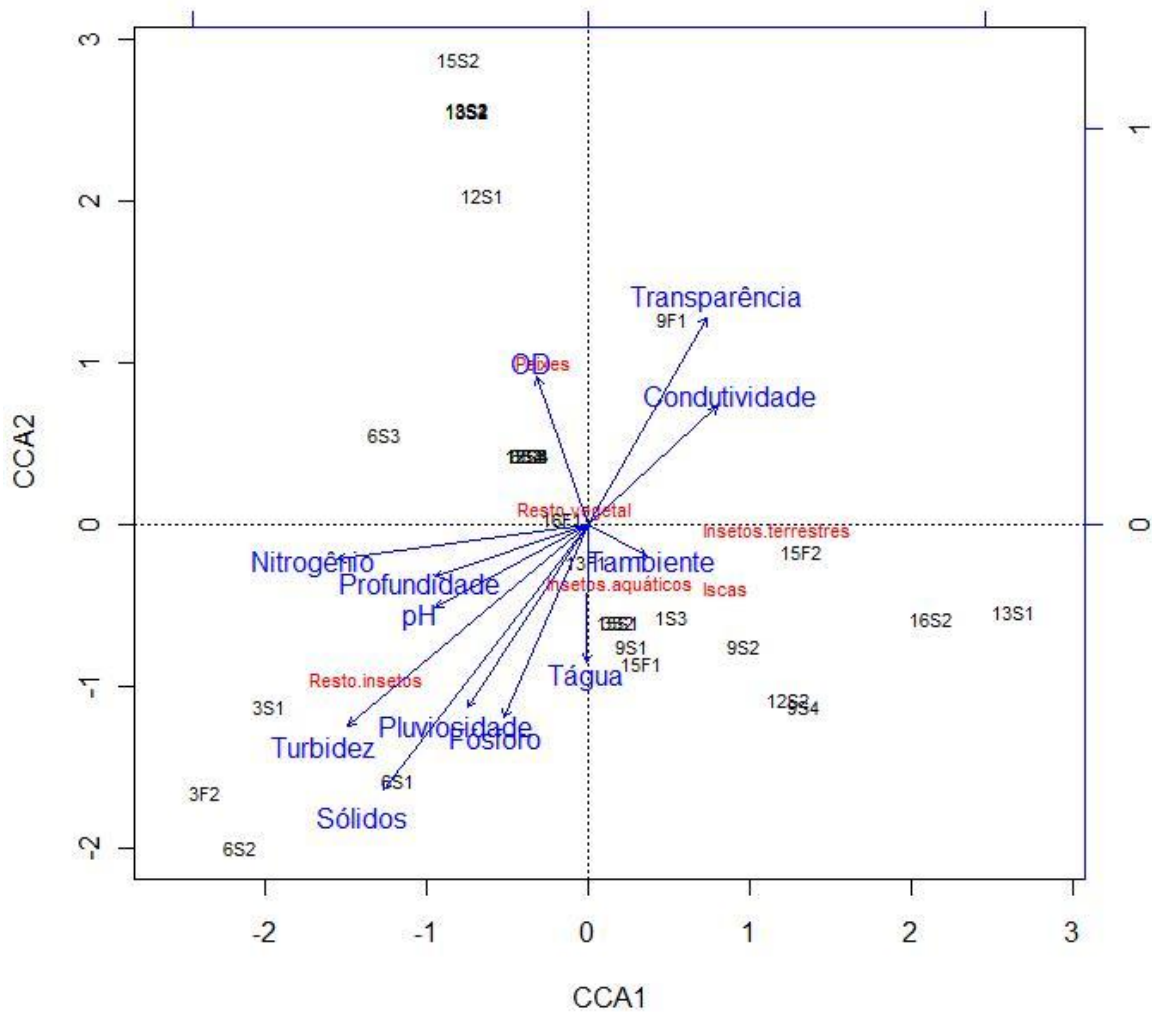


Figura 11: Gráfico da Análise de Correlação Canônica (CCA) entre as categorias alimentares da espécie *A. gymnogynys* e variáveis abióticas. Os números representam a fase de campo 1 – julho/09, 3 - setembro/09, 6 – dezembro/09, 9 – março/10, 12 – junho/10, 13 – agosto/10, 15 – dezembro/10, 16 – março/11, 18 – junho/11; S- pontos no reservatório de Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) e F pontos no reservatório de fundão (F1 e F2).

A segunda planilha foi formada pelos seguintes parâmetros abióticos: pluviosidade (mm), profundidade (m), transparência (m, através do Disco de *Secchi*), temperatura ambiental (°C), temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), pH, condutividade, fósforo total (mg/L), nitrogênio total (mg/L), sólidos totais (mg/L) e turbidez (NTU).

Para a espécie *R. quelen* os parâmetros abióticos analisados explicaram 71,35 % da variação dos dados da dieta da espécie, sendo os dois primeiros eixos responsáveis por 37,62 % dessa variação. Os descritores abióticos, considerados como significativos foram:

transparência, temperatura da água, profundidade, turbidez, sólidos totais, fósforos, nitrogênio, profundidade e condutividade (Figura 13, Tabela 14). Embora alguns valores dos dados bióticos tenham sido relacionados a diferentes categorias alimentares e parâmetros abióticos a maior parte ficou próxima as categorias alimentares Peixes e Insetos terrestres e estiveram mais correlacionadas aos parâmetros abióticos transparência e profundidade.

Quando a Análise de Correlação Canônica foi realizada para a espécie *H. malabaricus* os parâmetros abióticos puderam explicar 100 % da variação dos dados da dieta da espécie, entretanto a baixa amostragem de indivíduos dessa espécie com itens alimentares no estômago podem influenciar nos resultados. O primeiro eixo da CCA explicou 100 % dessa variação, sendo as variáveis transparência, condutividade, oxigênio dissolvido, pH, temperatura da água e fósforo consideradas significativas. Essas variáveis estiveram mais fortemente correlacionadas às categorias alimentares Restos vegetais e Peixes.

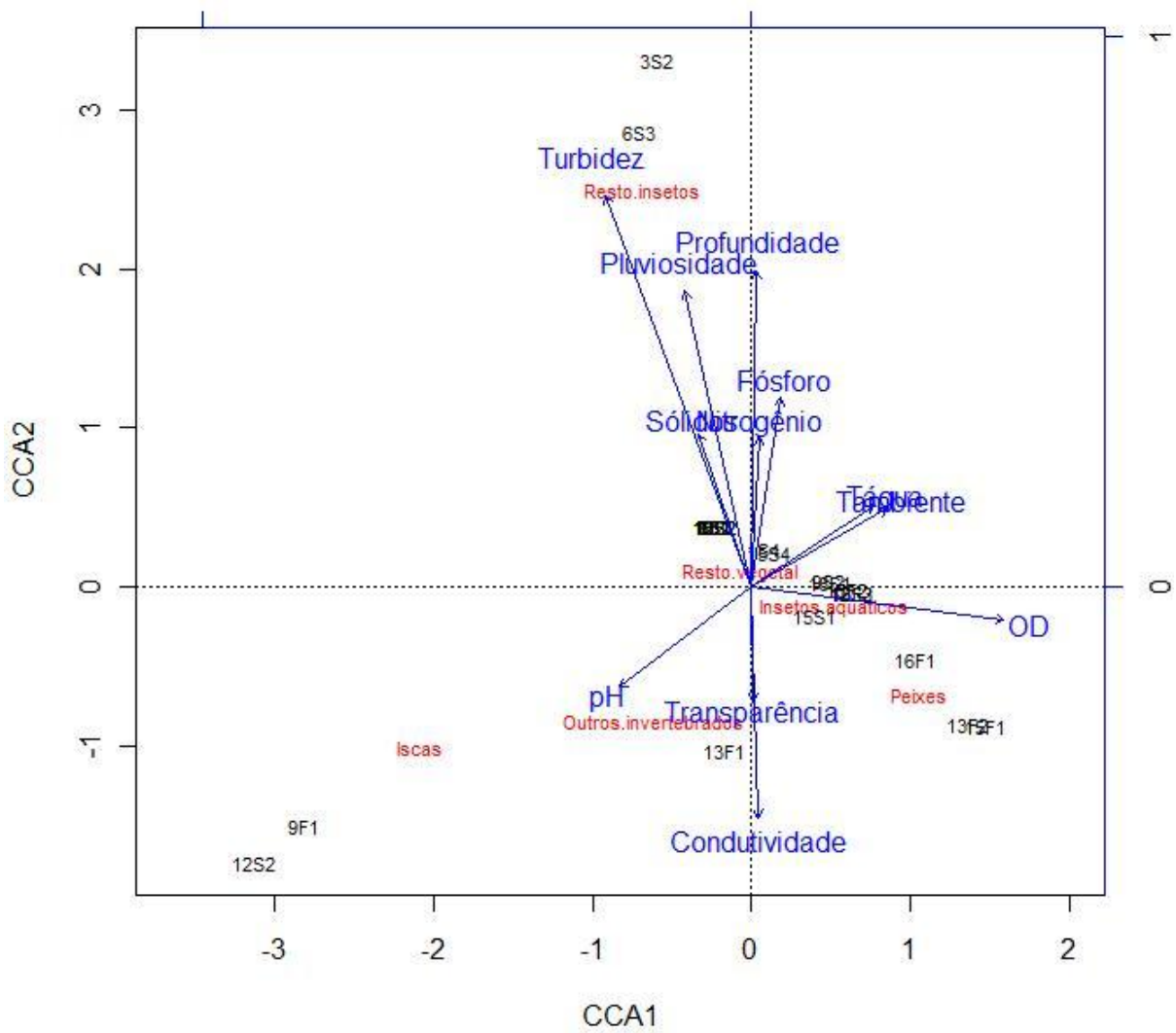


Figura 12: Gráfico da Análise de Correlação Canônica (CCA) entre as categorias alimentares da espécie *A. bifasciatus* e variáveis abióticas. Os números representam a fase de campo 1 – julho/09, 3 - setembro/09, 6 – dezembro/09, 9 – março/10, 12 – junho/10, 13 – agosto/10, 15 – dezembro/10, 16 – março/11; S- pontos no reservatório de Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) e F pontos no reservatório de fundão (F1 e F2).

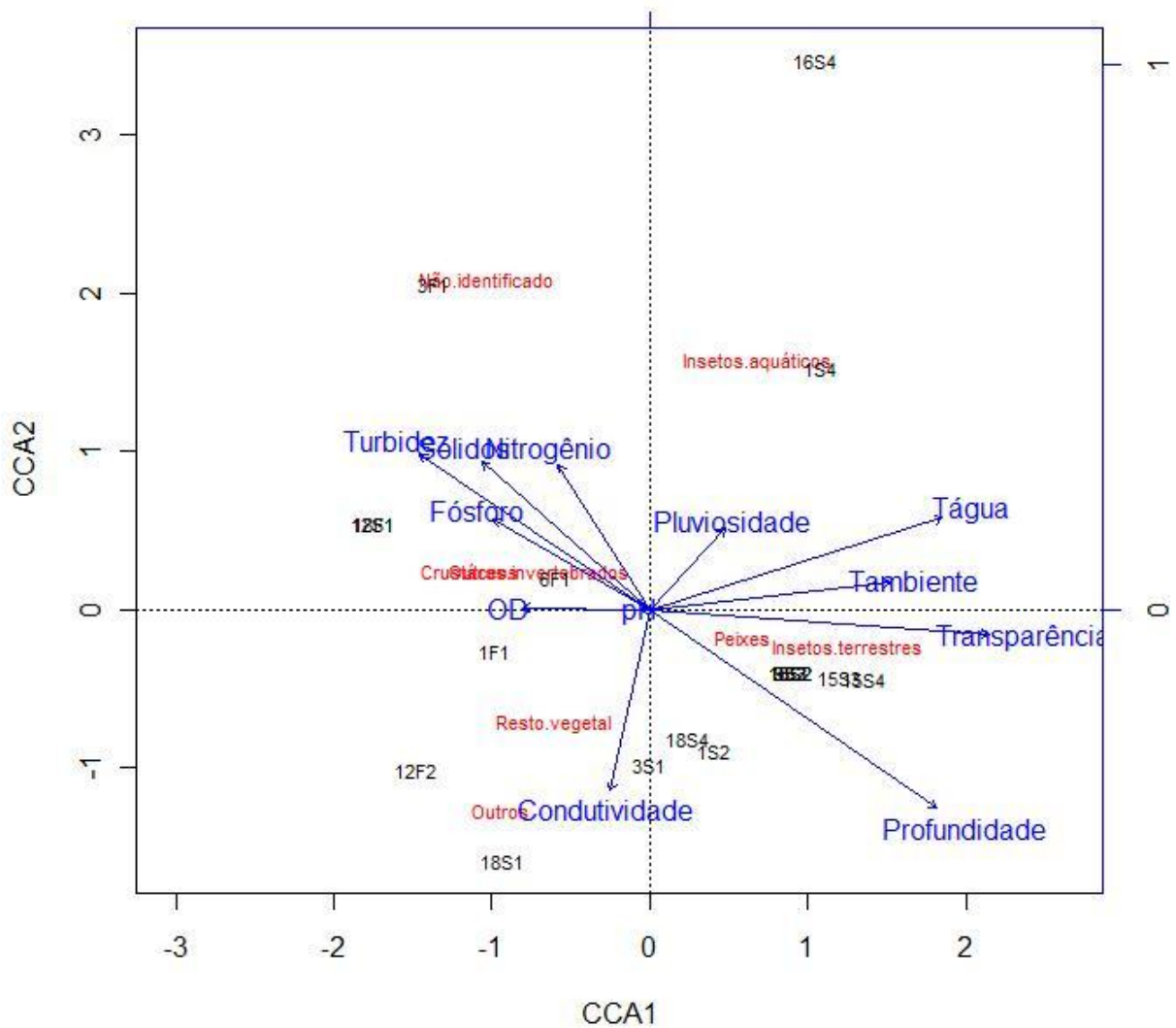


Figura 13: Gráfico da Análise de Correlação Canônica (CCA) entre as categorias alimentares da espécie *R. quelen* e variáveis abióticas. Os números representam a fase de campo 1 – julho/09, 3 – setembro/09, 6 – dezembro/09, 9 – março/10, 12 – junho/10, 13 – agosto/10, 15 – dezembro/10, 16 – março/11, 18 – junho/11; S- pontos no reservatório de Santa Clara (S1, S2, S3 e S4) e F pontos no reservatório de fundão (F1 e F2).



## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 GUILDAS TRÓFICAS

Com relação às guildas tróficas o lambari *A. bifasciatus* foi classificado como herbívoro, por apresentar predominantemente itens de origem vegetal na sua dieta. Essa espécie já foi classificada como oportunista em outro estudo, pois apresentou uma dieta com ampla variedade de itens alimentares, tanto de origem animal quanto vegetal (Hahn *et al.*, 1997). Em estudo realizado em um dos rios pertencentes à bacia do rio Jordão foi considerada onívora com tendência à insetivoria ou como herbívora, dependendo do local de coleta (Wolff, 2007). Em estudo realizado em reservatório do rio Iguaçu, após os primeiros anos de sua formação (Hahn *et al.*, 1997), a espécie apresentou predomínio de itens de origem vegetal em sua dieta. O fato foi relacionado com a abundância desses itens após o alagamento do reservatório (Hahn *et al.*, 1997), coincidindo com os resultados encontrados no presente estudo. É possível que as espécies ainda estejam se adaptando após as drásticas alterações no curso da água, tendo em vista o longo período necessário para a estabilização desse tipo de ambiente (Lowe-McConnell, 1999; Agostinho *et al.*, 1999; Agostinho *et al.*, 2007).

O lambari *A. gymnogynys*, endêmico da bacia do rio Iguaçu, foi classificado como herbívoro. Divergindo de estudo anterior realizado do reservatório da UHE Governador Ney Braga, onde foi considerado com hábito alimentar exclusivamente malacófago (Hahn *et al.*, 1997). Segundo o mesmo estudo a espécie foi rara (Hahn *et al.*, 1997), fato que junto à destruição dos habitats e isolamento das populações, áreas de distribuição reduzidas e falta de estudos sobre a espécie incluíram *A. gymnogynys* como vulnerável na lista vermelha da fauna ameaçada de extinção do Estado do Paraná (Mikich & Bérnils, 2004). No presente estudo, entretanto, não foi identificado o uso de molusco como item alimentar para essa espécie e a mesma foi ainda uma das espécies mais abundantes nas coletas.

A espécie *H. malabaricus* foi classificada como piscívora, corroborando com outros estudos realizados (Hahn *et al.*, 1998; Gurgel *et al.*, 1998; Gomes, 2000; Gurgel *et al.*, 2001; Casatti, 2002; Mendonça *et al.*, 2004; Baldisserotto & Radunz, 2005; Novakowski *et al.*, 2007). Os adultos da espécie são considerados piscívoros enquanto os jovens podem se alimentar de outros itens de origem animal (Galvis *et al.*, 1997; Planquette *et al.*, 1996). Em outros estudos realizados após os primeiros anos de formação de reservatórios, a espécie

também foi considerada piscívora, alimentando-se das espécies de peixes mais abundantes na região (Hahn *et al.*, 1997; Loureiro & Hahn, 1996).

A espécie *R. quelen* também foi classificada como piscívora por apresentar predominância da categoria alimentar Peixes, entretanto a espécie apresentou uma ampla variedade de itens consumidos em menores proporções, sendo as categorias alimentares Crustáceos, Resto vegetais e Insetos aquáticos as mais frequentes. Essa espécie foi considerada como onívora em estudos anteriores (Nomura, 1976; Guedes, 1980; Santos, 1982; Andrian & Doria, 1994; Barbieri *et al.*, 1994; Gomes, 2000; Gomiero *et al.*, 2007) com preferência por peixes e crustáceos (Guedes, 1980). Em estudo realizado no rio Guaraguaçu a espécie apresentou preferência por crustáceos com tendência a uma dieta mais generalista (Silva, 2008). O hábito piscívoro também foi observado em outros reservatórios (Abelha *et al.*, 2005; Luz-Agostinho *et al.*, 2006). A piscivoria pode ser uma estratégia oportunista para algumas espécies de peixes, que podem apresentar esse hábito de forma temporária diante da densidade elevada das presas após o represamento (Novakowski *et al.*, 2007). O consumo elevado de peixes por *R. quelen* pode ocorrer em virtude da abundância, disponibilidade e vulnerabilidade das presas (Novakowski *et al.*, 2007).

#### 4.2 INFLUÊNCIA FILOGENÉTICA, TEMPORAL E ESPACIAL

Entre os fatores estudados os filogenéticos apresentaram maior influência na variação do padrão da alimentação dos peixes, com maiores valores de R global. Essa variação era esperada, devido as diferentes adaptações morfológicas e hábitos que espécies filogeneticamente distantes tendem a apresentar (Ross, 1986; Herder & Freyhof, 2006). Esses podem apresentar reflexo na escolha do item alimentar. Entretanto, as variações ambientais que exercem influência na alimentação podem também aproximar a dieta de espécies filogeneticamente distantes (Lowe-McConnell, 1999), pois os recursos mais abundantes podem ser compartilhados por várias espécies. Porém, mesmo com a alteração do ambiente após a formação do reservatório os fatores filogênicos ainda apresentaram maior influência na escolha dos itens alimentares pelas espécies estudadas.

Foi observada maior sobreposição na alimentação de espécies filogeneticamente mais próximas (como discutido por Sardiña & Cazorla, 2005; Gomiero & Braga, 2008), as duas espécies de lambaris, *A. gymnogenys* e *A. bifasciatus* apresentaram alimentação mais

similares quando comparadas as espécies *R. quelen* e *H. malabaricus*. A similaridade da dieta entre as duas espécies pertencentes ao gênero *Astyanax*, com predomínio de Restos vegetais, foi especialmente responsável por esse resultado. De modo geral, as espécies do gênero *Astyanax* apresentam oportunismo trófico (Genari-Filho & Braga, 1996; Esteves, 1996). Tal habito pode em parte ser responsável pela similaridade da dieta das duas espécies diante das mesmas condições ambientais.

O elevado valor de R global quando os indivíduos foram agrupados de acordo com a ordem pode ter ocorrido em decorrência da pequena amostragem de indivíduos de *H. malabaricus*. Os indivíduos dessa espécie apresentam habito alimentar bastante diferenciado das demais espécies estudadas pertencentes à ordem Characiformes, entretanto o maior número total de indivíduos pertencentes ao gênero *Astyanax* com dieta similar pode ter mascarado o efeito da dieta diferenciada da espécie *H. malabaricus* na análise estatística realizada, agrupando toda a ordem.

A baixa magnitude da alteração no padrão da alimentação das espécies relacionada a fatores espaciais pode ser explicada em partes pela proximidade e semelhança dos dois reservatórios estudados, tendo em vista que os dois reservatórios estão localizados na mesma bacia, relativamente próximos e foram formados em períodos próximos. Um dos fatores que pode ter contribuído para a diferença significativa entre os dois reservatórios e a diferente organização que a comunidade tende a adotar em ao longo de um sistema com reservatórios em cascata (Barbosa *et al.*, 1999). Além disso, as diferentes extensões dos reservatórios também podem apresentar influência na comunidade (Agostinho *et al.*, 2007), podendo apresentar reflexo na alimentação das espécies.

A diferença significativa da alimentação dos peixes entre os diferentes pontos de coleta pode ser explicada em parte pelas características distintas dos pontos, esses estavam localizados em diferentes porções dos reservatórios e contavam, portanto, com diferente influência lótica e profundidade da água, apresentando diferente variação e disponibilidade de recurso. Essas alterações podem causar variações na dieta dos peixes em escala espacial (Winemiller & Jepsen, 1998).

Quando a influência dos fatores espaciais foi analisada para cada uma das espécies isoladamente *A. bifasciatus* seguiu o padrão geral de quando as espécies foram analisadas juntas. *Astyanax gymnogenys* apresentou uma maior magnitude na variação do padrão da

alimentação dos indivíduos entre os dois reservatórios, para essa espécie, portanto, mesmo próximos, os dois reservatórios podem apresentar variações suficientes para alterar a alimentação dos indivíduos mais fortemente, sendo que o padrão da dieta dessa espécie pode estar sendo influenciado mais fortemente pelas diferentes extensões dos dois reservatórios (Agostinho *et al.*, 2007).

A espécie *R. quelen* também seguiu o padrão geral, porem teve os fatores espaciais testados influenciando sua dieta com maior magnitude. Além das razões acima citadas as características biológicas da espécie podem tornar sua alimentação mais susceptível as alterações do habitat, com tendência a onívoros (Nomura, 1976; Guedes, 1980; Santos, 1982; Andrian & Doria, 1994; Barbieri *et al.*, 1994; Gomes, 2000) e o possível habito oportunista, inclusive na piscivoria (Novakowski *et al.*, 2007), podem ser os responsáveis.

*Hoplias malabaricus* não apresentou qualquer alteração espacial, o baixo número de estômagos com itens alimentares e ausência de captura em algumas fases de campo pode ter influenciado nesse resultado. Espécies piscívoras como *H. malabaricus* também contam com maior tendência de apresentar estômagos vazios (Hahn *et al.*, 1999; Arrington *et al.*, 2002; Corrêa & Piedras, 2009). A baixa amostragem de estômagos com itens alimentares para as espécies de médio porte (*R. quelen* e principalmente *H. malabaricus*) também pode ser explicada pela natural menor abundância de indivíduos dessas espécies nos reservatórios, quando comparada com as espécies forrageiras (Agostinho *et al.*, 2007). Além disso, o artefato de pesca utilizado também pode influenciar na capturabilidade dos indivíduos e na proporção de estômagos vazios encontrada. Os artefatos de pesca atuam de maneira seletiva (Zavala-Camin, 1996) e podem provocar regurgitação do conteúdo estomacal (Hermes-Silva *et al.*, 2004).

A diferença significativa na alimentação entre as 18 fases de coleta, mesmo que fraca, sugere que existe variação no padrão da dieta dos peixes com relação a fatores temporais. As variações sazonais do ambiente podem ser responsáveis por um padrão de variação temporal na dieta (Abelha *et al.*, 2001). Entretanto a alimentação dos peixes não pode ser correlacionada com os principais fatores temporais cíclicos climáticos que atuam nas comunidades aquáticas, como encontrado em diversos estudos (*e.g.* Prejs & Prejs, 1987; Little *et al.*, 1998; Gerking, 1994; Hahn *et al.*, 1997; Wootton, 1999; Abelha *et al.*, 2001; Rezende & Mazzoni, 2005). As comunidades podem ainda não ter se estabilizado após a formação dos reservatórios, a operação das usinas podem influenciar na alteração da estrutura trófica dos

peixes do reservatório (Hahn *et al.*, 1998), a alimentação dos peixes pode ter relação temporal cíclica com algum fator não estudado, o período amostrado pode ser insuficiente para identificação de um padrão temporal ou mesmo a baixa magnitude da relação pode explicar a falta de relação com os fatores cíclicos estudados.

Não foi encontrada variação no padrão da dieta dos peixes entre os dois anos de estudo. Tal variação poderia ser esperada, pois após a formação de reservatórios podem ocorrer alterações temporais na comunidade como um todo e os padrões tróficos podem levar alguns anos para serem definidos (Hahn *et al.*, 1998; Hahn & Fugi, 2007), resultando em alterações no padrão da dieta dos indivíduos em diferentes períodos. Temperatura e fotoperíodo, principais reguladores da comunidade aquática em regiões temperadas (Payne, 1986; Abelha *et al.*, 2001), são diretamente relacionadas a estação do ano. Entretanto, não foi observada relação entre o padrão da dieta dos peixes e a estação do ano, a formação recente do reservatório e consequente mudança nas oscilações sazonais que ocorriam naturalmente no ambiente aquático pode ser um dos responsáveis (Hahn & Fugi, 2007). Em regiões com estações secas e chuvosas bem definidas a quantidade de chuva é um dos principais reguladores sazonais da comunidade aquática (Hann *et al.*, 1997; Abelha *et al.*, 2001; Wantzen & Junk, 2006; Winemiller *et al.*, 2008). Como a região de estudo não apresenta estações seca e chuvosa bem definida (Caviglione *et al.*, 2000) não era esperado que esse fator regule a comunidade aquática.

Quando a influência dos fatores temporais foi analisada para cada uma das espécies isoladamente *R. quelen* seguiu o padrão geral de quando as espécies foram analisadas juntas. *Astyanax bifasciatus*, além do padrão geral, apresentou as estações do ano também influenciaram (de forma fraca) a dieta da espécie. Nesse caso as alterações físicas, químicas e ambientais que ocorrem sazonalmente parecem exercer certa influência na escolha dos itens alimentares (Payne, 1986; Hahn *et al.*, 1998;. Abelha *et al.*, 2001; Hahn & Fugi, 2007), além da temperatura e fotoperíodo os recursos disponíveis podem apresentar alterações cíclicas que podem ser relacionadas as estações de ano. *Astyanax gymnogynys* apresentou a alimentação com diferença significativa, porém fraca, entre os anos de coleta, além da diferença entre as fases de coleta. No local de estudo a espécie pode apresentar, originalmente, o oportunismo trófico encontrado em varias espécies do gênero *Astyanax* (Genari-Filho & Braga, 1996; Esteves, 1996), fato que em parte explicaria os resultados obtidos. Outra hipótese para o resultado significativo é que a espécie ainda esteja adaptando sua dieta as alterações do ambiente após a formação dos reservatórios (Hahn *et al.*, 1998).

A espécie *H. malabaricus* teve a dieta relacionada apenas com as estações do ano. Novamente, como citado anteriormente, a baixa amostragem de estômagos com itens alimentares e ausência de captura em algumas fases de campo pode ter influenciado nesse resultado

A fraca relação encontrada entre a dieta dos peixes e os fatores espaciais e temporais analisados, demonstrada pelos baixos valores de R-global na análise de ANOSIM e apresentando em grande parte dos casos pouca variação visual na análise de NMDS podem estar relacionadas à recente formação dos reservatórios. Resultando em uma baixa dissimilaridade da dieta dos peixes com relação a fatores que são relatados exhaustivamente na literatura (Prejs & Prejs, 1987; Abelha *et al.*, 2001; Winemiller & Kelso-Winemiller, 2003; Vitule *et al.*, 2008; Wolff *et al.*, 2009), como exercendo grande influência na alimentação dos peixes. Após o distúrbio a comunidade tende a buscar a estabilidade novamente, para tanto se reorganiza, algumas espécies podem ser extintas e outras podem alterar seu hábito de vida inclusive a alimentação buscando se adaptar as mudanças do ambiente (Agostinho *et al.*, 2007).

#### 4.3 RELAÇÃO DE PARÂMETROS ABIÓTICOS E DADOS BIÓTICOS

Os parâmetros abióticos frequentemente analisados em estudos de monitoramento de qualidade de água puderam explicar apenas 36,64 % das alterações na dieta das espécies, quando essas foram analisadas de forma conjunta. O restante da variação pode ocorrer por causa de outros fatores já citados ou por outras variáveis não coletadas. Quando a correlação entre os parâmetros abióticos e a dieta foi analisada para as espécies separadamente, de maneira geral as mesmas variáveis influenciaram a alimentação de mais de uma espécie, embora exista certa variação na influência dos parâmetros abióticos na dieta das espécies.

Entre os descritores abióticos que apresentaram relação significativa com a dieta dos peixes a pluviosidade e a profundidade são correlacionadas. A pluviosidade é um dos fatores que atua na profundidade de corpos de água, assim como exerce influência em outros parâmetros abióticos. Nos casos dos reservatórios a operação da usina também atua de forma forte na profundidade d reservatório. A pluviosidade é um dos principais reguladores da ictiofauna de regiões tropicais, o aumento de chuva pode causar o aumento de área alagada e

entrada de material alóctone causando alterações significativas na dieta dos peixes (Abelha *et al.*, 2001; Stoner, 2004; Winemiller *et al.*, 2008; Jacobsen, 2008).

A transparência da água pode ser alterada pela presença de matéria em suspensão como sólidos, substâncias orgânicas e organismos microscópicos. A alteração na abundância de organismos microscópicos no corpo de água já pode apresentar reflexos na estrutura trófica da comunidade. Além disso, a turbidez da água afeta o risco de predação dos peixes, ambientes com maior turbidez diminuem a capacidade de presas e predadores se encontrarem (Abrahams & Kattenfeld, 1997), podendo influenciar a alimentação dos peixes. Parte da explicação da variação dos dados da dieta pela alteração dos dados abióticos pode ter ocorrido pelos motivos anteriormente citados.

As temperaturas, da água e do ambiente, também estão entre os parâmetros abióticos que apresentaram relação com a variação na dieta das três espécies de peixes. A temperatura pode regular diferentes organismos da comunidade aquática, inclusive os peixes, especialmente em regiões temperadas (Payne, 1986; Abelha *et al.*, 2001). Também pode influenciar na reprodução das espécies, afetando, portanto, direta e indiretamente a alimentação dos peixes. Relação entre a temperatura e a dieta dos peixes estudados era esperada e foi confirmada pelas análises realizadas.

As espécies *A. bifasciatus* e *A. gymnogenys* apresentam os descritores abióticos analisados atuando com diferentes influências sob os indivíduos estudados. As duas espécies, entretanto, se mantiveram próximas na Análise de Correlação Canônica, mais uma vez ressaltando a maior sobreposição alimentar de espécies filogeneticamente mais próximas (Sardiña & Cazorla, 2005; Gomiero & Braga, 2008). As espécies podem também responder de forma mais parecida as alterações nas variáveis abióticas. A espécie *R. quelen*, classificada como piscívora, teve sua dieta mais influenciada por maiores valores de transparência da água. A maior visibilidade para a predação pode explicar a influência observada (Abrahams & Kattenfeld, 1997). Nenhuma variável influenciou de maneira independente a alimentação de uma única espécie.

## 5 CONCLUSÃO

As espécies de menor porte (*A. bifasciatus* e *A. gymnogenys*) foram classificadas como herbívoras enquanto as de médio porte (*R. quelen* e *H. malabaricus*) foram consideradas piscívoras. Nos primeiros anos após a formação do reservatório, entretanto, os padrões tróficos podem não estar, ainda, definidos. A classificação, portanto pode ser alterada no futuro com a estabilização biótica e abiótica do reservatório.

Após o represamento recente os fatores bióticos e abióticos estudados influenciaram o padrão da alimentação das espécies estudadas. Sendo que os fatores bióticos (representado pelas análises filogenéticas) tiveram maior influência na dieta dos peixes analisados, ressaltando a importância das características biológicas de cada espécie na escolha dos itens alimentares. Os fatores abióticos (espaciais e temporais) apresentaram influência significativa, porém fraca, o distúrbio recente pode ser o responsável por essa baixa relação. Não foi possível relacionar a dieta das espécies a nenhum dos ciclos sazonais estudados, a comunidade pode não estar estabilizada a ponto de os ciclos naturais apresentarem interferência na alimentação das espécies. Os diferentes tamanhos dos reservatórios e diferentes influência lótic nos pontos de coleta podem ser os responsáveis pela leve influência dos fatores espaciais na alimentação dos peixes.

Os parâmetros abióticos puderam explicar parte da variação dos dados de dieta das espécies, sendo pluviosidade, transparência, profundidade, temperatura ambiental e temperatura da água as com maior influência. Esses parâmetros têm conhecidas relações com a biologia dos peixes, motivo pelo qual podem ter apresentado a relação com a dieta, mesmo após alteração do habitat. Também, nesse caso, é possível que as correlações sejam temporárias, com a busca pela estabilidade as variáveis abióticas podem passar a atuar de uma forma mais homogênea para toda a comunidade.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abelha, M.C.F.; Agostinho, A.A.; Goulard, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*, 23:425-434.

Abelha, M.C.F.; Goulart, E.; Peretti, D. 2005. Estrutura trófica e variação sazonal do espectro alimentar da assembléia de peixes do reservatório de Capivari, Paraná, Brasil. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RIMA, 197-209p.

Abell, R. e 26 co-autores. 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic unit for freshwater biodiversity conservation. *BioScience*, 58: 406-414.

Abilhoa, V.; Braga, R.R.; Bornatowski, H ; Vitule, J.R.S. 2011a. Fish of the Atlantic Rain Forest streams: ecological patterns and conservation. In: Grillo, O.; Venora, G. *Changing Diversity in Changing Environmen*. Rijeka: Intech, 392p.

Abilhoa, V.; Laynes, W.L.; Michalik, L.; Lima, L.; Fávaro, L.F.; Vitule, J.R.S. 2011b. Ictiofauna. In: Cunha, C.L.N.; Carneiro, C.; Gobbi, E.F.; Andreoli, C.V. *Eutrofização em reservatórios: gestão preventiva - estudo interdisciplinar na Bacia do Rio Verde, PR*. Curitiba: UFPR. 325-338p.

Abrahams, M. & Kattenfeld, M. 1997. The role of turbidity as a constraint on predator-prey interactions in aquatic environments. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 40:169-174.

Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. 1997. *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM, 387p.

Agostinho, A.A.; Benedito-Cecilio, E.; Gomes, L.C.; Sampaio, A.A. 1994. Spacial and temporal distribution of *Sardela*, *Hypophthalmus edentatus* (Pisces, Siluroidei), in the area of influence of the Itaipu Reservoir (Paraná, Brazil). *Revista Unimar*, 16:27-40.

Agostinho, A.A.; Gomes, L.C.; Pelicice, F.M. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros do Brasil*. Maringa: UEM, 501p.

Agostinho, A.A.; Miranda, L.E.; Bini, L.M.; Gomes, L.C.; Thomaz, S.M.; Suzuki, H.I. 1999. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: Tundisi, J.G. & Straškraba, M. (Eds.). *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: International Institute of Ecology. 227-266p.

Allan, J.D. & Flecker, A.S. 1993. Biodiversity conservation in running waters. *BioScience* 43:32-43.

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.

- Amundsen, P.; Bohn, T.; Popova, O.A.; Staldivik, F.J.; Reshetnikov, Y.S.; Kashulin, N.A.; Lukin, A.A. 2003. Ontogenetic niche shifts and resource partitioning in a subarctic piscivore fish guild. *Hydrobiologia*, 497:109-119.
- Andrian, I.F. & Dória, C.R.C. 1994. Espectro alimentar e similaridade na composição da dieta de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) do rio Paraná (22°10'-22°50'S / 53°10'-53°40'W), Brasil. *Revista Unimar*, 16:97-106.
- Araújo-Lima, C.A.R.M.; Agostinho, A.A.; Febre, N.N. 1995. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In: Tundisi, J.G.; Bicudo, C.E.M.; Matsumura-Tundisi, T. *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences. 105–136p.
- Arcifa, M.S.; Froehlich, O.; Northcote, T.G. 1988. Distribution and feeding ecology of fishes in a tropical Brazilian reservoir. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 48:301-326.
- Arrington, D.A.; Winemiller, K.O.; Loftus, W.F.; Akin, S. 2002. How often do fishes “run on empty”. *Ecology*, 83:2145-2151.
- Baldisserotto, B. & Radunz Neto, J. 2005. Jundiá (*Rhamdia* sp.) In: Baldisserotto, B. & Gomes L. C. *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil*. Santa Maria: UFSM. 303-325p.
- Barbieri, G.; Peret, A.C.; Verani, J.R. 1994. Notas sobre a adaptação do trato digestivo ao regime alimentar em espécies de peixes da região de São Carlos (SP). I. Quociente intestinal. *Revista Brasileira de Biologia*, 54:63-69.
- Barbieri, G.; Santos, M.V.R.; Santos, J.M. 1982. Época de reprodução e relação peso corporal/comprimento padrão de 2 espécies de *Astyanax* (Pisces, Characidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17:1057-1065.
- Barbosa, F.A.R.; Padisak, J., Espindola, E.L.G., Borics, G.; Rocha, O. 1999 The cascading reservoir continuum conceot (CRCC) and its application to the River Tietê, São Paulo State, Brazil. In Tundisi, J.G. & Straskraba, M. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos, International Institute of Ecology; Leiden, The Netherlands, Baskhuys Publishers; Rio de Janeiro, Brazilian Academy of Sciences, 425-437p.
- Baxter, R.M. 1977. Environmental effects of dams and impoundments. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 8:255–283.
- Bennemann, S.T.; Galves, W.; Capra, L.G. 2011. Food resources used by fishes and trophic structure of four stretches in Capivara reservoir (Parapanema River). *Biota Neotropica*. 11(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?article+bn01411012011>.
- Bennemann, S.T.; Shibatta, O.A.; Garavello, J.C. 2000. Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica. Londrina: Eduel, 62p.
- Casatti, L. & Castro, R.M. 2006. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the São Francisco, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4:203-214.

- Casatti, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 2:12-14.
- Casatti, L.; Langeani, F.; Castro, R. M. C. 2001. Peixes de riachos do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, SP. *Biota Neotropica*, 1:1-15.
- Casatti, L; Langeani, F; Ferreira, C.P. 2006. Effects of Physical Habitat Degradation on the Stream Fish Assemblage Structure in a Pasture Region. *Environmental Management* 38:974-982.
- Casemiro, F.A.S.; Hahn, N.S.; Delariva, R.L. 2005. Estrutura trófica da ictiofauna, ao longo do gradiente longitudinal do reservatório de Salto Caxias (rio Iguacu, Paraná, Brasil), no terceiro ano apos o represamento. *Acta Scientiarum*, 27:63-71.
- Castella, P.R. & Brites, R.M. 2004. A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais. Brasília: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Ministério do Meio Ambiente. 236p.
- Cavaglione, J.H.; Kiihl, L.R.B.; Caramori, P.H.; Oliveira, D. 2000. Cartas climáticas do Paraná. Londrina : IAPAR. CD.
- Cecílio, E.B.; Agostinho, A.A.; Júlio JR, H.F.; Pavanelli, C.S. 1997. Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes. *Revista Brasileira de Zoologia* 14:1-14.
- Cincotta, R.P.; Wisniewski, J.; Engelman, R. 2000. Human population in the biodiversity hotspots. *Nature* 404: 990-992.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. 2001. PRIMER v. 5: User manual/ tutorial. PRIMER-E. UK: Plymouth, 91p.
- Companhia Paranaense de Energia (COPEL). 1999a. EIA/RIMA - Estudo e Relatório de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica Santa Clara. Paraná: COPEL.
- Companhia Paranaense de Energia (COPEL). 1999b. EIA/RIMA - Estudo e Relatório de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica Fundão. Paraná: COPEL.
- Corrêa, F. & Piedras, S.R.N. 2009. Alimentação de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) e *Oligosarcus robustus* (Menezes, 1969) em uma lagoa sob influência estuarina, Pelotas, RS. *Revista Biotemas*, 22: 121-128.
- Esteves, K.E. & Aranha, J.M.R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos. In: Caramaschi, E.P.; Mazzoni, R.; Peres-Neto, P.R.. *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis* 6. Rio de Janeiro: PPGE, 157-182p.
- Esteves, K.E. 1996. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from floodplain Lake of Mogi-Guaçu River, Paraná River basin, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 46:83-101.
- Faria, A.P. & Marques, J.S. 1999. O desaparecimento de pequenos rios brasileiros. *Ciência Hoje*, 25:57-61.

- Fowler, H.W. 1950. Os peixes de água doce do Brasil. Arquivos de Zoologia (Estado de São Paulo), 6:205-404.
- Fugi, R.; Hahn, N.S.; Loureiro-Crippa, V.E.; Novakowski, G.C. 2005. Estrutura trófica da ictiofauna em reservatórios. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M; Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais. São Carlos: Rima, 185-195p.
- Galvis, G.; Mojica, J.I.; Camargo, M. 1997. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte, Santafé de Bogotá, D.C., 188p.
- Garavello, J.C. & Sampaio F.A.A. 2010. Five new species of genus *Astyanax* Baird & Girard, 1854 from Rio Iguaçú, Paraná, Brazil (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). Brazilian Journal of Biology 70:847–865.
- Garavello, J.C.; Pavanelli, C.S.; Suzuki, H.I. 1997. Caracterização da Ictiofauna do rio Iguaçú In: Agostinho, A. A. & Gomes L.C. Reservatório de Segredo: base ecológicas para o manejo Maringá: Eduem. 61-84p
- Gauch, H.G. 1982. Multivariate Analysis in Community Structure. Cambridge: Cambridge University Press.
- Genari-Filho, O.G. & Braga, F.M. de S. 1996. Fecundidade e desova de *Astyanax bimaculatus* e *A. schubarti* (Characidae, Tetragonopterinae) na represa Barra Bonita, Rio Piracicaba, São Paulo. Revista Unimar, 18:241-254.
- Gerking, S.D. 1994. Feeding ecology of fish. Califórnia: Academic Press, 416p.
- German, D.P. & Horn, M.H. 2006. Gut length and mass in herbivorous and carnivorous prickleback fishes (Teleostei: Stichaeidae): ontogenetic, dietary, and phylogenetic effects. Marine Biology, 148:1123-1134.
- Gomes, L.C. 2000. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). Ciência Rural, 30:179-185.
- Gomiero, L.M. & Braga, F.M.S. 2008. Feeding habits of the ichthyofauna in a protected area in the state of São Paulo, southeastern Brazil. Biota Neotropica, 8:1-8.
- Gomiero, L.M.; Souza, U.P.; Braga, F.M.S. 2007. Reprodução e alimentação de *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) em rios do Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP. Biota Neotropica. 7:1-7.
- Guedes, D.S. 1980. Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*R.* spp) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae). Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. 99p.
- Gurgel, H.C.B.; Alemida, R.G.; Barbieri, G.; Vieira, L.S.V. 1998. Dieta de *Chrenicichla lepidota* (Heckel, 1840) (Perciformes, Cichlidae) da lagoa Redonda, Nisia Floresta/RN. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 20:191-194.

- Gurgel, L.A.; Silva, R.M.; Santos, F.A.; Martins, D.T.O.; Mattos, P.O.; Rao, V.S.N. 2001. Studies on the antidiarrhoeal effect of dragon's blood from *Croton urucurana*. *Phytotherapy Research*, 15:319-322.
- Hahn, N.S. & Fugi, R. 2007. Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: Alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. *Oecologia Brasiliensis*, 11:469-480.
- Hahn, N.S.; Agostinho, A.A.; Gomes, L.C.; Bini, L.M. 1998. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. *Interciencia*, 23:299-305.
- Hahn, N.S.; Fugi, R.; Almeida, V.L.L.; Russo, M.R.; Loureiro, V.E. 1997. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A. A. & Gomes, L. C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 141-162p.
- Hahn, N.S.; Loureiro, V.E.; Delariva, R.L. 1999. Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no rio Paraná. *Acta Scientiarum* 21:309-314.
- Herder, F. & Freyhof, J. 2006. Resource partitioning in a tropical stream fish assemblage. *Journal of Fish Biology*, 69:571-589.
- Hermes-Silva, S.; Meurer, S.; Zaniboni Filho, E. 2004. Biologia alimentar e reprodutiva do peixe-cachorro (*Oligosarcus jenynsii* Günther, 1864) na região do alto rio Uruguai – Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26:175-179.
- Hyslop, E.P. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17:411–429.
- Ingenito, L.F.S.; Duboc, L.F.; Abilhoa V. 2004. Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da bacia do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoológicas da UNIPAR*, 7:23-26.
- Jacobsen, D. 2008. Tropical high-altitude streams. In: Dudgeon, D. *Tropical stream ecology*. California: Academic Press. 219–256p.
- Jones, C.G.; Lawton, J.H.; Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69:373-386.
- Junk, W.J. & Nunes de Mello, J.A.S. 1987. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. *Tüb. Geogr. Stud.* 95:367–385.
- Knöppel, H.A. 1970. Food of central Amazonian fishes: contribution to the nutrient-ecology of Amazonian rain forest streams. *Amazoniana*, 2:257-352.
- Kramer, D.L. & Bryant, M.J. 1995. Intestine length in the fishes of a tropical stream: 1. Ontogenetic allometry. *Environmental Biology of Fishes*, 42:115-127.
- LACTEC, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. 2010. Relatório de Monitoramento de Fauna Aquática nos Reservatórios do Complexo Energetic Fundação Santa Clara – CEFSC. 247p.

- Little, A.S.; Tonn W.M.; Tallman, R.F.; Reist, J.D. 1998. Seasonal variation in diet and trophic relationships within the fish communities of the lower Slave River, Northwest Territories, Canada. *Environmental Biology of Fishes*, 53:429-445.
- Loureiro, V.E. & Hahn, N.S. 1996. Dieta e atividade alimentar da traíra, *H. malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo-PR. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 8:195-205.
- Loureiro-Crippa, V.E. & Hahn, N.S. 2006. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. *Neotropical Ichthyology*, 4:357-362.
- Lowe-McConnell, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Tradução: Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A.; Cunningham, P.T.M. São Paulo: EDUSP, 534p. (coleção Base). Título do original em inglês: *Ecological studies in tropical fish communities*.
- Luz-Agostinho, K.D.G.; Bini, L.M.; Agostinho, A.A.; Júlio, H.F. 2006. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá Reservoir, Paraná River Basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4:61-68.
- Maack, R. 1981. Geografia física do estado do Paraná. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 442p.
- Mendonça, F.P.; Hahn, N. S.; Loureiro-Cipra, V. E. 2004. Feeding aspects of *Leporinus amblyrhynchus* (Characiformes: Anostomidae) in the first stages of formation of a Neotropical reservoir, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 2:145-150.
- Menezes, N.A.; Castro, R.M.C.; Weitzman, S.H.; Weitzman, M.J. 1990. Peixes de riacho da floresta costeira atlântica brasileira: um conjunto pouco conhecido e ameaçado de vertebrados. In - *Annals of the II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste do Brasil, Águas de Lindóia*. pp. 290-295.
- Mérona, B.; Santos, G.M.; Almeida, R.G. 2001. Short term effects of Tucuruí Dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. *Environmental Biology of Fishes*, 60: 375–392.
- Meschiatti, A.J. & Arcifa, M.S. 2002. Fases jovens de peixes e a predação sobre o zooplâncton em um reservatório tropical brasileiro: Lago Monte Alegre. *Brazilian Journal of Biology*. [online]. 62:41-50. ISSN 1519-6984.
- Mikich, S.B. & Bérnils, R.S. 2004. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná. Curitiba: IAP, 764p.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos sulinos. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília.
- Mugnai, R.; Nessimian, J.L.; Baptista, D.F. 2009. Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Rio do Janeiro :Technical Books, 176p.

- Myers, N.; Mittermeier R.A.; Mittermeier C.G.; Fonseca G.A.; Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Nomura, H. 1976. Fecundidade e hábitos alimentares da piava, *Leporinus copelandii* Steindachner, 1875, do Rio Mogi Guaçu, SP (Osteichthyes, Anostomidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 36:269-273.
- Novakowski, G.C.; Hahn, N.S.; Fugi, R. 2007. Alimentação de peixes piscívoros antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*, 7:149-157.
- Oksanen, J.; Kindt, R.; Legendre, P.; O'Hara, B.; Simpson, G.L.; Stevens, M.H.H.; Wagner, H. 2011. vegan: community ecology package. R package version 1.13-2. <http://vegan.r-forge.r-project.org>.
- Oliveira, E.C.; Santos, L.E.S.; Fávoro, L.F.; Abilhoa, V. 2008. Caracterização da assembleia de peixes em um reservatório recém-formado no Sul do Brasil. *Estudos de Biologia*, 30:125-132.
- Oyakawa, O.T. 2003. Family Erythrinidae. In: Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris, C.J. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs. 238-240p.
- Oyakawa, O.T.; Akama, A.; Mautari, K.M.; Nolasco, J.C. 2006. Peixes de Riachos da Mata Atlântica. São Paulo: Neotropica, 201p.
- Payne, A.L. 1986. The ecology of tropical lakes and rivers. New York: John Wiley & Sons, 301p.
- Pelicice, F.M. & Agostinho, A. A. 2006. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. patches in a tropical reservoir, Brazil. *Ecology of Freshwater Fish* 15:10-19.
- Petr, T. 1978. Tropical man-made lakes - their ecological impact. *Arch. Hydrobiol.*, 81:368-385.
- Planquette, P.; Keith, P.; Le Bail, P.Y. 1996 Atlas des poissons d'eau douce de Guyane (tome 1). Collection du Patrimoine Naturel, vol.22. Paris: IEGB- Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, INRA, CSP, Min. Env., 429p.
- Prejs, A. & Prejs, K. 1987. Feeding of tropical freshwater fishes: seasonality in resource availability and resource use. *Oecologia*, 71:397-404.
- R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Rezende, C.F. & Mazzoni, R. 2005. Seasonal variation in the input of allochthonous matter in an Atlantic rain forest stream, Ilha Grande-RJ. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17:167-175.
- Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. 2005. Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais. São Carlos: Rima, 333p.

- Rodríguez-Ruiz, A. 1998. Fish species composition before and after construction of a reservoir on the Guadalete River (SW Spain). *Archiv fuer Hydrobiologie*, 142:353-369.
- Ross, S.T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia* 1986:352-388.
- Sampaio, F.A.A. 1988. Estudos taxonômicos preliminares dos Characiformes (Teleostei, Ostariophysi) da bacia do rio Iguazu, com comentários sobre o endemismo desta fauna. Dissertação (Mestrado em Zoologia). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 175p.
- Santos, G.M. 1982. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de "aracus" e considerações ecológicas sobre o grupo no lago Janauacá-AM. (Osteichthyes, Characoidei, Anostomidae). *Acta Amazônica*, 12:713-739.
- Sardiña, P. & Cazorla, A.L. 2005. Feeding interrelationships and comparative morphology of two young sciaenids co-occurring in South-western Atlantic waters. *Hydrobiologia*, 548:41-49.
- Schulz, U.H. & Leuchtenberger, C. 2006. Activity patterns of South American silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Brazilian Journal of Biology*. 66:565–574.
- Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Paraná (SEMA/PR). 2008. Bacia Hidrográfica do rio Jordão: Fase 1 – Diagnóstico. Curitiba. 220p.
- Silfvergrip, A.M.C. 1996. A sistematic revision of the neotropical catfish genus *R.* (Teleostei, Pimelodidae). Tese - Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History. 156p.
- Silva, F.F.G. 2008. Composição e distribuição da ictiofauna do Guaraguaçu (Paranaguá, Parana-BR) e biologia alimentar de três espécies. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Universidade Federal do Paraná, 100p.
- Stoner, A.W. 2004. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. *Journal of Fish Biology*, 65: 1445–1471.
- Suzuki H.I. & Agostinho A.A. 1997. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 163-182p.
- Vitule, J.R.S.; Braga, M.R.; Aranha, J.M.R. 2008. Ontogenetic, spatial and temporal variations in the feeding ecology of *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Teleostei: Characidae) in a neotropical stream from the Atlantic rainforest, southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 6: 211-222.
- Wantzen, K.M. & Junk, W.J. 2006. Aquatic-terrestrial linkages from streams to rivers: biotic hot spots and hot moments. *Archiv fur Hydrobiologie Supplements*, 158:595–611.
- Weeb, C.O.; Ackerly, D.D.; McPeck, M. A.; Donoghue, M. 2002. Phylogenies and community ecology. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 33:475-505.



- Winemiller, K.O. & Jepsen, D.B. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology*, 53:267–296.
- Winemiller, K.O. & Kelso-Winemiller, L.C. 2003. Food habits of tilapiine cichlids of the Upper Zambezi River and floodplain during the descending phase of the hydrologic cycle. *Journal of Fish Biology*, 63:120–128.
- Winemiller, K.O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. *Environmental Biology of Fishes*, 26:177-199.
- Winemiller, K.O.; Agostinho, A.A.; Caramaschi, P.E. 2008. Fish Ecology in Tropical Streams. *Environmental Management*, 41:336–346.
- Wolff, L.L. 2007. Estrutura populacional, biologia reprodutiva e ecologia alimentar do lambari *Astyanax* spB (Characidae: tetragonoptertinae) em dois trechos do rio das Pedras, Graupuava – Paraná. Dissertação (Mestrado em Ecologia e conservação) – Curso de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Paraná, 119p.
- Wolff, L.L.; Abilhoa, V.; Rios, F.S.A.; Donatti, L. 2009. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax aff. fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7:257-266.
- Wootton, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. London: Chapman and Hall, 404p.
- Zaret, T.M. & Rand, A.S. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 52: 336-342.
- Zaret, T.M. 1980. Life history and growth relationships of *Cichla ocellaris*, a predatory South American cichlid. *Biotropica*, 12: 144-157.
- Zavala-Camim, L.A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Maringá: EDUEM, 129p.