

**Universidade Federal de São Carlos-Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**

**Caracterização Ecomorfológica da Comunidade
de Peixes de duas microbacias do Alto Rio
Paraná**

Elisa Martins de Oliveira

São Carlos - SP

Março de 2016

**Universidade Federal de São Carlos - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**

**Caracterização Ecomorfológica da Comunidade
de Peixes de duas microbacias do Alto Rio
Paraná**

Elisa Martins de Oliveira

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais. Orientador: Prof. Dr. Alberto Carvalho Peret

São Carlos - SP

Março de 2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O48c Oliveira, Elisa Martins de
Caracterização ecomorfológica da comunidade de
peixes de duas microbacias do Alto Rio Paraná /
Elisa Martins de Oliveira. -- São Carlos : UFSCar,
2016.
83 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2016.

1. Ictiofauna. 2. Variações ecomorfológicas. 3.
Forma e função. 4. Ecologia trófica. 5. Diversificação
morfológica. I. Título.

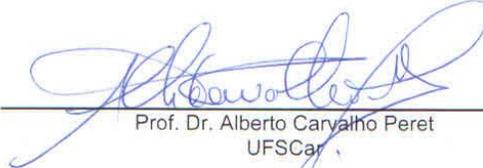


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Elisa Martins de Oliveira, realizada em 09/03/2016:



Prof. Dr. Alberto Carvalho Peret
UFSCar



Profa. Dra. Evelise Nunes Fragoso de Moura
UFSCar



Prof. Dr. Orlando Moreira Filho
UFSCar



Prof. Dr. Francisco Langeani Neto
UNESP



Prof. Dr. Carlos Eduardo Matheus
USP

“É que as margens de um livro jamais são nítidas nem rigorosamente determinadas: além do título, das primeiras linhas e do ponto final, além de sua configuração interna e da forma que lhe dá autonomia, ele está preso em um sistema de remissões a outros livros, outros textos, outras frases: nó em uma rede.”

Foucault

Agradecimentos:

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta tese;

Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, pela formação acadêmica;

Ao meu orientador Prof. Dr. Alberto Carvalho Peret, pela oportunidade que me concedeu para minha formação no doutorado, pela orientação, pelo incentivo e por abrir caminhos para o conhecimento não somente na Ecologia, mas também por ter me sensibilizado aos conhecimentos da Filosofia e mostrar que não há barreiras entre as áreas do conhecimento;

À Prof^a. Dr^a. Evelise Nunes Fragoso de Moura, pelo conhecimento transmitido, pelo apoio e por estar sempre disposta a ajudar. Pela gentileza de fornecer dados da ictiofauna do córrego da Lapa;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de doutorado;

Ao Departamento de Hidrobiologia da UFSCar, por oferecer apoio técnico e os materiais necessários durante a realização deste trabalho;

Aos professores Dr. Francisco Langeani Neto pela identificação dos peixes do córrego Beija-Flor e córrego da Lapa e Dr. Osvaldo Y. Oyakawa, Dr. Heraldo A. Britski e Dr. Alexandre K. de Oliveira pela identificação dos peixes do córrego da Lapa.

Aos professores Dr^a. Evelise Nunes Fragoso de Moura, Dr. Orlando Moreira Filho e Dr. Alexandre K. de Oliveira, participantes da banca de qualificação, pelas correções e sugestões;

À Tatiane Ferraz Luiz e Jussara Elias de Souza, pela gentileza de ceder dados da alimentação das espécies estudadas. À Tatiane Ferraz Luiz, por fornecer informações das coletas realizadas na Estação Ecológica de Jataí e por ter ajudado em diversas etapas deste trabalho;

À Angela Terumi Fushita, pela confecção do mapa da Estação Ecológica de Jataí.

Às amizades realizadas dentro e fora da UFSCar, todas foram muito importantes e de alguma forma contribuíram para este trabalho;

Aos Técnicos Luiz Joaquim e Claudinei, pela ajuda durante a realização deste trabalho;

Aos meus pais Manoel e Flávia, por terem apoiado, incentivado e encorajado a minha busca pelo conhecimento e todo o caminho que percorri até chegar até aqui. Ao Igor, que me apoiou, incentivou e encorajou a realizar este trabalho e por sempre estar à

disposição para ouvir e contribuir. Aos meus irmãos, Murilo e Tomás, às minhas cunhadas e minha sobrinha Sofia, por proporcionarem momentos de descontração durante esses anos.

Muito obrigada a todos vocês!

Lista de Figuras

Figura 1- Localização da Estação Ecológica de Jataí. O ponto 1 está localizado na afluição dos córregos Beija-Flor, Jordão e das Cabaças; o ponto 2 no córrego Beija-Flor; o ponto 3 na represa Beija-Flor e os pontos 4 e 5 localizam-se no córrego Beija-Flor.....	13
Figura 2 - Fotos dos pontos de coleta, localizados na Estação Ecológica de Jataí. O ponto 1, ponto 2, ponto 4 e ponto 5 estão localizados no córrego Beija-Flor e o ponto 3 na represa Beija-Flor (Luiz, 2014).	14
Figura 3 - Localização dos pontos de coleta no córrego da Lapa. Nascente Lapa, Búfalos, Ponte, Brejo, Lontra e Paredão (Figura modificada de Fragoso, 2005).....	17
Figura 4 - Fotos dos pontos de coleta, localizados no córrego da Lapa. A: Nascente Lapa, B: Búfalos, C: Ponte; D: Brejo, E: Lontra, F: Paredão (Fragoso, 2005).	18
Figura 5 - Esquema representando as variáveis morfométricas e áreas a serem medidas (Oliveira, 2005).	21
Figura 6 - Projeção dos dois primeiros componentes principais, baseada em 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP.....	28
Figura 7 - Representação gráfica da análise de discriminantes, aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies pertencentes à Estação Ecológica de Jataí, SP, mostrando a formação de dois grupos, nectônicos e nectobentônicos.	29
Figura 8 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies pertencentes à Estação Ecológica de Jataí, SP, mostrando a formação de três subgrupos, nectobentônicos A, B e C.	30
Figura 9 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 23 índices ecomorfológicos das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP.....	31
Figura 10 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 26 índices ecomorfológicos e guildas tróficas das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP.....	32

Figura 11 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 26 índices ecomorfológicos e distribuição entre o córrego e represa do Beija-Flor das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP.	33
Figura 12 - Projeção dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais, gerada a partir dos atributos ecomorfológicos dos indivíduos de <i>Characidium lagsantense</i> mf1, <i>Characidium lagsantense</i> mf2 e <i>Characidium zebra</i> , coletados no córrego do Beija-Flor e represa do Beija-Flor, bacia do rio Mogi-guaçu. Os códigos utilizados (ex: 3F10L) significam o ponto de coleta (3 = ponto 3), o mês da captura (F = fevereiro), o número do indivíduo (10 = indivíduo 10) e espécie (L = lagsantense). ..	44
Figura 13 - Projeção dos eixos da Análise de Discriminantes gerada, a partir dos atributos ecomorfológicos dos indivíduos de <i>Characidium lagsantense</i> mf1, <i>Characidium lagsantense</i> mf2 e <i>Characidium zebra</i> , coletados no córrego do Beija-Flor e represa do Beija-Flor, bacia do rio Mogi-guaçu. Os códigos utilizados (ex: 3F10L) significam o ponto de coleta (3 = ponto 3), o mês da captura (F = fevereiro), o número do indivíduo (10 = indivíduo 10) e espécie (L = lagsantense). ..	45
Figura 14 - Projeção dos eixos da Análise de Discriminantes, gerada a partir dos atributos ecomorfológicos (exceto RAPv e RAPt) dos indivíduos de <i>Characidium lagsantense</i> mf1, <i>Characidium lagsantense</i> mf2 e <i>Characidium zebra</i> , coletados no córrego do Beija-Flor e represa do Beija-Flor, bacia do rio Mogi-guaçu. Os códigos utilizados (ex: 3F10L) significam o ponto de coleta (3 = ponto 3), o mês da captura (F = fevereiro), o número do indivíduo (10 = indivíduo 10) e espécie (L = lagsantense). ..	46
Figura 15 - Projeção dos dois primeiros componentes principais, baseada em 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.....	52
Figura 16 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP, mostrando a formação de dois grupos, demersal e nectobentônicos.	53
Figura 17 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP, mostrando a formação de cinco subgrupos, nectobentônicos A e B demersal A, B e C.....	54
Figura 18 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 21 índices ecomorfológicos das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.....	55

Figura 19 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 26 índices ecomorfológicos e guildas tróficas das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.	56
Figura 20 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 26 índices ecomorfológicos e distribuição entre o corredeira e remanso das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.	57
Figura 21 - Projeção dos dois primeiros componentes principais, baseada em 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP e córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.	69
Figura 22 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP e córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.	70
Figura 23 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 23 índices ecomorfológicos das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP e córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.	71

Lista de Tabelas

Tabela 1- Variáveis morfométricas utilizadas nos índices ecomorfológicos.	21
Tabela 2 - Lista de espécies do córrego do Beija-Flor e represa do Beija-Flor, Estação Ecológica de Jataí, incluindo o código das espécies, o número total de indivíduos analisados (N) e o número de registro das espécies.	27
Tabela 3 - Lista de espécies do córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP, incluindo o código das espécies, o número total de indivíduos analisados (N) e o número de registro das espécies.....	50

Sumário

1. Introdução:	1
2. Objetivo	10
3. Material e Métodos:	10
3.1 Caracterização das áreas de estudo:.....	10
Estação Ecológica de Jataí:.....	10
Córrego da Lapa:	14
3.2 Metodologia de Amostragem	19
<i>Estação Ecológica de Jataí:</i>	19
<i>Córrego da Lapa:</i>	19
3.3 Análise dos dados.....	25
4 Resultados e Discussão:.....	27
4.1 Estação Ecológica de Jataí:.....	27
4.2 Espécies de <i>Characidium</i> da Estação Ecológica de Jataí:	43
4.3 Córrego da Lapa:	50
4.4 Espécies comuns da Estação Ecológica de Jataí e Córrego da Lapa:	68
4.5 Funções das guildas tróficas	74
5 Conclusões:.....	76
6 Considerações finais:.....	77
7 Referências Bibliográficas:.....	78

Resumo

Neste estudo foi analisado o padrão ecomorfológico da ictiofauna de duas microbacias localizadas no alto rio Paraná. Foram analisadas as variações ecomorfológicas das espécies coletadas no córrego e represa do Beija-Flor, localizados na Estação Ecológica de Jataí e córrego da Lapa, localizado na Área de Proteção Ambiental Corumbataí/Botucatu/Tejubá, para verificar as diferenças morfológicas interespecíficas, os efeitos das guildas tróficas junto aos padrões ecomorfológicos e os efeitos da velocidade da água junto aos padrões ecomorfológicos. Das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, foram selecionadas duas do gênero *Characidium*, sobre as quais foram analisadas as variações ecomorfológicas relacionadas à possibilidade de existência de diferenciação morfológica interespecífica de espécies pertencentes ao mesmo gênero. Considerando-se as espécies comuns entre a Estação Ecológica de Jataí e o córrego da Lapa, foram observadas as variáveis morfológicas com objetivo de verificar as diferenciações morfológicas intraespecíficas. Por fim, tais resultados foram relacionados ao significado da relação entre forma e função. As principais diferenças morfológicas encontradas nos indivíduos deste estudo foram relacionadas à velocidade da água e ao hábito alimentar das espécies. A distribuição das espécies no espaço morfológico mostrou a relação entre os atributos ecomorfológicos e a distribuição das espécies ao longo da coluna da água, que possibilitou caracterizar as espécies como demersais, nectobentônicas e nectônicas. A relação da morfologia dos peixes com a velocidade da água mostrou-se fundamental. A alimentação aparece com menor importância na separação das espécies no espaço ecomorfológico, mas tal contribuição parece ocorrer devido à presença destes itens alimentares serem influenciados pela velocidade da água. A função das espécies no ambiente em que habitam está ligada, principalmente, ao seu nicho trófico.

Palavras-chave: Ictiofauna, Variações ecomorfológicas, Forma e Função, Ecologia Trófica, Diversificação Morfológica.

Abstract

This study examined the ecomorphological pattern of ichthyofauna in two watersheds located on the Upper Paraná River. It was analyzed the ecomorphological variations of species collected from the Beija-Flor stream and Beija-Flor reservoir located in Estação Ecológica de Jataí and Lapa stream located in Área de Proteção Ambiental Corumbataí/Botucatu/Tejubá, to verify interspecific morphological differentiation, the effects of trophic guilds along the ecomorphological patterns and the effects of water velocity along the ecomorphological standards. Of individuals collected in Estação Ecológica de Jataí, it was selected two *Characidium* species, on which the ecomorphological variations related to possibility of interspecific morphological differentiation of species of the same genus were analyzed. Considering the common species between the Estação Ecológica de Jataí and the Lapa Stream were observed morphological variables in order to verify the intraspecific morphological differences. Finally these results were related to the meaning of the relationship between form and function. The main morphological differences found in the individuals of this study were related to the speed of water and feeding habits of the species. The distribution of species in morphological space showed the relation between the ecomorphological attributes and the distribution of species over the water column, where it was possible to characterize the species as demersal, nectobenthic and nektonic species. The relationship of fish morphology with the water velocity is fundamental. The feeding also contributes with smaller importance in the separation of species in ecomorphological space, but this contribution seems to be because of the presence of these food items is also influenced by the speed of the water. The function of the species in the environment in which they live is linked mainly to its trophic niche.

Key words: Ichthyofauna, Ecomorphological variations, Form and Function, Trophic Ecology, Morphological Diversification.

1. INTRODUÇÃO:

As condições em águas doces de regiões tropicais caracterizam-se por altas temperaturas e pouca variação sazonal com relação à temperatura e fotoperíodo, quando comparadas com regiões temperadas. As variações sazonais ocorridas, na maioria das águas tropicais, têm relação com o regime de ventos e variações pluviométricas, que levam a alagamentos periódicos de áreas extensas. A sazonalidade do regime de cheia na área tropical é determinada pela latitude. Este regime tem um efeito profundo na biologia dos peixes (Lowe-McConnell, 1999).

Muitas espécies da ictiofauna no Sistema Paraná-Paraguai estão adaptadas às enchentes que ocorrem no verão, na bacia de inundação. Durante a enchente, o rio atinge diversas lagoas e lagos e os peixes migram para estes locais (Lowe-McConnell, 1999). É o que parece ocorrer na represa do Beija-Flor. Apesar de ser um ambiente artificial, os peixes adaptados à planície de inundação parecem migrar para este ambiente durante a enchente, funcionando de forma semelhante a uma lagoa marginal. A bacia do Paraná-Paraguai encontra-se na área mais urbanizada e industrializada do Brasil o que gera interferências antrópicas e interfere de forma negativa na integridade física e química nas águas da bacia (Langeani *et al.*, 2009). Porém, apesar das alterações no ambiente, há áreas relativamente preservadas e íntegras que ainda podem conservar a fauna nativa (Langeani *et al.*, 2009). Tal ocorre com o córrego do Beija-Flor por encontrar-se em uma unidade de conservação, com o córrego da Lapa, que apesar de situar-se em um local com maior degradação antrópica, localiza-se em uma área de proteção permanente e ainda conserva certa riqueza de espécies.

Represas podem ser consideradas um estágio intermediário entre os ambientes lóticos (rios) e lênticos (lagos), uma vez que neste ecossistema a água tem baixo tempo de permanência, fazendo com que suas condições físicas e químicas sejam modificadas, assim como a qualidade e quantidade de *habitat* para a fauna e flora aquática (Agostinho *et al.*, 2007). As alterações impostas por um represamento sobre a ictiofauna sempre resultam em inevitáveis extinções locais, e as alterações mais relevantes pelos reservatórios incidem sobre as espécies migradoras e endêmicas, além de ocasionarem a fragmentação de populações de espécies sedentárias (Agostinho *et al.*, 2007).

Há uma carência de estudos nos córregos da América do Sul. Devido ao conhecimento escasso sobre a taxonomia e filogenia de peixes de água doce, sobretudo de rios de pequeno

porte, há o desconhecimento da ecologia da ictiofauna, extensivo ao estudo da ecomorfologia destes indivíduos (Peres-Neto, 1999). Langeani *et al.* (2009) definem a bacia do Paraná-Paraguai, quando comparada às demais bacias brasileiras, como relativamente conhecida e representada em coleções de pesquisa de maneira satisfatória, principalmente as espécies de calha, cabeceira e riachos. Porém, estes autores chamam a atenção para o fato de que o número de espécies que continuam a serem descobertas ainda é grande e, portanto, o total de espécies conhecidas da bacia está distante de representar a diversidade real.

Os estudos de espécies na Estação Ecológica de Jataí têm sido orientados para aspectos de taxonomia, filogenia e ecologia de populações, mas pouco têm se reportado à elucidação das funções das espécies na complexidade das relações que compõem estes ecossistemas. Embora muitos estudos ecológicos tenham sido feitos nas lagoas marginais e na represa do Beija-Flor, poucos foram efetuados no córrego do Beija-Flor. Entre eles, apenas um foi realizado com peixes, no qual foi caracterizada a ecologia trófica da ictiofauna (Luiz, 2014), contudo nenhum de ecomorfologia.

Segundo Castro (1999), as espécies de peixes de pequeno porte (até 15 cm de comprimento) são pouco estudadas. Em riachos, tais espécies representam metade da fauna, ainda as de pequeno porte apresentam elevado grau de endemismo e caracteres morfológicos pedomórficos (quando as características morfológicas de adultos são muito semelhantes às características juvenis, larvais ou embrionárias). Conforme Langeani *et al.* (2007), peixes de pequeno porte (menos de 21 cm) representam 69% da fauna em riachos.

A ecomorfologia estuda a forma dos seres vivos e seus modos de vida. O estudo de aspectos morfofuncionais das estruturas da morfologia externa das espécies é uma importante ferramenta para o estudo da biologia das espécies, além de inferir aspectos ecológicos, como o modo de vida das espécies (Breda *et al.*, 2005).

O estudo da ecomorfologia unido ao estudo da alimentação de peixes é relevante, pois ambos se complementam, quando o objetivo é entender as espécies e suas interações com o ambiente. Estudos sobre alimentação de peixes, incluindo dieta e atividade alimentar, fornecem importantes subsídios para o entendimento do funcionamento do ecossistema (Agostinho e Gomes, 1997).

O formato das estruturas do corpo do peixe está relacionado à função desta estrutura, como resultado da evolução através da seleção natural. Um peixe, cujo corpo facilita a natação em corredeiras, economiza mais energia gasta neste ato do que um peixe com corpo em um formato não favorável à natação em corredeiras.

Há uma relação entre anatomia, fisiologia e história natural dos peixes, atribuída à evolução da espécie. Tal relação parece ser adequada a uma estrutura corporal com características funcionais bem desenhadas. Estas características anatômicas e fisiológicas são herdadas, mas se relacionam com a seleção natural. A evolução, através da seleção natural, pode oferecer adaptações aos indivíduos, resultando em uma pequena economia de energia (Alexander, 1974).

A forma do corpo interfere no desempenho ecológico da espécie de peixe, pois a física do movimento através do meio fluído é influenciada por tal fator. Assim, a variação na forma do corpo se correlaciona com a alteração no comportamento natatório e repartição de espaço dentro de *habitat* aquáticos. As características morfológicas (forma do dente, tamanho da boca) influenciam a ecologia alimentar da espécie. Ainda, algumas destas características relacionam-se com a defesa contra predadores (espinhos, mimetismo) e biologia reprodutiva (coloração, corcova no dorso). Peixes tropicais parecem apresentar maior diversificação nas características morfológicas relacionadas à biologia alimentar, reprodutiva e de defesa do que os peixes de clima temperado (Winemiller, 1992).

Quando se observa um peixe em sua escala evolutiva, verifica-se uma relação íntima entre sua forma, estrutura corporal e fisiologia, o ambiente em que a espécie habita, seu comportamento e hábito alimentar (Lowe-McConnell, 1999); ou seja, entre sua forma e a função que desempenha no *habitat*.

Estudos filosóficos de há muito já haviam fornecido indicações para a compreensão da relação de forma e função.

Aristóteles foi um dos pioneiros na discussão de forma e função em seu trabalho/ ou em seus estudos a respeito da metafísica. Para o mundo das coisas sensíveis, ou a natureza, possui uma multiplicidade de seres e mudanças contínuas. Existe a essência dos seres em movimento (devir), e os seres físicos ou naturais, como minerais, vegetais e animais. Para cada um destes há uma ciência (Física, Matemática, Biologia etc). Mas há, também, uma ciência geral, mais ampla e universal anterior a todas as demais, que estuda o ser enquanto ser, sem considerar a diferença entre os seres, denominada a “filosofia primeira”, conhecida como Metafísica. Os principais conceitos que compõem a metafísica aristotélica (base de toda a metafísica ocidental) são os primeiros princípios, as causas primeiras, matéria, forma, potência, ato, essência, acidente, substância e predicado (Chauí, 2008).

As causas primeiras são quatro e explicam a essência, origem e motivo da existência de uma essência. Dizem o que é, como é, por que é, e para que é uma coisa. A primeira é a causa material, ou seja, a matéria de que um ser é feito. A segunda é a causa formal, que

explica a forma de um ser. A forma é a essência de um ser, o que o diferencia dos outros e o define em sua identidade, ou aquilo que ele é em si mesmo (forma). A terceira é a causa eficiente ou motriz que explica como uma matéria recebeu uma forma para construir uma essência. A quarta é a causa final, a razão ou finalidade para alguma coisa existir e ser como é (função). Para Aristóteles, a forma determina e individualiza a matéria; assim, os seres particulares e as coisas podem existir, é ser uma essência (Chauí, 2008).

A metafísica contemporânea é nomeada Ontologia e estuda a relação originária mundo-homem, buscando superar a metafísica antiga e a kantiana. Investiga as diferentes maneiras de existência entre os entes ou os seres; a essência ou o sentido e a estrutura destes entes ou seres; a relação necessária entre a existência e a essência dos entes e o modo como aparecem para nossa consciência (Chauí, 2008).

Foucault (1981) explicou a evolução da ciência em fins do século XVIII, tendo em vista as mudanças de paradigmas. A ciência muda, quando um paradigma é rompido e surge um novo. No período clássico (séc. XVI), o mundo era descrito por signos, ou seja, as palavras definiam um objeto ou um ser vivo isoladamente, sem correlacionar com os demais seres vivos. No séc. XVII, os signos se tornam formas de representação através de um olhar minucioso. A definição embasava-se na descrição da forma através da observação e não se correlacionava à função. Entre os séculos XVIII e XIX, a cultura europeia científica passa por uma profunda transformação, possibilitando o aparecimento de um novo paradigma. Entre estas mudanças está o surgimento da Biologia, mas a principal delas foi a percepção de que além da taxonomia (e da forma visível), os animais possuem órgãos que desempenham uma função no organismo.

Lineu, durante o período clássico, analisou a natureza e a classificou através da observação, seguindo um método para classificar um animal em nome, teoria, gênero, espécie, atributos, uso e *Litteraria*. Assim, a natureza entra em uma taxonomia. Lineu e Tournefort acreditavam na imobilidade da natureza, mas esta visão mudou após Darwin e Lamarck. No pensamento clássico não há evolucionismo ou transformismo, pois o tempo não é percebido como princípio de desenvolvimento dos seres vivos na sua organização interna; só é entendido a título de revolução no espaço exterior onde eles vivem (Foucault, 1981).

Tournefort, Lineu e Buffon, já com a percepção das primeiras mudanças no paradigma das ciências ocorridas no final do século XVII e ao longo do XVIII, passaram a nomear o que viam, já que tiveram um campo novo de visibilidade, não visto anteriormente, pois havia uma espécie de distração dos olhares. Assim, a história natural na idade clássica é a nomeação do visível em quatro variáveis: “forma dos elementos, quantidade desses elementos, maneira

como eles se distribuem no espaço uns em relação aos outros, grandeza relativa de casa um”, chamadas de estrutura pelos botânicos (Foucault, 1981).

Dessa forma, nesse período, a história natural é descrita por superfícies e linhas (forma) e não se aprofunda no funcionamento (função) ou tecidos invisíveis. As plantas e os animais são vistos pelas suas unidades orgânicas (folhas, flores, patas, cascos), mas não veem respiração e líquidos internos. No período clássico, os jardins botânicos e gabinetes de história natural constituem o “livro ordenado das estruturas, o espaço onde se combinavam os caracteres e onde se desdobram as classificações” (Foucault, 1981).

Conforme mencionado anteriormente, no final do séc. XVIII, uma mudança acontece no espaço natural da cultura ocidental e um novo paradigma é rompido, quando ocorre um interesse filosófico do invisível, do oculto e das causas. Dá-se a substituição da anatomia pela classificação, do organismo pela estrutura, da subordinação interna ao caráter visível. Entre os anos 1775 e 1795, efetivam-se modificações profundas na história natural. Anteriormente, as classificações eram feitas a partir do caráter (estruturas visíveis), que agrupam indivíduos e espécies em unidades gerais, de maneira a formar um quadro onde todos os indivíduos e grupos poderão encontrar seu lugar. A partir do fim do séc. XVIII, Jussieu, Lamarck e Vicq d’Azyr fazem com que o caráter, antes a transformação de estrutura em caráter, agora se baseia em um princípio interno irreduzível ao jogo recíproco das representações, a organização. Assim, encerrou a idade da História Natural, entreabriu a da Biologia. O orgânico torna-se vivo e o ser vivo é aquele que produz, cresce e se reproduz, enquanto o inorgânico é o não vivo, que não se desenvolve e nem reproduz (Foucault, 1981).

Curvier mostrou a importância da função taxonômica para a organização dos seres vivos. Para os clássicos, o órgão tinha estrutura (variáveis morfológicas, como forma e grandeza) e função (papel desempenhado, como a reprodução), mas estes dois modos de decifração eram independentes um dos outros, a estrutura era o identificável e a função, o utilizável. Cuvier modifica tal visão, pois passa a considerar a função em relação ao órgão e submete a disposição deste à soberania da função, quebrando, assim, a independência do órgão e a ideia de que tudo é importante nele. Este autor mostra ser preciso dirigir a atenção mais para as próprias funções que para os órgãos. Antes de classificar os órgãos pelas suas variáveis, é preciso referi-los às funções que asseguram (Foucault, 1981).

As estruturas visíveis não surgem de um quadro de variáveis, e sim são oriundas de grandes unidades funcionais capazes de realizar e exercer seu fim de diversas maneiras. Anteriormente, o que era comum a cada gênero de órgão, em diferentes animais, abreviava-se a pouca coisa e, frequentemente, só se assemelhava pelo efeito que produzia. Agora, ao se

relacionar o órgão com sua função, aparecem semelhanças sem qualquer elemento idêntico, semelhanças estas que se dão à evidente invisibilidade da função. Restauram-se na análise do ser vivo as analogias de tipo aristotélico, como por exemplo, o papel das brânquias para respiração na água e o dos pulmões para a respiração no ar (Foucault, 1981).

Referente a tal função, surgem algumas relações novas, tais como as relações de coexistência, hierarquia interna e de dependência com respeito ao plano de organização. A relação de coexistência é entendida a partir do fato de que um órgão ou um sistema de órgãos não pode estar presente em um organismo sem que outro órgão ou sistema de órgãos também esteja. Como, por exemplo, no processo de alimentação, a forma da presa não pode ser estranha aos aparelhos de mastigação e de digestão. A relação de hierarquia entende que não se trata mais de variáveis independentes, mas sim de sistemas comandados uns pelos outros, ou seja, encontra-se um problema de importância recíproca. A alimentação nos mamíferos não está somente em uma relação de covariação com os órgãos de locomoção e da compreensão, mas também prescrito, em parte, pelo modo de reprodução (Foucault, 1981).

Cuvier classifica os organismos a partir da existência ou não de um cordão espinhal, pois considerou o sistema nervoso determinante de todas as disposições orgânicas. Assim, por haver supremacia de uma função sobre as outras, faz com que as disposições visíveis do organismo obedeçam a um plano. Este plano define as funções fundamentais, distribui os elementos anatômicos que lhe permitem efetuar-se e os instala nas localizações privilegiadas do corpo. Já para os órgãos menos fundamentais, o plano de organização não é tão determinante, à medida que existe um afastamento do centro, o órgão se liberta, permitindo modificações, alterações, mudanças na forma ou na possível utilização. Como, por exemplo, as nadadeiras nos peixes estão em um plano de organização secundário, e nelas as formas podem variar mais. As espécies assemelham-se pelo centro e se diferem pela periferia, ou seja, generalizam-se do lado essencial à vida e se singularizam do lado mais acessório. A partir de Cuvier, o ser biológico regionaliza-se e autonomiza-se, a vida é nos confins do ser o que lhe é exterior e este exterior se manifesta nele. O ser vivo é um reflexo de suas relações com elementos exteriores utilizados pela respiração e alimentação. É uma troca contínua de dentro para fora e de fora para dentro (Foucault, 1981).

Entre os séculos XVIII e XIX, a cultura europeia muda a espacialização fundamental do ser vivo. Para os clássicos, o ser vivo era um compartimento ou uma série de compartimentos na taxinomia universal do ser, se a localização geográfica do ser vivo tivesse uma função era para fazer aparecer variações já possíveis. Após Cuvier, o ser vivo rompe suas vizinhanças taxonômicas, arranca-se ao extenso plano das continuidades e se estabelece em

um espaço novo, dividido em dois conjuntos. O primeiro é o do interior - das coerências anatômicas e das compatibilidades fisiológicas (anatomia comparada), o segundo é do exterior - dos elementos onde ele reside para deles fazer seu corpo próprio. Contudo, esses dois espaços têm um comando unitário; antes eram as possibilidades do ser, agora o das condições de vida. Por haver certa relação entre função e condições de existência, os seres vivos possuem uma história verdadeira (Foucault, 1981).

Após tal mudança de paradigma descrita por Foucault, Darwin introduz a base teórica da Ecomorfologia, em seu livro “Origem das Espécies”, publicado em 1859, quando descreve sobre as adaptações dos organismos aos seus ambientes, abordando, assim, as relações de forma e função. No entanto, a Ecomorfologia, como conhecemos, é muito recente, pois só recebeu impulso no século XX, na Europa, a partir da década de 40, com trabalhos de Remane e Ruhnel nos quais atribuíram as similaridades morfológicas às limitações impostas por ambientes similares, até mesmo em grupos taxonômicos diferentes (Goldschimid e Kotrschal, 1989 *apud* Freire e Agostinho, 2001).

Um dos primeiros autores a utilizar o termo nicho no sentido de “*status* funcional de um organismo em sua comunidade” foi Charles Elton. A sua versão do conceito foi denominada nicho trófico, por ter enfatizado a importância das relações energéticas (Elton, 1927 *apud* Odum e Barrett 2007).

Para Odum e Barrett (2007), aprender sobre o *habitat* é apenas o começo do estudo dos organismos. Para determinar o *status* (nicho) do organismo dentro da comunidade natural faz-se necessário saber especialmente sobre a sua alimentação (fontes de energia e repartição de recursos), sobre atributos relevantes da população (taxa intrínseca de crescimento e aptidão) e o efeito do organismo sobre outros organismos com os quais ele se relaciona e, também, a extensão com que modifica ou pode modificar as operações importantes no ecossistema.

Ou seja, a função da espécie no ambiente que habita envolve todo o nicho ocupado por ela e, principalmente, seu nicho trófico.

Ainda, temas relacionados com a forma e a função são abordados em outras áreas do conhecimento, como por exemplo, na arquitetura. Baker (1998) diz que a forma arquitetônica procede, em parte, de um problema em particular e das forças características do contexto em que está localizada. Edifícios se relacionam com o que está à sua volta, com a posição do sol, proximidade de uma via, um rio, se está em uma colina ou em um vale. Todos estes fatores podem ser considerados forças e agem direta ou indiretamente na forma.

Para a forma das espécies, também há fatores que agem como forças, com interferência direta ou indireta, como velocidade da água, turbidez da água, largura de um rio ou córrego, temperatura.

Thompson (1945), ao analisar o crescimento celular, verifica o princípio de crescimento, no qual os organismos adquirem sua forma de acordo com a pressão ou outra força externa. As formas externas das células são produzidas por forças externas as quais modificam tais formas.

Formas como esferas e cubos são compostas por configurações centroides e possuem um equilíbrio de forças diferente do das formas lineares. Corpos centroides sugerem repouso e estabilidade, enquanto configurações lineares indicam atividade, pois a força predominante tem uma energia e uma direção determinada (Baker, 1998).

O mesmo pode-se afirmar com relação às espécies de ambientes lênticos e lóticos. Córregos são lineares e água possui uma energia, uma atividade em uma direção determinada, apresenta maior variação em volume e velocidade na água durante o período chuvoso, e as espécies inseridas neste ambiente respondem a tais forças externas com formas corporais achatadas verticalmente.

Represas são centroides e a água permanece mais em repouso, possui menos variação em volume e velocidade durante o período chuvoso, a estabilidade confere às espécies deste ambiente um corpo achatado horizontalmente.

A variação na forma do corpo se correlaciona com a variação do comportamento natatório e com a repartição de espaço em *habitat* aquáticos, pois a física do movimento através do meio fluido influencia o formato do corpo. Deste modo, a forma do corpo interfere no desempenho ecológico da espécie (Winemiller, 1992).

Observou-se que a maioria dos atributos ecomorfológicos, os quais mostraram maior importância para ordenar as espécies no espaço ecomorfológico nas duas microbacias estão relacionados à capacidade de locomoção. Os atributos relacionados à locomoção são ligados com estratégias de ocupação de *habitat*.

A velocidade da água constitui um dos principais aspectos físicos que influencia a preferência de *habitat* nos peixes (Jowett e Richardson, 1995; Costa *et al.*, 2013).

A ecomorfologia se relaciona à alimentação e/ou locomoção, como a alimentação das espécies se mostrou menos importante, a diferença na morfologia está ligada à locomoção e a preferência na ocupação do *habitat* é reflexo das características morfológicas, relacionadas à locomoção.

A relação do formato das nadadeiras com a velocidade da água é fundamental. A alimentação contribuiu para a separação dos grupos nos dois ambientes estudados com menor importância, e isso ocorre porque a distribuição dos itens alimentares no ambiente também é influenciada pela velocidade da água. Desta forma, a velocidade da água deve ser o fator-chave que seleciona tanto a morfologia das espécies, quanto os itens alimentares. O formato corporal e a oferta e estratégia de captura de alimento sofrem interferência ambiental por causa da velocidade da água. Assim como também a espécie interfere no ambiente, promovendo o controle de populações de insetos, plantas e de outros peixes. Portanto, a forma interfere na função e a função interfere na forma.

A forma e função das espécies estudadas são evidenciadas não somente pela preferência de *habitat* em resposta da forma do corpo. Como, por exemplo, de *M. maculatus*, *S. maculatus* e *C. lagosantense* mais bem sucedidas em um ambiente heterogêneo e lântico, enquanto a forma do corpo de *C. zebra* e *C. iheringi* são mais bem sucedidas em ambientes lóticos. E também, na função das espécies nesses ambientes, que foi a de contribuir para o controle da população de macroinvertebrados aquáticos, plantas, algas e outros peixes. A função da espécie no ambiente envolve todo o nicho ecológico que ela ocupa, sobretudo o seu nicho trófico. Muitos estudos discutem pontualmente a função das partes do corpo do peixe, mas não elucidam a função da somatória de todas as partes do peixe, isto é, a função da espécie em si.

Por meio de uma revisão de diversas áreas do conhecimento referente à forma e função, aprofundarei a investigação sobre a função dos seres vivos no ambiente em que vivem por meio do estudo ecomorfológico e dieta das espécies. Tendo em vista que muitos trabalhos de ecomorfologia não discutem a função, mas sim as características da forma, neste trabalho pretendo, entre outras coisas, levantar tal discussão entre forma e função.

Hipóteses:

- O recurso alimentar utilizado pelas espécies influencia o desempenho ecomorfológico das mesmas;
- Os meso-habitat (remanso e corredeira) que as espécies de peixe utilizam influenciam o desempenho ecomorfológico das espécies;
- A morfologia corporal intraespecífica difere em córregos de distintas regiões do alto rio Paraná, pois as características ambientais, bem como o alimento disponível são distintas.

2. OBJETIVO

A presente pesquisa teve como objetivo examinar os padrões ecomorfológicos da ictiofauna de duas microbacias do alto rio Paraná, localizadas no estado de São Paulo, analisar a forma das espécies de peixes capturadas e verificar suas-funções, no ambiente.

3. MATERIAL E MÉTODOS:

3.1 Caracterização das áreas de estudo:

Estação Ecológica de Jataí:

A Estação Ecológica de Jataí localiza-se entre os paralelos 21°33' e 21°37' de latitude sul e 47°45' e 47°51' de longitude oeste, no município de Luiz Antônio, estado de São Paulo (Ferreira-Peruquetti e Fonseca-Gessner, 2003). Estação Ecológica é uma categoria de unidade de conservação que, segundo a Lei nº 6.902 de 27 de Abril de 1981, “são áreas representativas de ecossistemas brasileiros, destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de Ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista” (Brasil, 1981). Trata-se de uma das mais importantes unidades de conservação paulista, baseada na composição e na estrutura das ictiofaunas da reserva (Ferreira *et al.* 2000), além de possuir uma das maiores áreas de cerrado (*lato sensu*) do estado (Ferreira-Peruquetti e Fonseca-Gessner, 2003). É formada por três tipos principais de ecossistemas: o primeiro abrange o rio Mogi-guaçu, os córregos, brejos e lagoas marginais; o segundo incorpora as áreas terrestres inundáveis que separam as lagoas do rio e o terceiro engloba os ecossistemas terrestres (Santos *et al.*, 1989). Estes corpos hídricos pertencem à bacia do alto rio Paraná.

Há dois períodos climáticos distintos: no período de novembro a abril, as temperaturas e precipitações são elevadas enquanto no período de maio a outubro, estas são inferiores (Santos *et al.*, 1989).

Seis coletas foram realizadas no período de fevereiro de 2012 a julho de 2012 no período diurno, em cinco pontos de coleta, ao longo do córrego, incluindo o represamento (represa do Beija-Flor).

Córrego do Beija-Flor

As águas dos córregos da Bandeira, do Jordão e das Cabaças compõem o córrego Beija-Flor (Figura 1), com 13,95 Km de comprimento (Pires, 1994), 4,65 a 7 metros de largura nos pontos estudados, substrato arenoso e deságua no rio Mogi-guaçu. O córrego possui trechos com velocidade de correnteza rápida, média e lenta e nas suas margens há mata de galeria (Luiz, 2014).

Represa do Beija-Flor

A represa do Beija-Flor foi construída em uma área de várzea, onde anteriormente havia extração de argila. Com o represamento houve a inundação da cava de extração e fez com que a retirada de argila cedesse (informação pessoal). A represa possui 17,54 ha (Pires, 1994) uma largura média de 179 metros (no ponto de coleta, a largura foi de aproximadamente 195 metros). Foi construída em 1965, pelo represamento do córrego do Beija-Flor e não há estudos ecológicos anteriores ao represamento. Não há mecanismos de controle na entrada e saída de água no sistema o que permite uma comunicação permanente com o rio Mogi-guaçu (Rodrigues, 1997). Este não influencia a massa de água da represa, por estar localizado em cotas altimétricas elevadas e, portanto, não atingidas pelas vazões do rio registradas na região, embora seu nível sofra uma elevação pouco significativa por ocasião da maior drenagem da bacia, a montante (Marcal-Simabuku; Peret, 2002).

Pontos de coleta:

Ponto 1

Encontra-se no córrego Beija-Flor, a 537 metros de altitude, na confluência dos córregos Beija-Flor, Jordão e das Cabaças (Figura 2). O entorno é formado por vegetação ciliar do topo cerradão próximo a plantações de cana de açúcar. A profundidade é de 0,44 metros, uma largura de 4,65 metros, a velocidade da água variou entre 0,23 e 0,56 m/s, o fundo é arenoso e não possui vegetação aquática (Luiz, 2014).

Ponto 2

Localiza-se no córrego Beija-Flor, a 533 metros de altitude, situado à montante da represa do Beija-Flor (Figura 2). Possui vegetação ciliar do tipo cerradão. A profundidade é

de 1,27 metros, a largura de 5,65 metros, a velocidade da água variou entre 0,17 e 0,37 m/s, o fundo é arenoso e possui macrófitas aquáticas enraizadas e flutuantes (Luiz, 2014).

Ponto 3

Encontra-se na margem direita da represa Beija-Flor em uma altitude de 532 metros (Figura 2). Possui uma vegetação ciliar do topo cerradão. A profundidade variou entre 0,42 e 0,6 metros, uma largura de 195 metros no local de coleta, não foram coletados dados da velocidade da água, pois esta se apresenta praticamente nula na margem da represa; o fundo é composto por lodo e seixos. Possui macrófitas aquáticas enraizadas e flutuantes em abundância, dentre elas *Cabomba* sp., *Utricularia* sp., *Pontederia* sp. e *Eichhornia azurea* (Luiz, 2014).

Ponto 4

Localiza-se no córrego do Beija-Flora, a 521 metros de altitude, a jusante da represa do Beija-Flor (Figura 2). A vegetação ciliar é composta por cerradão. A profundidade é de 1,38 metros, largura de 6,6 metros, a velocidade da água variou entre 0,24 e 0,32 m/s; possui o fundo formado por rocha e areia e há macrófitas aquáticas enraizadas e flutuantes (Luiz, 2014).

Ponto 5

Encontra-se no córrego do Beija-Flor, a 522 metros de altitude, antes do córrego de desaguar no rio Mogi-guaçu (Figura 2). Possui uma vegetação ciliar do tipo cerradão. A profundidade é de 1,02 metros largura de 7 metros, a velocidade da água variou entre 0,17 e 0,34 m/s; possui um fundo é arenoso e macrófitas aquáticas enraizadas e flutuantes (Luiz, 2014).

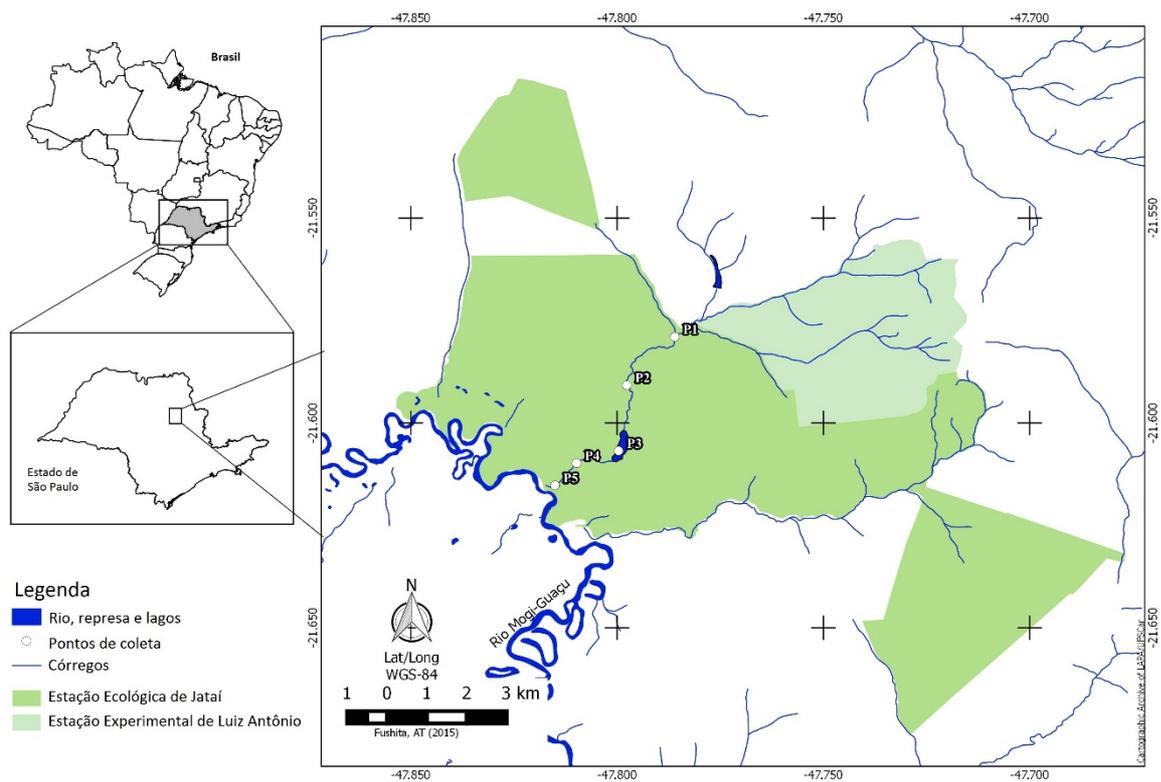


Figura 1- Localização da Estação Ecológica de Jataí. O ponto 1 está localizado na afluição dos córregos Beija-Flor, Jordão e das Cabaças; o ponto 2, no córrego Beija-Flor; o ponto 3, na represa Beija-Flor e os pontos 4 e 5 ficam no córrego Beija-Flor.

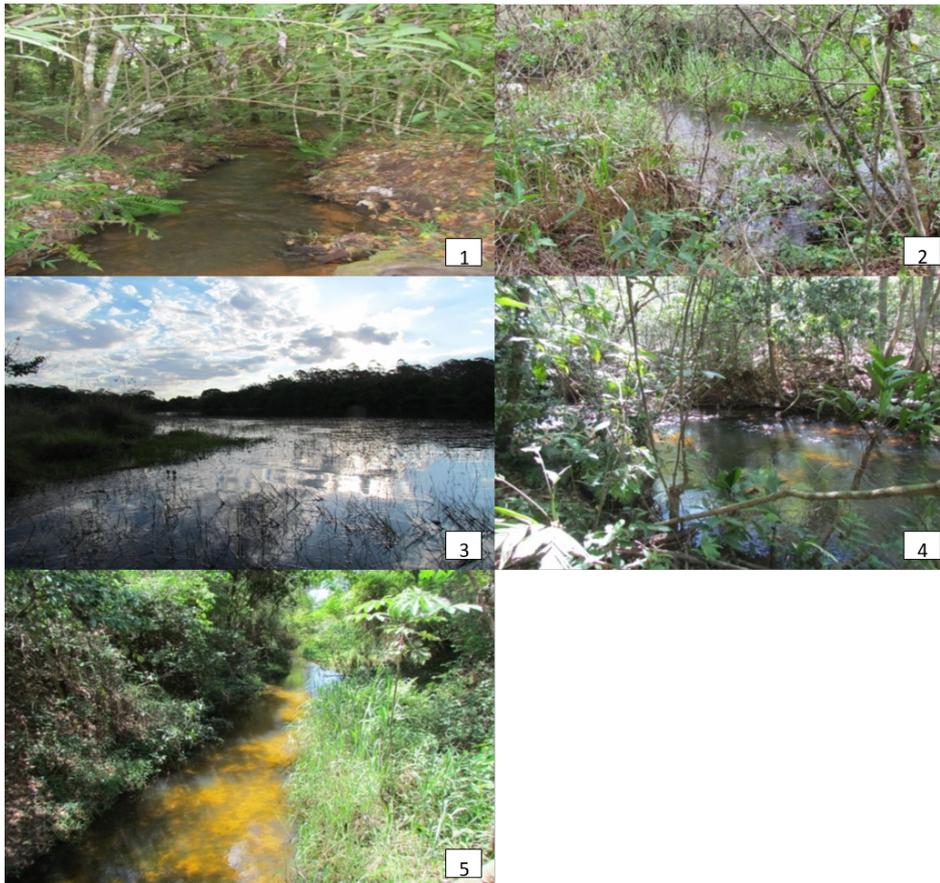


Figura 2 - Fotos dos pontos de coleta localizados na Estação Ecológica de Jataí. Os pontos 1, 2, 4 e 5 estão localizados no córrego Beija-Flor e o ponto 3 na represa Beija-Flor (Fonte: Luiz, 2014).

Córrego da Lapa:

O córrego da Lapa faz a divisa entre os municípios de Itirapina e Ipeúna, São Paulo e está inserido em uma Área de Proteção Ambiental (A.P.A.) Corumbataí/Botucatu/Tejubá criada pelo Decreto Estadual nº 20.960, em 08 de junho de 1993 (Figura 3). Nasce no relevo de Cuestas Basálticas, no Sistema de Serra Geral (Fragoso, 2005). Área de Proteção Ambiental é uma categoria de unidade de conservação, cujo principal objetivo é a conservação de processos naturais e da biodiversidade. As atividades humanas do local devem adequar-se às características ambientais da área (Brasil, 1981).

O córrego da Lapa desagua no rio Passa Cinco, tributário do rio Corumbataí, que por sua vez desagua no rio Piracicaba. Todos localizados na bacia do alto rio Paraná. Este córrego possui nascentes nos altiplanos da Serra de Itaqueri, com altitude de 980 m, de acordo com a carta de Itirapina (IBGE, 1969 *apud* Fragoso, 2005). Corta regiões de matas e fazendas com

atividades agropecuárias e em sua foz no município de Ipeúna, a altitude é de 590 m. Seu leito é caracterizado por rochas e seixos e apresenta trechos arenosos, sendo um córrego bem conservado, de pequenas proporções, com poções e longos trechos de corredeiras e possui em torno de 14 km de extensão (Fragoso, 2005).

O desnível entre a nascente (980 m) e a foz (590 m) explica os longos trechos de corredeira e a presença da cachoeira da Lapa no córrego, localizada na encosta da serra do Itaqueri, com aproximadamente 60 m de queda, em meio a uma mata de encosta (mesófila semidecídua). Posteriormente, o córrego segue seu curso entre mata fechada, reduzida em mata ciliar ao chegar a terrenos mais planos da Depressão Periférica, pois a mata nativa sofreu interferência devido ao uso da terra para atividades agropecuárias. A mata ciliar compõe grande parte do córrego, porém muitas vezes em larguras reduzidas (Fragoso, 2005). O clima da região é marcado por dois períodos climáticos distintos: verão úmido e quente e inverno seco e frio.

Pontos de coleta:

Nascente Lapa

Encontra-se a 965 metros de altitude, no alto da Serra de Itaqueri, próximo à cachoeira da Lapa (Figura 4). Contém uma estreita faixa de mata ciliar devido ao cultivo de cana de açúcar nas proximidades. O trecho é de primeira ordem, pouco profundo e reduzida largura, possui barranco nas duas margens, fundo lodoso e pequena profundidade; a velocidade da água variou entre 0,08 e 0,23 m/s. A mata fechada confere certo sombreamento, a vegetação marginal é raramente encontrada (Fragoso, 2005).

Búfalos

Localiza-se a 712 metros de altitude na depressão periférica, no trecho superior do córrego (Figura 4), próximo à mata de encosta e de uma plantação de eucaliptos. O trecho é de terceira ordem, com pouca profundidade, apresentando seixo e areia; nas áreas de poções o leito é composto por areia, a velocidade da água variou entre 0,19 e 0,51 m/s. Nessa área, o leito é largo, a mata ciliar é aberta, conferindo pouco sombreamento. A vegetação das margens é herbácea, pouco abundante e esparsa (Fragoso, 2005).

Ponte

Encontra-se a 655 metros de altitude em um trecho médio-superior do córrego e de terceira ordem (Figura 4). Ocorre mata ciliar rala na margem esquerda, junto a um barranco elevado e paredão de rocha, com poucas espécies arbóreas e muitos arbustos. Na margem

direita há poucos arbustos e vegetação herbácea, o gado utiliza como passagem entre pastos e para beber água, devido à pastagem de pecuária no entorno. No corpo de água há pouco sombreamento em locais isolados em apenas algumas horas do dia. A vegetação herbácea das margens é abundante e pende sobre o leito. O córrego é formado por poções lentos, corredeiras rasas e pequenas quedas d'água, além de poções profundos com velocidade moderada (entre 0,19 e 0,59 m/s) e corredeira profunda, onde há pedras no leito (Fragoso, 2005).

Brejo

Trecho de terceira ordem, localizado a 604 metros de altitude (Figura 4). Está em um trecho sinuoso, aberto, em pastagens e próximo a um brejo. Apresenta uma pequena mata ciliar na margem direita em barranco e sobre paredão de rocha com lírios do brejo em abundância, sobrenado o leito. Nos poções, há substrato de areia fina e lodo, a velocidade da água variou entre 0,11 e 0,36 m/s. Na margem esquerda ocorre um acúmulo grande de pedras, especialmente nas curvas do córrego (Fragoso, 2005).

Lontra

Trecho de quarta ordem, localizado a 604 metros de altitude onde o córrego da Lapa já recebeu águas do córrego Cantagalo (Figura 4). Próximo à pastagem, com pequena mata ciliar e grande modificação de suas características durante os períodos de seca e cheia. Trecho localizado entre paredões de rocha e pedras e longas corredeiras; a velocidade da água variou entre 0,16 e 0,31 m/s. O leito possui um sombreamento parcial, vegetação marginal em locais esparsos, utilizados pelo gado para obter água e travessia para outro pasto (Fragoso, 2005).

Paredão

Trecho localizado a 596 metros de altitude, de quarta ordem, bastante largo e muito frequentado para pesca esportiva (Figura 4). Fica próximo à foz do córrego da Lapa, no rio Passa Cinco, existe uma pequena mata ciliar nas margens, que confere um sombreamento parcial do leito; a velocidade da água variou entre 0,23 e 0,69 m/s. Há uma vegetação herbácea abundante nas margens e bastante vegetação arbustiva que pende sobre o córrego (Fragoso, 2005).

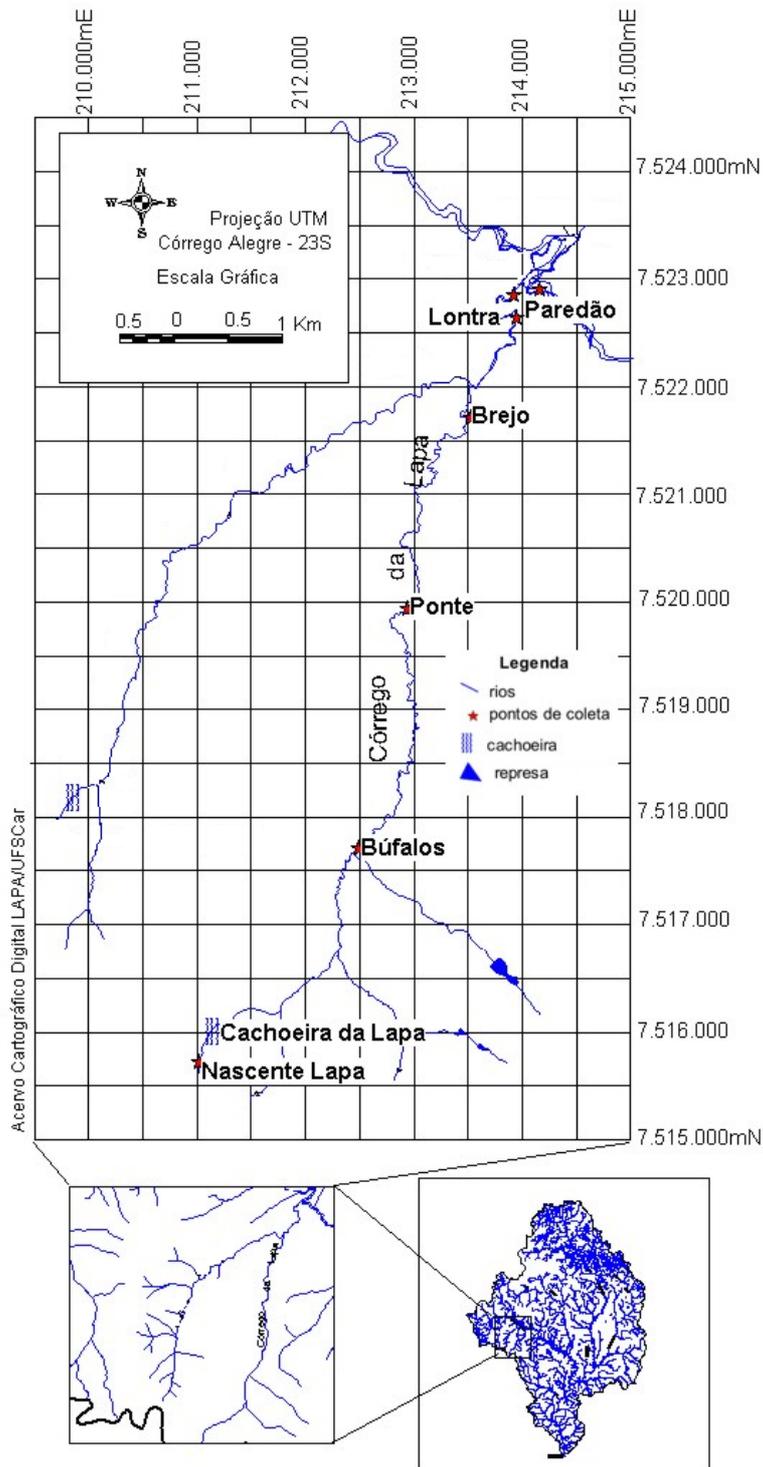


Figura 3 - Localização dos pontos de coleta no córrego da Lapa. Nascente Lapa, Búfalos, Ponte, Brejo, Lontra e Paredão (Figura modificada de Fragoso, 2005).

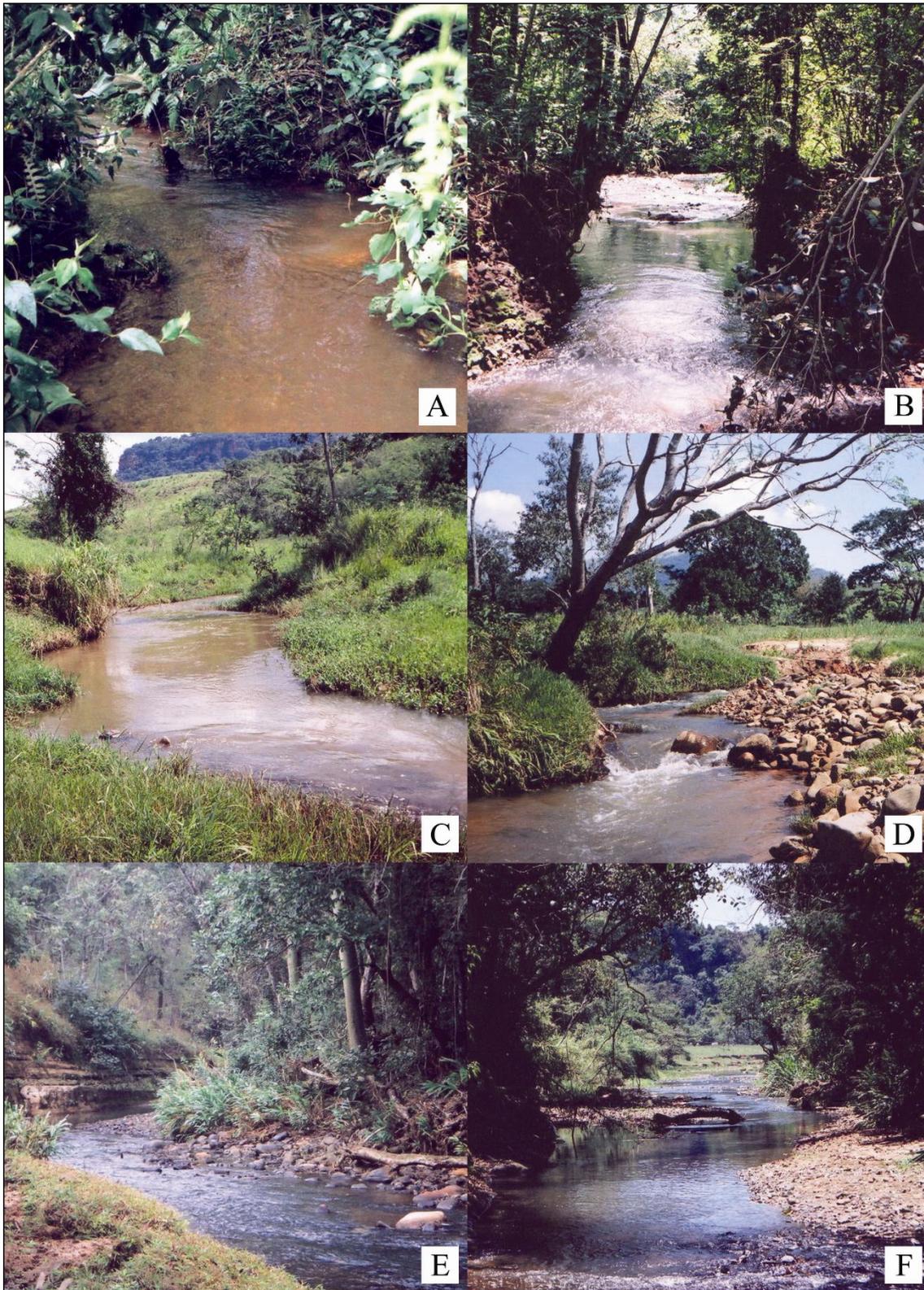


Figura 4 - Fotos dos pontos de coleta localizados no córrego da Lapa. A: Nascente Lapa, B: Búfalos, C: Ponte, D: Brejo, E: Lontra, F: Paredão (Fonte: Fragoso, 2005).

3.2 Metodologia de Amostragem

Estação Ecológica de Jataí:

Para o estudo ecomorfológico, os exemplares foram amostrados mensalmente, durante os meses de fevereiro de 2012 a julho de 2012, por meio de coletas diurnas. Para o estudo da alimentação das espécies, as coletas foram realizadas mensalmente no período de agosto de 2011 a julho de 2012. Foram utilizados vários petrechos de pesca, covos de acrílico transparente com aberturas de 6,0 e 9,0 cm e tarrafa de malha de 2,0 cm entre nós adjacentes. As redes de espera ficaram expostas durante 12 horas; nos riachos foram utilizadas redes com malhas que variaram de 2,0 a 3,5 cm e na represa de 2,0 a 6,0 cm entre- nós adjacentes (Luiz, 2014).

Córrego da Lapa:

Os exemplares foram amostrados por meio de quatro coletas sazonais realizadas nos períodos diurno e noturno, nos meses de abril, julho e outubro de 2002 e fevereiro de 2003. Foram utilizados diferentes petrechos de pesca, tarrafa 7,0 mm, peneira 2,5mm, peneirão 2,5mm, covos com aberturas de 6,0 e 9,0 cm e tarrafa de malha de 1,5 a 3,0 cm entrenós adjacentes (Fragoso, 2005).

Nas duas regiões de amostragem, os peixes coletados foram fixados em formalina 10 % e, após 48 horas, transferidos para álcool 70 %. Foram levados ao laboratório onde foram identificados até o menor nível taxonômico possível, por meio de chaves de identificação específicas e, quando necessário foi feita consulta a especialistas.

A caracterização da dieta alimentar foi realizada em estudos anteriores com os mesmos espécimes, do córrego da Lapa realizado por Souza (2011) e da Estação Ecológica de Jataí, realizado por Luiz (2014). Dados da ictiofauna do córrego da Lapa estão em Fragoso (2005) e os da ictiofauna da Estação Ecológica de Jataí encontram-se em Luiz (2014).

As medidas das variáveis morfométricas lineares foram realizadas, utilizando-se sempre o lado esquerdo dos indivíduos. As espécies que foram coletadas somente um ou dois indivíduos foram excluídas das análises, pois um número muito reduzido não permite uma

detecção com confiabilidade do padrão de variação morfológica específica. Para fazer a medida do comprimento padrão foi utilizada uma régua de metal com precisão de 1 mm, o restante das medidas foi obtido por meio de um paquímetro manual com precisão de centímetros (cm) e aproximação em milímetros (mm). As medidas das áreas dos olhos e das nadadeiras foram obtidas por meio do desenho dos contornos das estruturas. Posteriormente, estes desenhos foram escaneados e inseridos no *software* Image J para o cálculo da área interna em cm².

Com base em estudos anteriores, para verificar a relação morfologia e o uso do alimento comprimento padrão (CP), foram medidas as seguintes variáveis: largura da boca (LBo), altura da boca (AlBo), comprimento do focinho com a boca fechada (CFF), comprimento do focinho com a boca aberta (CFA), altura do olho (AIO), área do olho (AO), comprimento da cabeça (CCb), altura da cabeça (AlCb), altura máxima do corpo (AlMCp) e largura máxima do corpo (LMCp) (Figura 5).

Para verificar a relação da morfologia e o uso do *habitat* foram utilizadas as variáveis de estudos anteriores. Estas variáveis são: comprimento padrão (CP), altura máxima do corpo (AlMCp), largura máxima do corpo (LMCp), comprimento do pedúnculo caudal (CPd), altura do pedúnculo caudal (AlPd), largura do pedúnculo caudal (LPd), altura da linha mediana do corpo (AlLM), altura da cabeça (AlCb), comprimento da nadadeira dorsal (CD), altura da nadadeira dorsal (AlD), comprimento da nadadeira peitoral (CPt), altura da nadadeira peitoral (AlPt), comprimento da nadadeira caudal (CC), altura da nadadeira caudal (AlC), comprimento da nadadeira pélvica (CPv), altura da nadadeira pélvica (AlPv), comprimento da nadadeira anal (CA), altura da nadadeira anal (AlA), altura do olho (AIO), área do olho (AO), área da nadadeira dorsal (AD), área da nadadeira peitoral (APt), área da nadadeira caudal (AC), área da nadadeira pélvica (APv), área da nadadeira anal (AA) (Figura 5).

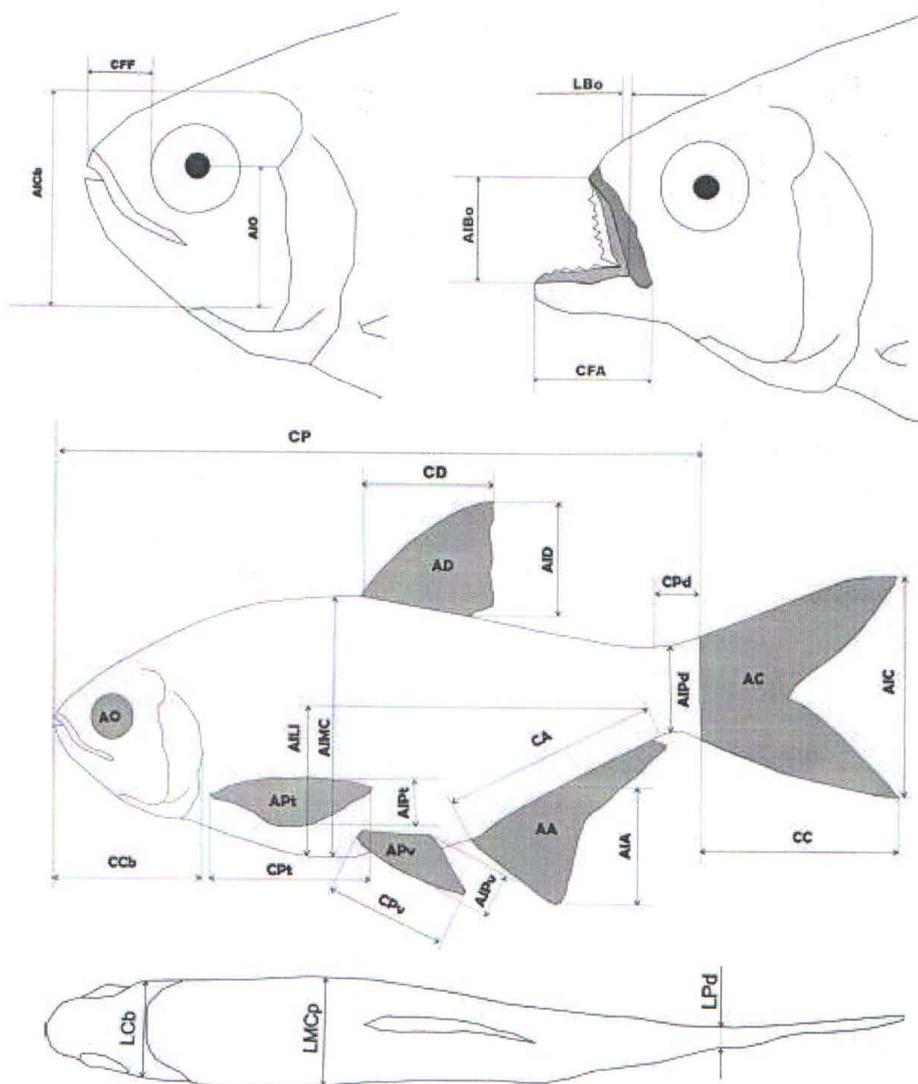


Figura 5 - Esquema representando as variáveis morfométricas. As estruturas sombreadas foram desenhadas para obtenção de suas áreas (Fonte: Oliveira, 2005).

As medidas morfométricas utilizadas foram baseadas em estudos anteriores. A partir destas medidas, foram calculados os índices morfológicos (Tabela 1).

Tabela 1- Variáveis morfométricas utilizadas nos índices ecomorfológicos.

Índices ecomorfológicos		
Índice	Fórmulas	Descrição
Altura relativa	Altura máxima do corpo	Quanto mais alto o corpo do peixe mais

(AR).	dividida pelo comprimento padrão.	dificuldade terá para nadar contra a correnteza, porém maior a capacidade de fazer movimentos verticais (Nikolskii, 1933).
Índice de compressão (IC).	Altura máxima do corpo dividida pela largura máxima do corpo.	Altos valores indicam compressão lateral do peixe, o que é esperado em peixes que ocupam <i>habitat</i> com baixa velocidade da água (Gatz, 1979; Watson e Balon, 1984; Winemiller, 1991). Peixes comprimidos lateralmente realizam mais precisamente manobras e permite estabilidade na coluna da água (Winemiller, 1991).
Índice de depressão (ID).	Altura da linha mediana dividida pela altura máxima do corpo.	Relacionam-se com a velocidade da água, baixos valores estão associados a águas com alta velocidade, peixes que vivem no fundo e em fluxo de água rápido são mais ventralmente achatados (Hora, 1922).
Altura relativa da boca (AIRBo).	Altura da boca dividida pela altura máxima do corpo.	A altura relativa da boca pode indicar sobre o tamanho relativo e absoluto da presa (Gatz, 1979).
Largura relativa da boca (LRBo).	Largura da boca dividida pela altura máxima do corpo.	A largura relativa da boca relaciona-se com o tamanho relativo e absoluto da presa (Gatz, 1979).
Índice de protrusão (IP).	Comprimento do focinho com a boca aberta dividido pelo comprimento do focinho com a boca fechada.	Maiores valores encontrados em peixes que se alimentam de presas menores, assim os que protraem mais a mandíbula e maxilares se alimentam de presas pequenas (Gatz, 1979).
Comprimento relativo da cabeça (CRCb).	Comprimento da cabeça dividido pelo comprimento padrão.	Maiores valores são encontrados em peixes que se alimentam de presas relativamente grandes (Gatz, 1979). Desta forma, os maiores valores são esperados em espécies predadoras (Watson e Balon, 1984).
Altura relativa da cabeça (AIRCb).	Altura da cabeça dividida pela altura máxima do corpo.	Maiores valores são encontrados em peixes que se alimentam de presas grandes. Desta forma, os maiores valores são esperados para os piscívoros (Gatz, 1979).
Largura relativa da cabeça (LRCb).	Largura da cabeça dividida pela largura máxima do corpo.	Maiores valores são encontrados em peixes que se alimentam de presas grandes (Gatz, 1979).
Posição do olho (PO).	Altura do olho dividida pela altura da	A posição dos olhos está relacionada à preferência de <i>habitat</i> vertical (Gatz, 1979).

	cabeça.	Valores elevados indicam peixes bentônicos com olhos dorsalmente localizados, baixos valores indicam peixes nectônicos com olhos localizados lateralmente (Watson e Balon, 1984).
Área relativa do olho (ARO)	Área do olho dividida pelo comprimento padrão.	Este índice está relacionado à detecção do alimento e informa sobre a acuidade visual das espécies. Pode, também, indicar o posicionamento relativo na coluna d'água, na medida em que espécies que habitam áreas profundas apresentam olhos menores. (Gatz, 1979)
Altura relativa do pedúnculo caudal (AIRPC).	Altura do pedúnculo caudal dividida pela altura máxima do corpo.	Baixos valores indicam alta manobrabilidade (Winemiller, 1991). Altos valores indicam maior massa muscular próximo à nadadeira caudal, possibilitando arrancadas (Pauly, 1989).
Largura relativa do pedúnculo caudal (LRPC).	Largura do pedúnculo caudal dividida pela largura máxima do corpo.	Altos valores indicam nadadores contínuos (Winemiller, 1991). Pedúnculo caudal estreito é encontrado em peixes adaptados a águas rápidas (Hora, 1922).
Comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPC).	Comprimento do pedúnculo caudal dividido pelo comprimento padrão.	Peixes com pedúnculos caudais longos são bons nadadores (Watson e Balon, 1984). Porém, peixes adaptados a fluxos de águas rápidas apresentam pedúnculos caudais longos (Hora, 1922).
Índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPC).	Altura do pedúnculo caudal dividida pela largura do pedúnculo caudal.	Maiores valores conferem um pedúnculo caudal comprimido, característico de nadadores menos ativos e, possivelmente, atribui maior manobrabilidade (Watson e Balon, 1984). Inversamente relacionado com a amplitude de movimentos natatórios (Nursall, 1958).
Área relativa da nadadeira dorsal (ARD).	Área da nadadeira dorsal dividida pelo comprimento padrão.	É esperado que áreas maiores tenham maior capacidade de estabilização em guinadas (Gosline, 1971).
Área relativa da nadadeira caudal (ARC).	Área da nadadeira caudal dividida pelo comprimento padrão.	Áreas relativas maiores da caudal indicam nadadeira com capacidade de produzir acelerações rápidas, típico de natação de muitos peixes bentônicos (Watson e Balon, 1984).
Razão-aspecto	Altura da nadadeira	Altos valores são mais encontrados em peixes

da nadadeira caudal (RAC).	caudal dividida pela área da nadadeira caudal.	nadadores ativos e contínuos do que em peixes com baixos valores (Watson e Balon, 1984).Diretamente proporcional com a quantidade de natação realizada pelo peixe (Gatz, 1979).
Área relativa da nadadeira anal (ARA).	Área da nadadeira anal dividida pelo comprimento padrão.	Área relativa maior implica em maior manobrabilidade e estabilização do movimento (Breda, 2005 <i>apud</i> Oliveira <i>et al.</i> 2010).
Razão-aspecto da nadadeira anal (RAA).	Comprimento da nadadeira anal dividido pela área da nadadeira anal.	Maiores valores indicam capacidade de realizar movimentos progressivos e retrógrados mais rápidos (Breda, 2005 <i>apud</i> Oliveira <i>et al.</i> 2010).
Área relativa da nadadeira peitoral (ARPt).	Área da nadadeira peitoral dividida pelo comprimento padrão.	Áreas maiores da peitoral geralmente são encontradas em espécies de natação lenta que as utilizam para a manobrabilidade, mas também pode ser alta em peixes de <i>habitat</i> com correnteza e as usam para desviar a água para cima, desta forma se mantém próximos ao substrato (Watson e Balon, 1984).
Razão-aspecto da nadadeira peitoral (RAPt).	Comprimento da nadadeira peitoral dividido pela área da nadadeira peitoral.	Altos valores indicam nadadeira peitoral longa e estreita encontrada em espécies que nadam continuamente (Watson e Balon, 1984) ou peixes pelágicos que nadam continuamente (Casatti e Castro, 2006). Baixos valores indicam nadadeira peitoral mais larga e arredondada, encontrada em peixes que vivem próximo ao substrato (Gosline, 1994).
Comprimento relativo da nadadeira peitoral (CRPt).	Comprimento da nadadeira peitoral dividido pelo comprimento padrão.	Altos valores estão associados a <i>habitat</i> de baixa velocidade da água (Gatz, 1979).
Área relativa da nadadeira pélvica (ARPv)	Área da nadadeira pélvica dividida pelo comprimento padrão.	Áreas relativas maiores da pélvica são encontradas em peixes bentônicos (Gatz, 1979).
Razão-aspecto da nadadeira pélvica (RAPv).	Comprimento da nadadeira pélvica dividido pela área da nadadeira pélvica.	Altos valores de razão-aspecto são comuns em peixes pelágicos e estão relacionados à alta capacidade de equilíbrio (Harris, 1937 <i>apud</i> Gatz, 1979). Baixos valores de razão aspecto da pélvica conferem a utilização da nadadeira pélvica para frenagem ou auxiliar o movimento de progressão (Harris, 1937 <i>apud</i> Gatz, 1979).

Comprimento relativo da nadadeira pélvica (CRPv).	Comprimento da nadadeira pélvica dividido pelo comprimento padrão.	Nadadeiras pélvicas mais longas são encontradas em peixes que habitam locais rochosos e mais curtas em peixes nectônicos (Gatz, 1979).
---	--	--

Os índices biométricos foram todos calculados pela razão y/x . Em muitos artigos, os índices biométricos são calculados pela equação y^2/x , mas trata-se de uma função, e não de um índice, pois gera uma curva e o índice gera uma reta pela origem. Segundo Santos (1978), a denominação índice biométrico é uma combinação de variáveis biométricas e que resulta em uma constante independente das variáveis envolvidas. Para uma razão y/x corresponder a um índice, é necessário que as variáveis envolvidas sejam linear pela origem ($\frac{y}{x} = b \therefore y = bx$) (Santos, 1978).

As espécies comuns pertencentes à Estação Ecológica de Jataí e ao córrego da Lapa foram comparadas para verificar se há uma diferença na morfologia da mesma espécie em ambientes diferentes. Para esta comparação foram utilizadas três espécies que totalizaram exemplares suficientes: *Astyanax lacustris*, *Characidium zebra* e *Piabina argentea*.

Para as espécies do córrego da Lapa, com indivíduos coletados tanto em área de remanso como em área de corredeira, foram utilizados para verificar se indivíduos da mesma espécie coletados no mesmo ambiente exibem diferenças morfológicas como resposta à velocidade da água.

As duas espécies de *Characidium* presentes na Estação Ecológica de Jataí foram comparadas, separadamente das demais espécies, pelas análises estatísticas utilizadas neste estudo com o objetivo de conferir se existe um padrão ecomorfológico em cada espécie. Já que são espécies do mesmo gênero e todos os indivíduos de *Characidium zebra* foram coletados no córrego do Beija-Flor e todos de *Characidium lagsantense* foram coletados na represa do Beija-Flor, a resposta dessa preferência ambiental pode estar na morfologia de cada espécie.

As espécies foram ordenadas em nectônicas, bentônicas, nectobentônicas e demersais, de acordo com as definições encontradas em Academia de Ciências do Estado de São Paulo (1997).

3.3 Análise dos dados

Após obter os 26 índices ecomorfológicos das espécies estudadas, realizou-se uma análise de componentes principais (ACP), utilizando uma matriz de correlação, para observar a distribuição das espécies no espaço ecomorfológico. A ACP foi realizada para os indivíduos da Estação Ecológica de Jataí, para os indivíduos do córrego da Lapa, para as espécies comuns entre a Estação Ecológica de Jataí e o córrego da Lapa e para as duas espécies de *Characidium* da Estação Ecológica de Jataí.

A análise de discriminantes foi feita para verificar as tendências de segregações entre os grupos no espaço ecomorfológico. Esta análise foi realizada com os 26 índices ecomorfológicos deste estudo, porém somente os índices que mais contribuíram para a discriminação dos grupos ficaram retidos no modelo. Realizou-se esta análise para os indivíduos da Estação Ecológica de Jataí, do córrego da Lapa, para as espécies comuns entre a Estação Ecológica de Jataí e o córrego da Lapa e para as duas espécies de *Characidium* da Estação Ecológica de Jataí.

Utilizou-se uma análise de variância (ANOVA) sobre os índices ecomorfológicos para testar a hipótese nula (não há diferença significativa entre os grupos analisados) e hipótese alternativa (há diferença entre os grupos). A ANOVA foi feita, utilizando-se o *software* XL Stat® versão 2015.1.02. (Addinsoft, 2015).

Uma segunda análise de discriminantes foi realizada, excluindo-se os índices ecomorfológicos que mostraram mais importância na primeira análise de discriminantes. Assim, o segundo procedimento possibilitou verificar quais outros índices também possuem importância. Tal análise foi aplicada aos indivíduos da Estação Ecológica de Jataí e do córrego da Lapa, para as espécies comuns entre estes dois lugares e para as duas espécies de *Characidium* da Estação Ecológica de Jataí.

Efetivou-se uma análise de discriminantes com exemplares da Estação Ecológica de Jataí e do córrego da Lapa para correlacionar as variáveis ecomorfológicas e o hábito alimentar das espécies através das guildas tróficas e os 26 índices ecomorfológicos.

Analisou-se, também, os discriminantes para correlacionar as variáveis ecomorfológicas e regiões de remanso e corredeira através dos 26 índices ecomorfológicos e dos indivíduos coletados em remanso e corredeira. Tal análise foi realizada para os indivíduos da Estação Ecológica de Jataí e do córrego da Lapa.

As análises de componentes principais e de discriminantes foram feitas a partir do *software* PaSt® versão 3.02 (Hammeret *al.*, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

4.1 Estação Ecológica de Jataí:

Dos indivíduos coletados, foram utilizados para a análise ecomorfológica 377 exemplares, distribuídos em 2(duas) ordens, 9(nove) famílias e 16(dezesseis) espécies (Tabela 2).

As espécies coletadas possuem exemplares-testemunho, depositados na coleção do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, no Campus São José do Rio Preto (Tabela 2).

Tabela 2 - Lista de espécies do córrego do Beija-Flor e represa do Beija-Flor, Estação Ecológica de Jataí, incluindo o código das espécies, o número total de indivíduos analisados (N) e o número de registro das espécies em coleção científica.

Espécies	Código	N	Número de Registro
Ordem Characiformes			
Família Anostomidae			
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	(Lfri)	7	17492
<i>Leporinus striatus</i> Kner, 1858	(Lstr)	3	17543
Família Serrasalminidae			
<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1858)	(Mmac)	32	17505
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1958	(Smac)	10	17509
Família Characidae			
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	(Snot)	57	17504
<i>Astyanax lacustris</i> Garutti e Britski, 2000	(Aalt)	38	17510
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	(Hequ)	15	17525
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911	(Hmar)	107	17502
<i>Piabina argentea</i> Reinhart, 1867	(Parg)	17	17511
Família Crenuchidae			
<i>Characidium lagsantense</i> Travassos, 1947	(Clag)	52	17500
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	(Czeb)	18	17526
Família Curimatidae			
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)	(Cmod)	7	Não registrado
Família Erythrinidae			
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	(Hmal)	4	17534
Família Prochilodontidae			
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1837)	(Plin)	3	18157
Ordem Siluriformes			

Família Callichthyidae

Megalechis personata (Ranzani, 1841) (Mper) 4 17523

Família Pimelodidae

Pimelodus maculatus (Lacepède, 1803) (Pmac) 4 Não registrado

O gráfico gerado pela análise de componentes principais (ACP) indicou vários vetores que demonstram, pelo seu comprimento, a importância dos índices ecomorfológicos da ictiofauna do córrego e represa do Beija-Flor (Figura 6). Os índices mais importantes foram IC, AR, ARO, ARA, ARC, ARD, ARPt, ARPv, AIRPd, AIRCb, RAPt, RAC, RAA e RAPv, os índices de menor importância foram IP, CRC, ID, CRPt, ICPC, CRPC, AIRBo, LRPd, LRCb e LRBo.

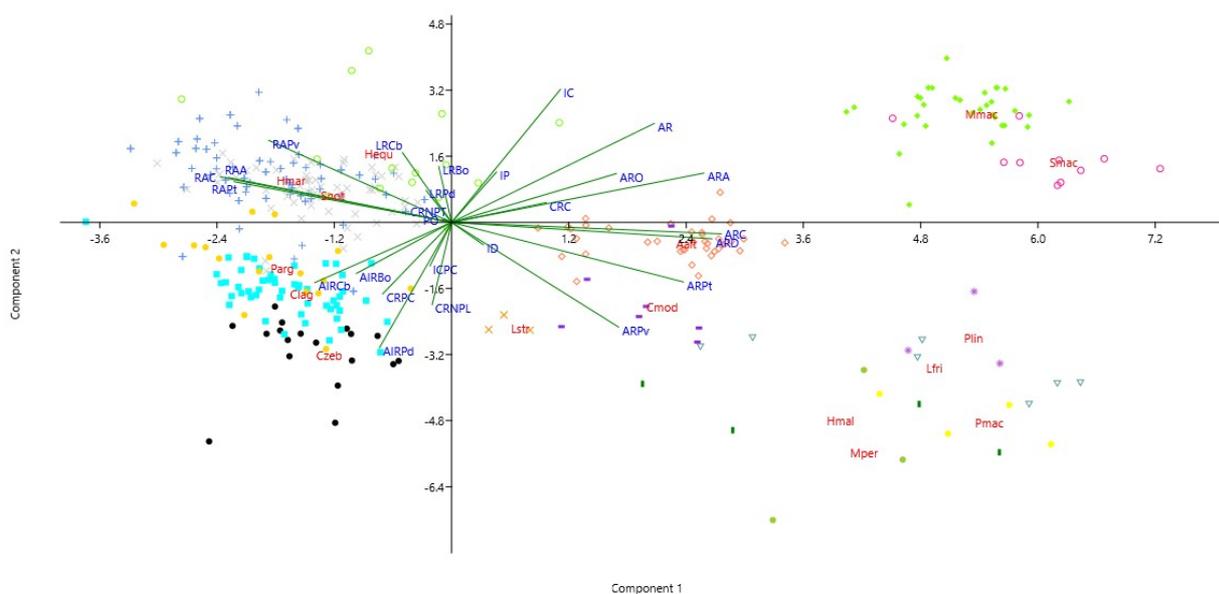


Figura 6 - Projeção dos dois primeiros componentes principais, baseada em 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP.

A ACP produziu os eixos F1 com 28,69% de explicabilidade e F2 com 14,5%, gerando, assim, nos dois primeiros eixos 43,19% de explicabilidade. Contudo, a explicabilidade dessa ACP não é suficiente para representar com garantia a distribuição dos peixes estudados, mas mostra a existência de agrupamento destes organismos. Desta forma, foi realizada uma análise de discriminantes.

O gráfico produzido pela análise de discriminantes aponta os grupos formados pelas espécies presentes na represa e córrego do Beija-Flor. Entre eles, dois grupos principais: os de hábito nectônicos e os nectobentônicos (Figura 7).

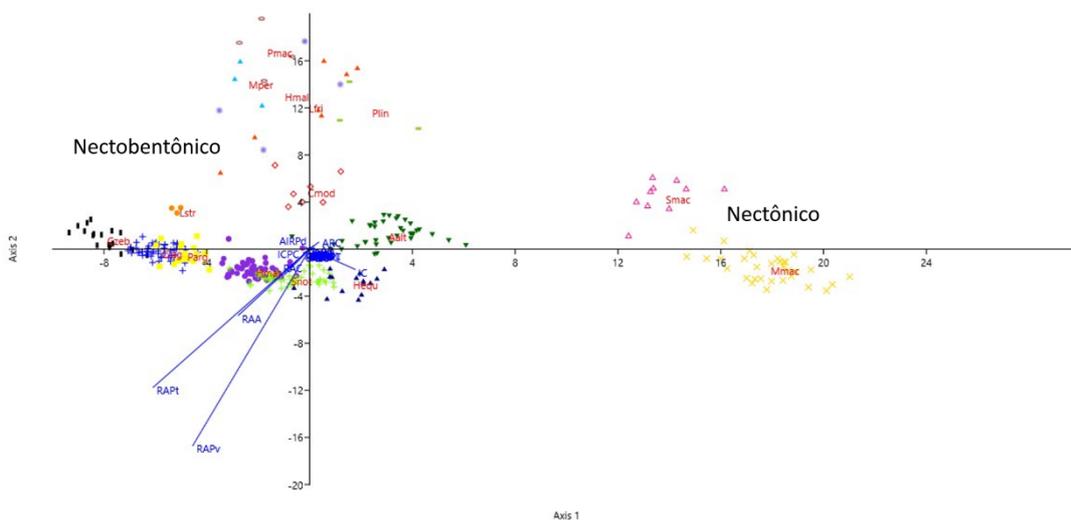


Figura 7 - Representação gráfica da análise de discriminantes aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies pertencentes à Estação Ecológica de Jataí, SP, mostrando a formação de dois grupos, nectônicos e nectobentônicos.

Os atributos ecomorfológicos mais importantes foram RAPv, RAPt e RAA. No eixo 1, Pmac, Mper, Hmal, Lfri, Plin, Cmod, Lstr, Czeb, Aalt e Smac apresentaram valores positivos e Snot, Hequ, Mmac, Hmac, Parg e Clag valores negativos. No eixo 2, Mmac, Smac, Aalt, Plin, Hequ, Cmod e Lfri apresentaram valores positivos e Hmal, Snot, Pmac, Hmac, Mper, Lstr, Parg, Clag e Czeb valores negativos. O gráfico mostra que a razão-aspecto da nadadeira pélvica, razão-aspecto da nadadeira peitoral e razão-aspecto da nadadeira anal separaram as espécies.

Alguns grupos ecomorfológicos ficaram bem separados no espaço ecomorfológico como Smac, Mmac, Lstr Aalt e Cmod. Os demais grupos apresentaram interseção como Hequ e Snot; Snot e Hmar; Snot e Parg; Parg e Clag; Clag e Czeb; Hmal e Mper; Hmal e Lfri; Hmal e Pmac; Mper e Pmac; Lfri e Plin.

Ainda é possível observar entre os nectobentônicos a formação de três subgrupos, chamados de nectobentônicos A, B e C (Figura8). O subgrupo nectobentônico A foi um pouco mais bentônico, o subgrupo nectobentônico B, um pouco mais intermediário entre

bentônicos e nectônicos e mostrou uma tendência de corpo mais fusiforme, enquanto o subgrupo nectobentônico C foi um pouco mais nectônico.

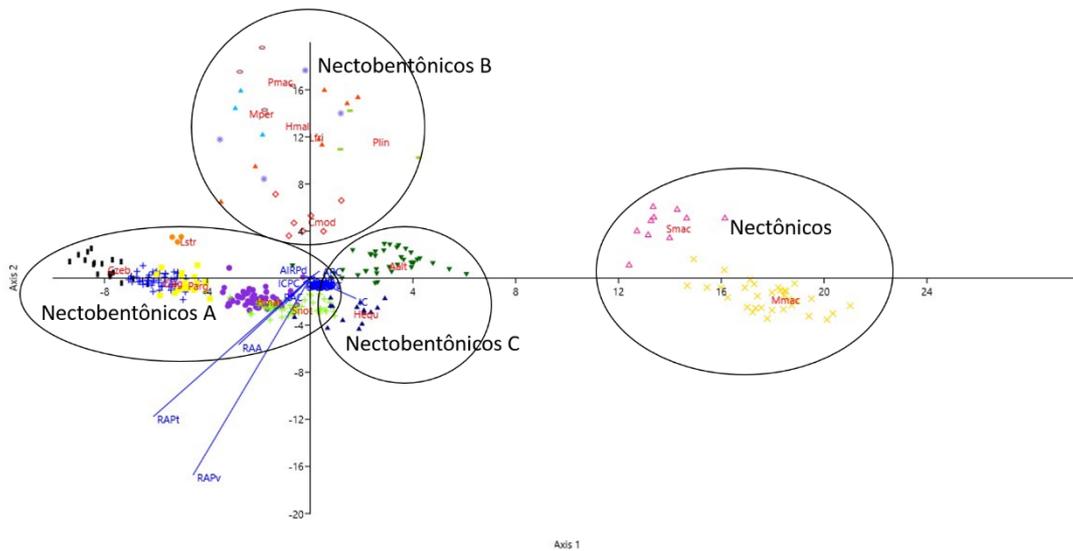


Figura 8 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies pertencentes à Estação Ecológica de Jataí, SP, mostrando a formação de três subgrupos, nectobentônicos A, B e C.

Foi realizada uma análise de variância unifatorial (ANOVA) sobre os escores dos eixos da análise de discriminantes, retidos para a interpretação, para as espécies da Estação Ecológica de Jataí. O resultado mostrou a existência de diferença significativa em nível de $\alpha = 0,05$ entre os grupos ecomorfológicos avaliados (a hipótese nula foi rejeitada). Assim, estabeleceram-se, a partir das morfologias das espécies, quais são mais semelhantes e menos semelhantes.

A segunda análise de discriminantes foi realizada, retirando-se os atributos mais importantes encontrados na primeira análise de discriminantes, que foram RAPt, RAPv e RAA e, assim, observar quais outros atributos apresentam uma importância secundária. O resultado mostrou que os atributos ecomorfológicos RAC e IC foram importantes (Figura 9). No eixo 1, Pmac, Mper, Hmal, Lfri, Plin, Cmod, Lstr, Czeb, Aalt e Smac apresentaram valores positivos e Snot, Hequ, Mmac, Hmac, Parg e Clag valores negativos. No eixo 2, Mmac, Smac, Aalt, Plin, Hequ, Cmod e Lfri apresentaram valores positivos e Hmal, Snot, Pmac, Hmac, Mper, Lstr, Parg, Clag e Czeb valores negativos. O gráfico mostra que a razão-

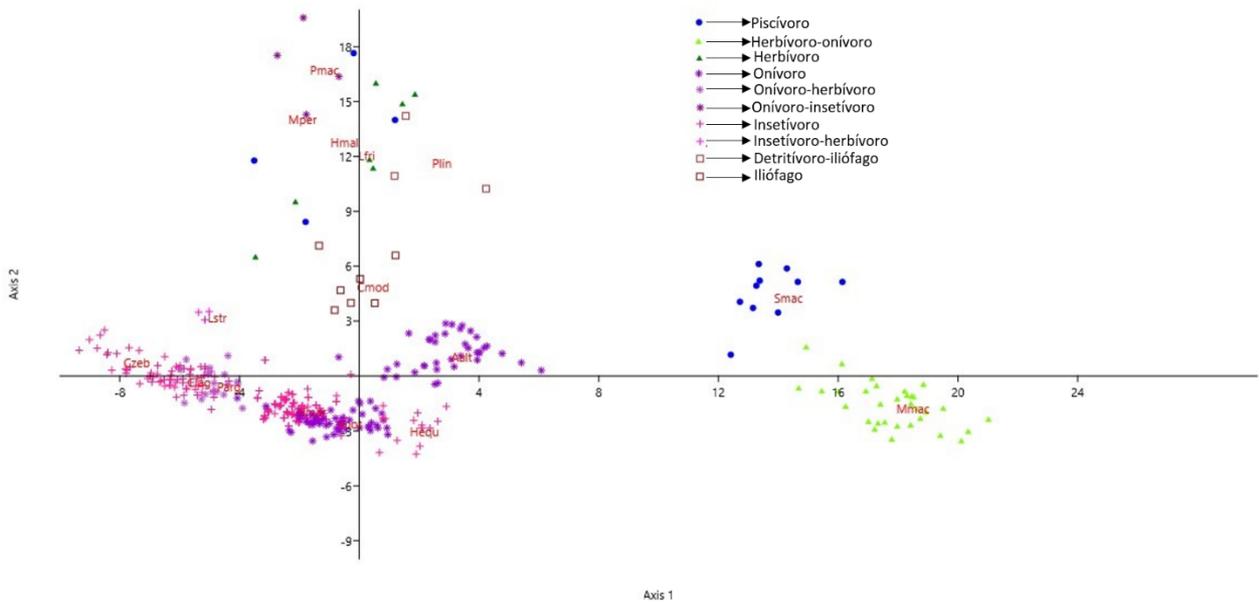


Figura 10 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes aplicada para 26 índices ecomorfológicos e guildas tróficas das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP.

O gráfico gerado pela análise de discriminantes relacionou os 26 índices ecomorfológicos e distribuição entre o córrego (lótico) e represa (semilêntico) do Beija-Flor das espécies da Estação Ecológica de Jataí (Figura 11). Tal gráfico mostrou que a formação dos grupos dos nectônicos e nectobentônicos e dos subgrupos nectobentônicos A, B e C sofreram uma influência da velocidade da água. Observa-se que os nectônicos estão majoritariamente na represa e que o grupo dos nectobentônicos habita tanto o córrego, quanto a represa.

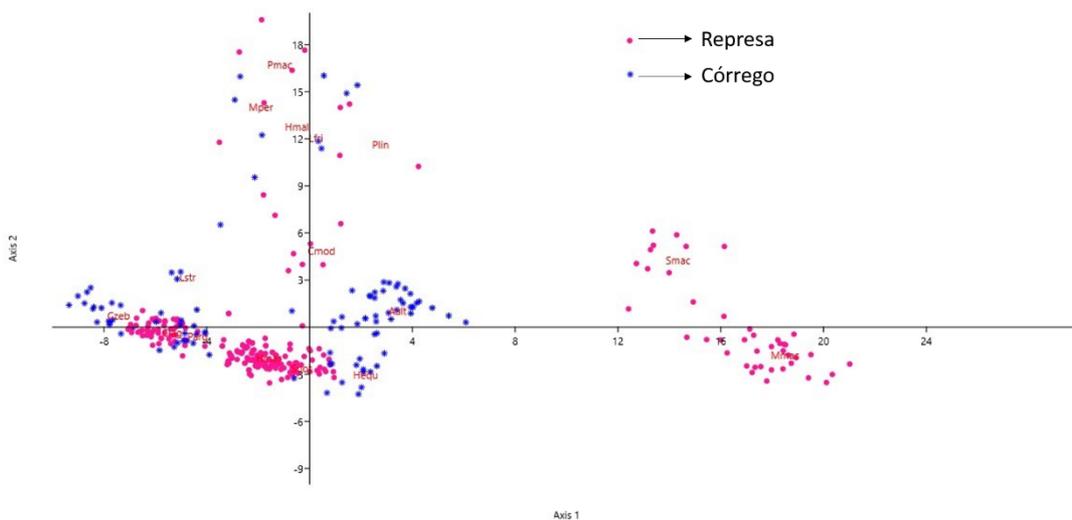


Figura 11 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes aplicada para 26 índices ecomorfológicos e distribuição entre o córrego e represa do Beija-Flor das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP.

Os atributos ecomorfológicos mais significantes para ordenar as espécies no espaço ecomorfológico relacionaram-se à capacidade de locomoção como razão-aspecto da nadadeira peitoral, razão aspecto da nadadeira pélvica, razão-aspecto da nadadeira anal, razão-aspecto da nadadeira caudal e índice de compressão.

Analisando os gráficos da ictiofauna da Estação Ecológica de Jataí, observou-se que a distribuição das espécies no espaço ecomorfológico formaram grupos com espécies nectônicas com corpos mais comprimidos e com espécies nectobentônicas com corpos mais deprimidos. O grupo dos nectobentônicos foi dividido em três subgrupos. Nectobentônicos A, composto por *C. zebra*, *C. lagsantense*, *P. argentea*, *L. striatus*, *S. notomelas* e *H. marginatus*, pois dentre os nectobentônicos apresentaram o corpo mais deprimido (achatamento dorso-ventral). Nectobentônicos B, composto por *P. maculatus*, *M. personata*, *H. malabaricus*, *L. friderici*, *P. lineatus* e *C. modestus*, porque apresentaram um corpo mais fusiforme do que os demais nectobentônicos. E, por fim, Nectobentônicos C, formado por *A. lacustris* e *H. eques* com um corpo mais comprimido (achatado lateralmente e alto dorso-ventralmente) que os outros indivíduos nectobentônicos.

Serrasalmus maculatus e *M. maculatus* pertencem à família *Serrasalminidae* e se encontram em um extremo do espaço ecomorfológico, mostraram altos valores no índice de compressão. Ou seja, tais espécies possuem compressão lateral e ocupam locais, onde a

velocidade da água é baixa (Gatz, 1979; Watson e Balon, 1984; Winemiller, 1991). Ainda, o formato do corpo destas espécies permite a estabilidade na coluna da água e a realização de manobras mais precisas (Winemiller, 1991). A maioria dos exemplares de *S. maculatus* utilizados para o estudo ecomorfológico foi capturada no ponto 3 (represa do Beija-Flor) como também todos os exemplares de *M. maculatus*. O corpo comprimido (achatado lateralmente e alto dorso-ventralmente) confere a estas espécies melhor desempenho em ambiente com águas mais calmas como encontrado na represa do Beija-Flor. A manobrabilidade é importante para estas espécies nadarem em meio às macrófitas aquáticas encontradas em abundância na represa.

Serrasalmus maculatus e *M. maculatus* apresentaram altos valores para área relativa da nadadeira caudal o que confere maior capacidade em produzir acelerações rápidas (Watson e Balon, 1984). Quanto à razão-aspecto da nadadeira caudal, maiores valores são encontrados em nadadores ativos e contínuos (Watson e Balon, 1984), tais espécies mostraram baixos valores. *Serrasalmus maculatus* e *M. maculatus* ainda apresentaram baixos valores para razão-aspecto da peitoral, razão-aspecto da nadadeira pélvica e razão-aspecto da nadadeira anal. Valores altos destes índices são encontrados em peixes que nadam continuamente e pelágicos, portanto os baixos valores apresentados pelas espécies reforçam o melhor desempenho da espécie para *habitat* com baixa velocidade de correnteza e mais estruturado, como ocorre na represa do Beija-Flor. Ainda é possível observar, pelas análises estatísticas, que estas duas espécies mostraram valores significativos para área relativa da nadadeira anal, que implica maior manobrabilidade e estabilização do movimento (Breda, 2005 *apud* Oliveira *et al.*, 2010). *Metynnismaculatus* foi capturado principalmente na região litorânea da represa, em meio às macrófitas aquáticas, e as características morfológicas da espécie refletem tal *habitat*. Carmo (2013) encontrou em uma espécie de mesmo gênero, *Metynnis argenteus*, as mesmas características morfológicas (corpo comprimido e maior área da nadadeira anal). Oliveira (2005) também encontrou em uma espécie de mesmo gênero, *Serrasalmus marginatus*, corpo comprimido e nadadeira anal desenvolvida, que permitiu à espécie melhor desempenho em ambientes com água de menor velocidade e em meio às macrófitas aquáticas. *Serrasalmus maculatus* e *M. maculatus* são nectônicos de acordo com os resultados das análises ecomorfológicas, o que foi reforçado pelo hábito alimentar.

Serrasalmus maculatus obteve uma alimentação piscívora já que o item alimentar mais importante foi peixe (Luiz, 2014). Assim, *Serrasalmus maculatus* têm a função de contribuir para o controle da população dos peixes do qual se alimentam, principalmente da represa do Beija-Flor. Os indivíduos de *Metynnismaculatus* mostraram uma alimentação

herbívoros com tendência a onivoria, uma vez que o principal item alimentar foram algas filamentosas, seguida de *Trichoptera* com menor importância alimentar (Luiz, 2014). Portanto, observou-se que *Metynnis maculatus* possui fundamentalmente a função de cooperar para o controle da população de algas filamentosas da represa do Beija-Flor. Ainda com menor importância, contribui para o controle da população de *Trichoptera* da represa. *Serrasalmus maculatus* mostrou valores para área relativa da nadadeira caudal um pouco maior que *M. maculatus*. Isso pode ser reflexo da tática alimentar, pois tal característica morfológica proporciona um incremento no potencial de arranque que pode contribuir para o sucesso da captura de alimento por emboscada.

Characidium zebra, *C. lagsantense*, *P. argentea*, *L. striatus*, *S. notomelas* e *H. marginatus* estão em outro extremo do espaço ecomorfológico e foram chamados de nectobentônicos A. Apresentaram altos valores razão-aspecto da nadadeira peitoral, que confere uma nadadeira mais longa e estreita encontrada em espécies que nadam continuamente (Watson e Balon, 1984). Para razão-aspecto da nadadeira anal, reflete melhor capacidade de realizar movimentos progressivos e retrógrados mais rapidamente (Breda, 2005 *apud* Oliveira *et al.* 2010). Ainda apresentaram valores significativos para razão-aspecto da nadadeira pélvica comuns em peixes pelágicos, conferindo alta capacidade de equilíbrio (Harris, 1937 *apud* Gatz, 1979) e para razão-aspecto da nadadeira caudal encontrado em nadadores ativos e contínuos (Watson e Balon, 1984). O índice de compressão encontrado em peixes que ocupam *habitat* com baixa velocidade (Gatz, 1979; Watson e Balon, 1984; Winemiller, 1991) foi baixo para *C. zebra*, *C. lagsantense*, *P. argentea* e *L. striatus*. Ou seja, os nectobentônicos A apresentam o corpo mais deprimido, peixes com este tipo de corpo vivem preferencialmente em locais próximos ao substrato (Gatz, 1979).

Todos os indivíduos de *C. zebra*, *P. argentea* e *L. striatus* foram coletados no córrego do Beija-Flor e estas características, acima referidas, dão-lhes melhor habilidade para ocupar locais com correnteza. Mas, todos os exemplares de *C. lagsantense* e a maioria dos exemplares *S. notomelas* e *H. marginatus* foram coletados na represa do Beija-Flor e, portanto, era esperado que as características morfológicas destas espécies fossem de ambiente de águas mais paradas. Contudo, não houve tal separação nos gráficos analisados. Entretanto, quando analisados separadamente, os indivíduos de *C. zebra* e *C. lagsantense*, observaram-se características morfológicas de peixes que ocupam águas com correnteza. Em *C. zebrae* observaram-se características morfológicas de peixes que vivem em águas com baixa velocidade, enquanto que em *C. lagsantense* será discutido no item 4.2. Portanto, não houve a separação dos indivíduos de *habitat* lóticos e lênticos, pois foram utilizadas análises

estatísticas, incluindo todas as espécies da ictiofauna. Tais espécies apresentaram diferenças mais sutis nas características no formato do corpo e, muitas vezes, quando toda a ictiofauna é inserida na análise, estas características não segregam os indivíduos. Em decorrência, é necessária uma nova análise com menos espécies inseridas. Outro fator que contribuiu para a distribuição destes indivíduos foi a alimentação; esse subgrupo de espécies mostrou marcadamente o hábito alimentar insetívoro e onívoro.

Piabina argentea foi considerada uma espécie nectônica (Ferreira, 2007) e possivelmente forrageia, principalmente junto ao substrato (Leal, 2009). A espécie foi classificada como onívora com tendência à herbivoria e, apesar do item alimentar mais importante ser semente, seguido de *Ephemeroptera* com menor importância, a espécie consumiu diversos itens alimentares como larva de *Trichoptera*, larva de *Empididae*, larva de *Chironomidae*, larva de *Ceratopogonidae* e pupa de *Diptera* (Luiz, 2014), que são bentônicos, demonstrando que a espécie também busca alimento na região bentônica. Neste estudo, ela foi considerada nectobentônica com base na ecomorfologia, reforçado pelo hábito alimentar. Ainda foi possível verificar que *Piabina argentea* possui principalmente a função de colaborar para o controle da população de planta através das sementes consumidas no córrego do Beija-Flor. Também mostrou, com menor importância, a função de controlar a população de *Ephemeroptera* do córrego.

Leporinus striatus foi considerada nectobentônica neste estudo, com base na ecomorfologia e reforçado pelo hábito alimentar, cujo principal item é a larva de *Trichoptera* (Luiz, 2014), um organismo bentônico. O estudo alimentar classificou a espécie como insetívoro-herbívora, baseado na análise de 6 indivíduos (Luiz, 2014). Assim, não há dados suficientes para afirmar com mais precisão sua função no ambiente, mas mostra uma tendência de contribuir para o controle da população de *Trichoptera* no córrego do Beija-Flor. Foram coletados somente 3 indivíduos de *Leporinus striatus* para o estudo ecomorfológico e, é necessário amostrar mais indivíduos para afirmar o hábito nectobentônico.

Serrapinnus notomelas foi considerada onívora no estudo alimentar, pois o consumo de alga filamentosa e *Trichoptera* foi importante (Luiz, 2014). Além de *Trichoptera*, a espécie ingeriu outros organismos bentônicos, demonstrando que a espécie utiliza o ambiente bentônico para se alimentar. *Serrapinnus notomelas* tem como função, sobretudo na represa do Beija-Flor, contribuir para o controle das populações de alga filamentosa e *Trichoptera*. A espécie foi considerada nectobentônica, no ambiente estudado, baseado na distribuição do espaço ecomorfológico e reforçado pelo hábito alimentar.

Hemigrammus marginatus mostrou-se insetívora, cujos itens alimentares mais importantes foram *Formicidae*, *Ephemeroptera* e larva de *Trichoptera* (Luiz, 2014). O hábito alimentar mostra que a espécie frequenta o ambiente bentônico em busca de alimento. *Hemigrammus marginatus* possui a função, principalmente na represa do Beija-Flor, de ajudar no controle das populações de *Ephemeroptera* e de *Trichoptera*. A espécie foi considerada nectobentônica de acordo com a análise ecomorfológica e reforçado pela alimentação da espécie.

Characidium zebrae e *C. lagosantense* também foram consideradas nectobentônicas, e serão abordadas com mais ênfase no item 4.2.

Pimelodus maculatus, *M. personata*, *H. malabaricus*, *L. friderici*, *P. lineatus* e *C. modestus* estão no extremo superior do eixo 1, na primeira análise de discriminantes. Estão no extremo inferior do eixo 1, na segunda análise de discriminantes, e classificaram-se como nectobentônicos B. Mostraram baixos valores para razão-aspecto da nadadeira pélvica que confere a utilização desta nadadeira para frenagem ou auxiliar o movimento de progressão (Harris, 1937 *apud* Gatz, 1979). Foram baixos valores para razão-aspecto da nadadeira peitoral que indica nadadeira peitoral mais larga e arredondada, encontrada em peixes que vivem próximo ao substrato (Breda *et al.*, 2005). Baixos valores para o índice de compressão e para a razão-aspecto da nadadeira caudal. Ainda apresentaram valores maiores para área relativa da nadadeira caudal, indicando nadadeira com capacidade de produzir acelerações rápidas, típico de natação de muitos peixes bentônicos (Watson e Balon, 1984). Tais características conferem a estas espécies um bom desempenho em ambientes bentônicos, ou seja, que vivem próximo ao substrato. Além do mais, tais espécies possuem a tendência do corpo mais fusiforme o que lhes permite explorar recursos ao longo da coluna d'água. Todas as espécies deste subgrupo foram representadas por menos de 10 espécimes para análise ecomorfológica. Portanto, estes dados mostram uma tendência, sendo necessária uma nova coleta com mais indivíduos para confirmação.

Oliveira (2005) observou em *P. maculatus* um tronco mais fusiforme. O estudo alimentar da espécie revelou a presença de peixe no conteúdo estomacal, porém foi possível analisar somente dois estômagos (Luiz, 2014). Fernandes (2010), em um estudo realizado na represa do Beija-Flor observou um consumo de sedimento, odonata, insetos e diversos organismos bentônicos. *Pimelodus maculatus* mostrou características ecomorfológicas de peixes fusiformes e que vivem próximo ao substrato, o que é refletido no hábito alimentar com diversos organismos bentônicos, além de sedimento.

Megalechis personata localiza-se no espaço ecomorfológico com as espécies de corpo mais fusiforme e características de peixes que vivem próximo ao substrato. Não foi possível comparar com a alimentação da espécie e verificar a função de *Megalechis personata*, uma vez que não foi realizado estudo alimentar.

Hoplias malabaricus foi considerada uma espécie de meia-água (Casattiet al., 2001), como também epibentônica (Mazzoni et al., 2010), que captura presas por emboscada. Ainda, por possuir coloração críptica, muitas vezes confunde-se com as raízes da vegetação marginal, que aparentemente constitui o micro-*habitat* preferencial destas espécies (Casatti et al., 2001). Stefani (2010) observou através do espaço ecomorfológico um corpo mais fusiforme. O estudo alimentar da espécie revelou um hábito alimentar piscívoro, porém somente quatro indivíduos tinham conteúdo alimentar (Luiz, 2014). Fernandes (2010), em um estudo realizado na represa do Beija-Flor, onde doze exemplares de *H. malabaricus* foram analisados, foram encontrados principalmente peixes e insetos no conteúdo estomacal, ainda alguns itens eram bentônicos. *Hoplias malabaricus* possui como principal função, sobretudo na represa do Beija-Flor, de contribuir para o controle da população dos peixes ingeridos, como *Oligosarcus pintoii* e *Astyanax*. Neste estudo, *H. malabaricus* está localizado no espaço ecomorfológico, junto aos peixes de corpo fusiforme e que frequentam o *habitat* bentônico.

O estudo alimentar de *Cyphocharax modestus* mostrou ser o principal item alimentar o *Trichoptera*, seguido de sedimento, porém foram analisados somente quatro estômagos e não foi possível classificar o hábito alimentar da espécie (Luiz, 2014). Oliveira (2011) classificou a espécie, através de espécimes coletados na represa do Beija-Flor, como iliófaga, pois o principal item alimentar foi sedimento, acompanhado de matéria orgânica. *Cyphocharax modestus* mostra como função na mesma represa, contribuir com a entrada de energia da matéria orgânica presente no sedimento para a cadeia alimentar. *Cyphocharax modestus* ocorreu junto com as espécies de corpo mais fusiforme e características morfológicas de espécies que vivem próximo ao substrato, o que corrobora o estudo alimentar da espécie que obteve sedimento e *Trichoptera*. Porém, foi a espécie que mais se distanciou do restante do subgrupo no espaço ecomorfológico, por possuir o corpo levemente mais alto e estreito.

Prochilodus lineatus explora o ambiente de fundo, constituído por uma camada de sedimento (Gneri e Angelescu, 1951). A dieta alimentar revelou um hábito detritívoro, mas somente quatro indivíduos foram analisados (Luiz, 2014). Oliveira (2011), em um estudo realizado na represa do Beija-Flor verificou que a espécie é detritívoro-iliófaga pelo alto consumo de substrato com detrito. *Prochilodus lineatus* possui a função, nesta represa, de colaborar com a entrada da energia contida na matéria orgânica presente no sedimento para a

cadeia alimentar. Oliveira (2005) observou através de uma análise ecomorfológica que a espécie possui corpo mais fusiforme. A espécie se encontra no espaço ecomorfológico junto aos peixes de corpo mais fusiforme e que exploram o *habitat* bentônico, possuem características morfológicas de peixes que vivem próximo ao substrato, o que é reforçado pela alimentação da espécie, pois foi encontrado um conteúdo estomacal rico em sedimento.

Leporinus friderici foi considerada uma espécie com tendência à fusiformidade do corpo (Oliveira, 2005). O estudo alimentar da espécie revelou um hábito alimentar herbívoro, com predomínio do consumo de macrófitas aquáticas, porém ainda foram presentes com menor importância larva de *Trichoptera* e semente (Luiz, 2014). Oliveira (2011), em um estudo realizado na represa do Beija-Flor, classificou a espécie como onívora com tendência à herbivoria, devido à importância de vegetais e insetos na alimentação. *Leporinus friderici* tem como principal função, tanto no córrego, quanto na represa do Beija-Flor, de ajudar no controle da população de macrófitas aquáticas. Ainda, com menor importância, colabora para o controle da população de vegetais, através das sementes consumidas e da população *Trichoptera*. A espécie ocorreu no espaço ecomorfológico junto a espécies de corpo fusiforme com características morfológicas de espécies que frequentam o ambiente bentônico. Tal fato corrobora os estudos alimentares da espécie no córrego e represa do Beija-Flor, pois a espécie explora itens alimentares de origem bentônica.

As espécies *Astyanax lacustris*, *Hyphessobrycon eques* estão próximas à origem dos eixos na primeira e segunda análise de discriminantes e foram chamadas de nectobentônicos. *C. Hyphessobrycon eques* obteve valores um pouco maiores para o índice de compressão, indicando compressão lateral típico de peixes que ocupam *habitat* com baixa velocidade da água (Gatz, 1979; Watson e Balon, 1984; Winimiller, 1991) e um pouco maiores para área relativa da caudal. *Astyanax lacustris* mostrou valores um pouco maiores para área relativa da nadadeira caudal, e indica melhor capacidade de produzir acelerações rápidas (Watson e Balon, 1984) e um pouco maiores para o índice de compressão.

Astyanax lacustris foi considerada onívora no estudo alimentar, pois itens alimentares de origem animal (larva de *Trichoptera*) e vegetal (semente) foram importantes no índice alimentar (Luiz, 2014). O ambiente bentônico foi importante para sua alimentação, uma vez que, *Trichoptera* é um macroinvertebrado bentônico. *Astyanax lacustris* possui a função, sobretudo no córrego do Beija-Flor, de colaborar para o controle da população de *Trichoptera* e da população de vegetais por meio das sementes ingeridas, ainda pode dispersar tais sementes, se não forem digeridas e expelidas inteiras. Neste estudo, foram considerados nectobentônicos. Segundo Castattiet al. (2001), a espécie apresenta o corpo geralmente alto e

comprimido. Talvez por este motivo *Astyanax lacustris* mostrou uma leve segregação do restante dos subgrupos das espécies nectobentônicas A e B, por ter o corpo um pouco mais alto, ficou mais próximo das espécies nectônicas.

Hyphessobrycon eques foi classificada como insetívora, pois o item alimentar mais importante foi larva de *Trichoptera*, seguido de semente (Luiz, 2014). *Trichoptera* é um macroinvertebrado bentônico, isso mostra que para esta espécie o ambiente bentônico foi muito importante para sua alimentação. *Hyphessobrycon eques* mostra como principal função, no córrego do Beija-Flor, contribuir para o controle da população de *Trichoptera*. Com menor importância, colaborou para o controle da população de vegetais através das sementes ingeridas, podendo atuar como dispersor destas sementes, se eliminadas inteiras, após o processo digestivo. A espécie foi considerada nectobentônica no ambiente estudado, reforçado pelo hábito alimentar. *Hyphessobrycon eques* ficou mais próximo das espécies nectônicas, quando comparado com o restante das nectobentônicas A e B, por apresentar o corpo com compressão lateral e mais alto. Provavelmente, a espécie habita áreas onde água tem menor velocidade no córrego do Beija-Flor.

As espécies nectônicas (*S. maculatus* e *M. maculatus*) mostraram uma maior densidade na represa do Beija-Flor, que proporciona *habitat* mais lânticos do que no córrego. Algumas espécies nectobentônicas também obtiveram maior densidade na represa, tais como *C. lagosantense*, *H. marginatus*, *S. notomelas*, *P. maculatus*, *C. modestus*, *P. lineatus* e *H. malabaricus*. Por outro lado, outras espécies nectobentônicas tiveram maior densidade no córrego como *C. zebra*, *A. lacustris*, *L. striatus*, *L. friderici*, *P. argentea*, *H. eques* e *M. personata*.

As espécies nectônicas mostraram uma separação marcante do restante das espécies em resposta às diferenciações morfológicas relacionadas, principalmente, pelo formato do corpo (mais alto e estreito) e pelas nadadeiras, que reflete o modo de locomoção. O formato mais alto e estreito do corpo oferece mais resistência em um ambiente com correnteza, exigindo da espécie maior gasto de energia com a natação. Segundo Alexander (1974), a evolução através da seleção natural pode oferecer adaptações aos indivíduos que resultam em uma pequena economia de energia. Portanto, as espécies nectônicas preferiram o *habitat* mais lântico, pois há uma economia no gasto de energia para natação e forrageamento que pode ser investido em outras atividades, como a reprodução, por exemplo. A forma do corpo interfere no desempenho ecológico da espécie, uma vez que a física do movimento através do meio

fluido influencia o formato do corpo. Assim, a variação na forma do corpo se correlaciona com a variação no comportamento natatório e repartição de espaço dentro de *habitat* aquáticos (Winemiller, 1992). Ainda outro fator a contribuir para a distribuição das espécies foi a alimentação. *S. maculatus* e *M. maculatus* mostraram um hábito alimentar piscívoro e herbívoro-onívoro, respectivamente, e isso também contribuiu para a separação das espécies nectônicas.

Os peixes nectobentônicos, com exceção de *H. eques* e *A. lacustris* mostraram um corpo mais fusiforme, e tal formato diminui a resistência da correnteza da água, demandando menos energia para natação. *H. eques* mostrou um formato de corpo intermediário entre os corpos comprimidos e fusiformes. Isso deve ser um reflexo do ambiente que ele vive, pois o mesmo esteve presente somente no córrego, onde há mais correnteza, fazendo com que o formato do seu corpo seja diferente de *S. maculatus* e *M. maculatus* (presentes com maior densidade na represa). Por ser uma espécie lântica, deve habitar os locais de remanso do córrego, o que o diferencia das espécies com corpo fusiforme. *Astyanaxlacustris* também mostrou um formato de corpo intermediário entre as espécies de corpo comprimido e fusiforme, também deve habitar locais no córrego do Beija-Flor onde a velocidade da água é menor. Breda (2005) *apud* Breda *et al.* (2005) observou em exemplares de *Astyanaxlacustris* um corpo mais baixo em ambientes lóticos do que em exemplares de ambientes lânticos da planície alagável do alto rio Paraná. O hábito alimentar de *H. eques* e *A. lacustris* também colaborou para se aproximarem do subgrupo nectobentônico A de insetívoros e onívoros, uma vez que *H. eques* é insetívoro e *A. lacustris* é onívoro.

Pimelodus maculatus, *M. personata*, *H. malabaricus*, *L. friderici*, *P. lineatus* e *C. modestus* são as espécies nectobentônicas B, com formato de corpo mais fusiforme no ambiente estudado. Segundo Webb (1984), o corpo fusiforme possui o tronco com altura máxima localizada na parte anterior do corpo, o pedúnculo caudal baixo e a nadadeira caudal alta, características que amenizam as forças de oposição ao movimento. Portanto, em teoria, o corpo fusiforme é ideal para locomoção à alta velocidade e é a forma de excelentes nadadores migradores. Como ocorre com *P. maculatus* e *P. lineatus*, que são espécies migradoras, por isso possuem o corpo fusiforme. Assim, economizam energia durante a natação, porém utilizam o *habitat* bentônico para se alimentarem e, portanto, também possuem características corporais de espécies que vivem próximo ao substrato. *Hoplias malabaricus*, apesar de possuir o corpo fusiforme, vive em ambiente lântico. Esse subgrupo de nectobentônicos, com corpo mais fusiforme, separou-se do outro subgrupo de nectobentônicos A por ser um pouco mais nectônicos. Isso se deve pelas características

ecomorfológicas, pois o corpo mais fusiforme é mais encontrado em peixes nectônicos. Também, pelo hábito alimentar, pois o corpo mais fusiforme permite explorar recursos ao longo da coluna da água (refletido em hábitos alimentares mais variados que os nectobentônicos A e C). *Pimelodus maculatus*, *H. malabaricus*, *L. friderici*, *P. lineatus* e *C. modestus* mostraram um hábito alimentar onívoro-insetívoro, piscívoro, herbívoro, detritívoro-ilófago e iliófago, respectivamente, mostrando assim um hábito de alimentação mais diverso que os nectobentônicos A e C, marcadamente insetívoro e onívoro.

Cyphocarax modestus ficou mais próximo à origem dos eixos que ordenam o espaço ecomorfológico e mais se distanciou do restante do subgrupo. Provavelmente, em resposta ao formato corporal, levemente mais alto e comprimido e, também, pelo hábito alimentar, pois os iliófagos e detritívoro-iliófagos mostraram uma leve segregação do restante do subgrupo dos nectobentônicos B. *Cyphocarax modestus* teve maior densidade na represa e isso pode explicar o corpo mais alto e comprimido, pois provavelmente vive em uma localidade da represa, onde as águas têm menor velocidade.

Characidium zebra, *C. lagsantense*, *P. argentea*, *L. striatus*, *S. notomelas* e *H. marginatus* se mostraram nectobentônicas no ambiente estudado, compondo o subgrupo dos nectobentônicos A. Peixes de corpo deprimido habitam preferencialmente regiões próximas ao sedimento. Nesses indivíduos, a porção delimitada entre uma linha longitudinal que liga as extremidades anterior e posterior até a superfície ventral do corpo é achatada dorso-ventralmente, permitindo-lhes melhor desempenho na locomoção sobre o substrato (Gatz, 1979). Isso se refletiu na alimentação deste subgrupo, pois os itens alimentares foram compostos, em sua maioria, por itens bentônicos e que obtiveram importância no índice alimentar. O subgrupo formado pelo nectobentônicos A mostrou-se onívoro e insetívoro bem marcado.

Serrapinus notomelas e *H. marginatus* foram as duas espécies que mais se distanciaram dos nectobentônicos A, estando mais próximas à origem dos eixos que ordenam o espaço ecomorfológico. Isso deve ao formato destas duas espécies, levemente mais alto e comprimido que o restante dos nectobentônicos A. *Serrapinus notomelas* e *H. marginatus* obtiveram maior densidade na represa, explicável pelo corpo mais alto e comprimido, por viverem em águas com menor velocidade. Outro fator que contribuiu para a distribuição dos pontos e interferiu no agrupamento foi alimentação, pois *S. notomelas* e *H. marginatus* tiveram um hábito onívoro e insetívoro, respectivamente.

A represa do Beija-Flor permitiu a presença de peixes nectônicos e nectobentônicos. Segundo Winemiller (1991), em locais de água parada, há maior volume e heterogeneidade de

habitat criado pela variada e densa vegetação aquática, promovendo maior oportunidade de compartilhamento de micro-*habitat*, assim permite a coexistência e grande variedade de formato de corpo, quando comparado com peixes de pequenos riachos.

Apesar de a alimentação contribuir para a distribuição dos pontos, pois dentre os índices ecomorfológicos havia índices ligados à alimentação, os principais índices ecomorfológicos que influenciaram na segregação dos grupos foram as nadadeiras, seguidos da altura e largura do corpo (tronco). As nadadeiras e o tronco têm uma relação forte com a velocidade da água. Segundo Breda *et al.* (2005), o tronco e as nadadeiras são aspectos morfofuncionais que permitem inferir aspectos ecológicos das espécies, pois a capacidade de natação dos peixes intervém no modo de vida das espécies. Neste estudo, as nadadeiras e tronco foram mais importantes na separação dos grupos, pois houve uma resposta muito grande dos agrupamentos das espécies com a velocidade da água. Tanto com relação ao ambiente lótico (córrego) e semilêntico (represa), quanto com relação à distribuição das espécies na coluna da água (como houve nos nectobentônicos A, que possuem uma morfologia de espécies que vivem mais próximas ao substrato e nectobentônicos B com uma morfologia de espécies que exploram mais o longo da coluna da água). Isso ocorre, pois a relação das nadadeiras com a velocidade da água parece ser fundamental. A alimentação contribuiu para a separação dos grupos com menor importância, pois os itens alimentares também são influenciados pela velocidade da água. Assim, a velocidade da água deve ser o fator chave a selecionar tanto a morfologia das espécies, quanto os itens alimentares.

4.2 Espécies de *Characidium* da Estação Ecológica de Jataí:

As espécies de *Characidium* foram analisadas separadamente, pois pertencem ao mesmo gênero e possuem uma morfologia parecida. Entretanto, observou-se uma preferência ambiental e foram investigadas com mais ênfase para entender a razão de tal distribuição. *Characidium lagsantense* teve todos os indivíduos coletados na represa do Beija-Flor, em suas margens, que se caracterizou em um ambiente lêntico. Entretanto, *Characidium zebra* teve todos os indivíduos coletados no córrego do Beija-Flor, um ambiente lótico e esteve presente nos pontos 2, 4 e 5.

A análise de componentes principais (ACP) produziu os eixos F1 (21,12%) e F2 (12,84%), gerando assim nos dois primeiros eixos 33,95% de explicabilidade. Contudo, a

explicabilidade dessa ACP não é suficiente para representar com garantia a distribuição dos peixes estudados, mas mostra a existência de agrupamento destes organismos (Figura 12). Observa-se, no gráfico gerado pela ACP, que a espécie *Characidium lagosantense* apresentou dois morfotipos, chamados de *Characidium lagosantense* mf2 e *Characidium lagosantense* mf1.

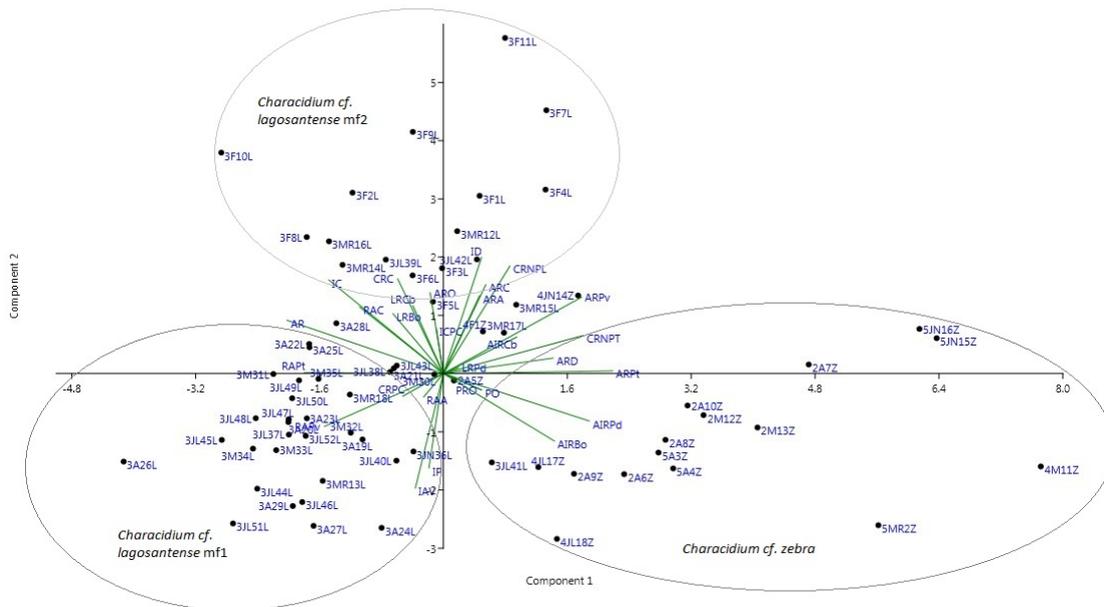


Figura 12 - Projeção dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais, gerada a partir dos atributos ecomorfológicos dos indivíduos de *Characidium lagosantense* mf1, *Characidium lagosantense* mf2 e *Characidium zebra* coletados no córrego do Beija-Flor e represa do Beija-Flor, bacia do rio Mogi-guaçu. Os códigos utilizados (ex: 3F10L) significam o ponto de coleta (3 = ponto 3), o mês da captura (F = fevereiro), o número do indivíduo (10 = indivíduo 10) e espécie (L = lagosantense).

Esses agrupamentos foram considerados e testados pela análise de discriminantes, mostrando que esses grupos são reais. O primeiro grupo composto por *C. zebra*, o segundo por *C. lagosantense* mf1 e o terceiro *C. lagosantense* mf2 (Figura 13).

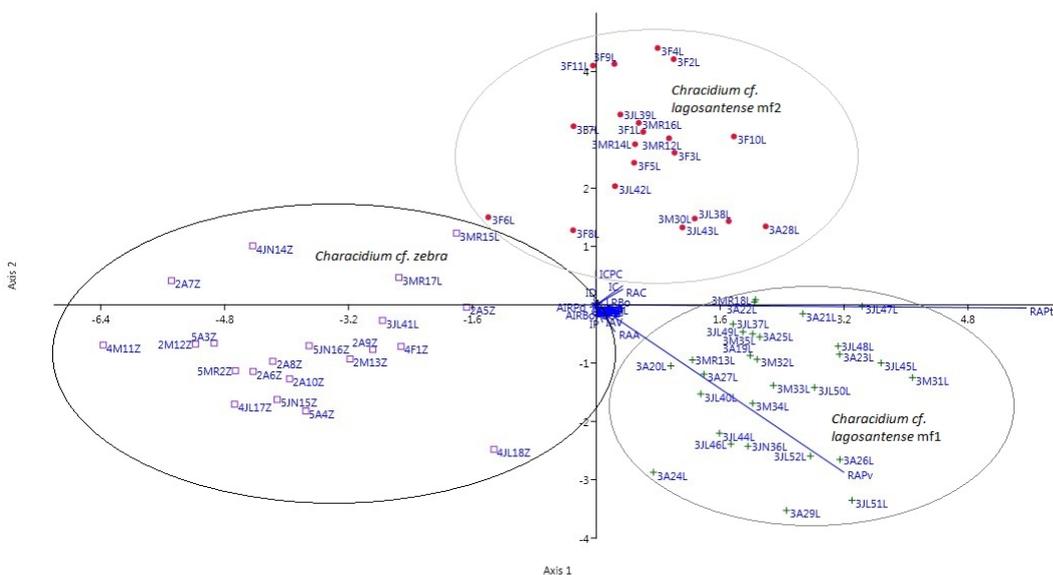


Figura 13 - Projeção dos eixos da Análise de Discriminantes, gerada a partir dos atributos ecomorfológicos dos indivíduos de *Characidium lagosantense* mf1, *Characidium lagosantense* mf2 e *Characidium zebra* coletados no córrego do Beija-Flor e represa do Beija-Flor, bacia do rio Mogi-guaçu. Os códigos utilizados (ex: 3F10L) significam o ponto de coleta (3 = ponto 3), o mês da captura (F = fevereiro), o número do indivíduo (10 = indivíduo 10) e espécie (L = lagosantense).

O primeiro gráfico produzido pela análise de discriminantes corroborou a separação de três grupos nos quais os atributos ecomorfológicos mais importantes foram RAPv e RAPt. No eixo 1, *C. lagosantense* mf1 e *C. lagosantense* mf2 apresentaram valores positivos e *C. zebra* valores negativos. No eixo 2, *C. lagosantense* mf1 e *C. zebra* apresentaram valores negativos e *C. lagosantense* mf2 valores positivos. O gráfico mostra que os índices razão-aspecto da nadadeira peitoral e razão-aspecto da nadadeira pélvica separaram *C. lagosantense* mf1 e *C. lagosantense* mf2 de *C. zebra*.

A segunda análise de discriminantes foi feita para se observar que outros atributos, além de RAPv e RAPt, foram importantes. Este gráfico revelou que a separação em três grupos foi mantida. Os atributos ecomorfológicos mais importantes foram ICPC, IC, RAC e RAA. No eixo 1, *C. lagosantense* mf1 e *C. lagosantense* mf2 apresentaram valores positivos e *C. zebra* valores negativos. O eixo 2 separou *C. lagosantense* mf2, com valores negativos, dos demais, com valores positivos. O gráfico aponta que a razão-aspecto da nadadeira caudal, razão-aspecto da nadadeira anal e o índice de compressão separou *C. lagosantense* mf1 e *C. lagosantense* mf2 de *C. zebra*. O índice de compressão do pedúnculo caudal separou *C. lagosantense* mf2 dos demais (Figura 14).

machos adultos, caracterizado por espinhos ou ganchos ósseos nas nadadeiras peitorais e principalmente nas nadadeiras pélvicas. Esta característica somada aos altos valores de razão-aspecto da nadadeira pélvica encontrado nos indivíduos de *C. lagsantense* poderia explicar a separação em morfotipo 1 e 2 como sendo uma estratificação sexual. Porém, o que ocorre é uma estratificação temporal e não sexual; se fosse sexual, o mês de fevereiro seria composto somente por indivíduos do sexo masculino (pois estes possuem as nadadeiras peitoral e pélvica com ganchos ósseos e isso poderia ser uma explicação para os altos valores da razão-aspecto das nadadeiras peitoral e pélvica). Mas não é o que acontece, pois em fevereiro foram coletados machos e fêmeas (estas não possuem ganchos ósseos nas nadadeiras peitoral e pélvica no período reprodutivo e não era esperado que apresentassem altos valores de razão-aspecto das nadadeiras peitorais e pélvicas).

Characidium lagsantense mf2 e, principalmente, *C. lagsantense* mf1 possuem altos valores para razão-aspecto da nadadeira anal o que confere maior capacidade de realizar rapidamente movimentos progressivos e retrógrados (Breda, 2005 *apud* Oliveira *et al.*, 2010). A nadadeira anal é utilizada para estabilizar o movimento de progressão ou em frenagens (Breda *et al.*, 2005). *Characidium lagsantense* mf1 e, especialmente, *C. lagsantense* mf2 possuem altos valores para razão-aspecto da nadadeira caudal encontrada em nadadores ativos e contínuos (Watson e Balon, 1984). A nadadeira caudal possui, principalmente, a função de gerar impulso para locomoção contínua e descontínua (Alexander, 1974).

Characidium lagsantense mf2 possui pedúnculo caudal comprimido, característico de nadadores menos ativos e, possivelmente, atribui maior manobrabilidade (Watson e Balon, 1984). *Characidium zebra* e *C. lagsantense* mf1 apresentam pedúnculo caudal mais alto, o que confere grande amplitude de movimentos natatórios e baixa frequência ondulatória (Nursall, 1958). *Characidium lagsantense* mf1 e, principalmente, *C. lagsantense* mf2 com altos valores para o índice de compressão e têm o corpo com compressão lateral, comum em peixes que ocupam *habitat* lênticos (Gatz, 1979; Watson e Balon, 1984; Winemiller, 1991). Ainda, peixes comprimidos lateralmente realizam mais precisamente manobras e tal característica lhes permite estabilidade na coluna da água (Winemiller, 1991).

Foi observada uma preferência por *habitat* entre as espécies. *Characidium lagsantense* mf1 e *C. lagsantense* mf2 ficaram restritas à zona litoral da represa (água parada) e *C. zebra* ao córrego (água com correnteza). Tal comportamento é um reflexo da morfologia das espécies, *C. lagsantense* mf1 e, mais marcadamente, *C. lagsantense* mf2 possuem o corpo comprimido que lhes confere melhor desempenho em um ambiente

heterogêneo e lântico como ocorre na margem da represa em meio às macrófitas aquáticas. Peixes com corpo comprimido apresentam maior desempenho em lagoas ricas em vegetação e em recifes de corais, pois a manobrabilidade é importante nesses *habitat* (Breda *et al.*, 2005). *Characidium zebra* possui o corpo mais deprimido e esta morfologia, somada à morfologia de suas nadadeiras peitorais é característico de peixes que vivem próximos ao substrato. Peixes que têm o corpo deprimido habitam, de preferência, locais próximos ao sedimento (Breda *et al.*, 2005). O corpo deprimido ainda está relacionado a peixes que vivem em locais com correnteza (Hora 1922). *Characidium zebra* usa suas nadadeiras pares expandidas e orientadas horizontalmente para manter sua posição contra a correnteza no substrato (Casatti e Castro, 2006).

As nadadeiras proporcionam funções relacionadas à locomoção no meio aquático, tanto como os principais órgãos propulsores quanto como guia ao movimento de propulsão (Breda *et al.*, 2005). As nadadeiras peitorais e pélvicas são responsáveis, principalmente, por ajustes finos no movimento dos peixes (Breda *et al.*, 2005). Por isso tais nadadeiras foram importantes na separação dos grupos na Análise de Discriminantes, pois um ambiente é lótico e outro semilântico, demandando dos peixes diferentes ajustes para a natação. *Characidium lagosantense* mf1 e *C. lagosantense* mf2 possuem morfologia que facilita a manobrabilidade, característica importante em *habitat* como lagoas ricas em vegetação, onde o ambiente heterogêneo, como ocorre nas margens da represa rica em macrófitas aquáticas. Segundo Leal *et al.* (2010), ao utilizar uma análise estatística incluindo toda a ictiofauna, não foi encontrado separação entre *C. lagosantense* e *C. zebra* no espaço morfológico, indicando uma restrição filogenética na diversificação morfológica do corpo nos *Characidium*. Seria esperado que ocupassem um único tipo de ambiente por possuírem morfologia similar, mas suas requisições ambientais são marcadamente diferentes e específicas. Porém, os resultados do presente estudo, em que a análise estatística foi realizada somente com *C. lagosantense* e *C. zebra* e não incluiu todas as espécies da ictiofauna, mostram claramente diferenças morfológica e ambiental entre *C. lagosantense* e *C. zebra* explicando a ocupação das espécies tanto em ambiente lótico, quanto lântico.

Um dos principais aspectos físicos influenciar a preferência de *habitat* nos peixes é a velocidade da água (Jowett e Richardson, 1995; Costa *et al.*, 2013). *Characidium lagosantense* mf1 e *C. lagosantense* mf2 preferiram a represa com águas mais paradas e *C. zebra* o córrego com água corrente. Leal *et al.* (2010), encontraram resultado semelhante em que *C. lagosantense* preferiu principalmente locais com baixa velocidade da água e *C. zebra* locais

com maior velocidade. Observaram, ainda, que as espécies vivem com baixa sobreposição no *habitat*.

Characidium lagsantense mf1 e mf2 foram consideradas insetívoras no estudo alimentar, pois o consumo de larva de *Trichoptera* e larva de *Chironomidae* foram importantes (Luiz, 2014). *Characidium zebra* mostrou um hábito alimentar insetívoro em que os itens alimentares mais importantes foram a larva de *Chironomidae* e larva de *Trichoptera* (Luiz, 2014). Assim, a análise da dieta alimentar mostrou que os morfotipos de *C. lagsantense* e *C. zebra* possuem como principais itens alimentares insetos aquáticos bentônicos. Segundo Casatti e Castro (2006), membros de *Characidium*, provavelmente, alimentam-se no período diurno, quase que exclusivamente de artrópodes aquáticos bentônicos, utilizando a estratégia de espreita, tendo como recurso alimentar larvas de insetos (Casatti e Castro, 2006). No caso de *C. zebra*, a análise morfológica e da dieta alimentar do presente estudo corrobora com a utilização desta estratégia. Estes estudos corroboram com o estudo da alimentação da presente pesquisa e confirma que a tática alimentar utilizada por *C. zebra* é uma especialização com base na morfologia da espécie. *Characidium zebra* e *Characidium lagsantense* apresentam como função no córrego do Beija-Flor de contribuir no controle das populações de *Chironomidae* e *Trichoptera*.

Ocorreu uma dominância de *C. lagsantense* mf2 no mês de fevereiro, ainda alguns indivíduos deste morfotipo ocorreram nos outros meses e o *C. lagsantense* mf1 predominou em todos os meses, exceto em fevereiro, mês que não foi capturado, caracterizando uma variação temporal. Durante a época de cheia, dá-se uma mudança nos recursos disponíveis e o reflexo disso é a ocorrência de uma sucessão sazonal entre os dois morfotipos. Em ambientes onde há uma sazonalidade previsível (estabilidade climática) espécies diferentes podem estar adaptadas às condições que predominam em épocas distintas do ano. Ou seja, ocorre uma sucessão sazonal entre as espécies e pode haver uma alternância na dominância, à medida que mudam as condições e outros recursos se tornam disponíveis (Begonet *al.*, 2007). É o que parece ocorrer entre os dois morfotipos da espécie *C. lagsantense*, porém os recursos em questão não estão relacionados com o alimento, uma vez que se alimentam dos mesmos recursos (coexistem com a mesma fonte de energia), mas estão relacionados com o *habitat* que muda na cheia. Durante a época de chuva, ocorre uma expansão do nicho e o *C. lagsantense* mf2 ocupa a região litorânea da represa. Na época da seca, acontece uma contração do nicho e uma sucessão entre os morfotipos, e a região litorânea é ocupada por *C. lagsantense* mf1.

Characidium lagoonense mfl possui características morfológicas que o caracteriza como sendo ligeiramente mais pelágico do que o *C. lagoonense* mf2, apesar dos dois morfotipos serem bentopelágicos. Isso pode ser o motivo pelo qual ocorre sucessão sazonal entre os morfotipos. Na cheia, dá-se a expansão do nicho e *C. lagoonense* mfl ocupa regiões mais pelágicas.

Characidium lagoonense mfl e *C. lagoonense* mf2 possuem características morfológicas que permitem maior manobrabilidade e de peixes de água parada, isso possibilita que os morfotipos sejam mais bem sucedidos em um ambiente heterogêneo (macrófitas aquáticas e raízes) e lântico. *Characidium zebra* tem características morfológicas de peixes mais bem sucedidos em correnteza e que vivem próximo ao substrato. Verificou-se ser a separação de *habitat* das espécies de mesmo gênero um reflexo das diferenças morfológicas entre elas e não haver uma restrição filogenética na diversificação morfológica do corpo nos *Characidium* estudados. Tal preferência ambiental, provavelmente, evita a competição direta entre *C. lagoonense* e *C. zebra*, pois, as espécies mostraram o mesmo hábito alimentar com os mesmos itens alimentares.

4.3 Córrego da Lapa:

Durante o período de coleta, foram capturados 12453 indivíduos, distribuídos em 5 ordens, 15 famílias e 52 espécies. Porém, neste estudo, foram utilizados somente 284 indivíduos distribuídos em 3 ordens, 9 famílias e 19 espécies (Tabela 3). Todos pertencentes somente ao córrego da Lapa.

As espécies coletadas possuem exemplares-testemunho que estão depositados na coleção do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (Tabela 3).

Tabela 3- Lista de espécies do córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP, incluindo o código das espécies, o número total de indivíduos analisados (N) e o número de registro das espécies em coleção científica.

Espécie	Código	N	Número de Registro
Ordem Characiformes			
Família Characidae			
<i>Astyanax lacustris</i> Garutti e Britski, 2000	(Aalt)	21	87927
<i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Catro, 2007	(Aboc)	22	87944
<i>Astyanax paranae</i> Eigenmann, 1914	(Apar)	20	87901
<i>Bryconamericus</i> cf. <i>iheringii</i> (Boulenger, 1887)	(Bihe)	16	87929
<i>Bryconamericus turiuba</i> Langeani, Lucena, Pedrini e Tarelho-Pereira, 2005	(Btur)	12	87930

<i>Piabina argentea</i> Reinhart, 1867	(Parg)	20	87945
Família Crenuchidae			
<i>Characidium cf. zebra</i> Eigenmann, 1909	(Czeb)	20	87932
Família Paradontidae			
<i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner, 1879)	(Aaff)	12	87939
<i>Apareiodon ibitiensis</i> Campos, 1944	(Aibi)	11	87933
Família Heptapteridae			
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Shubart & Gomes, 1959	(Cihe)	11	87941
<i>Imparfinis mirini</i> Haseman, 1911	(Imir)	12	87942
Família Trichomycteridae			
<i>Trichomycterus cf. iheringii</i> (Eigenmann, 1917)	(Tihe)	12	87943
Família Callichthyidae			
<i>Corydoras flaveolus</i> Ihering, 1911	(Cfla)	12	87920
Família Loricariidae			
<i>Corumbataia cuestae</i> Britski, 1997	(Ccue)	20	87935
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	(Hanc)	15	87926
<i>Hypostomus strigaticeps</i> (Regan, 1908)	(Hstr)	11	87922
Ordem Cyprinodontiformes			
Família Poeciliidae			
<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	(Pret)	5	87953
<i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	(Phar)	20	87907
Ordem Perciformes			
Família Cichlidae			
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1984)	(Gbra)	12	87924

A distribuição dos índices ecomorfológicos gerados pela ictiofauna presente no córrego da Lapa, através da ACP (Figura 15), mostrou vários vetores importantes na distribuição dos pontos de cada espécie. Observou-se que os vetores ARO, CRNPL, ARC, ARPt, ARPv, AIRBo, AIRCb, CRPC, AIRPd, RAC, IC e AR foram mais importantes, seguidos de vetores com menor importância ARA, CRNpt, ID, PO, LRPd, RAPv, RAPt, RAA, ICPC e IP.

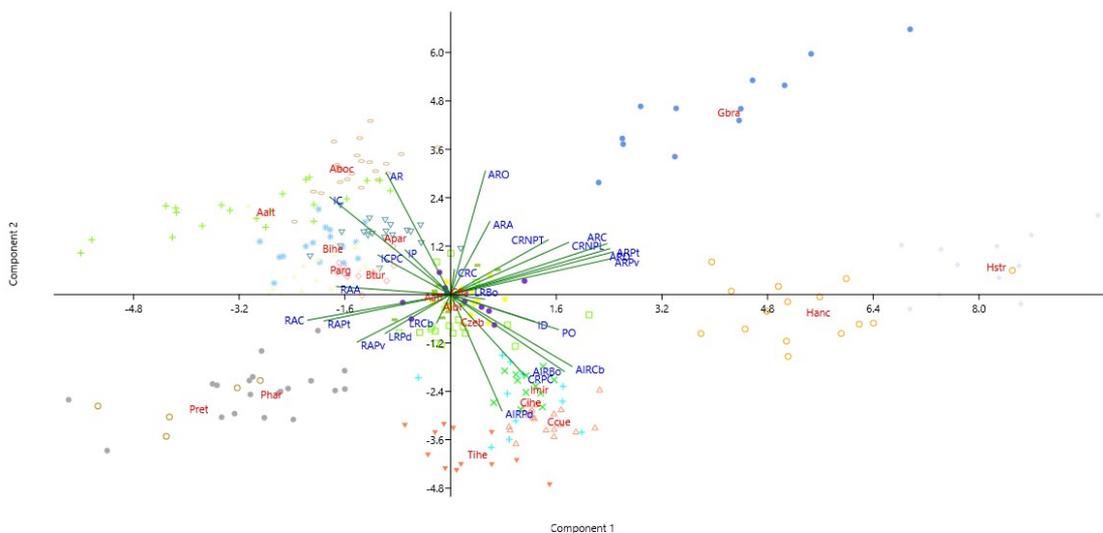


Figura 15- Projecção dos dois primeiros componentes principais, baseada em 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.

A ACP gerou, nos dois primeiros eixos, uma explicabilidade de 49,23%, sendo 30,18% no eixo F1 e 19,05% no eixo F2. Porém, a explicabilidade da ACP não é satisfatória para representar com segurança a distribuição da ictiofauna.

É possível observar pelo gráfico gerado pela análise de discriminantes a formação de 2 grupos principais compostos pelas espécies presentes no córrego da Lapa, sendo eles os demersais e os nectobentônicos (Figura 16).

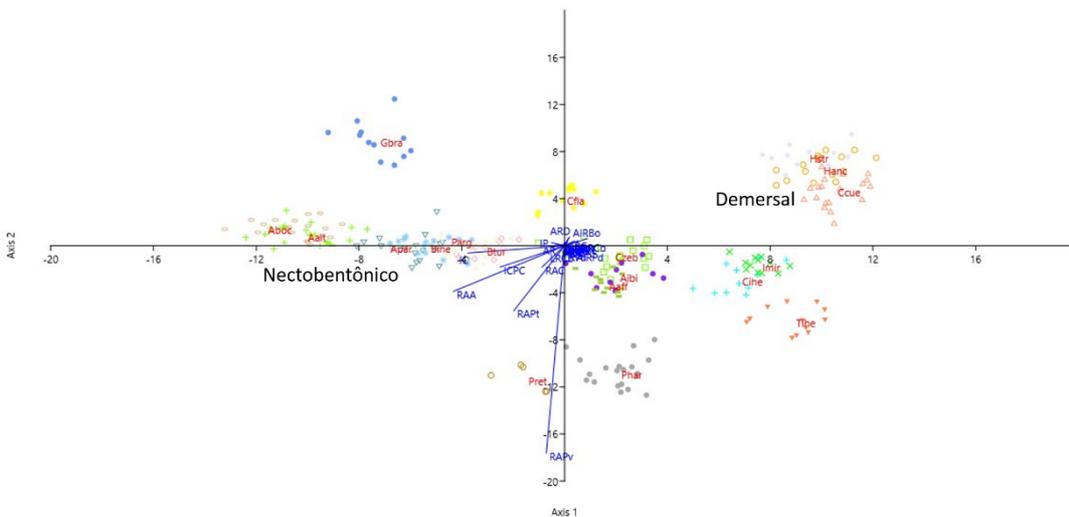


Figura 16- Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP, mostrando a formação de dois grupos, demersal e nectobentônicos.

O atributo ecomorfológico mais importante foi RAPv, seguido dos atributos RAA, RAPt, IC e ICPC. No eixo 1, Gbra, Hstr, Hanc, Ccue, Cfla, Aboc, Aalt e Parg apresentou valores positivos e Apar, Bihe, Btur, Czeb, Imir, Cihe, Aibi, Aaff, Tihe, Phar e Pret valores negativos. No eixo 2, Ccue, Hanc, Hstr, Tibe, Imir, Cihe, Phar, Aibi, Czeb, Aaff e Cfla valores positivos e Pret, Btur, Parg, Bihe, Apar, Gbra, Aalt e Aboc valores negativos. Razão-aspecto da nadadeira pélvica seguida da razão-aspecto da nadadeira anal, razão-aspecto da nadadeira peitoral, índice de compressão e índice de compressão do pedúnculo caudal foram os índices que separaram as espécies.

As espécies Gbra, Cfla, Pret, Phar e Tihe ficaram separadas no espaço ecomorfológico. Os restantes das espécies apresentaram interseção como Hstr e Hanc; Hanc e Ccue; Ccue e Hstr; Imir e Cihe; Czeb e Aibi; Aibi e Aff; Aff e Czeb; Aboc e Aalt; Aalt e Apar; Apar e Bihe; Bihe e Parg; Apar e Parg; Btur e Parg; Btur e Bihe; Btur e Apar.

Ainda é possível observar entre os demersais a formação de três subgrupos, chamados de demersal A, B e C (Figura 17). O subgrupo demersal A e C foram um pouco mais bentônicos e o subgrupo demersal B foi um pouco mais nectônico. Também houve a formação de dois subgrupos em nectobentônicos, chamados de nectobentônicos A e B. O subgrupo nectobentônico A foi um pouco mais nectônico, enquanto o subgrupo nectobentônico B, um pouco mais bentônico.

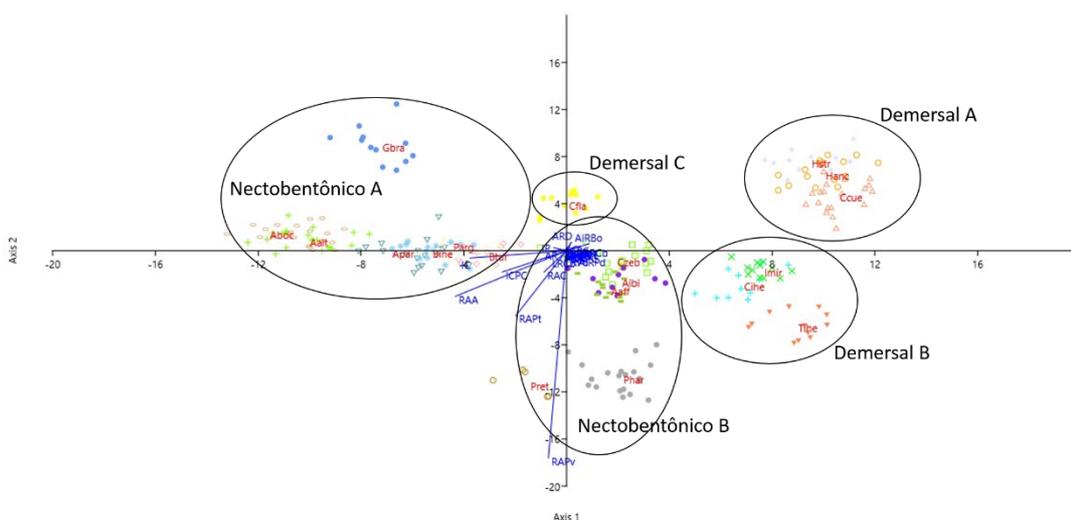


Figura 17- Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP, mostrando a formação de cinco subgrupos, nectobentônicos A e B demersal A, B e C.

Uma análise de variância unifatorial (ANOVA) foi realizada sobre os escores dos eixos da análise de discriminantes, retidos para a interpretação, para as espécies do córrego da Lapa e o resultado mostrou a existência de diferença significativa em nível de $\alpha = 0,05$ entre os grupos ecomorfológicos avaliados. Ou seja, a hipótese nula foi rejeitada. Assim, estabeleceram-se, a partir das morfologias das espécies, quais são mais semelhantes e menos semelhantes.

A segunda análise de discriminantes foi realizada sem os atributos mais importantes encontrados na primeira análise de discriminantes, que foram RAPv, RAPt, RAA, IC e ICPC e observar quais outros atributos são importantes. Os atributos ecomorfológicos mais importantes da segunda análise foram RAC, AIRBo e AIRPd (Figura 18). No eixo 1, Gbra, Hstr, Hanc, Ccue, Cfla, Aboc, Aalt e Parg apresentou valores positivos e Apar, Bihe, Btur, Czeb, Imir, Cihe, Aibi, Aaff, Tihe, Phar e Pret valores negativos. No eixo 2, Ccue, Hanc, Hstr, Tibe, Imir, Cihe, Phar, Aibi, Czeb, Aaff e Cfla valores positivos e Pret, Btur, Parg, Bihe, Apar, Gbra, Aalt e Aboc valores negativos. Razão-aspecto da nadadeira pélvica seguida da razão-aspecto da nadadeira anal, razão-aspecto da nadadeira peitoral, índice de compressão e índice de compressão do pedúnculo caudal foram os índices que separaram as espécies.

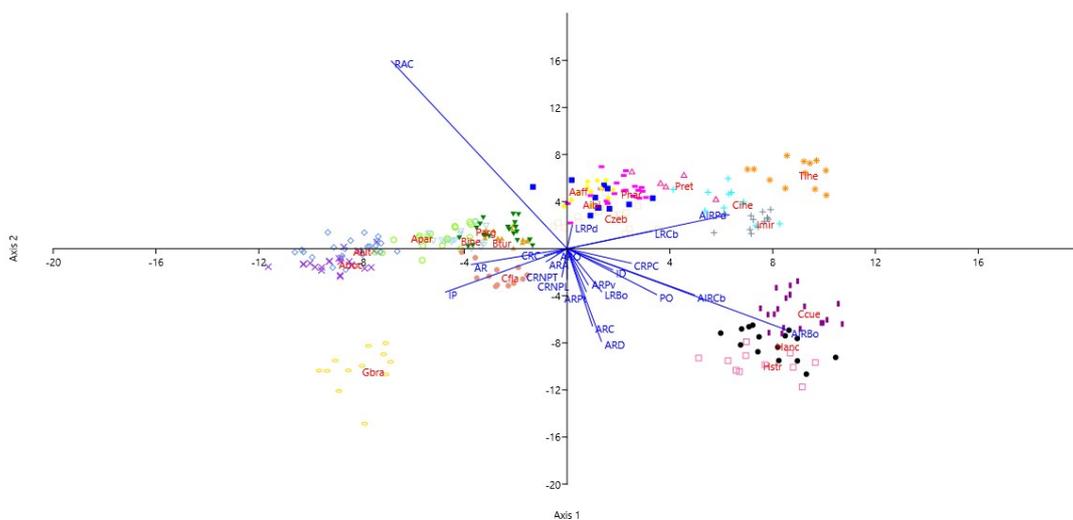


Figura 18 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 21 índices ecomorfológicos das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.

O gráfico gerado pela análise de discriminantes, relacionando os 26 índices ecomorfológicos e as guildas tróficas das espécies do córrego da Lapa, mostrou que a formação do grupodemersal e nectobentônicos, dos subgrupos demersal A, B e C e dos subgrupos nectobentônicos A e B também sofreram uma influência dos hábitos alimentares (Figura 19). O subgrupo demersal A mostrou um hábito alimentar algívoro-iliófago. O subgrupo demersal B apontou hábito alimentar insetívoro, enquanto o subgrupo demersal C mostrou-se invertívoro. E o subgrupo nectobentônico A mostrou uma dominância de hábito alimentar onívoro e onívoro-insetívoro, mas também apresentou os hábitos alimentares insetívoro e algívoro-iliófago. O subgrupo nectobentônico B a mostrou os hábitos alimentares insetívoro, algívoro-iliófago e iliófago-algívoro.

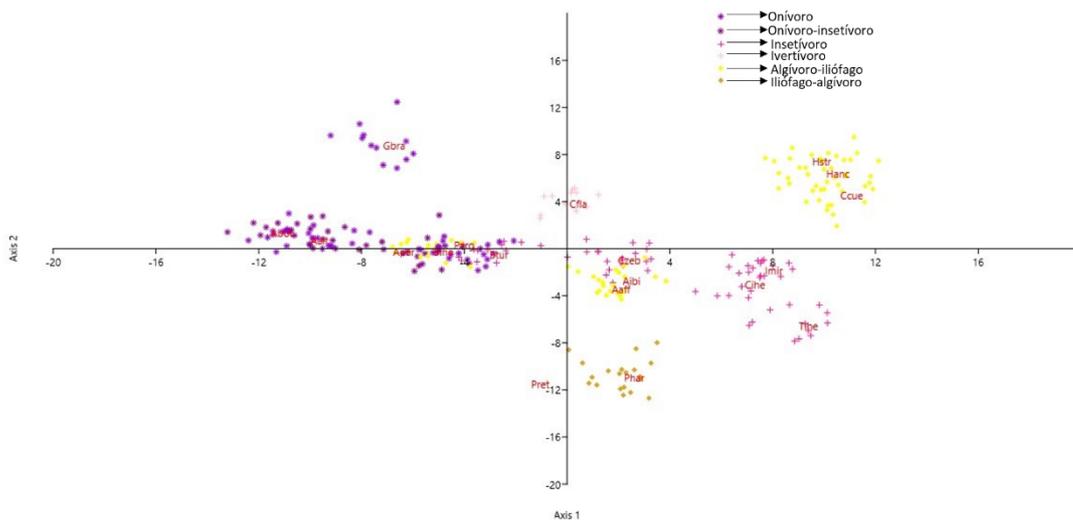


Figura 19 - Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 26 índices ecomorfológicos e guildas tróficas das espécies coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.

O gráfico gerado pela análise de discriminantes relacionou os 26 índices ecomorfológicos e distribuição entre áreas de corredeira e remanso das espécies do córrego da Lapa (Figura 20). Tal gráfico mostrou que a formação dos grupos dos demersais e nectobentônicos e dos subgrupos demersais A, B e C e subgrupos nectobentônicos A e B sofreram influência da velocidade da água. Observa-se que dentre os indivíduos utilizados para o estudo ecomorfológico, o demersal B esteve presente somente em área de corredeira. Já o demersal A e C estiveram mais presentes em áreas de corredeira do que remanso e o grupo dos nectobentônicos A e B estiveram presentes tanto em corredeira, quanto remanso. Os indivíduos da mesma espécie coletada em áreas de corredeira e em áreas de remanso mostraram uma sobreposição dos pontos, que não mostrou diferença morfológica significativa para separar no espaço ecomorfológico em dois morfotipos.

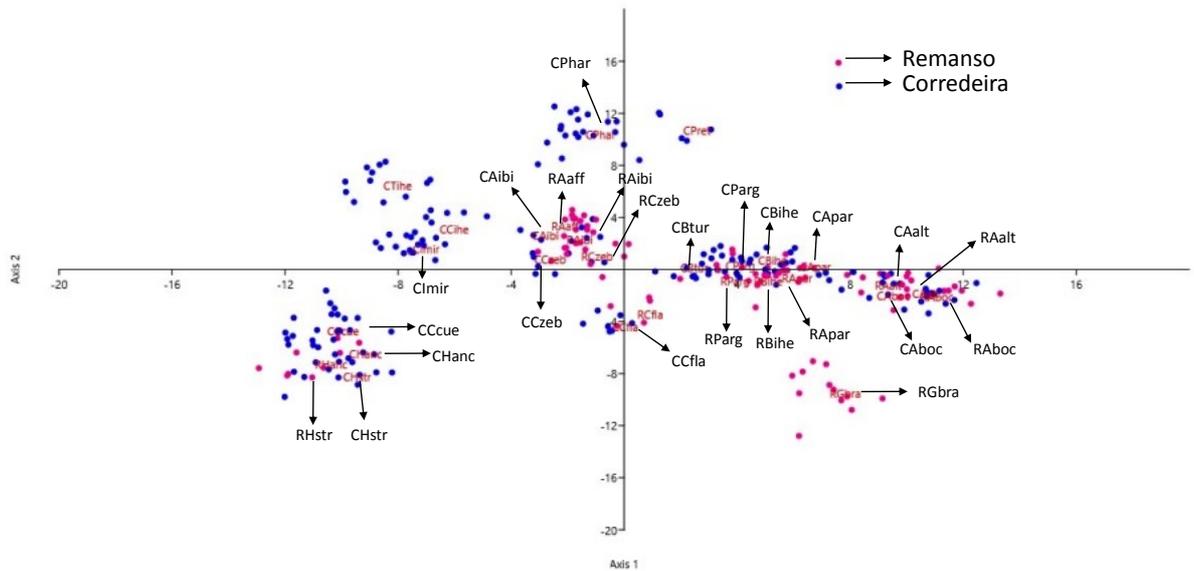


Figura 20- Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada para 26 índices ecomorfológicos e distribuição entre o corredeira e remanso das espécies, coletadas no córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.

Os atributos ecomorfológicos mais significantes para ordenar as espécies no espaço ecomorfológico foram relacionados à capacidade de locomoção, razão-aspecto da nadadeira pélvica, razão-aspecto da nadadeira peitoral, razão-aspecto da nadadeira anal, razão-aspecto da nadadeira caudal, índice de compressão, índice de compressão do pedúnculo caudal e altura relativa do pedúnculo caudal.

Analisando os gráficos da ictiofauna do córrego da Lapa, nota-se que a distribuição das espécies no espaço ecomorfológico formou grupos com espécies demersais com corpos mais deprimidos e nectobentônicas com o corpo mais intermediário entre deprimido e comprimido, dependendo de cada espécie. O grupo dos demersais foi dividido em três subgrupos. Demersal A composto por *H. strigaticeps*, *H. ancistroides* e *C. Cuestae*, que mostraram um corpo mais comprimido (achatado lateralmente e alto dorso-ventralmente) e pedúnculo caudal mais alto. Demersal B composto por *I. mirini*, *C. iheringi* e *T. cf. iheringii*, também apontaram um corpo comprimido e boca com maior altura relativa. Demersal C, formado por *Corydoras flaveolus*, separou-se dos outros demersais por apresentar o corpo menos comprimido e pelo formato da boca. O grupo dos nectobentônicos foi dividido em dois

subgrupos. Nectobentônicos A, composto por *Bryconamericus turiuba*, *P. argentea*, *B. cf. iheringii*, *A. paranae*, *A. lacustris*, *A. bockmanni* e *G. brasiliensis*, pois apresentaram o corpo mais comprimido (achatado lateralmente e alto dorso-ventralmente) que os indivíduos nectobentônicos B. Nectobentônicos B, formado por *Characidiumzebra*, *A. ibitiensis*, *A. affinis*, *P. harpagos* e *P. reticulata*, pois mostraram o corpo mais deprimido (achatamento dorso-ventral) do que os nectobentônicos A.

Hypostomus strigaticeps, *H. ancistroides*, *C. cuestae*, *I. mirini*, *C. iheringi*, *T. cf. iheringi* e *C. flaveolusse* encontram em um extremo do espaço ecomorfológico e formaram o grupo das espécies demersais.

Hypostomus strigaticeps, *H. ancistroides* e *C. cuestae*, pertencem à família *Loricariidae*, espécies conhecidas popularmente como cascudos e compuseram o subgrupo das espécies demersais A e mostraram baixos valores no índice de compressão. Ou seja, tais espécies possuem o corpo mais deprimido, comum em espécies que habitam preferencialmente regiões próximas ao substrato (Gatz, 1979). O corpo deprimido é achatado dorso-ventralmente o que possibilita a espécie um melhor desempenho para locomoção sobre o sedimento (Gatz, 1979). Baixos valores para o índice de compressão do pedúnculo caudal, inversamente relacionado com a amplitude de movimentos natatórios (Nurssal, 1958). Baixos valores de razão-aspecto da nadadeira anal. Baixos valores para razão-aspecto da nadadeira peitoral, que indica uma nadadeira peitoral mais larga e arredondada, comum em espécies que vivem próximo ao substrato (Gosline, 1994). Valores baixos para razão-aspecto da nadadeira pélvica que confere a utilização desta nadadeira para frenagem ou auxiliar no movimento de progressão (Harris, 1937 *apud* Gatz, 1979). Ainda apresentaram altos valores para a altura relativa do pedúnculo caudal que indicam maior massa muscular próximo à nadadeira caudal, possibilitando arrancadas (Pauly, 1989). Estas características dão a essas espécies melhor desempenho na região mais bentônica do córrego. Todos mostraram um hábito alimentar algívoro-iliófago, reforçando a relação estreita com o substrato e região bentônica.

Hypostomus strigaticeps foi considerada demersal A neste estudo, baseado na ecomorfologia e reforçado pelo hábito alimentar que mostra como principal item algas acompanhadas de sedimento, sendo o item alimentar mais importante (Souza, 2011). O estudo alimentar classificou a espécie como algívoro-iliófaga (Souza, 2011). Em outro estudo *H. strigaticeps* foi considerada detritívora, com corpo demasiadamente deprimido dorsoventralmente, pedúnculo caudal longo e nadadeiras desenvolvidas e relacionou essa morfologia fundamental para explorar o *habitat* lótico (Pagotto, *et al.*, 2011). *Hypostomus*

strigaticeps possui a função de contribuir para o controle da população de algas presente no sedimento do córrego da Lapa.

Hypostomus ancistroide foi considerada algívoro-ilófaga no estudo alimentar, pois o consumo de alga acompanhada de sedimento foi o item alimentar mais importante (Souza, 2011). *Hypostomus ancistroides* mostra como função ajudar no controle populacional de algas presentes no sedimento do córrego da Lapa. A espécie foi considerada demersal A no ambiente estudado, baseado na distribuição do espaço ecomorfológico e reforçado pelo hábito alimentar. Em outro estudo, *H. ancistroide* foi observado um corpo dorsoventralmente deprimido em demasia, pedúnculo caudal longo e nadadeiras desenvolvidas, considerando-se tal morfologia fundamental para explorar o ambiente lótico (Pagotto, *et al.*, 2011).

Corumbataia cuestae mostrou um hábito alimentar algívoro-ilófago e o item alimentar mais importantes foram algas bentônicas (Souza, 2011). A espécie tem como função contribuir para o controle da população de algas bentônicas. O hábito alimentar mostra que a espécie possui uma relação estreita com o ambiente bentônico em busca de alimento. A espécie foi considerada demersal A, de acordo com a análise ecomorfológica, e reforçada pela alimentação. Ainda Souza (2011) relatou que a espécie não possui muitos estudos.

Imparfinis mirini e *C. Iheringi* pertencem à família *Heptapteridae* e *T.cf. iheringii* pertence à família *Trichomycteridae*. São espécies conhecidas popularmente como bagre de couro e formaram o subgrupo demersal B, mostrando baixos valores para o índice de compressão o que as caracterizam com o corpo mais deprimido (achatado dorsoventralmente), encontrado em espécies que habitam, preferencialmente, regiões próximas ao fundo. O corpo deprimido possibilita-lhes um melhor desempenho para locomoção sobre o substrato (Gatz, 1979). Baixos valores para o índice de compressão do pedúnculo caudal, esse índice é inversamente relacionado com a amplitude de movimentos natatórios (Nurssal, 1958). Baixos valores para razão-aspecto da nadadeira peitoral, encontrado em nadadeira mais larga e arredondada, comum em peixes que vivem próximo ao substrato (Gosline, 1994). Valores baixos para razão-aspecto da nadadeira pélvica, que atribui a utilização desta nadadeira para frenagem ou auxiliar no movimento de progressão (Harris, 1937 *apud* Gatz, 1979). Ainda apresentaram altos valores para a altura relativa da boca, que tem relação sobre o tamanho relativo e absoluto da presa (Gatz, 1979). Tais características ecomorfológicas refletem a estreita relação com o substrato destas espécies. Assim *I. mirini*, *C. iheringi* e *T.cf. iheringii* foram classificados como demersal e todas mostraram um hábito alimentar insetívoro.

Imparfinis mirini mostrou um hábito alimentar insetívoro, cujos itens alimentares mais importantes foram ninfa de *Ephemeroptera*, larva de *Chironomidae* e larva de *Trichoptera* (Souza, 2011). A espécie mostra a função de colaborar no controle populacional de *Ephemeroptera*, *Chironomidae* e *Trichoptera* do córrego da Lapa. *Imparfinis mirini* se encontra no espaço ecomorfológico junto ao subgrupo demersal B, com características morfológicas de peixes que vivem próximo ao substrato. Tal é reforçado pela alimentação da espécie, pois foi encontrado em seu conteúdo estomacal macroinvertebrados bentônicos. Em um córrego do Parque Estadual do Morro do Diabo, foi verificado que a espécie é bentônica e vive em fundos de seixos, cascalhos e areia grossa e a principal tática alimentar utilizada é a especulação do substrato, em que os barbilhões cefálicos têm função sensorial na localização de presas (Casatti *et al.*, 2001).

Cetopsorhamdia iheringi é insetívora, consumindo principalmente insetos imaturos, como larva de *Chironomidae*, ninfa de *Ephemeroptera* e larva de *Simuliidae* (Souza, 2011). A espécie possui a função de cooperar, principalmente, para o controle populacional de *Ephemeroptera*, seguido de *Simuliidae* do córrego da Lapa. *Cetopsorhamdia iheringi* foi classificada no ambiente estudado no subgrupo demersal B, baseada nas características ecomorfológicas, e somado ao hábito alimentar constituído de organismos bentônicos. Em outro estudo realizado na bacia do rio Mogi-guaçu, a espécie foi considerada bentônica e de hábito alimentar larvófago (Ferreira, 2007). Casatti e Castro (2006) classificaram a espécie como nectobentônica.

Trichomycterus cf. iheringii foi classificada como insetívora no estudo alimentar, pois os itens alimentares mais importantes foram larva de *Chironomidae*, larva de *Trichoptera*, insetos imaturos e ninfa de *Ephemeroptera* (Souza, 2011). A espécie tem como principal função colaborar para o controle populacional de *Chironomidae* do córrego da Lapa. No estudo ecomorfológico foi classificada no subgrupo demersal B através dos índices ecomorfológicos e reforçado pelo hábito alimentar constituído por organismos bentônicos. Em estudo ecomorfológico, realizado com uma espécie do mesmo gênero, considerou *Trichomycterus* sp. como nectobentônica (Casatti e Castro, 2006).

Corydoras flaveolus pertence à família *Callichthyidae* e formou o subgrupo demersal C, mostrou baixos valores para a razão-aspecto da nadadeira pélvica que confere a utilização desta nadadeira para frenagem ou auxiliar no movimento de progressão (Harris, 1937 *apud* Gatz, 1979). Baixos valores para razão-aspecto da nadadeira peitoral indicam uma nadadeira peitoral mais larga e arredondada, encontrada em peixes que vivem próximo ao substrato

(Gosline, 1994). Ainda a espécie mostrou valores significativos para o índice de protrusão encontrado em peixes que se alimentam de presas pequenas (Gatz, 1979). Tais características ecomorfológicas indicam que a espécie possui uma relação estreita com o substrato e, portanto, foi considerada demersal no ambiente estudado. O estudo alimentar de *Corydoras flaveolus* revelou um hábito alimentar invertívoro, pois o item alimentar mais importante foi larva de *Chironomidae*, além da presença de microcrustáceo e outros macroinvertebrados bentônicos (Souza, 2011). A espécie mostra, principalmente, a função de contribuir para o controle da população de *Chironomidae* do córrego da Lapa. *Corydoras flaveolus* mostrou características ecomorfológicas de peixe demersal, que vive próximo ao substrato, o que se reflete no hábito alimentar, o qual possui diversos organismos bentônicos.

Characidiumzebra, *A. ibitiensis*, *A. affinis*, *P. harpagos*, *P. reticulata*, *B. turiuba*, *P. argentea*, *B. cf. iheringii*, *A. paranae*, *A. lacustris*, *A. bockmanni* e *G. brasiliensis* encontram-se em um extremo do espaço ecomorfológico e constituíram o grupo das espécies nectobentônicas.

Characidiumzebra, *A. ibitiensis*, *A. affinis*, *P. harpagos* e *P. reticulata* compuseram o subgrupo nectobentônico B. Este subgrupo, e, principalmente *P. harpagos*, *P. reticulata*, mostraram maiores valores para razão-aspecto da nadadeira pélvica, comum em peixes pelágicos e relaciona-se à alta capacidade de equilíbrio (Harris, 1937 *apud* Gatz, 1979). *Characidiumzebra*, *A. ibitiensis* e *A. affinis* mostraram menores valores para o índice de compressão, indicando um corpo mais deprimido, encontrado em peixes que vivem, preferencialmente, em locais próximos ao substrato (Gatz, 1979). *Characidiumzebra*, *A. ibitiensis* e *A. affinis* ainda apresentaram menores valores para o índice de compressão do pedúnculo caudal. Este índice é inversamente proporcional à amplitude de movimentos natatórios (Nurssal, 1958) e para a razão-aspecto da nadadeira anal. Dentro deste subgrupo *P. harpagos* e *P. reticulata* mostraram características levemente mais pelágicas e *C.zebra*, *A. ibitiensis*, *A. affinis* características mais bentônicas. Mas o subgrupo nectobentônico B, como um todo, apontou características ecomorfológicas mais bentônicas que o subgrupo nectobentônico A. Tal distanciamento de *P. harpagos* e *P. reticulata* também é devido a essas duas espécies pertencerem à família *Poeciliidae* e as outras três espécies pertencerem à família *Parodontidae* (*A. ibitiensis* e *A. affinis*) e à família *Crenuchidae* (*C.zebra*).

Characidiumcf. zebra foi considerada nectobentônica B neste estudo, com base na ecomorfologia e reforçado pelo hábito alimentar que mostra como principal item alimentar

larva de *Chironomidae*, seguido de ninfas de *Ephemeroptera* e larva de *Trichoptera* (Souza, 2011), todos organismos bentônicos. O estudo alimentar classificou a espécie como insetívora (Souza, 2011). *Characidium* cf. *zebra* tem como função no córrego da Lapa contribuir para o controle populacional de *Chironomidae*, *Ephemeroptera* e *Trichoptera*. Casatti e Castro (2006) classificaram *C. zebra*, através de um estudo ecomorfológico, como nectobentônica.

Apareiodon ibitiensis foi considerada algívoro-iliófaga no estudo alimentar, pois o item alimentar algas foi o mais importante (Souza, 2011). Estas algas estavam no conteúdo estomacal junto com sedimento (Souza, 2011), demonstrando que a espécie utiliza o ambiente bentônico para se alimentar. *Apareiodon affinis* mostra como função ajudar no controle populacional de algas presentes no sedimento do córrego da Lapa. A espécie foi considerada nectobentônica B, no ambiente estudado, baseado na distribuição do espaço ecomorfológico e reforçado pelo hábito alimentar, mas em outro estudo ecomorfológico, foi considerada nectobentônica (Casatti e Castro, 2006).

Apareiodon affinis mostrou um hábito alimentar algívoro-iliófago, cujo item mais importante foram algas (Souza, 2011), que estavam em meio a sedimento no conteúdo estomacal da espécie (Souza, 2011). Desta forma, o hábito alimentar mostra que a espécie frequenta o ambiente bentônico em busca de alimento. *Apareiodon ibitiensis* apresenta como principal função colaborar para o controle da população de algas microscópicas e filamentosas presentes no sedimento do córrego da Lapa. A espécie foi considerada nectobentônica B de acordo com a análise ecomorfológica, e reforçada pela alimentação da espécie. Em estudo feito em um reservatório do rio Paranapanema, a mesma foi classificada como nectobentônica e detritívora (Teixeira e Bennemann, 2007).

Phalloceros harpagos possui hábito alimentar iliófago-algívoro, e alimento mais importante foram algas microscópicas seguidas de larvas de *Chironomidae* com menor importância (Souza, 2011). A espécie possui principalmente a função de contribuir para o controle da população de algas microscópicas presentes no sedimento do córrego da Lapa. *Phalloceros harpagos* ocorreu no espaço ecomorfológico junto a espécies nectobentônicas B com características morfológicas de espécies que frequentam o ambiente bentônico, reforçado pelo hábito alimentar, com itens de origem bentônica.

Poecilia reticulata está localizado no espaço ecomorfológico com as espécies nectobentônicas B e possui características de peixes que apresentam uma relação mais estreita com substrato. Não foi possível comparar com a alimentação e verificar a função de *Poecilia*

reticulata, pois não foi realizado o estudo alimentar da espécie. Fuente (2011) classificou-a como nectobentônica em estudo realizado em riachos da bacia do alto Paraguai.

Bryconamericus turiuba, *P. argentea*, *B.cf. iheringii*, *A. paranae*, *A.lacustris*, *A. bockmanni* e *G. Brasiliensis* compuseram o subgrupo nectobentônico A. *Bryconamericus turiuba*, *P. argentea*, *B.cf. iheringii*, *A. paranae*, *A.lacustris*, *A.bockmanni* pertencem à família *Characidae*, popularmente conhecidas como lambari. *Geophagus brasiliensis*, pertence à família *Cichlidae*. Mostraram altos valores para o índice de compressão, indicando compressão lateral do peixe, esperado em espécies que ocupam *habitat* com baixa velocidade da água (Gatz, 1979; Watson e Balon, 1984 e Winemiller, 1991). Altos valores para o índice de compressão do pedúnculo caudal atribuem um pedúnculo caudal mais comprimido, típico de nadadores menos ativos e, possivelmente, confere maior manobrabilidade (Watson e Balon, 1984). Valores altos para razão-aspecto da nadadeira anal, principalmente para *Bryconamericus turiuba*, *P. argentea*, *B.cf. iheringii*, *A. paranae*, *A. lacustres* e *A. bockmanni*, indicam capacidade de realizar movimentos progressivos e retrógrados mais rápidos (Breda, 2005 *apud* Oliveira *et al.* 2010). Ainda, mostraram altos valores para razão-aspecto da nadadeira caudal, encontrado em peixes nadadores ativos e contínuos (Watson e Balon, 1994). Altos valores de área relativa apontam maior dificuldade de nadar contra a correnteza e maior capacidade de fazer movimentos verticais (Nikolskii, 1993). Baixos valores, principalmente para *G. brasiliensis*, para altura relativa do pedúnculo caudal indica alta manobrabilidade (Winemiller, 1991). Altos valores, principalmente para *G. brasiliensis*, para o índice de protrusão, encontrado em peixes que se alimentam de presas pequenas (Gatz, 1979).

Bryconamericus turiuba foi considerada insetívora no estudo alimentar, pois o consumo de larvas de *Trichoptera*, ninfas de *Ephemeroptera*, *Hymenoptera* e semente foram importantes (Souza, 2011). Assim, a espécie ingeriu organismos bentônicos *Trichoptera* e *Ephemeroptera*, como também terrestre *Hymenoptera* e semente, aquática ou terrestre, o que demonstra que a mesma utiliza o ambiente bentônico e nectônico para se alimentar. *Bryconamericus turiuba* tem como principal função no córrego da Lapa ajudar no controle da população de *Trichoptera* e *Ephemeroptera*. Ainda colabora para o controle populacional de vegetais através das sementes consumidas, podendo agir como dispersora destas sementes, se não digeridas. A espécie foi considerada nectobentônica A no ambiente estudado, que corrobora o hábito alimentar.

Piabina argentea foi classificada como onívora, e o item alimentar mais importante foi semente, seguido de larva de *Trichoptera* e larva de *Chironomidae* com menor importância (Souza, 2011). A espécie mostra como principal função contribuir para o controle populacional de vegetais por meio das sementes ingeridas, ainda, podendo dispersá-las, se não digeridas e eliminadas inteiras. Também ajuda a controlar a população de *Trichoptera* e *Chironomidae* no córrego da Lapa. Neste estudo *Piabina argentea* foi considerada nectobentônica A, reforçado pelo hábito alimentar, composto por macroinvertebrados bentônicos. *Piabina argentea* foi considerada uma espécie nectônica em estudo realizado na bacia do rio Mogi-guaçu (Ferreira, 2007).

Bryconamericus cf. *iheringii* revelou hábito alimentar algívoro-iliófago, com predomínio de algas, presentes, também, larvas de *Chironomidae*, fragmentos vegetais e sementes (Souza, 2011). A espécie mostra, principalmente, a função de contribuir para o controle da população de algas microscópicas e filamentosas presentes no sedimento do córrego da Lapa. *Bryconamericus* cf. *iheringii* correu no espaço ecomorfológico junto a espécies nectobentônicas A. O que corrobora os estudos alimentares da espécie no córrego da Lapa, pois os itens alimentares mais importantes são de origem bentônica.

Astyanax paranae foi classificada como onívora com tendência à insetivoria, e os itens alimentares mais importantes foram ninfa de *Ephemeroptera*, *Hymenoptera* e semente (Souza, 2011). A espécie tem função de ajudar no controle populacional de *Ephemeroptera*. Ainda colabora no controle populacional de vegetais por meio das sementes consumidas, podendo agir como dispersora das mesmas, se não digeridas. *Astyanax paranae* se encontra no espaço ecomorfológico junto aos peixes nectobentônicas A, reforçado pela alimentação da espécie, na qual foi encontrado um conteúdo estomacal com itens bentônicos. Ferreira (2007) considerou-a nectônica, em estudo realizado na bacia do rio Mogi-guaçu.

Astyanax lacustris, considerada onívora pelo estudo alimentar, cujos itens alimentares mais importantes foram fragmentos vegetais e *Hymenoptera* (Souza, 2011). Consumiu vegetal fragmentado, porém não foi possível saber a origem desse item alimentar, portanto a função pode ser o controle populacional da vegetação, ou inserir na biomassa da ictiofauna a matéria orgânica particulada grossa do substrato. *Astyanax lacustris* correu no espaço ecomorfológico junto a espécies classificadas como nectobentônicas A, corroborando o estudo alimentar da mesma, pois existem itens alimentares de origem bentônica. Teixeira e Bennemann (2007), em estudo realizado em um reservatório do rio Paranapanema, classificaram a espécie como nectônica e onívora.

Astyanax bockmanni revelou hábito alimentar onívoro com tendência à insetivoria e itens alimentares mais importantes foram larva de *Trichoptera*, fragmentos vegetais e ninfa de *Ephemeroptera* (Souza, 2011). Tem como função no córrego da Lapa contribuir para o controle populacional de *Trichoptera* e *Ephemeroptera*. Também controla a população de vegetais através das sementes ingeridas, podendo ser uma dispersora destas, se eliminadas inteiras após o processo digestivo. Também houve o consumo de vegetal fragmentado e não foi possível saber a origem deste item, portanto a função pode ser o controle populacional da vegetação ou inserir na biomassa da ictiofauna a matéria orgânica particulada grossa do substrato. Neste estudo *Astyanax bockmanni* foi considerada nectobentônica A, com base na ecomorfologia e reforçado pelo hábito alimentar, que obteve itens alimentares bentônicos.

Geophagus brasiliensis demonstrou um hábito alimentar onívoro, cujos itens alimentares mais importantes foram larva de *Trichoptera*, seguida de fragmentos vegetais (Souza, 2011). A espécie mostra como principal função a ajuda no controle populacional de *Trichoptera*. Também houve o consumo de vegetal fragmentado; como não foi possível conhecer a origem deste item, a função pode ser o controle populacional da vegetação consumida ou inserir na biomassa da ictiofauna a matéria orgânica particulada grossa do substrato. *Geophagus brasiliensis* foi considerada nectobentônica A neste estudo, com base na ecomorfologia e reforçado pelo hábito alimentar, cujo principal item é um organismo bentônico.

Os indivíduos analisados das espécies demersais *BI. mirini*, *C. iheringi* e *T. cf. iheringii* foram todos coletados em área de corredeira. Assim como também os analisados das espécies nectobentônicas B *P. harpagos* e *P. Reticulata*. Os indivíduos analisados da espécie *Geophagus brasiliensis* foram todos coletados em área de remanso. O restante dos analisados foi coletado tanto em áreas de remanso, quanto em áreas de corredeira, com o intuito de observar se a mesma espécie coletada em área de remanso e em área de corredeira apresentava diferenças morfológicas, mas não houve tal separação no espaço ecomorfológico.

As espécies demersais mostraram uma separação do restante das espécies em resposta às diferenciações morfológicas relacionadas, principalmente, formato do corpo (mais baixo e largo) e às nadadeiras, que refletem o modo de locomoção. O formato mais baixo e largo do corpo oferece menor resistência em um ambiente com correnteza, o que exige dos indivíduos, menor gasto de energia com natação. Segundo Hora (1922), peixes que vivem no fundo

possuem forma modificada para oferecer o mínimo de resistência em correntezas, a cabeça e o corpo são muito achatados, o perfil ventral se torna linear (reto) em toda a horizontal. O perfil dorsal é ligeiramente arqueado, a cabeça geralmente é pequena e semicircular e o focinho é incisivo. Há uma tendência geral entre os peixes de riachos de montanha (alta velocidade da água) de possuírem um pedúnculo caudal longo, estreito.

Hypostomus strigiceps, *H. ancistroides* e *C. cuestae* são as espécies que compuseram o subgrupogruppo demersal A e dentre as espécies demersais do córrego da Lapa, foram as que obtiveram um pedúnculo caudal mais alto. Segundo Pauly (1989), tal característica possibilita-lhes arrancadas. Além de os demersais A apresentarem o corpo um pouco mais comprimido com relação ao restante dos demersais, mostrando que *H. strigiceps*, *H. ancistroides* e *C. cuestae* possuem uma relação mais estreita com o substrato. Este fato reflete-se na alimentação, pois tais espécies mostraram um hábito alimentar algívoro-iliófago e são mais dependentes da região bentônica. *Imparfinis mirini*, *C. iheringi* e *T.cf. iheringii* formaram o subgrupo demersal B e o que os separou dos outros grupos de demersal foi, principalmente, o formato da boca, com maior abertura bucal, permitindo-lhes se alimentar de macroinvertebrados aquáticos e os caracterizou como insetívoros. *Corydoras flaveolus*, dentre as espécies demersais, foi a que ficou mais distante no espaço ecomorfológico por possuir o corpo um pouco mais alto e, portanto, foi classificada como demersal C. Dentre os demersais, *C. flaveolus*, possui maior capacidade de protrusão, encontrado em espécies que se alimentam de presas pequenas. Isto possibilitou à espécie se alimentar, principalmente, de larvas de *Chironomidae*, mas também de microcrustáceos (*Copepoda* e *Conchostraca*), caracterizando-lhe um hábito alimentar invertívoro. Souza (2011) destacou que a presença de microcrutáceos na alimentação de *C. flaveolus* é um recurso alimentar pouco abundante na microbacia estudada e que, provavelmente, a espécie busca esse alimento devido à baixa abundância de microcrustáceos na microbacia. Tal particularidade na alimentação de *C. flaveolus* pode ter relação com a capacidade de protrusão da espécie.

As espécies nectobentônicas mostraram características morfológicas de peixes que não têm uma relação tão estreita com o substrato, como quando comparado às espécies demersais, mas que depende de organismos bentônicos como recurso alimentar.

Characidiumzebra, *A. ibitiensis*, *A. affinis*, *P. harpagos* e *P. reticulata* formaram o subgrupo nectobentônico B, que mostrou maiores diferenças morfológicas entre as espécies que o compõem, mas este subgrupo como um todo mostrou características ecomorfológicas

mais bentônicas do que o subgrupo nectobentônico A. *P. harpagos* e *P. reticulata* se mostraram levemente mais pelágicos dentro do subgrupo nectobentônicos B. *Characidiumzebra*, *A. ibitiensis* e *A. affinis* mostraram-se um pouco mais bentônicos dentro do subgrupo. Este subgrupo foi caracterizado pelo hábito alimentar algívoro-iliófago, iliófago-algívoro e insetívoro. Não foi caracterizado o hábito alimentar de *P. reticulata*, e *C.zebra* foi insetívoro (consumindo larvas de *Chironomidae* e ninfas de *Ephemeroptera*) enquanto o restante das espécies foi algívoro-iliófago e iliófago-algívoro com consumo de algas e sedimento. Assim, além das características ecomorfológicas mais bentônicas deste subgrupo (com relação aos nectobentônicos A) a alimentação foi outro fator a contribuir na distribuição das espécies, pois este grupo apresentou um hábito alimentar bem estreito com a região bentônica, sendo macroinvertebrados bentônicos, algas e sedimento os itens alimentares mais importantes.

Bryconamericus turiuba, *P. argentea*, *B.cf. iheringii*, *A. paranae*, *A.lacustris*, *A. bockmanni* e *G. brasiliensis* compuseram o subgrupo nectobentônico A e dentre as espécies coletadas no córrego da Lapa foram as que mostraram mais características morfológicas, com relação ao corpo e nadadeiras, de espécies nectônicas. Devido a tais características, este subgrupo segregou-se do subgrupo nectobentônico B. A espécie *G. brasiliensis* se distanciou um pouco mais do restante do subgrupo nectobentônico A, devido a *G. brasiliensis* possuir o movimento de protrusão na boca, que lhe permite a ingestão de presas menores e, ainda, por possuírem maior manobrabilidade devido aos baixos valores da altura relativa do pedúnculo caudal, fazendo da *G. brasiliensis* a espécie com características mais nectônicas do subgrupo. Tais características morfológicas que separaram *G. brasiliensis* do restante das espécies do grupo também é uma resposta devido a *G. brasiliensis* pertencer a uma família diferente do restante das espécies do subgrupo. Quanto mais alto o corpo do peixe, mais dificuldade terá para resistir à correnteza, mesmo se tal espécie for capaz de nadar contra a corrente, isto será uma desvantagem, quando comparado com espécies de corpo arredondado (Nikolskii, 1933). Portanto, o subgrupo nectobentônico A deve habitar, em geral, áreas com menor velocidade da água do que os outros subgrupos. E, quando passam por áreas de maior correnteza do córrego, dispõem maior gasto energético com natação do que os demais. Ainda, foi possível observar que no subgrupo nectobentônico A, a maior parte das espécies mostrou um hábito alimentar onívoro, sendo onívoro e onívoro-insetívoro, ainda houve a presença de o hábito alimentar insetívoro (*B.turiuba*) e algívoro-iliófago (*B.cf. iheringii*). Tais espécies mostraram uma diversificação maior de alimento, pois além de macroinvertebrados

bentônicos, também consumiram vegetais e insetos terrestres, ou seja, o hábito alimentar também interferiu na distribuição dessas espécies.

Embora a alimentação tenha contribuído na distribuição dos pontos gerados na análise, os principais índices ecomorfológicos que influenciaram na segregação dos grupos no córrego da Lapa estão relacionados às nadadeiras, seguido da altura e largura do corpo (tronco). A alimentação também contribuiu para a separação dos grupos, pois havia índices ecomorfológicos ligados à alimentação. Mas as nadadeiras e tronco foram mais importantes na segregação dos grupos, pois possuem uma resposta grande com a velocidade da água. O tronco e as nadadeiras são aspectos morfofuncionais que permitem inferir aspectos ecológicos das espécies, uma vez que a capacidade de natação dos peixes interfere no modo de vida das espécies (Breda *et al.*, 2005). Foi observado, através das análises estatísticas, que as nadadeiras e tronco foram mais importantes na separação dos grupos, porque houve uma resposta dos agrupamentos das espécies com a velocidade da água, tanto com relação ao ambiente de corredeira e remanso, quanto com a distribuição das espécies na coluna da água (demersais mostraram uma relação mais estreita com o substrato do que os nectobentônicos). Isso ocorre, pois, como já discutido anteriormente, a velocidade da água deve ser o fator chave que seleciona tanto a morfologia das espécies, quanto a distribuição dos itens alimentares. Assim, a alimentação contribuiu para separação dos grupos, porém com menor importância, uma vez que os itens alimentares também sofrem influência da velocidade da água.

4.4 Espécies comuns da Estação Ecológica de Jataí e Córrego da Lapa:

As espécies presentes nos dois ambientes estudados foram analisadas pela ACP (Figura 21), mostrando que os vetores ARD, ARC, ARA, ARO, AR, IC, RAC, RAA, RAPt, RAPv, AIRBo, AIRCb e AIRPd foram mais importantes, seguidos dos vetores com menor importância LRBo, ID, CRNPt, CRNPI, ARPv e ARPt.

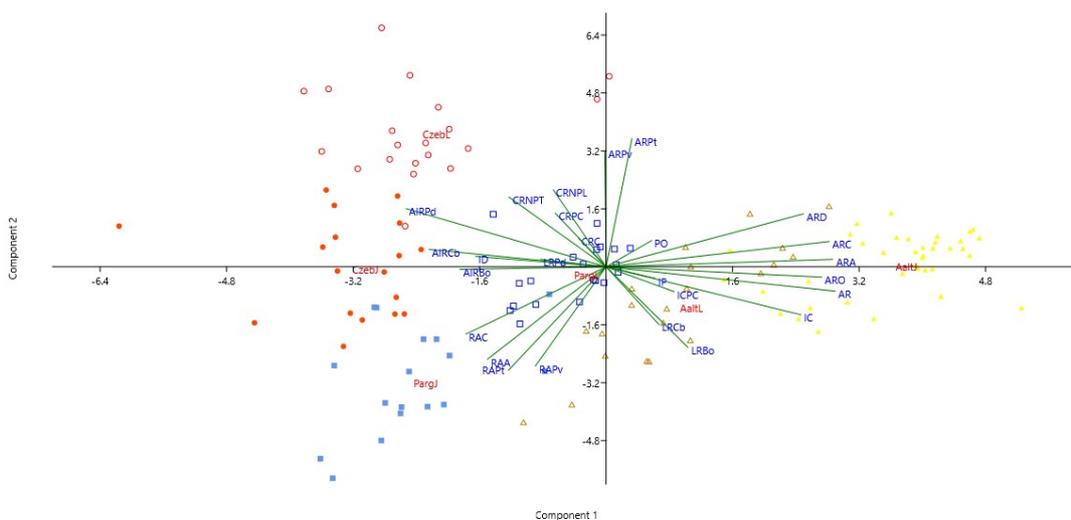


Figura 21 - Projeção dos dois primeiros componentes principais, baseada em 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP e córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.

A distribuição dos pontos e os vetores gerados revelaram que a mesma espécie foi distribuída em locais semelhantes no gráfico, com uma ligeira diferença gerada por serem de ambientes diferentes. Ou seja, os indivíduos tiveram uma distribuição semelhante por pertencerem à mesma espécie, porém com agrupamentos ligeiramente diferentes por habitarem locais distintos.

Através da ACP, foram produzidos nos dois primeiros eixos 29,59% (F1) e 18,9% (F2), gerando uma explicabilidade de 48,49%. Entretanto, a explicabilidade produzida por tal ACP não representa com garantia a distribuição dos peixes estudados nas duas ictiofauna, porém mostra a existência de agrupamentos. Quanto aos agrupamentos formados nesta análise, observou-se que as mesmas espécies em ambientes distintos produziram grupos diferentes, apesar de haver sobreposição dos pontos destes grupos.

Os agrupamentos gerados pelas três análises de componentes principais obtiveram baixa explicabilidade e não apontam com garantia a distribuição das espécies no espaço ecomorfológicos. Porém, os grupos formados pela ACP foram considerados e testados pela análise de discriminantes, que mostrou serem reais os grupos dos três gráficos.

O gráfico indica 6 grupos, formados por 3 espécies presentes nos dois ambientes de coleta, córrego e represa do Beija-Flor e córrego da Lapa. Estes grupos são os mesmos da ACP (Figura 22). O atributo ecomorfológico mais importante foi RAPv, seguido dos atributos RAPt e RAA. No eixo 1, Parg Jataí, Parg Lapa e Czeb Jataí valores negativos e Aalt Jataí,

Aalt Lapa e Czeb Lapa valores positivos. No eixo 2, Aalt Jataí e Aalt Lapa valores positivos e Parg Lapa, Parg Jataí, Czeb Jataí e Czeb Lapa valores negativos. Razão-aspecto da nadadeira pélvica, seguida da razão-aspecto da nadadeira peitoral e razão-aspecto da nadadeira anal, foram os índices que separaram os grupos.

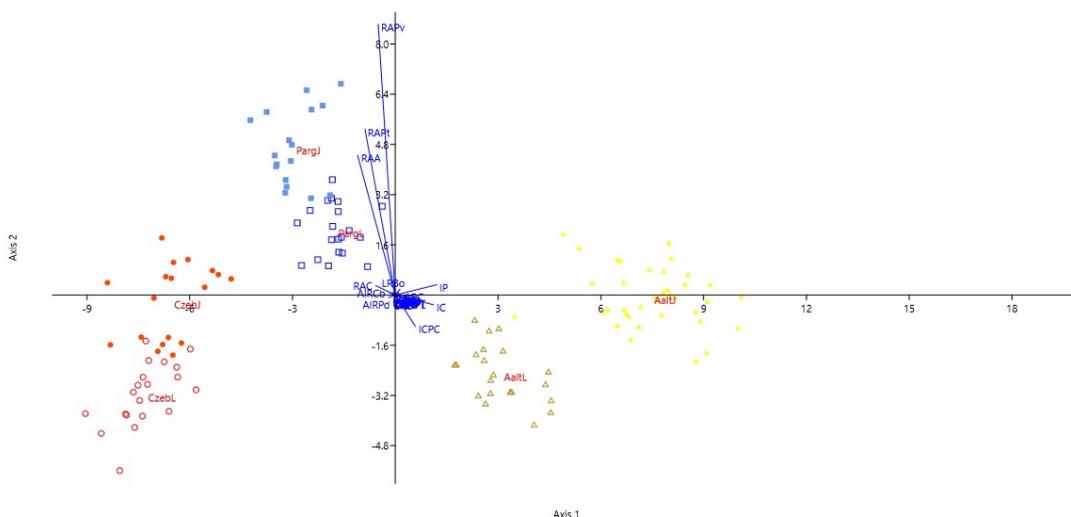


Figura 22- Representação gráfica da Análise de Discriminantes, aplicada aos 26 índices ecomorfológicos das espécies coletadas na Estação Ecológica de Jataí, SP e córrego da Lapa, Itirapina/Ipeúna, SP.

As três espécies presentes nos dois ambientes estudados formaram grupos distintos, porém, quando eles são da mesma espécie, houve uma interseção. E quando os grupos formados são de espécies diferentes, os mesmos ficaram bem separados.

Realizou-se uma análise de variância unifatorial (ANOVA) sobre os escores dos eixos da análise de discriminantes (retidos para a interpretação) para as espécies comuns ao Jataí e Lapa. O resultado mostrou a existência de diferença significativa em nível de $\alpha = 0,05$ entre os grupos ecomorfológicos avaliados (a hipótese nula foi rejeitada). Assim, estabeleceu-se a partir das morfologias das espécies quais são mais semelhantes e menos semelhantes.

Uma segunda análise de discriminantes foi feita, retirando-se os atributos mais importantes encontrados na primeira análise de discriminantes RAPt, RAPv e RAA, para verificar outros atributos também relevantes. Observou-se que os atributos ecomorfológicos ICPC, IP, IC e RAC foram importantes (Figura 23). No eixo 1, Parg Jataí, Parg Lapa e Czeb Jataí valores negativos e Aalt Jataí, Aalt Lapa e Czeb Lapa valores positivos. No eixo 2, Aalt Jataí e Aalt Lapa valores positivos e Parg Lapa, Parg Jataí, Czeb Jataí e Czeb Lapa valores

lhes confere uma maior habilidade para frenagem ou auxílio no movimento de progressão (Harris, 1937 *apud* Gatz, 1979) do que os peixes coletados na Estação Ecológica de Jataí.

Quanto à razão-aspecto da nadadeira peitoral a *P. argentea*, *C. zebra* e *A. lacustris* da Estação Ecológica de Jataí são ligeiramente maior do que a *P. argentea*, *C. zebra* e *A. lacustris* do córrego da Lapa. Desta forma, os indivíduos da Estação Ecológica de Jataí possuem uma nadadeira peitoral um pouco mais longa e estreita (Watson e Balon, 1984) do que os do córrego da Lapa, o que confere a estes indivíduos uma diferença sutil para nadar continuamente e para viver em ambientes pelágicos (Casatti e Castro, 2006) do que os indivíduos do córrego da Lapa.

Observou-se que para *P. argentea*, *C. zebra* e *A. lacustris* da Estação Ecológica de Jataí a razão-aspecto da nadadeira anal é sutilmente maior do que a do córrego da Lapa. Tal característica confere aos indivíduos da Estação Ecológica de Jataí maior habilidade em realizar movimentos progressivos e retrógrafos mais rapidamente (Breda, 2005 *apud* Oliveira *et al.* 2010) que os indivíduos do córrego da Lapa.

As nadadeiras pélvicas e peitorais (RAPv e RAPt) foram as principais responsáveis pela separação dos grupos na análise de discriminantes. Segundo Breda *et al.* (2005), as nadadeiras estão ligadas a funções, principalmente, de locomoção podendo ser guias de movimento de propulsão, ou os principais órgãos de propulsão. As nadadeiras peitorais e pélvicas são as principais responsáveis por movimentos delicados no peixe (Breda *et al.*, 2005). A nadadeira anal (RAA) também foi importante na separação dos grupos, segundo Breda *et al.* (2005) ela está ligada, juntamente com a nadadeira dorsal, simetricamente oposta, a movimentos de propulsão, para frenagens ou para estabilização. Por isso, as nadadeiras pélvicas, peitorais e anais foram relevantes para a separação das espécies dos dois ambientes estudados, uma vez que um possui águas mais rápidas e as espécies inseridas nos dois ambientes necessitam de diferentes ajustes para nadar.

Observando o segundo gráfico da análise de discriminantes, verificou-se que o índice de compressão para *A. lacustris* *C. zebra* é um pouco maior nos peixes coletados na estação ecológica de Jataí. Desta forma, tais indivíduos apresentam o corpo com um pouco mais de compressão lateral, o que lhes confere melhor capacidade de ocupar *habitat* com baixa velocidade da água (Gatz, 1979; Watson e Balon, 1984; Winemiller, 1991) e realizar manobras com mais precisão e maior estabilidade na coluna da água (Winemiller, 1991). Tais características corporais são mais vantajosas em águas mais lentas, como na Estação Ecológica de Jataí, quando comparadas com as do córrego da Lapa. Ainda a maior capacidade de manobrabilidade encontrada nos indivíduos de *A. lacustris* *C. zebra* da Estação Ecológica

de Jataí reflete uma característica do ambiente que possui macrófitas aquáticas, uma vez que essa maior capacidade de realizar manobras é importante para nadar em meio à vegetação aquática. Já *A. lacustris* *C. zebra* do córrego da Lapa possui menor capacidade de realizar manobras, um reflexo do ambiente, uma vez que o córrego da Lapa apresenta pouca vegetação aquática. Apresenta o corpo um pouco mais deprimido típico de peixes que vivem em locais com maior correnteza (Hora, 1922). *Piabina argentea* obteve o índice de compressão sutilmente maior no córrego da Lapa do que na Estação Ecológica de Jataí, porém foi a espécie que obteve maior interseção entre os pontos no gráfico e, portanto, é a que menos se separou nos dois ambientes.

O índice de compressão do pedúnculo caudal foi maior para *A. lacustris* *C. zebra* da Estação Ecológica de Jataí, o que lhes confere um pedúnculo caudal mais comprimido, encontrado em nadadores menos ativos e, possivelmente, atribui-lhes maior manobrabilidade (Watson e Balon, 1984). Características importantes para um ambiente com menor velocidade da água como há na Estação Ecológica de Jataí. Este índice foi menor para *A. lacustris* *C. zebra* do córrego da Lapa, conferindo a eles maior amplitude de movimentos natatórios (Nurssal, 1958). A *P. argentea* obteve índice de compressão do pedúnculo caudal sutilmente maior no córrego que na Estação Ecológica de Jataí, mas houve maior interseção entre os pontos no gráfico para esta espécie e a separação dos indivíduos nos dois ambientes foi pouca.

A razão-aspecto da nadadeira caudal apresentou-se maior para *C. zebra* da Estação Ecológica de Jataí e *A. lacustris* do córrego da Lapa, altos valores de razão-aspecto da nadadeira caudal são encontrados em nadadores ativos e contínuos (Watson e Balon, 1984). *Characidium zebra* do córrego da Lapa e *A. lacustris* da Estação Ecológica de Jataí obtiveram menores valores de razão-aspecto da nadadeira caudal, encontrado em nadadores menos ativos e contínuos (Watson e Balon, 1984). *Piabina argentea* teve uma razão-aspecto da nadadeira caudal maior no córrego da Lapa do que na Estação Ecológica de Jataí, mas esta espécie obteve mais interseção dos pontos no gráfico, apontando menor separação de indivíduos entre os dois ambientes estudados.

O índice de protrusão para *A. lacustris* *C. zebra* é ligeiramente maior nos peixes coletados na Estação Ecológica de Jataí. Assim, tais indivíduos se alimentam de presas menores (Gatz, 1979), do que os do córrego da Lapa. *Piabina argentea* obteve índice de protrusão levemente maior no córrego da Lapa do que na Estação Ecológica de Jataí, mas esta espécie possuiu a maior interseção entre os pontos e, assim, não obteve tanta diferença nos indivíduos dos dois ambientes.

As duas análises de discriminantes mostraram que para estas espécies, destes dois locais, o ambiente influenciou na morfologia dos indivíduos estudados. Os índices ecomorfológicos responsáveis pela separação dos grupos de espécies foram, em sua maioria, os relacionados com a locomoção. Isso se deve ao fato de que o córrego do Beija-Flor se encontra em uma planície e as diferenças de altitude entre os pontos de coleta não foram grandes. Já no córrego da Lapa, a nascente se encontra na Serra do Itaqueri e segue para a Depressão Periférica, assim a diferença de altitude dos pontos de coleta foram maiores. Ainda a Estação Ecológica de Jataí é mais rica em macrófita aquática do que o córrego da Lapa, que possui pouca vegetação aquática. Tal característica promove um *habitat* estruturalmente mais complexo na Estação Ecológica de Jataí. Isto é, no córrego do Beija-Flor, a velocidade da água é menor, com menos corredeiras que no córrego da Lapa e isso tem reflexos na morfologia das espécies inseridas nestes locais. Além disso, a Estação Ecológica de Jataí apresenta um *habitat* mais complexo, gerado pela maior presença de vegetação aquática que no córrego da Lapa e tal característica ambiental também repercute na morfologia dos peixes, que vivem nestes locais.

Portanto, houve uma diferença na morfologia intraespecífica nas espécies, coletadas em dois córregos com características geomorfológicas distintas, em resposta à velocidade da água e quantidade de macrófitas aquáticas. Outros autores encontram diferenças intraespecíficas de espécies coletadas em canal e lagoa (Breda *et al.*, 2005) e entre rio, canal, lagoas conectadas e desconectadas (Oliveira *et al.*, 2010).

Não houve diferença na alimentação para *A. lacustris*, *C. zebrae* e *P. argentea* nas duas regiões estudadas, pois *A. lacustris* mostrou um hábito alimentar onívoro nos dois ambientes e *C. zebra* mostrou-se insetívoro. *Piabina argentea* mostrou-se onívoro com tendência à herbivoria na Estação Ecológica de Jataí e onívoro no córrego da Lapa. No entanto, a alimentação foi igual pois, no córrego da Lapa o item mais importante foi semente, seguido de larvas de *Trichoptera*, enquanto na Estação Ecológica de Jataí, o item mais importante foi semente, seguido de ninfa de *Ephemeroptera*.

4.5 Funções das guildas tróficas:

Os peixes piscívoros, insetívoros, herbívoros e algívoros possuem a função de controlar a população de suas presas. Segundo Odum e Barrett (2007), predadores, parasitas e

pastejadores reduzem a taxa de crescimento da população-alvo ou reduzem o tamanho total da população. Outra função importante para os piscívoros, insetívoros, herbívoros e algívoros é evitar a competição entre suas presas e permitir que elas compartilhem o mesmo ambiente, contribuindo para o equilíbrio do ecossistema. Presas são as espécies mais abundantes e os predadores mudam a espécie de presa conforme a oferta; assim, predadores são importantes para permitir a coexistência de presas, evitando a competição entre elas (Odum e Barrett 2007).

Os herbívoros e algívoros desempenham função importante na cadeia alimentar, pois através deles a energia solar armazenada nas plantas e algas (energia produzida pelos produtores) é disponibilizada para outros animais da cadeia alimentar. Ainda quando as espécies consumiram sementes e estas se mantiveram inteiras após o processo digestivo, tais espécies também tiveram a função de dispersá-las.

Os detritívoros e iliófagos realizam a função de transferir a energia da matéria orgânica presente no sedimento para a biomassa de peixes e torná-la disponível para outros animais da cadeia alimentar, permitindo, assim, uma interação essencial entre a energia da matéria orgânica e a biomassa da cadeia alimentar.

Os peixes insetívoros e onívoros consumiram principalmente larva de *Trichoptera*, ninfa de *Ephemeroptera* e larva de *Chironomidae*, tanto na Estação Ecológica de Jataí como no córrego da Lapa. As larvas de *Trichoptera* ocupam diferentes nichos tróficos e possuem uma função muito importante para a transferência de energia do ecossistema, apresentando diversos hábitos alimentares: fitófago, carnívoro, onívoro ou detritívoro (Mugnai *et al.*, 2010). As ninfas de *Ephemeroptera* podem ter diversas estratégias alimentares: filtradoras, raspadoras, fragmentadoras, coletoras ou, mais raramente, predadoras (Mugnai *et al.*, 2010). As larvas de *Chironomidae* podem ser detritívoras, carnívoras e herbívoras, podendo não ser especialistas e serem classificadas como onívoras, dependendo da oferta de alimento (Alaíde Aparecida Fonseca Gessner, informação pessoal). Os peixes insetívoros que consumiram *Trichoptera*, *Ephemeroptera* e *Chironomidae* podem ter diversas funções, além do controle da população destes insetos. Podem trazer a energia resgatada do substrato para a biomassa da ictiofauna, quando *Trichoptera*, *Ephemeroptera* e *Chironomidae* se alimentam da matéria orgânica. Podem transferir a energia produzida pelos produtores na biomassa dos peixes, quando *Trichoptera*, *Ephemeroptera* e *Chironomidae* se alimentam de vegetais, além de contribuírem para a preservação do *habitat* dos organismos que vivem em meio às macrófitas aquáticas e outros vegetais, além da fonte de alimento de outros herbívoros deste local. Predadores e parasitas contribuem para o controle populacional de insetos herbívoros,

deixando em baixa densidade, e, desta forma, seus suprimentos de alimentos e *habitat* não são destruídos (Odum e Barrett 2007). Na Estação Ecológica de Jataí houve o consumo de formicida e no córrego da Lapa alguns peixes consumiram *Hymenoptera*. Ambos são insetos terrestres, assim os peixes que os ingeriram possibilitaram a entrada de energia do ecossistema terrestre e mostraram a função de trazer um subsídio energético para o córrego e para a represa.

5 CONCLUSÕES:

O ambiente interfere na forma das espécies, tanto em resposta às variáveis ambientais (velocidade da água, presença de macrófitas aquáticas e outras variáveis), quanto na seleção dos itens alimentares. Por outro lado, as espécies interferem no ambiente através de sua função (como um peixe predador que controla a população de peixes herbívoros, que por sua vez contribui para não haver um excesso de consumo de macrófitas aquáticas, mantendo a população de macrófita em equilíbrio. Essa população de macrófita contribui para a diminuição da velocidade da água, ao criar uma resistência, evitando erosão das margens do córrego). Assim, a forma interfere na função e a função interfere na forma.

Foi observada uma preferência ambiental em resposta às diferenças morfológicas entre as espécies do gênero *Characidium*, *Characidium zebra*, mostrando características morfológicas típicas de locais com correnteza e *Characidium lagosantense*, apontando características morfológicas típicas de locais lânticos.

Indivíduos da mesma espécie, coletados no córrego da Lapa, em áreas de corredeira e em áreas de remanso, não mostraram diferenças morfológicas significativas para separá-los no espaço ecomorfológico em dois morfotipos. Tal resposta só houve quando a mesma espécie foi coletada em outra microbacia, como ocorreu entre *A. lacustrise* *C. zebra* da Estação Ecológica de Jataí e a do córrego da Lapa.

Characidium zebra, *A.lacustris* e *P. argentea*, apesar de serem coletados em microbacias diferentes, exerceram a mesma função nos dois ambientes, pois apresentaram o mesmo nicho trófico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

No período de cheia, o volume de água não está sendo suficiente para a ocorrência dos pulsos de inundação e este fato, somado ao assoreamento crescente, estão ocasionando a extinção das lagoas marginais do rio Mogi-guaçu. Ao mesmo tempo, ocorre a substituição de espécies de macrófitas aquáticas por espécies de vegetais terrestres.

Portanto, a represa do Beija-Flor, apesar de ser um ambiente artificial, é importante para manter certas espécies de locais alagados, uma vez que as lagoas marginais estão praticamente extintas na Estação Ecológica de Jataí.

Characidium lagsantense prefere locais lânticos (Silveira, 2008; Lealet *al.*, 2010) principalmente nas margens de lagoas (Silveira, 2008) e foi coletada anteriormente na bacia no rio Mogi-guaçu e nas lagoas marginais (Silveira, 2008). Sabe-se pouco sobre a ecologia de *C. lagsantense*, mas a análise dos ambientes em que foi capturada sugere ser uma espécie predominantemente de ambientes lânticos, de água parada ou de pouca movimentação (Buckup, 2008). Os limites taxonômicos e geográficos da espécie ainda são incertos, uma vez que há registros de populações de morfologia semelhantes, porém ainda inadequadamente estudadas, nas bacias do alto Paraná e do Paraíba do Sul (Buckup, 2008). Segundo o Decreto nº 60.133, de 2014, *Characidium cf. lagsantense* consta na lista das espécies que não possuem informação suficiente para a análise de seu grau de conservação (São Paulo, 2014). Considerando que as lagoas marginais são dependentes da enchente do rio Mogi-guaçu e que, ultimamente, o rio não enche o suficiente para renovar as águas delas, que sofrem assoreamento, tal é a alteração nos pulsos de inundação, que afeta a dinâmica de cheia e seca das lagoas. E somado ao fato de registros dessa espécie na bacia do rio Mogi-guaçu em lagoas marginais, obtem-se evidência de que *C. lagsantense* está perdendo seu *habitat* natural e que, portanto, pode estar em risco. Segundo Buckup (2008), a principal forma de ameaça de *C. lagsantense* é a destruição de *habitat*, resultado de contaminação dos cursos d'água por esgoto, introdução de espécies não-nativas e alteração de margens de lagoas e rios.

A represa do Beija-Flor tem o fluxo contínuo ao córrego do Beija-Flor, assim a variação do volume de água na represa é dependente da bacia adjacente e do córrego. Portanto, a represa pode ser um ambiente utilizado como refúgio para *C. lagsantense*, que encontra ali, um *habitat* igual ao seu *habitat* natural.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Academia de Ciências do Estado de São Paulo. 1997. Glossário de Ecologia. São Paulo: ACIESP.

Addinsoft. 2015. XLSTAT statistical analysis software, versão 2015.1.02. Disponível em: <http://www.xlstat.com> (06/02/2015).

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

Agostinho, A. A.; Gomes L. C. e Pelicice F. M. 2007. Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem, 501p.

Alexander, R. McN. 1974. Functional Design in Fishes. London: Hutchinson e Co (Publishes) Ltd. 160p.

Baker, G. H. 1998. Le Corbusier: uma análise da forma. São Paulo: Martins Fontes. 385p.

Begon, M.; Townsend C. R. e Harper, J. L. 2007. Ecologia: de indivíduos a ecossistema. 4ª edição. Porto Alegre: Artmed, 740p.

Brasil. Lei Nº 6.902, de 27 de abril de 1981. Regulamenta art. 1, § 1º da Constituição Federal, dispõem sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6902.htm

Breda, L., Oliveira, E. F. e Goulart, E. 2005. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. Acta Scientiarum, 27(4): 371-381.

Buckup, P. A. 2008. *Characidium lagsantense* Travassos, 1947. Pp. 101-102, volume 2. Em: Rosa, R. S. e Lima, F. C. T. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.

Carmo, C., M. 2013. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 100p. Ecomorfologia e alimentação de peixes na bacia do rio Das Mortes/MT e

introdução à fisiologia de peixes para o ensino fundamental e médio. Dissertação de mestrado, Universidade do Estado do Mato Grosso, Cáceres. 93p.

Casatti, L. e Castro, R. M. C. 2006. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4 (2), 203-214.

Casatti, L.; Langeani, F. e Castro, R. M. C. 2001. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, SP. *Biota Neotropica*, 1(1): 1-15.

Castro, R. M. C. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos Sul-Americanos: Padrões gerais e possíveis processos causais. 139-155. Em: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni e P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, vol. VI. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.

Chaui, M. 2008. *Convite à Filosofia*. São Paulo: Editora ática. 424p.

Costa, M. R.; Mattos, T. M.; Borges, J. L. e Araújo, F. G. 2013 Habitat preferences of common native fishes in a tropical river in Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 11(4):871-880.

Fernandes, D. 2010. Caracterização biológica da ictiofauna carnívora da Represa do Beija-Flor, Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 100p.

Ferreira, A. G., J. R. Verani, A. P. de O. Nuñez, A. C. Peret e P. F. Castro. 2000. Estrutura das comunidades íctias de lagoas marginais do Rio Mogi-Guaçu na Estação Ecológica de Jataí, SP, Brasil, sujeitas à inundação. Pp. 805-816. Em: Dos Santos, J. E. e J. S. R. Pires. 2000. *Estudos integrados em ecossistemas*. Estação Ecológica de Jataí. RIMA, São Carlos.

Ferreira, K. M. 2007. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5(3), 311-326.

Ferreira-Peruquetti, P. S. e A. A. Fonseca-Gessner. 2003. Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 20(2): 219-224.

Foucault, M. 1981. *As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas*. São Paulo: Martins Fontes. 407p.

Fragoso, E. N. 2005. Ictiofauna da microbacia do córrego da Lapa, bacia do Alto Paraná, Itirapina/Ipeúna, S.P. Tese (Doutorado em Ciências, ênfase em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCar, São Carlos. 130p.

Freire, A. G. e Agostinho, A. A. 2001. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/ Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 13 (1), 1-9.

Fuentes, C. A. R. 2011. Estrutura ecomorfológica e trófica de peixes de riachos: comparação entre ambientes com diferentes graus de conservação e entre bacias hidrográficas. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto. 137p.

Gatz JR., A. J. 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 21(2): 91-124.

Gneri, F. S. e V. Angelescu. 1951. La nutricion de los peces iliofagos em relacion con el metabolismo general del ambiente acuatico. *Revista del Instituto Nacional de Invetigacion de Las Ciências Naturales*, 2 (1): 1-44.

Gosline, W. A. 1994. Function and structure in the paired fins of scorpaeniform fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 40: 219-226.

Gosline, W. A. 1971. Functional morphology and classification of teleostean fishes. Honolulu: University Press of Hawaii. 208p.

Hahn, N. S., Fugi, R., Peretti, D., Russo, M. R. e Loureiro-Crippa, V. E. 2002. Estrutura trófica da ictiofauna da planície de Inundação do Alto rio Paraná. Pp. 123-126. In: Agostinho, A. A, Thomaz, S. M., Rodrigue, L. e Gomes, L. C. A Planície de inundação do alto rio Paraná. Maringá, UEM-NUPELIA. Relatório PELD.

Hammer, O.; Harper, D.A.T. e Ryan, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, p. 9, 2001. Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>

Hora, S. L. 1922. Structural modifications in the fish of mountain torrents. *Records of the Indian Museum*, 24: 31-61.

Jowett, I. G. e Richardson, J. 1995. Habitat preferences of common, riverine New Zealand native fishes and implications for flow management. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 29(1):13–23.

Langeani, F., Castro, R.M.C., Oyakawa, O.T., Shibatta, O.A., Pavanelli, C.S. and Casatti, L., 2007. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropical*, (7) 3: 181-197.

Langeani, F., Buckup, P.A., Malabarba, L.R., Py-Daniel, L.H.R., Lucena, C.A.S., Rosa, R.S., Zuanon, J.A.S., Lucena, Z.M.S., De Britto, M.R., Oyakawa, O.T. e Gomes-Filho, G. 2009. Peixes de Água Doce. Em Estado da arte e perspectivas para a zoologia no Brasil (Rocha, R.M. e W.A.P. Boeger, orgs.). Curitiba, Ed. UFPR, p. 211-230.

Leal, C. G. 2009. Uso de atributos ecomorfológicos e seleção de hábitat para a caracterização de espécies e comunidades de peixes na bacia do rio Das Velhas, MG. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 132p.

Leal, C. G.; Junqueira, N. T. e Pompeu, P. S. 2010. Morphology and habitat use by fishes of the Rio das Velhas basin in southeastern Brazil. *Environment Biology Fish*, 90: 143–157.

Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Edusp. 535p.

Luiz, T. F. 2014. Estrutura e Ecologia Trófica da Ictiofauna da microbacia do Córrego Beija-Flor, Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP. Tese (Doutorado em Ciências, ênfase em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCar, São Carlos. 108p.

Marçal-Simabuku, M. A. e Peret, A. C. 2002. Alimentação de peixes (Osteichthyes, Characiformes) em duas lagoas de uma planície de inundação brasileira da bacia do rio Paraná. *Interciencia*. 27(6): 299-306.

Mazzoni, R.; Moraes, M.; Rezende, C. F. e Miranda, J. C. 2010. Alimentação e padrão ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. *Iheringia*, 100(2): 162-168.

Mugnai R; Nessimian, J. L. e Baptista, D. F. 2010. Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Technical Books Editora, 174p.

Nikolskii, G. V. 1933. On the influence of the ratio of flow on the fish fauna of the rivers of central Asia. *Journal of Animal Ecology*, 2 (2): 266-281.

Nursall. J. R. 1958. The Caudal Fin as a Hydrofoil. *Evolution*, 12(1): 116-120.

Odum E. P. e G. W. Barrett. 2007. Fundamentos em Ecologia. Thomson Learning, 612p.

Oliveira, E. F.; Goulart, E.; Breda, L.; Minte-Mera, C. V.; Paiva, L. R. S. e Vismara, M. R. 2010. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. *Neotropical Ichthyology*, 8(3):569-586.

Oliveira, E. F. 2005. Padrões Ecomorfológicos da Assembléia de Peixes da Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 68p.

Oliveira, E. M. 2011. Caracterização da ecologia trófica da ictiofauna da Represa do Beija-flor, na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 58p.

Pagotto, J. P. A.; Goulart, E.; Oliveira, E. F., e Yamamura, C. B. 2011. Trophic ecomorphology of Siluriformes (Pisces, Osteichthyes) from a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology*, 71(2), 469-479.

Pauly, D. 1989. Food consumption by tropical temperate fish populations: some generalizations. *J. Fish Biology*, 35 (supplement A): 11-20.

Peres-Neto, P. R. 1999. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riacho. 209-236. Em: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni e P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, vol. VI. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.

Pires, A. Z. C. R. 1994. Elaboração de um Banco de Dados Digitais Georeferenciados como subsídio ao Planejamento e Manejo de uma Unidade de Conservação – Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antonio, São Paulo). Dissertação de mestrado. UFSCar, São Carlos, 68p.

Rodrigues, M. H. S. 1997. Estudo da fauna de Chironomidae (Diptera) do sedimento na represa do Beija-Flor, na Estação de Jataí, Luís Antônio, SP. Dissertação de mestrado. UFSCar, São Carlos, 85p.

São Paulo. Decreto nº 61.026, de 29 de Dezembro 2014. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=173922> (25/02/2014).

Santos, E. P. dos. 1978. Dinâmica de populações aplicada à pesca e a piscicultura. São Paulo, HUCITEC Editora da Universidade de São Paulo, 129p.

Santos, J. E., A. A. Mozeto e Jr. P. M. Galetti. 1989. Caracterização preliminar da Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP). Lagoas marginais do Rio Mogi-Guaçu: Avaliação ambiental e papel ecológico. São Carlos, UFSCar/FINEP/SEMA (SP)/DPRN/IF. 50 p.

Silveira, G. G. S. 2008. Revisão taxonômica de *Characidium lagoonense* Travassos, 1947 (Crenuchidae:Characiformes: Ostariophysi), com descrição de uma nova espécie para o Alto rio Paraná. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto Paraná, 55p.

Souza, J. E. 2011. Ecologia trófica da ictiofauna e simpatria de espécies congênicas no córrego da Lapa, bacia do Alto Paraná, estado de São Paulo, Brasil. Tese (Doutorado em Ciências, ênfase em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UFSCar, São Carlos. 121p.

Stefani, P. M. 2010. Ecologia trófica e ecomorfologia de peixes em um trecho do Alto Rio São Francisco impactado pela transposição do Rio Piumhi, com ênfase nas espécies *Pimelodus fur* Lütken, 1874 e *Leporinus reinhardti* Lütken, 1875. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 167p.

Teixeira, I. & S. T. Bennemann. 2007. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. *Biota Neotropical*, 7 (20): 67-76.

Thompson, D. W. 1945. *On Growth and Form*. Cambridge University Press, Cambridge England. 1116p.

Watson, D. J. e Balon, E. K. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology*, 25: 371-384.

Webb, P.W. 1984. Form and function in fish swimming. *Science*, Washington, D.C., 251: 58-68.

Winemiller, K. O. 1991. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecological Monographs*, 61(4): 343-365.

Winemiller, K.O. 1992. Ecomorphology of freshwater fishes. *National Geographic Research e Exploration*, 8(3):308-327.