

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

Dissertação de Mestrado

COMPOSIÇÃO E ORGANIZAÇÃO TRÓFICA DA ICTIOFAUNA
DE AFLUENTES DA BACIA DO RIO SANTO INÁCIO
(BOFETE, SP): UMA ANÁLISE EM ESCALA TEMPORAL

ANDRÉ HELLMEISTER BURGOS

BOTUCATU - SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

**COMPOSIÇÃO E ORGANIZAÇÃO TRÓFICA DA ICTIOFAUNA DE
AFLUENTES DA BACIA DO RIO SANTO INÁCIO (BOFETE, SP): UMA
ANÁLISE EM ESCALA TEMPORAL**

André Hellmeister Burgos

Orientadora: Prof^a. Adj. Virgínia Sanches Uieda

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, SP, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas – Área de concentração: Zoologia.

BOTUCATU – SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Burgos, André Hellmeister.

Composição e organização trófica da ictiofauna de afluentes da bacia do Rio Santo Inácio (Bofete, SP) : uma análise em escala temporal / André Hellmeister Burgos. - Botucatu, 2015

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Virgínia Sanches Uieda

Capes: 20400004

1. Biologia aquática - Variações sazonais. 2. Ictiofauna. 3. Biologia espacial. 4. Paranapanema, Rio, Bacia (SP e PR). 5. Peixe - Alimentação.

Palavras-chave: Bacia do Rio Paranapanema; ambiente lótico; variação espacial; variação sazonal.

Dedico este trabalho aos meus pais Manoel e Ana, à minha avó Licia e ao meu irmão Felipe, pelo amor incondicional e por não medirem esforços para que eu pudesse concluí-lo. Amo todos vocês!

AGRADECIMENTOS

- À Prof. Virgínia S. Uieda, por toda paciência, confiança e principalmente por todo esforço para me ensinar ao longo desse período. Com certeza nossa convivência me fez crescer muito como biólogo e pessoa.
- Aos meus colegas de laboratório Pedro, Fernando, Maria Inês, Eliane e Vinicius pelo convívio e toda ajuda nos trabalhos de campo.
- À Hamilton Rodrigues pela ajuda em todos os trabalhos de campo e análises laboratoriais.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por todo apoio financeiro concedido (Processo 2013/05636-0).
- Em especial à Maria Lúcia B. Iwai, pela paciência e apoio ao longo desses anos de convivência. Seu companheirismo foi muito importante para que eu pudesse concluir esse trabalho.

SUMÁRIO

Resumo	1
Introdução Geral.....	3

Capítulo I – Estrutura da ictiofauna de afluentes da bacia do Rio Santo Inácio (Bofete, SP): uma análise em escala temporal

Resumo.....	7
Abstract	8
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	10
Resultados.....	13
Discussão.....	16
Referências Bibliográficas.....	19
Tabelas.....	23
Figuras.....	35

Capítulo II – Ecologia trófica da ictiofauna de três riachos pertencentes à Bacia do Rio Santo Inácio (Bofete, SP)

Resumo.....	48
Abstract.....	49
Introdução.....	50
Material e Métodos.....	51
Resultados.....	53
Discussão.....	55
Referências Bibliográficas.....	57
Tabelas.....	60
Figuras.....	68

Conclusões Gerais.....	77
-------------------------------	-----------

RESUMO

O estudo da estrutura da ictiofauna em riachos com diferentes níveis de impacto antrópico constitui uma ferramenta importante para avaliar a integridade desses corpos d'água, fornecendo uma abordagem consistente para a compreensão dos processos dentro das comunidades aquáticas. Além disso, a realização destes estudos em uma larga escala de tempo permite não somente avaliar variações sazonais comuns nestes corpos d'água de pequeno tamanho e de maior fragilidade física, mas também os efeitos da ação contínua de atividades antrópicas. O acompanhamento de longo prazo desses ambientes impactados é de extrema importância, já que os efeitos causados por diversas atividades humanas têm produzido mudanças duradouras e complexas na estrutura física e na hidrologia dos sistemas fluviais. No presente estudo, a ictiofauna de três afluentes do Rio Santo Inácio (Bofete, SP), localizados em uma área de mineração de areia, foi estudada com o objetivo de verificar possíveis alterações espaciais e temporais na composição de espécies e na partilha de recursos alimentares. A variação temporal foi analisada em escala sazonal, comparando os dados de composição e dieta obtidos na estação seca 2013 e na estação chuvosa de 2014, e numa escala de longo prazo (11 anos), comparando somente os dados de composição aqui obtidos (2013/2014) com dados de estudos realizados anteriormente (2001/2002) no mesmo local. Quanto à análise em larga escala temporal, os resultados mostraram que a estrutura da ictiofauna foi altamente influenciada por alterações temporais na estrutura do habitat resultantes do modelo de uso do solo do entorno. Tendência de redução na abundância de algumas espécies foi encontrada no riacho que apresentou menor estabilidade temporal na estrutura do habitat, com um crescente processo de assoreamento do leito. Por outro lado, os ambientes que tiveram um aumento temporal na heterogeneidade do habitat e melhorias na cobertura da mata ciliar mostraram um aumento na riqueza e abundância. Para a análise da estrutura trófica, as diferenças sazonais encontradas para as espécies dos três riachos parecem ter relação direta com o estado de preservação de cada riacho, sendo a oferta e disponibilidade de alimentos regulados pela estrutura física de cada ambiente e diretamente relacionados ao grau de preservação da mata ciliar nestes riachos.

Palavras-chave: ambiente lótico; Bacia do Rio Paranapanema; variação espacial; variação sazonal.

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

A ictiofauna de água doce sul-americana é considerada a mais rica e diversificada do mundo (Reis et al., 2003), sendo que o Estado de São Paulo apresenta cerca de 391 espécies de peixes, o que representa 15% do total estimado para o território brasileiro. Porém, esta elevada biodiversidade está sendo ameaçada pelo intenso processo de degradação ambiental em que vivemos (Allan & Castillo, 2007). Segundo Agostinho et al. (2005), as ameaças variam muito entre as diferentes regiões do Brasil, de acordo com a densidade populacional e suas condições sócio-econômicas, além dos principais usos da terra. Para o Estado de São Paulo, 66 espécies estão sob ameaça de extinção, sendo a grande maioria de pequeno porte e vivendo em riachos de cabeceira (Oyakawa & Menezes, 2011).

No entanto, avaliar os efeitos das atividades humanas sobre os ecossistemas aquáticos é uma tarefa bastante difícil, já que estes são ambientes bastante heterogêneos e sujeitos a múltiplos fatores que podem levar à degradação ambiental. Porém, os impactos locais das ações antrópicas sobre os ecossistemas podem ser gerenciados, uma vez que compreendamos os mecanismos responsáveis por estas mudanças (Ricklefs, 2010).

Dessa forma, a determinação de metodologias adequadas para ações de manejo e conservação de ambientes lóticos depende de uma análise o mais ampla possível das características da área de estudo e do nível de degradação ambiental, além de um acompanhamento da estrutura da fauna. Além disso, pesquisas em larga escala temporal podem mostrar a ação de efeitos ambientais (positivos ou negativos) a longo prazo sobre a estruturação destas comunidades de água doce, permitindo a compreensão de processos interativos nas comunidades aquáticas.

Além do conhecimento sobre a composição, entender como ocorre a utilização dos recursos alimentares é de fundamental importância no delineamento da estrutura deste ecossistema, já que a disponibilidade de alimentos no ambiente pode ser um fator limitante para a coexistência das espécies.

Os conhecimentos adquiridos neste estudo constituirão uma importante fonte de informações sobre as respostas apresentadas, a longo e curto prazo, pela ictiofauna frente a alterações nas características do ambiente, visando somar informações com outros trabalhos realizados no Estado de São Paulo, para que medidas de conservação e manejo possam ser adotadas, visando a preservação do ecossistema.

Objetivos

A ictiofauna de três afluentes do Rio Santo Inácio foi estudada com o objetivo de verificar possíveis alterações em escala temporal na composição de espécies e na partilha de recursos alimentares, frente às alterações ocorridas na estrutura do habitat.

As seguintes questões foram abordadas:

1. Há variação espacial e sazonal na composição da ictiofauna de acordo com as características dos riachos?
2. Existem diferenças sazonais na dieta das espécies de peixes em função de diferenças na disponibilidade de alimento?
3. A composição de espécies sofreu grandes alterações quando analisada em larga escala temporal (intervalo de 11 anos)?

Apresentação da dissertação

De maneira a facilitar a apresentação e discussão dos dados, a dissertação foi apresentada em dois capítulos, os quais foram redigidos nos moldes de manuscritos a serem submetidos à publicação.

Capítulo I - Estrutura da ictiofauna de afluentes da Bacia do Rio Santo Inácio (Bofete, SP): uma análise em escala temporal.

A comunidade de peixes de três afluentes do Rio Santo Inácio foi estudada com o objetivo de verificar possíveis alterações temporais na composição e abundância relativa das espécies. Esta variação foi analisada numa escala de longo prazo (11 anos), comparando os dados obtidos no presente trabalho em 2013 e 2014 e dados de estudos realizados anteriormente em 2001 e 2002 no mesmo local.

Capítulo II - Ecologia trófica da ictiofauna de três riachos pertencentes à Bacia do Rio Santo Inácio (Bofete, SP)

A estrutura trófica da ictiofauna de três afluentes do Rio Santo Inácio, localizados em uma área de mineração de areia, foi estudada com o objetivo de analisar possíveis variações sazonais frente às alterações ocorridas na estrutura do habitat.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A. A.; THOMAS, S. M. & GOMES, L. C., 2005. Conservation of the Biodiversity of Brazil's Inland Waters. *Conservation biology*, 19(3): 646-652.
- ALLAN, J. D. & CASTILLO M. M., 2007. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. 2. ed., Netherlands: Springer, 436p.
- OYAKAWA, O. T. & MENEZES, N. A., 2011. Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*. v.11 (1a): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0021101a2011>.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. & FERRARIS Jr., C. J. (orgs.). 2003. *A Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 729 p.
- RICKLEFS, R. E., 2010. *A economia da Natureza*. 6 ed., Guanabara Koogan, 546p.

CAPÍTULO I

ESTRUTURA DA ICTIOFAUNA DE AFLUENTES DA BACIA DO RIO SANTO INÁCIO (BOFETE, SP): UMA ANÁLISE EM ESCALA TEMPORAL

RESUMO

O estudo da estrutura da ictiofauna em riachos com diferentes níveis de impacto antrópico constitui uma ferramenta importante para avaliar a integridade desses corpos d'água, fornecendo uma abordagem consistente para a compreensão dos processos dentro das comunidades aquáticas. Além disso, a realização destes estudos em uma larga escala de tempo permite avaliar não somente variações sazonais comuns nestes corpos d'água de pequeno tamanho e de maior fragilidade física, mas também os efeitos da ação contínua de atividades antrópicas. O acompanhamento de longo prazo desses ambientes impactados é de extrema importância, já que os efeitos causados por diversas atividades humanas têm produzido mudanças duradouras e complexas na estrutura física e na hidrologia dos sistemas fluviais. No presente estudo, a ictiofauna de três afluentes do Rio Santo Inácio (Bofete, SP), localizados em uma área de mineração de areia, foi estudada com o objetivo de verificar possíveis alterações temporais na composição de espécies. A variação temporal foi analisada comparando os dados de composição obtidos numa escala de longo prazo (11 anos), envolvendo dados obtidos no presente trabalho (2013/2014) e dados de estudos realizados anteriormente (2001/2002) no mesmo local. Quanto à análise em larga escala temporal, os resultados mostraram que a estrutura da ictiofauna foi altamente influenciada por alterações temporais na estrutura do habitat resultantes do modelo de uso do solo do entorno. Tendência de redução na abundância de algumas espécies foi encontrada no riacho que apresentou menor estabilidade temporal na estrutura do habitat, com um crescente processo de assoreamento do leito. Por outro lado, os dois outros riachos que tiveram um aumento temporal na heterogeneidade do habitat e melhorias na cobertura da mata ciliar mostraram um aumento na riqueza e abundância.

Palavras-chave: Ambiente lótico, Assoreamento, Linhas de tendência, Variação temporal.

ABSTRACT

The study of the ichthyofauna structure in streams with different levels of human impact is an important tool to evaluate the integrity of these habitats, providing a consistent approach to the understanding of the processes within the aquatic communities. In addition, these studies in a wide range of time allows us to evaluate not only common seasonal variations in these water bodies of small size and greater physical frailty, but also the effects of continuous action of human activities. Long-term follow-up of affected environments is extremely important, as the effects caused by various human activities have produced complex and permanent changes in the physical structure and hydrology of river systems. In this study, the fish fauna of three tributaries of the Santo Inácio River (Bofete, SP), located on a sand mining area, was studied in order to evaluate possible temporal changes in species composition. The temporal variation was analyzed by comparing the composition data obtained from a long-term scale (11 years), involving data obtained in this study (2013/2014) and data of previous studies (2001-2002) at the same location. As to the large time scale analysis, the results showed that the structure of fishes was highly influenced by temporal changes in habitat structure resulting from different models of land exploration. Downward trend in the abundance of some species was found in the stream with less temporal stability in habitat structure and increasing siltation process of the bed. On the other hand, the two other streams that had a temporal increase in habitat heterogeneity and improvements in the coverage of the riparian forest showed an increase in richness and abundance.

Key-words: Lotic habitat, Siltation, Trend lines, Temporal variation.

INTRODUÇÃO

A fauna de peixes de água doce sul-americana é considerada a mais rica e diversificada do mundo, contendo aproximadamente 4500 espécies válidas e 1550 ainda não descritas (Reis *et al.*, 2003), sendo que deste total o Brasil abriga cerca de 2800 espécies (Buckup *et al.*, 2007). No Estado de São Paulo existem cerca de 391 espécies, o que corresponde a aproximadamente 15% do total estimado para todo o território nacional (Oyakawa & Menezes, 2011). Entretanto, a compreensão dessa diversidade é afetada pelo conhecimento restrito da biologia, sistemática e ecologia das espécies (Menezes, 1996). No estado de São Paulo, atualmente 66 espécies estão sob ameaça de extinção em diferentes níveis, sendo a grande maioria de pequeno porte, típicas de pequenos corpos d'água, sujeitos à poluição por esgotos industriais e domésticos, assoreamento e destruição da mata ripária (Oyakawa & Menezes, 2011). O conhecimento da estrutura e organização das comunidades de peixes dos riachos de cabeceira deveria ser considerado prioritário (Castro & Menezes, 1998), já que muitos destes ambientes vêm sendo alterados a ponto de perder suas características naturais (Vieira & Cunha, 2001), essenciais para a sobrevivência da maioria das espécies de peixes.

Hoje, grande parte dos riachos do estado de São Paulo está localizada em áreas de crescente processo de degradação ambiental, principalmente pela remoção da mata ciliar e uso indevido do solo do entorno, levando a um aumento progressivo no assoreamento e consequente perda de qualidade ambiental. A retirada da mata ciliar é uma das principais ameaças para a conservação das espécies de peixes de água doce por afetar diretamente as características físicas e químicas de um riacho (Naiman & Décamps, 1997; Pusey *et al.*, 2003), reduzindo a diversidade de espécies e alterando a estrutura do ecossistema (Casatti *et al.*, 2012). Por outro lado, trechos com a manutenção da mata ciliar apresentam maior estabilidade sazonal na estrutura e organização trófica da ictiofauna, com maior equitabilidade e menor dominância de espécies (Uieda & Motta, 2007; Uieda *et al.*, 2014).

A análise das alterações na estrutura da comunidade e na riqueza de espécies ao longo de gradientes ambientais tem sido um importante tema abordado em pesquisas desenvolvidas em riachos (Bojsen & Barriga, 2002). Além disso, a realização de acompanhamento de longo prazo desses ambientes impactados é de extrema importância, já que os efeitos causados por diversas atividades humanas têm produzido mudanças duradouras e complexas na estrutura física e na hidrologia dos sistemas fluviais (Allan & Castillo, 2007). O tempo de recuperação de alterações causadas na estrutura do canal de ambientes aquáticos é especialmente longo, podendo os corpos d'água nunca mais voltar a apresentar equilíbrio em relação às contínuas perturbações (Allan, 2004).

O desenvolvimento de metodologias adequadas e eficazes para ações de manejo e conservação devem englobar as causas e os danos de impactos antrópicos, o que exige uma melhor compreensão dos mecanismos através dos quais o uso da terra pode impactar os ecossistemas lóticos (Allan, 2004). Para tal, a análise das características da área de estudo e dos níveis de degradação ambiental deve ser realizada, sendo o estudo da estrutura das comunidades de riachos em diferentes escalas espaciais e temporais importantes e fundamentais para planos de monitoramento biológico e conservação, por permitir a distinção entre variabilidade natural e aquela causada por mudanças ambientais (Leung & Dudgeon, 2011; Leung *et al.*, 2012).

No presente estudo a ictiofauna de três afluentes do Rio Santo Inácio foi estudada com o objetivo de verificar possíveis alterações temporais na composição e abundância relativa das espécies. Esta variação temporal foi analisada numa escala de longo prazo (11 anos), comparando os dados obtidos no presente trabalho em 2013 e 2014 e dados de estudos realizados anteriormente em 2001 e 2002 (Carlos *et al.*, 2003a,b; Lima *et al.*, 2005; V.S. Uieda e F.P.R. Arruda, dados não publicados) no mesmo local.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em três córregos pertencentes à bacia do Rio Santo Inácio, localizada no Município de Bofete, região centro-oeste do estado de São Paulo (Figura 1): Córrego Lajinha (23°12'00"S, 48°19'15"W), Córrego dos Cochos (23°14'30"S, 48°21'30"W) e Córrego Barra Mansa (23°10'20"S, 48°19'30"W). Esta é uma bacia de pequeno porte, a qual atravessa regiões de pastagem e mineração de areia, com o Rio Santo Inácio desaguando no Rio Paranapanema.

Caracterização do ambiente

Para a amostragem da estação seca de 2013 e chuvosa de 2014, a análise das características físicas e químicas do ambiente foi realizada nos mesmos dias da coleta da ictiofauna. Amostras de água foram recolhidas para determinação em laboratório das seguintes variáveis ambientais: pH, oxigênio dissolvido e sólidos em suspensão (orgânico e inorgânico). Para a determinação do pH de cada riacho foram utilizadas três amostras de água, sendo realizadas duas medidas de pH para cada uma delas, utilizando um pHmetro digital. Para o oxigênio foi utilizado o método de Winkler, modificado pela adição de azida (Golterman *et al.*, 1978), sendo para a análise coletadas três amostras de água em frascos âmbar de volume

conhecido e em seguida fixadas com sulfato manganoso e azida sódica. No laboratório, foi adicionado ácido fosfórico para dissolução do precipitado formado, sendo titulados 100 ml de cada amostra com solução padrão diluída de tiosulfato de sódio. A concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) foi determinada utilizando-se equações e tabelas propostas em Golterman *et al.* (1978). Para a determinação dos sólidos em suspensão foram coletados três galões de água, sendo filtradas duas subamostras de 500 ml de cada galão, utilizando filtros de fibra de vidro previamente calcinados em mufla a 460°C por 1 hora e pesados em balança analítica. Posteriormente, os filtros foram submetidos à secagem em estufa a 65°C por 24 horas, mantidos em dessecador por 1 hora e em seguida pesados em balança analítica para determinação do peso seco total (P1=matéria orgânica e inorgânica). Os filtros foram novamente submetidos à ignição em mufla a 460°C por 1 hora, mantidos em dessecador por 1 hora e novamente pesados (P2=matéria inorgânica). O peso do material orgânico foi obtido pela diferença do peso seco total e da matéria inorgânica.

No campo foram mensuradas as seguintes variáveis ambientais: largura e profundidade médias, porcentagem de cobertura vegetal, velocidade da correnteza, vazão e temperatura da água. Medidas de largura (ao nível da água) e de profundidade (no centro e próximo à margem direita e esquerda) foram realizadas a cada 2 metros ao longo do trecho total amostrado utilizando uma trena comum. A porcentagem de cobertura vegetal e a velocidade da correnteza foram estimadas no início, meio e fim do trecho amostrado. A cobertura foi determinada utilizando uma caixa de madeira, com formato de paralelepípedo, apresentando uma extremidade aberta e outra fechada por uma placa de acrílico quadriculada. O pesquisador, posicionado no meio do riacho e olhando para cima através da extremidade aberta, estimou a porcentagem de cobertura vegetal através da contagem do número de quadrados recobertos por vegetação (cada quadrado representando 4% de cobertura). A velocidade superficial da correnteza foi obtida pelo método de objetos flutuantes impulsionados pela correnteza (Schwoerbel, 1975). A velocidade foi calculada através da fórmula: $V=s/t$, onde V é a velocidade, s é o espaço percorrido pelo objeto e t é o tempo gasto para percorrer tal distância (média de três medidas de tempo por ponto). A velocidade média foi obtida pela correção da velocidade superficial em função da natureza do fundo e das paredes laterais de escoamento (Leopoldo & Souza, 1979), através da fórmula: $V_{média} = f \times V$, onde f é o fator de correção e V é a velocidade dada pelo flutuador. A vazão e a temperatura da água foram medidas apenas uma vez no ponto médio do trecho amostrado. A vazão foi calculada através do método proposto por Leopoldo & Souza (1979). Uma corda graduada foi esticada de uma margem a outra, a montante e a jusante de um trecho de 2 m, sendo medida a profundidade do riacho em pontos demarcados na corda a cada 20 cm. A partir desses dados foi calculada a área das seções transversais a montante e jusante, sendo a vazão

determinada pela equação: $Q = A \times V$, onde Q é a vazão, A é a área média do trecho e V é a velocidade média da corrente. A temperatura foi medida com termômetro de mercúrio comum.

Análises de agrupamento (Cluster) e ordenação (PCA) foram aplicadas aos parâmetros ambientais mensurados em 2013/2014 como análises exploratórias para descrever as relações de similaridade entre os riachos (variação espacial) e estações (variação sazonal). Para a realização das análises, os dados foram primeiramente transformados (raiz quadrada) e normalizados, sendo utilizado o coeficiente de Distância Euclidiana para o cálculo da similaridade (Primer v.6; Clarke & Gorley, 2006). Análises semelhantes não puderam ser realizadas com os parâmetros físicos e químicos analisados em 2001/2002, pois nos trabalhos onde estes últimos dados foram apresentados constam somente as médias de quatro medidas realizadas (duas na estação seca e duas na chuvosa).

Assim, a análise da estrutura do habitat em longa escala temporal (intervalo de 11 anos) foi somente qualitativa, utilizando os valores dos parâmetros mensurados e as fotos dos ambientes para uma caracterização e comparação geral das alterações na estrutura física dos riachos.

Composição da ictiofauna

Os peixes coletados em 2001/2002 foram conservados no Laboratório de Ecologia de Ambientes lóticos, sob a responsabilidade da Dra. Virginia S. Uieda (Depto. Zoologia, UNESP, Botucatu), permitindo assim que fossem examinados para conferir a identificação, número de exemplares e medidas (comprimento padrão).

A ictiofauna destes mesmos ambientes anteriormente amostrados foi novamente coletada em 2013 (agosto e setembro) e 2014 (fevereiro e março), representando a estação seca e chuvosa respectivamente, utilizando apetrechos e esforço de captura semelhante. Duas redes de cerco, com malha de tela de mosquiteiro, foram dispostas transversalmente ao rio, cercando a jusante e montante e de margem a margem seções de 1 a 2 m de comprimento. Com as redes posicionadas no riacho, 1-2 coletores caminhavam entre as redes, no sentido jusante, revolvendo o substrato com os pés e mãos para desalojar os peixes, que eram carregados pela correnteza para dentro da rede jusante. Este procedimento foi repetido pelo menos três vezes em cada seção e ao longo de todo o trecho amostrado, rio acima, em cada riacho.

Para todos os peixes capturados foram anotados as espécies e o número de indivíduos, sendo eutanasiados com Eugenol, de acordo com metodologia proposta por Lucena *et al.* (2013), somente espécimes que necessitassem de exame em laboratório para confirmar a identificação, sendo os demais soltos após medida do comprimento. No laboratório os exemplares coletados

foram identificados e medidos (comprimento padrão), sendo a identificação posteriormente confirmada por especialista (Dr. Francisco Langeani, UNESP, São José do Rio Preto).

Para examinar a influência da escala temporal sobre a composição da ictiofauna foram consideradas seis datas de amostragem por riacho, três realizadas na estação seca (ES) e três na chuvosa (EC). Como o objetivo era verificar se, ao longo do tempo, houve alguma tendência de alteração na estrutura da ictiofauna (aumento ou redução na abundância) que pudesse ser associada com as alterações apresentadas na estrutura do habitat, os dados foram analisados na sequência temporal amostrada, a saber a) ES-1 (setembro/outubro 2001), b) EC-1 (janeiro 2002), c) EC-2 (abril/maio 2002), d) ES-2 (julho 2002), e) ES-3 (agosto/setembro 2013), f) EC-3 (fevereiro/março 2014).

Para selecionar as espécies que apresentaram tendências de variação temporal em sua abundância, para cada riacho foi construído um gráfico de linhas exibindo uma tendência da contribuição de cada valor de abundância das espécies em relação ao tempo (na sequência das seis amostras acima indicada). Para cada espécie assim selecionada foi construído um gráfico de abundância em relação ao tempo onde foi plotada uma linha de tendência linear e calculado o valor de R-quadrado (Microsoft Office Excel 2007). Uma linha de tendência é mais precisa quando seu valor de R-quadrado está em 1 ou próximo de 1 (no trabalho, considerados os valores $>0,5$), ou seja, um alto gradiente sugere uma forte correlação dos dados, enquanto uma linha de tendência perto da horizontal sugere pouca ou nenhuma correlação.

RESULTADOS

Caracterização ambiental

Uma comparação das características gerais do habitat obtidas a partir de fotos e descrições realizadas em 2001/2002 com as observadas em 2013/2014 salientaram a existência de alterações temporais na estrutura dos três córregos (Tabela I e Figuras 2, 3, 4).

O Córrego Barra Mansa, que apresentava correnteza forte e macrófitas abundantes no leito em outubro de 2001, se encontrava bastante assoreado em abril de 2002, devido ao rompimento da rodovia Castelo Branco (Figuras 2A e 2B). Esse grande aporte de areia no leito do riacho parece ter reduzido a profundidade e velocidade de correnteza, além de ter recoberto as macrófitas do leito do riacho. Em outras ocasiões, inclusive nos verões de 2012-2013, houve frequentes rompimentos da estrada, com muito sedimento sendo carregado diretamente para dentro do córrego pela chuva. Mesmo assim, em setembro de 2013 este riacho apresentava calha bem encaixada e grande quantidade de gramíneas nas margens, porém em fevereiro de 2014 as

gramíneas tinham se espalhado forrando todo o leito e bloqueando o fluxo de água (Figuras 2C e 2D).

O Córrego Lajinha em 2001/2002 apresentava grande quantidade de vegetação herbácea marginal, leito com rochas e macrófitas e ausência de mata ciliar. O trecho trabalhado se estreitava a jusante e era totalmente fechado pela vegetação herbácea após uma extensão de 30 metros (Figura 3A). Porém, em 2013/2014 a calha se apresentava bem definida, com o leito aberto por uma extensão maior, abrangendo um trecho montante de correnteza forte, gramíneas na margem e leito com rochas e macrófitas, um trecho médio mais largo e fundo, com muitas gramíneas na margem, e um trecho jusante de maior profundidade, barranco reto e cercado por mata ciliar (Figuras 3B a D).

O Córrego dos Cochos ao ser estudado em 2001/2002 apresentava mata ciliar se estendendo por uma faixa muito estreita ao longo das margens de somente metade da extensão trabalhada e muito pisoteio de gado no leito arenoso e raso (Figura 4A). Em 2013/2014 a mata cobria uma maior extensão e a área estava cercada, impedindo a entrada do gado, sendo encontrados trechos rasos, com leito arenoso, trechos com gramíneas na margem e detritos vegetais no leito arenoso e trechos de poções com leito e margem arenosos e troncos no leito (Figuras 4B a D).

Quanto aos parâmetros físicos e químicos mensurados em 2001/2002 (Tabela I), as principais diferenças espaciais observadas foram: Córrego Barra Mansa com maior valor de largura, profundidade e condutividade e Córrego Lajinha com maior valor de correnteza e pH.

Para a caracterização ambiental realizada em 2013/2014, foram mensurados no total 10 parâmetros nos três riachos amostrados durante as estações seca e chuvosa (Tabela II). A comparação espacial e sazonal, realizada a partir de uma matriz de similaridade destes dados (Figura 5), evidenciou uma similaridade sazonal para o Córrego dos Cochos, unindo as duas estações, além de agrupar temporalmente os Córregos Lajinha e Barra Mansa (unindo os dois riachos por estação), porém com menor similaridade. Na análise de componentes principais (PCA), aplicada para este mesmo conjunto de dados, os dois eixos resultantes explicaram juntos 79% da variação, reforçando o padrão de similaridade descrito acima. A análise dos parâmetros que melhor explicaram a posição dos dados nos eixos do PCA (Tabela III, Figura 6) mostrou que os resultados do primeiro eixo estiveram mais relacionados com a localização das duas estações do Córrego dos Cochos no quadrante positivo, em função dos menores valores de profundidade e material em suspensão (orgânico e inorgânico) e maiores valores de oxigênio dissolvido e cobertura vegetal. Por outro lado, o quadrante negativo do PC1 isolou a estação chuvosa dos córregos Lajinha e Barra Mansa, período de maior profundidade e quantidade de sólidos em suspensão nestes dois córregos. Já os resultados do segundo eixo foram responsáveis

principalmente pela separação sazonal do Córrego Barra Mansa, isolando no quadrante positivo a estação seca, período em que este córrego apresentou maior velocidade da correnteza e menor valor de pH.

Composição da ictiofauna

Quando analisada a composição da ictiofauna agrupando os três riachos da bacia do Rio Santo Inácio (Tabela IV), um total de 26 espécies foi amostrado, pertencentes a seis ordens e onze famílias, com maior porcentual de espécies da ordem Characiformes (42%), principalmente Characidae, e da ordem Siluriformes (38%), principalmente Heptapteridae. Analisando a composição temporalmente (Tabela IV), dezoito espécies foram comuns aos dois períodos (69% do total), três ocorreram somente em 2001/2002 (*A. paranae*, *R. quelen* *H. ancistroides*) e cinco somente em 2013/2014 (*A. fasciatus*, *P. argentea*, *P. gracilis*, *P. maculatus* e *S. marmoratus*).

A análise da abundância das espécies amostradas no Córrego Barra Mansa nas seis datas de amostragem (Tabelas V e VI) mostrou uma influência da escala temporal, com seis espécies apresentando tendência de variação temporal nos valores de abundância (Figura 7). Porém, somente *C. zebra* apresentou elevado valor de R-quadrado ($>0,5$), indicando uma linha de tendência mais precisa, com redução de sua abundância ao longo da série temporal analisada (Figura 8).

Dentre as espécies amostradas no Córrego Lajinha (Tabelas VII e VIII), sete apresentaram tendências a variação temporal em sua abundância (Figura 9). Porém, somente *A. paranae* e *Hisonotus* sp. apresentaram maiores valores de R-quadrado, indicando assim uma linha de tendência temporal mais precisa ($R^2 > 0,5$), com redução na abundância das duas espécies (Figura 10).

Para as dezesseis espécies amostradas no Córrego dos Cochos (Tabelas IX e X), oito apresentaram tendências de variação temporal nos valores de abundância (Figura 11). Destas, somente *G. pantherinus*, *Hisonotus* sp. e *P. harpagos* apresentaram elevados valores de R-quadrado ($>0,5$), indicando uma linha de tendência temporal mais precisa, porém neste caso de aumento na abundância destas espécies ao longo da série temporal analisada (Figura 12).

Comparando os valores totais de riqueza e abundância e os índices de diversidade e equitabilidade calculados para os três riachos nas seis datas de coleta (Tabela XI), alguns padrões podem ser salientados: a) maiores valores de riqueza no Córrego Barra Mansa durante a estação seca de 2013 e no Córrego Lajinha na coleta da estação chuvosa de 2014; b) maiores valores de abundância no Córrego dos Cochos nas coletas da estação seca de 2013 e chuvosa de 2014. Por outro lado, as datas em que ocorreram os maiores valores de diversidade e equitabilidade variaram entre os córregos (Tabela XI).

DISCUSSÃO

Caracterização do ambiente: diferenças temporais e sazonais

Dos três riachos estudados, o Córrego Barra Mansa apresentou maior instabilidade ambiental temporal. Este riacho, tanto em larga escala temporal (sequência temporal com seis coletas), quanto na comparação sazonal (estação seca de 2013 e chuvosa de 2014), teve suas características físicas constantemente alteradas. O rompimento da rodovia Castelo Branco, observado por várias vezes nos anos de estudo (V.S. Uieda observação pessoal), levou a um grande aporte e deposição de areia no leito do riacho, ocasionando uma homogeneização do habitat. A ausência de mata ciliar e a grande declividade do terreno do entorno do riacho também podem ter contribuído para o valor elevado de matéria inorgânica em suspensão encontrada neste córrego durante a estação chuvosa de 2014, ocasionado pela importação de sedimentos para dentro do riacho, levando a esse intenso processo de assoreamento. O assoreamento é considerado um dos fatores responsáveis pela perda na qualidade do habitat aquático, visto que riachos assoreados tornam-se cada vez mais rasos, estreitos e canalizados (Barrella *et al.*, 2001).

Ainda no Barra Mansa, a grande proliferação de gramíneas na estação chuvosa de 2014 pode apresentar relação direta com os baixos valores de correnteza e oxigênio dissolvido e elevados de material em suspensão, como também observado por outros autores trabalhando em riachos com degradação ambiental no interior do estado de São Paulo (Rocha *et al.*, 2009; Casatti *et al.*, 2012). Esta grande proliferação de gramíneas no leito do rio pode levar à redução nos valores de oxigênio dissolvido devido às elevadas taxas de respiração (Pussey & Arthington, 2003) e decomposição (Barrella *et al.*, 2001) do material vegetal.

No Córrego Lajinha, a comparação em larga escala temporal salientou o aumento na heterogeneidade espacial e na extensão da mata ciliar. Em relação à caracterização ambiental realizada em 2013/2014, os elevados valores de material em suspensão, principalmente inorgânicos, encontrados na estação chuvosa podem estar relacionados ao maior arraste de sedimentos pela água das chuvas. Os elevados valores de correnteza e vazão na estação chuvosa e a presença de poucas estruturas de retenção no leito e estrutura quase retilínea do canal devem facilitar o arraste do sedimento fino, principalmente nos 2/3 iniciais do trecho trabalhado, com maior deposição da areia no terço final, onde a profundidade é maior. A complexidade estrutural do hábitat é um fator determinante para a diversidade de espécies em ambientes lóticos (Casatti *et al.*, 2009), já que o aumento da heterogeneidade ambiental possui influência direta sobre a distribuição e abundância dos organismos (Torgersen & Close, 2004; Casatti *et al.*, 2012; Zeni & Casatti, 2014).

Para o Córrego dos Cochos, a análise em larga escala temporal salientou melhorias na estrutura do habitat, com aumento na extensão da mata ciliar e redução no pisoteio do gado. Estes fatores podem contribuir com a redução do processo de degradação ambiental e aumento na heterogeneidade espacial (Casatti *et al.*, 2012). Porém, a fragilidade de córregos de pequeno porte, com baixos valores de correnteza e vazão e fácil erosão do solo arenoso do entorno deve ser um alerta para a preservação destes ambientes (Castro & Menezes, 1998). Estas características, associadas à nítida redução na profundidade do córrego, quando comparados os dados de 2001/2002 e 2013/2014, salientam a fragilidade e a importância da implantação de medidas mitigadoras de impactos antrópicos em áreas de nascente. Além disso, o trecho trabalhado no Córrego dos Cochos está localizado a cerca de 6 metros a jusante da nascente, onde a água brota do solo arenoso, com pouca declividade, em área com mata ciliar rala e entorno com solo desnudo pela retirada de toda a vegetação de cerrado. A preservação de áreas de nascente deveria ser considerada prioritária, já que segundo Castro & Menezes (1998) estas áreas apresentam elevado grau de endemismo e, em vista de suas dimensões físicas reduzidas, são ambientes imediata e negativamente alterados por intervenções antrópicas em suas bacias de drenagem.

Na comparação sazonal, o Córrego dos Cochos foi o que apresentou maior similaridade, com pouca variação nos parâmetros ambientais mensurados na estação seca e chuvosa. Esta estabilidade ambiental provavelmente está relacionada à cobertura da mata ciliar, à presença de raízes e gramíneas nas margens e de troncos e pacotes de folhas no leito, conforme já destacado por outros autores (Barrela *et al.* 2001; Pussey & Arthington, 2003). As matas ciliares são componentes fundamentais para o bom funcionamento dos ecossistemas aquáticos, pois atuam diretamente na manutenção da qualidade da água, evitando a erosão dos solos adjacentes e tamponando o riacho contra as variáveis ambientais (Barrella *et al.*, 2001).

Composição da ictiofauna: uma análise em escala temporal

O predomínio de indivíduos das ordens Characiformes e Siluriformes, nos três riachos estudados é um padrão comumente encontrado em riachos neotropicais e já evidenciado por outros autores (Langeani *et al.*, 2007; Couto & Aquino, 2011).

As mudanças na composição, considerando os três riachos em conjunto, foram pequenas quando comparados os resultados coletados no intervalo de 11 anos (2001/2002 e 2013/2014). Porém, ao analisar os riachos e espécies separadamente foi possível identificar algumas espécies com tendência de variação temporal na abundância e relacionar estas mudanças com alterações temporais nas características do habitat.

No Córrego Barra Mansa, a maioria das espécies (15 do total de 21 coletadas) esteve representada por poucos indivíduos em cada uma das seis datas amostrais. Somente para as seis espécies mais abundantes foi possível identificar tendências de variação temporal na abundância, envolvendo dois lambaris (*A. bockmanni*, *P. argentea*), um canivete (*C. zebra*), um bagre (*I. mirini*), um guaru (*P. harpagos*) e um cará (*G. brasiliensis*). Porém, somente o canivete apresentou uma tendência temporal mais precisa com redução na abundância, provavelmente relacionada ao crescente assoreamento do leito após janeiro/2002, mudança provavelmente não favorável à permanência desta espécie. Segundo Berkman & Rabeni (1987), em ambientes assoreados as espécies mais afetadas são aqueles que possuem especializações para alimentação sobre o substrato. Esta espécie de Crenuchidae é bentônica e encontrada em áreas de maior correnteza e fundo de cascalho, de hábito insetívoro-invertívoro, que utiliza a tática de predador senta-espera, inspecionando o substrato ao seu redor para a captura de presas (Casatti & Castro, 1998; Casatti *et al.*, 2001).

Apesar do Córrego Barra Mansa ter apresentado a menor estabilidade temporal na estrutura do habitat, o maior valor de riqueza de espécies encontrado neste riacho na estação seca de 2013 pode estar relacionado ao fato do riacho apresentar nesta data amostral uma calha bem encaixada, com maior profundidade, correnteza forte e grande quantidade de gramíneas nas margens. Estas características aparentemente forneceram boas condições ambientais principalmente para a ocorrência de lambaris, grupo que representou cerca de 60% dos indivíduos coletados nesta data. Estes caracídeos geralmente ocupam a meia-água, coletando alimento arrastado pela correnteza, ou seja, espécies nectônicas que requerem um volume mínimo de água para forragear (Casatti *et al.*, 2001).

Para o Córrego Lajinha, as mudanças temporais nas condições do ambiente, como o aumento na extensão de mata ciliar e na heterogeneidade espacial, parecem ter contribuído para a ocorrência de um maior número de espécies, já que na estação chuvosa de 2014 este riacho apresentou o maior valor de riqueza entre todas as datas amostradas. Apesar dessas melhorias ambientais, uma tendência precisa com redução dos valores de abundância de duas espécies, um lambari (*A. paranae*) e um cascudo (*Hisonotus* sp.), foi salientada pela análise temporal. Para a espécie de cascudo, essa redução, provavelmente, está relacionada à estrutura quase retilínea do canal na maior parte do trecho trabalhado, sem vegetação marginal e com poucas estruturas de retenção em seu leito, já que esta espécie habita principalmente áreas de remanso marginal. Já a redução na abundância do lambari pode estar relacionada à sua ocorrência somente nas duas primeiras datas amostrais e com maior abundância somente na primeira (ES-1 e EC-1). Esta espécie de lambari é residente e restrita a cabeceiras, locais de correnteza forte e fundo de cascalho (Pavanelli & Caramaschi, 2003). A redução temporal na velocidade da correnteza,

reduzindo pela metade da segunda para a terceira data amostral e cerca de 1/10 nas demais datas, poderia estar relacionada à drástica redução na abundância de *A. paranae* neste riacho.

Já no Córrego dos Cochos, o aumento da heterogeneidade ambiental parece ter contribuído para o aumento na abundância total nos anos de 2013/2014. Segundo Casatti *et al.* (2012), a composição da comunidade de peixes pode ser um reflexo do grau de preservação da mata ciliar. No Córrego dos Cochos foi verificada uma tendência temporal mais precisa com aumento nas abundâncias de três espécies (*G. pantherinus*, *Hisonotus* sp. e *P. harpagos*) ao longo do período analisado. Este aumento pode estar relacionado com as melhorias na estrutura física do habitat, que proporcionaram uma maior heterogeneidade espacial, com enriquecimento das margens (raízes e gramíneas marginais) e do leito (troncos e pacotes de folhas). Estas estruturas parecem ser fatores determinantes para a qualidade do habitat, fornecendo abrigo e disponibilizam maior riqueza de recursos alimentares (Barrella *et al.*, 2001).

Assim, para os três riachos pertencentes à Bacia do Rio Santo Inácio, a análise em escala temporal mostrou que a estrutura da ictiofauna de riachos de pequeno porte pode ser altamente influenciada pelo uso do solo do entorno. Conforme exemplificado pelo Córrego dos Cochos, uma maior estabilidade ambiental, resultante de ações mitigadoras de simples implementação (como a recuperação da mata ciliar e impedimento de pisoteio pelo gado), podem contribuir de modo significativo para a manutenção a longo prazo das condições ambientais necessárias para o estabelecimento e manutenção de uma ictiofauna diversificada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, J. D., 2004. Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 35: 257–284.
- ALLAN, J. D. & CASTILLO M. M., 2007. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. 2. ed., Netherlands: Springer, 436p.
- BARRELA, W.; PETRERE JUNIOR, M.; SMITH, W. S. & MONTAG, L. F. A., 2001. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. Pp.187-207. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). *Matas ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo & Fapesp.
- BERKMAN, H. E. & RABENI, C. F., 1987. Effect of siltation on stream fish communities. *Environmental Biology of Fishes*, 18(4): 285-294.
- BOJSEN, B. H. & BARRIGA, R., 2002. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. *Freshwater Biology*, 47: 2246–2260.

- BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. & GHAZZI, M. S., 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 195p.
- CARLOS, A. A.; ARRUDA, F. P. R.; NAXARA, L. R. C.; LIMA, R. & UIEDA, V. S., 2003a. Composição da ictiofauna de quatro afluentes da Bacia do Rio Santo Inácio, Bofete, SP: variação sazonal. In: XV ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, São Paulo, CD-ROM. p. 199.
- CARLOS, A. A.; ARRUDA, F. P. R.; NAXARA, L. R. C.; LIMA, R. & UIEDA, V. S., 2003b. Composição da ictiofauna de quatro afluentes da Bacia do Rio Santo Inácio, Bofete, SP: variações na riqueza em função de alterações na estrutura dos riachos. In: XV ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, São Paulo, CD-ROM. p.198.
- CASATTI, L. & CASTRO, M. C., 1998. A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 9(3): 229-242.
- CASATTI, L.; LANGEANI, F. & CASTRO, R. M. C., 2001. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto Rio Paraná, SP. *Biota Neotropica* v1 (n1) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?inventory+BN00201122001>.
- CASATTI, L.; FERREIRA, C. P. & CARVALHO, F. R., 2009. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia*, 632: 273–283.
- CASATTI, L.; TERESA, F. B.; GONÇALVES-SOUZA, T.; BESSA, E.; MANZOTTI, A. R.; GONÇALVES, C. S. & ZENI, J. O., 2012. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*, 10(1): 205-214.
- CASTRO, R. M. C. & MENEZES, N. A., 1998. Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do Estado de São Paulo. Pp. 1-13. In: CASTRO, R. M. (ed.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX*, Vol. 6 vertebrados, São Paulo: WinnerGraph – FAPESP.
- CLARKE, K. R. & GORLEY, R. M., 2006. Primer v6: User manual/tutorial. Primer-E: Plymouth.
- COUTO, T. B. A. & AQUINO, P. P. U., 2011. Structure and integrity of fish assemblages in streams associated to conservation units in Central Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9(2): 445-454.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. & OHNSTAD, M. A. M., 1978. *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. Oxford: Scientific Publications, 213p.
- LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI, C. S. & CASATTI, L., 2007. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual

- e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*, v.7 (n3).
<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn03407032007>.
- LEOPOLDO, P. R. & SOUSA, A. P., 1979. Hidrometria. São Paulo: FCA, UNESP.
- LEUNG, A. S. L. & DUDGEON, D., 2011. Scales of spatiotemporal variability in macroinvertebrate abundance and diversity in monsoonal streams: detecting environmental change. *Freshwater Biology*, 56: 1193-1208.
- LEUNG, A. S. L.; LI, A. O. Y. & DUDGEON, D. 2012. Scales of spatiotemporal variation in macroinvertebrate assemblage structure in monsoonal streams: the importance of season. *Freshwater Biology*, 57: 218-231.
- LIMA, R.; ARRUDA, F. P. R. & UIEDA, V. S., 2005. Ecologia trófica da ictiofauna de quatro afluentes da Bacia do Rio Santo Inácio, Bofete, SP. In: XVI ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, João Pessoa, Resumos (n.489), p.143.
- LUCENA, C. A. S.; CALEGARI B. B.; PEREIRA E. H. L. & DALLEGRAVE, E., 2013. O uso de óleo de cravo na eutanásia de peixes. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 105: 20-24.
- MENEZES, N. A., 1996. Methods for assessing freshwater fish diversity. Pp. 289-295. In: B.E.M. BICUDO, B. E. M. & MENEZES, N. A. (eds.). *Biodiversity in Brazil*. São Paulo: CNPq.
- NAIMAN, R. J. & DÉCAMPS, H., 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28: 621-658.
- OYAKAWA, O. T. & MENEZES, N. A., 2011. Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*. v.11 (1a):
<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0021101a2011>.
- PAVANELLI, C. S. & CARAMASCHI, E. P., 2003. Temporal and spatial distribution of the ichthyofauna in two streams of the upper Rio Paraná Basin. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(2): 271-280.
- PUSEY, B. J. & ARTHINGTON, A. H., 2003. Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. *Marine and Freshwater Research*, 54: 1-16.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. & FERRARIS Jr., C. J. (orgs.). 2003. A - Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, 729 p.
- ROCHA, F. C.; CASATTI, L. & PEREIRA, D. C., 2009. Structure and feeding of a stream fish assemblage in Southeastern Brazil: evidence of low seasonal influences. *Biological Limnology*, 21: 123-134.
- SCHWOERBEL, J., 1975. *Métodos de hidrobiologia*. Madrid: H. Blume Ediciones.

- TORGERSEN, C. E. & CLOSE, D. A., 2004. Influence of habitat heterogeneity on the distribution of larval Pacific lamprey (*Lampetra tridentata*) at two spatial scales. *Freshwater Biology*, 49: 614–630.
- UIEDA, V. S. & MOTTA, R. L., 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19: 15-30.
- UIEDA, V. S.; MANOEL, P. S. & BURGOS, A. H., 2014. Análise de redes ecológicas: uma ferramenta aplicável ao estudo da estrutura trófica da ictiofauna de riachos? *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 112: 14-18.
- VIEIRA, V. T. & CUNHA, S. B., 2001. Mudanças na rede de drenagem urbana de Terezópolis (Rio de Janeiro). Pp. 111-145. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (Eds.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 416p.
- ZENI, J. O. & CASATTI, L. 2014. The influence of habitat homogenization on the trophic structure of fish fauna in tropical streams. *Hydrobiologia*, 726: 259–270.

Tabela I. Caracterização de três córregos da Bacia do Rio Santo Inácio realizada no período de setembro/2001 a julho/2002 (Fonte: Arruda, 2004).

Características	Barra Mansa	Lajinha	Cochos
Mata ciliar	ausente	ausente	presente
Gramíneas na margem	abundante	abundante	ausente
Macrófitas no leito	presente/ausente	presente	ausente
Substrato do fundo	areia	rochas e areia	areia, ramos, folhas
Largura (cm)	255	183	104
Profundidade (cm)	57	45	43
Temperatura (°C)	19	22	20
Correnteza (cm/s)	24	62	30
pH	7,4	8,1	7,8
Condutividade ($\mu\text{s/cm}$)	90	60	33

Tabela II. Parâmetros ambientais (média \pm desvio padrão) mensurados nos três córregos da Bacia do Rio Santo Inácio, na estação seca de 2013 (ES) e chuvosa de 2014 (EC). SSI- sólidos suspensos inorgânicos; SSO- sólidos suspensos orgânicos.

Parâmetros	Córrego Barra Mansa		Córrego Lajinha		Córrego dos Cochos	
	ES	EC	ES	EC	ES	EC
Largura (cm)	234,65 \pm 56,16	331,20 \pm 47,04	151,18 \pm 65,91	136,30 \pm 50,26	123,11 \pm 31,74	122,76 \pm 40,78
Profundidade (cm)	17,12 \pm 3,38	29,72 \pm 5,99	35,77 \pm 15,96	46,89 \pm 17,70	14,11 \pm 9,10	19,91 \pm 8,92
Cobertura vegetal (%)	0	0	38,67 \pm 34,95	38,67 \pm 34,95	72,00 \pm 16,00	65,33 \pm 20,13
Temperatura da água (°C)	13	24	16	26	13	24
Correnteza média (cm/s)	31,96 \pm 7,17	12,82 \pm 1,83	22,72 \pm 12,58	24,03 \pm 6,36	13,34 \pm 2,65	15,57 \pm 4,25
Vazão (m ³ /s)	0,14 \pm 0,07	0,13 \pm 0,03	0,19 \pm 0,06	0,16 \pm 0,05	0,02 \pm 0,01	0,05 \pm 0,05
Oxigênio dissolvido (mg/l)	7,94 \pm 0,11	5,16 \pm 0,20	7,58 \pm 0,12	6,45 \pm 0,28	8,79 \pm 0,27	7,73 \pm 0,12
pH	5,01 \pm 0,13	6,78 \pm 0,07	5,74 \pm 0,01	6,32 \pm 0,14	5,52 \pm 0,07	6,11 \pm 0,08
SSI (mg/l)	4,46 \pm 0,27	5,51 \pm 0,44	1,70 \pm 0,22	5,25 \pm 1,31	0,58 \pm 0,10	1,28 \pm 0,53
SSO (mg/l)	1,53 \pm 0,41	2,10 \pm 0,30	1,42 \pm 0,16	2,27 \pm 0,48	0,89 \pm 0,09	1,04 \pm 0,14

Tabela III. Valores dos coeficientes de combinações lineares dos dois eixos resultantes da Análise de Componentes Principais (PC1 e PC2), aplicada para os dados ambientais mensurados nos Córregos Barra Mansa, Lajinha e Cochós, durante a estação seca de 2013 e chuvosa de 2014. Em negrito as variáveis que melhor explicaram a distribuição dos pontos amostrais nos eixos ($>0,300$). SSI=sólidos suspensos inorgânicos; SSO=sólidos suspensos orgânicos.

Parâmetros ambientais	PC1	PC2
Largura	-0,280	0,137
Profundidade	-0,306	-0,097
Cobertura Vegetal	0,312	-0,355
Temperatura	-0,270	-0,417
Correnteza	-0,064	0,548
Vazão	-0,298	0,298
Oxigênio dissolvido	0,405	0,174
pH	-0,276	-0,479
SSI	-0,391	0,150
SSO	-0,415	0,031
% Variação	54,2	25,1

Tabela IV. Lista taxonômica das espécies de peixes coletadas em três riachos da Bacia do Rio Santo Inácio e sua ocorrência em coletas realizadas em 2001/2002 e em 2013/2014. Sequência taxonômica baseada em Oyakawa & Menezes (2011).

Espécies amostradas	Siglas	2001/2002	2013/2014
Ordem Characiformes			
Família Characidae			
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	Aalt	X	X
<i>Astyanax bockmanni</i> Vari & Castro, 2007	Aboc	X	X
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Afas	-	X
<i>Astyanax paranae</i> Eigenmann, 1914	Apar	X	-
<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)	Bihe	X	X
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867	Parg	-	X
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	Snot	X	X
Família Crenuchidae			
<i>Characidium gomesi</i> Travassos, 1956	Cgom	X	X
<i>Characidium schubarti</i> Travassos, 1955	Csch	X	X
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	Czeb	X	X
Família Erythrinidae			
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Hmal	X	X
Ordem Gymnotiformes			
Família Gymnotidae			
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	Gcar	X	X
<i>Gymnotus pantherinus</i> (Steindachner, 1908)	Gpan	X	X
Ordem Siluriformes			
Família Heptapteridae			
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Schubart & Gomes, 1959	Cihe	X	X
<i>Imparfinis mirini</i> Haseman, 1911	Imir	X	X
<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i> (Schubart, 1964)	Pten	X	X
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1835)	Pgra	-	X
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Rque	X	-
Família Loricariidae			
<i>Hisonotus</i> sp. Eigenmann & Eigenmann, 1889	Hiso	X	X
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	Hanc	X	-
<i>Rineloricaria pentamaculata</i> Langeani & Araújo, 1994	Rpen	X	X
Família Pimelodidae			
<i>Pimelodus maculatus</i> La Cepède, 1803	Pmac	-	X
Família Trichomycteridae			
<i>Trichomycterus nigricans</i> Valenciennes, 1832	Tnig	X	X

(continua)

Tabela IV. Continuação.

Espécies amostradas	Siglas	2001/2002	2013/2014
Ordem Cyprinodontiformes			
Família Poeciliidae			
<i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	Phar	X	X
Ordem Synbranchiformes			
Família Synbranchidae			
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	Smar	-	X
Ordem Perciformes			
Família Cichlidae			
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Gbra	X	X

Tabela V. Abundância (N e %) e tamanho (comprimento padrão mínimo e máximo, média \pm dp, em mm) das espécies de peixes amostradas no Córrego Barra Mansa, em três coletas realizadas na estação seca (S1, S2 e S3). Em negrito, salientadas as espécies com maior porcentual de abundância (>20%).

Estação seca	S1 (17/10/2001)			S2 (29/07/2002)			S3 (26/09/2013)		
	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp
<i>A. altiparanae</i>	-	-	-	-	-	-	1 (1,0)	43	-
<i>A. bockmanni</i>	3 (13,6)	32-40	37,3 \pm 4,6	-	-	-	18 (17,8)	10-49	30,8 \pm 13,9
<i>A. fasciatus</i>	-	-	-	-	-	-	7 (6,9)	41-67	48,6 \pm 9,6
<i>B. iheringii</i>	-	-	-	-	-	-	11 (10,9)	31-47	38,2 \pm 4,5
<i>P. argentea</i>	-	-	-	-	-	-	25 (24,7)	31-46	39,3 \pm 4,6
<i>S. notomelas</i>	-	-	-	1 (2,7)	-	-	-	-	-
<i>C. schubarti</i>	-	-	-	-	-	-	2 (2,0)	24-25	24,5 \pm 0,7
<i>C. zebra</i>	9 (40,9)	22-45	34,7 \pm 9,4	3 (8,1)	41-46	43,3 \pm 2,5	-	-	-
<i>H. malabaricus</i>	-	-	-	1 (2,7)	-	-	2 (2,0)	57-225	141,0 \pm 118,8
<i>G. carapo</i>	2 (9,1)	93-124	108,5 \pm 21,9	-	-	-	-	-	-
<i>I. mirini</i>	-	-	-	24 (64,9)	22-43	34,3 \pm 5,4	19 (19,0)	37-61	50,1 \pm 6,8
<i>C. iheringi</i>	1 (4,5)	34	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hisonotus sp.</i>	1 (4,5)	14	-	1 (2,7)	-	25,0	1 (1,0)	24	-
<i>H. ancistroides</i>	1 (4,5)	24	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. pentamaculata</i>	2 (9,1)	71-78	74,5 \pm 4,9	-	-	-	3 (3,0)	57-110	76,7 \pm 29,0
<i>P. harpagos</i>	-	-	-	7 (18,9)	17-24	19,3 \pm 2,6	4 (4,0)	14-25	17,3 \pm 5,2
<i>G. brasiliensis</i>	3 (13,6)	37-70	52,7 \pm 16,6	-	-	-	8 (8,0)	15-77	42,0 \pm 18,8

Tabela VI. Abundância (N e %) e tamanho (comprimento padrão mínimo e máximo, média \pm dp, em mm) das espécies de peixes amostradas no Córrego Barra Mansa, em três coletas realizadas na estação chuvosa (C1, C2 e C3). Em negrito, salientadas as espécies com maior porcentual de abundância (>20%).

Estação chuvosa	C1 (28/01/2002)			C2 (24/04/2002)			C3 (28/02/2014)		
	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp
<i>A. altiparanae</i>	6 (14,6)	11-27	15,7 \pm 6,5	4 (7,7)	34-54	40,5 \pm 9,1	-	-	-
<i>A. bockmanni</i>	-	-	-	3 (5,8)	21-35	30,0 \pm 7,8	6 (20,0)	25-42	35,0 \pm 5,7
<i>A. paranae</i>	-	-	-	6 (11,5)	13-59	32,8 \pm 18,7	-	-	-
<i>B. iheringii</i>	-	-	-	1 (1,9)	42	-	1 (3,3)	28	-
<i>P. argentea</i>	-	-	-	-	-	-	10 (33,3)	32-46	37,1 \pm 4,9
<i>S. notomelas</i>	10 (24,4)	27-35	31,2 \pm 2,5	-	-	-	-	-	-
<i>C. gomesi</i>	2 (4,9)	25-25	25,0	1 (1,9)	19	-	-	-	-
<i>C. zebra</i>	2 (4,9)	37-39	38,0 \pm 1,4	4 (7,7)	41-48	45,3 \pm 3,1	-	-	-
<i>G. carapo</i>	-	-	-	2 (3,8)	85-85	85,0	7 (23,3)	52-184	83,4 \pm 45,0
<i>I. mirini</i>	-	-	-	24 (46,1)	21-50	27,4 \pm 6,5	-	-	-
<i>R. quelen</i>	1 (2,4)	31	-	-	-	-	-	-	-
<i>H. ancistroides</i>	2 (4,9)	52-56	54,2 \pm 2,8	-	-	-	-	-	-
<i>R. pentamaculata</i>	-	-	-	1 (1,9)	71	-	-	-	-
<i>P. maculatus</i>	-	-	-	-	-	-	1 (3,3)	135	-
<i>P. harpagos</i>	13 (31,7)	8-28	16,0 \pm 5,4	4 (7,7)	12-17	14,0 \pm 2,4	-	-	-
<i>G. brasiliensis</i>	5 (12,2)	24-86	54,4 \pm 27,5	2 (3,8)	15-63	39,0 \pm 33,9	5 (16,7)	17-95	43,6 \pm 36,7

Tabela VII. Abundância (N e %) e tamanho (comprimento padrão mínimo e máximo, média \pm dp, em mm) das espécies de peixes amostradas no Córrego Lajinha, em três coletas realizadas na estação seca (S1, S2 e S3). Em negrito, salientadas as espécies com maior porcentual de abundância (>20%).

Estação seca	S1 (27/09/2001)			S2 (31/07/2002)			S3 (05/09/2013)		
	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp
<i>A. bockmanni</i>	1 (1,6)	49	-	-	-	-	4 (9,0)	22-50	37,3 \pm 12,1
<i>A. fasciatus</i>	-	-	-	-	-	-	5 (11,4)	18-47	29,4 \pm 14,7
<i>A. paranae</i>	9 (14,3)	10-19	16,3 \pm 3,0	-	-	-	-	-	-
<i>C. gomesi</i>	12 (19,0)	37-48	41,5 \pm 3,1	16 (31,4)	23-53	37,8 \pm 8,0	9 (20,5)	41-57	47,9 \pm 6,8
<i>C. zebra</i>	2 (3,2)	36-40	38,0 \pm 2,8	12 (23,5)	22-60	39,5 \pm 12,1	2 (4,5)	38-42	40,0 \pm 2,8
<i>G. carapo</i>	2 (3,2)	108-129	118,5 \pm 14,8	-	-	-	1 (2,3)	106	-
<i>C. iheringi</i>	2 (3,2)	38-52	45,0 \pm 9,9	-	-	-	3 (6,8)	29-40	33,0 \pm 6,1
<i>I. mirini</i>	11 (17,5)	41-57	51,3 \pm 5,6	22 (43,1)	29-49	36,8 \pm 6,0	16 (36,4)	37-63	49,2 \pm 9,1
<i>P. tenebrosa</i>	2 (3,2)	36-40	38,0 \pm 2,8	-	-	-	-	-	-
<i>P. gracilis</i>	-	-	-	-	-	-	2 (4,5)	45-63	54,0 \pm 12,7
<i>Hisonotus</i> sp.	18 (28,6)	19-29	25,0 \pm 2,2	1 (2,0)	33	-	-	-	-
<i>H. ancistroides</i>	1 (1,6)	58	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. marmoratus</i>	-	-	-	-	-	-	1 (2,3)	128	-
<i>G. brasiliensis</i>	3 (4,8)	34-65	45,0 \pm 17,3	-	-	-	1 (2,3)	45	-

Tabela VIII. Abundância (N e %) e tamanho (comprimento padrão mínimo e máximo, média \pm dp, em mm) das espécies de peixes amostradas no Córrego Lajinha, em três coletas realizadas na estação chuvosa (C1, C2 e C3). Em negrito, salientadas as espécies com maior porcentual de abundância (>20%).

Estação chuvosa	C1 (30/01/2002)			C2 (03/05/2002)			C3 (07/03/2014)		
	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp
<i>A. altiparanae</i>	-	-	-	-	-	-	1 (2,0)	69	-
<i>A. bockmanni</i>	1 (3,7)	30	-	3 (6,3)	40-51	44,3 \pm 5,9	3 (6,0)	23-35	29,3 \pm 6,0
<i>A. fasciatus</i>	-	-	-	-	-	-	1 (2,0)	73	-
<i>A. paranae</i>	1 (3,7)	17	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. argentea</i>	-	-	-	-	-	-	1 (2,0)	39	-
<i>S. notomelas</i>	3 (11,1)	24-31	27,7 \pm 12,7	-	-	-	3 (6,0)	27-29	28,3 \pm 1,2
<i>C. gomesi</i>	4 (14,8)	38-44	40,8 \pm 2,5	7 (14,6)	23-47	33,4 \pm 9,7	4 (8,0)	42-52	48,3 \pm 4,8
<i>C. zebra</i>	5 (18,5)	38-46	42,0 \pm 2,9	8 (16,7)	26-56	38,1 \pm 8,9	4 (8,0)	37-47	41,8 \pm 4,3
<i>H. malabaricus</i>	-	-	-	-	-	-	1 (2,0)	90	-
<i>G. carapo</i>	-	-	-	-	-	-	1 (2,0)	114	-
<i>C. iheringi</i>	-	-	-	1 (2,1)	44	-	1 (2,0)	44	-
<i>I. mirini</i>	-	-	-	13 (27,0)	25-63	38,5 \pm 10,5	2 (4,0)	42-61	51,5 \pm 13,4
<i>P. tenebrosa</i>	-	-	-	-	-	-	1 (2,0)	24	-
<i>Hisonotus</i> sp.	7 (25,9)	18-33	26,6 \pm 5,5	13 (27,0)	14-37	26,9 \pm 5,8	-	-	-
<i>G. brasiliensis</i>	6 (22,2)	12-67	27,0 \pm 20,5	3 (6,3)	22-67	40,3 \pm 23,6	27 (54,0)	7-97	34,6 \pm 28,9

Tabela IX. Abundância (N e %) e tamanho (comprimento padrão mínimo e máximo, média \pm dp, em mm) das espécies de peixes amostradas no Córrego dos Cochos, em três coletas realizadas na estação seca (S1, S2 e S3). Em negrito, salientadas as espécies com maior porcentual de abundância (>20%).

Estação seca	S1 (25/09/2001)			S2 (31/07/2002)			S3 (30/08/2013)		
	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp
<i>A. bockmanni</i>	18 (47,7)	19-61	42,1 \pm 10,7	2 (11,8)	20-37	28,5 \pm 12,0	15 (11,4)	23-55	28,5 \pm 12,0
<i>C. gomesi</i>	1 (2,6)	46	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. schubarti</i>	-	-	-	3 (17,6)	40-50	44,7 \pm 5,0	13 (9,8)	37-48	42,1 \pm 3,0
<i>G. pantherinus</i>	3 (7,9)	87-123	105,7 \pm 18,0	4 (23,5)	82-100	89,3 \pm 7,6	29 (22,0)	52-200	112,7 \pm 41,3
<i>C. iheringi</i>	-	-	-	-	-	-	1 (0,7)	47	-
<i>I. mirini</i>	3 (7,9)	35-66	52,7 \pm 15,9	3 (17,6)	27-52	38,7 \pm 12,6	30 (22,7)	33-58	46,7 \pm 6,7
<i>T. nigricans</i>	7 (18,4)	24-51	36,1 \pm 9,4	4 (23,5)	42-48	45,8 \pm 2,6	7 (5,3)	27-51	39,6 \pm 10,3
<i>Hisonotus</i> sp.	2 (5,3)	31-32	31,5 \pm 0,7	-	-	-	20 (15,1)	18-35	28,4 \pm 5,6
<i>P. harpagos</i>	4 (10,5)	22-34	26,8 \pm 5,3	1 (5,9)	26	-	17 (12,9)	11-32	22,1 \pm 7,0

Tabela X. Abundância (N e %) e tamanho (comprimento padrão mínimo e máximo, média \pm dp, em mm) das espécies de peixes amostradas no Córrego dos Cochós, em três coletas realizadas na estação chuvosa (C1, C2 e C3). Em negrito, salientadas as espécies com maior porcentual de abundância (>20%).

Estação chuvosa	C1 (30/01/2002)			C2 (03/05/2002)			C3 (14/03/2014)		
	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp	N (%)	min-max	x \pm dp
<i>A. altiparanae</i>	1 (1,6)	51	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. bockmanni</i>	22 (36,1)	20-56	42,8 \pm 9,7	11 (25,6)	21-54	45,5 \pm 9,7	42 (23,9)	12-54	28,1 \pm 8,8
<i>A. paranae</i>	15 (24,6)	42-81	62,1 \pm 13,0	2 (4,7)	29-34	31,5 \pm 3,5	-	-	-
<i>C. schubarti</i>	1 (1,6)	43	-	3 (7,0)	32-41	37,0 \pm 4,6	3 (1,7)	42,3 \pm 3,5	39-46
<i>H. malabaricus</i>	-	-	-	-	-	-	3 (1,7)	24-42	30,7 \pm 9,9
<i>G. pantherinus</i>	5 (8,2)	43-184	143,8 \pm 58,1	8 (18,6)	83-135	100,6 \pm 20,8	29 (16,5)	31-189	91,7 \pm 44,7
<i>C. iheringi</i>	-	-	-	1 (2,3)	49	-	-	-	-
<i>I. mirini</i>	2 (3,3)	41-44	42,5 \pm 2,1	9 (20,9)	32-46	39,4 \pm 5,7	8 (4,6)	49-62	53,9 \pm 4,4
<i>R. quelen</i>	-	-	-	1 (2,3)	52	-	-	-	-
<i>T. nigricans</i>	9 (14,8)	35-53	43,2 \pm 5,8	4 (9,3)	18-45	35,5 \pm 12,0	7 (4,0)	13-45	29,1 \pm 12,1
<i>Hisonotus</i> sp.	6 (9,8)	21-35	30,2 \pm 5,0	3 (7,0)	12-34	23,7 \pm 11,1	23 (13,0)	17-36	26,4 \pm 3,9
<i>P. harpagos</i>	-	-	-	1 (2,3)	32	-	61 (34,6)	8-35	16,8 \pm 6,1

Tabela XI. Resultados dos índices ecológicos calculados a partir dos dados da estrutura da ictiofauna coletada nos três riachos pertencentes à bacia do Rio Santo Inácio, durante três coletas realizadas na estação seca (S) e três na chuvosa (C). R: riqueza, N: abundância total, D: diversidade de Shannon, E: Equitabilidade de Simpson.

	Córrego Barra Mansa				Córrego Lajinha				Córrego dos Cochos			
	R	N	D	E	R	N	D	E	R	N	D	E
S1	8	22	2,549	0,550	11	63	2,844	0,518	7	38	2,242	0,501
S2	6	37	1,576	0,358	5	51	1,650	0,735	6	17	2,469	0,876
S3	12	101	2,992	0,538	10	44	2,712	0,486	8	132	2,723	0,758
C1	8	41	2,566	0,613	7	27	2,550	0,760	8	61	2,417	0,543
C2	11	52	2,656	0,361	7	48	2,473	0,700	10	43	2,866	0,602
C3	6	30	2,241	0,708	13	50	2,526	0,243	8	176	2,423	0,554

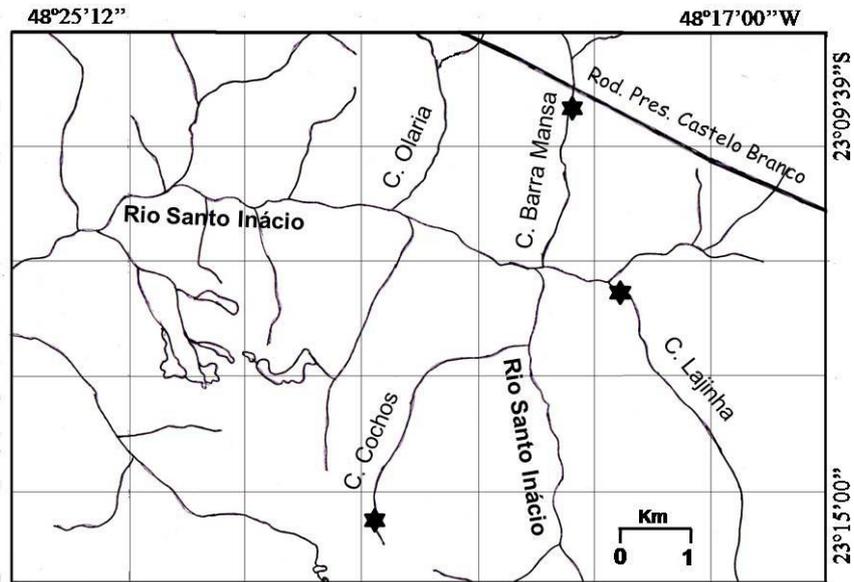


Figura 1. Trecho superior da Bacia do Rio Santo Inácio (Município de Bofete, SP), com a localização dos pontos de amostragem (estrela) nos três córregos estudados (Carta IBGE, 1982).



Figura 2. Córrego Barra Mansa: (A) em outubro de 2001 apresentava grande quantidade de macrófitas no leito; (B) em abril de 2002 as macrófitas haviam sido totalmente cobertas por areia; (C) em setembro de 2013 a calha se encontrava bem encaixada e com grande quantidade de gramíneas nas margens; (D) em fevereiro de 2014 as gramíneas tinham se espalhado forrando todo o leito e bloqueando o fluxo (Fotos: V.S.Uieda).



Figura 3. Córrego Lajinha: (A) em 2001/2002 apresentava grande quantidade de vegetação herbácea marginal e leito com rochas e macrófitas, se estreitando a jusante e se fechando totalmente pela vegetação herbácea após uma extensão de 30 metros, toda sem mata ciliar; em 2013/2014 a calha estava bem definida, abrangendo (B) um trecho montante de correnteza forte, gramíneas na margem e leito com rochas e macrófitas, (C) um trecho médio mais largo e fundo, com muitas gramíneas na margem, e (D) um trecho jusante de maior profundidade, barranco reto e cercado por mata ciliar (Fotos: V.S. Uieda).



Figura 4. Córrego dos Cochos: (A) em 2001/2002 apresentava somente uma estreita faixa de mata ciliar e leito arenoso e raso; em 2013/2014 a mata cobria uma maior extensão, sendo encontrados (B) trechos rasos, com leito arenoso, (C) trechos com gramíneas na margem e detritos vegetais no leito arenoso, (D) poções com leito e margem arenosos e troncos no leito (Fotos: V.S. Uieda).

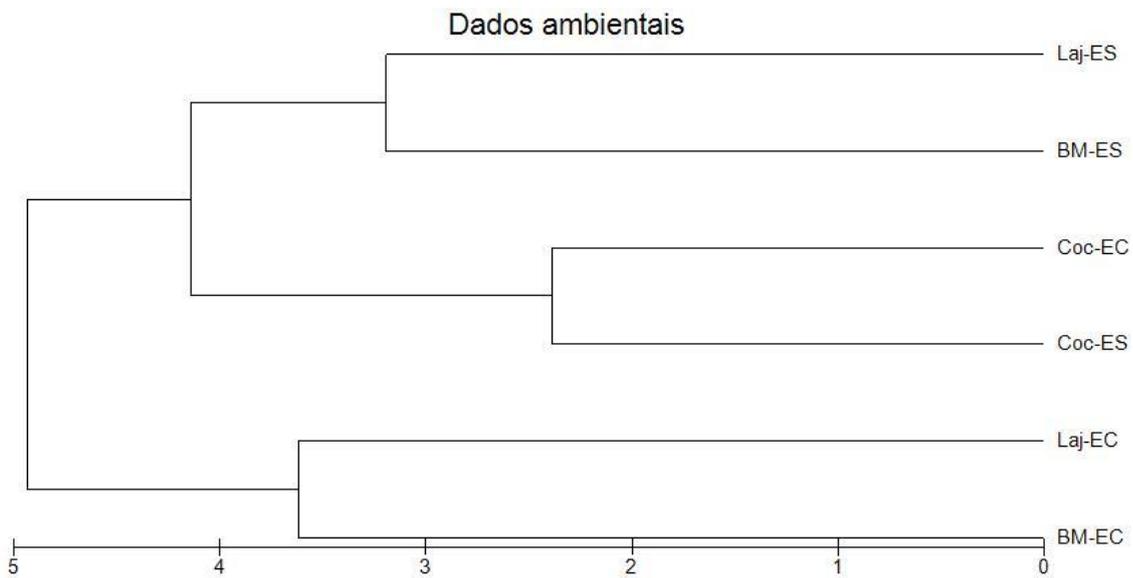


Figura 5. Dendrograma de agrupamento construído a partir de 10 parâmetros ambientais mensurados nos três riachos pertencentes à Bacia do Rio Santo Inácio (Bofete, SP), durante a estação seca de 2013 (ES) e chuvosa de 2014 (EC). Córregos: BM- Barra Mansa, Laj- Lajinha, Coc- Cochos.

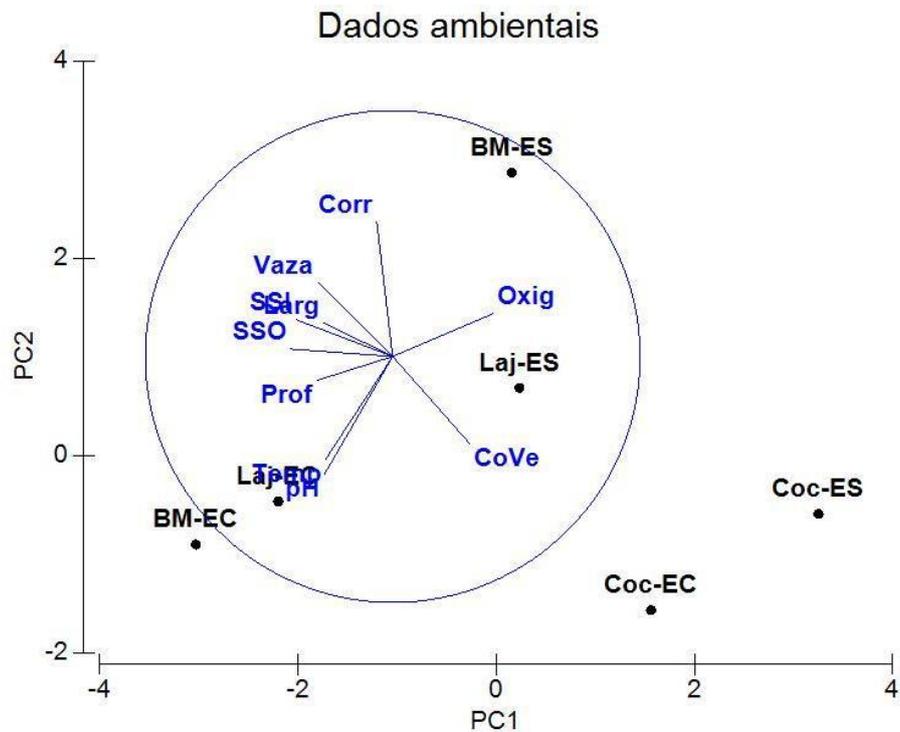


Figura 6. Análise de componentes principais (PCA) aplicada para 10 parâmetros ambientais mensurados nos três riachos pertencentes à Bacia do Rio Santo Inácio (Bofete, SP), durante a estação seca de 2013 (ES) e chuvosa de 2014 (EC). Córregos: BM- Barra Mansa, Laj- Lajinha, Coc- Cochos. Parâmetros: Larg- Largura, Prof- Profundidade, CoVe- Cobertura vegetal, Temp- Temperatura da água, Corr- Correnteza média, Vaza- Vazão, Oxig- Oxigênio dissolvido, SSI- Sólidos suspensos inorgânicos, SSO- Sólidos suspensos orgânicos.

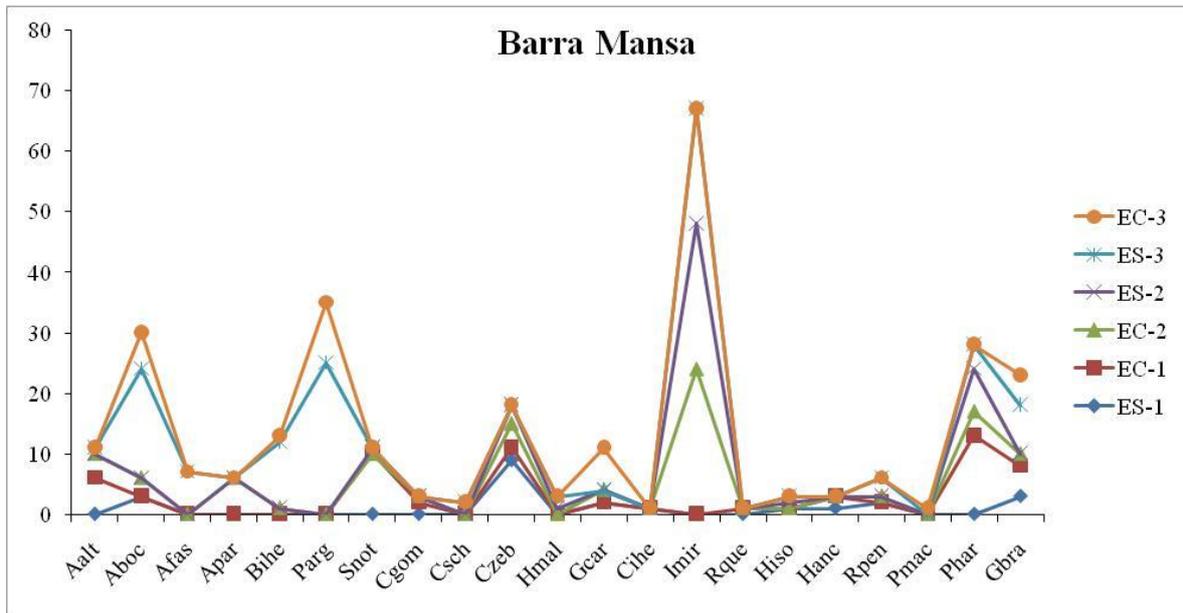


Figura 7. Gráfico exibindo tendências da contribuição da abundância das espécies de peixes coletadas no Córrego Barra Mansa em cada uma das seis coletas (ES- estação seca, EC- estação chuvosa) da sequência temporal analisada. Ver siglas das espécies na Tabela IV.

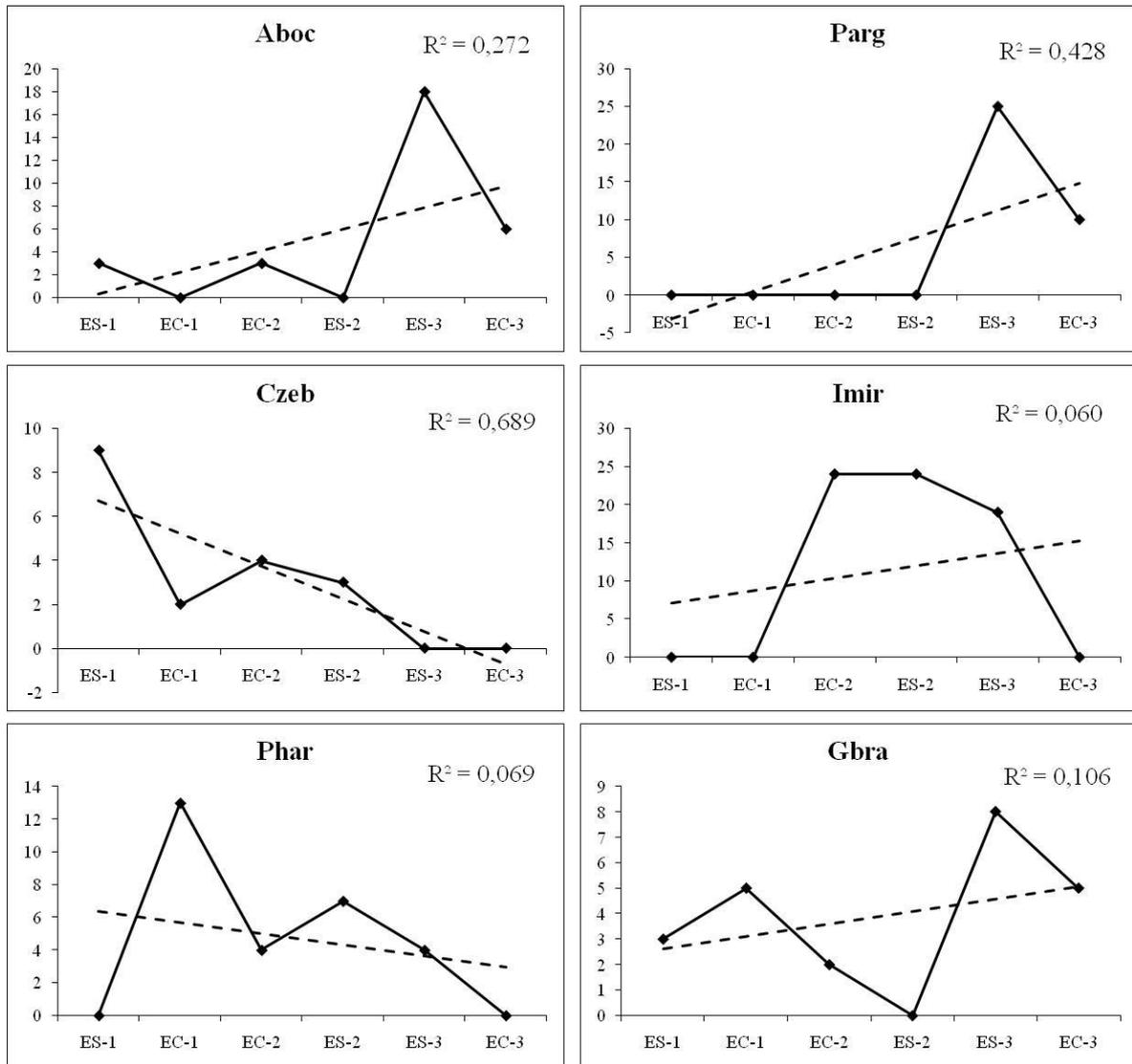


Figura 8. Gráfico mostrando os valores de abundância (linha contínua) das espécies de peixes do Córrego Barra Mansa que apresentaram tendências de variação temporal nos valores de abundância, além da linha de tendência linear (tracejada) e o valor de R-quadrado. Ver siglas das espécies na Tabela IV. ES- estação seca, EC- estação chuvosa.

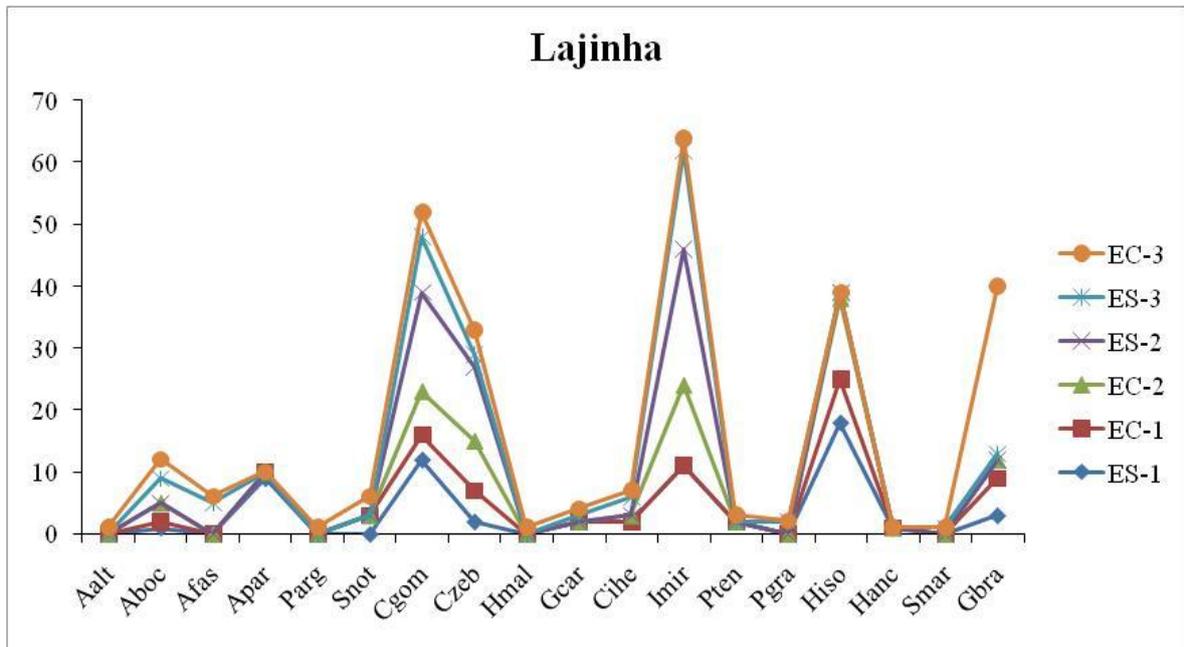


Figura 9. Gráfico exibindo tendências da contribuição da abundância das espécies de peixes coletadas no Córrego Lajinha em cada uma das seis coletas (ES- estação seca, EC- estação chuvosa) da sequência temporal analisada. Ver siglas das espécies na Tabela IV.

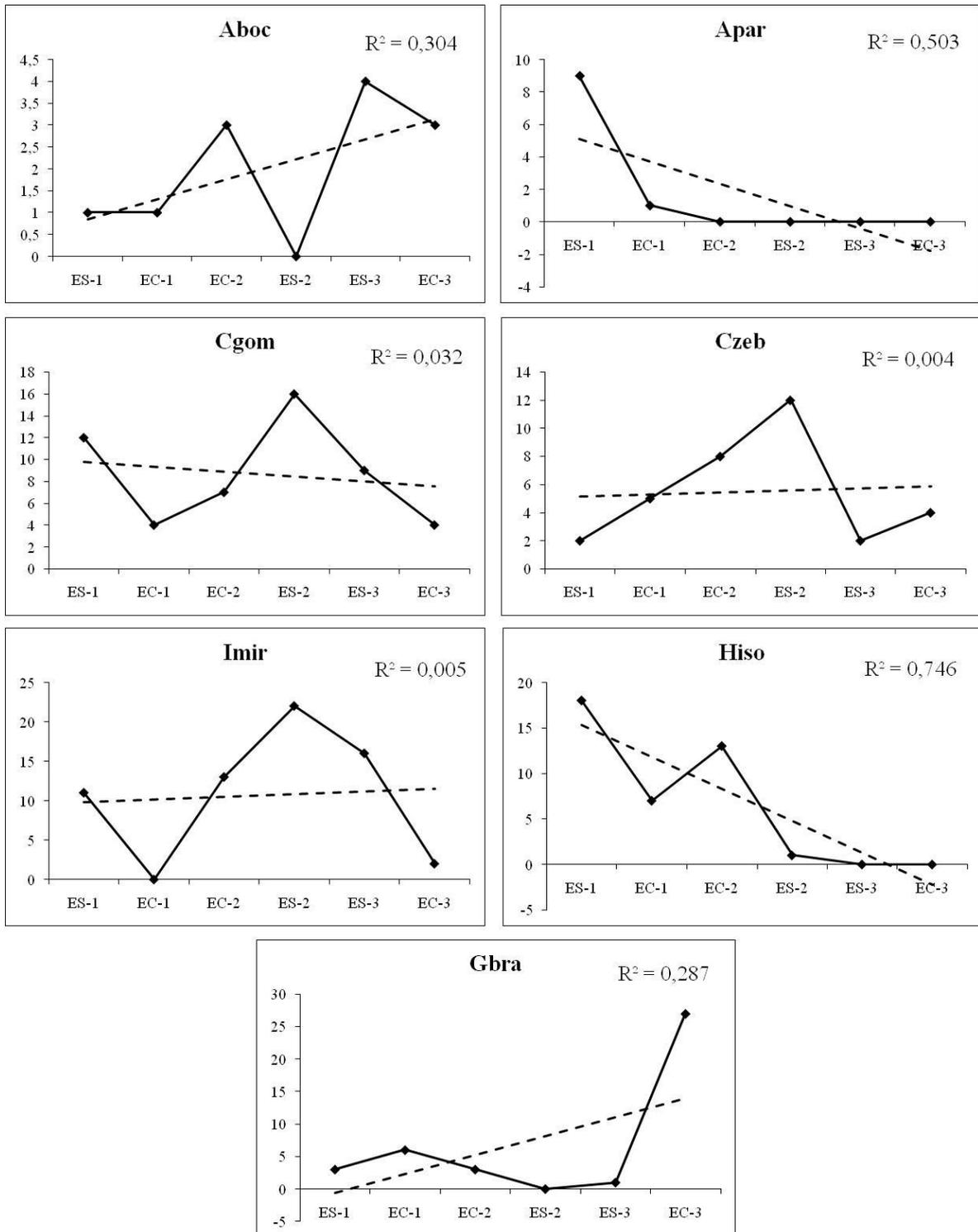


Figura 10. Gráfico mostrando os valores de abundância (linha contínua) das espécies de peixes do Córrego Lajinha que apresentaram tendências de variação temporal nos valores de abundância, além da linha de tendência linear (tracejada) e o valor de R-quadrado. Ver siglas das espécies na Tabela IV. ES- estação seca, EC- estação chuvosa.

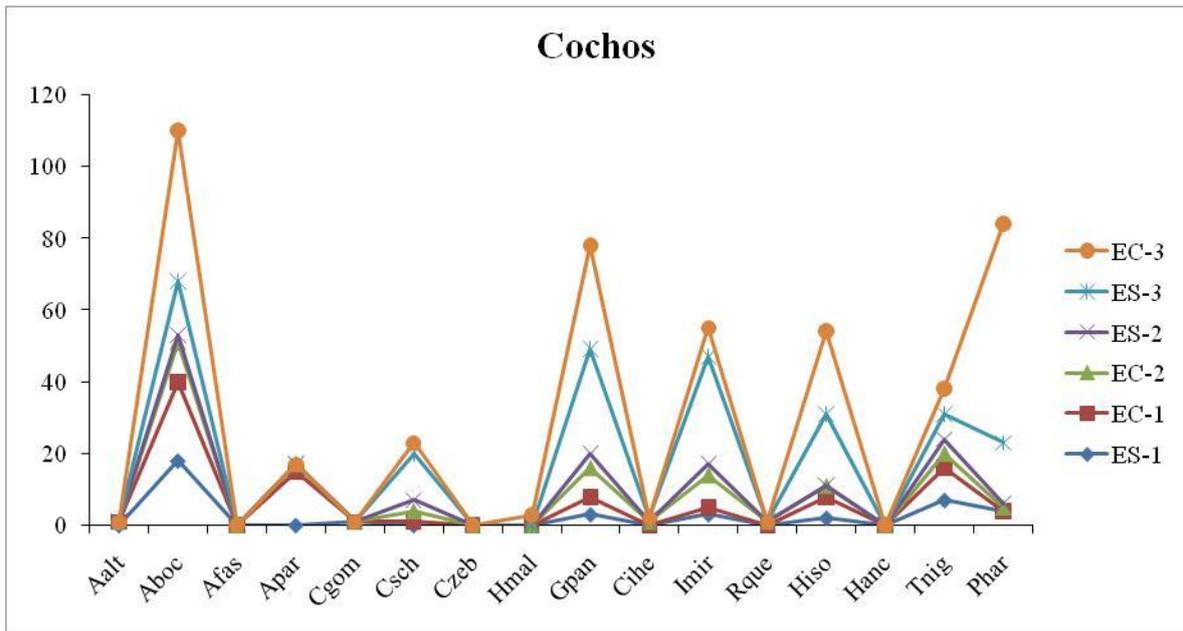


Figura 11. Gráfico exibindo tendências da contribuição da abundância das espécies de peixes coletadas no Córrego dos Cochos em cada uma das seis coletas (ES- estação seca, EC- estação chuvosa) da sequência temporal analisada. Ver siglas das espécies na Tabela IV.

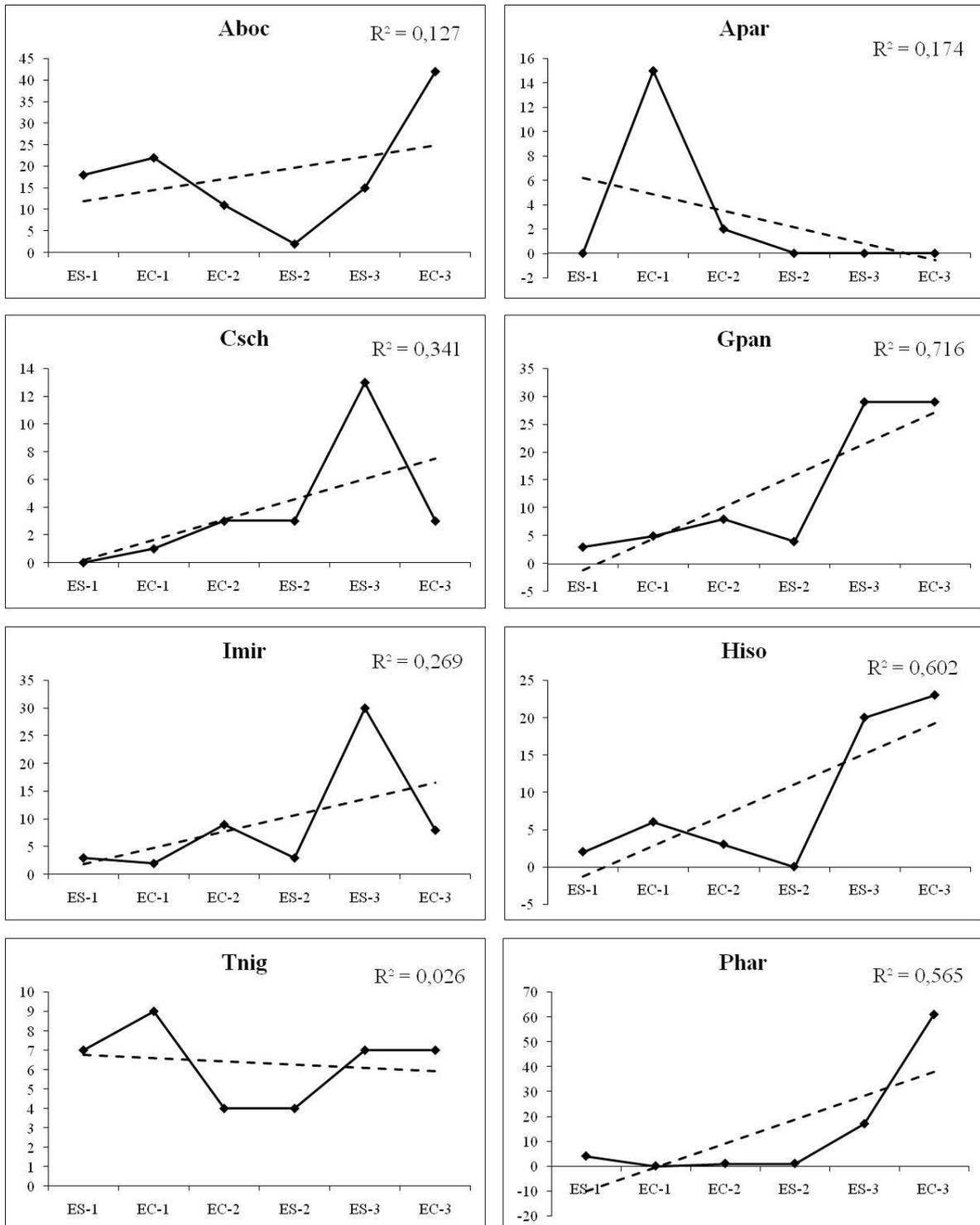


Figura 12. Gráfico mostrando os valores de abundância (linha contínua) das espécies de peixes do Córrego dos Cochos que apresentaram tendências de variação temporal nos valores de abundância, além da linha de tendência linear (tracejada) e o valor de R-quadrado. Ver siglas das espécies na Tabela IV. ES- estação seca, EC- estação chuvosa.

CAPÍTULO II

ECOLOGIA TRÓFICA DA ICTIOFAUNA DE TRÊS RIACHOS PERTENCENTES À BACIA DO RIO SANTO INÁCIO (BOFETE, SP)

RESUMO

O estado de preservação dos riachos pode refletir nas características da dieta da ictiofauna, uma vez que alterações na qualidade da água e do habitat usualmente resultam em mudanças na disponibilidade dos recursos alimentares. Assim, a ictiofauna de três afluentes do Rio Santo Inácio, localizados em uma área de mineração de areia, foi estudada com o objetivo de analisar possíveis variações sazonais na estrutura trófica da comunidade (estação seca de 2013 e chuvosa de 2014) frente às alterações ocorridas na estrutura do habitat. As diferenças sazonais encontradas na estrutura trófica da ictiofauna destes três córregos parecem ter relação direta com o estado de preservação de cada riacho. Porém, estas alterações ocorreram no consumo de itens secundários, pois em todos os casos (riachos e estações) hexápodes constituíram o recurso mais consumido pela ictiofauna. Nos três riachos e nas duas estações do ano foi verificada uma predominância do hábito insetívoro, com grande consumo de larvas de Diptera-Chironomidae. O Córrego Barra Mansa, o único dos três riachos que não possui mata ciliar, mostrou ser o ambiente mais instável sazonalmente, seja na estrutura do habitat ou na composição e dieta das espécies de peixes. No Córrego Barra Mansa, além do consumo elevado de matéria vegetal nas duas estações, também se sobressaiu o consumo de insetos terrestres na estação seca, recursos alóctones provavelmente favorecidos pela presença de grande quantidade de gramíneas nas margens e leito deste riacho. Por outro lado, os córregos Lajinha e Cochos apresentaram menor variação sazonal, seja na composição e dieta das espécies ou nas redes de interações tróficas. Possivelmente, este é um reflexo da maior estabilidade e heterogeneidade ambiental apresentada por estes dois riachos. Assim, a variação sazonal na estrutura trófica da ictiofauna dos três córregos esteve diretamente relacionada ao grau de preservação da mata ciliar e à estabilidade do habitat. Além disso, a dieta baseada principalmente em insetos, como encontrado para a maioria dos peixes estudados, reflete a grande abundância deste recurso ao longo do ano, o que possibilita a coexistência das espécies mesmo com elevada sobreposição alimentar.

Palavras-chave: Dieta, Rede de interações tróficas, Riacho tropical, Variação sazonal.

ABSTRACT

The state of preservation of the streams may reflect the dietary characteristics of the fish fauna, as changes in water quality and habitat usually result in changes in the availability of food resources. Thus, the fish fauna of three tributaries of the Santo Inácio River, located on a sand mining area, was studied in order to analyze possible seasonal variations in the trophic structure of the community (dry season of 2013 and rainy of 2014) compared to the alterations in habitat structure. Seasonal differences in the trophic structure of the fish fauna of these three streams appear to be directly related to the conservation status of each stream. However, these changes occurred in the consumption of secondary items, as in all cases (streams and seasons) hexapods were the resource most consumed by the fish fauna. In the three streams and in the two seasons was found a predominance of insectivorous habit, with large consumption of larvae of Diptera-Chironomidae. The Barra Mansa stream, characterized by the absence of riparian vegetation, proved to be the one most unstable seasonally, whether in habitat structure or in composition and diet of fish species. Yet in Barra Mansa stream, in addition to high consumption of vegetable matter in the two seasons, also highlighted the consumption of terrestrial insects in the dry season, allochthonous resource probably favored by the presence of large amounts of grass on the banks and bed of this stream. On the other hand, the Lajinha and Cochós streams showed less seasonal variation in composition and diet of species and also in network trophic interactions. Possibly, this is a reflection of the environmental greater stability and heterogeneity of these two streams. Thus, the seasonal variation in the trophic structure of the fish fauna of the three streams was directly related to the degree of preservation of riparian vegetation and habitat stability. In addition, the diet mainly based on insects, as found for most studied fish, reflects the abundance of this resource throughout the year, which allows the coexistence of the species, even at high feed overlay.

Key-words: Diet, Network trophic interactions, Tropical stream, Seasonal variation.

INTRODUÇÃO

O estudo de comunidade de peixes em ambientes lóticos com algum tipo de impacto antrópico vem sendo realizado no Estado de São Paulo por diversos autores (Casatti *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2012; Uieda *et al.*, 2014; Zeni & Casatti, 2014), sendo uma importante ferramenta para diagnosticar a situação atual da biota de nossos ecossistemas aquáticos. Os córregos de baixa ordem merecem atenção especial, pois entre 70 a 80% das espécies de peixes do Estado de São Paulo são de pequeno porte e habitam preferencialmente esses ambientes de pequenas dimensões (Oykawa & Menezes, 2011).

Por serem frágeis e altamente susceptíveis a alterações em função do tipo de uso do solo do entorno, a presença de cobertura vegetal nas margens desses riachos de cabeceira possui extrema importância para a sua preservação, evitando a erosão dos solos adjacentes e impedindo a sedimentação ou assoreamento do leito do rio (Barrella *et al.*, 2001). Essa alteração na estrutura física do hábitat pode ter diversas implicações para os ecossistemas lóticos, sendo a principal ameaça para a biodiversidade (Allan & Castillo, 2007).

Além do conhecimento sobre a composição, entender como ocorre a utilização dos alimentos por peixes de riachos é de fundamental importância no delineamento da estrutura trófica deste ecossistema, bem como do nível trófico ocupado pelas espécies (Fugi & Hahn, 1991), além de atender a outros propósitos tais como o conhecimento básico da biologia das espécies.

O estado de preservação dos riachos também pode refletir nas características da dieta da ictiofauna, uma vez que alterações na qualidade da água e do habitat usualmente resultam em mudanças na disponibilidade dos recursos alimentares (Bonato *et al.*, 2012). Assim, por maior que seja a plasticidade alimentar apresentada pelos peixes de água doce (Abelha *et al.*, 2001), estas alterações podem exercer forte influência na regulação da composição e organização trófica da ictiofauna (Uieda & Motta, 2007).

Segundo Bonato *et al.* (2012), a avaliação da composição e hábitos alimentares de peixes em riachos com diferentes níveis de impacto antrópico constitui uma ferramenta essencial para avaliar a integridade biótica desses corpos d'água, fornecendo uma abordagem consistente para a compreensão de processos interativos nas comunidades aquáticas. Sendo assim, variações na organização trófica das comunidades podem ser consideradas como indicadores de mudanças na qualidade e complexidade do habitat (Jaramillo & Caramaschi, 2008). Além disso, o planejamento das medidas necessárias para o manejo e conservação dos ecossistemas lóticos necessita de conhecimentos sobre a estrutura e dinâmica dessas comunidades, incluindo as interações bióticas e abióticas que permitem a coexistência das espécies (Barili *et al.*, 2011).

Assim, a ictiofauna de três afluentes do Rio Santo Inácio, localizados em uma área de mineração de areia, foi estudada com o objetivo de analisar possíveis variações sazonais na estrutura trófica da comunidade (estação seca de 2013 e chuvosa de 2014) frente às alterações ocorridas na estrutura do habitat.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os peixes foram amostrados em três córregos pertencentes à bacia do Rio Santo Inácio, localizada no município de Bofete, região centro-oeste do estado de São Paulo, sendo um de 1ª ordem (Córrego dos Cochos) e dois de 2ª ordem (Córrego Lajinha e Córrego Barra Mansa). Esta bacia está inserida em uma região onde predominam pastagens, mineração de areia, sítios e pequenas propriedades rurais, sendo o Rio Santo Inácio um importante afluente da margem direita do Rio Paranapanema, no qual deságua a montante do represamento de Jurumirim.

Dos três ambientes estudados, o Córrego dos Cochos (23°14'30"S, 48°21'30"W) é o que apresenta menores valores médios de largura e profundidade (123 e 17 cm, respectivamente), correnteza e vazão (15 cm.s⁻¹ e 0,04 m³.s⁻¹) e quantidade de sólidos inorgânicos e orgânicos em suspensão (0,93 e 0,96 mg.l⁻¹), porém com maiores valores de oxigênio dissolvido e cobertura vegetal (8,26 mg.l⁻¹ e 69%). A estrutura deste córrego se mostrou bastante estável, com elevada similaridade sazonal entre os parâmetros ambientais mensurados na estação seca e chuvosa.

Por outro lado, o Córrego Barra Mansa (23°10'20"S, 48°19'30"W) apresenta os maiores valores médios de largura (275 cm), correnteza (25 cm.s⁻¹) e sólidos inorgânicos em suspensão (5 mg.l⁻¹), além de nenhuma mata ciliar e abundante capim nas margens. O Córrego Lajinha (23°12'00"S, 48°19'15"W) apresentou valores intermediários para a maioria dos parâmetros citados acima, com exceção dos maiores valores médios de profundidade e vazão (42 cm e 0,18 m³.s⁻¹), apresentando também uma maior heterogeneidade espacial na estrutura do leito, margens e vegetação do entorno. Para estes dois córregos foi observada uma variação sazonal na estrutura do habitat, decorrente principalmente do aumento nos valores de profundidade e na quantidade de sólidos em suspensão nas coletas da estação chuvosa. Nesta estação, o Córrego Barra Mansa também apresentou uma grande alteração física, pois as gramíneas que antes ocupavam somente as margens, agora tamponavam totalmente todo o leito do riacho.

Ictiofauna: coleta e análise da dieta

A ictiofauna foi coletada em agosto/setembro de 2013, representando a estação seca, e em fevereiro/março de 2014, representando a estação chuvosa (uma coleta por estação, por riacho). Duas redes de cerco, com malha de tela de mosquiteiro, foram dispostas transversalmente ao rio, cercando a jusante e montante, e de margem a margem, seções de 1 a 2 m de comprimento. Com as redes posicionadas no riacho, 1-2 coletores caminhavam entre as redes, no sentido jusante, revolvendo o substrato com os pés e mãos para desalojar os peixes, os quais eram carregados pela correnteza para dentro da rede jusante. Este procedimento foi repetido pelo menos três vezes em cada seção e ao longo de todo o trecho amostrado, rio acima, em cada riacho.

Para todos os peixes capturados foram anotados as espécies e o número de indivíduos, sendo sacrificados com Eugenol, de acordo com metodologia proposta por Lucena *et al.* (2013), somente espécimes que necessitassem de exame em laboratório para confirmar a identificação e espécimes para análise da dieta (no máximo cerca de 15 exemplares por espécie, riacho, estação e classe de tamanho). No laboratório, os exemplares coletados foram identificados, medidos (comprimento padrão) e seu tubo digestivo retirado para análise da dieta.

O conteúdo digestivo dos peixes foi analisado sob estereomicroscópio binocular e os itens alimentares identificados até a menor categoria possível. Para a análise, três métodos foram utilizados: frequência de ocorrência, biovolume e método numérico. A frequência de ocorrência (Hyslop, 1980) assinala a presença ou ausência do item, sendo calculada através do número de peixes em que o item ocorreu em relação ao total de ocorrências de todos os itens. O biovolume, adaptado de Esteves & Galetti Jr. (1995), corresponde à relação entre a área ocupada por determinado item e a área total ocupada por todos os itens. O método numérico (Hyslop, 1980) indica o número de indivíduos do item, calculado em relação ao total de indivíduos de todos os itens. Para a determinação do hábito alimentar da espécie, os dados de frequência de ocorrência (F) e biovolume (V) foram utilizados para o cálculo do Índice Alimentar (IA), através da fórmula: $IA = (F \times V) / \sum (F \times V)$ (Kawakami & Vazzoler, 1980). Para os hexápodes aquáticos consumidos também foi utilizado o método numérico (N) para o cálculo do Índice Relativo de Importância (IRI), utilizando a fórmula: $IRI = (N + V) \times F$ (Pinkas *et al.*, 1971). Para permitir a comparação da dieta entre as diferentes espécies de peixes ou entre a mesma espécie em diferentes riachos e estações, os valores de IA e IRI calculados foram transformados em valores relativos (%). Para facilitar a apresentação dos nomes das espécies e dos itens da dieta nas figuras, foram utilizadas siglas (Tabela 1).

Análise dos dados

Para examinar a influência da escala sazonal sobre os dados da dieta da ictiofauna, foram realizadas análises de agrupamento hierárquico (*Cluster*) e de ordenação NMDS (*non-metric multi-dimensional scaling*), utilizando o pacote estatístico PRIMER-E 6.0 (Clarke & Gorley, 2006). A transformação de $\log(x+1)$ foi utilizada para os dados do percentual da dieta (IA%), sendo as matrizes de similaridade construídas utilizando a medida de Bray-Curtis. Na análise de NMDS as amostras são dispostas em um espaço bi-dimensional, considerando que pontos mais próximos representam amostras com maior similaridade no percentual dos itens da dieta, com valores de stress baixos indicando o quão exata a relação bi-dimensional das amostras está representada na ordenação. Com os dados da dieta também foram montadas redes de interação trófica, utilizando o Software Pajek, versão 3.12. (Batagelj & Mrvar, 1998). Os parâmetros calculados para as redes foram: número de espécies tróficas (espécies de peixes), número de recursos (total de itens alimentares consumidos), densidade de recursos (número de recursos por espécie), número de ligações tróficas (linhas nas redes indicando as interações entre recurso-consumidor), densidade de ligações tróficas (número de ligações por espécie).

RESULTADOS

Para os três córregos foi amostrado um total de 23 espécies, pertencentes a seis ordens e onze famílias, com maior ocorrência de espécies da ordem Characiformes, principalmente Characidae, e da ordem Siluriformes, principalmente Heptapteridae (Tabela 1).

No Córrego Barra Mansa, do total de quatorze espécies, somente quatro foram coletadas nas duas estações, das quais três apresentaram variação sazonal no hábito alimentar (*A. bockmanni*, *P. argentea* e *G. brasiliensis*), alternando entre onivoria e insetivoria, dependendo da estação (Tabelas 2 e 3). As análises de agrupamento e de ordenação definiram para o Barra Mansa a formação de cinco grupos (Figura 1), de acordo com o maior consumo de: I– Hexapoda (>85%), II– inseto terrestre (>70%), III– Hexapoda e material vegetal, IV– Hexapoda (<80%) e V- matéria orgânica.

Para o Córrego Lajinha, das quinze espécies coletadas, oito ocorreram nas duas estações, das quais duas (*A. fasciatus* e *G. brasiliensis*) apresentaram variação sazonal no hábito alimentar. Porém, esta mudança pode estar relacionada ao pequeno número de indivíduos examinados em uma das estações, podendo a diferença encontrada ser apenas uma variação individual (Tabelas 4 e 5). As análises de agrupamento e de ordenação aplicadas aos dados da dieta dos peixes do Lajinha definiram a formação de dois grandes grupos (Figura 2), representando maior consumo de: I– Hexapoda associado a outros itens, como fragmentos de exoesqueleto e material vegetal; II–

preferencialmente Hexapoda (>85%). Outro padrão encontrado foi a separação de *H. malabaricus* de todas as outras espécies, devido ao consumo exclusivo de peixe.

No Córrego dos Cochos, um total de nove espécies foi coletado e, destas, sete ocorreram nas duas estações. Porém, apenas três apresentaram variação sazonal no hábito alimentar: na estação chuvosa *I. mirini* deixou de consumir Crustacea, mudando de carnívoro para insetívoro, *Hisonotus* sp. e *P. harpagos* de uma dieta detritívora e onívora, respectivamente, passaram a consumir preferencialmente perifiton, ou seja, uma mistura de matéria orgânica e algas unicelulares na estação chuvosa (Tabelas 6 e 7). Neste riacho, as análises de agrupamento e ordenação (Figura 3) definiram a formação de três grupos em função do consumo preferencial de: I- Hexapoda, II- Hexapoda e material vegetal e III- perifiton.

Variações sazonais quanto aos grupos de hexápodes mais consumidos foram encontradas. Porém, na maioria dos casos as variações não são alterações no grupo de inseto mais consumido (Diptera) e sim à adição de novos grupos de insetos na dieta das espécies ou ao baixo número de indivíduos analisados, podendo representar uma variação individual (Tabelas 2 a 7).

Considerando a dieta de todas as espécies em conjunto, nos três córregos a maioria dos peixes consumiu hexápodes em elevado porcentual nas duas estações, representados principalmente por juvenis de Diptera da família Chironomidae (Figura 4). Quanto aos hábitos alimentares, de 3-4 hábitos foram encontrados por córrego e estação, com predomínio da insetivoria em todos os casos (Figura 5). Em segundo lugar de importância é possível salientar a onivoria nas duas estações do Barra Mansa e na estação seca do Cochos e a perifitívoria na estação chuvosa do Cochos (Figura 5).

Analisando as redes tróficas no Córrego Barra Mansa, diferenças sazonais foram encontradas (Tabela 8, Figura 6). Apesar dos valores de número de espécies tróficas, recursos e ligações tróficas terem sido maiores na estação seca (ver maior complexidade na figura da rede na estação seca), valores maiores de densidade de recursos e de ligações foram encontrados na estação chuvosa (Tabela 8). Com relação às ligações tróficas, na estação seca o maior número foi centralizado por duas espécies de lambari (*B. iheringii* e *P. argentea*). Já na estação chuvosa, as espécies apresentaram número semelhante de ligações (Figura 6).

Para o Córrego Lajinha, diferenças sazonais nas redes tróficas também foram encontradas (Tabela 8, Figura 7). Um maior número de espécies, recursos e ligações ocorreram na estação chuvosa (ver maior complexidade na figura da rede na estação chuvosa), porém maiores valores de densidade de recursos e de ligações foram encontrados na estação seca, apesar destas diferenças de valores sazonais terem sido pequenas, quando comparado aos dados obtidos para o Barra Mansa (Tabela 8). Já as espécies que centralizaram o maior número de ligações foram: *A. fasciatus* e *P. gracilis* na estação seca e *G. brasiliensis* na estação chuvosa (Figura 7).

No Córrego dos Cochos, todos os parâmetros analisados nas redes tróficas das duas estações foram similares (Tabela 8), sendo que o maior número de ligações foi centralizado por *A. bockmanni*, nas duas estações e por *I. mirini*, na estação chuvosa (Figura 8).

Quanto aos recursos mais consumidos, os três riachos apresentaram o mesmo padrão de sazonalidade, com Hexapoda e material vegetal sendo os itens mais importantes na dieta das espécies na estação chuvosa e somente Hexapoda na seca (Figuras 6, 7 e 8).

DISCUSSÃO

Considerando que a oferta e disponibilidade de alimentos são provavelmente reguladas pela estrutura física de cada ambiente (Zeni & Casatti, 2014), é possível que as diferenças sazonais encontradas na estrutura trófica da ictiofauna dos córregos pertencentes à Bacia do Rio Santo Inácio tenha relação direta com o estado de preservação de cada riacho. Porém, algumas destas alterações ocorreram no consumo de itens secundários, pois hexápodes constituíram o recurso mais consumido pela maioria das espécies. Esta predominância de insetos aquáticos na dieta da maioria das espécies de peixes nas duas estações é um padrão que também foi observado em riachos tropicais por outros autores (Uieda & Motta, 2007; Bonato *et al.*, 2012). Em ambientes lóticos, a elevada disponibilidade de juvenis de insetos aquáticos torna este item uma importante fonte de alimento para a ictiofauna, fonte esta que pode apresentar alterações na composição e abundância em função de alterações na estabilidade física do ambiente (Uieda & Pinto, 2011). O fato dos peixes terem consumido em elevado percentual larvas de Diptera, demonstra também um grande oportunismo das espécies na captura de um recurso muito abundante, mesmo que não o preferido (Pinto & Uieda, 2007).

Dos três córregos estudados, o Barra Mansa foi o que apresentou maior instabilidade sazonal, seja na estrutura do habitat ou na composição e dieta das espécies de peixes. A análise das redes tróficas também reforçou essa instabilidade, com uma nítida diferença sazonal nos parâmetros analisados. A maior instabilidade sazonal na estrutura deste riacho possivelmente é um reflexo da ausência de mata ciliar, que, segundo Barrella *et al.* (2001), tem a função de tamponar o ambiente contra as flutuações nas características ambientais. Alguns trabalhos desenvolvidos no Brasil, analisando a ictiofauna de riachos, ressaltam o impacto da remoção da mata ripária sobre a estrutura desta comunidade (Casatti *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2012; Uieda *et al.*, 2014). A ausência da mata ciliar pode levar ao aumento no aporte de sedimentos, promovendo alterações na estrutura física do ambiente e, conseqüentemente, na fauna (Pusey & Arthington, 2003).

Para os dois caracídeos coletados no Córrego Barra Mansa e que apresentaram variação sazonal na dieta (*A. bockmanni* e *P. argentea*), as diferenças estiveram relacionadas a mudanças no porcentual de material vegetal consumido junto com hexápodes. Para *A. bockmanni* o maior consumo de material vegetal ocorreu na estação chuvosa, quando cinco dos seis indivíduos analisados tinham CP<40 mm, enquanto na estação seca, apesar do menor porcentual, o consumo ocorreu somente por peixes com CP> 40 mm. Para *P. argentea* o maior consumo de material vegetal ocorreu na estação seca, por cinco indivíduos com CP<40 mm e quatro com CP>40 mm. Variação ontogenética na dieta de caracídeos já foi reportada por outros autores (Abelha *et al.*, 2001; Wolff *et al.*, 2009), porém sempre com material vegetal sendo consumido principalmente por indivíduos maiores. Para as duas espécies de lambaris aqui estudadas este padrão ontogenético não foi observado, podendo o consumo de material vegetal estar mais relacionado a diferenças individuais (Magurran, 1993; Abelha *et al.*, 2001).

No Córrego Barra Mansa, além do consumo elevado de matéria vegetal nas duas estações, também se sobressaiu o consumo de insetos terrestres na estação seca. Esses resultados são contrários aos encontrados por Ferreira *et al.* (2012) e Zeni & Casatti, (2014). Esses autores, trabalhando em riachos do estado de São Paulo, verificaram que em ambientes onde a mata ciliar está preservada o consumo de recursos alóctones pelas espécies de peixes, como insetos terrestres e material vegetal, tende a ser maior. Porém, a grande quantidade de gramíneas nas margens do Córrego Barra Mansa e o predomínio de espécies de caracídeos podem estar relacionados com o elevado consumo destes dois recursos neste riacho. Os lambaris são peixes ágeis que ocupam da meia água à superfície e coletam itens alimentares arrastados pela correnteza (Casatti *et al.*, 2001).

Diferente do riacho acima discutido, os córregos Lajinha e Cochós apresentaram menor variação sazonal, seja na composição e dieta das espécies ou nas redes de interações tróficas. Possivelmente, este é um reflexo da maior estabilidade ambiental apresentada por estes dois riachos.

Para o Córrego Lajinha, para as duas espécies que apresentaram variação sazonal na dieta (*A. fasciatus* e *G. brasiliensis*) essas mudanças se devem, provavelmente, a variações individuais, pois o número de indivíduos analisados foi muito reduzido em ao menos uma das estações. Segundo Margurran (1993), cada indivíduo pode apresentar diferentes métodos de procura de alimento, o que pode levar a variação individual nos recursos consumidos. Porém, o elevado consumo de material vegetal, definindo um hábito herbívoro para o indivíduo de *A. fasciatus* com CP de 73 mm analisado na estação chuvosa, sugere uma variação ontogenética na dieta, pois todos os indivíduos desta espécie analisados na estação seca, caracterizados como de hábito insetívoro, tinham menos de 47 mm de comprimento padrão. Wolff *et al.* (2009), analisando a dieta desta espécie de lambari, coletada em um rio no estado do Paraná, encontraram uma tendência de

mudança ontogenética na dieta, com maior consumo de itens de origem animal nos indivíduos menores e um maior consumo de material vegetal para os peixes maiores.

No Córrego Lajinha a dieta das espécies esteve concentrada principalmente no consumo de hexápodes, representados em cerca de 60-80% por larvas de Diptera. Porém, na estação chuvosa, houve a adição de outros recursos na dieta da maioria das espécies, como material vegetal e larvas de Trichoptera. Estes dois itens foram consumidos principalmente por espécies de caracídeos, os quais apresentam maior agilidade para a captura de itens deslocados e arrastados pela maior correnteza comum na estação chuvosa. Segundo Abelha *et al.* (2001), as alterações na dieta das espécies de peixes podem ser influenciadas por modificações sazonais na estrutura do hábitat, já que períodos distintos dispõem de diferentes condições abióticas e de oferta de alimento.

Para o Córrego dos Cochos, que mostrou ser o riacho ambientalmente mais estável dos três analisados, as variações sazonais encontradas no hábito alimentar de três espécies de peixes (*I. mirini*, *Hisonotus* sp. e *P. harpagos*) reforçam a plasticidade alimentar da ictiofauna, ou seja, a capacidade de consumir fontes alternativas de alimento frente a variações na disponibilidade do recurso preferencial (Abellha *et al.*, 2001). Neste córrego, perifiton constituiu um segundo item em importância na dieta dos peixes, tendo sido consumido em elevado percentual por *Hisonotus* sp. e *P. harpagos* na estação chuvosa e somente pela segunda na seca. A variação sazonal na dieta de *I. mirini* também reforça este oportunismo, tendo consumido crustáceos em elevado percentual na estação seca, representados pelo cladóceros *Acroperus tupinamba* Sinev & Elmoor-Loureiro, 2010 (Chydoridae). Os doze indivíduos de *I. mirini* que apresentaram este crustáceo no conteúdo digestivo (maioria com CP<50mm) ingeriram um total de 953 cladóceros, o que reforça o uso oportunista de um recurso com um aumento pontual na disponibilidade.

Assim, a variação sazonal na estrutura trófica da ictiofauna dos três córregos esteve diretamente relacionada ao grau de preservação da mata ciliar e à estabilidade do habitat. Além disso, a dieta baseada principalmente em insetos, como encontrado para a maioria dos peixes estudados, reflete a grande abundância deste recurso ao longo do ano, o que possibilita a coexistência das espécies mesmo com elevada sobreposição alimentar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A. & GOULART, A., 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*, 23(2): 425-434.
- ALLAN, J. D. & CASTILLO M. M., 2007. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. 2. ed., Netherlands: Springer, 436p.

- BARILI, E.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. & LATINI, J. D., 2011. The coexistence of fish species in streams: relationships between assemblage attributes and trophic and environmental variables. *Environmental Biology of Fishes*, 92: 41-52.
- BARRELA, W.; PETRERE JUNIOR, M.; SMITH, W. S. & MONTAG, L. F. A., 2001. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. Pp.187-207. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). *Matas ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo & Fapesp.
- BATAGELJ, V. & MRVAR, A., 1998. Pajek - program for large network analysis. *Connection*, 21: 47-57.
- BONATO, K. O., DELARIVA, R. L. & SILVA, C. J., 2012. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. *Zoologia*, 29(1): 27-38.
- CASATTI, L.; LANGEANI, F. & CASTRO, R. M. C., 2001. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto Rio Paraná, SP. *Biota Neotropica* v1 (n1) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?inventory+BN00201122001>.
- CASATTI, L.; TERESA, F. B.; GONÇALVES-SOUZA, T.; BESSA, E.; MANZOTTI, A. R.; GONÇALVES, C. S. & ZENI, J. O., 2012. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*, 10(1): 205-214.
- CLARKE, K. R. & GORLEY, R. M., 2006. *Primer v6: User manual/tutorial*. Primer-E: Plymouth.
- ESTEVEZ, K. E. & GALETTI JR, P. M., 1995. Food partitioning among some characids of a small Brazilian floodplain lake from the Paraná River basin. *Environmental Biology of Fishes*, 42: 375-89.
- FERREIRA, A.; PAULA, F. R.; FERRAZ, S. F. B.; GERHARD, P.; KASHIWAQUI, E. A. L.; CYRINO, J. E. P. & MARTINELLI, L. A., 2012. Riparian coverage affects diets of characids in neotropical streams. *Ecology of Freshwater Fish*, 21: 12-22.
- FUGI, R. & HAHN, N. S., 1991. Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies de peixes comedores de fundo do Rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 51(4): 873-79.
- HYSLOP, E. J., 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-29.
- JARAMILLO-VILLA, U. & CARAMASCHI, E. P., 2008. Índices de integridade biótica usando peixes de água doce: Uso nas regiões tropical e subtropical. *Oecologia Brasiliensis*, 12(3): 442-462.

- KAWAKAMI, E. & VAZZOLER, G., 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo, 29(2): 205-7.
- LUCENA, C. A. S.; CALEGARI B. B.; PEREIRA E. H. L. & DALLEGRAVE, E., 2013. O uso de óleo de cravo na eutanásia de peixes. Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia, 105: 20-24.
- MAGURRAN, A. E., 1993. Individual differences and alternative behaviors. Pp. 440-477. In: PITCHER, J.T. (ed.). Behaviour of teleost fishes. London: Chapman & Hall.
- OYAKAWA, O. T. & MENEZES, N. A., 2011. Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica. v.11 (1a) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0021101a2011>.
- PINKAS, L.; OLIPHANT, M. S. & IVERSON, I.L.K., 1971. Food habits of Albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Fish Bulletin, 152: 1-105.
- PINTO, T. L. F. & UIEDA, V. S., 2007. Aquatic insects selected as food for fishes of a tropical stream: are there spatial and seasonal differences in their selectivity? Acta Limnologica Brasiliensia, 19(1): 67-78.
- PUSEY, B. J. & ARTHINGTON, A. H., 2003. Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. Marine and Freshwater Research, 54: 1-16.
- UIEDA, V. S. & MOTTA, R. L., 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. Acta Limnologica Brasiliensia, 19: 15-30.
- UIEDA, V. S.; MANOEL, P. S. & BURGOS, A. H., 2014. Análise de redes ecológicas: uma ferramenta aplicável ao estudo da estrutura trófica da ictiofauna de riachos? Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia, 112: 14-18.
- UIEDA, V. S. & PINTO, T. L. F., 2011. Feeding selectivity of ichthyofauna in a tropical stream: space-time variations in trophic plasticity. Community Ecology, 12(1): 31-39.
- ZENI, J. O. & CASATTI, L. 2014. The influence of habitat homogenization on the trophic structure of fish fauna in tropical streams. Hydrobiologia, 726: 259-270.
- WOLFF, L. L.; ABILHOA, V.; RIOS, F. SANT'ANNA & DONATTI, L., 2009. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax* aff. *fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. Neotropical Ichthyology, 7(2): 257-266.

Tabela 1. Lista e siglas das espécies de peixes coletadas nos córregos Barra Mansa, Lajinha e Cochós e dos itens da dieta geral e grupos de hexápodes por elas consumidos.

Espécies	Siglas	Dieta geral	Siglas
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	Aalt	Protozoa	Prot
<i>Astyanax bockmanni</i> Vari & Castro, 2007	Aboc	Annelida	Anne
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Afas	Mollusca	Moll
<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)	Bihe	Acarina	Acar
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867	Parg	Aranae	Aran
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867	Snot	Crustacea	Crus
<i>Characidium gomesi</i> Travassos, 1956	Cgom	Hexapoda	Hexa
<i>Characidium schubarti</i> Travassos, 1955	Csch	Inseto terrestre	InTe
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	Czeb	Matéria orgânica	MaOr
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Hmal	Material vegetal	MaVe
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	Gcar	Fragmento exoesqueleto	FrEx
<i>Gymnotus pantherinus</i> (Steindachner, 1908)	Gpan	Algae	Alga
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Schubart & Gomes, 1959	Cihe	Escama	Esca
<i>Imparfinis mirini</i> Haseman, 1911	Imir	Peixe	Peix
<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i> (Schubart, 1964)	Pten	Perifiton	Peri
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1835)	Pgra	Hexapoda	Siglas
<i>Hisonotus</i> sp. Eigenmann & Eigenmann, 1889	Hiso	Collembola	Coll
<i>Rineloricaria pentamaculata</i> Langeani & Araújo, 1994	Rpen	Coleoptera	Cole
<i>Pimelodus maculatus</i> La Cepède, 1803	Pmac	Diptera	Dipt
<i>Trichomycterus nigricans</i> Valenciennes, 1832	Tnig	Ephemeroptera	Ephe
<i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	Phar	Heteroptera	Hete
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	Smar	Lepidoptera	Lepi
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Gbra	Odonata	Odon
		Plecoptera	Plec
		Trichoptera	Tric

Tabela 2. Porcentual dos itens consumidos (IA% dieta geral e IRI% ordens de hexápodes) e hábito alimentar das espécies de peixes coletadas no Córrego Barra Mansa, durante a estação seca. Número de indivíduos com conteúdo (N) e comprimento padrão em mm (CP). Siglas das espécies na Tabela 2 e em negrito os itens predominantes na dieta (>15%). Ins- insetívoro; Oni- onívoro; Det- detritívoro.

Barra Mansa - ES	Aalt	Aboc	Afas	Bihe	Parg	Csch	Hmal	Imir	Hiso	Rpen	Phar	Gbra
N	1	13	6	10	10	2	1	10	1	3	4	8
CP min-max	43	22-49	41-67	34-47	31-46	24-25	57	42-61	24	57-110	14-25	15-77
CP x±dp	-	37,4±9,9	49,7±10	38,9±4	39,1±6,6	24,5±0,7	-	52,5±7,0	-	76,7±29,0	17,25±5,2	42,0±18,8
Protozoa	-	-	-	0,8	0,1	-	-	<0,0	-	-	0,3	0,2
Mollusca	-	-	-	-	-	-	-	<0,0	-	-	-	-
Annelida	-	-	-	0,1	1,1	-	-	-	-	-	-	-
Acarina	-	-	-	<0,0	0,4	-	-	<0,0	-	-	1,1	<0,0
Araneae	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	-	<0,0	-	-	-	-	-	0,1	-	0,4	14,5	6,9
Hexapoda	3,0	52,0	6,6	16,3	38,0	100,0	99,0	96,9	0,7	92,7	22,2	28,4
Inseto Terrestre	82,6	11,0	74,2	0,9	1,8	-	-	-	-	-	-	-
Matéria Orgânica	-	-	-	-	-	-	-	-	99,3	6,9	61,9	46,6
Material Vegetal	14,4	14,4	2,5	40,8	52,7	-	1,0	0,2	-	-	-	-
Frgmento de Exoesqueleto	-	22,5	16,7	41,0	6,0	-	-	2,9	-	-	-	18,0
Algae	-	<0,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ins	Ins	Ins	Oni	Oni	Ins	Ins	Ins	Det	Ins	Oni	Oni
Coleoptera	-	0,8	-	2,1	0,5	-	-	5,7	-	-	-	-
Diptera	100,0	29,1	93,4	93,6	93,7	86,2	5,1	28,4	100,0	99,6	100,0	99,5
Ephemeroptera	-	63,3	6,6	2,5	2,5	13,8	4,0	64,1	-	0,4	-	0,5
Heteroptera	-	-	-	0,5	1,5	-	-	-	-	-	-	-
Lepidoptera	-	1,1	-	-	1,7	-	-	0,2	-	-	-	-
Odonata	-	-	-	-	-	-	90,9	0,8	-	-	-	-
Plecoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichoptera	-	5,6	-	1,3	0,1	-	-	0,8	-	-	-	-

Tabela 3. Porcentual dos itens consumidos (IA% para a dieta geral e IRI% para ordens de hexápodes) e hábito alimentar das espécies de peixes coletadas no Córrego Barra Mansa, durante a estação chuvosa. Número de indivíduos com conteúdo (N) e comprimento padrão em mm (CP). Siglas das espécies na Tabela 2 e em negrito os itens predominantes na dieta (>15%). Oni- onívoro; Ins- insetívoro; Inv- invertívoro.

Barra Mansa - EC	Aboc	Bihe	Parg	Gcar	Pmac	Gbra
N	6	1	10	7	1	5
CP min-max	25-42	29	32-46	62-184	135	14-95
CP x±dp	35,0±5,7	-	37,1±4,9	91,5±62,0	-	43,6±36,7
Protozoa	5,7	-	0,3	<0,0	<0,0	-
Mollusca	-	-	-	-	-	0,6
Annelida	-	-	-	0,1	77,0	0,4
Acarina	-	-	0,0	-	-	<0,0
Crustacea	-	1,5	-	<0,0	<0,0	9,8
Hexapoda	34,4	44,1	78,8	55,0	21,3	85,9
Inseto Terrestre	5,1	-	0,3	0,3	0,1	-
Matéria Orgânica	-	-	-	-	-	-
Material Vegetal	24,1	37,4	11,2	3,0	1,3	3,2
Frgmento de Exoesqueleto	30,7	17,0	9,4	41,5	1,0	-
	Oni	Oni	Ins	Ins	Inv	Ins
Collembola	0,1	-	-	-	0,9	-
Coleoptera	0,2	-	3,1	43,4	10,5	3,2
Diptera	86,2	100,0	94,6	50,2	80,8	64,7
Ephemeroptera	1,6	-	0,2	1,8	-	-
Lepidoptera	10,1	-	10,0	2,0	0,6	-
Odonata	1,0	-	-	2,5	7,3	32,1
Trichoptera	0,7	-	-	0,1	-	-

Tabela 4. Porcentual dos itens consumidos (IA% para a dieta geral e IRI% para ordens de hexápodes) e hábito alimentar das espécies de peixes coletadas no Córrego Lajinha, durante a estação seca. Número de indivíduos com conteúdo (N) e comprimento padrão em mm (CP). Siglas das espécies na Tabela 2; em negrito os itens predominantes na dieta (>15%). Ins- insetívoro; Inv- invertívoro; Oni- onívoro.

Lajinha - ES	Aboc	Afas	Cgom	Czeb	Gcar	Cihe	Imir	Pgrac	Smar	Gbra
N	4	5	9	2	1	3	16	2	1	1
min-max	22-50	18-47	39-57	38-42	106	29-40	37-66	45-63	128	45
x±dp	37,3±12,1	29,4±14,7	47,9±6,8	40,0±2,8	-	33,0±6,1	49,0±,8	54,0±12,7	-	-
Protozoa	-	-	-	-	-	-	<0,0	3,3	-	-
Mollusca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Annelida	-	-	-	-	-	-	0,2	20,6	-	-
Acarina	-	0,1	-	-	-	-	-	<0,0	-	0,6
Araneae	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	1,1	<0,0	-	6,5	-	<0,0	0,4	0,8	-	24,1
Hexapoda	37,5	25,2	96,2	93,5	7,6	99,7	85,1	31,3	100,0	34,8
Inseto terrestre	1,3	0,4	-	-	2,5	-	-	-	-	-
Matéria orgânica	-	-	-	-	-	-	-	7,7	-	40,6
Material vegetal	3,1	4,1	3,8	-	2,1	0,2	0,5	2,6	-	-
Fragmento de exoesqueleto	47,7	68,0	-	-	87,7	-	13,8	30,9	-	-
Algae	9,3	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Escama	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-
	Ins	Ins	Ins	Ins	Ins	Ins	Ins	Inv	Ins	Oni
Collembola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera	-	-	-	-	9,1	-	0,2	11,5	-	-
Diptera	80,9	92,0	95,3	100,0	77,3	91,9	68,9	71,2	100,0	63,2
Ephemeroptera	2,1	-	<0,0	-	-	0,2	2,3	-	-	8,8
Heteroptera	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidoptera	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Odonata	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Plecoptera	-	-	-	-	-	2,8	0,3	-	-	-
Trichoptera	17,0	6,7	4,4	-	13,6	5,1	28,1	17,3	-	28,1

Tabela 5. Porcentual dos itens consumidos (IA% para a dieta geral e IRI% para ordens de hexápodes) e hábito alimentar das espécies de peixes coletadas no Córrego Lajinha, durante a estação chuvosa. Número de indivíduos com conteúdo (N) e comprimento padrão em mm (CP). Siglas das espécies na Tabela 2 e em negrito os itens predominantes na dieta (>15%). Oni- onívoro; Ins- insetívoro; Her- herbívoro; Car- carnívoro.

Lajinha - EC	N	Aalt	Aboc	Afas	Parg	Snot	Cgom	Czeb	Hmal	Gcar	Cihe	Imir	Pten	Gbra
	1	3	1	1	3	3	4	1	1	1	2	1	21	
	CP min-max	68	23-35	73	39	27-29	42-52	37-47	90	114	44	42-61	24	7-97
	CP x±dp	-	29,3±6,0	-	-	28,3±1,2	47,0±5,0	41,8±4,3	-	-	-	51,5±13,4	-	38,6±30,5
Protozoa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7
Annelida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
Mollusca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,7
Acarina	0,2	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	0,1
Araneae	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	0,2	-	-	-	1,6	-	2,7	-	-	-	-	-	-	8,7
Hexapoda	17,6	93,8	4,7	29,7	58,8	85,2	96,5	-	19,2	100,0	65,2	100,0	70,3	
Inseto terrestre	-	0,5	2,1	51,4	-	-	-	-	-	-	32,6	-	-	0,6
Matéria orgânica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7
Material vegetal	52,9	5,4	82,1	10,8	0,4	10,6	0,6	-	10,4	-	2,0	-	-	3,1
Fragmento de exoesqueleto	29,1	0,2	11,1	8,1	37,6	4,1	-	-	70,3	-	0,2	-	-	0,2
Algae	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Peixe	-	-	-	-	-	-	-	100,0	-	-	-	-	-	-
	Oni	Ins	Her	Ins	Ins	Ins	Ins	Ins	Car	Ins	Ins	Ins	Ins	Ins
Coleoptera	-	-	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,4
Diptera	90,0	77,3	32,1	46,2	100,0	56,5	97,9	-	20,9	100,0	96,9	63,6	85,0	
Ephemeroptera	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	36,4	1,2	
Heteroptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	
Lepidoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	0,1	
Odonata	-	-	-	-	-	2,9	-	-	72,1	-	-	-	-	
Plecoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trichoptera	10,0	19,2	53,6	53,8	-	40,6	2,1	-	-	-	1,9	-	0,7	

Tabela 6. Porcentual dos itens consumidos (IA% para a dieta geral e IRI% para ordens de hexápodes) e hábito alimentar das espécies de peixes coletadas no Córrego Cochós, durante a estação seca. Número de indivíduos com conteúdo (N) e comprimento padrão em mm (CP). Siglas das espécies na Tabela 2 e em negrito os itens predominantes na dieta (>15%). Oni- onívoro; Ins- insetívoro; Inv- invertívoro; Det- detritívoro.

Cochos - ES	Aboc	Csch	Gpan	Cihe	Imir	Hiso	Tnig	Phar
N	10	13	24	1	18	5	7	15
CP min-max	34-55	37-48	65-200	47	33-58	30-35	27-51	11-32
CP x±dp	43,3±8,0	42,1±3,0	114,4±43,1	-	46,6±8,6	33,0±2,1	39,6±9,6	22,7±7,3
Protozoa	-	-	<0,0	-	-	-	-	-
Annelida	-	-	0,3	-	10,7	-	2,0	0,1
Acarina	1,2	<0,0	<0,0	-	0,1	<0,0	-	-
Crustacea	0,2	4,9	5,5	-	36,0	<0,0	5,2	2,0
Hexapoda	26,3	85,0	84,5	100,0	42,5	-	74,6	41,4
Inseto terrestre	13,9	-	-	-	5,8	-	-	-
Matéria orgânica	-	-	<0,0	-	-	94,9	-	-
Material vegetal	37,4	<0,0	0,4	-	0,1	5,0	-	0,5
Fragmento de exoesqueleto	12,3	10,1	9,2	-	4,9	-	18,2	2,3
Algae	-	-	<0,0	-	-	-	-	-
Perifiton	8,6	-	-	-	-	-	-	53,6
	Oni	Ins	Ins	Ins	Inv	Det	Ins	Oni
Coleoptera	-	0,4	2,1	-	1,3	-	-	-
Diptera	94,7	75,6	80,6	100,0	97,8	-	89,4	100,0
Ephemeroptera	-	0,2	0,2	-	0,6	-	8,2	-
Heteroptera	0,1	-	<0,0	-	-	-	-	-
Lepidoptera	5,1	-	-	-	-	-	-	-
Plecoptera	-	-	<0,0	-	-	-	-	-
Trichoptera	-	23,8	17,1	-	0,2	-	2,3	-

Tabela 7. Porcentual dos itens consumidos (IA% para a dieta geral e IRI% para ordens de hexápodes) e hábito alimentar das espécies de peixes coletadas no Córrego Cochos, durante a estação chuvosa. Número de indivíduos com conteúdo (N) e comprimento padrão em mm (CP). Siglas das espécies na Tabela 2 e em negrito os itens predominantes na dieta (>15%). Oni- onívoro; Ins- insetívoro; Car- carnívoro; Per- perifítivo.

Cochos - EC	Aboc	Csch	Hmal	Gpan	Imir	Hiso	Tnig	Phar
N	16	3	3	19	8	5	7	11
CP min-max	21-54	39-46	24-42	42-195	49-62	27-36	13-45	16-35
CP x±dp	33,3±11,0	42,3±3,5	30,7±9,9	103,7±49,3	53,9±4,4	30,0±3,5	29,1±11,2	24,3±7,9
Protozoa	-	-	-	<0,0	-	-	-	-
Mollusca	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Annelida	-	-	3,7	0,3	0,1	-	-	-
Acarina	-	-	-	<0,0	-	-	-	-
Crustacea	0,2	0,2	-	0,3	-	<0,0	8,3	0,2
Hexapoda	22,5	99,5	34,6	47,6	83,0	-	91,0	1,1
Inseto terrestre	1,2	-	-	<0,0	-	-	-	-
Material vegetal	58,2	0,4	-	4,0	0,8	0,6	0,7	0,8
Fragmento de exoesqueleto	16,9	-	-	47,8	15,9	-	-	0,4
Algae	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Peixe	0,6	-	61,7	-	-	-	-	-
Perifiton	-	-	-	-	-	99,4	-	97,5
	Oni	Ins	Car	Ins	Ins	Per	Ins	Per
Coleoptera	1,0	2,2	-	2,8	1,4	-	-	-
Diptera	54,8	47,5	11,1	83,3	31,5	-	68,4	100,0
Ephemeroptera	25,9	0,4	88,9	4,4	26,4	-	11,4	-
Lepidoptera	0,3	-	-	<0,0	-	-	-	-
Odonata	-	-	-	<0,0	-	-	-	-
Plecoptera	-	-	-	0,8	-	-	-	-
Trichoptera	18,1	50,2	-	8,7	40,7	-	20,2	-

Tabela 8. Parâmetros das redes de interação trófica construídas com as espécies de peixes e os recursos por elas consumidos, coletadas nos córregos Barra Mansa, Lajinha e Cochos na estação seca (ES) e chuvosa (EC). Espe Trof- número de espécies tróficas, Recu- número de recursos, Dens Recu- densidade de recursos, Liga Trof- número de ligações tróficas, Dens Liga- densidade de ligações tróficas.

Local/Estação	Espe Trof	Recu	Dens Recu	Liga Trof	Dens Liga
Barra Mansa-ES	12	11	0,9	48	4
Barra Mansa-EC	6	8	1,3	29	4,8
Lajinha-ES	10	12	1,2	40	4
Lajinha-EC	13	13	1	50	3,8
Cochos-ES	8	9	1,1	35	4,4
Cochos-EC	8	10	1,2	33	4,1

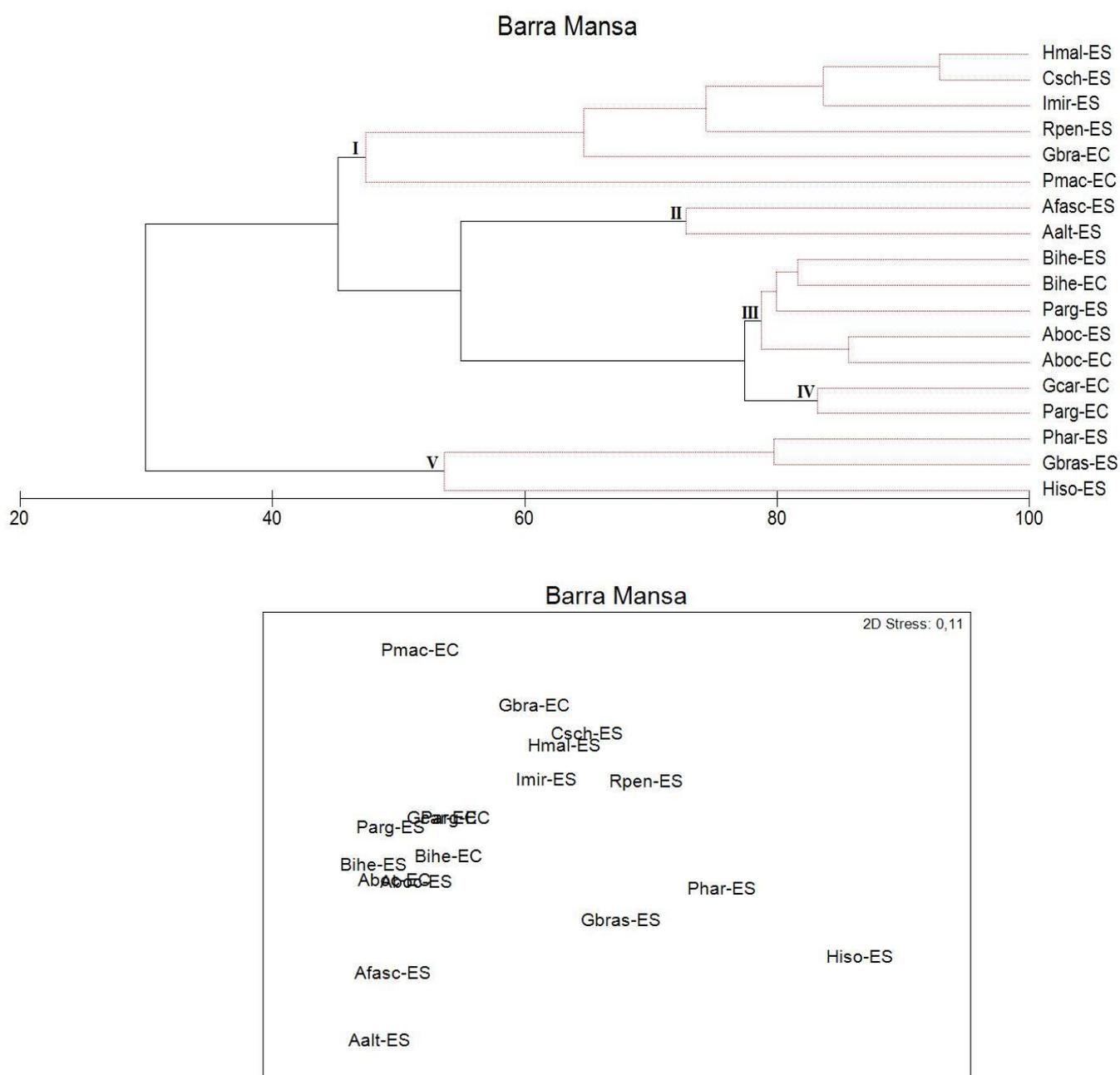


Figura 1. Dendrograma de agrupamento (acima) e ordenação de NMDS (abaixo), construídos a partir dos dados da dieta da ictiofauna amostrada no Córrego Barra Mansa, na estação seca de 2013 (ES) e chuvosa de 2014 (EC). O resultado do teste SIMPROF é apresentado no dendrograma por linhas vermelhas, indicando que as amostras assim conectadas não podem ser significativamente diferenciadas. Siglas das espécies de peixes apresentadas na Tabela 2. Grupos indicados no cluster estão descritos no texto.

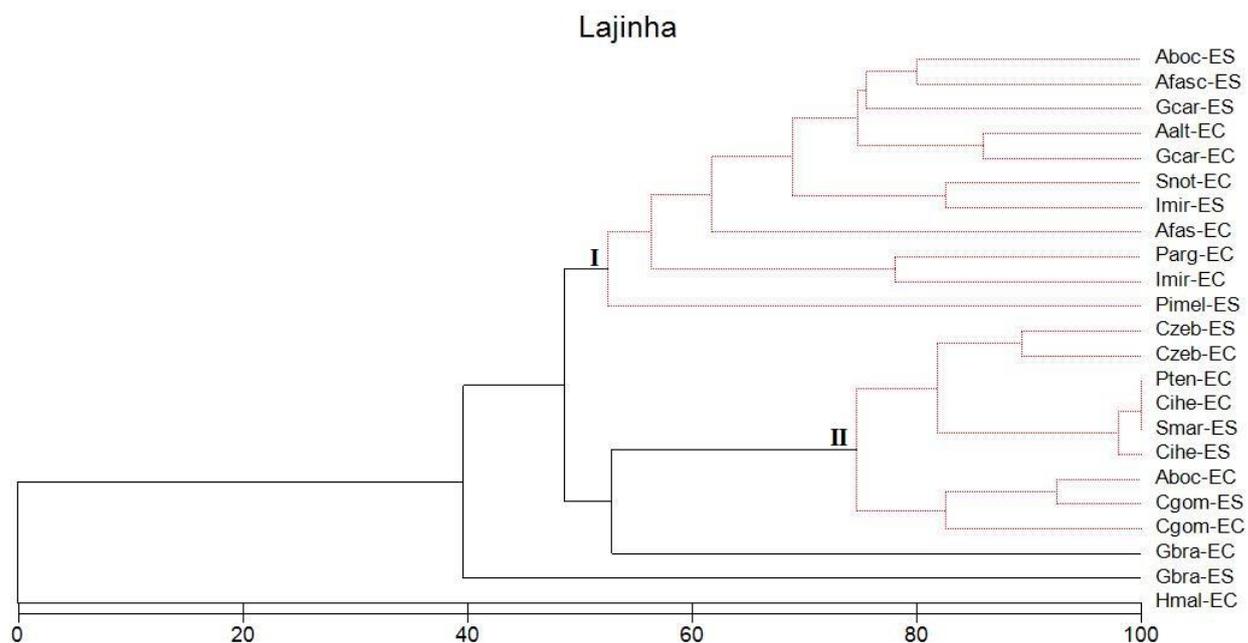


Figura 2. Dendrograma de agrupamento (acima) e ordenação de NMDS (abaixo), construídos a partir dos dados da dieta da ictiofauna amostrada no Córrego Lajinha, na estação seca de 2013 (ES) e chuvosa de 2014 (EC). O resultado do teste SIMPROF é apresentado no dendrograma por linhas vermelhas, indicando que as amostras assim conectadas não podem ser significativamente diferenciadas. Siglas das espécies de peixes apresentadas na Tabela 2. Grupos indicados no cluster estão descritos no texto.

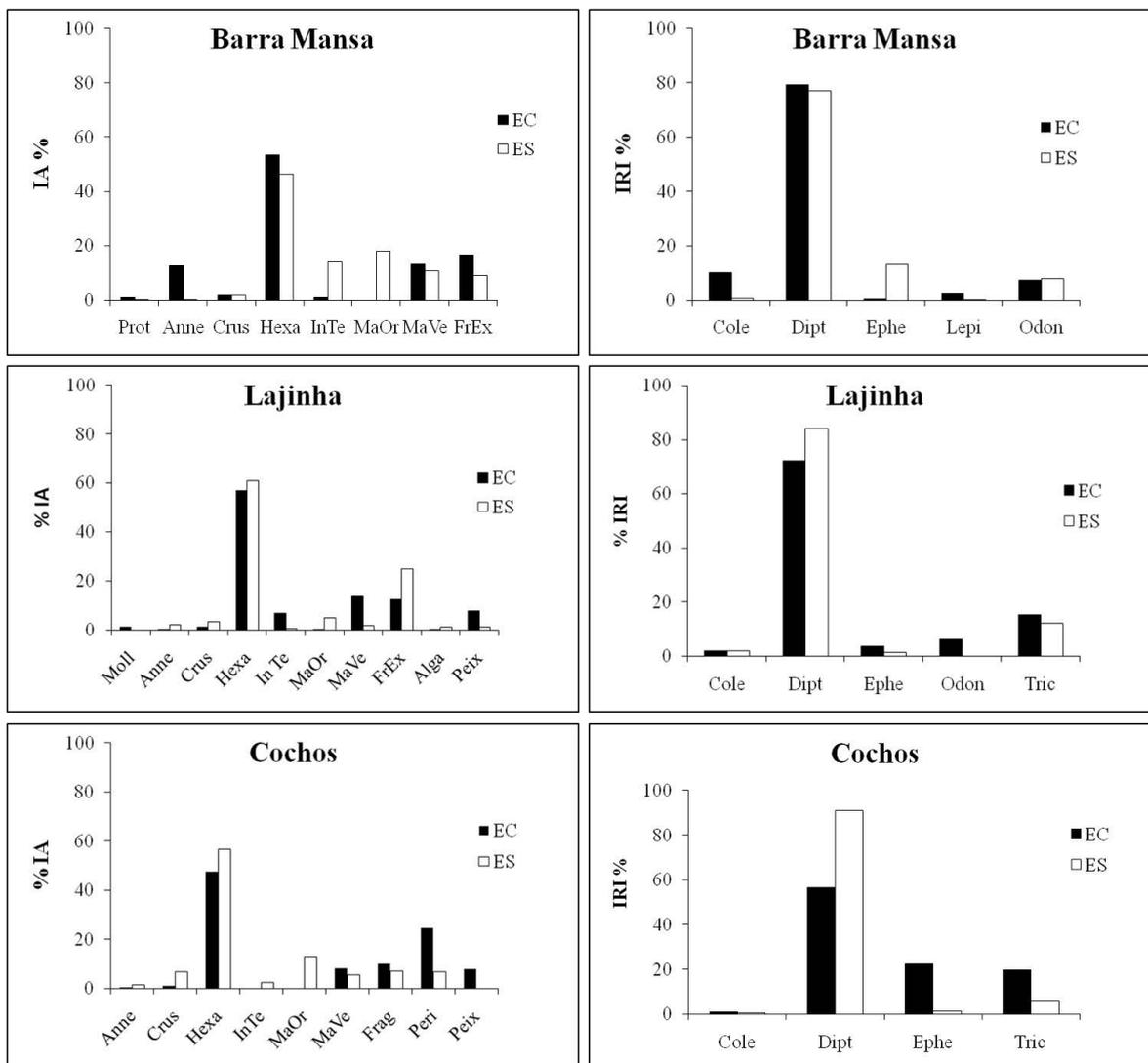


Figura 4. Média do percentual de consumo dos itens da dieta geral (IA%) e das ordens de hexápodes (IRI%), calculada para as espécies de peixes coletadas nos córregos Barra Mansa, Lajinha e Cochos, na estação seca (ES) e chuvosa (EC).

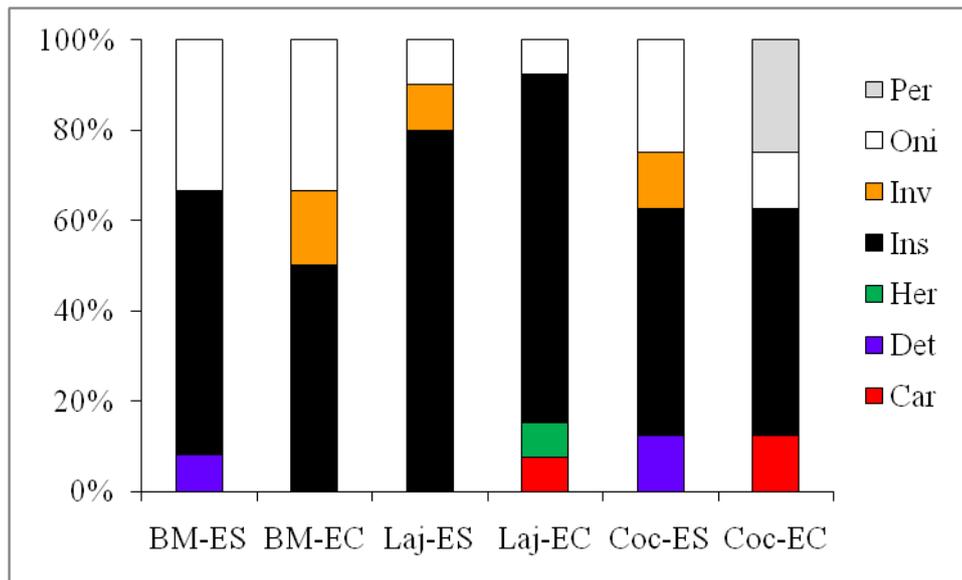


Figura 5. Percentual relativo de hábitos alimentares, calculado para o conjunto de espécies de cada riacho (BM- Barra Mansa, Laj- Lajinha, Coc- Cochos) e estação (ES- estação seca, EC- estação chuvosa). Per- perifitívoro, Oni- onívoro, Inv- invertívoro, Ins- insetívoro, Her- herbívoro, Det- detritívoro, Car- carnívoro.

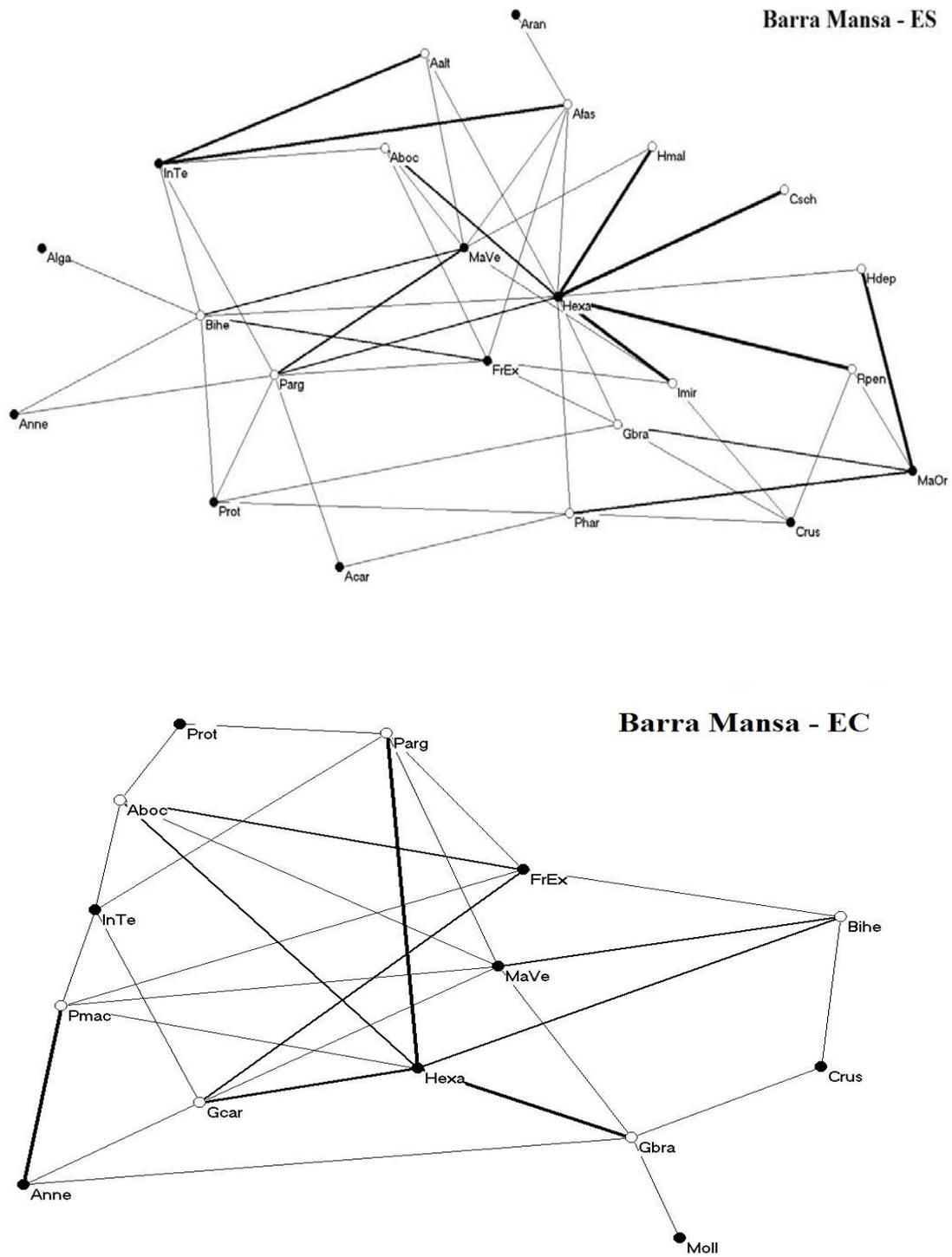


Figura 6. Redes de interações tróficas construídas com as espécies de peixes (círculos brancos) e recursos por ela consumidos (círculos pretos), coletados nas estações seca (ES) e chuvosa (EC) do Córrego Barra Mansa. Linhas mais grossas representam itens consumidos em elevado percentual pelas espécies ao qual estão ligados. Siglas das espécies e recursos na Tabela 1.

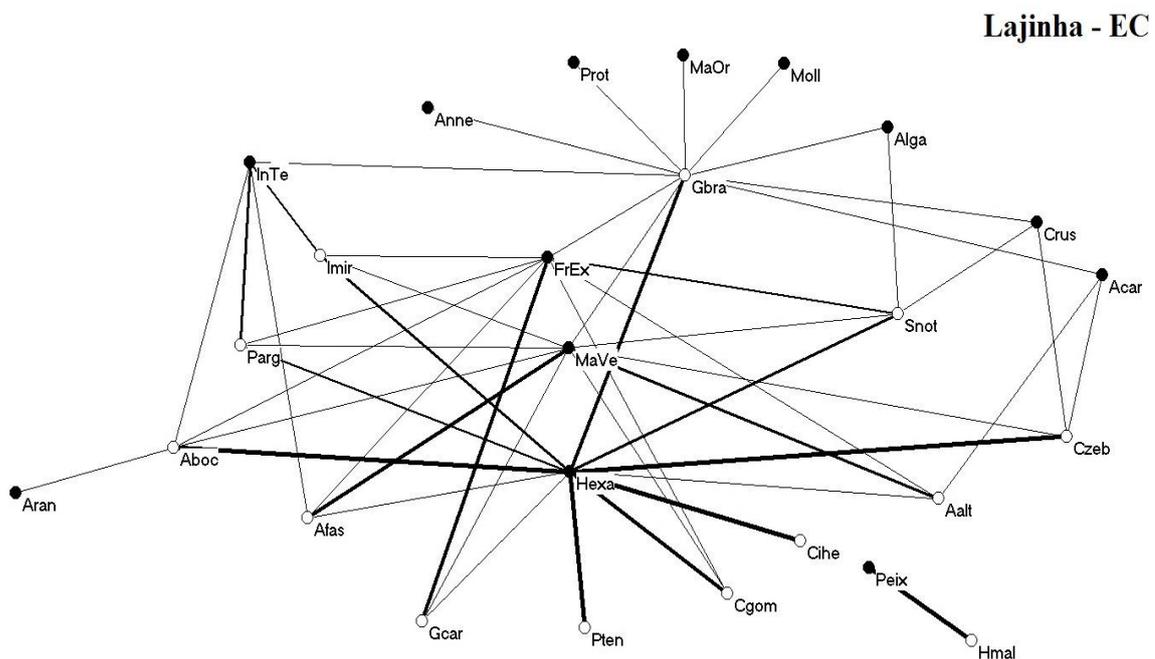
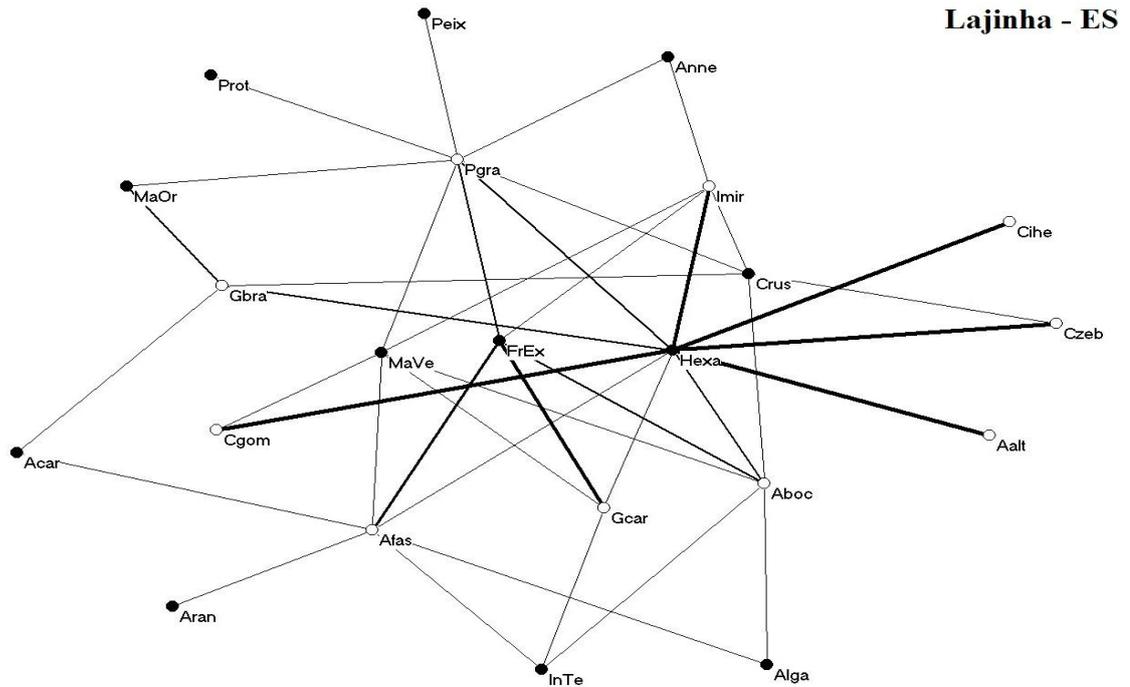


Figura 7. Redes de interações tróficas construídas com as espécies de peixes (círculos brancos) e recursos por ela consumidos (círculos pretos), coletados nas estações seca e chuvosa do Córrego Lajinha. Linhas mais grossas representam itens consumidos em elevado percentual pelas espécies ao qual estão ligados. Siglas das espécies e recursos na Tabela 1.

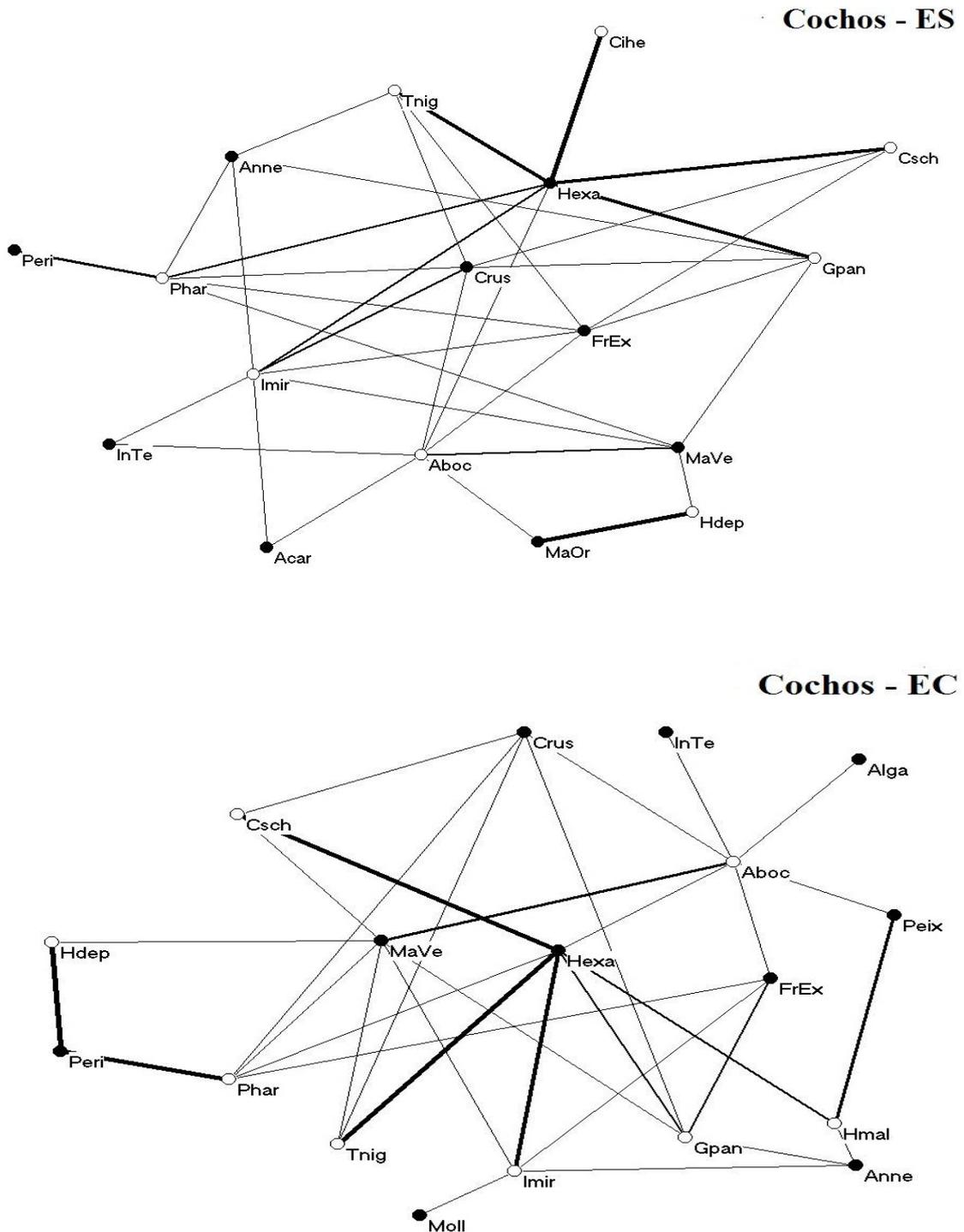


Figura 8. Redes de interações tróficas construídas com as espécies de peixes (círculos brancos) e recursos por ela consumidos (círculos pretos), coletados nas estações seca e chuvosa do Córrego dos Cochos. Linhas mais grossas representam itens consumidos em elevado percentual pelas espécies ao qual estão ligados. Siglas das espécies e recursos na Tabela 1.

CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

A análise da composição e abundância relativa da ictiofauna de três afluentes do Rio Santo Inácio em larga escala temporal (intervalo de 11 anos) permitiu chegar às seguintes conclusões:

- A estrutura da ictiofauna analisada foi altamente influenciada por alterações temporais na estrutura do habitat, resultantes principalmente, do modo de uso do solo do entorno.
- O Córrego Barra Mansa, que apresentou menor estabilidade temporal na estrutura do habitat e ausência de mata ciliar, apresentou tendência temporal significativa de redução na abundância de algumas espécies.
- Por outro lado, os Córregos Lajinha e dos Cochos, que apresentaram melhorias consideráveis na cobertura da mata ripária e na heterogeneidade do habitat, mostraram um aumento na riqueza e abundância da fauna de peixes.

A análise da estrutura trófica da ictiofauna dos três córregos e possíveis variações em escala temporal sazonal gerou as seguintes conclusões:

- A análise da dieta reforçou a importância da mata ciliar para a manutenção da estrutura trófica de cada riacho, sendo a oferta e disponibilidade de alimentos regulados pelas condições físicas de cada ambiente e diretamente relacionados ao grau de preservação dos riachos.
- Nos três riachos e nas duas estações do ano foi verificada uma predominância do hábito insetívoro, com grande consumo de larvas de Diptera-Chironomidae, provavelmente refletindo a grande abundância deste recurso ao longo do ano, o que possibilita a coexistência das espécies mesmo com elevada sobreposição alimentar.
- O Córrego Barra Mansa, o único dos três riachos que não possui mata ciliar, mostrou ser o ambiente mais instável sazonalmente, seja na estrutura do habitat ou na composição e dieta das espécies de peixes.
- Por outro lado, os córregos Lajinha e Cochos apresentaram menor variação sazonal, seja na composição e dieta das espécies ou nas redes de interações tróficas. Possivelmente, este é um reflexo da maior estabilidade e heterogeneidade ambiental apresentada por estes dois riachos.