

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

JOÃO ALBERTO PASCHOA DOS SANTOS

ESTRUTURA E QUALIDADE AMBIENTAL DOS
RIACHOS COSTEIROS NA ICTIOFAUNA E
SUAS REDES TRÓFICAS DE UMA
REGIÃO NEOTROPICAL

SÃO CARLOS - SP

2019

JOÃO ALBERTO PASCHOA DOS SANTOS

ESTRUTURA E QUALIDADE AMBIENTAL DOS RIACHOS COSTEIROS NA
ICTIOFAUNA E SUAS REDES TRÓFICAS DE UMA REGIÃO NEOTROPICAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências (Ciências Biológicas). Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Carvalho
Peret

Coorientadora: Profa. Dra. Evelise Nunes
Fragoso de Moura

SÃO CARLOS - SP

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

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

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado do candidato João Alberto Paschoa dos Santos, realizada em 04/09/2019:



Prof. Dr. Alberto Carvalho Peret
UFSCar



Profa. Dra. Marcela Bianchessi da Cunha Santino
UFSCar



Prof. Dr. Reinaldo José de Castro
UFSCar



Prof. Dr. Alexandre Kannebley de Oliveira
UNICEP



Prof. Dr. Carlos Eduardo Matheus
USP

DEDICATÓRIA

À família

AGRADECIMENTOS

E difícil expressar em poucas palavras a gratidão a tantas pessoas que contribuíram para que eu conseguisse executar e concluir esse trabalho. Espero não cometer injustiças e não esquecer ninguém, meus sinceros agradecimentos a TODOS.

Ao Peret. A você Dr. Alberto Carvalho PERET uma mega dedicação de agradecimento, pois um dos principais aprendizados desta jornada foi o lado humano da pesquisa científica e isto eu aprendi muito com você. Até na hora da “tijolada” tudo ocorreu na hora certa. Grato pelos inúmeros bate papos quando aprendi muito também. Resumo.....só agradecimentos. Não posso deixar de registrar que tudo começou numa rede social e que foi você quem deu “o primeiro passo” se disponibilizando a ajudar e concluindo com: “A MAMANGAVA E OS PEIXES.”

À Dra. Evelise Nunes Fragoso-Moura que desde o início nos recebeu muito bem no Departamento de Hidrobiologia da UFSCar. Pela companhia durante a coleta de campo, pelas conversas sempre muito instrutivas.

Ao Dr. Reinaldo José de Castro pelas conversar que sempre engrandeceram o trabalho.

Aos meus pais, João das Neves dos Santos e Nair Paschoa dos Santos que pouco sabem o que de fato eu e essa turma gigantesca do LabDinPop e LAPEC desenvolvemos, mas que sempre apoiam com aquele orgulho na fala simples e olhar de gigantes.

Aos meus sogros, Bicudo e Tuca, pois sem o apoio de vocês tudo ficaria mais complicado.

À Beatriz Sasaki, ESPOSA que muito ajuda a simplificar minha vida. Você é com toda certeza uma das responsáveis pela criação deste nosso “filho”. OBRIGADO pela parceria das coisas simples da vida. E vamos comemorar numa terça feira qualquer.

Às minhas pequenas Maya e Kali que cuidaram da mamãe quando eu estava em viagens de coletas, aulas e tantos outros momentos da minha ausência.

Aos meus alunos da UNISANTA que nestes mais de 20 anos de trocas de ensinamentos vocês sempre me incentivaram a estudar cada vez mais.

Aos meus alunos que se tornaram amigos em especial a turminha do LAPEC – Laboratório de Peixes Continentais. Foram mais de 70 alunos que passaram nestes sete anos de existência. Missão complicada lembrar de todos neste momento de grandes agradecimentos. Muito obrigado.

À Victoria Pinheiro eterna VICS pelas análises dos conteúdos estomacais, auxílios nas minhas ausências de São Carlos, hospedagens, conversas e por sempre ter sido uma aluna exemplar. Você foi imprescindível na execução e conclusão deste trabalho.

Ao Pedro Sartori Manoel pela ajuda com o ótimo programa PAJEK. Você tornou meu aprendizado mais simples. Talvez não saiba o que isso significa. Obrigado!

À CODESP – Companhia Docas do Estado de São Paulo, pela autorização de coleta na área do Porto de Santos. Em especial na pessoa do Biólogo Kleber Barrionuevo Beraldo que trabalha na Gerência de Meio Ambiente – GEMAM do Porto de Santos pela forma dedicada que sempre me auxiliou indicando as melhores formas de agir.

Ao Povo da Vila de Itatinga- Bertiooga que sempre recebeu bem a equipe de campo. Não posso esquecer da Eliana uma entusiasta com o Meio Ambiente.

À Equipe de campo – composta de muitas pessoas e todas sempre muito empolgadas a fazer a coisa certa. Aos trabalhos iniciados às 4h da manhã e sem hora pra terminar. Vários dias por mês ao longo do ano de coleta e por aceitarem irmos com a Kombi que nos levava com mínimo de conforto. rrsrrsrs

Aos professores amigos da UNISANTA que sempre ajudaram de alguma forma mais diretamente Miragaia, Borges e Renan e tantos outros que de forma indireta ajudaram também.

À técnica de laboratório Jurity A. M. Milan (DHb/ UFSCar) pelas análises químicas da água.

Ao técnico de laboratório Claudinei Arcanjo de Oliveira (DHb/ UFSCar), pelo auxílio no laboratório.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Área de estudo no município de Bertioga – SP. Legenda: Pontos amarelos indicam os 11 locais de coleta. A área verde-escura representa o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) e a área verde claro o Parque Estadual Restinga de Bertioga (PERB).....	16
Figura 2 – Imagens de quatro riachos que foram estudados. Superior a esquerda riacho 3, superior à direita riacho 2, inferior esquerda riacho 11 e inferior direita riacho 5.....	18
Figura 3 – Valores médios mensais de temperatura do ar (°C) e da pluviosidade (mm) no período entre maio de 2016 e abril de 2017 em Bertioga (SP). Fonte: cemaden.gov.br.	24
Figura 4 – Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis ambientais coletadas no período de maio de 2016 e abril de 2017 nos riachos de Bertioga/SP, considerando os dois períodos estudados. Legenda: Os círculos vermelhos representam o período seco e os círculos azuis o chuvoso. Os números correspondem aos locais estudados.	25
Figura 5 – Análise de Componentes Principais utilizando a matriz dos dados ambientais limnológicos. Legenda: Os círculos vermelhos representam os riachos estudados no período seco e os azuis no período chuvoso.....	26
Figura 6 – Análise de Agrupamento utilizando a matriz de dados limnológicos. Legenda: Os números dos riachos estudados acrescidos da letra “s” são aqueles do período seco e os demais os do período chuvoso.	26
Figura 7 – Análise de Redundância (RDA) representando as espécies registradas nos riachos de águas escuras (3, 4 e 9) e as variáveis estruturais dos ambientes. Legenda: Os círculos vermelhos representam os riachos no período seco e os azuis no período chuvoso.	34
Figura 8 – Análise de Redundância (RDA) representando as espécies registradas nos riachos de águas escuras (3, 4 e 9) e as variáveis limnológicas dos ambientes. Os círculos vermelhos representam os riachos no período seco e azuis no chuvoso.	35
Figura 9 – Análise de Redundância (RDA) representando as espécies registradas nos riachos de águas claras (1, 2, 5, 6, 7, 8, 10 e 11) e as variáveis ambientais dos ambientes. Os círculos vermelhos representam os riachos no período seco e azuis no chuvoso.	36
Figura 10 – Teias tróficas do riacho 1 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8 Erro! Fonte de referência não encontrada.; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.	42
Figura 11 – Teias tróficas do riacho 2 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau	

de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.	43
Figura 12 – Teias tróficas do riacho 3 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.	44
Figura 13 – Teias tróficas do riacho 4 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.	45
Figura 14 – Teias tróficas do riacho 5 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.	46
Figura 15 – Teias tróficas do riacho 6 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.	47
Figura 16 – Teias tróficas do riacho 7 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.	48
Figura 17 – Teias tróficas do riacho 8 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6	Erro!
Fonte de referência não encontrada.; número representando os itens	

alimentares na Tabela 8Erro! Fonte de referência não encontrada.; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.....	49
Figura 18 – Teias tróficas do riacho 9 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6Erro! Fonte de referência não encontrada.; número representando os itens alimentares na Tabela 8Erro! Fonte de referência não encontrada.; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.....	50
Figura 19 – Teias tróficas do riacho 10 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8Erro! Fonte de referência não encontrada.; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.	51
Figura 20 – Teias tróficas do riacho 11 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8Erro! Fonte de referência não encontrada.; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem.	17
Tabela 2 - Método usado para estimativa do volume por meio de pontos atribuídos de acordo com a repleção do estômago.....	22
Tabela 3 – Dados ambientais do período seco de cada um dos 11 riachos. X/DP: média do desvio padrão; Mí.: mínimo; Má.: máximo.	27
Tabela 4 – Dados ambientais do período chuvoso de cada um dos 11 riachos. X/DP: média do desvio padrão; Min.: mínimo; Max.: máximo.....	28
Tabela 5 – Grupos taxonômicos e composição da ictiofauna registrada nos riachos de Bertioga-SP com os valores absolutos de abundância; N° Tombo - Número de toambo na coleção científica. N – Abundância.	33
Tabela 6 – Acrônimos das 11 espécies estudadas.	37
Tabela 7 – A abundância total e números de estômagos dos indivíduos analisados por período seco e chuvoso. C: número de espécimes coletados; A: número de espécimes analisados; CT: comprimento total (cm); CP:	

comprimento padrão (cm); BM: biomassa (g); Min: valor mínimo e Max: valor máximo.	37
Tabela 8 – Relação de itens consumidos por peixes dos Riachos de Bertioga relacionados de acordo com a origem.	38
Tabela 9 – Valores das conexões registrados entre as espécies de peixes e os itens alimentares por riacho e por período do ano (Seco e Chuvoso) Acrônimos na Tabela 6.	40
Tabela 10 – Resultados numéricos das ligações entre peixes e seus consumos por período do ano.	40

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAIS E MÉTODOS	16
2.1. ÁREA DE ESTUDO	16
2.2. COLETA DE DADOS	19
2.2.1. DADOS LIMNOLÓGICOS, MORFOMÉTRICOS E HIDRÁULICOS	19
2.2.2. ICTIOFAUNA	20
2.2.3. TEIAS TRÓFICAS	20
2.2.4. ANÁLISE DE DADOS	22
3. RESULTADOS	24
3.1. DADOS ABIÓTICOS	24
3.2. ICTIOFAUNA	32
3.3. ESPÉCIES ESTUDADAS NAS TEIAS TRÓFICAS E ITENS ALIMENTARES REGISTRADOS	37
3.4. TEIAS TRÓFICAS E ICTIOFAUNA	39
4. DISCUSSÃO	52
5. CONCLUSÃO	59
6. ANEXO	71

ESTRUTURA E QUALIDADE AMBIENTAL DOS RIACHOS COSTEIROS NA ICTIOFAUNA E SUAS REDES TRÓFICAS DE UMA REGIÃO NEOTROPICAL

RESUMO

Determinar a composição, distribuição e suas relações tróficas das espécies de peixes em riachos localizados na restinga de Bertioga-SP e avaliar se as características ambientais influenciam este sistema são os principais objetivos desta tese. Foram amostrados peixes em 11 riachos de águas claras e escuras utilizando a pesca elétrica ao longo de um ano. Analisaram-se os estômagos das 11 espécies mais abundantes das 26 espécies registradas ao longo do trabalho. As espécies exclusivas dos riachos de águas claras foram *Acentronichthys leptos*, *Characidium japuhibense*, *Characidium lanei*, *Kronichthys cf. heylandi*, *Pseudotothyris obtusa*, *Rhamdioglanis frenatus*, além das espécies marinhas/estuarinas *Awaous tajasica*, *Centropomus parallelus* e *Dormitator maculatus*, enquanto que somente *Hyphessobrycon bifasciatus* foi exclusiva nos ambientes de águas escuras. As teias tróficas foram semelhantes nos riachos comparando-se os períodos seco e chuvoso. Material orgânico alóctone e autóctone foi consumido de forma semelhante entre as espécies de peixes, não demonstrando preferências pela origem. As espécies que apresentaram maior número de relações foram *Gymnotus pantherinus*, *Mimagoniates microlepis* e *Hollandichthys multifasciatus*. *Spintherobolus broccae* consta como espécie ameaçada de extinção. Desta forma, a preservação das Unidades de Conservação Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual Restinga de Bertioga é fundamental, pois abrigam espécies que se mostraram importantes para as relações energéticas na ciclagem de nutrientes do sistema, além de ser região importante e com vasta diversidade e assim, prestar relevantes serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: Bertioga, restinga, peixes, riachos litorâneos, conteúdo estomacal

ABSTRACT

To determine the composition, distribution and trophic relations between fish species in streams located in Bertioga-SP sandbank and to evaluate if the environmental characteristics influence this system are the main objectives of this thesis. Fish from 11 clearwater and darkwater streams were sampled using electric fishing over a year. The stomachs of the 11 most abundant species of the 26 species recorded throughout the study were analyzed. The unique species of clearwater streams were *Acentronichthys leptos*, *Characidium japuhibense*, *Characidium lanei*, *Kronichthys cf. heylandi*, *Pseudotothyris obtusa*, *Rhamdioglanis frenatus*, in addition to the marine / estuarine species *Awaous tajasica*, *Centropomus parallelus* and *Dormitator maculatus*, while only *Hyphessobrycon bifasciatus* was unique in blackwater environments. The trophic webs were similar in the streams comparing the dry and rainy periods. Allochthonous and autoctone organic material was similarly consumed among fish species, showing no preference for origin. The species with the highest number of relationships were *Gymnotus pantherinus*, *Mimagoniates microlepis* and *Hollandichthys multifasciatus*. *Spintherobolus broccea* is endangered. Thus, the preservation of the Conservation Units Serra do Mar State Park and Restinga de Bertioga State Park are important, as they are home to species that were important for the energy relations in the nutrient cycling of the system, besides being an important region with a wide diversity and thus providing relevant ecosystem services.

KEYWORDS. Bertioga, resting, fish, coastal streams, stomach content.

1. INTRODUÇÃO

O Bioma Mata Atlântica, ocupando parte da costa brasileira, representa um dos cinco maiores *hotspots* para a biodiversidade no planeta (MYERS *et al.*, 2000), resultando numa elevada riqueza e endemismo de diversos grupos de espécies devido a singularidade biogeográfica (MALABARBA, 2006).

A variabilidade dos padrões locais de diversidade está relacionada a complexidades estruturais e funcionais do sistema, influenciando a disponibilidade de micro-habitats e recursos (ROSSI *et al.*, 2007), cujo endemismo ictiofaunístico e especiação alopátrica é resultado do isolamento geográfico entre as bacias (CARMELIER & ZANATA, 2014).

Os recentes esforços para inventariar os organismos aquáticos, demonstraram que estes ambientes de mata atlântica são importantes para a conservação da biodiversidade em unidades de conservação brasileiras constituindo-se em grandes desafios para o manejo adequado dos recursos. Além disso, de acordo com COWX & COLLARES-PEREIRA (2002), pesquisas básicas, incluindo preferências de habitat e tolerâncias a diferentes condições ambientais são fundamentais para apoiar programas de manejo adequados.

Ecossistemas aquáticos são complexos sistemas biológicos dinâmicos e abertos onde os processos físicos e químicos influenciam e são influenciados também por interações interespecíficas. Vários estudos com a ictiofauna foram conduzidos em áreas protegidas da Mata Atlântica, com foco na composição (CASATTI *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2006; GOMIERO & BRAGA, 2006; SERRA *et al.*, 2007), na estrutura trófica e alimentar (CASATTI, 2002; ROLLA *et al.*, 2009; GONÇALVES, 2012; SILVA, 2018), na variação longitudinal (FERREIRA & PETREIRE JR., 2009) e na associação entre variáveis ambientais com a distribuição de peixes (GERHARD *et al.*, 2004; SANTOS & ESTEVES, 2014).

Riachos são ambientes altamente variáveis e são periodicamente sujeitos a flutuações extremas e muitas vezes imprevisíveis nas suas características físicas e químicas, por exemplo, vazão, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica e essas flutuações podem afetar a

riqueza e a estruturação das assembleias de peixes (OBERDORFF *et al.*, 2001).

Os maiores remanescentes da Mata Atlântica brasileira estão localizados no Estado de São Paulo (GALINDO-LEAL & CÂMARA 2003), e contém cerca de 390 espécies de peixes de água doce nas suas bacias hidrográficas (OYAKAWA & MENEZES, 2011), incluindo as bacias do Alto Paraná, Paraíba do Sul, Ribeira de Iguape, e um conjunto de pequenas drenagens situadas numa faixa litorânea compondo as Drenagens Costeiras ou Bacia Litorânea (OYAKAWA *et al.*, 2009).

As variações existentes entre riachos podem interferir na força de interação entre as espécies e sustentar membros particulares nas estruturas tróficas (POWER & DIETRICH, 2002), assim como, comprometer a taxa de consumo e a ocorrência de determinados *taxa*, influenciando a estrutura e a estabilidade das teias alimentares (HUXEL & McCANN, 1998).

Os sistemas lóticos são dependentes de duas fontes de energia: a radiação solar, através da fotossíntese e da matéria orgânica proveniente de fontes alóctones (VANNOTE *et al.*, 1980)

As relações entre produtores e consumidores, presa e predador, são limitadas e regidas pelas mesmas leis básicas dos sistemas vivos e controlados pelo fluxo de energia (ODUM, 1988). Estas trocas são estudadas pela ecologia energética que se ocupa fundamentalmente da forma como a energia transita no interior do sistema através das teias tróficas

A energia é definida como a capacidade de realizar trabalho e esta definição é extremamente importante para os sistemas vivos, já que o desempenho interno do trabalho é necessário para a manutenção do organismo vivo (WIEGERT, 1968). Sabe-se que organismos vivos apresentam uma complexa composição química que podem modificar rapidamente em resposta as variáveis ambientais (DORIA & ADRIAN, 1997).

Dentre os primeiros trabalhos realizados com foco no entendimento sobre teias tróficas e fluxo de energia entre organismos de uma comunidade biológica podemos citar ELTON (1997) quando do desenvolvimento do conceito de nicho ecológico.

Os estudos de ecologia trófica de peixes, através da análise de conteúdos estomacais, fornecem uma oportunidade, ainda que indireta, de se avaliar de forma mais ampla a estrutura do sistema numa escala espacial. As diversas estratégias e táticas de forrageamento desenvolvidas pelos peixes possibilitam que eles façam uso dos mais diferentes recursos alimentares disponíveis nos ambientes aquáticos e em seus entornos. WOOTTON (1990) comenta que os peixes ocupam todos os níveis tróficos da cadeia alimentar. Portanto, o alimento consumido permite reconhecer dentro da ictiofauna grupos tróficos distintos e inferir sobre a sua estrutura, grau de importância dos diferentes níveis tróficos e inter-relações entre seus componentes.

Neste contexto, os peixes e suas redes de interações entre matéria orgânica de origem autóctone e alóctone nos auxiliam a entender a ecologia energética que existe na região do litoral de São Paulo.

As hipóteses gerais desse estudo são: (1) analisar como fatores abióticos tais como a estrutura do ambiente e os fatores químicos e físicos da água influenciam a riqueza e abundância das espécies; (2) A estrutura do ambiente determina a composição da ictiofauna? (3) os peixes dos riachos costeiros de Bertioga consomem uma alta diversidade de itens em sua dieta e exibem um número também alto de vínculos com itens alimentares de origem alóctone ou autóctone, e (4) esses peixes exibem variação sazonal na composição da dieta, impulsionada por distúrbios hidrológicos e fenologia sazonal.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada no município de Bertioga (23°49'/23°47'S, 46°7'/46°10'W), no litoral do Estado de São Paulo (Figura 1). As coordenadas de cada ponto de amostragem estão na Tabela 1.

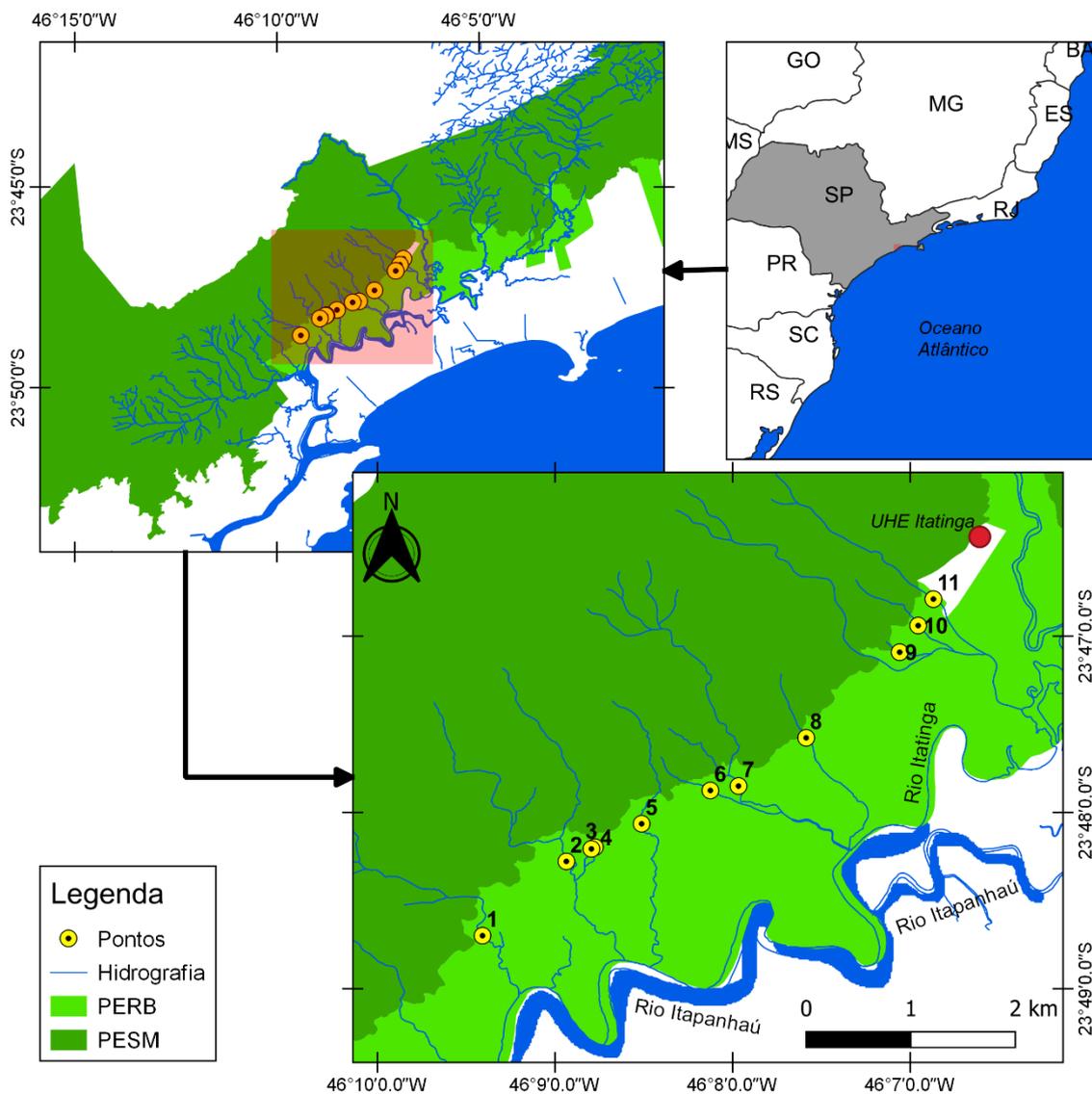


Figura 1 – Área de estudo no município de Bertioga – SP. Legenda: Pontos amarelos indicam os 11 locais de coleta. A área verde-escura representa o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) e a área verde claro o Parque Estadual Restinga de Bertioga (PERB).

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem.

Pontos	Coordenadas Geográficas	
1	23°48'42.53"S	46° 9'23.91"O
2	23°48'16.79"S	46° 8'55.51"O
3	23°48'12.63"S	46° 8'47.31"O
4	23°48'11.99"S	46° 8'46.07"O
5	23°48'4.14"S	46° 8'30.24"O
6	23°47'52.41"S	46° 8'7.10"O
7	23°47'51.05"S	46° 7'57.45"O
8	23°47'34.76"S	46° 7'34.58"O
9	23°47'9.76"S	46° 7'7.45"O
10	23°46'56.44"S	46° 6'57.26"O
11	23°46'48.00"S	46° 6'51.82"O

Em 1910, engenheiros da Companhia das Docas do Estado de São Paulo (CODESP) criaram a Usina Hidrelétrica de Itatinga, em Bertioga, com o intuito de gerar energia para o Porto de Santos e canalizaram parte do rio Itatinga (CASTILHO, 2010). Na região, localizada no Bioma Mata Atlântica, existe uma linha férrea que conecta a usina com a cidade de Bertioga, com aproximadamente 7 km de extensão, além de uma linha de transmissão. Nas atividades de manutenção das linhas férrea e de transmissão de energia é feita constantemente a supressão da vegetação do entorno (CASTILHO, op. cit. 2010).

Os riachos da região onde foram realizadas as coletas nascem dentro do Parque Estadual Serra do Mar e ao se aproximarem do sopé da Serra do Mar passam a fazer parte do Parque Estadual Restinga de Bertioga, área onde foram realizadas as coletas. Os riachos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 são afluentes do rio Itapanhaú e os riachos 9, 10 e 11 deságuam no rio Itatinga que é afluente do Itapanhaú (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** 1).

Eles foram divididos em riachos de águas claras e escuras e por trechos acompanhando a presença e ausência da mata ciliar. Foram também categorizados como: montante - trecho acima da linha férrea com presença de vegetação ciliar; meio - trecho onde passa a linha férrea sem cobertura vegetal e jusante - trecho abaixo da linha férrea com presença de vegetação ciliar.

Os riachos (Figura 2) de águas claras são os de número 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10 e 11, e os de águas escuras números 3, 4 e 9. Nesses últimos as coletas ocorreram apenas nos trechos meio e jusante, pois a mata altamente densa e fechada acima da linha férrea impossibilitou o acesso na área à montante.



Figura 2 – Imagens de quatros riachos que foram estudados. Superior a esquerda riacho 3, superior à direita riacho 2, inferior esquerda riacho 11 e inferior direita riacho 5.

2.2. COLETA DE DADOS

2.2.1. DADOS LIMNOLÓGICOS, MORFOMÉTRICOS E HIDRÁULICOS

Variáveis físicas e químicas da água como temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg.l^{-1}), condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) e pH foram registradas em campo no momento da captura dos peixes, utilizando-se uma sonda multiparâmetros Horiba® U-10. Amostras de água foram coletadas e mantidas em gelo para análise em laboratório do fósforo total (mg.l^{-1}), nitrogênio orgânico total (mg.l^{-1}) e nitrato (mg.l^{-1}) cuja análise seguiu MACKERETH (1978), amônia (mg.l^{-1}) com análise de acordo com KOROLEFF (1976) e nitrito (mg.l^{-1}) cuja metodologia de análise seguiu STRICKLAND & PARSONS (1960).

Em campo foram realizadas medidas da velocidade da água utilizando-se um fluxômetro General Oceanics 2030R6 para cálculo da vazão, de acordo com SANTOS et al. (2001). Foram também registradas a profundidade (m) e largura (m) dos cursos d'água, com trena, e cobertura vegetal (%), esta última avaliada através de estimativa visual. O substrato foi classificado visualmente e muitas vezes de forma tátil e foram categorizados percentualmente em frações de silte, areia, cascalho, seixos e matacões, seguindo escala de Wentworth (ALLAN, 1995).

A caracterização do mesohabitat foi definida visualmente, considerando-se três tipos de ambientes: corredeira, rápidos e poções, de acordo com a definição de RINCÓN (1999).

2.2.2. ICTIOFAUNA

As coletas foram realizadas mensalmente de maio/2016 a abril/2017, com exceção do mês de novembro de 2016 em que a ocorrência de fortes chuvas inviabilizou a campanha. Em cada local estudado, 30 metros foram fechados com redes de contenção de malha 5 mm nos riachos de água clara e 15 metros nos riachos de água escura, devido ao reduzido tamanho destes últimos. Com o aparelho de pesca elétrica SUSAN 1020N (saída para dois puçás), de acordo com a metodologia proposta por MAZZONI et al. (2000) foram realizadas três passadas sucessivas, no sentido jusante para montante. Os exemplares capturados foram anestesiados com superdosagem de Eugenol e depois fixados em formalina a 10%, e, após duas semanas foram transferidos para álcool a 70%.

Exemplares testemunho foram depositados na Coleção de Peixes do Laboratório de Peixes Continentais da UNISANTA – LAPEC. Foram identificados por especialistas do LAPEC ao menor nível taxonômico possível por meio de referência especializada (GÉRY, 1977; OYAKAWA et al., 2006; OYAKAWA & MENEZES, 2011).

Este trabalho teve aprovação do Comitê de Ética sob o protocolo: CEUA-UNISANTA-01/2016, autorização de coleta pelo SISBIO número: 45262-2 e autorização da Secretaria do Meio Ambiente – Instituto Florestal - COTEC PROCESSO SMA Nº.: 260108 – 008.571/2015.

2.2.3. TEIAS TRÓFICAS

Para análise das Teias Tróficas foram utilizados dados referentes ao período seco que compreendeu aos meses de maio, junho e julho/2016 e no chuvoso em dezembro, janeiro e fevereiro/2016. Para a análise das teias alimentares através da rede de conexões foram selecionadas 11 espécies mais abundantes e que são comuns a riachos costeiros.

Os exemplares coletados foram levados para o laboratório, onde foram imersos em uma solução de superdosagem de Eugenol para a eutanásia (LUCENA et al., 2013) e triados para, posteriormente, realizar a biometria.

Depois da biometria, os exemplares das espécies *H. multifasciatus*, *M. microlepis*, *G. pantherinus*, *S. barbatus*, *C. japyhybense*, *C. lanei*, *D. iguape*, *R. frenatus* e *A. leptos* foram dissecados e ao retirar o estômago foi estimado o grau de repleção externo em uma escala que varia de 0 a 3, dependendo do volume do bolo alimentar (GOMES & VERANI, 2003):

- 0 = vazio;
- 1 = parcialmente vazio;
- 2 = parcialmente cheio;
- 3 = cheio.

Após a retirada do estômago o mesmo foi pesado em uma balança de precisão (0,0001g) e, por fim, acondicionado em um frasco tipo eppendorf contendo formol a 10% para posterior análise.

A análise do conteúdo estomacal foi realizada com o auxílio do microscópio estereoscópico, onde os itens foram identificados até o menor nível taxonômico possível. Todos os exemplares de *H. multifasciatus*, *C. japyhybense*, *C. lanei* e *G. pantherinus* foram analisados, enquanto que para as demais espécies foi feita a análise de uma subamostra dos estômagos coletados, sendo selecionados os estômagos classificados com grau de repleção externo 3, partindo do pressuposto de que estômagos que apresentam grau de repleção 3 têm maior quantidade de itens ingeridos representando melhor a disponibilidade dos recursos no riacho.

Para as espécies *K. heylandi* e *P. harpagos* as análises do método quantitativo para estimativa do volume utilizou-se o método de pontos (WALSH & RANKINE, 1979) que atribui um número de pontos de acordo com o grau de preenchimento do estômago verificado no momento da análise (Tabela 2). Os pontos atribuídos ao grau de enchimento interno do estômago foram utilizados conforme tabela abaixo:

Tabela 2 - Método usado para estimativa do volume por meio de pontos atribuídos de acordo com a repleção do estômago.

Pontos	Descrição da repleção interna do estômago
0	Vazio
5	Conteúdo presente, pouco visível
10	Pouco conteúdo estomacal
15	Parcialmente cheio
20	Cheio
25	Muito cheio

Legenda: Adaptado de Walsh & Rankine (1979).

2.2.4. ANÁLISE DE DADOS

A ordenação das características ambientais foi realizada por uma Análise de Componentes Principais (ACP). Os dados da matriz ambiental foram agrupados em períodos seco e chuvoso.

Posteriormente foi empregada uma análise de agrupamento com os dados limnológicos, usando o índice binário de Jaccard a fim de avaliar possíveis similaridades entre os riachos considerando as estações do ano.

A estruturação quantitativa e dos atributos da comunidade foi avaliada através de uma análise de redundância (RDA). Para estas análises foi utilizada a mesma matriz ambiental da ACP. Os valores de abundância foram agrupados por período do ano (seco e chuvoso). A significância de cada variável para cada eixo foi determinada utilizando-se matrizes nulas obtidas por permutação de Monte Carlo (HOPE, 1968) com 9999 permutações, a um nível de significância de $P \leq 0,05$. As análises foram processadas no programa CANOCO (versão 4.5) (ter BRAAK & SMILAUER, 2002).

Para abordar a hipótese de que as dietas de peixes dos riachos de Bertiooga contêm uma alta diversidade de itens de dieta e que as ligações

tróficas podem ser diferentes nos diferentes períodos do ano, foram utilizadas as matrizes dos valores quantitativos da dieta e feita a padronização dos resultados transformando-os através de padronização à média centralizada de cada valor de item alimentar pela sua média e ordenado pelos seus desvios padrões elevados ao quadrado. Essa rotina foi utilizada com o somatório dos itens de três meses de cada um dos riachos e pelos períodos seco e chuvoso. O software Pajek (BATAGELJ & MRVAR, 1996) foi utilizado com os dados destas matrizes para criar grafos sazonais de espécies de peixes ligados ao seu recurso alimentar por linhas ponderadas que representam as proporções de dieta.

Para comparar quantitativamente as redes alimentares sazonais foram calculadas as métricas de conectividade das redes alimentares, incluindo número de taxa, número de ligações, número médio de ligações por espécie de peixe, número total ligações fracas (utilizando limiares de valor até 1 da matriz gerada com os valores ponderados e padronizados), número de ligações com recurso alóctones, número de recursos autóctones e identificadas as espécies com o maior número de ligações.

Esse estudo é parte integrante Projeto Peixes de Itatinga, realizado pelo Laboratório de Peixes Continentais (LAPEC) – Universidade Santa Cecília (UNISANTA) em parceria com o Laboratório de Dinâmica Populacional do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

3. RESULTADOS

3.1. DADOS ABIÓTICOS

O clima da região pelo sistema de Köppen, pertence ao tipo “Af”, tropical úmido ou super úmido com chuvas distribuídas durante todo o ano (SETZER, 1966). As precipitações ao longo do ano demonstraram que o mês com o maior volume de chuva acumulada foi novembro de 2016 com 319,4 mm e o menor volume foi em julho de 2016 com 8,1 mm (Figura 3). O mês de julho de 2016 foi o mais frio com uma temperatura média registrada de 19 °C e janeiro de 2017 foi o mais quente com temperatura média de 29 °C. O período seco foi considerado de abril a setembro e o chuvoso de outubro a março.

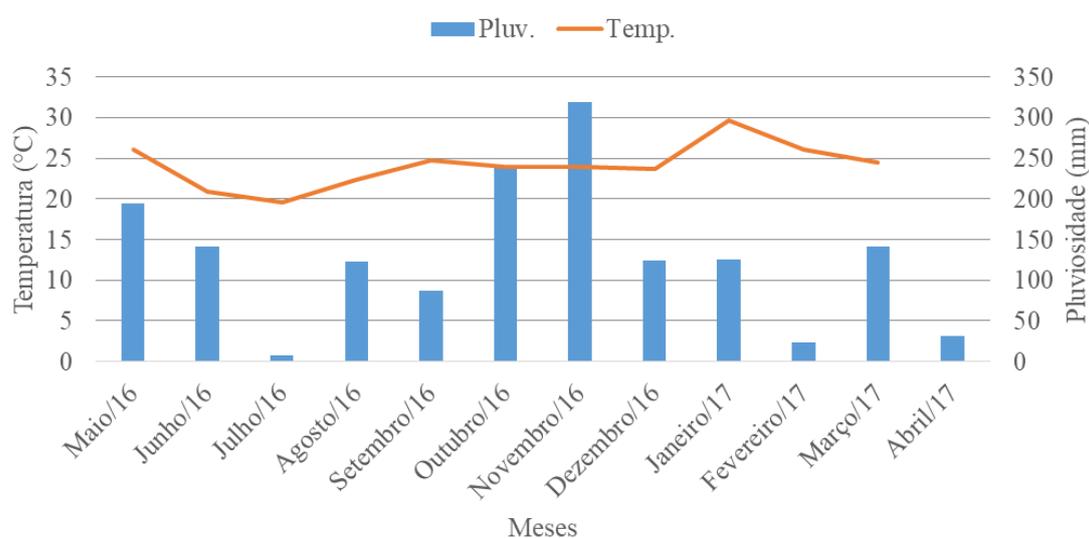


Figura 3 – Valores médios mensais de temperatura do ar (°C) e da pluviosidade (mm) no período entre maio de 2016 e abril de 2017 em Bertioga (SP). Fonte: cemaden.gov.br.

A Análise de Componentes Principais utilizando a matriz com os dados limnológicos e morfométricos dos dois períodos estudados (Figura 4) não indicou sazonalidade. O eixo 1 explicou 87 % e demonstrou que os riachos de águas escuras (3, 4 e 9) apresentaram maiores profundidades e menores vazões, presença de poções, sedimento mais fino, além de menores valores de OD, nitrito, nitrato, pH e caracterizados por ambientes com águas semi-lóticas. Já os riachos de águas claras são de porte maior, substratos grossos, mais oxigenados e com água corrente.

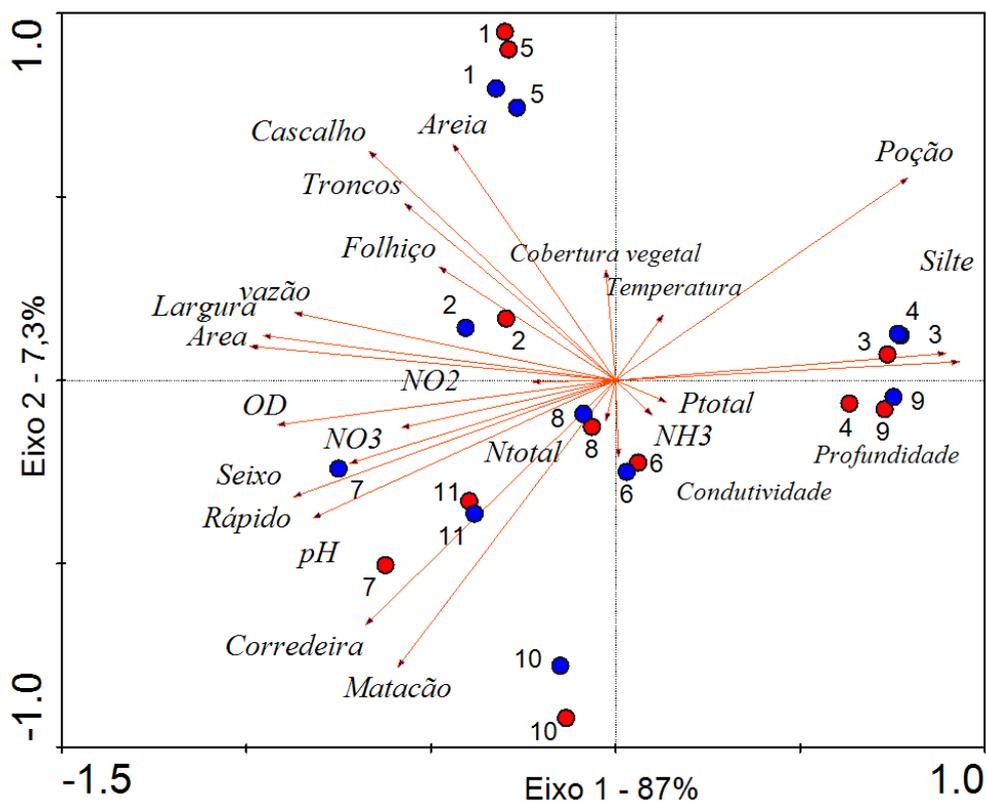


Figura 4 – Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis ambientais coletadas no período de maio de 2016 e abril de 2017 nos riachos de Bertioga/ SP, considerando os dois períodos estudados. Legenda: Os círculos vermelhos representam o período seco e os círculos azuis o chuvoso. Os números correspondem aos locais estudados.

A Análise dos Componentes Principais utilizando somente os dados limnológicos (Figura 5) identificou uma sazonalidade entre os ambientes, com uma explicabilidade da variabilidade dos dados de 74,1 % no eixo 1 indicando que os menores valores de OD e pH agruparam os riachos de águas escuras (3, 4 e 9) de ambos períodos. Os riachos de águas claras apresentaram no período seco, os maiores valores de nitrito, nitrogênio orgânico total e condutividade elétrica. Esses últimos foram agrupados no período chuvoso, pois apresentaram maiores valores de amônia, nitrato e temperatura (Figura 5).

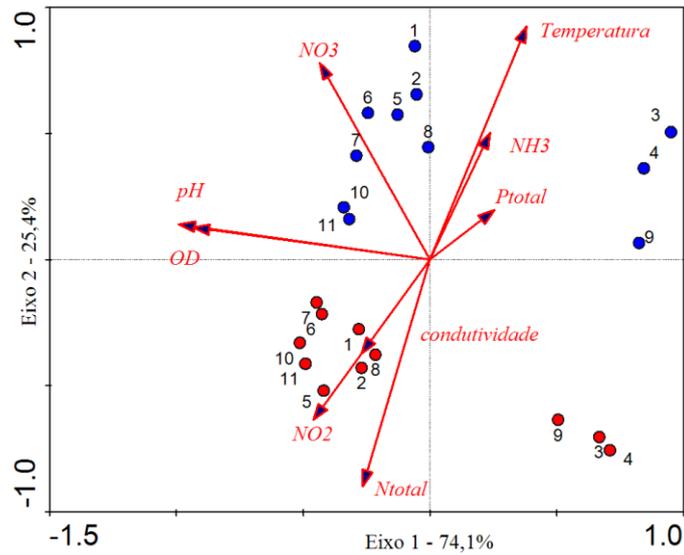


Figura 5 – Análise de Componentes Principais utilizando a matriz dos dados ambientais limnológicos. Legenda: Os círculos vermelhos representam os riachos estudados no período seco e os azuis no período chuvoso

A análise de agrupamento utilizando os dados limnológicos (Figura 6) indicou três grupos: o primeiro formado pelos riachos 3, 4 e 9 (águas escuras) em ambos os períodos; o segundo, formado pelos riachos de águas claras no período seco e o terceiro grupo distinto, formado pelos riachos de águas claras do período chuvoso.

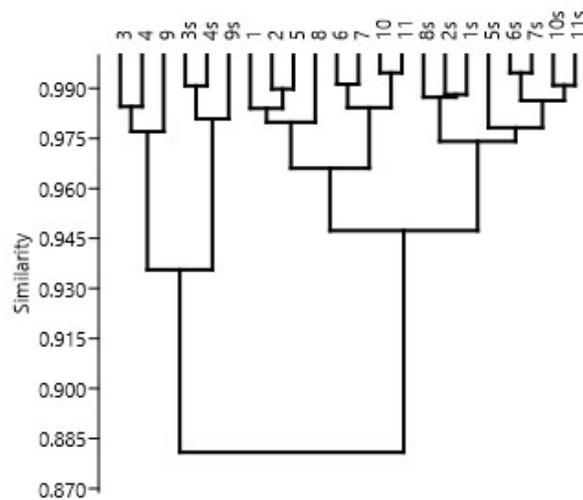


Figura 6 – Análise de Agrupamento utilizando a matriz de dados limnológicos. Legenda: Os números dos riachos estudados acrescidos da letra “s” são aqueles do período seco e os demais os do período chuvoso.

Tabela 3 – Dados ambientais do período seco de cada um dos 11 riachos. \bar{X}/DP : média do desvio padrão; Mí.: mínimo; Má.: máximo.

Rios	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11			
Dados Ambientais	\bar{X}/DP	Má x. Mí n.																						
Temp AR (°C)	24,1 ± 3	27,8 20	23,4 ± 3,4	28,7 17	23,9 ± 4,4	28,6 16	23,2 ± 4,8	28,5 16	23,7 ± 5,9	30,1 14	24,8 ± 2,8	28,3 19	23,5 ± 3	28,5 18	25 ± 2,5	29,2 22	24,7 ± 3,3	28,6 19	24,3 ± 4	31,7 19	23,7 ± 2,9	27,2 1	23,7 ± 2,1	27,2 1
Temp água (°C)	19,9 ± 3	26,1 17	19,5 ± 2,8	25,3 9	19,8 ± 3,2	25,6 3	19,8 ± 3,3	25,5 3	19,2 ± 3,5	25,7 3	20,1 ± 3,2	24,14 9	20 ± 3,2	24,3 14	20,4 ± 2,4	24,7 1	20,3 ± 3,3	25,8 7	19,7 ± 2,5	23,6 9	19,5 ± 2,4	23,3 5	19,5 ± 2,3	23,15 5
OD (mg.l-1)	7,92 ± 1	9,4 6,3	7,9 ± 1,1	9,6 5,6	3,2 ± 1,3	5,4 1,4	3,3 ± 0,7	4,6 2,3	8,6 ± 0,8	9,8 7,4	8,4 ± 0,7	9,7 7,2	8,7 ± 0,6	9,5 7,7	8,9 ± 0,5	9,4 7,6	4,2 ± 1,1	6,3 2,9	8,7 ± 0,7	9,4 7,7	8,6 ± 0,7	9,4 7,6	8,6 ± 0,7	9,4 7,6
Condutividade (mS.cm-1)	0,031 ± 0,009	0,0 49	0,023 ± 0,003	0,0 27	0,024 ± 0,004	0,0 32	0,026 ± 0,003	0,0 22	0,023 ± 0,002	0,0 26	0,032 ± 0,003	0,0 4	0,026 ± 0,003	0,0 23	0,030 ± 0,002	0,0 32	0,021 ± 0,004	0,0 17	0,026 ± 0,003	0,0 33	0,025 ± 0,003	0,0 31	0,025 ± 0,003	0,0 22
pH	5,2 ± 0,2	5,7 4,7	5,2 ± 0,2	5,4 4,8	4,6 ± 0,4	5,6 4,2	4,5 ± 0,2	4,8 4,2	5,3 ± 0,3	5,6 4,3	5,7 ± 0,3	6,2 5,2	5,8 ± 0,3	6,4 5,4	6,2 ± 0,8	9,3 5,6	4,4 ± 0,5	4,8 3,4	5,8 ± 0,5	6,6 5,1	5,5 ± 0,6	6,9 4,2	5,5 ± 0,6	6,9 4,2
AMONIA (µg.L-1)	0,003 ± 0,002	0,0 05	0,004 ± 0,006	0,0 16	0,008 ± 0,010	0,0 21	0,004 ± 0,004	0,0 09	0,002 ± 0,001	0,0 04	0,004 ± 0,002	0,0 01	0,002 ± 0,002	0,0 05	0,002 ± 0,001	0,0 01	0,002 ± 0,002	0,0 01	0,001 ± 0,001	0,0 03	0,002 ± 0,001	0,0 01	0,002 ± 0,001	0,0 01
NITRATO (µg.L-1)	0,081 ± 0,053	0,1 78	0,078 ± 0,061	0,1 76	0,020 ± 0,049	0,1 21	0,037 ± 0,073	0,1 46	0,085 ± 0,066	0,2 13	0,082 ± 0,053	0,1 23	0,098 ± 0,060	0,1 86	0,062 ± 0,09	0,2 21	0,034 ± 0,067	0,1 35	0,128 ± 0,118	0,3 61	0,097 ± 0,061	0,2 01	0,097 ± 0,061	0,2 01
NITRITO (µg.L-1)	0,002 ± 0,001	0,0 04	0,003 ± 0,001	0,0 04	0,001 ± 0,001	0,0 0	0,003 ± 0,001	0,0 03	0,004 ± 0,001	0,0 06	0,002 ± 0,001	0,0 02	0,003 ± 0,003	0,0 07	0,003 ± 0,003	0,0 07	0,002 ± 0,002	0,0 02	0,003 ± 0,001	0,0 05	0,002 ± 0,001	0,0 04	0,002 ± 0,001	0,0 04
Fósforo T. (µg.L-1)	0,008 ± 0,003	0,0 13	0,007 ± 0,002	0,0 11	0,011 ± 0,011	0,0 32	0,008 ± 0,004	0,0 04	0,007 ± 0,003	0,0 1	0,009 ± 0,002	0,0 08	0,009 ± 0,001	0,0 1	0,007 ± 0,001	0,0 06	0,006 ± 0,002	0,0 05	0,009 ± 0,002	0,0 11	0,007 ± 0,003	0,0 1	0,007 ± 0,003	0,0 03
Nitrog. T. (m.L-1)	0,534 ± 0,132	0,6 5	0,518 ± 0,106	0,6 3	0,548 ± 0,134	0,6 6	0,448 ± 0,107	0,5 9	0,559 ± 0,151	0,6 7	0,505 ± 0,112	0,5 8	0,540 ± 0,157	0,6 5	0,512 ± 0,127	0,6 9	0,474 ± 0,130	0,5 8	0,510 ± 0,111	0,5 8	0,488 ± 0,128	0,6 9	0,488 ± 0,128	0,6 7
Vazão (m3.s-1)	0,123 ± 0,152	0,3 8	0,191 ± 0,187	0,5 1	0,001 ± 0,018	0,0 01	0,001 ± 0,01	0,0 0	0,110 ± 0,073	0,2 14	0,045 ± 0,042	0,1 09	0,085 ± 0,081	0,2 61	0,021 ± 0,005	0,0 27	0,001 ± 0,003	0,0 14	0,053 ± 0,037	0,1 27	0,117 ± 0,086	0,2 11	0,117 ± 0,086	0,2 53
Largura média (m)	5,9 ± 1,1	7,7 3,5	5,5 ± 1,2	8,2 4,2	2,0 ± 0,2	2,4 1,6	2,5 ± 0,6	3,6 1,8	5,4 ± 1,4	7,7 4	3,1 ± 0,3	3,8 2,6	7 ± 0,9	8,9 5,8	3,3 ± 0,8	5,3 2,3	1,4 ± 0,2	1,9 1,1	4 ± 1,1	5,6 2,5	5,3 ± 1,5	7 3,2	5,3 ± 1,5	7 3,2
Profundidade média (cm)	24,6 ± 14	63 1	23,7 ± 14,2	65,2 5,1	41 ± 4	47,9 8	42,8 ± 6,3	50,3 8	24,4 ± 11,8	68,3 6	22,3 ± 14,8	48,1 9,5	16,8 ± 4,9	29,4 7	15,6 ± 4,3	22,2 7,5	32,2 ± 3,2	38,9 1	20,9 ± 13	48,7 5,7	25,5 ± 8,1	38,9 3	25,5 ± 8,1	38,11 3
Morfometria (m2)	206 ± 40	26 9	193 ± 41	29 8	31 ± 10	53 22	39 ± 21	95 21	195 ± 60	35 7	116 ± 20	17 4	242 ± 31	29 5	123 ± 26	18 4	25 ± 5	31 16	146 ± 41	24 3	201 ± 66	35 2	201 ± 66	35 2
Recobrimento vegetal (%)	39 ± 36	85 0	34 ± 34	85 0	43 ± 45	95 0	40 ± 43	90 0	58 ± 31	95 0	51 ± 46	95 0	43 ± 33	95 0	50 ± 45	95 0	43 ± 46	10 0	42 ± 38	90 0	34 ± 41	95 0	34 ± 41	95 0
Cascalho (%)	31 ± 19	65 0	25 ± 24	70 0	1 ± 4	15 0	1 ± 4	15 0	41 ± 22	65 0	14 ± 14	55 0	12 ± 10	35 0	8 ± 7	25 0	0 ± 0	0 0	8 ± 7	25 0	12 ± 11	40 0	12 ± 11	40 0
Areia (%)	7 ± 8	30 0	3 ± 6	20 0	0 ± 0	0 0	0 ± 0	0 0	14 ± 13	45 0	6 ± 9	30 0	1 ± 3	10 0	2 ± 2	5 0	0 ± 0	0 0	1 ± 3	10 0	4 ± 7	20 0	4 ± 7	20 0
Matacão (%)	4 ± 6	25 0	14 ± 24	80 0	1 ± 3	10 0	6 ± 20	70 0	0 ± 0	0 0	24 ± 23	65 0	37 ± 29	85 1	49 ± 28	80 1	2 ± 5	15 0	47 ± 28	80 1	38 ± 33	90 0	38 ± 33	90 0
Seixos (%)	23 ± 14	50 0	24 ± 24	70 0	0 ± 0	0 0	1 ± 4	15 0	3 ± 6	20 0	19 ± 17	55 0	22 ± 18	60 0	15 ± 14	50 0	3 ± 7	20 0	19 ± 17	60 0	19 ± 16	50 0	19 ± 16	50 0
Silte/lama(%)	6 ± 6	15 0	4 ± 7	20 0	78 ± 38	10 0	58 ± 46	10 0	4 ± 6	20 0	5 ± 8	30 0	1 ± 2	8 0	1 ± 2	5 0	70 ± 40	10 0	1 ± 3	10 0	1 ± 2	5 0	1 ± 2	5 0
Troncos (%)	5 ± 5	20 0	7 ± 7	20 0	0 ± 0	0 0	0 ± 0	0 0	12 ± 10	35 0	5 ± 6	20 0	2 ± 4	15 0	4 ± 5	15 0	0 ± 0	0 0	2 ± 3	10 0	5 ± 6	15 0	5 ± 6	15 0
Folhiosos (%)	9 ± 8	30 0	7 ± 7	25 0	3 ± 7	20 0	2 ± 4	10 0	9 ± 8	20 0	11 ± 10	35 0	8 ± 10	30 0	5 ± 4	10 0	9 ± 17	50 0	5 ± 6	15 0	4 ± 6	23 0	4 ± 6	23 0

Rápido	5 ± 11	40	0	15 ± 18	50	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	21 ± 24	70	0	19 ± 22	70	0	36 ± 30	90	0	23 ± 23	70	0	0 ± 0	0	0	19 ± 20	50	0	34 ± 28	90	0
Corredeira	1 ± 3	10	0	16 ± 20	60	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	6 ± 17	70	0	14 ± 17	45	0	27 ± 26	80	0	38 ± 25	75	0	0 ± 0	0	0	28 ± 30	90	0	12 ± 18	50	0
Poção	78 ± 37	10	0	53 ± 38	10	0	84 ± 39	10	1	84 ± 39	10	0	56 ± 37	10	0	50 ± 39	10	0	21 ± 28	80	0	22 ± 30	80	0	84 ± 39	10	0	37 ± 42	10	0	38 ± 38	10	0

Tabela 4 – Dados ambientais do período chuvoso de cada um dos 11 riachos. \bar{X} /DP: média do desvio padrão; Min.: mínimo; Max.: máximo.

Rios	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11		
Dados Ambientais	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.	\bar{X} /DP	Má x.	Mí n.
Temp AR (°C)	26,4 ± 2,3	29,5	22,7	27,2 ± 1,5	29,3	24,5	26,9 ± 1,4	29,2	25,6	27 ± 1	28,6	26	26 ± 2	28,7	23,3	25,3 ± 3,4	31,8	21,6	25,2 ± 3,8	32,3	21,3	26 ± 3	30,8	21,9	25,1 ± 3,4	31,3	21,3	24 ± 3	29,6	20	22,9 ± 2,7	28,7	20,3
Temp água (°C)	22,8 ± 1,4	24,3	20,5	22,3 ± 1,1	23,8	20,7	23 ± 1,5	24,3	21	22,5 ± 1,3	23,8	20,3	22 ± 1,2	23,1	20,3	21,9 ± 1,9	24,2	19,1	21,4 ± 2	23,7	18,5	21,6 ± 2	24,1	18,9	21,7 ± 1,7	23,7	19	21 ± 2	23,1	18,3	20,7 ± 1,8	22,9	18,3
OD (mg.l-1)	7,82 ± 0,72	8,9	6,9	7,73 ± 0,78	8,8	6,5	3,11 ± 1,32	5,5	1,6	3,54 ± 1,18	6,1	2,3	7,99 ± 0,83	8,9	6,6	8,35 ± 0,87	9,7	6,8	8,45 ± 0,93	9,4	6,2	8,57 ± 0,79	9,5	6,9	3,37 ± 1,4	5,1	1,5	8,57 ± 1	9,8	7,2	8,46 ± 1,03	9,5	6,9
Condutividade (mS.cm-1)	0,019 ± 0,007	0,0	0,0	0,020 ± 0,001	0,0	0,0	0,024 ± 0,005	0,0	0,0	0,023 ± 0,002	0,0	0,0	0,020 ± 0,001	0,0	0,0	0,029 ± 0,001	0,0	0,0	0,022 ± 0,001	0,0	0,0	0,027 ± 0,001	0,0	0,0	0,021 ± 0,002	0,0	0,0	0,023 ± 0,001	0,0	0,0	0,022 ± 0,001	0,0	0,0
pH	5,1 ± 0,4	5,6	4,3	4,8 ± 0,9	5,6	3	4,2 ± 0,8	4,8	2,6	4,2 ± 0,8	4,9	2,7	4,8 ± 0,7	5,5	3,5	5,5 ± 0,5	6,4	4,8	5,5 ± 0,4	6	4,9	5,8 ± 0,4	6,7	5,1	4,1 ± 0,2	4,5	3,9	5,45 ± 0,4	6,1	4,8	5,32 ± 0,51	6,2	4,7
AMONIA (µg.L-1)	0,007 ± 0,003	0,0	0,0	0,02 ± 0,003	0,0	0,0	0,015 ± 0,009	0,0	0,0	0,008 ± 0,004	0,0	0,0	0,006 ± 0,002	0,0	0,0	0,005 ± 0,004	0,0	0,0	0,007 ± 0,006	0,0	0,0	0,004 ± 0,003	0,0	0,0	0,009 ± 0,007	0,0	0,0	0,024 ± 0,043	0,1	0,0	0,003 ± 0,002	0,0	0,0
NITRATO (µg.L-1)	0,126 ± 0,025	0,1	0,0	0,185 ± 0,034	0,2	0,1	0,082 ± 0,005	0,0	0,0	0,089 ± 0,011	0,0	0,0	0,156 ± 0,056	0,2	0,1	0,152 ± 0,056	0,2	0,0	0,151 ± 0,061	0,1	0,0	0,103 ± 0,046	0,1	0,0	0,075 ± 0,008	0,0	0,0	0,168 ± 0,095	0,2	0,0	0,151 ± 0,064	0,2	0,0
NITRITO (µg.L-1)	0,001 ± 0	0,0	0	0,001 ± 0,001	0,0	0	0,001 ± 0,001	0,0	0	0,001 ± 0,001	0,0	0	0,001 ± 0,001	0,0	0	0,001 ± 0,002	0,0	0	0,003 ± 0,002	0,0	0,0	0,001 ± 0,002	0,0	0	0,001 ± 0,002	0,0	0	0,001 ± 0,002	0,0	0	0,002 ± 0,001	0,0	0
Fósforo T. (µg.L-1)	0,008 ± 0,004	0,0	0,0	0,009 ± 0,003	0,0	0,0	0,010 ± 0,005	0,0	0,0	0,007 ± 0,001	0,0	0,0	0,008 ± 0,003	0,0	0,0	0,010 ± 0,006	0,0	0,0	0,008 ± 0,005	0,0	0,0	0,006 ± 0,002	0,0	0,0	0,009 ± 0,004	0,0	0,0	0,008 ± 0,003	0,0	0,0	0,007 ± 0,002	0,0	0,0
Nitrog. T. (m.L-1)	0,229 ± 0,043	0,2	0,1	0,268 ± 0,033	0,2	0,2	0,256 ± 0,045	0,3	0,2	0,241 ± 0,035	0,2	0,1	0,215 ± 0,05	0,2	0,1	0,318 ± 0,153	0,5	0,2	0,326 ± 0,198	0,6	0,1	0,325 ± 0,139	0,5	0,2	0,338 ± 0,120	0,5	0,2	0,299 ± 0,162	0,5	0,1	0,302 ± 0,157	0,5	0,1
Vazão (m3.s-1)	0,0926 ± 0,044	0,1	0,0	0,147 ± 0,054	0,2	0,0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	0,156 ± 0,058	0,2	0,0	0,061 ± 0,019	0,0	0,0	0,155 ± 0,04	0,1	0,0	0,057 ± 0,025	0,0	0,0	0,001 ± 0	0,0	0	0,077 ± 0,031	0,1	0,0	0,140 ± 0,046	0,1	0,0
Largura média (m)	5,0 ± 1,1	7,8	4,4	6 ± 0,9	7,5	4,8	2,2 ± 0,2	2,4	2	2,4 ± 0,2	2,7	2	5,3 ± 1,3	7,8	4,1	3,4 ± 0,2	3,8	3,1	8 ± 0,9	9,5	6,6	4 ± 0,5	4,8	2,9	16 ± 0,1	1,7	1,4	4 ± 1	5,5	2,5	5,60 ± 1,58	7,0	3,0
Profundidade média (cm)	21,7 ± 4,1	27,4	15,4	21,9 ± 9,1	34	8,3	40,3 ± 2,1	43,2	37,5	39,4 ± 4,9	45,5	33,3	21,9 ± 3,7	27,7	16,6	23,6 ± 17,3	50	10,2	20,8 ± 5,7	32,3	13,6	15,5 ± 4,8	21,6	8,7	33,3 ± 4,2	38,6	25,6	25,2 ± 16,7	57,7	9	25,8 ± 8,24	35,9	14,1
Morfometria (m2)	207 ± 37,5	26	15	212 ± 30,4	26	17	29,5 ± 3,7	35	25	31 ± 5	38	25	186,4 ± 43,6	27	14	117 ± 8	13	10	271 ± 26	31	22	141 ± 20	16	98	29 ± 1,8	31	26	147,4 ± 31,8	18	89	198 ± 57	25	10
Recobrimento vegetal (%)	46,3 ± 32,6	90	0	40 ± 29	80	0	45 ± 47,5	90	0	43 ± 43,7	90	0	62,3 ± 25,4	90	5	60 ± 40	90	0	42 ± 30	80	0	61,3 ± 43,5	95	0	48 ± 44	95	0	49,3 ± 37,7	90	0	34,7 ± 38,3	90	0
Cascalho (%)	25,3 ± 8,8	40	15	23 ± 18	60	2	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	44 ± 10,9	70	30	21 ± 15	50	0	18,3 ± 14,5	60	5	9 ± 2,8	15	5	0 ± 0	0	0	9,5 ± 8,5	25	0	18,7 ± 14	45	5

Areia (%)	11,7 ± 6,7	20	0	9,3 ± 13	40	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	26,7 ± 11,9	50	10	5,2 ± 7,5	25	0	1,7 ± 4,1	15	0	0,3 ± 1,3	5	0	0 ± 0	0	0	3 ± 3,6	10	0	5 ± 6	20	0
Matacão (%)	8 ± 13	55	0	27,7 ± 32	80	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	24,7 ± 23	75	5	43,7 ± 24	80	0	65,3 ± 8,8	80	50	0 ± 0	0	0	48,7 ± 17	70	10	48 ± 35	85	0
Seixos (%)	35,7 ± 14,7	60	0	22 ± 22	70	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	3,5 ± 7,8	30	0	27 ± 23	65	0	21 ± 11	50	5	16 ± 11	40	0	0 ± 0	0	0	26,7 ± 16,3	60	0	19 ± 14	40	0
Silte/lama(%)	3,5 ± 3,5	10	0	3 ± 6,7	25	0	100 ± 0	10	10	100 ± 0	10	10	2 ± 2,5	5	0	1,1 ± 2,1	5	0	0,7 ± 1,8	5	0	1 ± 2,8	10	0	100 ± 0	10	10	0,7 ± 1,8	5	0	0,3 ± 1,3	5	0
Troncos (%)	5,9 ± 4,7	15	0	8,2 ± 4,6	15	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	14 ± 6	20	0	8,7 ± 4,8	15	0	4 ± 4	10	0	4 ± 3,4	10	0	0 ± 0	0	0	3,5 ± 3,5	10	0	3 ± 4,6	15	0
Folhiços (%)	9,4 ± 5,1	20	3	6 ± 3,5	10	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	10,2 ± 6	20	3	9 ± 8	35	0	7,3 ± 7,8	30	0	5 ± 4,4	15	0	0 ± 0	0	0	7 ± 8,1	30	0	5,4 ± 3,8	15	0
Rápido	9,3 ± 5,9	20	0	21,7 ± 20	70	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	28,7 ± 20	65	0	25,7 ± 21,5	60	0	41,3 ± 25	70	0	29 ± 19	70	0	0 ± 0	0	0	25 ± 22	60	0	37,7 ± 20,1	80	5
Corredeira	2,3 ± 3,2	10	0	21,3 ± 21,5	60	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	6 ± 7,8	25	0	14 ± 12	40	0	34,7 ± 16,5	80	10	40 ± 21	70	10	0 ± 0	0	0	35 ± 29	80	0	18 ± 25	70	0
Poçoão	88,3 ± 6,5	10	80	57 ± 35,6	90	0	100 ± 0	10	10	100 ± 0	10	10	65,3 ± 24,2	10	30	60 ± 31	10	10	24 ± 27,4	70	0	31 ± 31	85	0	82 ± 38	10	10	40 ± 45	10	0	44 ± 34	90	0

Rios	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11		
Coordenadas Geográficas	23°48'42.53"S			23°48'16.79"S			23°48'12.63"S			23°48'11.99"S			23°48'4.14"S			23°47'52.41"S			23°47'51.05"S			23°47'34.76"S			23°47'9.76"S			23°46'56.44"S			23°46'48.00"S		
	46° 9'23.91"O			46° 8'55.51"O			46° 8'47.31"O			46° 8'46.07"O			46° 8'30.24"O			46° 8'7.10"O			46° 7'57.45"O			46° 7'34.58"O			46° 7'7.45"O			46° 6'57.26"O			46° 6'51.82"O		
Dados Ambientais	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.	Médi a/DP	M áx.	Mí n.
Temp AR (°C)	26,4 ± 2,3	29, 5	22, 7	27,2 ± 1,5	29, 3	24, 5	26,9 ± 1,4	29, 2	25, 6	27 ± 1	28, 6	26, 0	26 ± 2	28, 7	23, 3	25,3 ± 3,4	31, 8	21, 6	25,2 ± 3,8	32, 0	21, 3	26 ± 3	30, 8	21, 9	25,1 ± 3,4	31, 3	21, 3	24 ± 3	29, 6	20, 2	22,9 ± 2,7	28, 7	20, 3
temp água (°C)	22,8 ± 1,4	24, 3	20, 5	22,3 ± 1,1	23, 8	20, 7	23 ± 1,5	24, 3	21, 0	22,5 ± 1,3	23, 8	20, 3	22 ± 1,2	23, 1	20, 3	21,9 ± 1,9	24, 2	19, 1	21,4 ± 2	23, 7	18, 5	21,6 ± 2	24, 1	18, 9	21,7 ± 1,7	23, 7	19, 2	21 ± 2	23, 1	18, 3	20,7 ± 1,8	22, 9	18, 3
OD (mg.l-1)	7,82 ± 0,72	8,9	6,9	7,73 ± 0,78	8,8	6,5	3,11 ± 1,32	5,5	1,6	3,54 ± 1,18	6,1	2,3	7,99 ± 0,83	8,9	6,6	8,35 ± 0,87	9,7	6,8	8,45 ± 0,93	9,4	6,2	8,57 ± 0,79	9,5	6,9	3,37 ± 1,4	5,1	1,5	8,57 ± 1	9,8	7,2	8,46 ± 1,03	9,5	6,9
Condutividade (mS.cm-1)	0,019 ± 0,007	0,0	0,0	0,020 ± 0,001	0,0	0,0	0,024 ± 0,005	0,0	0,0	0,023 ± 0,002	0,0	0,0	0,020 ± 0,001	0,0	0,0	0,029 ± 0,001	0,0	0,0	0,022 ± 0,001	0,0	0,0	0,027 ± 0,001	0,0	0,0	0,021 ± 0,002	0,0	0,0	0,023 ± 0,001	0,0	0,0	0,022 ± 0,001	0,0	0,0
pH	5,1 ± 0,4	5,6	4,3	4,8 ± 0,9	5,6	3,0	4,2 ± 0,8	4,8	2,6	4,2 ± 0,8	4,9	2,7	4,8 ± 0,7	5,5	3,5	5,5 ± 0,5	6,4	4,8	5,5 ± 0,4	6,0	4,9	5,8 ± 0,4	6,7	5,1	4,1 ± 0,2	4,5	3,9	5,45 ± 0,4	6,1	4,8	5,32 ± 0,51	6,2	4,7

AMONI A (µg.L-1)	0,007 ± 0,003	0,0 11	0,0 04	0,02 ± 0,003	0,0 24	0,0 18	0,015 ± 0,009	0,0 26	0,0 05	0,008 ± 0,004	0,0 12	0,0 02	0,006 ± 0,002	0,0 08	0,0 03	0,005 ± 0,004	0,0 11	0,0 01	0,007 ± 0,006	0,0 16	0,0 01	0,004 ± 0,003	0,0 08	0,0 02	0,009 ± 0,007	0,0 17	0,0 01	0,024 ± 0,043	0,1 00	0,0 01	0,003 ± 0,002	0,0 05	0,0 01
NITRATO (µg.L-1)	0,126 ± 0,025	0,1 50	0,0 99	0,185 ± 0,034	0,2 19	0,1 51	0,082 ± 0,005	0,0 87	0,0 78	0,089 ± 0,011	0,0 99	0,0 74	0,156 ± 0,056	0,2 30	0,1 10	0,152 ± 0,056	0,2 08	0,0 63	0,151 ± 0,061	0,1 96	0,0 44	0,103 ± 0,046	0,1 31	0,0 35	0,075 ± 0,008	0,0 87	0,0 66	0,168 ± 0,095	0,2 33	0,0 00	0,151 ± 0,064	0,2 17	0,0 48
NITRITO (µg.L-1)	0,001 ± 0	0,0 01	0,0 00	0,001 ± 0,001	0,0 01	0,0 00	0,001 ± 0	0,0 02	0,0 00	0,001 ± 0	0,0 01	0,0 00	0,001 ± 0,001	0,0 02	0,0 00	0,001 ± 0,002	0,0 04	0,0 00	0,003 ± 0,002	0,0 05	0,0 02	0,001 ± 0,001	0,0 02	0,0 00	0,001 ± 0,002	0,0 04	0,0 00	0,001 ± 0	0,0 01	0,0 00	0,002 ± 0,001	0,0 03	0,0 00
Fósforo T. (µg.L-1)	0,008 ± 0,004	0,0 13	0,0 04	0,009 ± 0,003	0,0 12	0,0 06	0,010 ± 0,005	0,0 16	0,0 05	0,007 ± 0,001	0,0 08	0,0 06	0,008 ± 0,003	0,0 12	0,0 05	0,010 ± 0,006	0,0 19	0,0 04	0,008 ± 0,005	0,0 17	0,0 04	0,006 ± 0,002	0,0 08	0,0 03	0,009 ± 0,004	0,0 14	0,0 04	0,008 ± 0,003	0,0 11	0,0 03	0,007 ± 0,002	0,0 09	0,0 05
Nitrog. T. (m.L-1)	0,229 ± 0,043	0,2 70	0,1 70	0,268 ± 0,033	0,2 90	0,2 30	0,256 ± 0,045	0,3 10	0,2 00	0,241 ± 0,035	0,2 80	0,1 95	0,215 ± 0,031	0,2 50	0,1 75	0,318 ± 0,153	0,5 80	0,2 00	0,326 ± 0,198	0,6 20	0,1 90	0,325 ± 0,139	0,5 10	0,2 15	0,338 ± 0,120	0,5 50	0,2 65	0,299 ± 0,162	0,5 80	0,1 85	0,302 ± 0,157	0,5 40	0,1 35
Vazão (m3.s-1)	0,092 ± 0,044	0,1 28	0,0 23	0,147 ± 0,054	0,2 16	0,0 92	0 ± 0	0,0 00	0,0 00	0 ± 0	0,0 00	0,0 00	0,156 ± 0,058	0,2 54	0,0 96	0,061 ± 0,019	0,0 79	0,0 31	0,155 ± 0,04	0,1 92	0,0 86	0,057 ± 0,025	0,0 97	0,0 28	0,001 ± 0	0,0 01	0,0 00	0,077 ± 0,031	0,1 30	0,0 37	0,140 ± 0,046	0,1 92	0,0 68
Largura média (m)	5,0 ± 1,1	7,8	4,4	6 ± 0,9	7,5	4,8	2,2 ± 0,2	2,4	2,0	2,4 ± 0,2	2,7	2,0	5,3 ± 1,3	7,8	4,1	3,4 ± 0,2	3,8	3,1	8 ± 0,9	9,5	6,6	4 ± 0,5	4,8	2,9	16 ± 0,1	1,7	1,4	4 ± 1	5,5	2,5	5,60 ± 1,58	7,0	3,0
Profundidade média (cm)	21,7 ± 4,1	27,4	15,4	21,9 ± 9,1	34,0	8,3	40,3 ± 2,1	43,2	37,5	39,4 ± 4,9	45,5	33,3	21,9 ± 3,7	27,7	16,6	23,6 ± 17,3	50,10	10,2	20,8 ± 5,7	32,3	13,6	15,5 ± 4,8	21,6	8,7	33,3 ± 4,2	38,6	25,6	25,2 ± 16,7	57,7	9	25,8 ± 8,24	35,9	14,1
Morfometria (m2)	207 ± 37,5	267	153	212 ± 30,4	262	176	29,5 ± 3,7	3525	2531	31 ± 5	3825	25186,4 ± 43,6	271	143	117 ± 8	132	105	271 ± 26	312	224	141 ± 20	166	984	29 ± 1,8	3126	26147,4 ± 31,8	187	893	198 ± 57	253	103		
Recobrimto vegetal (%)	46,3 ± 32,6	90	0	40 ± 29	80	0	45 ± 47,5	90	0	43 ± 43,7	90	0	62,3 ± 25,4	90	5	60 ± 40	90	0	42 ± 30	80	0	61,3 ± 43,5	95	0	48 ± 44	95	0	49,3 ± 37,7	90	0	34,7 ± 38,3	90	0
Cascalho (%)	25,3 ± 8,8	40	15	23 ± 18	60	2	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	44 ± 10,9	70	30	21 ± 15	50	0	18,3 ± 14,5	60	5	9 ± 2,8	15	5	0 ± 0	0	0	9,5 ± 8,5	25	0	18,7 ± 14	45	5
Areia (%)	11,7 ± 6,7	20	0	9,3 ± 13	40	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	26,7 ± 11,9	50	10	5,2 ± 7,5	25	0	1,7 ± 4,1	15	0	0,3 ± 1,3	5	0	0 ± 0	0	0	3 ± 3,6	10	0	5 ± 6	20	0
Matacão (%)	8 ± 13	55	0	27,7 ± 32	80	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	24,7 ± 23	75	5	43,7 ± 24	80	0	65,3 ± 8,8	80	50	0 ± 0	0	0	48,7 ± 17	70	10	48 ± 35	85	0
Seixos (%)	35,7 ± 14,7	60	0	22 ± 22	70	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	3,5 ± 7,8	30	0	27 ± 23	65	0	21 ± 11	50	5	16 ± 11	40	0	0 ± 0	0	0	26,7 ± 16,3	60	0	19 ± 14	40	0

Silte/lama(%)	3,5 ± 3,5	10	0	3 ± 6,7	25	0	100 ± 0	10	10	100 ± 0	10	10	2 ± 2,5	5	0	1,1 ± 2,1	5	0	0,7 ± 1,8	5	0	1 ± 2,8	10	0	100 ± 0	10	10	0,7 ± 1,8	5	0	0,3 ± 1,3	5	0
Troncos (%)	5,9 ± 4,7	15	0	8,2 ± 4,6	15	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	14 ± 6	20	0	8,7 ± 4,8	15	0	4 ± 4	10	0	4 ± 3,4	10	0	0 ± 0	0	0	3,5 ± 3,5	10	0	3 ± 4,6	15	0
Folhiços (%)	9,4 ± 5,1	20	3	6 ± 3,5	10	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	10,2 ± 6	20	3	9 ± 8	35	0	7,3 ± 7,8	30	0	5 ± 4,4	15	0	0 ± 0	0	0	7 ± 8,1	30	0	5,4 ± 3,8	15	0
Rápido	9,3 ± 5,9	20	0	21,7 ± 20	70	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	28,7 ± 20	65	0	25,7 ± 21,5	60	0	41,3 ± 25	70	0	29 ± 19	70	0	0 ± 0	0	0	25 ± 22	60	0	37,7 ± 20,1	80	5
Corredeira	2,3 ± 3,2	10	0	21,3 ± 21,5	60	0	0 ± 0	0	0	0 ± 0	0	0	6 ± 7,8	25	0	14 ± 12	40	0	34,7 ± 16,5	80	10	40 ± 21	70	10	0 ± 0	0	0	35 ± 29	80	0	18 ± 25	70	0
Poção	88,3 ± 6,5	10	80	57 ± 35,6	90	0	100 ± 0	10	10	100 ± 0	10	10	65,3 ± 24,2	10	30	60 ± 31	10	10	24 ± 27,4	70	0	31 ± 31	85	0	82 ± 38	10	10	40 ± 45	10	0	44 ± 34	90	0

3.2. ICTIOFAUNA

Os riachos costeiros da área de estudo apresentaram uma riqueza total de 26 espécies. No período seco foram registradas todas as espécies, enquanto que no chuvoso 24 delas. Essas espécies pertencem a oito Ordens, 15 Famílias e 24 Gêneros. As Ordens mais representativas foram Characiformes e Siluriformes com quatro e três Famílias, respectivamente, ambas totalizaram 16 espécies (61,5 %) (Tabela 5).

Abundância total foi de 26.799 exemplares capturados, sendo 15.762 no período seco e 11.037 no chuvoso. As espécies mais abundantes foram: *Phalloceros harpagos* (Phha), *Mimagoniates microlepis* (Mimi), *Deuterodon iguape* (Deig), *Kronichthys cf. heylandi* (Krhe), *Scleromystax barbatus* (Scba) e *Hollandichthys multifasciatus* (Homu) que juntas representaram 92,4 % da abundância total. Essas também foram as mais representativas nos riachos de águas claras, já nos de águas escuras as espécies mais representativas foram: *P. harpagos*, *H. multifasciatus*, *M. microlepis* e *Hyphessobrycon bifasciatus* (Hybi).

Tabela 5 – Grupos taxonômicos e composição da ictiofauna registrada nos riachos de Bertioga-SP com os valores absolutos de abundância; N° Tombo
 - Número de tomo na coleção científica. N – Abundância.

Ordem	Família	Espécies	Acrônimos	N° Tombo	N - águas claras	N - águas escuras	Anexo
CHARACIFORMES	Crenuchidae	<i>Characidium lanei</i> Travassos, 1967	Chla	LAPEC 000858	277	-	A
		<i>Characidium japyhybense</i> Travassos, 1949	Chja	LAPEC 000754	415	-	B
	Characidae	<i>Deuterodon iguape</i> Eigenmann, 1907	Deig	LAPEC 000742	2078	1	C
		<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i> Ellis, 1911	Hibi	LAPEC 000735	-	97	D
		<i>Hollandichthys multifasciatus</i> (Eigenmann & Norris, 1900)	Homu	LAPEC 000740	515	96	E
		<i>Mimagoniates microlepis</i> (Steindachner, 1877)	Mimi	LAPEC 000736	3887	84	F
		<i>Spintherobolus broccae</i> Myers, 1925	Spbr	LAPEC 000733	1	2	G
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Homa	LAPEC 000774	21	9	H
	Curimatidae	<i>Cyphocharax santacatarinae</i> (Fernández-Yépez, 1948)	Cysa	LAPEC 000737	8	40	I
GYMNOTIFORMES	Gymnotidae	<i>Gymnotus pantherinus</i> (Steindachner, 1908)	Gypa	LAPEC 000759	209	3	J
		<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999	Gysy	LAPEC 000927	2	7	K
SILURIFORMES	Heptapteridae	<i>Acentronichthys leptos</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	Acle	LAPEC 000741	388	-	L
		<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Rhqu	LAPEC 000748	74	1	M
		<i>Rhamdioglanis frenatus</i> Ihering, 1907	Rhfr	LAPEC 000757	114	-	N
	Callichthyidae	<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758)	Caca	-	1	-	O
		<i>Scleromystax barbatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Scba	LAPEC 000773	909	1	P
		Loricariidae	<i>Kronichthys cf. heylandi</i> (Boulenger, 1900)	Krhe	LAPEC 001515	1446	-
<i>Pseudotothyris obtusa</i> (Miranda Ribeiro, 1911)	Psob		LAPEC 000746	6	-	R	
GOBIIFORMES	Gobiidae	<i>Awaous tajasica</i> (Lichtenstein, 1822)	Awta	LAPEC 000753	70	-	S
	Eleotridae	<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	Elpi	LAPEC 000764	1	-	T
		<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)	Doma	LAPEC 000103	6	-	U
SYNBRANCHIFORMES	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	Syma	LAPEC 000793	42	2	V
CICHLIFORMES	Cichlidae	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Gebr	LAPEC 000730	101	21	W
CYPRINODONTIFORMES	Cynolebiidae	<i>Atlantirivulus santensis</i> (Köhler, 1906)	Atsa	LAPEC 000734	35	4	X
	Poeciliidae	<i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	Phha	LAPEC 000732	14914	824	Y
PERCIFORMES	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	Cepa	LAPEC 000865	22	-	Z

A riqueza da ictiofauna de acordo com características dos riachos (águas claras e escuras) foi de 14 espécies ocorrendo em ambos os riachos. As espécies exclusivas dos riachos de águas claras foram: *A. leptos* (Acle), *C. japyhybense* (Chja), *C. lanei* (Chla), *K. cf. heylandi*, *P. obtusa* (Psob), *R. frenatus* (Rhfr), além das espécies marinhas/estuarinas *A. tajacica* (Awta), *C. parallelus* (Cepa) e *D. maculatus* (Doma). Somente *H. bifasciatus* foi exclusiva dos ambientes de águas escuras.

A Análise de Redundância (Figura 7) aplicada sobre a abundância das espécies da ictiofauna dos riachos de águas escuras com dados da estrutura em ambos os períodos, mostrou a presença de uma sazonalidade. O eixo 1 (94,1 %) separou um grupo de espécies formado por *H. bifasciatus*, *H. malabaricus* (Homa), *S. broccae* (Spbr) e *C. santacatarinae* (Cysa) no período seco associado a variáveis estruturais como profundidade, poção e área. O grupo formado por *A. santensis* (Atsa), *G. brasiliensis* (Gebr) e *P. harpagos* (Phha) foi associado ao substrato onde há presença de folhiço.

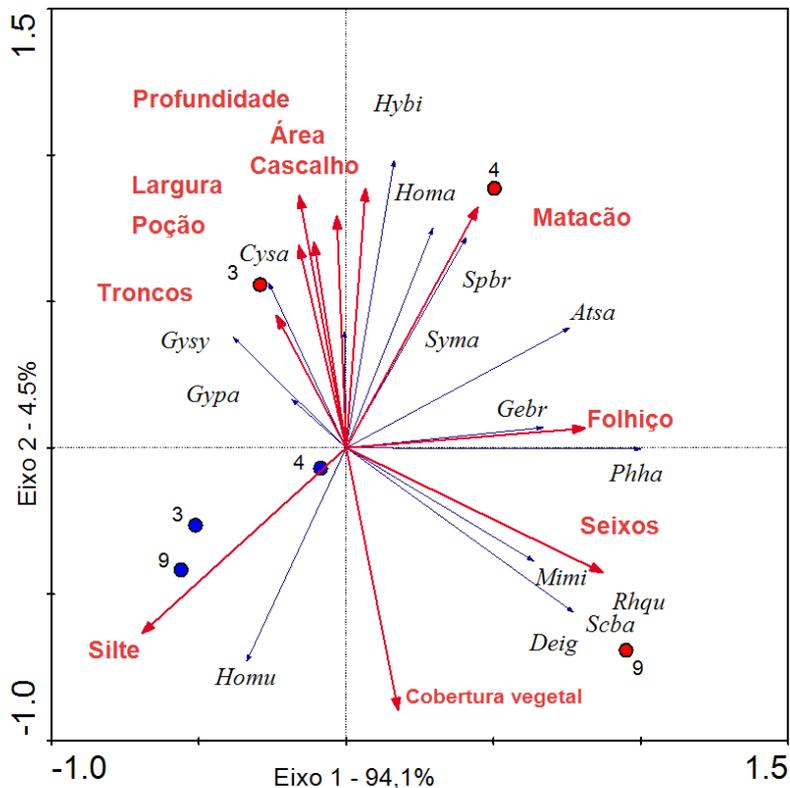


Figura 7 – Análise de Redundância (RDA) representando as espécies registradas nos riachos de águas escuras (3, 4 e 9) e as variáveis estruturais dos ambientes. Legenda: Os círculos vermelhos representam os riachos no período seco e os azuis no período chuvoso.

A Análise de Redundância (Figura 8) aplicada aos valores de abundância da ictiofauna com os dados limnológicos dos riachos de águas escuras mostrou que os maiores valores de nitrato, temperatura, amônia e fósforo total foram registrados no período chuvoso; as espécies *G. sylvius* (Gysy), *G. panterinus* (Gypa) e *H. multifasciatus* (Homu) apresentaram maiores abundâncias neste período. O período seco apresentou maiores valores de oxigênio dissolvido, nitrogênio orgânico total, nitrito e pH como as variáveis que indicam sazonalidade. Os maiores valores destas variáveis foram responsáveis pelo agrupamento das espécies *A. santensis* (Atsa), *G. brasiliensis* (Gebr) e *P. harpagos* (Phha).

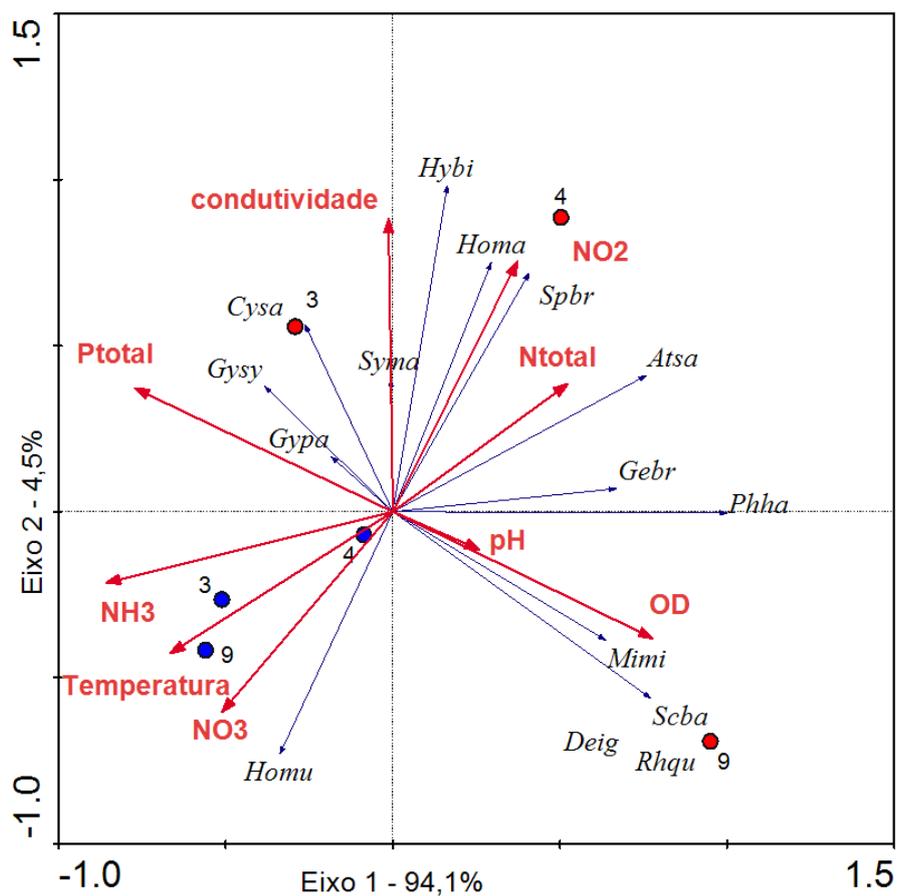


Figura 8 – Análise de Redundância (RDA) representando as espécies registradas nos riachos de águas escuras (3, 4 e 9) e as variáveis limnológicas dos ambientes. Os círculos vermelhos representam os riachos no período seco e azuis no chuvoso.

A análise de Redundância (Figura 9) aplicada aos valores de abundância da ictiofauna que ocorreu nos riachos de águas claras com os dados ambientais para ambos os períodos, não indicou sazonalidade. O eixo 1 explicou 88,9% da variabilidade e mostrou um agrupamento das espécies marinhas/estuarinas *D. maculatus* (Doma), *E. pisonis* (Elpi), *A. tajacica* (Awta), *C. parallelus* (Cepa) e das espécies dulcícolas *P. harpagos* e *G. brasiliensis* com o riacho 1 em ambas estações do ano.

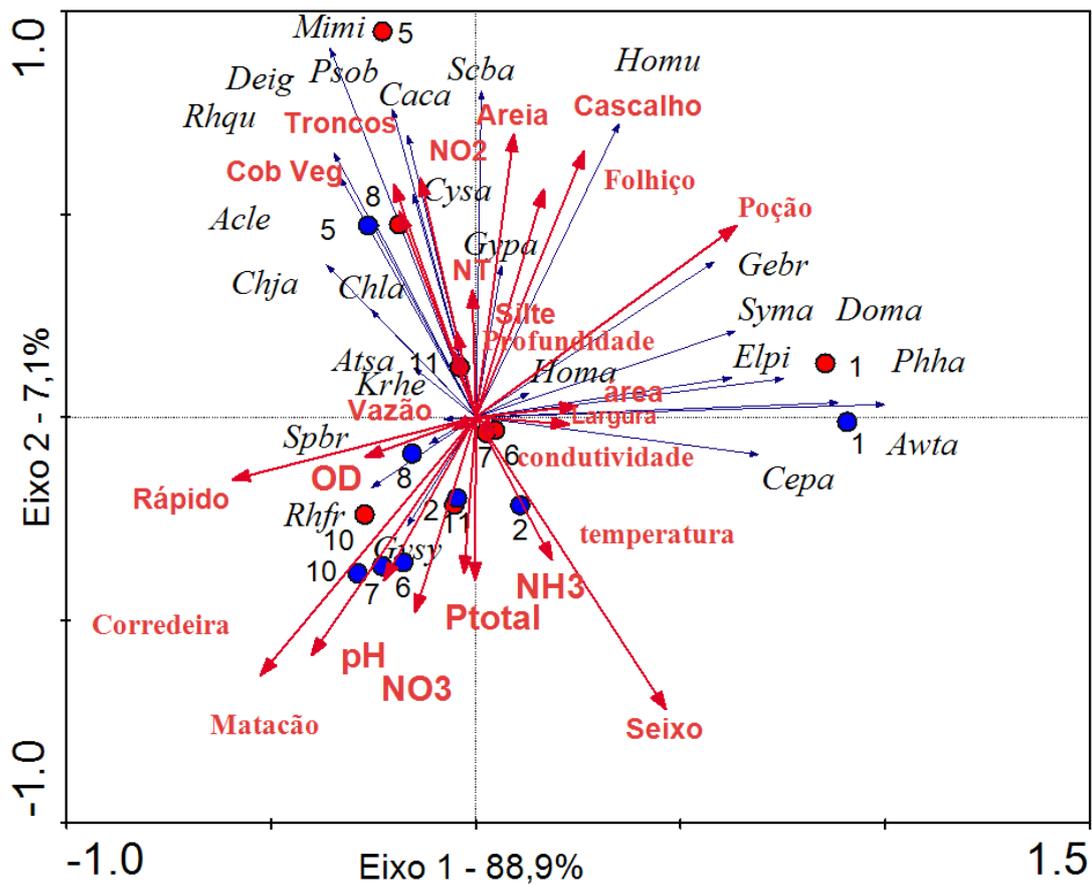


Figura 9 – Análise de Redundância (RDA) representando as espécies registradas nos riachos de águas claras (1, 2, 5, 6, 7, 8, 10 e 11) e as variáveis ambientais dos ambientes. Os círculos vermelhos representam os riachos no período seco e azuis no chuvoso.

3.3. ESPÉCIES ESTUDADAS NAS TEIAS TRÓFICAS E ITENS ALIMENTARES REGISTRADOS

As espécies mais abundantes que foram utilizadas neste trabalho estão relacionadas na Tabela 6, a abundância e os respectivos números de estômagos analisados estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 6 – Acrônimos das 11 espécies estudadas.

Acrônimo	Espécie
CHJA	<i>Characidium japyhybense</i>
CHLA	<i>Characidium lanei</i>
DEIG	<i>Deuterodon iguape</i>
HOMU	<i>Hollandichthys multifasciatus</i>
KRHE	<i>Kronichthys heylandi</i>
MIMI	<i>Mimagoniates microlepis</i>
PHHA	<i>Phalloceros harpagos</i>
RHFR	<i>Rhamdioglanis frenatus</i>
SCBA	<i>Scleromystax barbatus</i>
GYPA	<i>Gymnotus pantherinus</i>
ACLE	<i>Acentronichthys leptos</i>

Tabela 7 – A abundância total e números de estômagos dos indivíduos analisados por período seco e chuvoso. C: número de espécimes coletados; A: número de espécimes analisados; CT: comprimento total (cm); CP: comprimento padrão (cm); BM: biomassa (g); Min: valor mínimo e Max: valor máximo.

Espécies	Chuvoso								Seco											
	C		A		CT		CP		BM		C		A		CT		CP		BM	
			Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.			Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
CHJA	120	116	2,5	6,4	2,1	5,7	0,1	3,2	199	194	2,3	7,1	1,8	6,2	0,1	4,6				
CHLA	163	64	2,3	7,3	1,6	6,0	0,1	4,5	111	109	2,4	7,2	2,0	5,7	0,1	4,3				
DEIG	397	37	4,5	13,2	3,5	10,9	0,9	27,5	1225	6	5,1	7,6	4,1	6,0	1,6	4,6				
HOMU	145	122	1,6	11,6	1,2	9,7	0,1	21,0	246	221	2,4	12,3	2,0	11,0	0,0	25,6				
KRHE	353	7	4,6	10,0	3,7	8,3	0,8	13,4	607	15	2,7	7,2	2,2	6,2	5,6	30,7				
MIMI	1014	101	1,3	7,4	2,0	5,5	0,1	2,9	1834	270	1,9	7,3	1,5	5,8	0,1	4,3				
PHHA	4064	41	1,7	4,8	1,5	4,1	0,06	1,41	5380	59	1,6	5,2	1,3	4,4	0,05	1,78				
RHFR	28	35	3,3	25,5	2,5	21,8	0,1	76,1	57	57	5,0	25,8	4,3	21,7	73,7	1767,8				
SCBA	174	14	1,8	8,0	1,5	6,4	0,1	5,5	404	29	2,2	7,7	1,6	6,3	0,2	6,6				
GYPA	59	42	0,6	26,5	-	-	0,2	23,4	78	75	8,1	26,1	-	-	0,0	38,4				
ACLE	114	50	2,7	10,9	2,3	9,1	0,1	4,4	127	127	3,1	11,0	2,8	9,6	0,2	5,9				

Os itens alimentares encontrados foram relacionados em 51 itens e divididos em três grupos de acordo com a sua origem: alóctone com 27 categorias, autóctone com 22 e origem desconhecida com duas categorias (Tabela 8).

Tabela 8 – Relação de itens consumidos por peixes dos Riachos de Bertiooga relacionados de acordo com a origem.

Grupo Alóctone		Grupo Autóctone	
1	Oligochaeta	28	Algas
2	Apoidea adulto	29	Decapoda
3	Coleoptera adulto	30	Fitoplancton
4	Formicidae	31	Perifiton
5	Hemiptera adulto	32	Hemipetera adultos Aquático
6	Hymenoptera adulto	33	Ceratopogonidae imaturo
7	Orthoptera adulto	34	Chironomidae imaturo
8	Belostomatidae ninfa	35	Diptera pupa
9	Diptera adulto	36	Ephemeroptera ninfa
10	Chironomidae adulto	37	Neuroptera imaturo
11	Odonata adulto	38	Odonata ninfa
12	Lepidoptera imaturo	39	Plecoptera ninfa
13	Scarabelidae	40	Trichoptera imaturo
14	Heteroptera	41	Zigoptera ninfa
15	Anisoptera ninfa	42	Trichoptera casulo
16	Staphylinidae adulto	43	Pupa
17	Elmidae imatura	44	Molusco
18	coleoptera imaturo	45	<i>Phalloceros harpagos</i>
19	Araneae	46	Escamas de peixes
20	Fragmento vegetal	47	<i>Mimagoniates microlepis</i>
21	Flor	48	Fragmentos de peixes
22	Semente	49	Sedimento
23	Macrófita		
24	Inseto Terrestre		
25	Larva	Grupo desconhecido	
26	Asas de inseto	50	Matéria Orgânica geral
27	Resto de Inseto	51	Não Identificado

3.4. TEIAS TRÓFICAS E ICTIOFAUNA

Quando avaliado as conexões que ocorreram em cada um dos riachos e levando-se em conta a sazonalidade tem-se que, de modo geral, houve mais relações tróficas no período seco nos riachos 2, 6, 7, 8, 9 e 11. Já os riachos 1 e 4 apresentaram maiores relações tróficas entre as espécies no período chuvoso. Nos riachos 3, 5 e 10 a diferença foi baixa conforme verifica-se na Tabela 2.5.

Das 11 espécies estudadas, *G. pantherinus*, *M. microlepis* e *H. multifasciatus* foram aquelas que apresentaram mais conectividade dentro das redes tróficas geradas, tanto no período seco como no chuvoso.

Somando-se as conexões dos dois períodos do ano *G. pantherinus* apresentou 280 conexões, seguido de *M. microlepis* com 263 e *H. multifasciatus* com 207.

A Tabela 2.6 apresenta valores das relações tróficas que ocorreram entre as espécies. Os riachos 5, 6 e 8 apresentaram maior diversidade de itens alimentares consumidos no período seco, enquanto que os riachos 1 e 5 foram os que apresentaram maiores valores de itens alimentares no chuvoso.

Estes também foram os riachos que apresentaram os maiores valores de ligações, além de apresentarem também o valor médio de ligações tróficas por espécie estudada. Uma característica dos riachos é o elevado número de ligações de intensidade fraca que ocorreram.

Tabela 9 – Valores das conexões registrados entre as espécies de peixes e os itens alimentares por riacho e por período do ano (Seco e Chuvoso)

Riachos	Seco												Chuvoso											
	CHJA	CHLA	DEIG	HOMU	KRHE	MIMI	PHHA	RHFR	SCBA	GYP A	ACLE	total	CHJA	CHLA	DEIG	HOMU	KRHE	MIMI	PHHA	RHFR	SCBA	GYP A	ACLE	total
1	-	-	-	12	-	12	-	1	4	18	-	47	19	-	-	14	1	19	-	-	1	17	-	71
2	6	3	6	12	4	17	-	-	5	18	17	88	1	1	-	14	3	14	-	-	1	18	6	58
3	-	-	-	3	-	9	6	-	-	-	-	18	-	-	-	10	-	3	6	-	-	-	-	19
4	-	-	-	-	-	4	5	-	-	-	-	9	-	-	-	8	-	-	5	-	-	-	-	13
5	3	4	-	16	5	19	-	2	6	20	10	85	6	1	3	13	-	24	-	-	11	18	7	83
6	-	-	-	19	-	20	1	5	4	20	8	77	-	1	-	9	-	10	-	-	3	18	-	41
7	-	-	-	15	-	14	-	-	4	20	-	53	-	-	-	-	-	16	-	-	-	18	-	34
8	5	3	6	17	-	20	6	-	3	20	3	83	5	2	-	11	-	14	6	2	-	18	-	58
9	-	-	-	10	-	7	-	-	-	-	-	17	-	-	-	9	-	1	-	-	-	-	-	10
10	7	1	0	4	-	12	-	5	-	-	-	29	2	1	3	1	-	3	-	2	-	19	-	31
11	9	8	0	6	3	12	-	1-	-	20	2	70	5	3	-	4	5	13	-	6	-	18	9	63
Total	30	19	12	114	12	146	18	23	26	136	40		38	9	6	93	9	117	17	10	16	144	22	
												Total	576										Total	481

Acrônimos na Tabela 6.

Tabela 10 – Resultados numéricos das ligações entre peixes e seus consumos por período do ano.

Riachos	Seco											Chuvoso										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Número de itens alimentares	24	25	14	8	36	35	30	36	13	18	29	31	29	14	12	33	21	24	28	10	19	26
Total de Ligações	46	88	18	9	85	77	53	83	17	29	70	71	58	19	13	83	41	35	58	10	31	63
Número médio de ligações por espécie de peixe	11,5	9,8	6	4,5	9,4	12,7	13,2	9,2	8,5	5,8	8,8	11,8	8,5	6,3	6,5	11,7	8,2	11,7	8,3	5	4,4	7,75
Número total de número de ligações fracas	39	74	15	7	69	64	50	69	10	12	60	65	49	10	10	72	35	28	50	8	13	53
Conexões com itens do Grupo alóctone	20	34	11	5	31	35	24	37	10	11	26	37	28	9	6	33	18	18	24	8	12	23
Conexões com itens do Grupo autóctones	23	48	6	3	48	35	26	38	6	15	38	27	25	9	6	43	19	15	29	2	17	34

Quando se compara as conexões existentes entre o consumo de itens do grupo alóctone e autóctone de modo geral foram semelhantes entre os riachos em cada período (Figura 10, Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19 e Figura 20). Somando-se as quantidades de itens consumidos nos riachos em ambos os períodos se registrou uma preferência moderada por itens autóctones. No período seco os riachos 3 e 4 apresentaram mais consumo de itens do grupo alóctone, já nos riachos 2, 5 e 11 o consumo principal foi por itens autóctones. Os demais a quantidade de itens utilizada pela comunidade de peixes foi equitativa.

No período chuvoso nos riachos 1 e 9 a maior ingestão foi por itens alóctones e nos riachos 5 e 11 por autóctone e nos demais foi semelhante a preferência.

As teias tróficas do riacho 1 (Figura 10) nos períodos seco e chuvoso foram semelhantes. A diferença é que no chuvoso houve a presença da espécie *C. japyhibense* (CHJA) o que aumentou as conexões e compartilhamentos especialmente os de baixa intensidade.

Os compartilhamentos mais expressivos foram registrados entre as espécies GYPA e SCBA no período seco com os itens Resto de Inseto (27), decápodos (29), Chironomidae imaturo (34) e díptera pupa (35). Já no período chuvoso MIMI e CHJA compartilharam preferencialmente itens de origem animal como: Hymenoptera adulto (6), Trichoptera imaturo (40) e Escamas de peixes (46) (Figura 10).

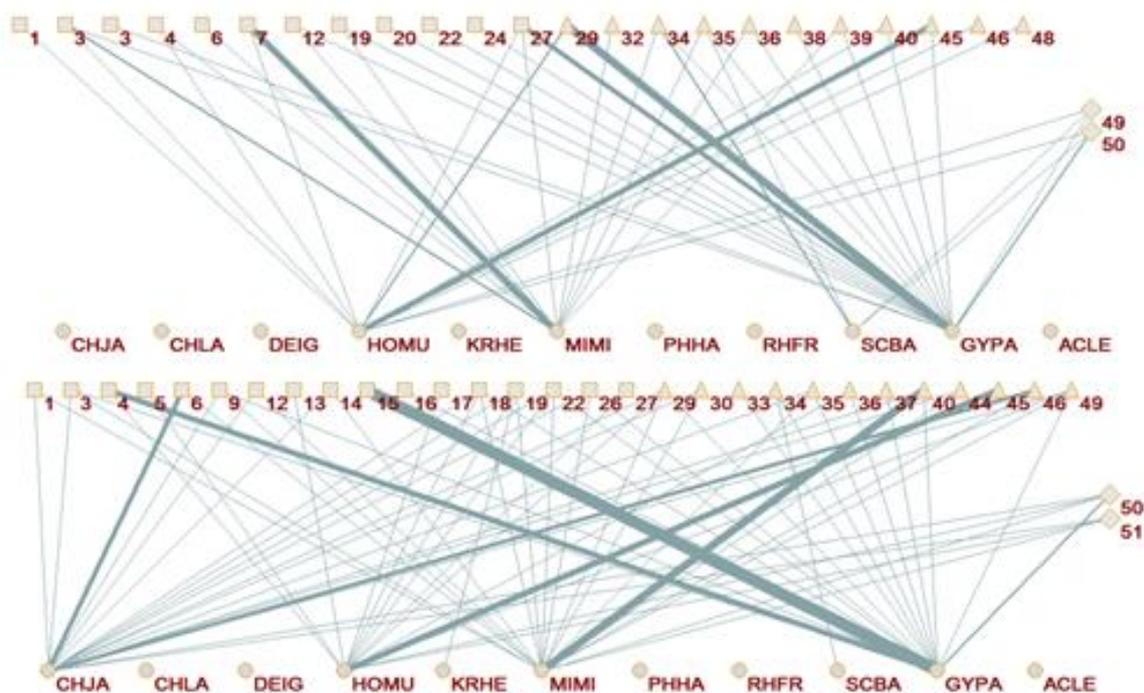


Figura 10 – Teias tróficas do riacho 1 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8. Fonte de referência não encontrada.; Símbolos quadrados itens do grupo lóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

As teias tróficas do riacho 2 (Figura 11) foram diferentes entre períodos, sendo no seco mais diversificada e com relações mais expressivas que no chuvoso. No seco houveram relações mais fortes com itens alóctones sendo MIMI e GYPA compartilhando os itens Coleoptera imaturo (18) e *P. harpagos* (45). As espécies *D. iguape* (DEIG) e *C. japyhybense* (CHJA) compartilharam o item Chironomidae imaturo (34). No período chuvoso as espécies GYPA, MIMI e HOMU compartilharam restos de insetos (27) e sedimento (49) demonstrando preferências por alimentos de origem animal.

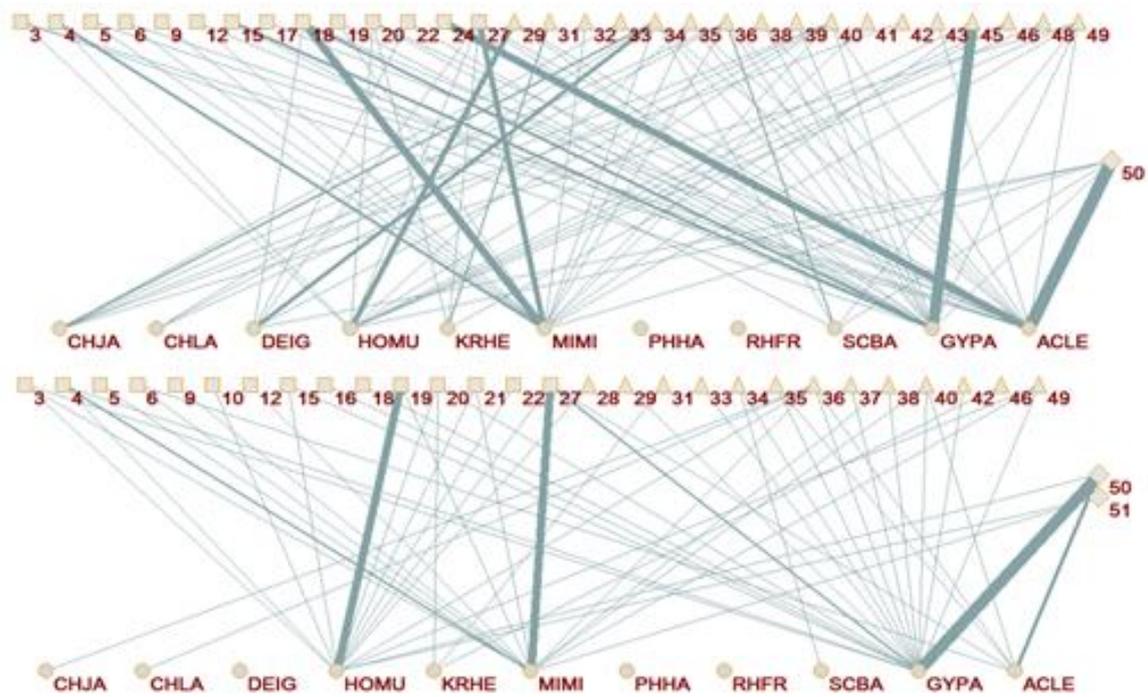


Figura 11 – Teias tróficas do riacho 2 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

Os riachos 3 e 4 apresentaram teia tróficas menos complexas quando comparado com os demais riachos (Figura 12 e Figura 13). Os compartilhamentos que houve foram de baixa intensidade, entretanto, MIMI apresentou preferências por restos de inseto (27) no período seco, PHHA tanto no seco como no chuvoso a preferência foi por fitoplâncton (30) e HOMU apresentou preferência somente no período chuvoso com o item semente (22).

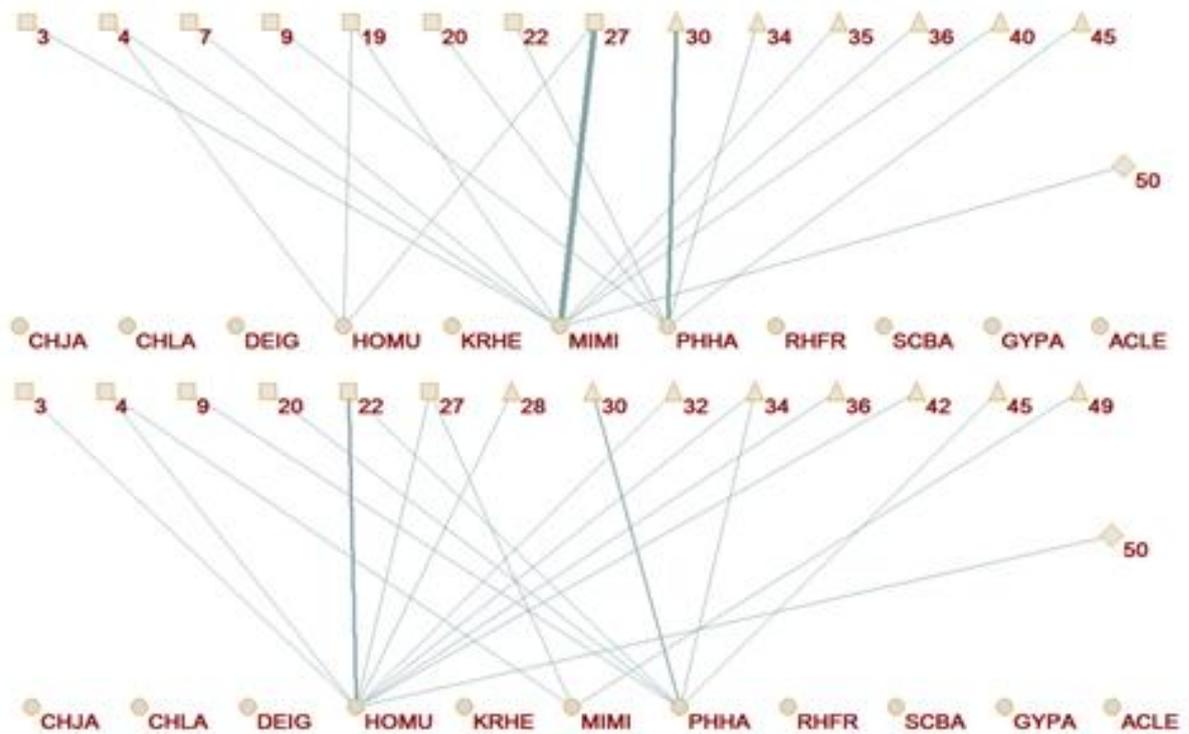


Figura 12 – Teias tróficas do riacho 3 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

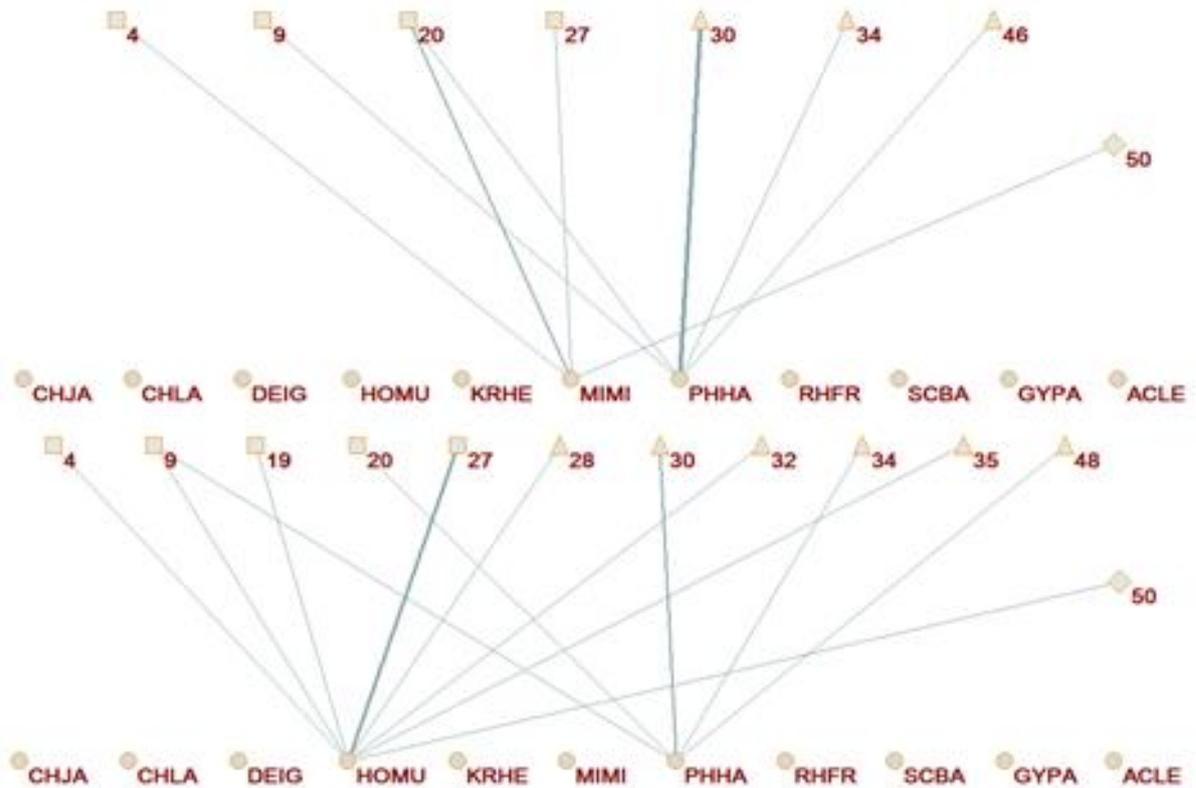


Figura 13 – Teias tróficas do riacho 4 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

As teias tróficas do riacho 5 não apresentaram diferenças estruturais relevantes (Figura 14). Já o compartilhamento foi grande. No período seco houve mais compartilhamentos que no chuvoso, sendo MIMI e GYPA compartilharam insetos autóctones e alóctones (3,12,19 e 39), HOMU e RHFR decápodos (29), CHLA e SCBA chironomidae imaturo (34), CHJA e CHLA chironomidae e ephemeroptera (34 e 36) e MIMI e HOMU coleópteros adultos. Já no chuvoso GYPA e MIMI compartilharam insetos adultos e imaturos (18,34, 35 e 49), GYPA e CHJA compartilharam insetos autóctones (34 e 36) e HOMU com MIMI (3, 27 e 35).

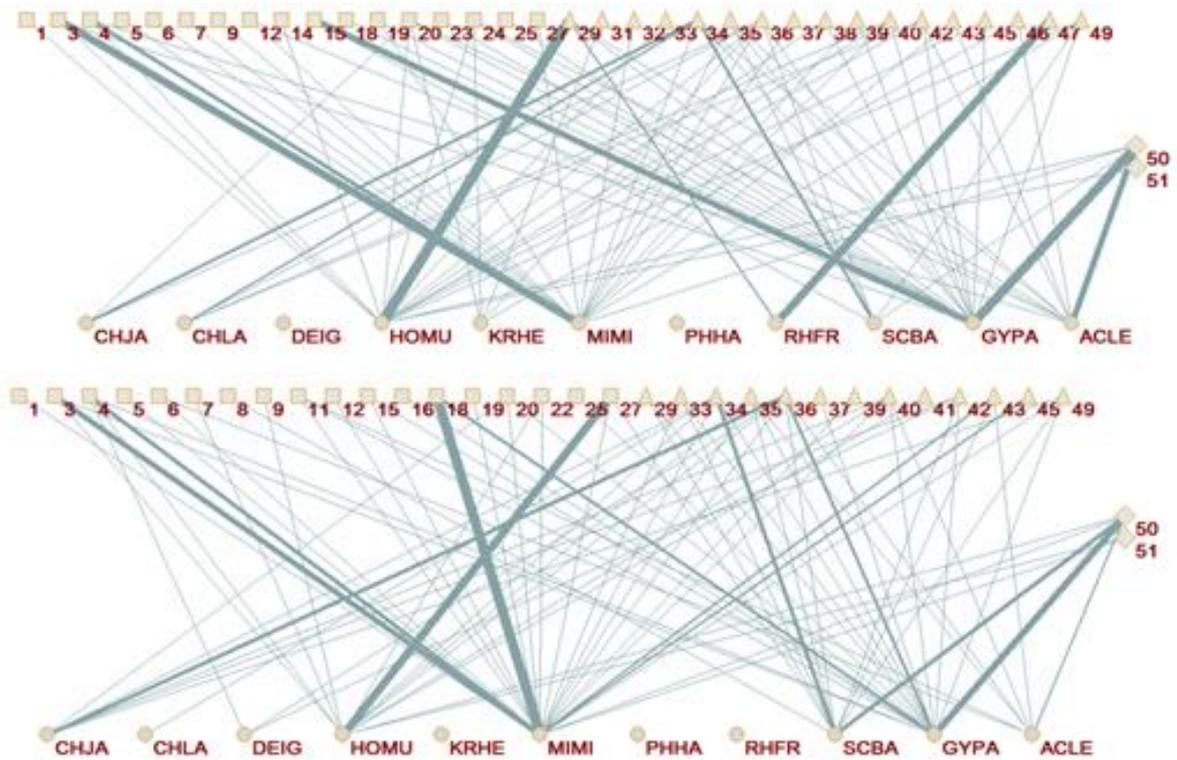


Figura 14 – Teias tróficas do riacho 5 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

A teia trófica do riacho 6 (Figura 15) foi mais expressiva no período seco e apresentou um amplo compartilhamento de recursos de vários grupos de insetos entre as espécies MIMI, GYPA, HOMU e RHFR com os recursos (18, 20, 35, 36 e 40). Entre GYPA e MIMI e MIMI e HOMU vários grupos de insetos terrestres e aquáticos.

No período chuvoso GYPA e HOMU compartilharam coleópteras adultos (3), formicidae (4) e resto de inseto (27) como material alóctone e decápodos (29) como autóctones. MIMI e HOMU também compartilharam os mesmos recursos, já MIMI e CHLA compartilharam ninfa de ephemeroptera (36).

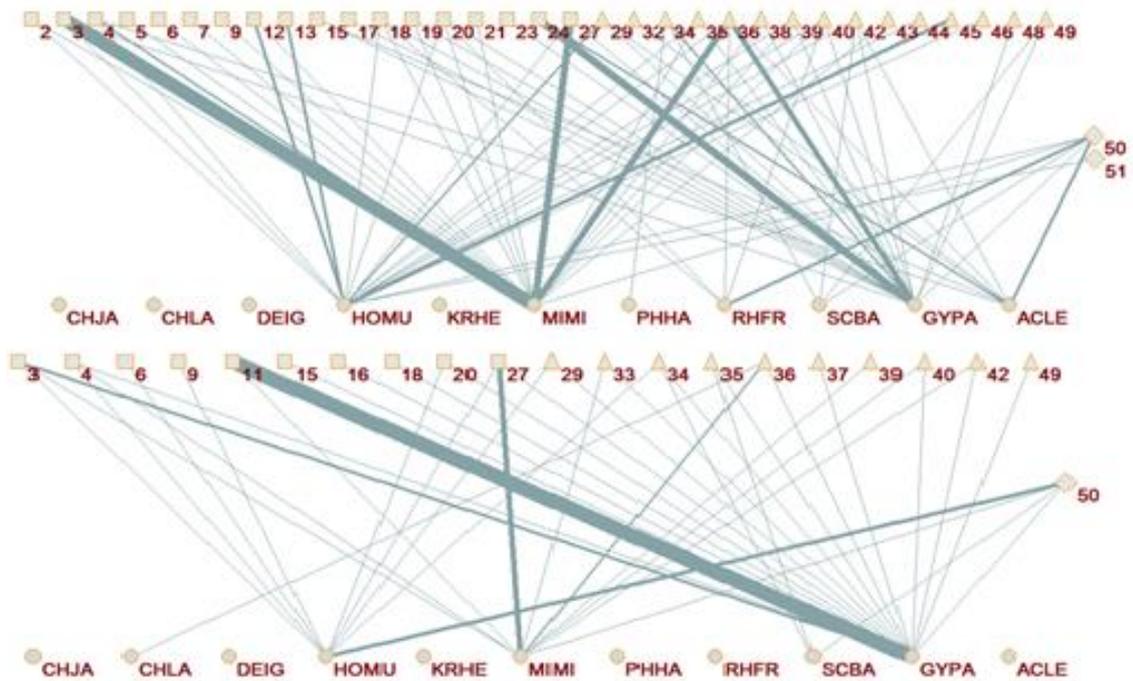


Figura 15 – Teias tróficas do riacho 6 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

As teias tróficas do riacho 7 foram diferentes entre os períodos seco e chuvoso e a diferença ocorreu pela baixa abundância de HOMU no período chuvoso (Figura 16). No seco os principais itens compartilhados foram do grupo autóctone composto por larvas de insetos de diversos grupo e decápodes, além do peixe *P. harpagos*. No chuvoso GYPA e MIMI compartilharam insetos terrestres e também fases imaturas que vivem na água.

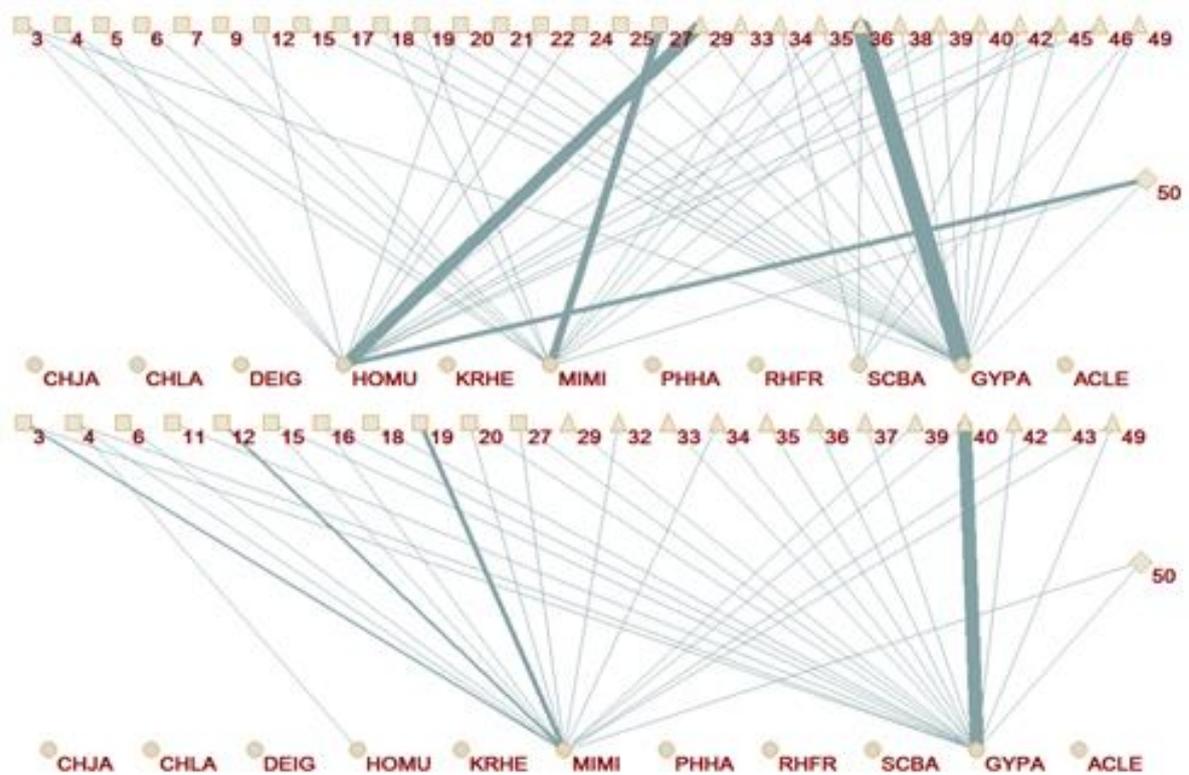


Figura 16 – Teias tróficas do riacho 7 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

As teias tróficas e compartilhamentos do riacho 8 (Figura 17) foram semelhantes, neste riacho o item decápodes se mostrou importante recurso, pois apresentou elevadas intensidades de troca de energia com as espécies GYPA e HOMU no período seco. No chuvoso além dos decápodes, larvas de lepidópteras e restos de insetos foram os itens que apresentaram as mais elevadas intensidades de troca com os peixes GYPA, MIMI e HOMU.

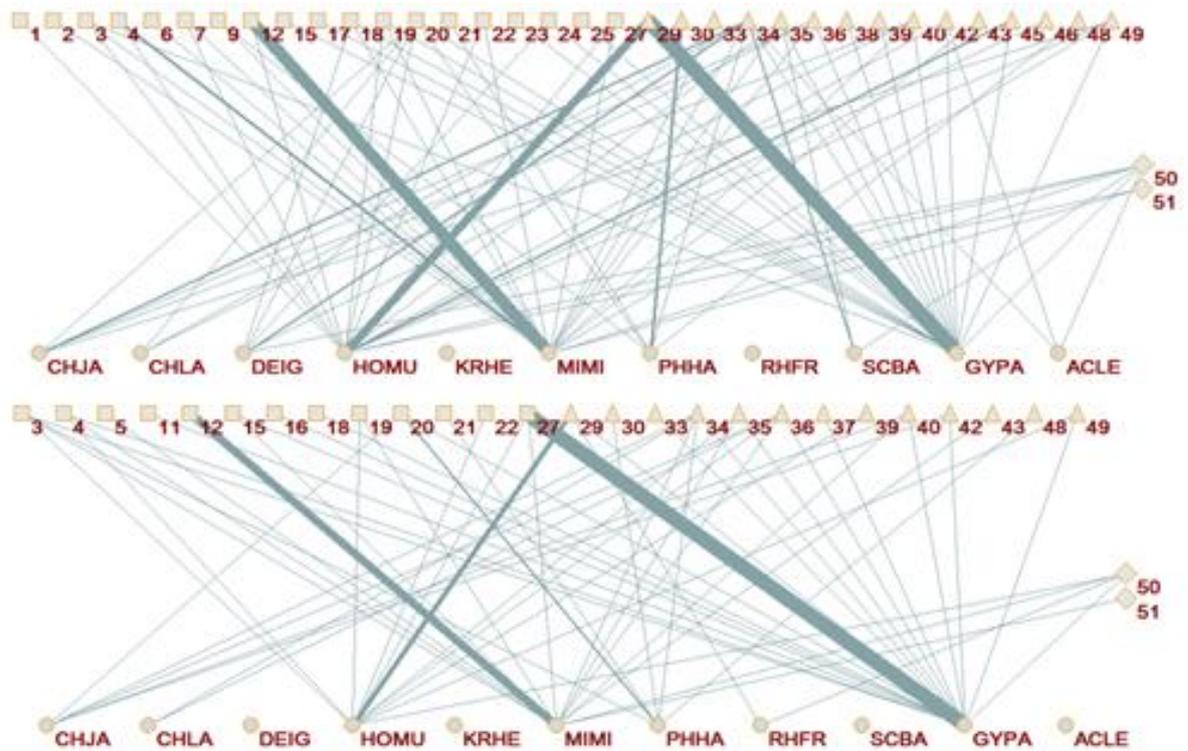


Figura 17 – Teias tróficas do riacho 8 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6Erro! Fonte de referência não encontrada.; úmero representando os itens alimentares na Tabela 8Erro! Fonte de referência não encontrada.; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

As teias do riacho 9 (Figura 18), assim como aquelas apresentadas nos riachos 3 e 4, foram as menores dentre os riachos estudados. Com somente duas espécies de peixes sendo estudadas com baixa quantidade de compartimentos nos dois períodos.

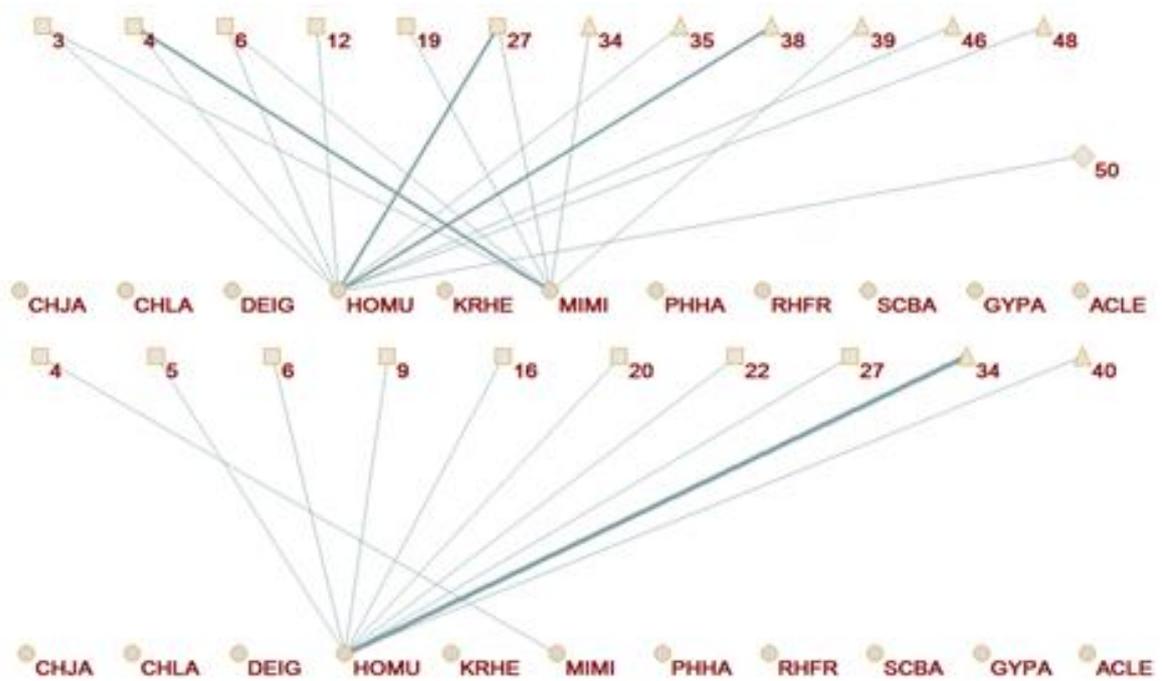


Figura 18 – Teias tróficas do riacho 9 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8; Símbolos quadrados itens do grupo alóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

As teias tróficas do riacho 10 (Figura 19) foram diferentes entre os períodos com a do seco apresentando mais conexões e a espécie MIMI utilizando preferencialmente o recurso formicidae (4) como principal utilização de energia e CHJA utilizando ninfa de ephemeroptera (36). No chuvoso Trichoptera imaturos (40) foi o principal item consumido por GYPA.

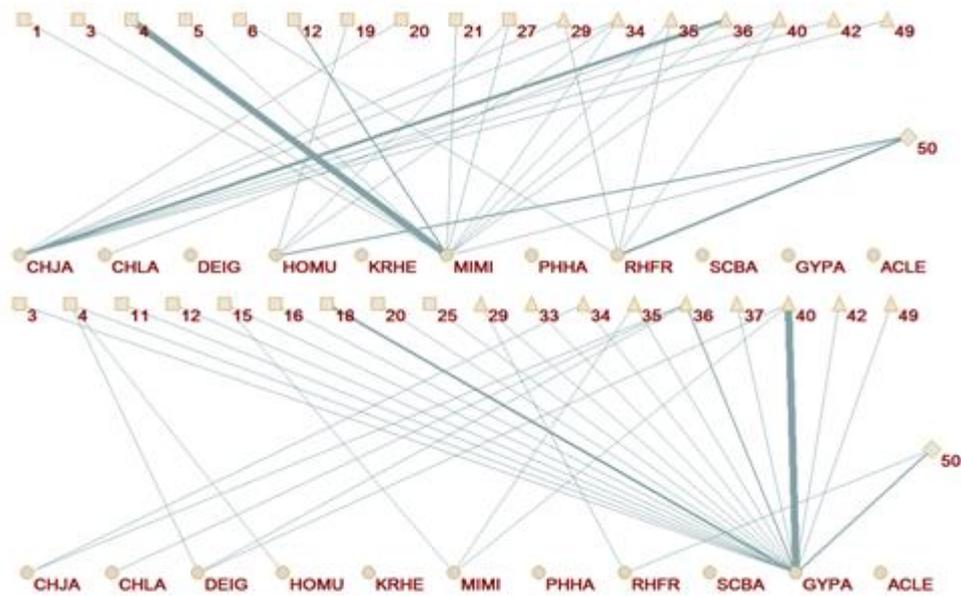


Figura 19 – Teias tróficas do riacho 10 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8. Fonte de referência não encontrada.; Símbolos quadrados itens do grupo lóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

Por fim, as teias tróficas do riacho 11 (Figura 20) foram diferentes, sendo que a do período seco foi mais ramificada, entretanto, a do chuvoso apresentou relações mais intensas, especialmente como item restos de inseto (27).

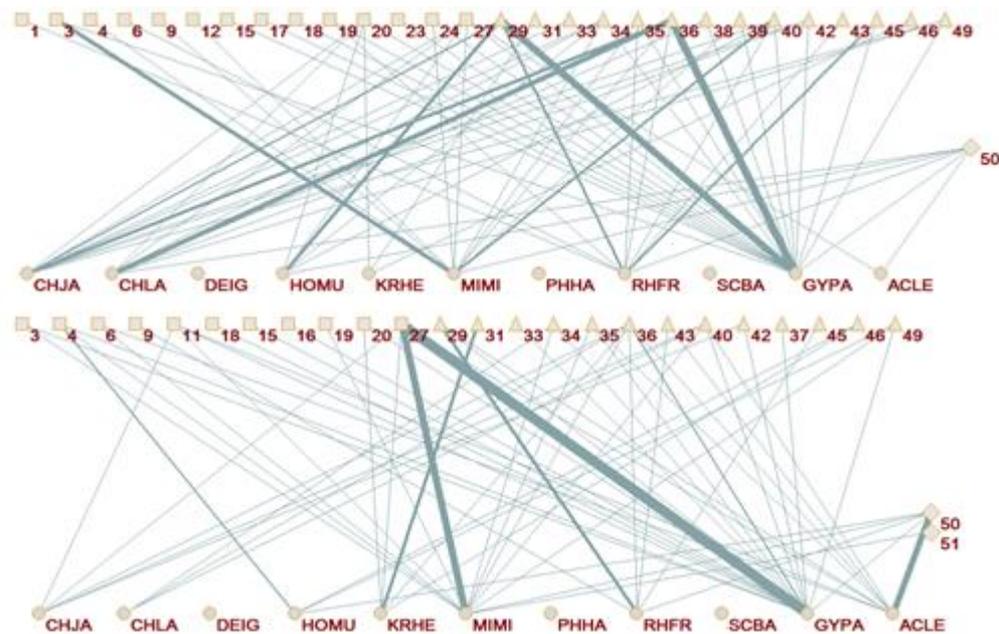


Figura 20 – Teias tróficas do riacho 11 – imagem superior (período seco); inferior (período chuvoso). As larguras das ligações representam maior ou menor grau de associação entre o peixe e o item consumido. Acrônimos na Tabela 6; número representando os itens alimentares na Tabela 8. Fonte de referência não encontrada.; Símbolos quadrados itens do grupo lóctone; Triângulos – grupo dos autóctones; Losangos – matéria orgânica não identificada; círculos representam as 11 espécies de peixes.

4. DISCUSSÃO

As características ambientais assumidas como dimensões de distinção entre os riachos costeiros de águas claras e escuras demonstraram diferenças importantes quanto à estrutura e fatores limnológicos. Os riachos de águas claras com maiores vazões são mais rasos e lóticos e os de águas escuras são mais ácidos, menos oxigenados, mais profundos e com águas semi-lóticas.

A variação observada nas variáveis limnológicas, apresentou maiores valores de temperatura, pH, fósforo total e nitrato, comum durante a estação chuvosa. Segundo MAIER (1978), as chuvas influenciam o aumento de alguns nutrientes, íons e sólidos dissolvidos. Essas características especialmente as relacionadas aos riachos de águas escuras, associadas a composição faunística são próprios da planície costeira. Além disso, estes riachos permeiam a floresta de restinga em área de menor inclinação, condicionando ambientes aquáticos com águas menos velozes, o que proporciona maior acúmulo e deposição de matéria orgânica e substância húmicas (FERREIRA et al., 2014).

As águas ácidas encontradas nos riachos de águas escuras em Bertioga que variaram entre 2,6 a 4,9 parecem inibir o estabelecimento de algumas espécies a adaptação especialmente de *P. harpagos*, *H. multifasciatus*, *M. microlepis* e *H. bifasciatus*. A faixa de tolerância de pH para os peixes está compreendida entre 4,0 e 9,0, enquanto o ideal encontra-se entre 6,5 e 8,0 (WURTS & DURBOROW, 1992). Segundo KUBITZA (2003), águas ácidas podem afetar o funcionamento branquial, prejudicando o equilíbrio osmótico, a respiração, a reprodução e caso esses valores cheguem ao extremo, podem até causar mortalidade massiva. O pH pode ser considerado uma das variáveis abióticas mais importantes em cursos de água doce, e, ao mesmo tempo, uma das mais difíceis de se interpretar, devido ao grande número de fatores que pode influenciá-lo (ESTEVES, 1998). Essas águas ácidas apresentam condições que podem ser estressantes aos peixes e indicam uma seletividade para as espécies naturalmente tolerantes a baixos valores de pH (DUNSON et al., 1977).

Os ambientes diversificados encontrados nos riachos costeiros, com habitats complexos podem aumentar a riqueza e a diversidade de espécies, e a presença da vegetação ripária é crucialmente importante para manter uma alta diversidade e riqueza de espécies em riachos tropicais (PUSEY *et al.*, 1995; VIEIRA & SHIBATA, 2007).

A composição da ictiofauna tanto das águas claras como escuras da mata atlântica foi semelhante com aquelas encontradas nos riachos costeiros brasileiros (ESTEVES & LOBÓN-CERVIÁ, 2001; UIEDA & UIEDA, 2001; DEUS & PETRERE-JUNIOR, 2003; REZENDE & MAZZONI, 2003; SABINO & SILVA, 2004; BARRETO & ARANHA, 2005; MAZZONI & SILVA, 2006; REZENDE & MAZZONI, 2006; SERRA et al., 2007; FERREIRA & PETRERE, 2009; MATTOX & IGLESIAS, 2010; MAZZONI et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2010; GONÇALVES & BRAGA, 2012).

A maioria das espécies registradas foi de pequeno porte, característica presente nos peixes mais abundantes encontrados nos riachos costeiros da restinga de Bertioga tais como *M. microlepis*, *D. iguape*, *S. barbatus*, *K. cf. heylandi* e *P. harpagos*. Essa característica permite uma ocupação bastante específica, e que as espécies tendem a completar seus ciclos de vida em áreas

geograficamente limitadas, sugerindo acentuado endemismo (CASTRO, 1999; CASTRO et al., 2003). As espécies que atingem tamanhos maiores foram consideradas raras devido à baixa abundância registrada como *C. parallelus*, *S. marmoratus* e *H. malabaricus*.

Estes resultados são uma das consequências das estratégias r-K das espécies (MAGURRAN, 2004). De modo geral, em ambientes estáveis ocorre a dominância de espécies do tipo K-estrategistas, que normalmente são representadas por poucas espécies com ciclo de vida longo (GONÇALVES & BRAGA, 2008). A maior parte das espécies que apresentam estratégia r, com menor porte e ciclo de vida curto, são dominantes em termos de abundância numérica em ambientes instáveis, como foi verificado nos riachos de Bertioga. A instabilidade desses cursos d'água pode ser observada pela ampla composição de espécies de pequeno porte, especialmente por causa das chuvas torrenciais e flutuações da maré, que contribuem para a dinâmica desses pela hidrologia, através dos pulsos de inundação e a força física da corrente (WIENS, 2002).

A proximidade com o estuário do riacho Itapanhaú possibilita a ocorrência de espécies tolerantes à salinidade como *A. tajasica*, *C. parallelus*, *D. maculatus* e *E. pisonis*, que são peixes com distribuição ampla pela costa brasileira (MENEZES et al., 2007).

A espécie *P. harpagos* foi mais abundante em todos os meses e riachos estudados. É uma característica de muitos Cyprinodontiformes que são ecologicamente muito tolerantes e apresentam plasticidade quanto ao uso do ambiente (GÓMEZ-MÁRQUEZ et al., 2008) indicando a eficiência das populações em se manterem viáveis e abundantes e além de explicar sua distribuição mundial (REZNICK & ENDLER, 1982).

MENEZES & WEITZMAN (2009) reportaram que os caracídeos como *M. microlepis*, *H. multifasciatus* e *D. iguape* são comumente encontrados nos riachos costeiros e possuem ampla dependência da mata ciliar de onde provem parte da energia que eles utilizam (COSTA, 1987; SABINO & CASTRO, 1990; ALLAN, 1995; ARANHA et al., 1998; CASATTI & CASTRO, 1998; SABINO & ZUANON, 1998; MAZZONI & COSTA, 2007; VITULE et al., 2008; ABILHOA et al., 2008). Desta forma, variações de temperatura em conjunto com os níveis

fluviométricos parecem ser os fatores determinantes sobre ciclos reprodutivos destas espécies (VAZZOLER & MENEZES, 1992; MENEZES & CARAMASCHI, 1994; AMARAL & MENEZES, 1998). As espécies possuem ampla distribuição e ocupam preferencialmente o canal dos riachos (SABINO & CASTRO, 1990).

Outras espécies com grande abundância foram *K. cf. heylandi* e *S. barbatus*, que ocorreram somente nos riachos de águas claras, preferiram ambientes com a presença de substrato com troncos, folhiços e areia e ambientes mais lóticos. *Kronichthys cf. heylandi* apresentou preferência por substrato com maiores proporções de troncos, enquanto que *S. barbatus* por areia e folhiços. Segundo ESTEVES & LOBÓN-CERVIÁ (2001), num estudo realizado em riacho de restinga no mesmo município do presente estudo, mostrou que elas foram capturadas em área de correnteza.

A ictiofauna de riachos de restinga em Bertioga demonstra ampla relação com a mata ciliar. Para GOULDING (1980), muitos peixes são ecologicamente dependentes das florestas e pode ser inclusive que algumas espécies vegetais dependam de algumas espécies de peixes para a dispersão de suas sementes.

Das espécies encontradas no presente estudo, *Spintherobolus broccae* foi registrada especialmente nos riachos de águas escuras e se encontra na categoria Em Perigo, no livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção (ICMBio/ MMA, 2018).

Das espécies estudadas aquelas que apresentaram maiores conectividade em todas as teias tróficas estudadas foram *G. pantherinus*, *M. microlepis* e *H. multifasciatus* e todas são consideradas na literatura como onívoras com preferências marcantes ao consumo de insetos terrestres (COSTA, 1987; SABINO & CASTRO, 1990; 2000; FOGAÇA et al., 2003; LAMPERT et al., 2003; BARRETO & ARANHA, 2006; OYAKAWA et al., 2006; MAZZONI & COSTA, 2007; ABILHOA et al., 2009; MARCENIUK & HILSDORF, 2010).

Os riachos que apresentaram maiores valores de conexão e ligações tróficas nas suas teias foram os riachos 5, 6 e 8 no período seco e os riachos 1 e 5 no chuvoso. Esses resultados apontam para uma resposta as maiores diversidades encontradas em cada riacho, pois é sabido que ambientes diversificados encontrados nos riachos costeiros apresentam habitats complexos que possibilitam o aumento da riqueza e da diversidade de espécies, e a presença da vegetação ripária é imprescindível para manter uma alta diversidade e riqueza de espécies em riachos tropicais (PUSEY et al., 1995; VIEIRA & SHIBATA, 2007), além de apresentar importante fonte energética na troca entre o ambiente terrestre e aquático. MENEZES & WEITZMAN (2009) reportaram que peixes de riachos costeiros possuem ampla dependência da mata ciliar de onde provem parte da energia que eles utilizam (MAZZONI & COSTA, 2007; VITULE et al., 2008; ABILHOA et al., 2008).

Para GOULDING (1980), muitos peixes são ecologicamente dependentes das florestas e pode ser inclusive que algumas espécies vegetais dependam de algumas espécies de peixes para a dispersão de suas sementes. PINTO & UIEDA (2007) destacam a importância de itens alóctones na organização trófica em comunidades de peixes de riachos tropicais. Porém, os itens alóctones nem sempre passam a entrar imediatamente na cadeia trófica de peixes; muitos itens, em especial os de origem vegetal, passam por etapas sucessivas de transformações para então serem ingeridos indiretamente pelos peixes (UIEDA & MOTTA, 2007).

Da relação entre itens alóctones e autóctones houve consumo semelhante em termos quantitativos entre os períodos seco e chuvoso. Os itens alóctones demonstraram importância na ciclagem de nutrientes do sistema analisando-se os organismos autóctones na cadeia trófica, como larvas e ninfas de insetos aquáticos, que por sua vez são itens importantes na alimentação dos peixes de riachos de Bertioga. WEBSTER & BENFIELD (1986), estudaram os processos pelos quais passa um item alóctone, demonstrando em detalhes as suas etapas, que se inicia com a lixiviação do folhiço transportado do chão da floresta para o riacho, seguido pela colonização microbiana e posterior fragmentação mecânica pela ação de invertebrados. Nesta etapa, é intensa a ação de larvas e ninfas de insetos que

vão processar a fonte alimentar de diversas e sucessivas maneiras, como mastigar e retalhar (larvas de Trichoptera, ninfas de Plecoptera), coletar partículas em suspensão (larvas de Chironomidae), pastar sobre o material vegetal particulado que serve de substrato para o perifíton (ninfas de Ephemeroptera, larvas de Trichoptera) e exercer a ação predadora sobre outros grupos (ninfa de Odonata), e assim estabelecer a ciclagem de nutrientes através uma longa e diversificada cadeia envolvendo invertebrados consumidores em riachos (WALLACE & MERRIT, 1980; ALLAN, 1995).

Outra relação ecológica importante e que foi amplamente identificada neste sistema foram os compartilhamentos alimentares com ampla sobreposição de nichos. Sobreposição alimentar ou de nicho pode indicar a coexistência entre espécies e não é necessariamente um indicativo de competição severa (MATTHEWS, 1998).

Os ecossistemas lóticos como os riachos costeiros de Bertioga destacam-se pelo fato de que a maioria dos conceitos de ecologia de riachos enfatiza a característica impar do fluxo contínuo de águas, responsável por um estado contínuo de modificações espaciais como principal organizador das comunidades presentes (BELLIARD et al., 1999).

Desta forma, além das características ambientais, a disponibilidade de recursos, assim como a maneira como estes são repartidos entre os membros da comunidade variam em relação ao eixo longitudinal dos riachos (ANGERMEIER & SCHLOSSER, 1989). VANNOTE et al. (1980) elaboraram o conceito de rio contínuo, River Continuum Concept (RCC), que caracteriza os riachos como sistemas interligados longitudinalmente, em que processos em áreas à jusante são dependentes de processos que ocorrem à montante.

A dieta das espécies dos riachos de Bertioga demonstrou haver amplitude de itens alimentares indicando que as espécies são oportunistas e generalistas e segundo LOWE-McCONNELL (1997), em rios há o predomínio de espécies generalistas. A plasticidade trófica das espécies oportunistas de rios tropicais pode ocorrer devido à necessidade de utilizarem uma variedade de itens alimentares (TEIXEIRA et al., 2005).

Segundo POFF & ALLAN (1995), espécies oportunistas são frequentes em locais onde a disponibilidade de recursos é variável, o que reflete a situação dos riachos estudados, que sofrem grandes variações de volume d'água entre o período seco e chuvoso. Essas espécies possuem ampla plasticidade quanto à utilização dos ambientes, ocupando preferencialmente o canal dos rios (SABINO & CASTRO, 1990). Os riachos de Bertioga estudados indicam permitir que um elevado número de espécies coexista em uma mesma comunidade, e a maneira pela qual os recursos são divididos, assim como relatado por ESTEVES & GALETTI Jr. (1995).

A ictiofauna de riachos de restinga em Bertioga através das teias tróficas geradas demonstra ampla relação com a mata ciliar indicando que estes riachos podem sofrer com a degradação e a fragmentação, devido à mudança da cobertura vegetal, extrativismo desordenado, expansão urbana, ampliação da malha viária, poluição, formação de barragens e mineração de superfície (MIRANDA, 2012).

Desta forma, a preservação das Unidades de Conservação Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual Restinga de Bertioga mostram-se importantes, pois abrigam espécies fundamentais para as relações energéticas na ciclagem de nutrientes do sistema.

Os riachos, especialmente da restinga, sofrem com a degradação e a fragmentação, devido à mudança da cobertura vegetal, extrativismo desordenado, expansão urbana, ampliação da malha viária, poluição, formação de barragens e mineração de superfície (MIRANDA, 2012). Desta forma, a preservação das Unidades de Conservação Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual Restinga de Bertioga mostram-se importantes, pois abrigam espécies ameaçadas e endêmicas.

5. CONCLUSÃO

Os riachos de Bertioga apresentaram características estruturais, físicas e químicas diferentes, especialmente entre os riachos de águas claras e escuras e houve foram características que influenciaram na estrutura da comunidade de peixes.

Sazonalidade ambiental foi registrada somente com os dados limnológico (pH, temperatura da água, condutividade, nitrito, nitrato, nitrogênio total e fósforo total).

As espécies que foram registradas somente nos riachos de águas claras foram: *Acentronichthys leptos*, *Characidium japuhybense*, *Characidium lanei*, *Kronichthys heylandi*, *Pseudotothyris obtusa* e *Rhamdioglanis frenatus*.

Nos riachos de águas escuras *Hyphessobrycon bifasciatus* foi a única espécie exclusiva.

As espécies *G. pantherinus*, *M. microlepis* e *H. multifasciatus* foram as mais representativas quando observado a quantidades de conectividade dentro das redes tróficas geradas.

Uma característica nas teias tróficas dos riachos de Bertioga foi o elevado número de ligações de intensidade fraca. Além da divisão entre material alóctone e autóctone consumido pelos peixes. A estruturação trófica apresentou amplo espectro alimentar, indicando que os peixes dos riachos de Bertioga apresentam elevada plasticidade trófica.

A biodiversidade aquática em uma área de proteção ambiental está principalmente relacionada aos serviços ecossistêmicos, como a ciclagem de nutrientes e a produção primária.

Os riachos que se localizam nas duas Unidades de Conservação em Bertioga precisam permanecer íntegros, pois exigem a exploração de todas as possíveis soluções de conservação. Estas UCs são importantes na manutenção das condições naturais dos ecossistemas aquáticos e suas comunidades.

Mudanças nos riachos de Bertiooga podem causar uma série de danos ambientais que, por sua vez, geram mudanças as quais ameaçam as espécies e os serviços ecossistêmicos, necessários para a manutenção da vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILHOA, V., DUBOC, L.F., AZEVEDO-FILHO, D.P. 2008. A comunidade de peixes de um riacho de Floresta com Araucária, alto rio Iguaçu, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25(2): 238-246.
- ABILHOA, V., H. BORNATOWSKI & G. OTTO. 2009. Temporal and ontogenetic variations on feeding habits of *Hollandichthys multifasciatus* (Teleostei: Characidae) in coastal Atlantic rainforest streams, southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(3): 415-420.
- ALLAN, J.D. 1995. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 388 pp.
- AMARAL, M.F., ARANHA, J.M.R., MENEZES, M.S. 1998. Reproduction of the freshwater catfish *Pimelodella pappenheimi* in southern Brazil. *Studies Neotropical Fauna & Environmental* 33:106-110.
- ANGERMEIER, P.L. & SCHLOSSER, I.J. 1989. Species-area relationships for stream fishes. *Ecology* 70(5):1450-1462.
- ARANHA, J.M.R., TAKEUTI, D.F. & YOSHIMURA, T.M. 1998. Habitat use and food partitioning of the fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. *Revista de Biología Tropical* 46(4): 951-959.
- BARRETO, A.P. & ARANHA, J.M.R. 2005. Assembleia de peixes de um riacho de Floresta Atlântica: composição e distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). *Acta Sci. Biol. Sci.* 27(2):153-160.
- BARRETO, A. P. & ARANHA, J. M. R. 2006. Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica,

- Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(3): 779-788.
- BATAGELJ, V. & MRVAR, A. 1996. Pajek: program for analysis and visualization of large networks (Reference Manual). Ljubljana University.
- BELLIARD, J., BOËT, P. & TALES, E. 1997. Regional and longitudinal patterns of fish community structure in the Seine River basin, France. *Environ. Biol. Fishes* 50(2):133-147.
- CAMELIER, P. & ZANATA, A.M. 2014. Biogeography of freshwater fishes from the Northeastern Mata Atlântica freshwater ecoregion: distribution, endemism, and area relationships. *Neotropical Ichthyology* 12(4), 683-698. Epub January 09, 2015. <https://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20130228>
- CASATTI, L. & CASTRO, R. M. C. 1998. A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. *Ichthyological Explorations 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* 1(1).
- CASATTI, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*. 2 (2).
- CASTILHO, A.L.H. 2010. Itatinga – a hidrelétrica e seu legado. São Paulo. Editora Neotropica. 1ª Ed. 98 p.
- CASTRO, R. M. C. 1999. Evolução da Ictiofauna de Riachos Sul-Americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: Caramaschi, E.P; Mazzone, R.; Bizerril, C.R.S.F. Peres-Neto, P. R (Ed.). *Ecologia de Peixes de Riachos: estado atual e perspectivas. Oecologia Brasiliensis*, v. VI, Rio de Janeiro, p. 139-155.

- COSTA, W.J.M. 1987. Feeding habits of a fish community in a tropical coastal stream, rio Mato Grosso, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 22(3): 145-153.
- COWX, I.G., COLLARES-PEREIRA, M.J. 2002. Freshwater fish conservation: options for the future: M. Collares-Pereira, M. Coelho & I. Cowx (eds), *Conservation of Freshwater Fishes: Options for the Future*. Oxford, Blackwell Science p. 443–452.
- DEUS, C. P. & PETRERE-JUNIOR, M. 2003. Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil." *Brazilian Journal of Biology*. 63.4: 579-588.
- DORIA, C.R. & ADRIAN, I.F. Variation in energy content of somatic and reproductive tissues related to the reproductive cycle and feeding of female *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) and *Schizodon borelli* (Boulenger, 1985) (Characiformes, Anostomidae). *Revista Unimar*, 19(2): pp.421-437, 1997.
- DUNSON, W. A., SWARTS, F. and SILVESTRI, M. 1977. Exceptional tolerance to low pH of some tropical blackwater fish. *J. Exp. Zool.* 201, 157-162.
- ELTON, M. 1997. Hawthorne and the western electric company. In: Pugh, Dereks. *Organization theory, Selected Readings*, London, Penguin Books.
- ESTEVES, K.E. & LOBÓN-CERVIÁ, J. 2001. Composition and trophic structure of a fish community of a clear water Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 62:429-440.
- ESTEVES, K.E. & GALETTI Jr., P.M. 1995. Food partitioning among some characids of a small Brazilian foodplain lake from the Paraná River basin. *Env. Biol. Fish* 42:375-389.
- ESTEVES, F. A. 1999. *Fundamentos de Limnologia*, 2ª ed., Interciência: Rio de Janeiro.

- FERREIRA, F.C. & PETRERE, M. 2009. Fish zonation of the Itanhaém river basin in the Atlantic Forest of southeast Brazil. *Hydrobiologia* 636: 11-34.
- FERREIRA, F.C.; SILVA, A.T.D.; GONÇALVES, C.D.S. 2014. Disentangling the influences of habitat structure and limnological predictors on stream fish communities of a Coastal Basin, Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 12(1), 177-186.
- FOGAÇA, F.N.O.; J.M.R. ARANHA, & M.L.P. ESPER. 2003. Ictiofauna do rio do Quebra (Antonina, PR, Brasil): Ocupação espacial e hábito alimentar. *Interciência*, Rio de Janeiro, 28 (3): 168- 173.
- GALINDO-LEAL, C. & I.G. CÂMARA. 2003. Atlantic forest hotspots status: an overview. in C. Galindo-Leal & I.G. Câmara (eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. pp. 3-11. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, D.C.
- GERHARD, P.; MORAES, R.; MOLANDER, S. 2004. Stream fish communities and their associations to habitat variables in a rain forest reserve in Southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 71:321-340.
- GÉRY, J. 1977. *Characoids of the World*. Neptune City, T.F.H. Publications, 672 pp.
- GOMES, J.H.C. & J.R. VERANI. 2003. Alimentação de espécies de peixes no reservatório de Três Marias, p. 195-227. In: H.P. GODINHO & A.L. GODINHO (Eds). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte, CNPq/PADCT, Editora PUC Minas, 468p.
- GOMIERO, L.M., BRAGA, F.M.S. 2006. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Brycon opalinus* (Pisces, Characiformes) no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Science* 28 (2):135-141.
- GONÇALVES, C.S; BRAGA, F.M.S. 2012. Changes in ichthyofauna composition along a gradient from clearwaters to blackwaters in coastal

- streams of Atlantic forest (southeastern Brazil) in relation to environmental variables. *Neotropical Ichthyology* 10(3):675–684.
- GONÇALVES, Cristina da Silva. 2012. Distribuição e alimentação de peixes em riachos costeiros de Mata Atlântica, sudeste do estado de São Paulo.
- GOULDING. M. 1980. *The Fishes and the Forest: explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 280p.
- GUIMARÃES, A.T.B.; MENEZES, M.S. & PERET, A.C. 2010. Ichthyofauna composition related to physiography in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. *Biota Neotropica* 10(2):57-65.
- HUXEL, G.R. & MCCANN, K. 1998. Food web stability: the influence of trophic flows across habitats. *The American Naturalist*, 152(3): 460-469.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI - Peixes. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio. 1232p.
- KOROLEFF, F. 1976. Determination of nutrients: method of seawater analysis. In: GRASSHOFF, K. (Ed.). *Method of seawater analysis*. New York: Verlag Chemie Weinheim, 1976. P 125-31.
- KUBITZA, F. 2003. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Ed. F. Kubitza: Jundiaí. 229p.
- LAMPERT, V.R.; M.A. AZEVEDO, & C.B. FIALHO. 2003. Hábito alimentar de *Mimagoniates microlepis* Steindachner, 1876 (Characidae: Glandulocaudinae) do canal de ligação entre as lagoas Emboaba e Emboabinha, Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS, Porto Alegre*, 16 (1): 3-16.

- LOWE-MCCONNELL, R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge, University Press, XIII+382p.
- LUCENA, C.A., CALEGARI, B., PEREIRA, E. & DALLEGRAVE, E. 2013. O uso de óleo de cravo na eutanásia de peixes. Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia, vol. 105, pp. 20-24.
- MAGURRAN, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Science, 256p.
- MAIER, M.H. 1978. Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos. Boletim do Instituto de Pesca 5 (2): 75-90.
- MALABARDA, L. R. 2006. [review] O.T. OYAKAWA, A. AKAMA, K. C. MAUTARI & J. C. Nolasco. Peixes de riachos da Mata Atlântica nas Unidades de Conservação do Vale do Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo, Neotropical Ichthyology (4): 377-378.
- MARCENIUK, A.P. & HILSDORF, A.W.S. 2010. Peixes: das cabeceiras do rio Tietê e Parque das Neblinas. Editora Canal6, Bauru, SP, 160p.
- MATTHEWS, W. J. 1998. Patterns in freshwater ecology. New York, Chapman & Hall. 756p.
- MATTOX, G.M.T. & IGLESIAS, J.M.P. 2010. Ichthyofauna of Rio Jurubatuba, Santos, São Paulo: a high diversity refuge in impacted lands. Biota Neotropica 10(1):107-114.
- MAZZONI, R. & L. D. S. Costa. 2007. Feeding ecology of stream dwelling fishes from a coastal stream in the Southeast of Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 50(4): 627- 635.
- MAZZONI, R. & SILVA, A.P.F. 2006. Aspectos da história de vida de *Bryconamericus microcephalus* (Miranda Ribeiro) (Characiformes, Characidae) de um riacho costeiro de Mata Atlântica, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 23.1:228-233.
- MAZZONI, R., ARAÚJO, R.R.D.S., SANTOS, G.C.T.D., & IGLESIAS-RIOS, R. 2010. Feeding ecology of *Phalloceros anisophallos* (Osteichthyes:

- Cyprinodontiformes) from AndorinhaStream, Ilha Grande, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 8(1):179-182.
- MAZZONI, R., FENERICH-VERANI, N. & CARAMASCHI, E.P. 2000. Electrofishing as a sampling technique for coastal stream fish populations and communities in the Southeast of Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 60(2):205-216
- MENEZES, M..S, CARAMASCHI, E.P. 1994. Características reprodutivas de *Hypostomus* Grupo *H. punctatus* no rio Ubatiba, Maricá, RJ (Osteichthyes, Siluriformes). *Revista Brasileira Biologia* 54:503-513.
- MENEZES, N.A. & WEITZMAN, S.H. 2009. Systematics of the neotropical fish subfamily Glandulocaudinae (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology* 7(3):295-370.
- MIRANDA, J.C. 2012. Ameaças aos peixes de riachos da Mata Atlântica. *Natureza On Line* 10:136-139.
- OBERDORFF T., HUGUENY B., VIGNERON T. 2001. Is assemblage variability related to environmental variability? An answer for riverine fish. *Oikos* 93(3):419–442.
- ODUM, E. P. 1988. *Ecologia*. Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 434 p.
- OYAKAWA, O.T. and N.A. MENEZES. 2011. Checklist of fresh water fishes from São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica* 11(1): 1–13
- OYAKAWA, O.T., A. AKAMA, K.C. MAUTARI and J.C. NOLASCO. 2006. *Peixes de Riacho da Mata Atlântica*. São Paulo: Neotropica. 201 pp.
- OYAKAWA, O.T., MENEZES, N.A., SHIBATTA, O.A., LIMA, F.C.T., LANGEANI, F., PAVANELLI, C.S., NIELSEN, D.T.B. & HILSDORF, A.W.S. 2009. Peixes de água doce. In *Fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo: vertebrados*. (M.P. Bressan, M.C.M. Kierulff & A.M. Sugieda, eds). Imprensa Oficial, São Paulo, p.349-424. PAYNE, 1986)

- PINTO, T.L.F. & UIEDA, V.S. 2007. Aquatic insects selected as food for fishes of a tropical stream: are there spacial and seasonal differences in their selectivity? *Acta Limnologica Brasileira* 19(1):67-78.
- POFF, N. L., & J. D. ALLAN. 1995. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hydrological variability. *Ecology* 76:606–627
- POWER, M.E. & DIETRICH, W.E. 2002. Food webs in river networks. *Ecol. Res.*, 17:451-471.
- PUSEY, B.J., READ, M.G. & ARTHINGTON, A.H. 1995. The feeding ecology of freshwater fishes in two rivers of the Australian wet tropics. *Environmental Biology of Fishes* 43: 85-103.
- REZENDE, C. F. & MAZZONI, R. 2003. Aspectos da alimentação de *Bryconamericus microcephalus* (Characiformes, Tetragonopterinae) no Córrego Andorinha, Ilha Grande RJ. *Biota Neotropica* 3(1):1-6.
- REZENDE, C. F. & MAZZONI, R. 2006. Disponibilidade e uso de recursos alóctones por *Bryconamericus microcephalus* (Miranda-Ribeiro).
- REZNICK, D.N. & J.A. ENDLER. 1982. The impact of predation on life history evolution in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*). *Evolution*, 36:160-177. (Actinopterygii, Characidae), no córrego Andorinha, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(1).
- RINCÓN, P. A. 1999. Uso do micro-hábitat em peixes de riacho: métodos e perspectivas. In: CARAMACHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (Eds.). *Ecologia de Peixes de Riacho*. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, *Oecologia Brasiliensis* p. 23-90.
- ROLLA, A.P.P.R., ESTEVES, K.E., ÁVILA-DA-SILVA, A.O. 2009. Feeding ecology of a stream fish assemblage in an Atlantic Forest remnant (Serra do Japi, SP, Brazil). *Neotropical Ichthyology* 7(1):65-76.
- ROSSI, L.; CORDIVIOLA, E.; PARMA, M.J. In: IRIONDO, M. H., PAGGI, J.C. & PARMA, M.J. 2007. (Eds.). *The middle Paraná river: Limnology of a subtropical wetland*. Berlim: Springer.

- SABINO, J. & SILVA, C.P.D. 2004. História natural de peixes da Estação Ecológica Juréia-Itatins, pp: 230-242. IN: Estação Ecológica Juréia-Itatins – Ambiente Físico, Flora e Fauna. O.A.V. Marques & V. Duleba (eds.). Holos Editora, 384 p.
- SABINO, J. & CASTRO, R.M.C. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta Atlântica (sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 50(1): 23-26.
- SABINO, J. & ZUANON, J. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 8(3): 201-210.
- SANTOS, I.; FILL, H.D.; SUGAI, M.R.; BUBA, H.; KISHI, R.T.; MARONE, E.; LAUTERT, L.F. 2001. *Hidrometria Aplicada*. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento, 372p.
- SANTOS, J.A.P. & ESTEVES, K.E. 2011. The fish fauna of an Atlantic Forest conservation area in the largest urban center of South America (São Paulo, SP, Brazil) and its relationship to some environmental factors. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* Vol. 49(2), 135–150
- SERRA, J. P., CARVALHO, F. R. & LANGEANI, F. 2007. Ichthyofauna of the rio Itatinga in the Parque das Neblinas, Bertioga, São Paulo State: composition and biogeography. *Biota Neotropica* 7(1):81-86.
- SETZER, J. 1966. *Atlas climatológico do Estado de São Paulo*. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Paraguai. São Paulo, CESP.
- SILVA, F.S.D., DEUS, J.R.M., HILSDORF, A.W. 2006. The upper reached ichthyofauna of the Tietê River, São Paulo, Brazil: aspects of their diversity and conservation. *Biodiversity and Conservation* 15(11):3569-3577.
- SILVA, V. P. G. 2018. *Simpatria entre duas espécies de peixes invertívoras de Bertioga (SP)*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos-UFSCar.

- STRICKLAND, J.D. & PARSONS, T.R.A. 1960. A manual of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bel. Can., Canadá, 125: 1-185.
- TEIXEIRA, T.P., PINTO, B.C.T., TERRA, B.F., ESTILIANO, E.O., GARCIA, D. & ARAÚJO, F.G., 2005. Diversidade das assembleias de peixes nas quatro unidades geográficas do rio Paraíba do Sul. Iheringia, Sér. Zool., 95(4): 347-357.
- TER BRAK C.J.F., SMILAUER P. 2002. CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's Guide, Software
- UIEDA, V.S. & W. UIEDA. 2001. Species composition and spatial distribution of a stream fish assemblage in the east coast of Brazil: comparisons of two field study methodologies. Brazilian Journal of Biology, 61(3):377-388.
- VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. 1980. The River Continuum Concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37(1):130-137.
- VAZZOLER, A.E.A.M., MENEZES, N.A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysa). Revista Brasileira Biologia 52(4):627-640.
- VIEIRA, D.B. & SHIBATTA, O.A. 2007. Peixes como indicadores da qualidade ambiental do ribeirão Esperança, município de Londrina, Paraná, Brasil. Biota Neotropica 7(1).
- VIEIRA, D.B. & SHIBATTA, O.A. 2007. Peixes como indicadores da qualidade ambiental do ribeirão Esperança, município de Londrina, Paraná, Brasil. Biota Neotropica 7(1).
- VITULE, J.R.S., M.R. BRAGA & J.M.R. ARANHA. 2008. Ontogenetic, spatial and temporal variations in the feeding ecology of *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Teleostei: Characidae) in a Neotropical stream from the Atlantic rainforest, southern Brazil. Neotropical Ichthyology 6(2): 211-222.

- WALLACE, J.B. & MERRIT, R.W. 1980. Filter-feeding ecology of aquatic insects. *Annu. Rev. Entomol.* 25:103-132.
- WALSH, M. & P. RANKINE. 1979. Observations on the diet of mackerel in the North Sea and to the west of Britain. *International Council for the Exploration of the Sea*, 8p.
- WEBSTER, J.R. & BENFIELD, E.F. 1986. Vascular plant breakdown in freshwater ecosystem. *Annu. Rev. Ecol. System.* 17:567-594.
- WIEGERT, R. G., 1968. Thermodynamic considerations in animal nutrition. *American Zoologist*, 8: 71–81.
- WIENS, JA. 2002. Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology* 47: 501–515.
- WOOTTON, R.J. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman & Hall, New York.
- WURTS, W.A.; DURBOROW, R.M. 1992. Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. *Aquaculture program*. SRAC-public, n .464, p. 1-4.

6. ANEXO

