

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**ORGANIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES EM RIACHOS DE ÁGUA
PRETA DE MATA ATLÂNTICA**

Marcelo Horikoshi Candido da Silva

Orientadora: Katharina Eichbaum Esteves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo
Outubro - 2017**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**ORGANIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES EM RIACHOS DE ÁGUA
PRETA DE MATA ATLÂNTICA**

Marcelo Horikoshi Candido da Silva

Orientadora: Katharina Eichbaum Esteves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo
Outubro- 2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

S586o

Silva, Marcelo Horikoshi Candido da
Organização da comunidade de peixes em riachos de água preta de Mata Atlântica / Marcelo Horikoshi Candido da Silva – São Paulo, 2017
vii, 64f. ; il. ; gráf.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientadora: Katharina Eichbaum Esteves

1. Mesohabitat. 2. Folhicho. 3. Troncos . 4. Mata Atlântica. Ictiofauna.
6. Complexidade Estrutural. I. Esteves, Katharina Eichbaum. II. Título.

CDD 574

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**“ORGANIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES EM
RIACHOS DE ÁGUA PRETA DE MATA ATLÂNTICA”**

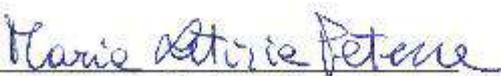
AUTOR: Marcelo Horikoshi Candido Silva

ORIENTADOR: Katharina Eichbaum Esteves

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Pesca, pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. Katharina Eichbaum Esteves



Profa. Dra. Maria Letizia Petesse



Profa. Dra. Claudia Eiko Yoshida

Data da realização: 20 de outubro de 2017



Presidente da Comissão Examinadora
Profa. Dra. Katharina Eichbaum Esteves

“No fim, todos os meses planejando e preparando se resumem a 5 minutos de
tiroteio”

Stephen King

Dedico este trabalho aos meus pais, familiares e amigos que me ajudaram de alguma forma durante todo este processo e acima de tudo, dedico a mim, por ter conseguido superar e resolver os obstáculos que me apareceram.

Agradecimientos

Agradecimentos

Agradeço os meus pais, Marisa Ayako Horikoshi da Silva e Romão Candido da Silva, por todo apoio e suporte, que me ajudaram a superar todos os momentos de dificuldade.

À minha irmã Bruna Horikoshi Candido, por ter me alegrado em momentos de tristeza.

Ao meu irmão Renato Horikoshi Candido da Silva, por ter me ajudado com seu bom humor durante os períodos de coleta e que, apesar da ausência de compromisso financeiro pôde me ajudar com muito fervor e boa vontade.

Ao meu amigo Ronaldo de Flores Bernardino, por ter me auxiliado durante grande parte do período de coleta, apesar da ausência do compromisso financeiro, pode me ajudar com muito fervor e boa vontade.

Ao meu primo Ricardo Yoichi Tsutsumiuchi, por ter me ajudado durante os momentos de estresse.

A Celina Gonzaga de Oliveira, por ter me dado apoio durante os momentos difíceis e sempre estar disposta para me animar e me ajudar.

Ao meu amigo Daniel Takasaki Gamberini que sempre foi solícito em me fornecer sua amizade como apoio.

Ao meu amigo Rodrigo Canela Dias, que sempre me ajudou a procurar o lado bom das coisas e sempre se prontificou para me auxiliar em qualquer eventualidade.

À Pesquisadora Dra. Katharina Eichbaum Esteves por ter me aceitado e me orientado durante todo o mestrado. Agradeço todos os ensinamentos, dedicação e paciência que teve comigo.

À Pesquisadora Maria Letizia Petesse, por ter me auxiliado durante todo o processo de análises estatísticas, por ter me encorajado a não desistir e principalmente pelos ensinamentos passados.

À Maressa Helena Nanini Costa, por ter me ajudado e me socorrido durante todo o período do Mestrado, ajudando em todas as etapas, além de ter sido uma ótima amiga e me fornecido apoio moral para continuar o mestrado.

Ao João Alberto Santos, por ter me ajudado a sanar diversas dúvidas.

Ao Instituto de Pesca/APTA/SAA e ao programa de Pós-graduação e a todos os professores que ministraram as disciplinas que cursei durante o mestrado, contribuindo assim para minha formação profissional.

A todos os funcionários que trabalham no Instituto de Pesca, que me ajudaram de forma direta e indireta, especialmente ao Ocimar por ser sempre prestativo.

A CAPES, pelo auxílio a bolsa de pesquisa durante todo o mestrado.

À FAPESP, pelo auxílio financeiro concedido (Proc. 2015/26728-6) que possibilitou a execução deste projeto.

Ao Senhor João Batista Pinheiro da Silva e a dona Marizete Ramos dos Santos que nos acompanharam e auxiliaram durante o período de coleta em Bertioga, dentro da propriedade do grupo Peralta.

Ao Sr. Bolívar Barbanti da Secretaria de meio Ambiente de Bertioga, juntamente com sua equipe, por ter acompanhado e auxiliado durante as coletas.

Ao setor de Química Orgânica da CETESB e Gilson Alves Quináglia pelas análises de água.

Aos professores Oswaldo Oyakawa e Flávio C. T. de Lima, pelo auxílio na identificação do material.

À Doutora Claudia Yoshida por ter sido membro da banca examinadora, auxiliando assim no aperfeiçoamento da tese.

Ao grupo Peralta, por permitir a realização de parte do estudo em sua propriedade

Ao Instituto Florestal (Processo SMA: 260108 – 003.286/2016); ao SISBIO (Nº 54432-1) pela autorização de coleta.

Aos meus amigos que me trouxeram alegria durante todo o período da pós-graduação, que de alguma forma puderam me ajudar a ganhar mais forças para trilhar este caminho, agradecimento especial para: Alessandro Cardoso, Cícero Romão Silva, Danilo França, Eduardo Hanashiro, Flávio Alves Pereira, Felipe Martins de Oliveira, Fernando Henrique Costa, Guilherme Midler, Heitor Yoishiura, Karen de Souza Ferreira, Thiago Harada.

Sumário

Sumário

Agradecimentos	i
Sumário	iv
Resumo	vi
Abstract	vii
Introdução geral	1
Caracterização da área de estudo	4
Objetivos gerais	8
Referências bibliográficas	9
CAPÍTULO 1 ORGANIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES EM RIACHOS DE ÁGUA PRETA DE MATA ATLÂNTICA	14
Resumo	15
Abstract	16
1. Introdução	17
2. Material e Métodos	19
2.1. Área de estudo	19
2.2. Caracterização dos mesohabitats	22
2.3. Coleta de peixes	24
2.4. Análise dos dados	25
3. Resultados	27
3.1. Dados ambientais do trecho	27
3.2. Dados ambientais dos mesohabitats	27
3.3. Ictiofauna	30
4. Discussão	37
4.1 Fatores abióticos	37
4.2 Ictiofauna	38
5. Agradecimentos	41
6. Referências bibliográficas	42
Considerações finais	51

Resumo

Estudos em escala de mesohabitat são importantes para a compreensão da distribuição de organismos aquáticos, representando uma escala espacial relacionada à ecologia, estrutura e função do ecossistema. Para verificar a influência de três diferentes mesohabitats sobre a composição, estrutura e distribuição da ictiofauna em riachos de águas pretas de mata Atlântica, foram amostrados 14 riachos de águas pretas distribuídos em três sub-bacias da Baixada Santista e em uma do Litoral Norte do Estado de São Paulo. Os três mesohabitats foram classificados de acordo com o substrato (areia, folhiço e tronco), sendo realizada uma caracterização física dos habitats e coletados peixes com um equipamento de pesca elétrica em 41 mesohabitats, resultando na obtenção de 459 indivíduos e 15 espécies. A Análise de Componentes Principais (PCA) dos dados morfo-hidrológicos indicou semelhanças entre os mesohabitats, porém foi possível observar que os mesohabitats de folhiço estiveram associados a uma maior cobertura vegetal e profundidade. Além disso, a PCA realizada com os atributos da comunidade revelou que folhiço e troncos apresentaram maior densidade e biomassa de peixes, o que pode ser explicado pela maior complexidade estrutural, disponibilidade de alimentos e abrigos nestes ambientes. *Mimagoniates microlepis* foi a espécie mais abundante, apresentando ampla distribuição, enquanto que *Astyanax taeniatus*, *Geophagus brasiliensis* e *Cyphocharax santacatarinae* estiveram restritas ao mesohabitat de folhiço. Conclui-se que mesohabitats de riachos de águas pretas apresentam maior homogeneidade do que a verificada em riachos de águas claras de Mata Atlântica, o que se reflete em alguns atributos da ictiofauna. Todavia, ocorrem semelhanças com riachos de águas pretas da região Amazônica, onde o folhiço representa o local de maior densidade e biodiversidade íctica.

Palavras-chave: Mesohabitat; Folhiço; Troncos; Mata Atlântica; Ictiofauna; Complexidade Estrutural

Abstract

Mesohabitat scale studies are important for the understanding of the distribution of aquatic organisms, representing a spatial scale related to the ecology, structure and function of the ecosystem. In order to verify the influence of three different mesohabitats on the composition, structure and distribution of ichthyofauna in blackwater rivers, 14 blackwater rivers were distributed in three sub-basins of the Baixada Santista, and one in the Northern Coast of the State of São Paulo. Mesohabitats were classified according to the substrate (sand, leaf litter and trunks), and a physical characterization of the habitats performed. Fish were sampled in 41 mesohabitats with an electric fishing equipment, resulting in 459 individuals belonging to 15 species. The Principal Components Analysis (PCA) of the morpho-hydrological data indicated similarities between the mesohabitats, but it was possible to observe that the leaf-litter mesohabitats were associated with higher vegetal cover and depth. In addition, the PCA performed with the community attributes, revealed that leaf-litter and trunks presented higher fish density and biomass, which can be explained by the greater structural complexity, food availability and shelter in these environments. *Mimagoniates microlepis* was the most abundant species, presenting a wide distribution, while *Astyanax taeniatus*, *Geophagus brasiliensis* and *Cyphocharax santacatarinae* were restricted to the leaf-litter mesohabitat. It is concluded that black water river mesohabitats present greater homogeneity than that verified in clear water Atlantic Forest rivers, which is reflected in some fish community attributes. However, there are similarities with Amazonian blackwater rivers, where leaf litter are the sites of highest fish density and biodiversity.

Key-words: Mesohabitat; Leaf-litter; Trunks; Atlantic Forest; Ichthyofauna; Structural Complexity

Introdução geral

Introdução geral

A Mata Atlântica é um dos biomas de maior diversidade mundial, que abriga muitas espécies endêmicas (MITTERMEIER *et al.*, 2004), sendo considerada um hotspot de conservação global, devido à alta diversidade e endemismo. Todavia, devido à grande pressão antropogênica, sofreu uma grande perda de habitat, mantendo apenas 8,5% dos remanescentes florestais (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2016). Segundo MMA (2017), a Mata Atlântica é formada por um conjunto de formações florestais, além de manguezais, campos de altitude e restingas.

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). Este valor corresponde à aproximadamente 15% do total estimado para o território brasileiro, sendo que deste total, 57 espécies foram registradas na Bacia Litorânea (OYAKAWA & MENEZES, 2011). Ainda, de acordo com ABILHOA *et al.* (2011), 70% dos peixes de água doce da Mata Atlântica podem ser considerados exclusivos das drenagens costeiras.

Riachos de Mata Atlântica podem ser classificados em riachos de águas claras, originários das escarpas da Serra do Mar e alimentados pelas chuvas, e riachos de águas pretas, que são ambientes de águas lentas que drenam as planícies aluviais de restinga. Estes são ricos em ácidos húmicos, possuindo uma cor escura, baixo pH e teor de nutrientes, e uma baixa diversidade, apresentando uma ictiofauna bastante específica (POR, 1992).

Rios e riachos podem ser considerados sistemas hierárquicos de manchas que diferem em idade, tamanho e condições ambientais (BEISEL *et al.*, 1998), e sua complexidade estrutural pode ser entendida como um mosaico de mesohabitats tais como poções e corredeiras, que são claramente

delimitados por diferentes combinações de corrente, profundidade e composição do substrato (ANGERMEIER & SCHLOSSER, 1989). Os mesohabitats são definidos subjetivamente como unidades de habitat aparentemente uniformes e visualmente distintas (ARMITAGE *et al.* 1995; ARMITAGE E PARDO, 1995), resultantes da interação entre forças hidrológicas e geomorfológicas (TICKNER *et al.* 2000, JÄHNIG *et al.* 2009).

A organização das assembleias de peixes é reflexo das complexas estruturas presentes nos riachos, sendo influenciada pelo conjunto de fatores bióticos e abióticos, que afetam a distribuição e abundância das espécies (WOOTTON, 1998). Estas características podem também ser fortemente alteradas pela distribuição de manchas de habitats que controlam a distribuição de fontes alimentares (PETTY & GROSSMAN, 1996). Além disto, alguns estudos têm demonstrado uma forte relação entre a composição de espécies de peixes e mesohabitats (SCHLOSSER, 1982; LOBB & ORTH, 1991; POUILLY, 1993; REZENDE *et al.*, 2010, ALCARAZ-HERNANDEZ *et al.*, 2011).

Diversos estudos têm avaliado aspectos ecológicos das comunidades de peixes em riachos de Mata Atlântica nas décadas recentes, focando na distribuição de peixes, guildas tróficas, reprodução e aspectos comportamentais (MENEZES *et al.*, 2007), porém ainda existem muitas lacunas de informações, como a distribuição de peixes, abundância, processos de dispersão e outras informações básicas (ABILHOA *et al.*, 2011). Alguns destes estudos foram realizados em riachos de águas claras da Mata Atlântica, abordando especificamente a questão da distribuição das espécies de acordo com mesohabitats como poções e corredeiras (REZENDE *et al.*, 2010). Outros têm abordado a distribuição em nível de bacia, procurando verificar a qualidade de riachos de Mata Atlântica através de índices multimétricos (TERRA *et al.*, 2013 a,b; TERRA *et al.*, 2015).

No Brasil, existem alguns estudos com enfoque voltado para a questão da organização das assembleias em mesohabitats, podendo citar-se os de BÜHRNHEIM & COX-FERNANDES (2003) em igarapés da Amazônia, LANGEANI *et al.* (2005) em um tributário do Rio Tietê, REZENDE *et al.* (2010) em um riacho costeiro de Mata Atlântica, e COSTA *et al.* (2013) em um rio na

Bacia do Paraíba do Sul. Todavia os problemas metodológicos e teóricos relacionados com a identificação de mesohabitats e transferência das classificações utilizadas entre riachos ainda precisam ser melhor resolvidos, e as metodologias aperfeiçoadas (HARVEY & CLIFFORD, 2009).

Atualmente, o número de estudos com relação à comunidade de peixes é consideravelmente maior nos riachos de águas claras do que em águas pretas (SABINO & CASTRO, 1990; PERES-NETO *et al.*, 1995; MAZZONI & LOBÓN-CERVIA, 2000; MAZZONI *et al.*, 2000; ESTEVES & LOBÓN-CERVIA, 2001; UIEDA & UIEDA, 2001; MAZZONI & IGLESIAS-RIOS, 2002; MAZZONI *et al.*, 2002; DUFECH *et al.*, 2003; MAZZONI & REZENDE, 2003; REZENDE & MAZZONI, 2003; BRAGA, 2004; GERHARD *et al.*, 2004; MAZZONI *et al.*, 2004; PERES-NETO, 2004; SABINO & SILVA, 2004; BARRETO & ARANHA, 2005; BRAGA, 2005; BRAGA & ANDRADE, 2005; BARRETO & ARANHA, 2006; TERRA, *et al.*, 2013 a,b; TERRA *et al.*, 2015). No Brasil, estudos sobre a ictiofauna em riachos de águas pretas restringem-se a alguns estudos na Amazônia (HENDERSON & WALKER, 1990; HENDERSON & CRAMPTON, 1997; SAINT-PAUL *et al.*, 2000) e estudos pontuais na Mata Atlântica (FERREIRA, 2007; GONÇALVES & BRAGA, 2012).

Considerando que estudos em escala de mesohabitat são de fundamental importância para a compreensão da distribuição de organismos aquáticos (BEISEL *et al.* 2000), e que os mecanismos que estruturam a comunidade de peixes em riachos de águas pretas são pouco conhecidos, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes habitats sobre a composição e estrutura da ictiofauna nestes ambientes.

Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado nas UGHRIs da Baixada Santista e Litoral Norte do Estado de São Paulo, compreendendo as bacias dos Rios Guaratuba, Itapanhaú, Itaguaré e Una. Os riachos estudados foram selecionados em três áreas distintas, compreendendo a Unidade de Conservação de Proteção Integral “Parque Estadual das Restingas de Bertiooga” (PERB); uma área particular conhecida como Fazenda Jimbuíbas, e

outra próxima à Reserva Indígena do Rio Silveira, no Município de São Sebastião.

A região estudada, especialmente no município de Bertioga, é representada por planícies costeiras de pequeno porte, com presença esparsa de restos de terraços marinhos pleistocênicos e sistemas fluviais atuais transversais e paralelos à linha de costa, ao longo da qual se desenvolve um complexo vegetacional com características florísticas e estruturais bastante peculiares, que se forma ao longo de um gradiente entre o mar e a Serra do Mar (MARTINS *et al.*, 2008). Na região predomina a vegetação de restinga, considerada um conjunto de comunidades vegetais fisionomicamente distintas, sob influência marinha e fluvio-marinha, distribuídas em mosaico (Fig.1). Este tipo de vegetação ocorre em áreas de grande diversidade ecológica, sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo do que do clima (MARTINS *et al.*, 2008).



Figura 1: Aspecto geral da região de estudo, mostrando riachos de águas pretas característicos da região de restinga da Mata Atlântica na região de Bertioga, SP. (Fonte: <http://sosriosdobrasil.blogspot.com.br/2010/03/sos-restinga-e-mangue-de-bertioga.html>).

No presente estudo foram selecionados 14 riachos de águas pretas (Fig. 2), caracterizados por serem ambientes lodosos, de águas lentas, que drenam as planícies aluviais de restinga (POR, 1992). Em cada riacho foram estudados três mesohabitats com tipologias diferentes, compreendendo substratos formados por areia, troncos e folhiço. (Fig. 3 A,B,C)



Figura 2. Visão geral de dois riachos típicos de águas pretas estudados, localizados na região litorânea do Estado de São Paulo e pertencentes às UGHRIs da Baixada Santista e Litoral Norte.



Figura 3. Aspecto geral dos mesohabitats amostrados nos riachos de águas pretas da região litorânea do Estado de São Paulo (UGHRIs da Baixada Santista e Litoral Norte). A: Mesohabitat de Areia; B: Mesohabitat de Folhicho; C: Mesohabitat de Troncos.

Objetivos gerais

- Avaliar se diferentes mesohabitats de riachos de águas pretas influenciam a composição e estrutura da comunidade de peixes.

Objetivos específicos

- Caracterizar a ictiofauna de mesohabitats de riachos de águas pretas;
- Testar os efeitos do tipo de mesohabitat (areia, folhiço e troncos) sobre a riqueza, diversidade, densidade e biomassa de peixes de riachos de águas pretas;
- Avaliar a influência das características morfo-hidrológicas de mesohabitats de riachos de águas pretas sobre a ictiofauna.

Referências bibliográficas

- ABILHOA, V.; BRAGA, R.R.; BORNATOWSKI, H.; VITULE, J.R.S. 2011 Fishes of the Atlantic rain forest streams: ecological patterns and conservation. In: GRILLO, O.; VENORA, G. *Changing diversity in changing environment*. Rijeka: Intech. p. 259–282.
- ALCARAZ-HERNÁNDEZ, J.D.; MARTÍNEZ-CAPEL, F.; PEREDO-PARADA, M.; HERNÁNDEZ-MASCARELL, A.B. 2011 Mesohabitat heterogeneity in four Mediterranean streams of the Jucar river basin (Easter Spain). *Limnetica*, 30(2): 363-378.
- ANGERMEIER, P.L.; SCHLOSSER, I.J. 1989 Species-area relationships for stream fishes. *Ecology*, 70(5): 1450-1462.
- ARMITAGE, P.D.; PARDO, I. 1995 Impact assessment of regulation at the reach level using macroinvertebrate information from mesohabitats. *River Research and Applications*, 10(2-4): 147–158.
- ARMITAGE, P.D.; PARDO, I.; BROWN, A. 1995 Temporal constancy of faunal assemblages in 'mesohabitats'- Application to management? *Archiv für Hydrobiologie*, 133: 367–387.
- BARRETO, A.P.; ARANHA, J.M.R. 2005 Assembléia de peixes de um riacho de Floresta Atlântica: composição e distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 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.
- BEISEL, J.N.; USSEGLIO-POLATERA, P.; MORETEAU, J. C. 2000 The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia*, 422/423:163-171.
- BEISEL, J.N.; USSEGLIO-POLATERA, P.; THOMAS, S.; MORETEAU, J.C. 1998 Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. *Hydrobiologia*, 389(1-3): 73-88.
- BRAGA, F.M.S. 2004 Habitat, distribuição e aspectos adaptativos de peixes da microbacia do ribeirão Grande, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 26(1): 31-36.
- BRAGA, F.M.S. 2005 Spatial distribution of characidim fishes (Teleostei, Crenuchidae) in the Ribeirão Grande system, a tributary of Paraíba do Sul rier basin, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 27(3): 259-263.
- BRAGA, F.M.S.; ANDRADE, P.M. 2005 Distribuição de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, Serra da Mantiqueira Oriental, São Paulo, Brasil. *Iheringia Série Zoológica*, 95(2): 121-126.

- BÜHRNHEIM, C.M.; COX FERNANDES, C. 2003 Structure of fish assemblages in Amazonian Rain Forest streams: effects of habitats and locality. *Copeia*, 2003(2): 255-262.
- COSTA, M.R.; MATTOS, T.M.; BORGES, J.L.; ARAÚJO, F.G. 2013 Habitat preferences of common native fishes in a tropical river in Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 11(4): 871-880.
- DUFECH, A.P.S.; AZEVEDO, A.A.; FIALHO, C.B. 2003 Comparative dietary analysis of two populations of *Mimagoniates rheocharis* (Characidae: Glandulocaudinae) from two streams of Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 1(1): 67-74.
- ESTEVEES, K.E.; LOBÓN-CERVIA, J. 2001 Composition and trophic structure of a fish community of clear water Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 62(4): 429-440.
- FERREIRA, C.F. 2007 *Ictiofauna de riachos na planície costeira da bacia do rio Itanhaém, litoral sul de São Paulo*. São Paulo. 126f. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro). Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/99497>> Acesso em: 18 ago. 2017.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. 2016 Relatório Anual 2016. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2013/05/AF_RA_SOSMA_2016_web.pdf> Acesso em: 30 out. 2017.
- GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. 2003 *The Atlantic Forest of South America: biodiversity, status, threats and outlook*. Center for Applied Biodiversity. Science and Island Press: Washington. 408p.
- 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(4): 321-340.
- 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.
- HARVEY, G.L.; CLIFFORD, N.J. 2009 Microscale hydrodynamics and coherent flow structures in rivers: implications for the characterization of physical habitat. *River Research and Applications*, 25(2): 160–180.
- HENDERSON, P.A.; WALKER, I. 1990 Spatial organization and population density of the fish community of the litter banks within a central Amazonian blackwater stream. *Journal of Fish Biology*, 37(3): 401-411.
- HENDERSON, P.A.; CRAMPTON, W.G.R. 1997. A comparison of fish diversity and abundance between nutrient-rich and nutrient-poor lakes in the Upper Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, 13(2): 175-198.

- JÄHNIG, S.; BRUNZEL, S.; LORENZ, A.; HERING, D. 2009 Restoration effort, habitat mosaics, and macroinvertebrates —does channel form determine community composition? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Systems*, 19(2): 157–169.
- LANGHEANI, F.; CASATTI, L.; GAMEIRO, H.S.; CARMO, A.B.; ROSSA-FERES, D.C. 2005 Riffle and pool fish communities in a large stream of southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3(2): 305 – 311.
- LOBB, M.D.; ORTH, D.J. 1991. Habitat use by an assemblage of fish in a large warm water stream. *Transactions of the American Fisheries Society*, 120(1): 65-78.
- MARTINS, S.E.; ROSSI, L.; SAMPAIO, P.S.P.; MAGENTA, M.A.G. 2008 Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertioaga, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 22(1): 249-274.
- MAZZONI, R.; CARAMASCHI, E.P.; FENERICH-VERANI, N. 2002 Reproductive biology of a Characinae (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba River, Maricá - RJ. *Brazilian Journal of Biology*, 62(3): 487-494.
- MAZZONI, R.; FENERICH-VERANI, N.; CARAMASCHI, E.P. 2000 Electrofishing as a sampling technique for coastal stream populations and communities in the southeast of Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 60(2): 205-216.
- MAZZONI, R.; IGLESIAS-RIOS, R. 2002 Distribution pattern of two fish species in a coastal stream in southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 62(1): 171-178.
- MAZZONI, R.; LOBÓN-CERVIA, J. 2000 Longitudinal structure, density and production rates of a neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in the Serra do Mar, southeast Brazil. *Ecography*, 23: 588-602.
- MAZZONI, R.; REZENDE, C.F. 2003 Seasonal diet shift in a tetragonopterinae (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba river, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(1): 69- 74.
- MAZZONI, R.; SCHUBART, S.A.; IGLESIAS-RIOS, R. 2004 Longitudinal segregation of *Astyanax janeiroensis* in rio Ubatiba: a neotropical stream of south-east Brazil. *Ecology of Freshwater Fish*, 13(3): 231-234.
- MENEZES, N.A.; WEITZMAN, S.H.; OYAKAWA, O.T.; LIMA, F.C.T.; CASTRO, R.M.C.; WEITZMAN, M.J. 2007 *Peixes de água doce da Mata Atlântica: lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais*. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 407p.
- MITTERMEIER, R.A.; GIL, P.R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, J.; MIITERMEIER, C.G.; LAMOURUX, J.; FONSECA, G.A.B. 2004 *Hotspots*

revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Mexico City: Cermex. 392p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) (sem data). *Mata Atlântica*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>> Acesso em: 10 set. 2017.

OYAKAWA, T.O.; 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 BRESSAN, P.M.; KIERULFF, M.C.M; SUGIED, A.M. *Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: vertebrados*. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. 645p.

OYAKAWA, T.O; MENEZES, N.A. 2011 Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 11(1): 0-13.

PERES-NETO, P.R. 2004 Patterns in the co-occurrence of fish species in streams: the role of site suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. *Oecologia*, 140(2): 352-360.

PERES-NETO, P.R.; BIZERRIL, C.R.S.F.; IGLESIAS-RIOS, R. 1995 An overview of some aspects of river ecology: a case study on fish assemblages distribution in an eastern Brazilian coastal river. *Oecologia Brasiliensis*, 1: 317-334.

PETTY, J.T.; GROSSMAN, G.D. 1996 Patch selection by mottled sculpin (Pisces: Cottidae) in a southern Appalachian stream. *Freshwater Biology* 35(2): 261-276.

POR, F.D. 1992 *Sooretama, the Atlantic rainforest of Brazil*. Hague. The Netherlands: SPB Academic Publishing. 130p.

POUILLY, M. 1993 Habitat écomorphologie et structure des peuplements de poissons dans trors petit cours d'eau tropicaux de Guinée. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 26(4): 313-325.

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.; MORAES, M.; MANNA, L.R.; LEITÃO, R.P.; CARAMASCHI, E.P.; MAZZONI, R. 2010 Mesohabitat indicator species in a coastal stream of the Atlantic rainforest, Rio de Janeiro-Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 58(4): 1479 – 1487.

SABINO, J.; CASTRO, R.M.C. 1990 Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho de floresta atlântica (sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, 50: 23-36.

SABINO, J.; SILVA, C.P.D. 2004 História natural de peixes da estação ecológica Juréia-Itatins. In: MARQUES, O.A.V.; DULEBA, W. *Estação*

ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna. Ribeirão Preto: Holos, p. 230-242.

- SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA, M.A.V.C., GARCIA, M.; FABRÉ, N. N.; BERGER, U.; JUNK, W.J. 2000 Fish communities in central Amazonian white and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, 57: 235-250.
- SCHLOSSER, I.J. 1982 Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. *Ecological Monographs*, 52(4): 395-414.
- TERRA, B.F.; HUGHES, R.M.; ARAÚJO, F.G. 2013b Sampling Sufficiency for Fish Assemblage Surveys of Tropical Atlantic Forest Streams, Southeastern Brazil. *Fisheries*, 38(4): 150-158.
- TERRA, B.F.; HUGHES, R.M.; ARAÚJO, F.G. 2015 Fish assemblages in Atlantic Forest streams: the relative influences of local and catchment environments on taxonomic and functional species. *Ecology of Freshwater Fish*, 25(4): 527-544.
- TERRA, B.F.; HUGHES, R.M.; FRANCELINO, M.R.; ARAÚJO, F.G. 2013a Assessment of biotic condition of Atlantic Rain Forest streams: A fish-based multimetric approach. *Ecological Indicators*, 34: 136-148.
- TICKNER, D.; ARMITAGE, P.; BICKERTON, M.A.; HALL, K.A. 2000 Assessing stream quality using information on mesohabitat distribution and character. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 10(3): 179–196.
- UIEDA, V.S.; UIEDA, W. 2001 Species composition and spatial distribution of a stream fish assemblage in the east coast of Brazil: comparison of two field methodologies. *Brazilian Journal of Biology*, 61(3): 377-388.
- WOOTTON, R.J. 1998 *Ecology of teleost fishes*. 2^a ed. Dordrecht: Kluwer Academic. 386p.

CAPÍTULO 1

ORGANIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES EM RIACHOS DE ÁGUA PRETA DE MATA ATLÂNTICA

Resumo

O presente trabalho objetivou verificar a influência de diferentes mesohabitats sobre a composição, estrutura e distribuição da ictiofauna de riachos de água preta da Mata Atlântica. Foram amostrados 14 riachos de águas pretas, distribuídos em três sub-bacias da Baixada Santista e em uma do Litoral Norte do Estado de São Paulo. Para cada riacho, foram selecionados três mesohabitats (areia, folhiço e troncos) dentro de trechos de 100m, realizada uma caracterização física dos habitats e coletados peixes com um equipamento de pesca elétrica. Foram amostrados um total de 41 mesohabitats, resultando em 459 indivíduos pertencentes a 15 espécies. A Análise de Componentes Principais (PCA) com os dados morfo-hidrológicos indicou semelhanças entre os mesohabitats, porém o mesohabitat de folhiço esteve associado à maiores profundidades e cobertura vegetal. Todavia a PCA realizada com os atributos da comunidade de peixes (Dominância de Simpson, Índice de Shannon, Equitabilidade de Pielou, Densidade e Biomassa), indicou que folhiço e troncos foram os mesohabitats com maior densidade e biomassa ictica, o que também foi verificado com relação à riqueza, após padronização do esforço amostral. Isto pode ser atribuído à maior complexidade estrutural, disponibilidade de alimento e oportunidades de abrigo para os peixes nestes ambientes. *Mimagoniates microlepis* foi a espécie mais abundante, apresentando ampla distribuição, enquanto que *Astyanax taeniatus*, *Geophagus brasiliensis* e *Cyphocharax santacatarinae* estiveram restritas ao mesohabitat de folhiço. Conclui-se que mesohabitats de riachos de águas pretas apresentam maior homogeneidade do que a verificada em riachos de águas claras de Mata Atlântica, o que se reflete em alguns atributos da ictiofauna. Todavia, ocorrem semelhanças com riachos de águas pretas da região Amazônica, onde o folhiço representa o local de maior densidade e biodiversidade ictica.

Palavras-chave: ictiofauna; estrutura de comunidade; distribuição; ambientes lóticos

Abstract

The present work aimed to verify the influence of different mesohabitats on the composition, structure and distribution of the ichthyofauna of blackwater Atlantic Forest rivers. Fourteen blackwater rivers, distributed in three sub-basins in the “Baixada Santista” and one in Northern Coast of São Paulo State were sampled. For each river, three mesohabitats (sand, leaf-litter and trunks) were selected in a 100m river stretch. A total of 41 mesohabitats habitats were characterized and fish collected with an electrofishing equipment, resulting in 459 individuals belonging to 15 species. The Principal Components Analysis (PCA) of the morfohydrological data revealed similarities between the three mesohabitats, but leaf-litter mesohabitat was associated to greater depths and vegetal cover. However, the PCA performed with the fish community attributes (Simpson's Dominance, Shannon Index, Pielou Equitability, Density and Biomass), indicated that leaf-litter and trunks were the mesohabitats with higher fish density and biomass, which was also verified with respect to richness, after standardization of the sampling effort. *Mimagoniates microlepis* was the most abundant species, presenting a wide distribution, whereas *Astyanax taeniatus*, *Geophagus brasiliensis* and *Cyphocharax santacatarinae* were restricted to the leaf-litter mesohabitat. It is concluded that blackwater rivers mesohabitats exhibit greater homogeneity than clearwater mesohabitats of Atlantic Forest rivers, which reflect in some attributes of the ichthyofauna. However, similarities with Amazonian Blackwater Rivers were observed, especially for leaf-litter mesohabitats, which hold the greatest fish density and biodiversity.

Key-words: Ichthyofauna; Community structure; Distribution; Lotic environments

1. Introdução

A caracterização da estrutura de comunidades de peixes tem ocorrido em diferentes escalas espaciais, que variam desde a influência de processos locais como qualidade da água, substrato, morfologia do canal, até aqueles em escala em nível de bacia como geologia, tipo de solo, topografia, uso do solo e clima (WANG *et al.*, 2003), sendo importante para compreender e prever os fatores-chave que organizam as comunidades em ecossistemas fluviais. A organização das assembleias de espécies é influenciada por um grande número de fatores ecológicos que operam sobre múltiplas escalas espaciais e temporais, podendo influenciar evolutivamente as espécies que estão ali presentes (ROSENZWEIG, 1995; THOMPSON, 2009). De acordo com TERRA *et al.* (2015) a organização das comunidades de peixes em riachos de Mata Atlântica aparentemente é fortemente influenciada por características locais, porém a maior parte dos dados existentes deriva de estudos realizados em riachos de águas claras.

Atualmente riachos de Mata Atlântica podem ser classificados em riachos de águas claras, originários das escarpas da Serra do Mar e alimentados pelas chuvas, e riachos de águas pretas, que são ambientes de águas lentas que drenam as planícies aluviais de restinga. Estes são ricos em ácidos húmicos, possuindo uma cor escura, baixo pH e teor de nutrientes, e uma baixa diversidade, apresentando uma ictiofauna bastante específica (POR, 1992). Os ácidos húmicos são responsáveis pela coloração escura das águas, diminuindo a penetração de luz. Além disto, são ricos em compostos polifenólicos, considerados tóxicos para uma variedade de organismos (RIBEREAU-GAYON, 1972; JANZEN, 1974).

Em vista disso, a biomassa de algas, invertebrados e peixes é baixa, conforme verificado no Rio Negro (GESSNER, 1964) e em rios da Malásia, onde a biomassa de peixes foi de apenas 0,5 g/m² comparada a 18 g/m² em rios de outra tipologia (JOHNSON, 1968), apresentando uma ictiofauna composta por diversas espécies com respiração aérea ou de superfície. Assim, considerando-se a semelhança dos processos físicos e químicos de rios de água preta de diferentes regiões (MEYER, 1990), pode se levantar a hipótese de que as comunidades associadas a estes ambientes também apresentem

semelhanças em alguns aspectos como distribuição, estrutura da cadeia trófica e riqueza de espécies.

A complexidade estrutural de rios e riachos pode ser entendida como um mosaico de mesohabitats tais como poções e corredeiras, que são claramente delimitados por diferentes combinações de corrente, profundidade e composição do substrato (ANGERMEIER & SCHLOSSER, 1989). Os mesohabitats são definidos subjetivamente como unidades de habitat aparentemente uniformes e visualmente distintas (ARMITAGE *et al.* 1995, ARMITAGE E PARDO, 1995), resultantes da interação entre forças hidrológicas e geomorfológicas (TICKNER *et al.* 2000, JÄHNIG *et al.* 2009).

A avaliação visual da distribuição de mesohabitats fornece um meio de definir a heterogeneidade do habitat físico dos riachos, sendo importante para a estimativa da biodiversidade e nas bioavaliações (BOYERO, 2003; KUBÍKOVÁ *et al.* 2012), pois, de acordo com alguns estudos, os peixes respondem ao tipo de mesohabitat em que estão situados (GELWICK, 1990; BÜHRNHEIM & COX-FERNANDES, 2003). Desta forma, “manchas” de mesohabitats tem uma importância fundamental para a dinâmica das populações de peixes, sendo que abordagens que enfocam rios ou riachos como mosaicos de mesohabitats fornecem indicações para compreender melhor o efeito de distúrbios, uma vez que uma diminuição na diversidade destes mosaicos pode causar declínios na quantidade de espécies a nível regional (PRINGLE *et al.* 1988). Também existem evidências de que uma alta diversidade de manchas de habitats confere estabilidade à comunidade, uma vez que variações espaciais na disponibilidade de recursos promovem a coexistência de diversas espécies (PRINGLE *et al.* 1988).

No Brasil, existem alguns estudos com este enfoque, podendo citar-se os de BÜHRNHEIM (2002) em igarapés da Amazônia, LANGEANI *et al.* (2005) em um tributário do Rio Tietê, REZENDE *et al.* (2010) em um riacho costeiro de Mata Atlântica, e COSTA *et al.* (2013) em um riacho na Bacia do Paraíba do Sul. Todavia os problemas metodológicos e teóricos relacionados com a identificação de mesohabitats e transferência das classificações utilizadas entre

riachos ainda precisam ser melhor resolvidos, e as metodologias aperfeiçoadas (HARVEY & CLIFFORD, 2009).

Baseado na definição de que mesohabitats são unidades funcionais, a delimitação espacial e estrutural destes ambientes depende do grupo faunístico a ser estudado (PRINGLE *et al.* 1988). Descritores geomorfológicos têm sido utilizados para peixes, compreendendo diferentes tipos de poções e corredeiras (KERSHNER *et al.* 1992; VADAS & ORTH, 1997), bem como diferentes tipos de substrato (areia, detrito lenhoso, folhiço, rochas) (MONTAÑA & WINEMILLER, 2010).

Considerando que os estudos na escala mesohabitat são de fundamental importância para a compreensão da distribuição de organismos aquáticos (BEISEL *et al.* 2000), o presente trabalho teve por objetivo compreender de que forma a estrutura e distribuição da ictiofauna é influenciada por diferentes habitats, classificados de acordo com o tipo de substrato.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A Mata Atlântica abrange toda a costa leste do Brasil, de Recife até o Rio Grande do Sul. Na porção paulista da Serra do Mar, é constituída por Floresta Ombrófila Densa e Formações Pioneiras, com destaque para as fitofisionomias de mangue e restingas em ótimo estado de conservação (EKOS & WWF, 2008).

O presente estudo foi realizado em três regiões, sendo elas a Unidade de Conservação de Proteção Integral “*Parque Estadual das Restingas de Bertioga*” (PERB), uma área particular conhecida como Fazenda Jimbuíbas, e outra próxima à Reserva Indígena do Rio Silveira, no Município de São Sebastião. O PERB foi criado em 2010, possuindo 9312,32 hectares, inserindo-se no município de Bertioga, e abrigando 98% dos remanescentes de Mata de Restinga da Baixada Santista. Apresenta altíssima riqueza de feições

geomorfológicas, que dão suporte à alta biodiversidade regional, além de proteger as sub-bacias dos Rios Itaguapé e Guaratuba, que apresentam boa disponibilidade hídrica e qualidade de água (EKOS & WWF, 2008). A região de Bertioxa é representada por planícies costeiras de pequeno porte, com presença esparsa de restos de terraços marinhos pleistocênicos e sistemas fluviais atuais transversais e paralelos à linha de costa, ao longo da qual se desenvolve um complexo vegetacional com características florísticas e estruturais bastante peculiares, que se forma ao longo de um gradiente entre o mar e a Serra do Mar (MARTINS *et al.*, 2008).

Segundo KÖPPEN (1948), o clima da região é classificado como tipo Af, (tropical com chuvas o ano todo), com médias anuais de temperatura em torno de 24°C e pluviosidade de 3.200 mm. Os maiores valores médios de pluviosidade ocorrem em janeiro, fevereiro e março, e os menores em junho e julho, revelando um excedente hídrico o ano todo. No Município de São Sebastião, na região da Barra de Una, as temperaturas médias registradas para o período seco do ano de 2016 (abril até setembro) foram de 18,33 °C, com precipitação acumulada de 593,06 mm (CIIAGRO, 2017).

O presente estudo foi realizado em 14 riachos de águas pretas (Fig. 1), caracterizados por serem ambientes lodosos de águas lentas, que drenam as planícies aluviais de restinga (POR, 1992). Os mesmos pertencem à bacia litorânea (Baixada Santista e Litoral Norte), e estão distribuídos em quatro sub-bacias: Itapanhaú (14.900 ha), Itaguapé (9.040 ha), Guaratuba (11.309 ha) e Bacia do Rio Una (12.060 ha) (EKOS e WWF, 2008).

Seis dos riachos amostrados (FJ1-FJ6) localizam-se na Fazenda Jimbuíbas, pertencendo à sub-bacia do Rio Guaratuba. O seu entorno é composto por Floresta Alta de Restinga seca e vegetação secundária. Dois riachos (BB1-BB2) pertencem à sub-bacia do Rio Una, localizando-se nas proximidades da Rodovia Governador Mario Covas (BR 101), apresentando indícios de influências antrópicas. Os riachos MP, PM, GU fazem parte da sub-bacia do Rio Itaguapé, sendo o rio MP um dos mais preservados dentre os amostrados. Por fim, os riachos JP1, JP2, VA pertencem à sub-bacia do Rio Itapanhaú, com JP1 e JP2, localizados próximos a uma estação de tratamento

de água, onde algumas influências antrópicas como asfalto e tubulações de água são verificadas nas proximidades dos riachos (Tab. 1).

Tabela 1: Localização dos riachos estudados nas Bacias da Baixada Santista e Litoral Norte do Estado de São Paulo. Floresta Alta de Restinga (FaR); Floresta Baixa de Restinga (FbRb); Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (FODT); Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana (FODM); A (Afluente).

Sub-bacia	Vegetação	Riacho	Códigos	Coordenadas Geográficas
Guaratuba	FaR e FODT ¹	Peralta 01**	FJ1	S 23°44'27.1" W045°50'28.5"
		Peralta 02**	FJ2	S 23°44'23.7" W045°50'24.6"
		Peralta 03**	FJ3	S 23°43'47.6" W045°50'07.9"
		Peralta 04**	FJ4	S 23°44'08.0" W045°50'18.3"
		Peralta 05**	FJ5	S 23°44'33.0" W045°50'16.8"
		Peralta 06**	FJ6	S 23°44'33.0" W045°50'11.8"
Itaguaraé	FaR, FbRb ¹	Maneco Pinto*	MP	S 23°46'08.2" W046°00'20.4"
		A. Perequê Mirim*	PM	S 23°45'42.6" W045°57'11.8"
		Gumercindo*	GU	S 23°45'09.9" W045°56'08.2"
Itapanhaú	FaR ²	João Pereira 01**	JP1	S 23°47'06.6" W046°03'01.2"
		João Pereira 02**	JP2	S 23°47'03.0" W046°03'03.6"
		Vila Agaó**	VA	S 23°49'03.8" W046°07'25.3"
Una	FODT, FODM ¹	Bora Bora 01 ⁺	BB1	S 23°45'21.8" W045°48'14.6"
		Bora Bora 02 ⁺	BB2	S 23°45'19.4" W045°48'13.6"

*Rios localizados no Parque Estadual Restinga de Bertioga (PERB); **Riachos localizados em área Particular; 1 - EKOS & WWF (2008); 2 - GUEDES *et al.* (2006); *Locais próximos à vilarejos e/ou estrada

As coletas foram realizadas entre os meses de julho e setembro de 2016 (época seca), tendo sido amostrado um trecho de rio por dia durante o período diurno. Os trechos de riachos foram selecionados após uma coleta piloto que considerou diferentes características tais como acessibilidade, profundidade, ausência de salinidade e de impactos antrópicos visíveis.

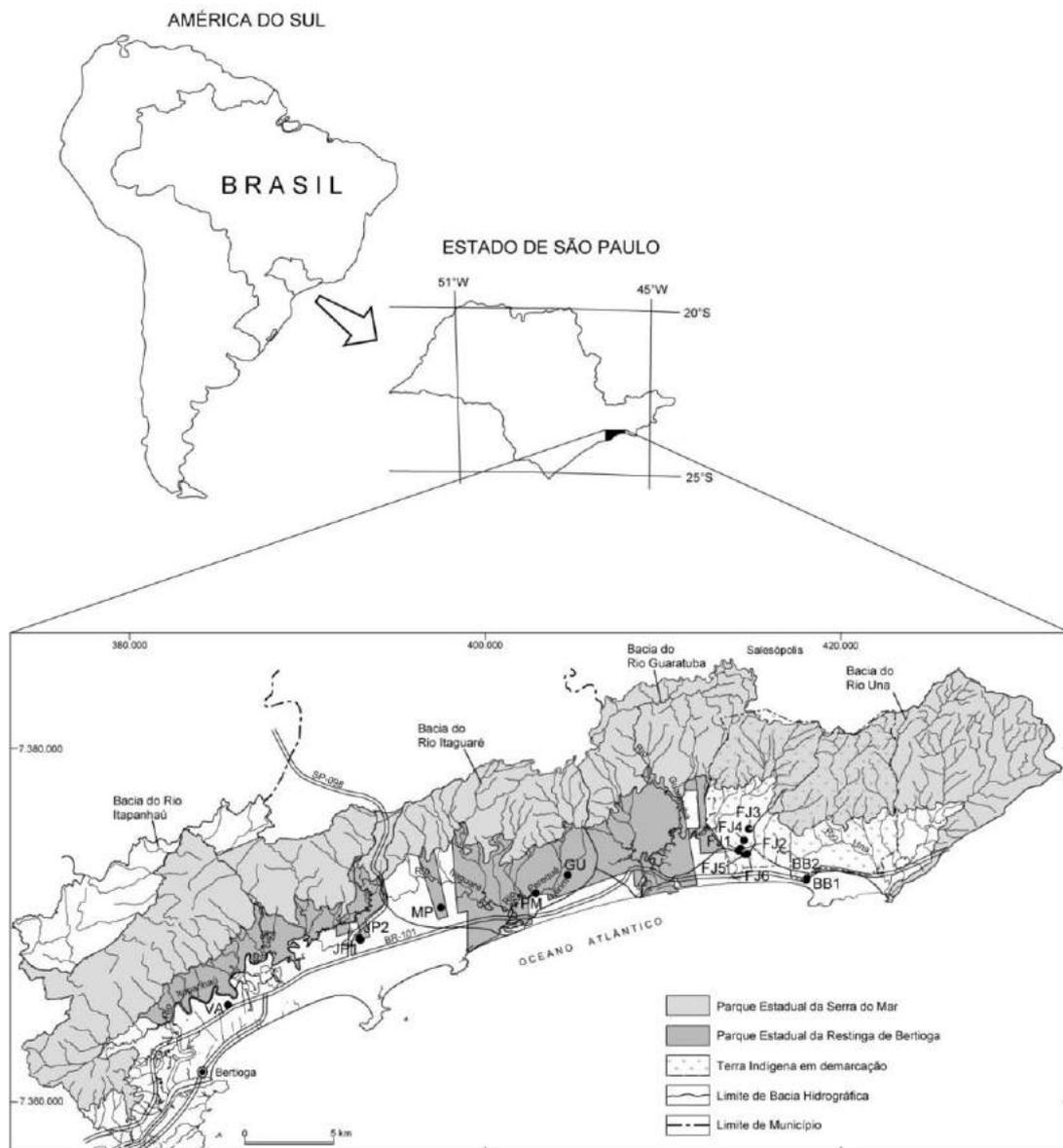


Figura 1: Localização da área de estudo no Estado de São Paulo e nas Bacias da Baixada Santista e Litoral Norte, indicando a distribuição dos pontos de coleta nas sub-bacias dos rios Itapanhaú, Itaguaré, Guaratuba e Una.

2.2. Caracterização dos mesohabitats

Foram selecionados três mesohabitats dentro de trechos de 100m de cada riacho, sendo eles, areia, folhiço e troncos. A escolha destes foi feita com base em estimativas visuais, adaptando-se a metodologia proposta por MONTAÑA & WINEMILLER (2010). Assim, para as três tipologias, utilizou-se como critério, a condição do substrato ser composto predominantemente (\geq

75%) por um determinado tipo. Após a escolha do local e a identificação dos mesohabitats, foram utilizadas redes de malha 5 mm para o fechamento completo dos mesmos.

Foram registrados os dados físicos e morfo-hidrológicos de 41 mesohabitats. Cada mesohabitat foi demarcado por uma rede de bloqueio, onde foram medidos o comprimento e a largura a partir da delimitação de três transectos equidistantes. A profundidade foi medida três vezes ao longo de cada transecto (Fig. 2). Também foi observada a porcentagem de cobertura vegetal para cada mesohabitat. A caracterização física dos mesohabitats foi realizada no período da manhã (entre 9:00 e 12:00), tendo os peixes sido coletados logo após esta caracterização, a fim de evitar distúrbios ambientais provocadas pela coleta.

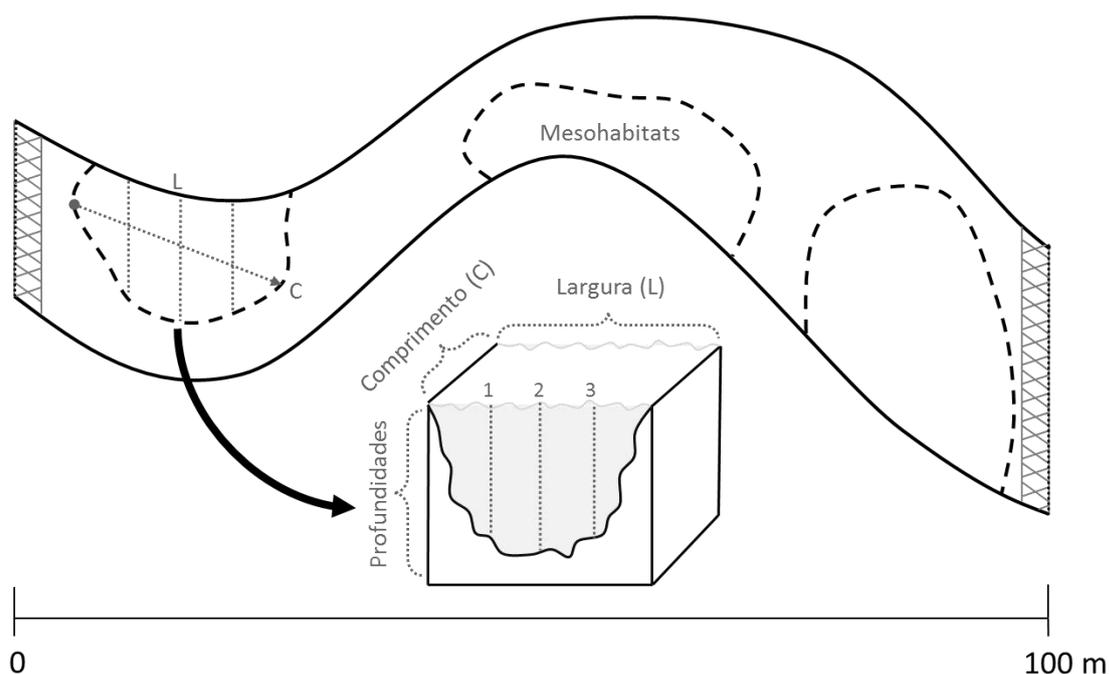


Figura 2 Esquema das medidas morfo-hidrológicas realizadas nos três mesohabitats (troncos, folhiço e areia), identificados em cada trecho de 100 metros de riacho.

Para determinar a vazão, foram realizadas medidas de velocidade da água ao longo de uma seção transversal em três profundidades, utilizando-se um fluxômetro General Oceanics 2030R6, baseando-se no método adaptado

de CARVALHO (2008). O cálculo final foi realizado de acordo com SANTOS *et al.* (2001). Nos casos em que a velocidade da água era muito baixa, foi utilizado o método do flutuador (MARQUES & ARGENTO, 1988), que fornece uma estimativa da velocidade máxima da água superficial. Para o cálculo desta, um flutuador foi lançado por três vezes e medido o tempo necessário para percorrer cada mesohabitat.

Para cada variável foi calculada a média e desvio-padrão com exceção da cobertura vegetal. Para o cálculo da área de cada mesohabitat, foi utilizada a técnica da triangulação, onde o polígono formado através das medidas de comprimento e largura dos mesohabitats foi dividido em diversos triângulos para aumentar a precisão do cálculo da área do espelho d'água.

Para caracterizar os diferentes riachos estudados, foram realizadas medidas dos seguintes parâmetros para cada trecho de rio, com o auxílio de uma sonda multiparâmetro HORIBA (modelo U-5000G): Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Turbidez (NTU), Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), pH, Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), e Sólidos totais dissolvidos (mg.L^{-1}). Além disto, foi realizada uma coleta de amostras sub-superficiais da água para análise de nutrientes, Ferro Total (mg.L^{-1}), Fósforo Total (mg.L^{-1}), Carbono Orgânico Dissolvido (COD) (mg.L^{-1}) e Carbono Orgânico Total (COT) (mg.L^{-1}). Para as quantificações de Ferro Total e Fósforo Total, as amostras foram armazenadas em frascos de polietileno e fixadas com ácido nítrico (HNO_3) até atingir $\text{pH} < 2.0$. Já para a análise de COT e COD, as amostras foram armazenadas em frascos de vidro do tipo DBO. Todas as amostras foram acondicionadas em uma caixa térmica contendo gelo para preservação até análise no laboratório, sendo a metodologia da análise realizada de acordo com APHA *et al.* (2012).

2.3. Coleta de peixes

A coleta de peixes foi realizada com um equipamento de pesca elétrica (Gerador Honda EUi10, CA, 1000 watts), utilizando-se dois puçás com tela de 5mm. Em cada mesohabitat, foram realizadas sucessivas passadas, até que mais nenhum indivíduo fosse capturado. Os peixes obtidos para cada

mesohabitat foram separados em recipientes diferentes, onde foram anestesiados em solução de eugenol, fixados em solução de 10% de formalina e após 10 dias, transferidos para etanol 70%. Posteriormente, os exemplares, foram identificados por especialistas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), onde espécimes testemunho serão depositados.

2.4. Análise dos dados

Para ordenação dos mesohabitats em função dos dados morfo-hidrológicos e cobertura vegetal obtidos foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), com a finalidade de determinar os fatores mais importantes para diferenciar os mesohabitats considerados. Cada eixo corresponde a um autovalor da matriz e representa uma porcentagem da variância explicada para o conjunto de dados. A PCA foi realizada no programa PC-Ord 6 (McCUNE & MEFFORD, 2011), sendo apenas os dados de porcentagem de cobertura vegetal transformados em arco seno raiz dos valores. Devido às diferentes unidades de medidas das variáveis analisadas, a análise foi realizada a partir da matriz de correlação o que determinou a normalização dos dados originais dividindo os valores pelo desvio padrão (HAMMER *et al.*, 2001).

Com a finalidade de classificar as espécies de acordo com os grupos funcionais, foi determinado o grupo trófico, a posição na coluna d'água e o tipo de reprodução, baseado na literatura existente.

Foi também realizada uma análise de rarefação baseada nas amostras (Mao-Tau) (GOTELLI & COLWELL, 2001) para todos os mesohabitats, para determinar o efeito das diferenças na abundância total de cada local sobre a riqueza de espécies, permitindo a estimativa da riqueza de espécies para amostras de diferentes tamanhos e com diferentes abundâncias. Essas curvas são mais recomendadas do que os índices de diversidade geralmente empregados para quantificar e comparar riquezas taxonômicas, por oferecerem uma melhor visualização do comportamento dos dados, explicando uma

possível heterogeneidade das amostras, pois preservam a estrutura espacial dos dados, o que pode refletir em processos como agregação ou segregação espacial (GOTELLI & COLWELL, 2001). As análises foram realizadas no software Estimates 9.1 (COLWELL, 2013), com 100 randomizações. Ainda, a riqueza foi avaliada pelo estimador Chao2 (COLWELL & CODDINGTON, 1994), baseado nos dados de presença/ausência. O Chao2 é um estimador não paramétrico que se baseia na frequência observada de espécies raras na comunidade com a finalidade de avaliar a eficiência de amostragem.

Com o objetivo de descrever a estrutura da comunidade de peixes nos três diferentes mesohabitats, foram calculados os seguintes atributos: abundância relativa de cada espécie; Dominância de Simpson (λ), Diversidade de Shannon (H'); Equitabilidade de Pielou (J); Densidade (ind.m^{-2}); Biomassa (g.m^{-2}). Para verificar a ocorrência das espécies de acordo com o mesohabitat, foi realizada uma Análise de Agrupamento Hierárquico Aglomerativo ("Cluster"), baseada nos dados de presença e ausência, utilizando-se o índice de Jaccard (KREBS, 1999). Todas estas análises foram realizadas no software PAST versão 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001).

Visando verificar diferenças entre os mesohabitats a partir dos atributos de comunidades, foi realizada uma PCA no programa PC-Ord 6 (McCUNE & MEFFORD, 2011) utilizando-se a transformação de Hellinger para os resultados de Densidade e Biomassa, considerada adequada para diminuir a influência das espécies muito comuns (LEGENDRE e GALLAGHER, 2001). Para verificar quais espécies mais contribuíram para a diferenciação dos mesohabitats, foi realizada uma Análise de Porcentagem de Dissimilaridade (SIMPER), utilizando-se os dados de densidade com o auxílio do software PAST versão 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001).

3. Resultados

3.1. *Dados ambientais do trecho*

Os valores de vazão por trecho de rio variaram de 0 m³.s⁻¹ a 0,28 m³.s⁻¹ (\bar{x} = 0,02 m³.s⁻¹ e DP = \pm 0,08 m³.s⁻¹). Os riachos de modo geral apresentaram grandes variações de pH (3,67 - 6,37), condutividade (66 – 208 μ S.cm⁻¹), oxigênio dissolvido (1,34 - 10,15 mg.L⁻¹), Ferro Total (0,14 - 2,05 mg.L⁻¹), Fósforo Total (<0,01 – 0,22 mg.L⁻¹), Turbidez (0 – 22,7 NTU), Carbono Orgânico dissolvido (9,88 - 85,8 mg.L⁻¹) e Carbono Orgânico Total (13,1 - 93,6 mg.L⁻¹).

3.2. *Dados ambientais dos mesohabitats*

Para as análises abióticas foram considerados um total de 41 mesohabitats, compreendendo areia, folhiço e troncos, amostrados em 14 riachos. Somente no riacho JP2 não foi possível localizar um mesohabitat característico de areia.

O mesohabitat de areia apresentou os menores valores médios de comprimento, largura, profundidade e área, e maiores valores de cobertura vegetal. Já o mesohabitat de troncos, apresentou as maiores médias de comprimento, profundidade e área de espelho d'água(Tab. 2).

Tabela 2. Média (\bar{x}) e Desvio Padrão (DP) dos dados morfo-hidrológicos e cobertura vegetal dos mesohabitats de riachos de água preta das sub-bacias dos rios Itapanhaú, Itaguaré, Guaratuba e Una. Comprimento (C), Largura (L), Profundidade (P), Velocidade da água (V), Cobertura vegetal (S) e Área do mesohabitat (A).

Mesohabitat	Média ± Desvio Padrão											
	C (m)		L (m)		P (cm)		V (m.s ⁻¹)		S (%)		A (m ²)	
	\bar{x}	DP	\bar{x}	DP	\bar{x}	DP	\bar{x}	DP	\bar{x}	DP	\bar{x}	DP
Troncos	4,3	± 3,3	1,8	± 1,1	22,7	± 10,0	0,1	± 0,2	63,6	± 28,3	10,9	± 17,9
Folhiço	4,8	± 1,8	1,7	± 0,5	20,8	± 11,9	0,1	± 0,1	63,9	± 28,7	8,4	± 4,4
Areia	4,0	± 2,8	1,5	± 1,0	15,7	± 7,9	0,1	± 0,1	71,9	± 29,3	8,1	± 12,0

A Análise de Componentes Principais dos dados morfo-hidrológicos (PCA) explicou 68,84% da variabilidade total nos dois primeiros eixos, sendo que no primeiro eixo, comprimento e largura foram as variáveis mais importantes. Assim, o primeiro eixo esteve relacionado ao tamanho dos mesohabitats, enquanto que o segundo eixo esteve relacionado à profundidade e cobertura vegetal (Tab. 3).

As principais variáveis responsáveis por explicar a ordenação dos mesohabitats no eixo 1 foram comprimento ($r=0,932$) e largura ($r=0,903$), e no eixo 2, profundidade ($r=0,656$) e cobertura vegetal ($r=0,752$). Pode se observar que os mesohabitats apresentaram semelhanças quanto à maior parte das variáveis, notando-se entretanto uma maior associação de areia à menores profundidades, largura e comprimento e folhiço à uma maior profundidade e cobertura vegetal (Fig. 3). O mesohabitat de troncos esteve relacionado a maiores valores de comprimento e largura.

Tabela 3. Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis morfo-hidrológicas e cobertura vegetal. Valores obtidos a partir do coeficiente de Pearson.

Eixos	1	2
AutoValores	2,29	1,15
% explicação	45,82	23,02
Comprimento	0,93	-0,15
Largura	0,9	-0,02
Profundidade	0,5	0,65
Velocidade da água	0,58	-0,36
Cobertura vegetal	0,06	0,75

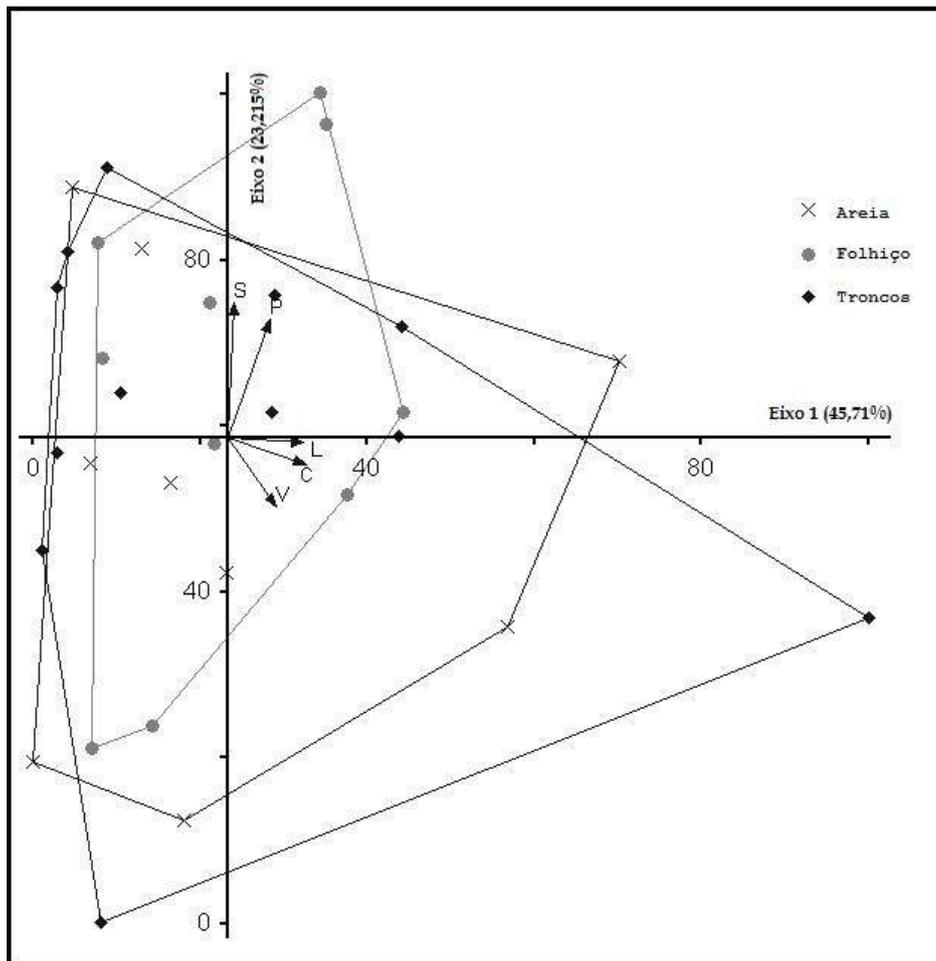


Figura 3: Análise de Componentes Principais das variáveis morfo-hidrológicas e cobertura vegetal de cada mesohabitat de riachos de águas pretas na região de Bertioga e São Sebastião. (C) Comprimento, (L) Largura, (P) Profundidade, (S) Cobertura vegetal e (V) Velocidade da água.

3.3. Ictiofauna

Dos 41 mesohabitats amostrados, foram obtidos peixes em apenas 31, resultando na coleta de 459 espécimes, dos quais 206 foram obtidos no mesohabitat de troncos, 187 no folhiço e 55 no mesohabitat de areia. A densidade total no mesohabitat de areia foi de 7,24 ind.m⁻²; no de folhiço, de 32,43 ind.m⁻² e no de troncos de 20,42 ind.m⁻².

As ordens de peixes com maior número de espécies capturadas foram os Characiformes (sete) seguidos pelos Siluriformes (quatro). Foram identificadas um total de 15 espécies, sendo *Mimagoniates microlepis* a espécie mais abundante, com ampla distribuição, estando presente em todos os mesohabitats. Esta espécie apresentou uma densidade total de 1,74 ind.m⁻² no mesohabitats de areia, 17,61 ind.m⁻² no folhiço e 6,78 ind.m⁻² nos mesohabitats de troncos. A segunda espécie mais abundante nos mesohabitats de troncos e areia foi *Pseudotothyris obtusa*, e no folhiço *Scleromystax barbatus*. *Astyanax taeniatus*, *Geophagus brasiliensis* e *Cyphocharax santacatarinae* ocorreram exclusivamente no mesohabitat de folhiço, (Tab. 4).

O agrupamento das espécies em diferentes grupos funcionais está indicado na Tab. 5, mostrando que foi encontrada apenas uma espécie detritívora, uma herbívora, quatro insetívoras e nove onívoras. Quanto à posição na coluna d'água, a maioria das espécies (sete) possuem hábitos bentônicos, enquanto seis ocupam a coluna d'água e apenas duas a superfície. O número de espécies K e R estrategistas foram semelhantes nos mesohabitats, com sete e oito espécies respectivamente.

A riqueza calculada pelo Chao 2, indicou que a amostragem foi representativa, ou seja, o número de espécies capturadas foi próximo aos valores obtidos por este estimador, sendo areia (Chao 2 = 10,77 e Desvio padrão = ± 2,60) o mesohabitat com menor quantidade de espécies quando comparado ao Folhiço (Chao 2 = 17,54 e Desvio Padrão = ± 5,07) e Troncos (Chao 2 = 12,71 e Desvio Padrão = ± 3,81). A curva de rarefação também indicou que o mesohabitat com a menor riqueza foi o de areia, seguido de troncos, enquanto que o mesohabitat de folhiço apresentou maiores valores de

riqueza de espécies. O mesohabitat onde ocorreu a melhor amostragem foi o de tronco (Fig. 4).

Tabela 4: Abundância relativa, amplitude de Comprimento Total (CT) e número total de espécies amostradas nos mesohabitats de areia, folhço e troncos em 14 riachos de água preta das sub-bacias dos rios Itapanhaú, Itaguaré, Guaratuba e Una da região de Bertioça e São Sebastião, SP.

Ordem e Família	Espécies	Abundância Relativa (%)			Amplitude (mm)
		T	F	A	CT
Characiformes					
Characidae	<i>Astyanax taeniatus</i> (Jenyns, 1842)		1,03		45 - 45
	<i>Hollandichthys multifasciatus</i> (Eigenmann & Norris, 1900)	6,22	10,26		17 - 95
	<i>Hyphessobrycon griemi</i> Hoedeman, 1957	0,96	4,10	1,82	29 - 32
	<i>Mimagoniates microlepis</i> (Steindachner, 1877)	38,28	53,85	49,09	14 - 63
	<i>Spintherobolus broccae</i> Myers, 1925	4,78	3,59		20 - 26
Crenuchidae	<i>Characidium lanei</i> Travassos, 1967	5,26	3,59	7,27	30 - 60
Curimatidae	<i>Cyphocharax santacatarinae</i> (Fernández-Yépez, 1948)		0,51		132 - 132
Cyprinodontiformes					
Poeciliidae	<i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	1,44	1,03	3,64	14 - 29
Gymnotiformes					
Gymnotidae	<i>Gymnotus pantherinus</i> (Steindachner, 1908)	0,96	3,59	3,64	96 - 205
Perciformes					
Cichlidae	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)		1,03		28 - 50
Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)	1,91		1,82	31 - 75
Siluriforme					
Callichthyidae	<i>Scleromystax barbatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	3,83	12,82		40 - 76
Heptapteridae	<i>Acentronichthys leptos</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	4,78	0,51	14,55	36 - 80
	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	1,91		1,82	115 - 152
Loricariidae	<i>Pseudotothyris obtusa</i> (Miranda Ribeiro, 1911)	29,67	4,10	16,36	27 - 41
Número de espécies		12	13	9	

Tabela 5: Hábito alimentar, posição e estratégia reprodutiva das espécies nos mesohabitats de areia, folhiço e troncos em 14 riachos de água preta das sub-bacias dos rios Itapanhaú, Itaguaré, Guaratuba e Una da região de Bertioga e São Sebastião, SP.

Ordens e famílias	Espécies e autores	Hábito alimentar	Posição	Estrategista
Characiformes				
Characidae	<i>Astyanax taeniatus</i> (Jenyns, 1842)	Onívoro ³	Coluna d'água ³	R ⁷
	<i>Hollandichthys multifasciatus</i> (Eigenmann & Norris, 1900)	Insetívoro ¹	Coluna d'água ⁴	R ⁷
	<i>Hyphessobrycon griemi</i> Hoedeman, 1957	Onívoro ⁵	Coluna d'água ⁵	R ⁷
	<i>Mimagoniates microlepis</i> (Steindachner, 1877)	Insetívoro ¹	Superfície ¹	R ⁷
	<i>Spintherobolus broccae</i> Myers, 1925	Onívoro ³	Coluna d'água ³	R ⁷
Crenuchidae	<i>Characidium lanei</i> Travassos, 1967	Insetívoro ⁵	Fundo ⁵	K ⁶
Curimatidae	<i>Cyphocharax santacatarinae</i> (Fernández-Yépez, 1948)	Detritívoro ⁹	Fundo ¹⁰	R ⁸
Cyprinodontiformes				
Poeciliidae	<i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	Onívoro ²	Superfície ²	R ¹⁰
Gymnotiformes				
Gymnotidae	<i>Gymnotus pantherinus</i> (Steindachner, 1908)	Onívoro ¹	Fundo ¹	K ¹¹
Perciformes				
Cichlidae	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Onívoro ¹²	Coluna d'água ¹²	K ¹⁰
Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)	Onívoro ¹³	Coluna d'água	K ¹⁴
Siluriformes				
Callichthyidae	<i>Scleromystax barbatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Onívoro ¹	Fundo ¹	R ¹⁴
Heptapteridae	<i>Acentronichthys leptos</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	Insetívoro ¹	Fundo ¹	K ¹⁷
	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Onívoro ²	Fundo ²	K ¹⁶
Loricariidae	<i>Pseudotothyris obtusa</i> (Miranda Ribeiro, 1911)	Herbívoro ¹⁴	Fundo ¹⁴	K ¹⁵

¹ - ESTEVES & LOBÓN-CERVIÁ (2001); ² - CASATTI *et al.* (2002); ³ - COSTA (1987); ⁴ - SABINO & CASTRO (1990); ⁵ - BARRETO & ARANHA (2006); ⁶ - BRAGA (2004); TEIXEIRA (1994); ⁷ - AZEVEDO (2010); ⁸ - PERESSIN (2012); ⁹ - VITULE *et al.* (2013); ¹⁰ - BARRETO & ARANHA (2005); ¹¹ - COGNATO & FIALHO (2006); ¹² - ABELHA & GOULART (2004); ¹³ - TEIXEIRA (1994); ¹⁴ - ARANHA *et al.* (1998); ¹⁵ - MENEZES *et al.*, (2000); ¹⁶ - ALEXANDRE *et al.*, (2010) .

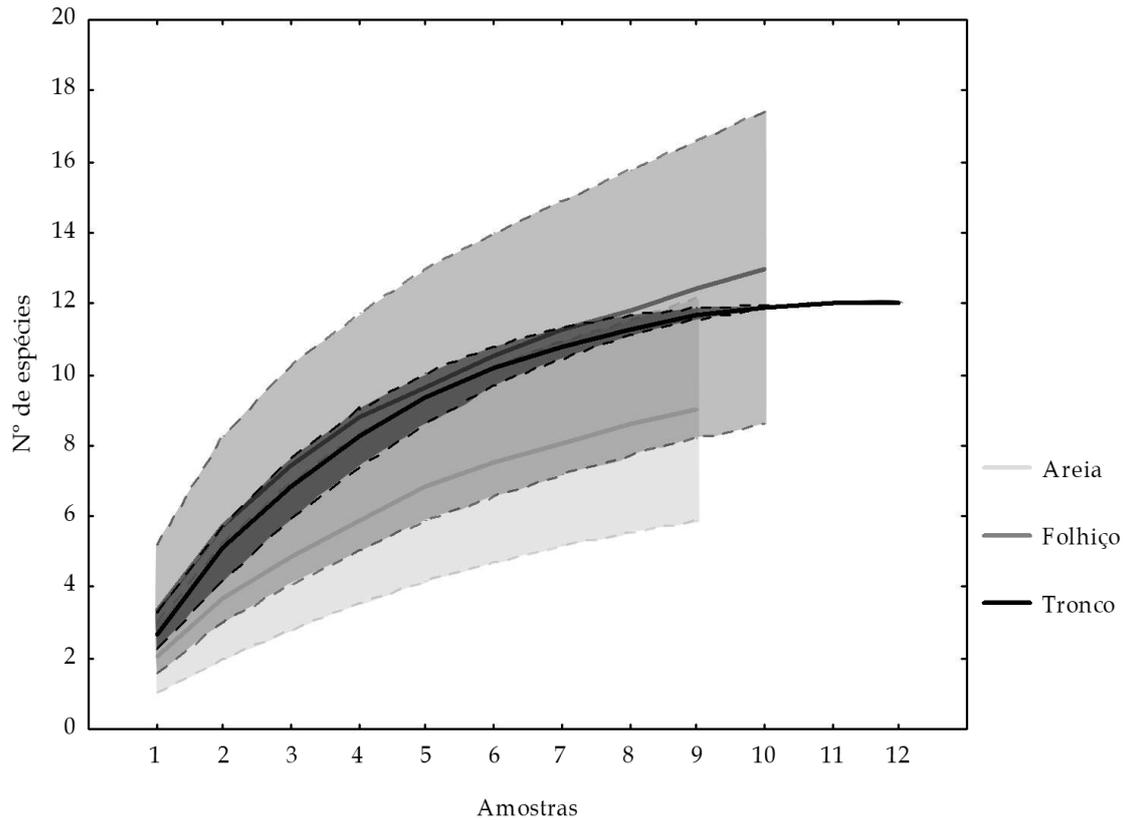


Figura 4: Curva de rarefação baseada nas amostras (Mao-Tau) realizada com 100 randomizações, indicando os intervalos de confiança de 95% dos diferentes mesohabitats (areia, folhiço e troncos).

A análise de agrupamento (Cluster) utilizando dados de presença e ausência das espécies capturadas nos três mesohabitats apresentou coeficiente cofenético igual a 0,92. A maioria das espécies esteve associada ao mesohabitat de folhiço, com três espécies exclusivas deste ambiente, sendo elas *G. brasiliensis*, *A. taeniatus* e *C. santacatarinae* (Fig. 5).

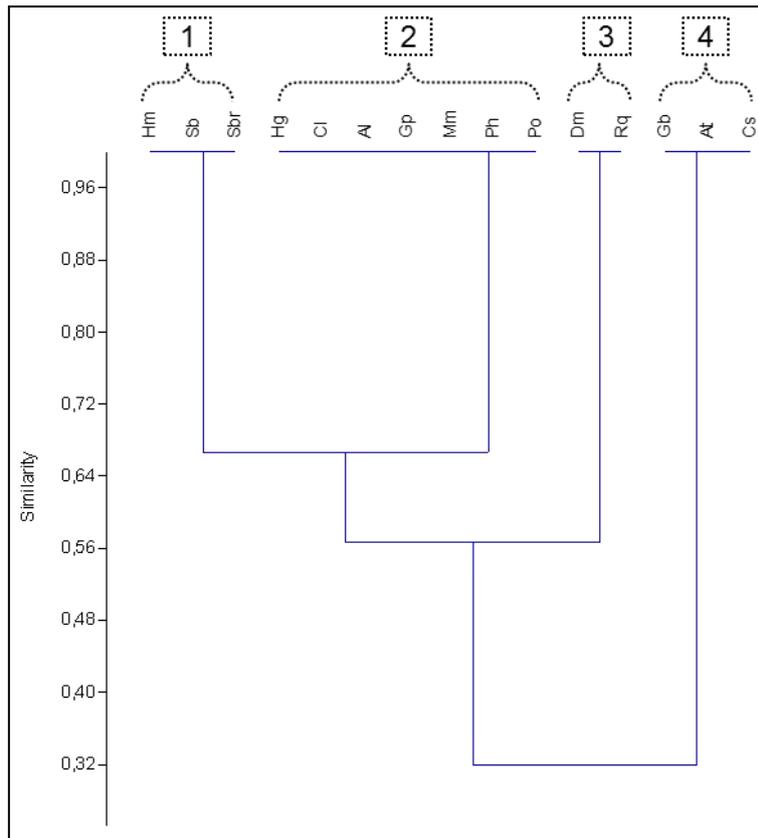


Figura 5: Análise de Cluster realizada com dados de presença e ausência das espécies em cada mesohabitat, indicando espécies comuns ao mesohabitat de folhiço e troncos (1), espécies comuns aos três mesohabitats (2), espécies comuns a mesohabitat de areia e troncos (3) e espécies exclusivas do mesohabitat de folhiço (4)

Com relação aos atributos das comunidades, o mesohabitat de areia apresentou menores valores de diversidade, número de espécies e indivíduos capturados e uma dominância intermediária. Folhiço apresentou menor valor de equitabilidade, maiores valores de dominância, riqueza e número de espécies, e valores intermediários de diversidade e indivíduos capturados. O mesohabitat de troncos apresentou menores valores de Dominância, maiores valores de Diversidade e Indivíduos capturados. A equitabilidade foi semelhante entre areia e troncos (Tab. 6).

Tabela 6: Atributos da comunidade de peixes, considerando-se o valor total obtido para cada tipo de mesohabitat. Dominância de Simpson (λ); Índice de Shannon (H'); Equitabilidade de Pielou (J'); Número de espécies (sp); Densidade de peixes (n°/m^2); Biomassa g/m^2 (Bio) e o Número de mesohabitats que continham peixes (N° de mesohabitats).

	Areia	Folhiço	Troncos
Dominância (λ)	0,30	0,32	0,25
Índice de Shannon (H')	1,57	1,64	1,77
Equitabilidade (J')	0,72	0,64	0,71
Espécies (sp)	9	13	12
Densidade (n°/m^2)	7,24	32,43	20,42
Biomassa (g/m^2)	11,38	36,10	35,98
N° de mesohabitats	9	10	12

A variabilidade total dos dois primeiros eixos da PCA realizada para os atributos das comunidades foi explicada por 92,9%, sendo que no primeiro eixo, Dominância, Índice de Shannon e Equitabilidade foram as variáveis mais importantes, enquanto que o segundo eixo esteve associado à Densidade e à Biomassa (Tab. 7).

Tabela 7. Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com os Atributos de comunidades, Densidade e Biomassa. Valores obtidos a partir do coeficiente de Pearson.

Eixos	1	2
AutoValores	4,30	0,59
% explicação	86,03	11,83
Dominância	0,97	0,20
Índice de Shannon	-0,98	-0,01
Equitabilidade	-0,83	-0,53
Densidade	-0,92	0,34
Biomassa	-0,91	0,38

Verifica-se pela Fig. 6 que, de modo geral, a estrutura da comunidade diferiu entre os mesohabitats, estando troncos e folhiço associados à maiores valores de densidade e biomassa, e areia à baixa dominância, densidade e biomassa, e maiores valores de equitabilidade. As principais variáveis

responsáveis por explicar a ordenação dos mesohabitats no eixo 1 foram Dominância ($r=0,973$), Índice de Shannon ($r=-0,985$) e Densidade ($r=-0,927$), e no eixo 2, Equitabilidade ($r=-0,536$) e Biomassa ($r=0,381$).

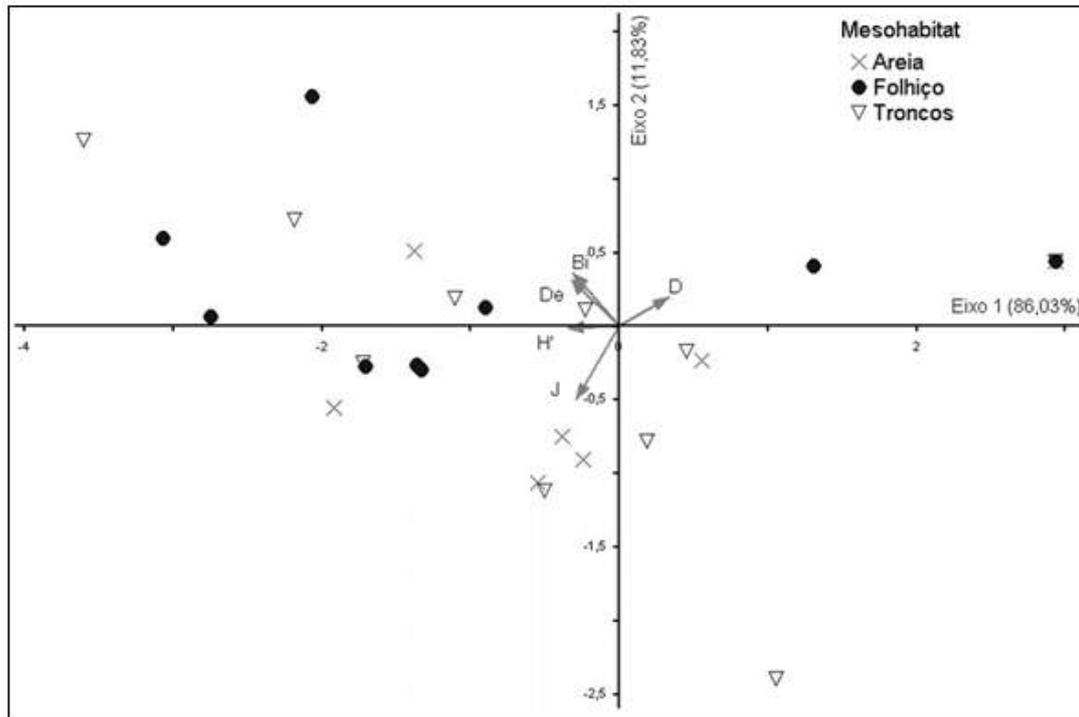


Figura 6: Análise de Componentes Principais dos atributos das comunidades de cada mesohabitat de riachos de águas pretas na região de Bertioga e São Sebastião. (De) Densidade de indivíduos, (Bi) Biomassa, (H') Diversidade de Shannon, (J) Equitabilidade de Pielou e (D) Dominância de Simpson.

Os resultados obtidos através da análise de SIMPER indicaram que de modo geral, as três espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os mesohabitats foram *M. microlepis* (25,75%), *H. multifasciatus* (16,61%) e o *A. leptos* (13,1%). Comparando-se os três mesohabitats, areia e folhiço apresentaram maior dissimilaridade entre si (90,26%), sendo que as espécies que mais contribuíram com esta foram *M. microlepis* (25,87%), *A. leptos* (16,48%) e *H. multifasciatus* (13,26%). Já entre os mesohabitats de areia e tronco as espécies *M. microlepis* (23,25%), *A. leptos* (17,98%) e *H. multifasciatus* (13,13%), foram as que mais contribuíram para a dissimilaridade entre estes. Entre folhiço e tronco, foram *M. microlepis* (24,77%), *H. multifasciatus* (20,94%) e *P. obtusa* (9,81%).

4. Discussão

4.1 Fatores abióticos

Os riachos de Mata Atlântica estudados apresentaram características típicas de riachos de águas pretas, com pH ácido, como já verificado em outros estudos realizado na Mata Atlântica (GONÇALVES & BRAGA, 2012) e na Amazônia (RÍOS-VILLAMIZAR *et al.*, 2014; DUARTE *et al.*, 2016). Por outro lado, a condutividade foi mais elevada do que a obtida por GONÇALVES & BRAGA (2012) na Mata Atlântica e no baixo Rio Negro (RESENDE *et al.*, 2006), o que poderia estar relacionado à possíveis influências antrópicas nos riachos do PERB e arredores.

Os principais componentes do COD aquático são substâncias húmicas, que representam 50-90% do seu conteúdo total (DUARTE *et al.*, 2016). Diversamente de Duarte *et al.* (2016) que observaram valores de COD de no máximo 35 mg.L⁻¹ em pequenos riachos na Amazônia, os resultados de COD observados nos riachos de Mata Atlântica foram superiores, indicando uma maior contribuição provavelmente relacionada com o tipo de vegetação presente.. Os ácidos húmicos são responsáveis pela coloração escura típica destes sistemas (POR *et al.*, 1984), sendo provenientes da vegetação de restinga (JANZEN, 1974). Os valores de Fe total obtidos também foram mais elevados quando comparados aos de um riacho de águas claras de Mata Atlântica (VIEIRA & ESTEVES, 2002), e semelhantes aos obtidos em igarapés de águas pretas do nordeste da Amazônia (HORBE & OLIVEIRA, 2008). De fato, já foram verificadas relações entre o teor de ácidos húmicos, pH e ferro, sendo que de acordo com PEURANEN *et al.* (1994), o ferro em condições de baixo pH, torna-se tóxico para os peixes. Entretanto com a presença dos ácidos húmicos, esta toxicidade diminui, permitindo a sobrevivência de peixes em pHs ácidos.

Rios e riachos podem ser entendidos como um “mosaico de manchas” (mesohabitats), sendo delimitados por diferentes combinações de correnteza, profundidade e composição do substrato (ANGERMEIER & SCHLOSSER, 1989). No presente estudo, a PCA realizada com os dados morfo-hidrológicos dos mesohabitats indicou pequenas diferenças físicas entre as três tipologias

de mesohabitats selecionadas, ao contrário de outros estudos de mesohabitats que compreendem corredeiras, rápidos e poções, onde as diferenças observadas foram mais evidentes (REZENDE *et. al.*, 2010; TERESA & CASATTI, 2012). Isto poderia ser explicado pelas características peculiares dos riachos de água preta, que drenam as planícies aluviais de restinga, resultando em baixa velocidade de água (POR, 1992), sobretudo na época seca, quando foram realizadas as coletas. Todavia a profundidade e a cobertura vegetal foram mais elevados no mesohabitat de folhiço, sendo que estas características sabidamente influenciam as comunidades de peixes. Tais relações já foram verificadas por FERREIRA *et al.* (2012), que salientam que a profundidade pode influenciar a dieta da comunidade de peixes, enquanto que a cobertura vegetal interfere na camuflagem das espécies, fornecendo abrigo para alguns peixes.

4.2 Ictiofauna

Embora no presente estudo tenham predominado as Ordens Characiformes e Siluriformes, à semelhança de outros estudos realizados em riachos de águas pretas, o número de espécies coletado (15) foi menor do que em outro estudo nestes ambientes (21) (FERREIRA, 2007). ESTEVES & LOBÓN-CERVIÁ (2001) coletaram 17 espécies de peixes em um riacho de águas claras na Mata Atlântica próximo à Bertioga.

As curvas de rarefação de espécies para os três mesohabitats indicaram que para um mesmo número de amostras, o folhiço foi o ambiente mais rico em espécies. Todavia, o patamar de riqueza foi atingido apenas no mesohabitat de troncos, indicando que para folhiço e areia, novas espécies poderiam ser adicionadas com aumento do esforço amostral.

A maior parte das espécies coletadas foi considerada onívora, com preferência pela coluna d'água ou fundo. 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.

Os mesohabitats podem ser definidos de acordo com a estrutura, tipo de substrato e tempo de persistência, podendo promover a existência de certas espécies. Representam sistemas de menor escala que se desenvolvem dentro de restrições estabelecidas pelos sistemas de maior escala dos quais fazem parte (FRISSEL *et al.* 1986). A presença de diferentes mesohabitats gera uma grande complexidade estrutural no sistema, sendo considerado um importante fator para as comunidades de peixes (REZENDE *et al.*, 2010).

Em relação às guildas tróficas, aspectos reprodutivos e posição na coluna d'água, os três mesohabitats foram semelhantes. Isto difere do encontrado por SCHLOSSER (1982), que estudando mesohabitats de riachos com poções e corredeiras, verificaram diferenças nas guildas tróficas e posição entre diferentes mesohabitats. Segundo este estudo, ocorreu um predomínio de espécies bentônicas-insetívoras, onívoras e espécies de superfície e coluna d'água em corredeiras e em poções, e predomínio de espécies insetívoras-piscívoras em rápidos.

Considerando-se a análise da estrutura da comunidade dos diferentes mesohabitats de modo agrupado, a mesma foi semelhante. Todavia, de acordo com a PCA, de modo geral, o ambiente de areia diferiu dos demais, pois neste mesohabitat foi verificada a menor diversidade, densidade e biomassa íctica, o que pode ter ocorrido devido à menor profundidade e cobertura vegetal destes locais, resultando em uma menor complexidade estrutural. De acordo com KRYNAK (2012), mesohabitats de areia são bastante instáveis, e geralmente evitados pela maioria dos invertebrados, resultando em baixa diversidade e biomassa, o que poderia explicar as diferenças obtidas entre a ictiofauna do mesohabitat de folhiço e areia. Embora na areia tenham ocorrido duas espécies bentônicas (*Acentronichthys leptos* e *Scleromystax barbatus*), a espécie predominante também foi *Mimagoniates microlepis*. Esta observação está de acordo com outros estudos realizados em ambientes arenosos da Amazônia (PEREIRA *et al.*, 2007), que ressaltaram que estes oferecem pouco alimento e abrigo, sendo os recursos que mantêm a comunidade principalmente de origem terrestre.

Por outro lado, a semelhança na riqueza, densidade e biomassa entre os mesohabitats de folhiço e troncos, conforme a PCA, poderia ser explicada por uma maior complexidade estrutural dos mesmos. Esta situação é análoga a rios de águas pretas da Amazônia, onde o folhiço apresentou alta riqueza (20 espécies) e densidade, cerca de 100 ind.m⁻² (HENDERSON & WALKER, 1990). Embora regiões com troncos sejam consideradas estruturalmente mais complexas (CASHMAN, 2014), nos riachos estudados, o folhiço possivelmente representa um local de complexidade estrutural semelhante aos troncos, disponibilizando alimento e abrigo para os peixes. Segundo WILLIS *et al.* (2005) regiões de troncos e folhiço, podem suportar uma grande produtividade primária e secundária, além de fornecer abrigo e reduzir a predação. Estas condições provavelmente refletem a dominância numérica e em termos de biomassa do *Mimagoniates microlepis*, pois esta espécie se alimenta de insetos terrestres que provêm da mata ripária (SABINO & CASTRO, 1990). Esta espécie também forma cardumes (NELSON, 1964), devendo ser favorecida por locais com maior profundidade.

Conclui-se que os três mesohabitats apresentaram grande homogeneidade em relação às características abióticas, o que se refletiu na semelhança de alguns atributos da comunidade. Todavia, foi possível verificar uma diferença da densidade e biomassa de indivíduos entre os ambientes de areia e os demais, sugerindo que o ambiente de folhiço seja estruturalmente tão complexo quanto o ambiente de troncos. Situação semelhante já foi verificada em rios de águas pretas da região amazônica, onde mesohabitats de folhiço representam o local de grande diversidade e densidade, exercendo um papel fundamental na manutenção da biodiversidade íctica (HENDERSON & WALKER, 1990).

Este estudo indicou a importância da preservação de manchas de habitats em riachos de águas pretas, especialmente de troncos e folhiço, uma vez que espécies ameaçadas de extinção como *Spintherobolus broccae* (ICMBIO, 2016), foi registrada somente nestes mesohabitats. Possivelmente esta ocorrência está relacionada ao seu hábito onívoro, uma vez que esta espécie se alimenta de invertebrados aquáticos, larvas de insetos e pequenos crustáceos (COSTA, 1987).

5. Agradecimentos

Agradeço às minhas colegas de trabalho Maressa H. Nanini Costa e Maria Letizia Petesse, pelo apoio na elaboração dos dados. Ao Sergio Luiz da Silva, Ronaldo de Flores Bernardino, Luiz Evangelista e Renato Horikoshi Candido da Silva, pela ajuda no trabalho de campo. Ao Sr. João e Bolívar Barbanti, juntamente com sua equipe, por ter acompanhado e auxiliado durante as coletas; ao setor de Química Orgânica da CETESB e Gilson Alves Quinágua pelas análises de água. Aos professores Oswaldo Oyakawa e Flávio C. T. de Lima, pelo auxílio na identificação do material. Ao grupo Peralta, por permitir a realização de parte do estudo em sua propriedade; ao Instituto Florestal (Processo SMA: 260108 – 003.286/2016); ao SISBIO (Nº 54432-1) pela autorização de coleta; à FAPESP pelo Auxílio concedido (Proc. 2015/26728-6); ao Instituto de Pesca pela viabilização do trabalho e a CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

6. Referências bibliográficas

- ABELHA, M.C.F.; GOULART, E. 2004 Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, 26(1): 37-45.
- ALEXANDRE, C.V.; ESTEVES K.E.; MOURA E MELLO, M.A.M. 2010 Analysis of fish communities along a rural–urban gradient in a neotropical stream (Piracicaba River Basin, São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia*, 641:97–114.
- ANGERMEIER, P.L.; SCHLOSSER, I.J. 1989 Species-area relationships for stream fishes. *Ecology*, 70(5): 1450-1462.
- APHA (American Public Health Association); AWWA (American Water Works Association); WEF (Water Environment Federation) 2012 Standard methods for the examination of water and freshwater. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation 22° edition.
- ARANHA, J.M.R.; TAKEUTI, D.F.; YOSHIMURA, T.M. 1998 Habitat use and food partitioning of fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 46(4), 951-959.
- ARMITAGE, P.D.; PARDO, I. 1995 Impact assessment of regulation at the reach level using macroinvertebrate information from mesohabitats. *Regulated Rivers: Research & Management*, 10: 147–158.
- ARMITAGE, P.D.; PARDO, I.; BROWN, A. 1995 Temporal constancy of faunal assemblages in 'mesohabitats'-Application to management? *Archiv für Hydrobiologie*, 133: 367–387.
- AZEVEDO, M.A. 2010 Reproductive characteristics of characid fish species (Teleostei, Characiformes) and their relationship with body size and phylogeny. *Iheringia*, 100(4): 469-482.
- 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 Scientiarum. Biological Sciences*, 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.
- BEISEL, J.N.; USSEGLIO-POLATERA, P.; MORETEAU, J.C. 2000 The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia*, 422/423:163-171.
- BOYERO, L. 2003 The quantification of local substrate heterogeneity in streams and its significance for macroinvertebrates assemblages. *Hydrobiologia*, 499: 161–168.

- BRAGA, F.M.S. 2004 Habitat, distribuição e aspectos adaptativos de peixes da micro bacia do ribeirão Grande, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(1): 31-36.
- BÜHRNHEIM, C.M. 2002 Heterogeneidade de habitats: rasos x fundos em assembleias de peixes de igarapés de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3): 889-905.
- BÜHRNHEIM, C.M.; COX FERNANDES, C. 2003 Structure of fish assemblages in Amazonian Rain Forest streams: effects of habitats and locality. *Copeia*, 2: 255-262.
- CARVALHO, T.M. 2008 Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 1(1): 73-85.
- CASATTI, L.; LANGEANI, F.; CASTRO, R.M.C. 2002 Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, SP. *Biota Neotropica*, 1: 1-15.
- CASHMAN, M.J. 2014 The effect of large wood on river physical habitat and nutritional dynamics. London, United Kingdom, 230f. (Dissertação de Doutorado. Queen Mary, University of London). Disponível em: <http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000018273/Cashman_Thesis_Revised_Final_FUB.pdf> Acesso em: 16 ago. 2017.
- CIAGRO. Centro Integrado de Informações de Agronegócios. Disponível em: <<http://www.ciiagro.org.br>> Acesso em: 23 fev. 2017.
- COGNATO, D.P; FIALHO, C.B. 2006 Reproductive biology of a population of *Gymnotus* aff. *carapo* (Teleostei:Gymnotidae) from southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4(3): 339-348.
- COLWELL, R. K. 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Disponível em: <<http://www.purl.oclc.org/estimates> (18/Set/2017)>
- COLWELL, R.K.; CODDINGTON, J.A. 1994 Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 345: 101-118.
- COLWELL, R.K.; MAO, C.X.; CHANG, J. 2004 Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85(10): 2717-2727.
- COSTA, M.R.; MATTOS, T.M.; BORGES, J.L.; ARAÚJO, F.G. 2013 Habitat preferences of common native fishes in a tropical river in Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 11(4): 871-880.

- COSTA, W.J.E.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.
- DUARTE, R.M.; SCOTT SMITH, D.; VAL, A.L.; WOOD, C.M. 2016 Dissolved organic carbon from the upper Rio Negro protects zebrafish (*Danio rerio*) against ionoregulatory disturbances caused by low pH exposure. *Scientific Reports*, 6: 1-10.
- EKOS; WWF. 2008. *Diagnóstico sociambiental para criação de unidades de conservação Polígono Bertiooga*. Instituto Ekos Brasil 331 p.
- ESTEVES, K.E.; LOBÓN-CERVIÁ, J. 2001 Composition and tropic structure of a fish Community of a clear water Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 62(4): 429 – 440.
- FERREIRA, A.; PAULA, F.R.; FERRAZ, S.F.B.; GERHARD, P.; KASHIWAQUI, E.A.L.; CYRINO, J.E.P.; MARTINELLI, L.A. 2012. Riparian coverage affects diets of characids in neotropical streams. *Ecology of Freshwater Fish*, 21: 12-22.
- FERREIRA, C.F. 2007 Ictiofauna de riachos na planície costeira da bacia do rio Itanhaém, litoral sul de São Paulo. São Paulo. 126f. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro). Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/99497>> Acesso em: 18 ago. 2017.
- FRISSEL, C.A.; LISS, W.L.; WARREN, C.E.; HURLEY, M.D. 1986 A Hierarchical Framework for Stream Habitat Classification: Viewing Streams in a Watershed Context. *Environmental Management*, 10(2): 199 – 214.
- GELWICK, F.P. 1990. Longitudinal and temporal comparisons of riffle and pool fish assemblage in a northeastern Oklahoma Ozark stream. *Copeia*, 1072-1082.
- GESSNER, F. 1964 The limnology of tropical rivers. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 15: 1090-1091.
- 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.
- GOTELLI, N.J; COLWELL, R.K. 2001 Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4): 379-391
- GUEDES, D.; BARBOSA, L.M.; MARTINS, S.E. 2006 Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de Floresta de restinga no

- município de Bertioga, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 20(2): 299-311.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001 PAST: Paleontological statistics software for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9 p.
- HARVEY, G.L.; CLIFFORD, N.J. 2009 Microscale hydrodynamics and coherent flow structures in rivers: implications for the characterization of physical habitat. *River Research and Applications*, 25: 160–180.
- HENDERSON, P.A.; WALKER, I. 1990 Spatial organization and population density of the fish community of the litter banks within a central Amazonian blackwater stream. *Journal of Fish Biology*, 37: 401-411.
- HORBE, A.M.C.; OLIVEIRA, L.G.S. 2008 Química de Igarapés de água preta do nordeste do Amazonas – Brasil. *Acta Amazonica*, 38(4): 753 – 760.
- ICMBIO (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE) 2016. Livro vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade 75 p.
- JÄHNIG, S.; BRUNZEL, S.; LORENZ, A.; HERING, D. 2009 Restoration effort, habitat mosaics, and macroinvertebrates —does channel form determine community composition? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Systems*, 19(2): 157–169.
- JANZEN, D.H. 1974. Tropical Blackwaters Rivers, Animals, and Mast Fruiting by the Dipterocarpaceae. *Biotropica*, 6(2): 69-103.
- JOHNSON, D.S. 1968 Malayan Blackwaters. In: MISRA, R.; GOPAL, B. *Proceedings of the Symposium in Recent Advances in Tropical Ecology*. Varanasi, International Society for Tropical Ecology. p. 303-310.
- KERSHNER, J.L.; SNIDER, W.M.; TURNER, D.M.; MOYLE, P.B. 1992 Distribution and sequencing of mesohabitats: are there differences at the reach scale? *Rivers*, 3: 179–190.
- KÖPPEN, W. 1948 *Climatologia*. México: Fondo de Cultura Econômica. 317p
- KREBS C.J. 1999 *Ecological Methodology*. Menlo Park: Benjamim/Cummings, 620 p.
- KRYNAK, E.M. 2012 Aquatic Mesohabitats: Abiotic and Biotic Comparisons in a Sand-Dominated, 3rd Order, Michigan Stream. Michigan. 79f. (Dissertação de Mestrado. Grand Valley State University). Disponível em: < <http://scholarworks.gvsu.edu/theses/33/>> Acesso em: 18 ago. 2017.
- KUBÍKOVÁ, L.; SIMON, O.P.; TICHÁ, K.; DOUDA, K.; MACIAK, M.; BÍLÝ, M. 2012 The influence of mesoscale habitat conditions on the

- macroinvertebrate composition of springs in a geologically homogeneous area. *Freshwater Science*, 31: 669–679.
- LANGGANI, F.; CASATTI, L.; GAMEIRO, H.S.; CARMO, A.B.; ROSSA-FERES, D.C. 2005 Riffle and pool fish communities in a large stream of southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3(2): 305 – 311.
- LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E.D. 2001 Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129: 271-280.
- MARQUES, V.S.; ARGENTO M.S.F. 1988 O uso de flutuadores para avaliação da vazão de canais fluviais. *Geociências*, 7: 173-186.
- MARTINS, S.E.; ROSSI, L.; SAMPAIO, P.S.P.; MAGENTA, M.A.G. 2008 Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertioiga, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 22(1): 249-274. 2008.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. 2011 *PC-ORD*. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A. 28 p.
- MENEZES, M.S.; TAKEUTI, D.F.; ARANHA, J.M.R.; VERANI, J.R. 2000 Desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas de *Pseudotothyris obtusa* (Ribeiro, 1911) (Loricaridae, Hypoptopomatinae). *Acta Biológica Paranaense.*, 29(1, 2, 3, 4): 89-100.
- MEYER, J.L. 1990 A Blackwater Perspective on Riverine Ecosystems: ecologists are taking a broader view of streams and their food webs. *BioScience*, 40(9): 643-651.
- MONTAÑA, C.; WINEMILLER, K. 2010 Local-scale habitat influences morphological diversity of species assemblages of cichlid fishes in a tropical floodplain river. *Ecology of Freshwater Fish*, 19(2): 216-227.
- NELSON, K. 1964. Behaviour and morphology in the Glandulocaudinae fishes (Ostariophysi, Characidae). *University of California Publications in Zoology*, 75: 59-102.
- PEREIRA, P.R.; AGOSTINHO, C.S.; OLIVEIRA, R.J.; MARQUES, E.E. 2007 Trophic guilds of fishes in sandbank habitats of a Neotropical river. *Neotropical Ichthyology*, 5(3):399-404.
- PERESSIN, A.; GONÇALVES, C.S.; BRAGA, F.M.S. 2012 Reproductive strategies of two Curimatidae species in a Mogi Guaçu impoundment, upper Paraná River basin, São Paulo, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(4): 847-854.
- PEURANEN, S.; VUORINEN, P.J.; VUORINEN, M.; HOLLENDER, A. 1994 The effects of iron, humic acids and low pH on the gills and physiology of Brown Trout (*Salmo trutta*). *Annales Zoologici Fennici*, 31: 389 – 396.

- POFF, N.L.; ALLAN, J.D. 1995 Functional organization on stream fish assemblages in relation to hydrological variability. *Ecological Society of America*, 76(2): 606 – 627.
- POR, F.D. 1992 *Sooretama, the Atlantic rainforest of Brazil*. Hague, The Netherlands: SPB Academic Publishing. 130p.
- POR, F.D.; SHIMIZU, G.Y.; PRADO-POR, A.M.S.; TÔHA, F.A.L.; OLIVEIRA, R.I. 1984 The blackwater river estuary of Rio Una Prelado (São Paulo, Brasil): preliminar hydrobiological data. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 17(3): 245-258.
- PRINGLE, C.M.; NAIMAN, J.R.; BRETSCHKO, G.; KARR, J.R.; OSWOOD, M.W.; WEBSTER, J.R.; WINTERBOURN, M.J. 1988 Patch dynamics in lotic systems: the stream as a mosaic. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(4): 503-524.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, Jr. C. J. 2003 Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs. 729p.
- RESENDE, E.K.; PEREIRA, R.A.C.; SÓRIO, V.F.; GALVÃO, E.M. 2006 *Biologia da tucuna, Gymnotus cf. carapo (Pisces, Gymnotidae) no Baixo Rio Negro, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 42p.
- REZENDE, C.F.; MORAES, M.; MANNA, L.R.; LEITÃO, R.P.; CARAMASCHI, E.P.; MAZZONI, R. 2010 Mesohabitat indicator species in a coastal stream of the Atlantic rainforest, Rio de Janeiro-Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 58(4): 1479 – 1487.
- RIBEREAU-GAYON, P. 1972 *Plant phenolics*. Hafner Publishing Co., New York. 254p.
- RÍOS-VILLAMIZAR, E.A.; PIEDADE, M.T.F.; DA COSTA, J.G.; ADENEY, J.M.; JUNK, W.J. 2014 Chemistry of different Amazonian water types for river classification: a preliminary review. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, 178: 17-28.
- ROSENZWEIG, M.L. 1995 *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge. 458 p.
- SABINO, J.; CASTRO, R.M.C. 1990 Alimentação, periódico de atividade e distribuição espacial de peixes de um riacho da Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, 50(1): 23-36.
- SANTOS, I.; FILL, H.D.; SUGAI, M.R.V.B.; BUBA, H.; KISHI, R.T.; MARONE, D.; LAUTERT, L.F. 2001 *Hidrometria Aplicada*. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba: LACTEC. p. 372

- SCHLOSSER, I.J. 1982 Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. *Ecological Monographs*, 52(4): 395-414.
- TEIXEIRA, R.L. 1994 Abundance, reproductive, and feeding habitats of eleotrid fishes in estuarine habitats of north-east Brazil. *Journal of Fish Biology*, 45: 749-761.
- TERESA, F.B.; CASATTI, L. 2012 Influence of forest cover and mesohabitat types on functional and taxonomic diversity of fish communities in Neotropical lowlands streams. *Ecology of Freshwater Fish*, 21: 433 – 442.
- TERRA, B.F.; HUGHES, R.M.; ARAÚJO, F.G. 2015 Fish assemblages in Atlantic Forest streams: the relative influences of local and catchment environments on taxonomic and functional species. *Ecology of Freshwater Fish*, 25(4): 527-544.
- THOMPSON, J.N. 2009 The coevolving web of life. *The American Naturalist*, 173: 125–150.
- TICKNER, D.; ARMITAGE, P.; BICKERTON, M.A.; HALL, K.A. 2000 Assessing stream quality using information on mesohabitat distribution and character. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 10: 179–196.
- VADAS, R.L.; ORTH, D.J. 1997 Species associations and habitat use of stream fishes: the effects of unaggregated-data analysis. *Journal of Freshwater Ecology*, 12: 27-37.
- VIEIRA, M.S.; ESTEVES, K.E. 2002 Limnology of coastal clear-water stream of the Atlantic Rain Forest, Southeast Brazil. *Archiv für Hydrobiologie*, 154(2): 275-291.
- VITULE, J.R.S.; SILVA, F.F.G.; BORNATOWSKI, H.; ABILHOA, V. 2013 Feeding ecology of fish in a coastal river of the Atlantic Rain Forest. *Environmental Biology of Fishes*, 96(9): 1029-1044.
- WANG, L.; LYONS, J.; RASMUSSEN, P.; SEELBACH, P.; SIMON, T.; WILEY, M.; KANEHL, P.; BAKER, E.; NIEMELA, S.; STEWART, P.M. 2003 Watershed, reach, and riparian influences on stream fish assemblages in the Northern Lakes and Forest Ecoregion, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(5): 491-505.
- WILLIS, S.C.; WINEMILLER, K.O.; LOPEZ-FERNANDEZ, H. 2005 Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. *Oecologia*, 142: 284-295.



Anexo 1. Peixes coletados nos 41 riachos de águas pretas, na região da Baixada Santista e Litoral Norte do Estado de São Paulo, durante o período seco (julho-setembro de 2016).



Anexo 2. Aspecto geral dos mesohabitats de Areia (A), Folhiço (B) e Troncos (C), mostrando as redes de bloqueio utilizadas para delimitação dos habitats.

Considerações finais

Considerações finais

- Embora os mesohabitats selecionados tenham apresentado semelhanças com relação aos dados morfo-hidrológicos e de cobertura vegetal, conforme verificado na PCA, os ambientes de areia estiveram associados à menor profundidade, largura e comprimento, os de folhiço a uma maior profundidade e cobertura vegetal, o de troncos a maiores valores de comprimento e largura.
- Os mesohabitats de folhiço e troncos apresentaram maiores valores de densidade, biomassa e diversidade, o que pode ser explicado pelo fato de que ambientes de troncos são estruturalmente mais complexos, possibilitando abrigar mais espécies e indivíduos, devido à maior oferta de alimento e proteção contra predadores. Todavia, os mesohabitats de folhiço aparentemente também apresentaram maior complexidade estrutural.
- O presente estudo permite inferir que a manutenção da vegetação ripária é fundamental para a preservação da diversidade ictiofaunística nestes rios, especialmente porque pelo aporte de material alóctone, a oferta de alimento e complexidade de determinadas manchas nos rios são aumentadas.
- Existem poucos estudos em rios de águas pretas, especialmente com relação aos mesohabitats destes ambientes. A maioria dos estudos de mesohabitats em rios de Mata Atlântica foi realizada em rios de águas claras. Devido a isto, é necessário aumentar os estudos nestes ambientes para melhor compreender a dinâmica populacional de peixes que vivem nestes rios peculiares e para preservar espécies raras e em extinção. Tal fato é reforçado pelo registro de espécies consideradas ameaçadas, tal como *Spintherobolus broccae*, que esteve associado a ambientes de folhiço e troncos nos rios estudados.