

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de **16/12/2026**.

**CARACTERIZAÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE ESPÉCIES
DE PEIXES EM UM RIACHO COSTEIRO DO ESTADO DE
SÃO PAULO, SUDESTE DO BRASIL**

GABRIEL RAPOSO SILVA DE SOUZA

SÃO VICENTE - SP

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"Júlio de Mesquita Filho"

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

**CARACTERIZAÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE ESPÉCIES DE
PEIXES EM UM RIACHO COSTEIRO DO ESTADO DE SÃO PAULO,
SUDESTE DO BRASIL**

GABRIEL RAPOSO SILVA DE SOUZA
PROF. DR. DOMINGOS GARRONE NETO

Tese apresentada ao Instituto de
Biociências, Câmpus do Litoral Paulista,
UNESP, para obtenção do título de
Doutor no Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade de Ambientes Costeiros.

SÃO VICENTE – SP
2024

S729c Souza, Gabriel Raposo Silva de
Caracterização da movimentação de espécies de peixes
em um riacho costeiro do Estado de São Paulo, sudeste do
Brasil / Gabriel Raposo Silva de Souza. -- São Vicente,
2024
161 p. : il., tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente
Orientador: Domingos Garrone Neto

1. Ecologia de água doce. 2. Migração de peixes. 3.
Mata Atlântica. 4. Biotelemetria. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos
pelo autor(a).

Para meu filho Joaquim, o papai te ama muito!

Para meu filho Caetano, que você venha para encher ainda mais nossas vidas de amor!

Para minha companheira Aline, que não deixou de acreditar e sair do meu lado.

Aos meus pais, Rose e Marcos, minha eterna gratidão.

Para minha irmã Arianne, obrigado por se preocupar tanto.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador e amigo, Professor Dr. Domingos Garrone Neto, por toda essa jornada de quase 12 anos, estando presente ao longo das mais importantes fases da minha vida. Muito obrigado pelos ensinamentos ao longo de todos esses anos. A você, minha eterna gratidão à tudo!

Ao amigo Dr. Hugo Marques, que me ajudou em todas as fases dessa jornada, de diversas maneiras possíveis. Cara, muito obrigado!

À Fishtag Consultoria e Assessoria Ambiental, pelo apoio e suporte técnico que, se não fosse por isso, grande parte deste trabalho não teria sido feita. E pela oportunidade que me foi dada para se aperfeiçoar no estudo e aplicação da PIT telemetria.

Ao Professor Dr. Fabio Cop Ferreira, da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, pela companhia e suporte de campo, assim como as diversas reuniões para ajudar com as análises. Serei sempre muito grato a você.

Ao Dr. Vilmar Antônio Rodrigues, pelo apoio logístico de sempre e à companhia maravilhosa durante as campanhas, sempre com a melhor gambiarra na manga para fazer as coisas funcionarem.

Ao Rafael R. Munhoz, pelo inestimável suporte e ajuda com os números. Valeu mesmo Rafa!

Ao Eduardo O. Santinelli e Lucca Stocco Polonio pela ajuda no campo.

Ao Donizete da Silva, José Benedito da Silva (“Zé”) e Edaldo Lima de Oliveira (“Daio”), por toda a hospitalidade e companhia, sempre de bom humor.

Ao pessoal da FCTH/Radar (Gilberto, Valdir, Anderson, Mário and Antônio Carlos), por fornecer dados tão importantes para este trabalho.

Ao pessoal do Sítio Garrafão (Ademar e Severino), pelo apoio logístico.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da minha pesquisa por meio da bolsa de doutorado (Processo Nº 88887.670014/2022-00).

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus do Litoral Paulista (CLP) e Campus Experimental de Registro, por disponibilizarem pessoal e infraestrutura na realização de diversas atividades ao longo destes dois anos de trabalho. Aos funcionários do CLP, pela orientação e ajuda durante vários momentos ao longo desses anos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO GERAL	9
CAPÍTULO 1 – SWIMMING LIKE GIANTS: MOVEMENT ASSESSMENT OF THE SOUTH AMERICAN CATFISH, <i>RHAMDIA QUELEN</i> (SILURIFORMES: HEPTAPTERIDAE) REVEALED ITS GREATNESS COMPARED TO THE LARGE CATFISH OF SOUTH AMERICA	24
Abstract.....	25
Resumo	26
Introduction.....	27
Material and methods.....	28
Results.....	37
Discussion.....	42
References.....	48
Supplementary files	52
CAPÍTULO 2 - MOVIMENTAÇÃO E USO DO HABITAT POR TRÊS ESPÉCIES DE CHARACIFORMES EM RIACHOS COSTEIROS DA BACIA DO RIO ITAPANHAÚ, SUDESTE DO BRASIL	61
Resumo	61
Abstract.....	62
Introdução	63
Material e métodos.....	68
Resultados.....	75
Discussão	80
CONCLUSÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
Anexo 1.....	93
Anexo 2.....	102

RESUMO

Esta tese apresenta uma investigação sobre a ecologia espacial de peixes em riachos costeiros da Mata Atlântica, com foco na caracterização dos padrões de movimentação e uso do habitat de quatro espécies representativas de peixes: *Psalidodon paranae*, *Hollandichthys multifasciatus*, *Oligosarcus paranensis* e *Rhamdia quelen*. Os estudos foram realizados no rio Sertãozinho, na sub-bacia costeira do rio Itapanhaú, estado de São Paulo, região que compartilha uma ictiofauna de diversas bacias. Para isso, foi utilizada a PIT (*Passive Integrated Transponder*) telemetria, que permitiu o monitoramento contínuo e detalhado dos deslocamentos dos peixes ao longo de um trecho de 2,6 km do rio Sertãozinho e seus tributários. A tese foi estruturada em dois capítulos. O primeiro aborda a movimentação e uso do habitat do jundiá *Rhamdia quelen*, uma espécie de bagre amplamente distribuída e adaptada a uma variedade de ambientes e condições climáticas. O estudo revelou um padrão de atividade predominantemente noturno, com maiores velocidades de deslocamento no período da noite e movimentos ascendentes influenciados pela pluviosidade. O comportamento de *R. quelen* foi comparado a grandes bagres migratórios da América do Sul, evidenciando uma mobilidade relativa surpreendente para o tamanho da espécie. O segundo capítulo foca em três espécies de Characidae com diferentes estratégias ecológicas e comportamentais. O lambari-de-rabo-vermelho *Psalidodon paranae* exibiu alta mobilidade e comportamento predominantemente noturno, percorrendo distâncias superiores a 46 km, com influência significativa do comprimento padrão na distância percorrida. Em contraste, o lambari-listrado *Hollandichthys multifasciatus* apresentou comportamento sedentário, com deslocamentos limitados a 550 metros. O tambicu *Oligosarcus paranensis*, embora representada por um único indivíduo detectado, destacou-se pela ampla mobilidade, percorrendo mais de 119 km. A análise revelou que fatores como pluviosidade, nível do rio e período do dia influenciam os padrões de movimentação e velocidade das espécies. Os resultados obtidos fornecem informações valiosas para o entendimento da ecologia dos peixes de riachos, destacando a complexidade de suas respostas aos fatores ambientais e a importância de preservar a conectividade e integridade dos habitats. Este estudo preenche lacunas significativas no conhecimento sobre a ecologia espacial de peixes de pequeno porte em riachos da Mata Atlântica, reforçando a relevância de integrar pesquisa científica e conservação em prol da manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos nesses ambientes altamente ameaçados.

ABSTRACT

This thesis presents an investigation into the spatial ecology of fish in coastal streams of the Atlantic Forest, focusing on characterizing the movement patterns and habitat use of four representative fish species: *Psalidodon paranae*, *Hollandichthys multifasciatus*, *Oligosarcus paranensis*, and *Rhamdia quelen*. The studies were conducted in the Sertãozinho River, a tributary in the coastal sub-basin of the Itapanhaú River, São Paulo state, a region with an ichthyofauna that shares similarities with adjacent basins. PIT telemetry (Passive Integrated Transponder) was employed, enabling continuous and detailed monitoring of fish movements along a 2.6 km stretch of the Sertãozinho river and its tributaries. The thesis is structured into two chapters. The first chapter addresses the movement and habitat use of the South American catfish *Rhamdia quelen*, a widely distributed species adapted to a variety of environments and climatic conditions. The study revealed a predominantly nocturnal activity pattern, with higher swimming speeds at night and upstream movements influenced by rainfall intensity. *Rhamdia quelen*'s behavior was compared to that of large migratory catfish from South America, highlighting a surprisingly high mobility relative to its size. The second chapter focuses on three Characidae species with differing ecological and behavioral strategies. The tetra *Psalidodon paranae* exhibited high mobility and predominantly nocturnal behavior, traveling distances of over 46 km, with a significant influence of standard length on the distances traveled. In contrast, the tetra *Hollandichthys multifasciatus* displayed sedentary behavior, with movements limited to 550 meters. The tambicu *Oligosarcus paranensis*, although represented by a single detected individual, stood out for its extensive mobility, covering more than 119 km. The analysis revealed that factors such as rainfall, river level, and time of day significantly influenced the movement patterns and swimming speeds of these species. The findings provide valuable insights into the ecology of stream fish, emphasizing the complexity of their responses to environmental factors and the importance of preserving habitat connectivity and integrity. This study fills significant gaps in knowledge regarding the spatial ecology of small-sized fish in Atlantic Forest streams, reinforcing the importance of integrating scientific research and conservation efforts to maintain biodiversity and ecosystem services in these highly threatened environments.

INTRODUÇÃO GERAL

O estudo da movimentação e do uso do hábitat de peixes de água doce é essencial para a compreensão de processos ecológicos que regulam a dinâmica das populações e comunidades (Cooke et al., 2016), pois o movimento é um comportamento essencial para os peixes se adaptarem às mudanças nas condições ambientais (Railsback et al., 1999). Esta movimentação é influenciada por uma combinação de fatores bióticos e abióticos e sendo uma ferramenta importante durante processos de colonização de novos ambientes, migração, recolonização de habitats impactados, aumento na oferta de alimento e crescimento, reduzir o risco de predação e se abrigar para não ser arrastado durante períodos de aumento do nível do rio (Albanese et al., 2004; Roberts, Angermeier, 2007; Radinger, Wolter, 2013). Independente da escala, a capacidade que um indivíduo tem em se movimentar é um fator importante para a manutenção das populações e comunidades de peixes em ambientes naturais (Nathan et al., 2008; Hohausová et al., 2010; Abilhoa et al., 2011).

O primeiro grande estudo abordando a movimentação de peixes de riachos foi feito por Gerking (1959), no qual foi postulado o Paradigma do Movimento Restrito (*RMP*, sigla em inglês para *Restricted Movement Paradigm* - *sensu* Gowan et al., 1994). De acordo com este paradigma, indivíduos adultos de espécies de peixes de pequeno porte são sedentários, passando a maior parte da vida em trechos de riachos com menos de 50 metros de extensão (Gerking, 1959). Apesar de sua importância, o RMP foi questionado por diversos trabalhos que demonstraram que, ao contrário do que postulado pelo paradigma, em diversas espécies de peixes de riachos, uma parcela de indivíduos dentro de uma população se movimenta por distâncias maiores do que proposto inicialmente (Gowan et al., 1994; Gowan, Fausch, 1996; Rodriguez, 2002; Radinger, Wolter, 2013).

Atualmente, o que vem sendo demonstrado é o padrão de movimentação heterogêneo, onde é possível observar os comportamentos sedentário e móvel entre indivíduos de uma mesma população (Skalski, Gilliam, 2000; Rodriguez, 2002; Radinger, Wolter, 2013; De Fries et al., 2021). Segundo este conceito, a maioria dos indivíduos de uma população de peixes passa a vida ocupando um trecho limitado do rio e, aqueles poucos que se movimentam por distâncias maiores, são os responsáveis pela dispersão, colonização, recolonização de novos habitats e troca de material genético entre populações (Radinger, Wolter, 2013). Essa variação na movimentação de indivíduos dentro das populações pode estar relacionada a fatores intrínsecos como história de vida, variações fenotípicas e traços de personalidade dos indivíduos (Comte, Olden, 2018). Além disso, fatores externos como variações no fluxo de água, disponibilidade de alimentos e complexidade do hábitat também podem influenciar a movimentação dos peixes de riachos (Rasmussen, Belk, 2017).

Comte e Olden (2018) destacam que grande parte dos trabalhos conduzidos sobre movimentação de peixes de água doce estão concentrados no Hemisfério Norte, com destaque para América do Norte e Europa, além de terem sido feitos com espécies de peixes pertencentes, em sua grande maioria, às ordens Salmoniformes e Cypriniformes. Na região Neotropical, os estudos de migração de peixes de água doce normalmente estão focados em espécies de grande porte, de interesse econômico e concentrados nas bacias do rio Amazonas e Paraná (Barthem et al., 1991; Barthem, Goulding, 1997; Hahn et al., 2011, 2019; De Fries et al., 2019). Mesmo assim, alguns estudos sobre ecologia do movimento de peixes de riachos Neotropicais foram realizados na última década (Mazzoni, Iglesias-Rios, 2012; Espírito-Santo et al., 2017; Celestino et al., 2017; Mazzoni et al., 2018; De Fries et al., 2021).

Em rios de grandes bacias hidrográficas da América do Sul, como a Amazônica e o Rio Paraná, muitos estudos têm investigado as migrações de espécies de grande porte (Carolsfeld, 2003; Godinho et al., 2007; Hahn et al., 2011), principalmente no contexto de barramentos do rio feitos por empreendimentos hidrelétricos (Hahn et al., 2007; 2019). Por outro lado, a movimentação de espécies de pequeno porte que habitam os riachos Neotropicais permanece pouco estudada (Mazzoni et al., 2018; Mazzoni, Barros, 2021), apesar da sua importância ecológica para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos (Castro et al., 2005). Considerando o papel da movimentação dos peixes para o funcionamento do ecossistema de riachos (Schlosser, 1995) e a importância dos riachos Neotropicais como *hotspots* de biodiversidade (Castro, Polaz, 2020), é fundamental o entendimento dos padrões de movimentação das espécies de peixes nesses ambientes.

A ictiofauna de água doce da região Neotropical é considerada a mais diversa do mundo (Lévêque et al., 2008), possuindo cerca de 6.000 espécies descritas (Reis et al., 2003), com estimativas deste número chegar próximo às 9.000 espécies de peixes, quando consideradas as espécies ainda não descritas (Reis et al., 2016; Birindelli, Sidlauskas, 2018). Aproximadamente 70% dessa diversidade é composta por espécies de peixes de pequeno porte que, em sua maioria, medem menos de 15 cm de comprimento padrão (CP) quando adultos (Reis et al., 2003; Castro, Polaz, 2020), sendo a maioria dessas espécies representantes das ordens Characiformes, Siluriformes e Cyprinodontiformes (Lévêque et al., 2008). Apesar de contribuírem com grande parte desta diversidade e desempenharem um papel fundamental na dinâmica das comunidades dos ecossistemas aquáticos, os peixes de pequeno porte geralmente recebem menos atenção do que espécies de médio e grande portes (Castro, Polaz, 2020). Essa diferença é atribuída a diversos fatores como: (i) espécies de maior porte, como aquelas presentes em rios de maior escala geográfica, possuem importância econômica significativa, sendo alvos de pesca e aquicultura, o que leva a um interesse maior em seu estudo e proteção (Castro 1999, 2021; Cetra et al., 2012; Castro, Polaz, 2020); (ii) espécies de

pequeno porte, muitas vezes endêmicas e com distribuição restrita (Menezes et al., 2007), são menos conhecidas pelo público em geral e pelos tomadores de decisão, dificultando o apoio a esforços de conservação mais voltados à estas espécies de peixes (Cetra et al., 2012; Castro, Polaz, 2020).

Nos riachos neotropicais, a composição da ictiofauna é predominantemente formada por espécies de pequeno porte, com destaque para as ordens Siluriformes e Characiformes, que representam cerca de 85% das espécies presentes nesses ambientes (Oyakawa et al., 2006; Guimarães et al., 2010; Terra et al., 2016; Dopazo et al., 2023). Outras ordens, como Perciformes, Cyprinodontiformes, Gymnotiformes e Synbranchiformes, também ocorrem em riachos da Mata Atlântica, mas geralmente com menor representatividade, contribuindo, na maioria das vezes, com menos de 10% das espécies presentes (Castro & Polaz, 2020; Dopazo et al., 2023). Essa dominância de espécies de pequeno porte está diretamente relacionada às suas características morfológicas, comportamentais e fisiológicas, que se foram adaptadas aos atributos físicos dos riachos de Mata Atlântica, que apresentam largura e profundidade limitadas, fluxo de água variável e substratos heterogêneos compostos por rochas, troncos de árvores, cascalho, areia e folhiço (Oyakawa et al., 2006; Mazzoni et al., 2010; Terra et al., 2013; Carmo et al., 2015).

Os Siluriformes, em geral, possuem corpo achatado dorso-ventralmente, uma adaptação que facilita a permanência em habitats de corredeira, caracterizados por substrato rochoso e fluxo de água rápido, aproveitando as fendas e espaços entre rochas para se abrigarem (Guimarães et al., 2010; Ferreira et al., 2010; Pagotto et al., 2011). Em contraste, os Characiformes demonstram uma plasticidade morfológica que lhes permite ocupar uma ampla gama de ambientes lóticos, desde trechos de corredeira até áreas de remanso com uma variedade de formas corporais e estratégias alimentares que refletem suas adaptações aos diferentes microhabitats dos riachos (Guimarães et al., 2010; Mazzoni et al., 2010; Carmo et al., 2015).

Riachos costeiros da Mata Atlântica, especialmente aqueles situados em regiões mais elevadas e próximos às cabeceiras das sub-bacias, além de apresentarem características semelhantes às mencionadas anteriormente, também apresentam oscilações sazonais e repentinas, que levam a uma distribuição de nichos diferenciada, onde espécies de pequeno porte compartilham micro-habitats específicos para evitar a competição por recursos limitados (Aranha et al., 1998; Esteves, Lobón-Cerviá, 2001; Mazzoni, Costa, 2007; Gonçalves et al., 2019). Essa adaptação é refletida na morfologia (Casatti, Castro, 2006) e no comportamento dessas espécies (Sabino, Castro, 1990), como estratégias de alimentação especializadas (Deus, Petrere-Junior, 2003; Abilhoa et al., 2009) e padrões de movimentação específicos (Mazzoni et al., 2018), características fundamentais para a ocupação dessas espécies de peixes nos riachos.

Nos riachos costeiros da Mata Atlântica, a estrutura e a composição das comunidades de peixes variam ao longo do gradiente longitudinal, influenciadas por fatores ambientais e físicos como variação de altitude, hidrodinâmica, parâmetros químicos da água e composição de micro-habitats em diferentes trechos (Vannote et al., 1980; Carmassi et al., 2012; Wolff & Hahn, 2017; Gonçalves et al., 2019). Essas características resultam em uma diferenciação longitudinal das comunidades de peixes ao longo do curso do riacho, promovendo uma rica diversidade beta entre as regiões (Ferreira, Petrere-Jr, 2009; Ferreira et al., 2010). A tendência de aumento na riqueza de espécies da cabeceira para a foz, está relacionada à maior diversidade de habitats nos trechos inferiores das bacias e condições ambientais mais estáveis nas áreas de menor altitude (Ferreira et al., 2010). Outro aspecto importante é a influência de barreiras físicas, como cachoeiras, que segmentam a fauna em diferentes zonas ao longo do rio, reforçando o papel das barreiras físicas na distribuição de espécies e estrutura das comunidades de peixes ao longo do gradiente altitudinal (Brito et al., 2022).

A composição de espécies de peixes em riachos costeiros da Mata Atlântica também é fortemente influenciada por fatores biogeográficos e geomorfológicos (Ribeiro, 2006) que causaram o isolamento geográfico dessa bacia, proporcionando o elevado grau de endemismo encontrado nestes ambientes (Castro, 1999, 2021; Oyakawa et al., 2006; Menezes et al., 2007). Apesar da grande ocorrência de endemismo de espécies de peixes na bacia costeira, em trecho mais elevado, como em regiões de planalto dessas bacias, a composição da ictiofauna nesses locais apresenta padrões semelhantes à encontrada em bacias adjacentes, que drenam para o interior do continente (Ribeiro et al., 2006; Serra et al., 2007). Isto ocorre devido ao fenômeno de captura de cabeceira, que representa um processo biogeográfico no qual a cabeceira de um riacho é “capturada” e incorporada por outro sistema de drenagem adjacente, gerando conexões temporárias ou permanentes entre bacias hidrográficas que, de outra forma, permaneceriam isoladas (Serra et al., 2007). Este fenômeno pode ser causado tanto por processos geológicos quanto por eventos hidrológicos extremos, como chuvas intensas que facilitam a comunicação temporária entre as bacias (Ribeiro, 2006; Serra et al., 2007). A captura de cabeceira ocorre principalmente em regiões montanhosas e é particularmente relevante no contexto da Mata Atlântica, onde a relevo acidentado da Serra do Mar facilita a interligação de bacias que drenam em direções opostas, promovendo trocas entre comunidades de peixes (Ribeiro et al., 2006; Frota et al., 2019). Essa troca não apenas facilita a expansão temporária do território de algumas espécies, mas também pode contribuir para o compartilhamento de habitats críticos e recursos alimentares para espécies de pequeno porte que, muitas vezes, possuem distribuição restrita.

Uma das principais ameaças para este grupo de peixes é a supressão da vegetação nativa (Casatti et al., 2012; Tibúrcio et al., 2016; Castro, Polaz, 2020; Pagotto et al., 2022), causando uma série de alterações nas características físicas e químicas do ambiente, no fluxo de água e na

luminosidade que incide no riacho (Casatti et al., 2012), além da diminuição dos recursos alimentares de origem alóctone, tão importantes para a ictiofauna destes ambientes, principalmente em regiões mais próximas às cabeceiras (Vannote et al., 1980; Castro et al., 2005; Oyakawa et al., 2006; Menezes et al., 2007). A presença da vegetação ripária é essencial para manter a composição taxonômica e funcional dos peixes, com riachos preservados abrigando espécies especialistas, bentônicas, insetívoras, intolerantes e reofílicas típicas de ambientes prístinos, enquanto sua degradação promove a dominância de espécies tolerantes e a perda de diversidade (Casatti et al., 2012; Gonçalves et al., 2019; Pagotto et al., 2022).

Outra ameaça importante aos riachos é o lançamento de efluentes urbanos, que degrada a qualidade da água por meio de alterações na condutividade, nas concentrações de oxigênio dissolvido e nos níveis de fósforo total presentes no ambiente (Bertora et al., 2022). Riachos com altas concentrações de fósforo frequentemente apresentam comunidades empobrecidas, compostas por espécies tolerantes à poluição (Bertora et al., 2022). Além disso, a construção de estradas e pequenas barragens representa uma ameaça significativa para a ictiofauna, interferindo na conectividade entre diferentes habitats e impactando diretamente o movimento e a dispersão de peixes, especialmente de espécies que dependem da conectividade longitudinal para a manutenção de suas populações (Brejão et al., 2020; De Fries et al., 2023; Salvador et al., 2023).

Os riachos Neotropicais têm atraído a atenção de ictiólogos como uma fonte de descrição de novas espécies de peixes e, portanto, as pesquisas em riachos brasileiros têm crescido nas últimas duas décadas (Dias et al., 2016). Mesmo com este crescimento, grande parte dos trabalhos realizados em riachos têm abordado aspectos gerais das assembleias de peixes, como a descrição da dieta, a distribuição espacial, a estrutura trófica e os efeitos ambientais sobre as assembleias de peixes, utilizando, na maioria das vezes, escalas temporais e espaciais reduzidas (Azevedo et al., 2010; Dias et al., 2016). Essa limitação implica em uma regionalização do conhecimento obtido com estes trabalhos (Dias et al., 2016) e com lacunas no conhecimento para uma Ictiofauna tão rica, diversa e importante mundialmente. Dentre as frentes de estudo, um assunto que é muito pouco conhecido para a ictiofauna de riachos brasileiros diz respeito a sua movimentação e uso do hábitat (Mazzoni, Barros, 2021).

Apesar do avanço dos estudos e a maior compreensão a respeito da ecologia do movimento de peixes de riachos, na maioria desses trabalhos, as conclusões são baseadas em baixas proporções de recapturas de peixes dentro de trechos limitados dos rios (Gowan et al., 1994; Rodriguez, 2002), podendo, na maioria das vezes, subestimar a proporção de indivíduos que se deslocam por distâncias maiores e o tamanho da área utilizada por estes indivíduos (Gowan, Fausch, 1996; Breen et al., 2009; Mazzoni, Barros, 2021). A avaliação da movimentação e do uso de hábitat da ictiofauna de riachos

está vinculada às escalas espacial e temporal aplicadas na pesquisa, sendo comum que os estudos monitorem o movimento uma vez ao dia, ou até menos frequentes (Pennock et al., 2018). No entanto, para aprofundar o entendimento sobre o uso do habitat e movimentação destas espécies, é essencial que as observações sejam feitas em escalas mais detalhadas, com maior precisão espacial e temporal (Pennock et al., 2018; Cathcart et al., 2019). Uma ferramenta com esse potencial é a telemetria, que permite o monitoramento dos peixes de forma remota, contínua e por áreas muito mais extensas, de modo mais conveniente e, em alguns casos, mais econômico (Cooke et al., 2013).

No caso de espécies de peixes de pequeno porte, como a maioria dos peixes de riachos, as PIT tags (PIT – *Passive Integrated Transponder*) constituem a tecnologia de telemetria mais adequada, já que apresentam tamanho reduzido (*e.g.*, 12 mm de comprimento). Essas tags são detectadas através de antenas de Identificação por Radiofrequência (RFID – *Radio Frequency Identification*) instaladas no rio, ou então adaptadas para rastreamento móvel (Zydlewski et al., 2006). O uso da tecnologia RFID, ou PIT telemetria, começou a ser aplicada no início da década de 1980 em estudos com peixes e, na década de 1990, passou a ser utilizada no monitoramento desse grupo em sistemas de transposição, normalmente associados a empreendimentos hidrelétricos ou em rios de pequeno porte e riachos na América do Norte e na Europa (Prentice et al., 1990; Lucas, Baras, 2000; Riley et al., 2003). A aplicação da telemetria PIT neste estudo oferece uma oportunidade inédita para investigar padrões de movimentação e uso do hábitat da ictiofauna de riachos costeiros da Mata Atlântica, obtendo informações mais precisas sobre a movimentação de indivíduos em diferentes condições ambientais, promovendo uma melhor compreensão dos fatores que influenciam esses padrões espaciais.

Este Doutorado foi realizado na ecorregião florestal costeira da Serra do Mar, no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar no Estado de São Paulo, em um segmento de platô da bacia do rio Itapanhaú, a aproximadamente 800 metros de altitude. Essa região abrange uma rede de riachos que formam as cabeceiras dos rios Tietê e Paraíba, além de drenagens costeiras que descem através de terreno acidentado até a planície litorânea. A região de platô e a região costeira da bacia apresentam características físicas distintas, separadas por uma barreira natural de alta elevação que resulta na diferenciação da composição e estrutura das comunidades de peixes ao longo deste gradiente altitudinal (Ferreira et al., 2010; Wolff, Hahn, 2017; Gonçalves et al., 2019; Brito et al., 2022). Devido à localização da área de estudo, a ictiofauna desta região apresenta notável similaridade com a de bacias adjacentes, principalmente com a do Alto Tietê (Ribeiro et al., 2006; Serra et al., 2007; Marceniuk et al., 2011), sugerindo uma história biogeográfica comum entre essas áreas, evidenciada pela presença de espécies compartilhadas e corroborando a ocorrência pretérita da captura de cabeceira (Ribeiro et al., 2006; Serra et al., 2007).

Nesse contexto, o objetivo geral da presente tese foi caracterizar a movimentação e o uso do hábitat de quatro espécies de peixes nativos na bacia do rio Sertãozinho: três caracídeos, *Psalidodon paranae*, *Hollandichthys multifasciatus* e *Oligosarcus paranensis*, e um bagre heptapiterídeo, *Rhamdia quelen*. Além de serem membros das duas ordens mais representativas da ictiofauna dos riachos costeiros da Mata Atlântica (Oyakawa et al., 2006; Menezes et al., 2007), a seleção das espécies analisadas neste estudo foi baseada em sua abundância na área de estudo e na representatividade dentro das guildas ecológicas da ictiofauna de riachos costeiros, permitindo avaliar como diferentes características funcionais e estratégias comportamentais influenciam a movimentação e o uso do habitat. *Rhamdia quelen*, um Siluriforme de médio porte, apresenta hábitos predominantemente noturnos e comportamento bentônico, utilizando o fundo do riacho para forrageamento e refúgio (Deus, Petrere-Jr, 2003; Mazzoni, Costa, 2007). Sua inclusão no estudo possibilita investigar como um predador de maior porte, com capacidade de deslocamento ampliada em função do tamanho corporal, responde às variações ambientais e espaciais. Além disso, sua presença no conjunto de espécies analisadas permite uma comparação com espécies de pequeno porte, possibilitando avaliar diferenças na movimentação entre grupos ecológicos distintos.

Os três Characíformes selecionados, *Psalidodon paranae*, *Hollandichthys multifasciatus* e *Oligosarcus paranensis*, representam espécies de pequeno porte que ocupam diferentes nichos ecológicos. *Psalidodon paranae* é um onívoro generalista e está mais associado a águas mais rápidas (Ferreira et al., 2012), enquanto *Hollandichthys multifasciatus* apresenta hábitos predominantemente insetívoros, frequentemente associado a áreas de remanso e vegetação ripária (Esteves et al., 2019). *Oligosarcus paranensis*, por sua vez, é um caracídeo piscívoro que ocupa níveis tróficos mais elevados, possuindo uma estratégia de movimentação distinta devido às demandas energéticas associadas à predação ativa (Dopazo et al., 2023). A inclusão dessas espécies permite a investigação de padrões diferenciados de movimentação, considerando tanto a variação na dieta e no uso do habitat quanto as interações com fatores ambientais.

Para isso, propus as seguintes hipóteses: (i) a movimentação da espécie *Rhamdia quelen* e das espécies de Characidae é influenciada por fatores ambientais, como pluviosidade e nível da água, que alteram a conectividade do habitat, e por características biológicas individuais, como o comprimento do peixe, que pode determinar sua capacidade de deslocamento; (ii) as espécies de Characidae apresentam padrões distintos de movimentação e uso do hábitat devido a diferenças em sua ecologia trófica, preferências micro-habitat e estratégias de forrageamento; (iii) *Rhamdia quelen* é uma espécie predominantemente noturna devido a adaptações comportamentais e sensoriais, enquanto as espécies de Characidae possuem hábitos diurnos, possivelmente relacionados à maior dependência de recursos alimentares disponíveis durante o dia. Adicionalmente, testei a hipótese de que peixes de pequeno

porte apresentam movimento restrito, conforme predito pelo Paradigma do Movimento Restrito (RMP), com apenas uma pequena fração da população percorrendo grandes distâncias.

A fim de organizar as ideias e o planejamento do estudo, as seguintes questões foram elaboradas:

1. Existe diferença nos padrões de movimentação e uso do hábitat entre as diferentes espécies estudadas?
2. O padrão de movimentação é diferente para indivíduos menores ou maiores de uma mesma espécie de peixe?
3. Quais fatores ambientais interferem na movimentação das espécies de peixes monitoradas?
4. É possível estabelecer comparações entre a movimentação de uma espécie de bagre de pequeno porte com as migrações de grandes bagres da América do Sul?

Para facilitar a leitura da tese, seu conteúdo é apresentado em dois capítulos. O **Capítulo 1** estuda a movimentação e o uso do hábitat da espécie de bagre *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), uma das maiores espécies da ictiofauna presente em riachos Neotropicais e um dos principais predadores desses ambientes, relacionando como diferentes fatores ambientais influenciam sua movimentação e comparando essas informações com dados de estudos de movimentação de outras espécies de bagres de grande porte na América do Sul. Esse capítulo foi submetido em 29/11/2024 para o periódico “Neotropical Ichthyology”, com o seguinte título: “Swimming like giants: movement assessment of the South American catfish, *Rhamdia quelen* (Siluriformes: Heptapteridae) revealed its greatness compared to the large catfish of South America”. O **Capítulo 2** abordou a movimentação e uso do hábitat de três espécies da família Characidae: *Hollandichthys multifasciatus* Eigenmann & Norris, 1900; *Oligosarcus paranensis* Menezes & Géry, 1983; e *Psalidodon paranae* (Eigenmann, 1914). Essas três espécies possuem comportamentos, alimentação e uso do hábitat distintos e essas diferenças foram relacionadas com os padrões de movimentação obtidos, assim como a relação dos fatores abióticos com a movimentação de cada espécie. Por fim, a **Conclusão Geral** fornece as principais considerações e conclusões alcançada com esta Tese de Doutorado.

Em um contexto de intensificação dos impactos antrópicos e climáticos, a compreensão dos padrões de uso do espaço de peixes de riachos da Mata Atlântica representa uma ferramenta indispensável para a formulação de políticas de preservação e mitigação dos efeitos dessas alterações nestes ambientes. Com isso, essa tese pretende contribuir com o estudo sobre a movimentação de peixes de riachos Neotropicais. Além disso, a tese vislumbra embasar processos de licenciamento de empreendimentos que possuem potencial de afetar a dinâmica de riachos e sua ictiofauna, como obras para aproveitamento hídrico, destacando a importância da manutenção da conectividade e da

integridade destes ambientes para as espécies de peixes de pequeno porte que, usualmente, são relegadas a um segundo plano.

Referências bibliográficas

- Abilhoa, V., Bornatowski, H., & Otto, G. (2009). Temporal and ontogenetic variations in feeding habits of *Hollandichthys multifasciatus* (Teleostei: Characidae) in coastal Atlantic rainforest streams, southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7, 415-420.
- Abilhoa, V., Braga, R. R., Bornatowski, H., & Vitule, J. R. (2011). Fishes of the Atlantic Rain Forest streams: ecological patterns and conservation. *Changing diversity in changing environment*, 1, 259-282.
- Albanese, B., Angermeier, P. L., & Dorai-Raj, S. (2004). Ecological correlates of fish movement in a network of Virginia streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(6), 857-869.
- Aranha, J. M. R., Takeuti, D. F., & Yoshimura, T. M. (1998). Habitat use and food partitioning of the fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 46(4), 951-959.
- Azevedo, P. G., Mesquita, F. O., & Young, R. J. (2010). Fishing for gaps in science: a bibliographic analysis of Brazilian freshwater ichthyology from 1986 to 2005. *Journal of Fish Biology*, 76(9), 2177-2193.
- Barthem, R. B., de Brito Ribeiro, M. C. L., & Petrere Jr, M. (1991). Life strategies of some long-distance migratory catfish in relation to hydroelectric dams in the Amazon Basin. *Biological conservation*, 55(3), 339-345.
- Barthem, R., & Goulding, M. (1997). *The catfish connection: ecology, migration, and conservation of Amazon predators*. Columbia University Press.
- Bertora, A., Grosman, F., Sanzano, P., & Rosso, J. J. (2022). Fish assemblage structure in a Neotropical urbanised prairie stream exposed to multiple natural and anthropic factors. *Ecology of Freshwater Fish*, 31(2), 224-242.
- Birindelli, J. L., & Sidlauskas, B. L. (2018). Preface: How far has Neotropical Ichthyology progressed in twenty years? *Neotropical Ichthyology*, 16(03), e180128.
- Breen, M. J., Ruetz, C. R., Thompson, K. J., & Kohler, S. L. (2009). Movements of mottled sculpins (*Cottus bairdii*) in a Michigan stream: how restricted are they? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(1), 31-41.

- Brejão, G. L., Teresa, F. B., & Gerhard, P. (2020). When roads cross streams: fish assemblage responses to fluvial fragmentation in lowland Amazonian streams. *Neotropical Ichthyology*, 18(3), e200031.
- Brito, P. R. M. D., Pereira, L. H. G., Roxo, F. F., Monteiro, J. H., Oliveira, C., & Silva, G. J. D. C. (2022). Fish fauna from a fragmented river in the Atlantic Forest. *Biota Neotropica*, 22(2), e20211286.
- Carmassi, A. L., Rondineli, G., Ferreira, F. C., & Braga, F. M. D. S. (2012). Composition and structure of fish assemblage from Passa Cinco stream, Corumbataí river sub-basin, SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72, 87-96.
- Carmo, M. A. F., Barrella, W., Ferreira, F. C., & Souza, U. P. (2015). A influência da morfologia sobre a dieta de dois peixes nectobentônicos de riachos. *UNISANTA BioScience*, 4(2), 67-82.
- Carolsfeld, J. (2003). *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*. Idrc.
- Casatti, L., & Castro, R. (2006). Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. *Neotropical ichthyology*, 4, 203-214.
- Casatti, L., Teresa, F. B., Gonçalves-Souza, T., Bessa, E., Manzotti, A. R., Gonçalves, C. D. S., & Zeni, J. D. O. (2012). From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*, 10, 205-214.
- Castro, R. M. C. (1999). Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. *Oecologia Australis*, 6, 139-155.
- Castro, R. M. C. (2021). Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos (Castro, 1999) revisitado após mais de duas décadas. *Oecologia Australis*, 25(2), 231-245.
- Castro, R., & Polaz, C. N. (2020). Small-sized fish: the largest and most threatened portion of the megadiverse neotropical freshwater fish fauna. *Biota Neotropica*, 20, e20180683.
- Castro, R. M., Casatti, L., Santos, H. F., Vari, R. P., Melo, A. L., Martins, L. S., ... & Akama, A. (2005). Structure and composition of the stream ichthyofauna of four tributary rivers of the upper Rio Paraná basin, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 16(3), 193.
- Cathcart, C. N., McKinstry, M. C., MacKinnon, P. D., & Ruffing, C. M. (2019). A tribute to tributaries: endangered fish distributions within critical habitat of the San Juan River, USA. *North American Journal of Fisheries Management*, 39(5), 1015-1025.
- Celestino, L. F., Sanz-Ronda, F. J., Kashiwaqui, E. A. L., Celestino, E. F., Makrakis, M. C., & Makrakis, S. (2017). Daily movement behavior of two Neotropical armored catfish species (*Ancistrus* aff. *cirrhus* Valenciennes, 1836 and *Hypostomus ancistroides* Ihering, 1911) at a road-stream crossing culvert. *Journal of Applied Ichthyology*, 33(6), 1092-1099.

- Cetra, M., Barrella, W., Neto, F. L., Martins, A. G., Mello, B. J., & Almeida, R. S. (2012). Fish fauna of headwater streams that cross the Atlantic Forest of south São Paulo state. *Check List*, 8(3), 421-425.
- Comte, L., & Olden, J. D. (2018). Fish dispersal in flowing waters: A synthesis of movement-and genetic-based studies. *Fish and Fisheries*, 19(6), 1063-1077.
- Cooke, S. J., Martins, E. G., Struthers, D. P., Gutowsky, L. F., Power, M., Doka, S. E., ... & Krueger, C. C. (2016). A moving target—incorporating knowledge of the spatial ecology of fish into the assessment and management of freshwater fish populations. *Environmental monitoring and assessment*, 188, 1-18.
- Cooke, S. J., Midwood, J. D., Thiem, J. D., Klimley, P., Lucas, M. C., Thorstad, E. B., ... & Ebner, B. C. (2013). Tracking animals in freshwater with electronic tags: past, present and future. *Animal Biotelemetry*, 1, 1-19.
- De Fries, L., Hahn, L., Meneses, B. A., Câmara, L. F. D., Becker, F. G., & Hartz, S. M. (2019). Movement and longitudinal distribution of a migratory fish (*Salminus brasiliensis*) in a small reservoir in southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 17(3), e180119.
- De Fries, L., Camana, M., Hartz, S. M., & Becker, F. G. (2021). Heterogeneous movement by a small non-migratory stream fish. *Environmental Biology of Fishes*, 105(12), 1873-1885.
- De Fries, L., Camana, M., Guimarães, M., & Becker, F. G. (2023). Road crossings hinder the movement of a small non-migratory stream fish. *Environmental Biology of Fishes*, 106(6), 1295-1311.
- Deus, C. D., & Petrere-Junior, M. (2003). Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63, 579-588.
- Dias, M. S., Zuanon, J., Couto, T. B., Carvalho, M., Carvalho, L. N., Espírito-Santo, H. M., ... & Tedesco, P. A. (2016). Trends in studies of Brazilian stream fish assemblages. *Natureza & Conservação*, 14(2), 106-111.
- Dopazo, M., Souto-Santos, I. C. D. A., Britto, M. R. D., Moreira, C. R., & Buckup, P. A. (2023). The freshwater fishes from the Costa Verde Fluminense region of southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 23(1), e20221422.
- Espírito-Santo, H. M., Rodriguez, M. A., & Zuanon, J. (2017). Strategies to avoid the trap: stream fish use fine-scale hydrological cues to move between the stream channel and temporary pools. *Hydrobiologia*, 792, 183-194.
- Esteves, E. K., & Lobón-Cerviá, J. (2001). Composition and trophic structure of a fish community of a clear water Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Environmental Biology of fishes*, 62, 429-440.

- Esteves, K. E., Silva, M. H. C., Nanini-Costa, M. H., & Petesse, M. L. (2019). Organization of fish assemblages in blackwater Atlantic Forest streams. *Neotropical Ichthyology*, 17, e180120.
- Ferreira, F. C., & Petrere, M. (2009). The fish zonation of the Itanhaém river basin in the Atlantic Forest of southeast Brazil. *Hydrobiologia*, 636, 11-34.
- Ferreira, F. C., Souza, U. P., & Petrere Jr, M. (2010). Zonação longitudinal da ictiofauna em ambientes lóticos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia*, 38(1), 1-17.
- Ferreira, A., de Paula, F. R., de Barros Ferraz, S. F., Gerhard, P., Kashiwaqui, E. A., Cyrino, J. E., & Martinelli, L. A. (2012). Riparian coverage affects diets of characids in neotropical streams. *Ecology of Freshwater Fish*, 21(1), 12-22.
- Frota, A., Oliveira, R. C. D., Benedito, E., & Graça, W. J. D. (2019). Ichthyofauna of headwater streams from the rio Ribeira de Iguape basin, at the boundaries of the Ponta Grossa Arch, Paraná, Brazil. *Biota Neotropica*, 19, e20180666.
- Gerking, S. D. (1959). The restricted movement of fish populations. *Biological reviews*, 34(2), 221-242.
- Godinho, A. L., Kynard, B., & Godinho, H. P. (2007). Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 80, 421-433.
- Goncalves, C. D. S., Holt, R. D., Christman, M. C., & Casatti, L. (2019). Environmental and spatial effects on coastal stream fishes in the Atlantic rain forest. *Biotropica*, 52(1), 139-150.
- Gowan, C., Young, M. K., Fausch, K. D., & Riley, S. C. (1994). Restricted movement in resident stream salmonids: a paradigm lost? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51(11), 2626-2637.
- Gowan, C., & Fausch, K. D. (1996). Mobile brook trout in two high-elevation Colorado streams: reevaluating the concept of restricted movement. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53(6), 1370-1381.
- Guimarães, A. T. B., Menezes, M. S. D., & Peret, A. C. (2010). Composição da ictiofauna em função da fisiografia de um riacho costeiro de Floresta Atlântica-Brasil. *Biota Neotropica*, 10, 57-65.
- Hahn, L., English, K., Carolsfeld, J., Silva, L. G. M. D., Latini, J. D., Agostinho, A. A., & Fernandez, D. R. (2007). Preliminary study on the application of radio-telemetry techniques to evaluate movements of fish in the Lateral canal at Itaipu Dam, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5, 103-108.
- Hahn, L., Agostinho, A. A., English, K. K., Carosfeld, J., Da Camara, L. F., & Cooke, S. J. (2011). Use of radiotelemetry to track threatened dorados *Salminus brasiliensis* in the upper Uruguay River, Brazil. *Endangered Species Research*, 15(2), 103-114.

- Hahn, L., Martins, E. G., Nunes, L. D., da Câmara, L. F., Machado, L. S., & Garrone-Neto, D. (2019). Biotelemetry reveals migratory behaviour of large catfish in the Xingu River, Eastern Amazon. *Scientific Reports*, 9(1), 8464.
- Hohausová, E., Lavoy, R. J., & Allen, M. S. (2010). Fish dispersal in a seasonal wetland: influence of anthropogenic structures. *Marine and Freshwater Research*, 61(6), 682-694.
- Levêque, C., Oberdorff, T., Paugy, D., Stiassny, M. L. J., & Tedesco, P. A. (2008). Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Freshwater animal diversity assessment*, 545-567.
- Lucas, M. C., & Baras, E. (2000). Methods for studying spatial behaviour of freshwater fishes in the natural environment. *Fish and fisheries*, 1(4), 283-316.
- Marceniuk, A. P., Hilsdorf, A. W. D. S., & Langeani, F. (2011). The ichthyofauna from the headwaters of the rio Tietê, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 11, 217-236.
- Mazzoni, R., & de Barros, T. F. (2021). Ecologia do movimento em peixes de riacho. *Oecologia Australis*, 25(2), 397-397.
- Mazzoni, R., & Costa, L. D. S. D. (2007). Feeding ecology of stream-dwelling fishes from a coastal stream in the Southeast of Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50, 627-635.
- Mazzoni, R., & Iglesias-Rios, R. (2012). Movement patterns of stream-dwelling fishes from Mata Atlântica, Southeast Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1837-1846.
- Mazzoni, R., Moraes, M., Rezende, C. F., & Miranda, J. C. (2010). Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 100, 162-168.
- Mazzoni, R., Pinto, M. P., Iglesias-Rios, R., & Costa, R. (2018). Fish movement in an Atlantic Forest stream. *Neotropical Ichthyology*, 16(1), e170065.
- Menezes, N. A., Weitzman, S. H., Oyakawa, O. T., Lima, F. C. T. D., Correa e Castro, R. M., & 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.
- Nathan, R., Getz, W. M., Revilla, E., Holyoak, M., Kadmon, R., Saltz, D., & Smouse, P. E. (2008). A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(49), 19052-19059.
- Oyakawa, O. T., Akama, A., Mautari, K. C., & Nolasco, J. C. (2006). Peixes de riachos da Mata Atlântica: nas unidades de conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo.
- Pagotto, J. P. A., Goulart, E., Oliveira, E. F., & Yamamura, C. B. (2011). Trophic ecomorphology of Siluriformes (Pisces, Osteichthyes) from a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology*, 71, 469-479.

- Pagotto, J. P. A., Pessoa, L. A., Goulart, E., Mise, F. T., Ortega, J. C. G., & Landgraf, G. O. (2022). Environmental degradation of streams leads to the loss of ecomorphologically similar fish species. *Hydrobiologia*, 849(10), 2299-2316.
- Pennock, C. A., Nathan Cathcart, C., Hedden, S. C., Weber, R. E., & Gido, K. B. (2018). Fine-scale movement and habitat use of a prairie stream fish assemblage. *Oecologia*, 186, 831-842.
- Prentice, E. F. (1990). Feasibility of using implantable passive integrated transponder (PIT) tags in salmonids. *Fish-marking techniques*, 7, 317-322.
- Railsback, S. F., Lamberson, R. H., Harvey, B. C., & Duffy, W. E. (1999). Movement rules for individual-based models of stream fish. *Ecological Modelling*, 123(2-3), 73-89.
- Radinger, J., & Wolter, C. (2013). Patterns and predictors of fish dispersal in rivers. *Fish and fisheries*, 15(3), 456-473.
- Rasmussen, J. E., & Belk, M. C. (2017). Individual movement of stream fishes: linking ecological drivers with evolutionary processes. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25(1), 70-83.
- Reis, R. E. (2003). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Edipucrs.
- Reis, R. E., Albert, J. S., Di Dario, F., Mincarone, M. M., Petry, P., & Rocha, L. A. (2016). Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of fish biology*, 89(1), 12-47.
- Ribeiro, A. C. (2006). Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of faunal evolution associated with a divergent continental margin. *Neotropical ichthyology*, 4, 225-246.
- Ribeiro, A. C., Lima, F. C., Riccomini, C., & Menezes, N. A. (2006). Fishes of the Atlantic Rainforest of Boracéia: testimonies of the Quaternary fault reactivation within a Neoproterozoic tectonic province in Southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 17(2), 157.
- Riley, W. D., Eagle, M. O., Ives, M. J., Rycroft, P., & Wilkinson, A. (2003). A portable passive integrated transponder multi-point decoder system for monitoring habitat uses and behaviour of freshwater fish in small streams. *Fisheries Management & Ecology*, 10(4).
- Roberts, J. H., & Angermeier, P. L. (2007). Spatiotemporal variability of stream habitat and movement of three species of fish. *Oecologia*, 151, 417-430.
- Rodríguez, M. A. (2002). Restricted movement in stream fish: the paradigm is incomplete, not lost. *Ecology*, 83(1), 1-13.
- Sabino, J., & Corrêa e Castro, R. M. (1990). Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). *Revista brasileira de Biologia*, 50(1), 23-36.
- Salvador, G. N., Hughes, R. M., Vieira, F., Ligeiro, R., & Montag, L. F. (2023). Mine tailings storage dams modify upstream headwater fish assemblages. *Water Biology and Security*, 2(2), 100136.

- Schlosser, I. J. (1995). Critical landscape attributes that influence fish population dynamics in headwater streams. *Hydrobiologia*, 303, 71-81.
- Serra, J. P., Carvalho, F. R. D., & Langeani, F. (2007). Ichthyofauna of the rio Itatinga in the Parque das Neblinas, Bertioga, São Paulo State: composition and biogeography. *Biota Neotropica*, 7, 81-86.
- Skalski, G. T., & Gilliam, J. F. (2000). Modeling diffusive spread in a heterogeneous population: a movement study with stream fish. *Ecology*, 81(6), 1685-1700.
- Terra, B. F., Hughes, R. M., Francelino, M. R., & Araújo, F. G. (2013). Assessment of biotic condition of Atlantic Rain Forest streams: a fish-based multimetric approach. *Ecological Indicators*, 34, 136-148.
- Terra, B. D., Hughes, R. M.; Araújo, F. G. (2016). Fish assemblages in Atlantic Forest streams: the relative influence of local and catchment environments on taxonomic and functional species. *Ecology of Freshwater Fish*, 25(4), 527-544.
- Tibúrcio, G. S., Carvalho, C. D. S., Ferreira, F. C., Goitein, R., & Ribeiro, M. C. (2016). Landscape effects on the occurrence of ichthyofauna in first-order streams of southeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 28.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 37(1), 130-137.
- Wolff, L. L., & Hahn, N. S. (2017). Fish habitat associations along a longitudinal gradient in a preserved coastal Atlantic stream, Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 34, e12975.
- Zydlowski, G. B., Haro, A., Whalen, K. G., & McCormick, S. D. (2001). Performance of stationary and portable passive transponder detection systems for monitoring of fish movements. *Journal of Fish Biology*, 58(5), 1471-1475.

CONCLUSÕES FINAIS

A presente tese contribuiu para o avanço no entendimento da ecologia espacial e do comportamento de peixes de riachos costeiros da Mata Atlântica, fornecendo dados inéditos sobre padrões de movimentação, uso do habitat e as interações entre fatores ambientais e biológicos que moldam esses padrões. Utilizando ferramentas inovadoras, como a telemetria PIT, e aplicando análises robustas em dois capítulos, foi possível ampliar o conhecimento sobre importantes espécies de peixes desses ecossistemas, como *Rhamdia quelen*, *Psalidodon paranae*, *Hollandichthys multifasciatus* e *Oligosarcus paranensis*.

Os resultados obtidos reforçam a importância dos riachos costeiros como habitats dinâmicos e complexos, que suportam uma diversidade funcional crucial para o equilíbrio ecológico destes ambientes. Ao investigar o comportamento de espécies com diferentes estratégias ecológicas e adaptações morfológicas, esta tese destacou a plasticidade comportamental e as respostas às variações ambientais, como pluviosidade, variações no nível da água e direção do movimento. Além disso, a tese demonstrou a capacidade que algumas espécies de peixes de pequeno porte, tradicionalmente consideradas sedentárias, apresentam mobilidade significativa, explorando ao longo do ano todo, extensas áreas dentro de trechos monitorados.

As descobertas apresentadas possuem implicações diretas para a conservação da ictiofauna de riachos da Mata Atlântica. A identificação de padrões de movimentação associados à conectividade do habitat e à variabilidade ambiental evidencia a vulnerabilidade dessas espécies às crescentes pressões antrópicas, como fragmentação de habitats, poluição, desmatamento e mudanças climáticas. Assim, os dados gerados podem subsidiar estratégias de manejo voltadas à manutenção da integridade ecológica desses sistemas, reforçando a necessidade de ações que preservem a heterogeneidade ambiental e garantam a conectividade entre microhabitats.

Por fim, o presente trabalho abre novas perspectivas para futuras pesquisas, propondo a ampliação das análises para incluir outros parâmetros ecológicos, como o comportamento reprodutivo e interações tróficas, utilizando metodologias como telemetria de peixes e observações subaquáticas. Tais investigações poderão contribuir ainda mais para a formulação de políticas de conservação eficazes e para a valorização dos ecossistemas de riachos costeiros como elementos essenciais na preservação da biodiversidade da Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abelha, M. C. F., & Goulart, E. (2008). Population structure, condition factor and reproductive period of *Astyanax paranae* (Eigenmann, 1914)(Osteichthyes: Characidae) in a small and old Brazilian reservoir. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51, 503-512.
- Abelha, M. C. F., Goulart, E., Kashiwaqui, E. A. L., & Silva, M. R. D. (2006). *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 (Characiformes: Characidae) in the Alagados reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variation. *Neotropical Ichthyology*, 4, 349-356.
- Abelha, M. C. F., Kashiwaqui, E. A. L., & Goulart, E. (2012). Population structure, condition and diet of *Oligosarcus paranensis* (Menezes & Gery, 1983)(Osteichthyes: Characidae) at two reservoirs in South Brazil. *Biota Neotropica*, 12, 187-197.
- Abilhoa, V., Bornatowski, H., & Otto, G. (2009). Temporal and ontogenetic variations in feeding habits of *Hollandichthys multifasciatus* (Teleostei: Characidae) in coastal Atlantic rainforest streams, southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7, 415-420.
- Acolas, M. L., Roussel, J. M., Lebel, J. M., & Baglinière, J. L. (2007). Laboratory experiment on survival, growth and tag retention following PIT injection into the body cavity of juvenile brown trout (*Salmo trutta*). *Fisheries Research*, 86(2-3), 280-284.
- Bertaco, V. A., & Malabarba, L. R. (2013). A new species of the characid genus *Hollandichthys* Eigenmann from coastal rivers of southern Brazil (Teleostei: Characiformes) with a discussion on the diagnosis of the genus. *Neotropical Ichthyology*, 11(04), 767-778.
- Bertora, A., Grosman, F., Sanzano, P., & Rosso, J. J. (2022). Fish assemblage structure in a Neotropical urbanised prairie stream exposed to multiple natural and anthropic factors. *Ecology of Freshwater Fish*, 31(2), 224-242.
- Birnie-Gauvin, K., Nielsen, J., Frandsen, S. B., Olsen, H. M., & Aarestrup, K. (2020). Catchment-scale effects of river fragmentation: A case study on restoring connectivity. *Journal of Environmental Management*, 264, 110408.
- Bolland, J. D., Cowx, I. G., & Lucas, M. C. (2009). Evaluation of VIE and PIT tagging methods for juvenile cyprinid fishes. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(4), 381-386.
- Bonato, K. O., Burress, E. D., & Fialho, C. B. (2017). Dietary differentiation in relation to mouth and tooth morphology of a neotropical characid fish community. *Zoologischer Anzeiger*, 267, 31-40.
- Brejão, G. L., Teresa, F. B., & Gerhard, P. (2020). When roads cross streams: fish assemblage responses to fluvial fragmentation in lowland Amazonian streams. *Neotropical Ichthyology*, 18(3), e200031.

- Camana, M., Dala-Corte, R. B., & Becker, F. G. (2016). Relation between species richness and stream slope in riffle fish assemblages is dependent on spatial scale. *Environmental Biology of Fishes*, 99, 603-612.
- Casatti, L., Brejão, G. L., Carvalho, F. R., Costa, V. S. D., Cruz, G. M. D., Dias-Silva, K., ... & Juen, L. (2024). Stream fish assemblages in the Eastern Amazon: the role of small tetras (Characidae) in alpha diversity and taxonomic structure. *Neotropical Ichthyology*, 22, e240014.
- Casatti, L., & Castro, R. (2006). Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. *Neotropical ichthyology*, 4, 203-214.
- Casatti, L., Langeani, F., & Castro, R. (2001). Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, SP. *Biota Neotropica*, 1, 1-15.
- Casatti, L., Teresa, F. B., Gonçalves-Souza, T., Bessa, E., Manzotti, A. R., Gonçalves, C. D. S., & Zeni, J. D. O. (2012). From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish?. *Neotropical Ichthyology*, 10, 205-214.
- Castro, R. M. C. (1999). Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. *Oecologia Australis*, 6, 139-155.
- Castro, R., & Polaz, C. N. (2020). Small-sized fish: the largest and most threatened portion of the megadiverse neotropical freshwater fish fauna. *Biota Neotropica*, 20, e20180683.
- Celestino, L. F., Sanz-Ronda, F. J., Kashiwaqui, E. A. L., Celestino, E. F., Makrakis, M. C., & Makrakis, S. (2017). Daily movement behavior of two Neotropical armored catfish species (Ancistrus aff. cirrhosus Valenciennes, 1836 and Hypostomus ancistroides Ihering, 1911) at a road-stream crossing culvert. *Journal of Applied Ichthyology*, 33(6), 1092-1099.
- Climate Data, <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/biritiba-mirim-34842/> Acesso em OUTUBRO de 2023.
- Cooke, S. J., Bergman, J. N., Twardek, W. M., Piczak, M. L., Casselberry, G. A., Luterk, K., ... & Lennox, R. J. (2022). The movement ecology of fishes. *Journal of Fish Biology*, 101(4), 756-779.
- Cook, K. V., Brown, R. S., Deng, Z. D., Klett, R. S., Li, H., Seaburg, A. G., & Eppard, M. B. (2014). A comparison of implantation methods for large PIT tags or injectable acoustic transmitters in juvenile Chinook salmon. *Fisheries Research*, 154, 213-223.

- Costa, J. H. A., Barrella, W., & Souza, U. P. (2021). Dieta de *Bryconamericus microcephalus* (Characiformes, Characidae) em riachos da bacia do rio Cubatão (São Paulo, Brasil). *Research, Society and Development*, 10(5), e56310515376-e56310515376.
- Davis, M. W. (2010). Fish stress and mortality can be predicted using reflex impairment. *Fish and Fisheries*, 11(1), 1-11.
- De Fries, L., Camana, M., Hartz, S. M., & Becker, F. G. (2021). Heterogeneous movement by a small non-migratory stream fish. *Environmental Biology of Fishes*, 105(12), 1873-1885.
- De Fries, L., Camana, M., Guimarães, M., & Becker, F. G. (2023). Road crossings hinder the movement of a small non-migratory stream fish. *Environmental Biology of Fishes*, 106(6), 1295-1311.
- Dias, M. S., Zuanon, J., Couto, T. B., Carvalho, M., Carvalho, L. N., Espírito-Santo, H. M., ... & Tedesco, P. A. (2016). Trends in studies of Brazilian stream fish assemblages. *Natureza & Conservação*, 14(2), 106-111.
- Dopazo, M., Souto-Santos, I. C. D. A., Britto, M. R. D., Moreira, C. R., & Buckup, P. A. (2023). The freshwater fishes from the Costa Verde Fluminense region of southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 23(1), e20221422.
- Esteves, E. K., & Lobón-Cerviá, J. (2001). Composition and trophic structure of a fish community of a clear water Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Environmental Biology of fishes*, 62, 429-440.
- Esteves, K. E., Silva, M. H. C., Nanini-Costa, M. H., & Petesse, M. L. (2019). Organization of fish assemblages in blackwater Atlantic Forest streams. *Neotropical Ichthyology*, 17, e180120.
- Ferreira, F. C., & Petrere, M. (2009). The fish zonation of the Itanhaém river basin in the Atlantic Forest of southeast Brazil. *Hydrobiologia*, 636, 11-34.
- Finlay, R., Poole, R., & Reed, T. E. (2020). Development of a Double-Breakaway Pass-Through PIT Tag Antenna System for Flood-Prone Rivers. *North American Journal of Fisheries Management*, 40(4), 952-958.
- Gerking, S. D. (1959). The restricted movement of fish populations. *Biological reviews*, 34(2), 221-242.
- Gibbons, W. J., & Andrews, K. M. (2004). PIT tagging: simple technology at its best. *Bioscience*, 54(5), 447-454.
- Gonçalves, C. S., & de Souza Braga, F. M. (2013). Checklist of freshwater ichthyofauna from coastal streams of Juréia-Itatins reserve, southeastern Brazil. *Check List*, 9(2), 175-185.

- Goncalves, C. D. S., Holt, R. D., Christman, M. C., & Casatti, L. (2020). Environmental and spatial effects on coastal stream fishes in the Atlantic rain forest. *Biotropica*, 52(1), 139-150.
- Gowan, C., Young, M. K., Fausch, K. D., & Riley, S. C. (1994). Restricted movement in resident stream salmonids: a paradigm lost? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51(11), 2626-2637.
- Hakamada, K. Y. P., & Penha, J. (2014). Occupancy dynamics in small-stream habitats: niches define the responses to floods by two neotropical fishes. *Population Ecology*, 56, 139-150.
- Junqueira, N. T., Magnago, L. F., & Pompeu, P. S. (2020). Assessing fish sampling effort in studies of Brazilian streams. *Scientometrics*, 123(2), 841-860.
- Larentis, C., Kotz Kliemann, B. C., Neves, M. P., & Delariva, R. L. (2022). Effects of human disturbance on habitat and fish diversity in Neotropical streams. *Plos one*, 17(9), e0274191.
- Lima, L. B., De Marco Junior, P., & Lima-Junior, D. P. (2021). Trends and gaps in studies of stream-dwelling fish in Brazil. *Hydrobiologia*, 848(17), 3955-3968.
- Marceniuk, A. P., Hilsdorf, A. W. D. S., & Langeani, F. (2011). The ichthyofauna from the headwaters of the rio Tietê, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 11, 217-236.
- Mazzoni, R., & de Barros, T. F. (2021). Ecologia do movimento em peixes de riacho. *Oecologia Australis*, 25(2), 397-397.
- Mazzoni, R., & Costa, L. D. S. D. (2007). Feeding ecology of stream-dwelling fishes from a coastal stream in the Southeast of Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50, 627-635.
- Mazzoni, R., & Iglesias-Rios, R. (2012). Movement patterns of stream-dwelling fishes from Mata Atlântica, Southeast Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1837-1846.
- Mazzoni, R., Moraes, M., Rezende, C. F., & Miranda, J. C. (2010). Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 100, 162-168.
- Mazzoni, R., Pinto, M. P., Iglesias-Rios, R., & Costa, R. (2018). Fish movement in an Atlantic Forest stream. *Neotropical Ichthyology*, 16(1), e170065.
- Menezes, N. A., Weitzman, S. H., Oyakawa, O. T., Lima, F. C. T. D., Correa e Castro, R. M., & 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.
- Musselman, W. C., Worthington, T. A., Mouser, J., Williams, D. M., & Brewer, S. K. (2017). Passive integrated transponder tags: review of studies on warmwater fishes with notes on additional species. *Journal of Fish and Wildlife management*, 8(2), 353-364.

- Nislow et al., 2011 - Variation in local abundance and species richness of stream fishes in relation to dispersal barriers, implications for management and conservation
- Nyqvist, D., Schiavon, A., Candiottto, A., Mozzi, G., Eggers, F., & Comoglio, C. (2023). PIT-tagging Italian spined loach (*Cobitis bilineata*): Methodology, survival and behavioural effects. *Journal of Fish Biology*, 102(3), 575-580.
- Oyakawa, O. T., Akama, A., Mautari, K. C., & Nolasco, J. C. (2006). Peixes de riachos da Mata Atlântica: nas unidades de conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo.
- Oyakawa & Menezes, 2011 - Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil.
- Pennock, C. A., Nathan Cathcart, C., Hedden, S. C., Weber, R. E., & Gido, K. B. (2018). Fine-scale movement and habitat use of a prairie stream fish assemblage. *Oecologia*, 186, 831-842.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rasmussen, J. E., & Belk, M. C. (2017). Individual movement of stream fishes: linking ecological drivers with evolutionary processes. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25(1), 70-83.
- Reis, R. E. (2003). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Edipucrs.
- Ribeiro, A. C. (2006). Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of faunal evolution associated with a divergent continental margin. *Neotropical ichthyology*, 4, 225-246.
- Ribeiro, A. C., Lima, F. C., Riccomini, C., & Menezes, N. A. (2006). Fishes of the Atlantic Rainforest of Boracéia: testimonies of the Quaternary fault reactivation within a Neoproterozoic tectonic province in Southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 17(2), 157.
- Rodríguez, M. A. (2002). Restricted movement in stream fish: the paradigm is incomplete, not lost. *Ecology*, 83(1), 1-13.
- Sabino, J., & Corrêa e Castro, R. M. (1990). Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). *Revista brasileira de Biologia*, 50(1), 23-36.
- Serra, J. P., Carvalho, F. R. D., & Langeani, F. (2007). Ichthyofauna of the rio Itatinga in the Parque das Neblinas, Bertioga, São Paulo State: composition and biogeography. *Biota Neotropica*, 7, 81-86.

- Silva et al., 2006 - The upper reached ichthyofauna of the Tietê River, São Paulo, Brazil, aspects of their diversity and conservation
- Silva et al., 2017 - Coexisting small fish species in lotic neotropical environments, evidence of trophic niche differentiation
- Soares & Nakamura, 2021 - Ecologia filogenética de comunidades de peixes de riacho Neotropicais.
- Souza, R. C., & Pompeu, P. S. (2020). Ecological separation by ecomorphology and swimming performance between two congeneric fish species. *Zoologia (Curitiba)*, 37, e47223.
- Terán, G. E., Benitez, M. F., & Mirande, J. M. (2020). Opening the Trojan horse: phylogeny of *Astyanax*, two new genera and resurrection of *Psalidodon* (Teleostei: Characidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 190(4), 1217-1234.
- Terra, B. F., Hughes, R. M., Francelino, M. R., & Araújo, F. G. (2013). Assessment of biotic condition of Atlantic Rain Forest streams: a fish-based multimetric approach. *Ecological Indicators*, 34, 136-148.
- Terra, B. D. (2016). DE F.; HUGHES, RM; ARAÚJO, FG Fish assemblages in Atlantic Forest streams: the relative influence of local and catchment environments on taxonomic and functional species. *Ecology of Freshwater Fish*, 25(4), 527-544.
- Teshima, F. A., Mello, B. J. G., Ferreira, F. C., & Cetra, M. (2016). High β -diversity maintains regional diversity in Brazilian tropical coastal stream fish assemblages. *Fisheries Management and Ecology*, 23(6), 531-539.
- Thomaz, A. T., Malabarba, L. R., Bonatto, S. L., & Knowles, L. L. (2015). Testing the effect of palaeodrainages versus habitat stability on genetic divergence in riverine systems: study of a Neotropical fish of the Brazilian coastal Atlantic Forest. *Journal of Biogeography*, 42(12), 2389-2401.
- Toledo-Piza, M., Baena, E. G., Dagosta, F. C., Menezes, N. A., Andrade, M., Benine, R. C., ... & Zanata, A. M. (2024). Checklist of the species of the Order Characiformes (Teleostei: Ostariophysi). *Neotropical Ichthyology*, 22(1).
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 37(1), 130-137.
- Viana, L. F., Lima dos Santos, S., & Eduardo Lima-Junior, S. (2006). Seasonal shifts in the feeding of *Pimelodella* cf. *gracilis* (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae) in Amambai River, Mato Grosso do Sul State. *Acta sci., Biol. sci.*, 123-128.

- Vollset, K. W., Lennox, R. J., Thorstad, E. B., Auer, S., Bär, K., Larsen, M. H., ... & Dohoo, I. (2020). Systematic review and meta-analysis of PIT tagging effects on mortality and growth of juvenile salmonids. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 30, 553-568.
- Zeni, J. O., Pérez-Mayorga, M. A., Roa-Fuentes, C. A., Brejão, G. L., & Casatti, L. (2019). How deforestation drives stream habitat changes and the functional structure of fish assemblages in different tropical regions. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(8), 1238-1252.
- Zydlewski, G. B., Haro, A., Whalen, K. G., & McCormick, S. D. (2001). Performance of stationary and portable passive transponder detection systems for monitoring of fish movements. *Journal of Fish Biology*, 58(5), 1471-1475.
- Wickham, H. (2016) ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York.