

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto
Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade PIBIC/ICMBio**



Relatório de Final

(Ciclo 2022-2023)

**ESTRUTURA FUNCIONAL DA ICTIOFAUNA DE RIACHOS DO
PARQUE NACIONAL DA TIJUCA**

Nome do Estudante: Natália Coutinho Prada

Orientador(a): Leonard Schumm

Coorientador: Romullo F. de Sá Lima

Instituição do coorientador: UFRJ

Rio de Janeiro

Setembro/2023

1. RESUMO

O Parque Nacional da Tijuca (PNT) é uma Unidade de Conservação (UC) formada por fragmentos isolados do bioma Mata Atlântica, cercados pela matriz urbana da Cidade do Rio de Janeiro. Pouco se sabe sobre a composição da comunidade aquática dos riachos do PNT. Assim, este projeto, em paralelo com o levantamento detalhado da fauna aquática do PNT, que incluiu peixes e crustáceos, visa caracterizar a estrutura funcional da ictiofauna desses riachos, compreender as respostas ecológicas causadas por diferentes fatores históricos e impactos antrópicos atuais, e analisar as interações entre essas espécies e suas distribuições. Os dados das medidas ecomorfológicas nos permitirão observar possíveis diferenças na estrutura funcional da ictiofauna entre os diferentes riachos do PNT, relacionadas ao grau de preservação do riacho e seu redor, a partir de uma nota gerada por uma avaliação de riachos para Mata Atlântica. Dentro do espaço funcional formado a partir dos atributos funcionais medidos, é possível observar que as espécies de maior semelhança funcional são as espécies de maior semelhança morfológica: *Gymnnotus pantherinus* (Gymnotidae) e *Synbranchus marmoratus* (Synbranchidae), de corpos alongados, e as espécies da família Poeciliidae *Poecilia reticulata*, *Xiphophorus sp.* e *Phalloceros spp.* O setor Floresta apresenta maior riqueza funcional comparada ao setor Serra da Carioca. Floresta possui exclusivamente apenas o siluriforme *N. microps*. Porém, esta espécie contribui mais que qualquer outra para a diversidade funcional dos riachos. Isso torna a conservação do hábitat dessa espécie ainda mais importante, visto que, com a perda de uma espécie, temos uma grande perda de diversidade, o que pode resultar em perdas de funções ecossistêmicas do ambiente.

Palavras chave: diversidade funcional, ictiofauna, atributo funcional, conservação

1.1 ABSTRACT

Tijuca National Park (PNT) is a conservation unit (UC) formed by isolated fragments of the Atlantic Forest Biome, surrounded by the urban matrix of the city of Rio de Janeiro. Little is known about the composition of the aquatic community of the PNT streams. Thus, this project, in parallel with the detailed survey of the PNT aquatic fauna, which included fish and crustaceans, aims to characterize the functional structure of the ichthyofauna of these streams, understand the ecological responses caused by different historical factors and current anthropic impacts, and analyze interactions among these species and their distributions. We observe that most fish species in these streams feed entirely or partially of insects of allochthonous and autochthonous origin. Within the functional space formed from the measured functional attributes, it is possible to observe that the species of greatest functional similarity are the most morphological similarity species: *Gymnnotus pantherinus* (Gymnnotidae) and *Synbranchus marmoratus* (Synbranchidae), and the species of the species of the species of the family Poeciliidae *Poecilia reticulata*, *Xiphophorus sp.* and *Phalloceros spp.* The PNT forest sector has greater functional richness compared to the Serra da Carioca sector. The Forest sector has exclusively only the species *N. microps*. However, this species contributes more than any other to the functional diversity of their streams. This makes the conservation of the habitat of this species even more important, since with the loss of one species, we have a great loss of diversity, which can result in loss of ecosystem functions in this environment.

Key-words: functional diversity, ichthyofauna, functional trait

2. FIGURAS E TABELAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabela	Página
Figura 1: Pontos de coleta de peixes no Parque Nacional da Tijuca; imagem: Google Earth.....	10
Figura 2: Pesca elétrica. Presentes na foto: (esquerda para direita) Luka Marques, Rafael Marques, Caio De Marco, Romullo Lima, Nalbert Farias. Ponto CTVIS (Centro de Visitantes), 17 de setembro de 2021, setor Floresta. Foto: Natália C. Prada	11
Figura 3: Paquímetro digital, Laboratório de Ecologia de Peixes UFRJ, 22 de junho de 2022. Foto: Natália C. Prada	11
Figura 4: Balança de alta precisão, Laboratório de Ecologia de Peixes UFRJ, 26 de agosto de 2022. Foto: Natália C. Prada	12
Figura 5: Medidas ecomorfológicas escolhidas para caracterizar a estrutura funcional dos riachos do PNT; figura: Natália C. Prada	14
Figura 6: típica fauna nativa de um riacho do PNT: (de cima para baixo) <i>G. brasiliensis</i> , <i>N. microps</i> (à esquerda), <i>Trichomycterus jacupiranga</i> . (2 exemplares), <i>Gymnotus pantherinus</i> , <i>Phallocerus harpagos</i> ; 17 de setembro de 2021, rio Almas.....	18
Figura 7: <i>Trichomycterus jacupiranga</i> . CTVIS (riacho próximo ao Centro de Visitantes), 17 de setembro de 2021, Setor Floresta. Foto: Natália C. Prada	19
Figura 8: <i>Geophagus brasiliensis</i> . Recanto dos Pintores, 25 de maio de 2022. Foto: Natália C. Prada	19
Figura 9: <i>Phalloceros harpagos</i> . Indivíduo fêmea (acima), indivíduo macho (abaixo), conservados em álcool 70%, Laboratório de Ecologia de Peixes, UFRJ, 26 de agosto de 2022. Foto: Natália C. Prada	20
Figura 10: <i>Gymnotus pantherinus</i> . Recanto dos Pintores, 25 de maio de 2022, Setor Floresta. Foto: Natália C. Prada	21
Figura 11: <i>Neoplecostomus microps</i> . Coletado em 17 de setembro de 2021, CTVIS, Setor Floresta. Foto: Natália C. Prada	22

Figura 12: <i>Synbranchus marmoratus</i> . Trecho inferior do rio Cabeça, 28 de dezembro de 2021. Foto: Fábio Ivo Perdigão.	22
Figura 13: <i>Poecilia reticulata</i> macho. Foto: Natália C. Prada	23
Figura 14: <i>Xiphophorus helleri</i> ; Trecho inferior do Rio Primatas, 22 de novembro de 2021. Foto: Natália C. Prada.....	24
Figura 15: Espaço funcional total dos riachos dos setores Floresta e Serra da Carioca.....	28
Figura 16: <i>Synbranchus marmoratus</i> , marbled swamp eel; ilustração: Voyage dans l'Amérique méridionale, 1847. Paul Louis Oudart (1796–1860) (domínio público).	29
Figura 17: <i>Gymnotus pantherinus</i> , imagem: Natália C. Prada, 17 set. 2021.....	29
Figura 18: <i>Poecilia reticulata</i> ; McDowall, R.M., 1990. New Zealand freshwater fishes: a natural history and guide. Hinemann Reed Auckland. 553 p.....	30
Figura 19: <i>Xiphophorus helleri</i> ; McDowall, R.M., 1990. New Zealand freshwater fishes: a natural history and guide. Hinemann Reed Auckland. 553 p.....	30
Figura 20: <i>Phalloceros harpagos</i> : Maddern, Mark (colaborador Fishbase).	30
Figura 21: Riqueza funcional dos setores Serra da Carioca (em laranja) e Floresta (em azul) comparadas.....	31
Figura 22: equabilidade funcional dos setores Serra da Carioca (em laranja) e Floresta (em azul).	31
Figura 24: Riqueza funcional dos trechos montante (agrupados) e jusante (agrupados) comparadas.....	32
Figura 25: Divergência funcional dos trechos montante (agrupados) e jusante (agrupados) comparadas.....	33

ÍNDICE DE TABELAS

Figura	Página
Tabela 1: medidas ecomorfológicas utilizadas para caracterizar a estrutura funcional dos riachos do PNT.	12
Tabela 2: Atributos utilizados para análise e seus cálculos, de Silva, Nathália Carina dos Santos, 2019.	15

Tabela 3: Espécies da ictiofauna identificadas e status de acordo com o Plano de Manejo do PNT (2008), tabela 53, Peixes do Parque Nacional da Tijuca, Estado do Rio de Janeiro; a partir dos dados de prévios levantamentos de Andreatta & Marca (2003). 25

Tabela 4: Caracterização da dieta da ictiofauna dos riachos do PNT a partir de literatura prévia..... 26

Tabela 5: ictiofauna de cada setor do PNT..... 27

ABREVIACÕES

PNT – Parque Nacional da Tijuca

UC – Unidade de Conservação

JUS – Jusante, trecho inferior

MON – Montante, trecho superior

2. SUMÁRIO

6.1 Local de estudo	9
6.3 Variáveis ambientais	12
6.4 Medidas ecomorfológicas	14
6.6 Análise de dados	17
7. RESULTADOS	26
7.1 Caracterização da dieta da ictiofauna.....	26
7.2 Diversidade Funcional por setores	28
7.3 Diversidade Funcional por trecho montante ou jusante	32
8. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	34
9. RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO.....	34
12. CITAÇÕES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

4. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é reconhecida como um dos biomas de maior biodiversidade do mundo e, ao mesmo tempo, um dos mais ameaçados (HANNA *et al.*, 1994; MYERS *et al.*, 2000; VILELLA, 2002). Não apenas são ameaçadas as espécies terrestres das florestas da Mata Atlântica, como também as comunidades de seus riachos, pela introdução de espécies e destruição de microhabitats.

Riachos são corpos de água corrente e vadeáveis (que podem ser atravessados a pé) (Caramaschi; Mazzoni; Leitão, 1999) com uma forte dependência de material alóctone (Lisboa *et al.*, 2012) ou seja, de origem exterior do riacho. Apenas em áreas com dispositivos de retenção (como troncos caídos, matacões) se formam remansos com menor velocidade da água que permitem o acúmulo de material no local, seja alóctone (origem exterior ao riacho) ou autóctone (origem interior). O fluxo de água é constante em ambientes lóticos e pode ser muito intenso em áreas de corredeiras, e os pequenos micro-habitats entre os remansos, como bolsas de folhigo e poças de fundo de areia e cascalho, são de extrema importância para a rede trófica do riacho, fornecendo alimento e abrigo para diversas espécies. (Abilhoa *et al.*, 2008).

O Parque Nacional da Tijuca (PNT) é uma Unidade de Conservação dentro do bioma Mata Atlântica. Sua floresta contribui para a regulação da temperatura e o regime de chuvas da cidade do Rio de Janeiro e suas trilhas e cachoeiras atraem mais de 3 milhões de visitantes por ano (Parque Nacional da Tijuca, 2020). Seus diversos corpos d'água possuem uma rica fauna aquática que é pouco conhecida pela maioria dos visitantes riachos do PNT sofrem com a pressão da visitação e da introdução de espécies não nativas. Além disso, há pouco conhecimento sobre a biodiversidade aquática de seus riachos, principalmente sobre peixes. Embora seu incrível potencial como bioindicadores de qualidade de água e para com a preservação dos ambientes naturais, há uma carência de informações sobre os peixes que habitam esses riachos na literatura científica. Assim, este projeto teve como objetivo caracterizar a ictiofauna desses riachos e a sua estrutura funcional.

Um ramo importante para a ecologia de peixes é a diversidade funcional, pois em muitas situações a diversidade funcional se prova mais sensível para detectar respostas das comunidades às mudanças ambientais quando comparadas às medidas tradicionais de diversidade taxonômica (Ricotta *et al.* 2005, Petchey & Gaston 2006; Cianciaruso, M.V., Silva, I.A. Batalha, M.A., 2009), uma vez que estas medidas, como riqueza e abundância, reconhecem todas espécies como equivalentes, ou seja, como se apresentassem a mesma importância para a manutenção das comunidades, o que pode resultar em informações importantes serem despercebidas pelo

caminho, especialmente quando tratamos de espécies que desempenham funções únicas para as comunidades, como espécies-engenheiras ou espécies-chave (Paine, 1969).

Dessa forma, este projeto teve como objetivo caracterizar a ictiofauna desses riachos e a sua a estrutura funcional. A partir da literatura prévia sobre a ictiofauna de riachos da Mata Atlântica, esperamos encontrar espécies de peixes de pequeno porte, assim como espécies endêmicas (Myers, 2000), ou seja, mais suscetíveis à extinção por perda de habitat. Em riachos mais preservados, espera-se encontrar uma maior diversidade funcional.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a estrutura funcional da comunidade de peixes dos riachos do Parque Nacional da Tijuca a partir de medidas de diversidade funcional.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Atualizar o conhecimento sobre a ictiofauna dos riachos do PNT;
2. Atribuir índices de diversidade funcional às espécies desta ictiofauna;
3. Caracterizar a estrutura funcional desta ictiofauna;

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Local de estudo

As coletas foram realizadas entre 2021 e 2023 em riachos previamente escolhidos a partir de campos de observação junto a analistas do PNT, sob a licença “Peixes e crustáceos da maior floresta urbana reflorestada no mundo: da caracterização a conservação” (SISBIO 748896). Os pontos de coleta foram selecionados a partir de acessibilidade do riacho e segurança da equipe. Desta forma, foi desconsiderado o setor Covanca, que possui áreas de conflito que impossibilitam trabalhos de campo. Para ser possível realizar comparações estatísticas, também foram escolhidos riachos comparáveis e com trechos superiores e inferiores adequados para pesca.

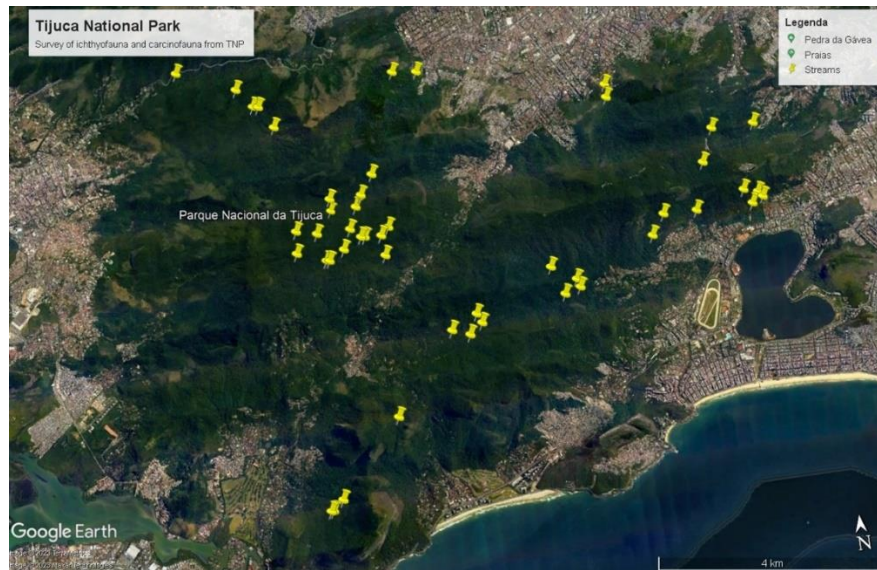


Figura 1: Pontos de coleta de peixes no Parque Nacional da Tijuca; imagem: Google Earth.

A coleta ocorreu em trechos padronizados de 50m em cada um dos 43 pontos (Figura 2), categorizados como riacho ou lago. Os métodos de coleta incluíram puçás, redes de arrasto manual, peneiras, equipamento para pesca elétrica, equipamentos de proteção individual: luvas de borracha e jardineira de borracha durante a pesca elétrica (Mazzoni, R.; Fenerich-Verani, N.; Caramaschi, E.P., 2000) e técnica de *kicking* ou pesca de esforço, revirando o substrato de pedra e agitando a água para atrair os peixes para a rede de arrasto. A pesca elétrica se mostra efetiva em coletas em riachos tropicais (Mazzoni & Lobón–Cerviá, 2000), que geralmente apresentam uma boa condutividade devido à presença considerável de partículas de matéria orgânica na água. É observado, entretanto, que no trecho superior de riachos, que naturalmente possuem menos partículas em suspensão devido à maior velocidade das corredeiras, a condutividade é menor e, portanto, a pesca elétrica pode ser um pouco menos eficaz. O equipamento de pesca elétrica utilizado nas coletas é um inversor de eletricidade ligado a uma bateria 12V, com alcance de até 4 metros.



Figura 2: Pesca elétrica. Presentes na foto: (esquerda para direita) Luka Marques, Rafael Marques, Caio De Marco, Romullo Lima, Nalbert Farias. Ponto CTVIS (Centro de Visitantes), 17 de setembro de 2021, setor Floresta. Foto: Natália C. Prada

Todos os exemplares do estudo foram coletados em riachos ou pontos de interesse (lagos artificiais e açudes) localizados dentro dos limites do PNT, anestesiados em solução de eugenol e conservados em formol por duas semanas. Após esse período, os exemplares foram movidos para solução de álcool 70%, para serem então medidos com a ajuda de um paquímetro digital e pesados em balança de alta precisão (até 3 casas decimais em ambos equipamentos) no Laboratório de Ecologia de Peixes UFRJ. Alguns espécimes selecionados para tombamento, aqueles em melhor estado (como nadadeiras inteiras) serão direcionados ao Museu Nacional da UFRJ.



Figura 3: Paquímetro digital, Laboratório de Ecologia de Peixes UFRJ, 22 de junho de 2022. Foto: Natália C. Prada

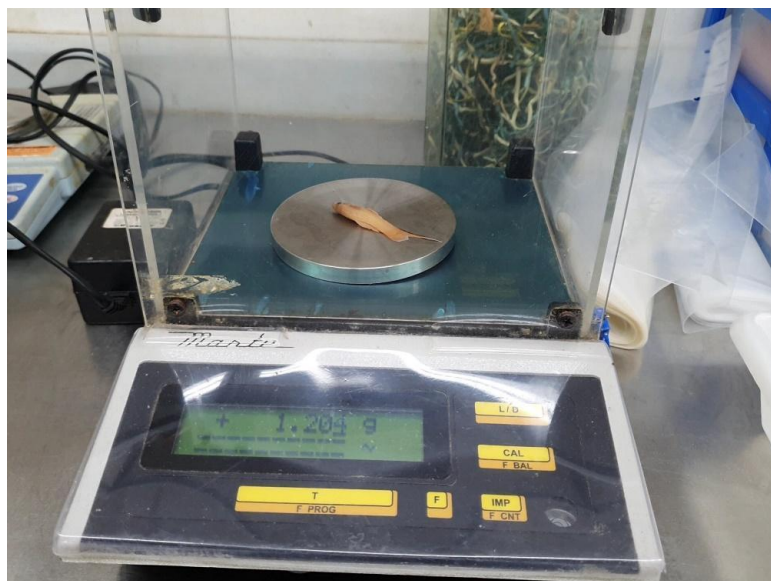


Figura 4: Balança de alta precisão, Laboratório de Ecologia de Peixes UFRJ, 26 de agosto de 2022. Foto: Natália C. Prada

6.3 Variáveis ambientais

Em cada coleta foi preenchida uma planilha do Protocolo para riacho de Mata Atlântica modificado de Peterson (1992) & Buss (2001), medida a velocidade da correnteza e a vazão da água e realizado um croqui ilustrando o riacho, assim como foram utilizadas sondas multiparâmetros HANNA (Figura 3) para medir os fatores abióticos da água, dentre eles a temperatura da água, pH, condutividade, sólidos dissolvidos, oxigênio dissolvido, carbono orgânico. Os fatores abióticos foram sempre medidos antes de começarem quaisquer coletas, evitando perturbar a água no momento das medições para não serem alterados os resultados.

Tabela 1: medidas ecomorfológicas utilizadas para caracterizar a estrutura funcional dos riachos do PNT.

CP: Comprimento padrão;
CT: Comprimento total;
AICo: Altura do Corpo;

AMCo: Altura Máx.do Corpo;
LC: Largura do Corpo;
ALM: Altura da linha média máxima;
AIO: Altura do Olho;
DO: Diâmetro do Olho;
AIC: Altura da Cabeça;
AINP: Altura do Corpo na inserção na Nadadeira Peitoral;
CNP: Comprimento da Nadadeira Peitoral;
InNP: Inserção da Nadadeira Peitoral;
LPC: Largura do Pedúnculo caudal;
CPC: Comprimento do Pedúnculo caudal;
AIPC: Altura do Pedúnculo caudal;
AINC: Altura da Nadadeira Caudal;
ANP: Área da Nadadeira Peitoral;
ANC: Área da Nadadeira Caudal;

6.4 Medidas ecomorfológicas

Para caracterização funcional das espécies de peixes, foi utilizada uma seleção de medidas ecomorfológicas (Tabela 1) necessárias para calcular os atributos funcionais (Figura 6) relacionados à: movimentação, uso do hábitat e alimentação (Gatz, 1979; Lima, 2019; Silva, 2019). Foram utilizados 10 indivíduos de cada espécie, ou o máximo coletado daqueles indivíduos (*Neoplecostomus microps*: 7; *Synbranchus marmoratus*: 8).

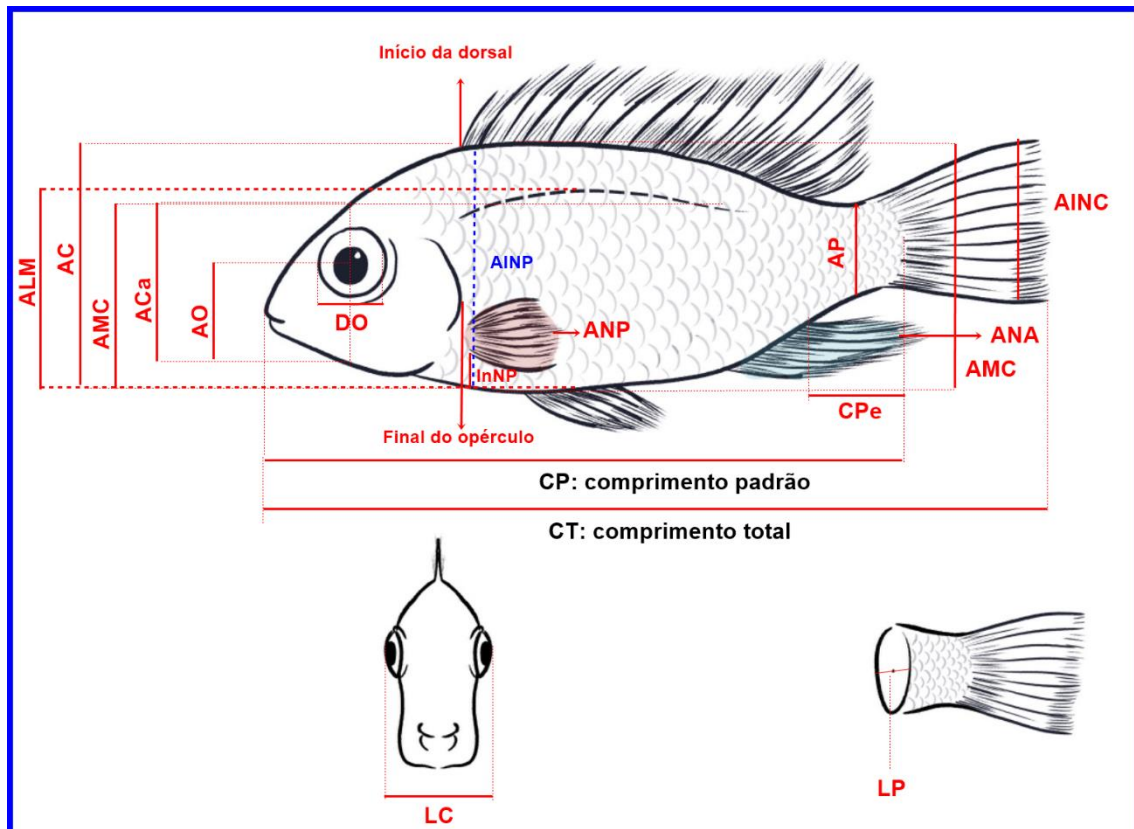


Figura 5: Medidas ecomorfológicas escolhidas para caracterizar a estrutura funcional dos riachos do PNT; figura: Natália C. Prada

Para cálculo da área das nadadeiras foi utilizado o programa ImageJ. Para *Gymnotus pantherinus*, a nadadeira caudal é ausente. Para *Synbranchus marmoratus*, a nadadeira formada por caudal, dorsal e anal foi considerada como nadadeira caudal; suas nadadeiras peitorais e pélvicas são ausentes, portanto atributos como área da nadadeira peitoral não se aplicam a esse peixe. Assim, no momento de inserir os dados no programa R, esses valores foram atribuídos como o valor 0,001. Os atributos estão separados em categorias de Massa, Aquisição de Alimento e Mobilidade (Tabela 2).

A escolha para as medidas ecomorfológicas (Tabela 1) foi também baseada nas pretéritas escolhas na tese de doutorado de Silva, Nathália Carina dos Santos., 2019, na dissertação de mestrado de Lima, Romullo G. de Sá F., 2019 e Gatz, 1979. A princípio, foram utilizadas apenas medidas quantitativas (Tabela 2), devido à dificuldade do começo das coletas, principalmente devido à pandemia da COVID-19.

Para cálculo da área das nadadeiras foi utilizado o programa ImageJ. Para *Gymnotus pantherinus*, a nadadeira caudal é ausente. Para *Synbranchus marmoratus*, a nadadeira formada por caudal, dorsal e anal foi considerada como nadadeira caudal; suas nadadeiras peitorais e pélvicas são ausentes, portanto atributos como área da nadadeira peitoral não se aplicam a esse peixe. Assim, no momento de inserir os dados no programa R, esses valores foram descritos como NA (*not available*; não disponível). Os atributos estão separados em categorias de Massa, Aquisição de Alimento e Mobilidade (tabela 2).

Tabela 2: Atributos utilizados para análise e seus cálculos, de Silva, Nathália Carina dos Santos, 2019.

ATRIBUTO	CÁLCULO	INTERPRETAÇÃO
Massa (LogM)	$\ln(M+1)$	Altos valores indicam peixes com mais massa corpórea (Villéger et al., 2010).
Tamanho do Olho (TmOl)	DO/AIC	Relaciona-se a acuidade visual e a detecção visual de presas (adaptado de Boyle & Horn, 2006)
Posição do Olho (PsOl)	AIO/AIC	Está relacionado a posição vertical na coluna d'água. Altos valores indicam olhos localizados dorsalmente típico de peixes bentônicos (Gatz, 1979)
Estrangulamento do pedunculo caudal (EsPC)	AINC/AIPC	Uso do pedúnculo caudal para propulsão (Webb, 1984)
Posição da nadadeira peitoral (PsNP)	InNP/AINP	Baixos valores indicam grande potencial de manobrabilidade (Winemiller, 1991; Dumay et al., 2004).

Razão de Forma da Nadadeira Peitoral (FoNP)	CNP^2/ANP	Altos valores indicam nadadeiras peitorais longas e finas, o que é esperado em peixes que nadam continuamente (peixes que nadam por longas distâncias ou que nadam continuamente) (Fulton et al., 2001)
Razão de Forma da Nadadeira Caudal (fonc)	$Alnc^2/ANC$	Uso da nadadeira caudal para propulsão e direção (Webb, 1984).
Índice de compressão lateral (icl)	$ICL = AC/LC$	Altos valores indicam peixes comprimidos lateralmente, comuns em águas mais lentas (Watson & Balon, 1984).
Altura relativa do corpo (arc)	$ARC = AC/CP$	Maiores valores indicam peixes mais altos, comuns em águas mais lentas (Nikolski, 1933 apud Watson & Balon, 1984).
Comprimento relativo do Pedúnculo caudal(ICPe)	$CRPE = AP/LP$	Longos pedúnculos caudais associados com nadadores de longas distâncias e/ou peixes bentônicos (Hora, 1922 apud Watson & Balon, 1984), provavelmente para estabilização do peixe na coluna d'água
Índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPe)	$ICPE = AP/LP$	Pedúnculo comprimido indicaria natação lenta e manobrabilidade (Watson & Balon, 1984), mais esperado para águas lênticas.
Índice de achatamento ventral (iav)	$IAV = AMC/AC$	Baixos valores associados a águas rápidas, por assegurar a manutenção da posição na coluna d'água sem grandes esforços (Hora, 1930 apud Watson & Balon, 1984)
Posição relativa do olho (pro)	$PRO = AO/ACA$	Peixes bentônicos possuem olhos localizados dorsalmente, enquanto peixes pelágicos possuem olhos localizados lateralmente (Watson & Balon, 1984).
Comprimento relativo da cabeça (crc)	$CRC = CC/CP$	Cabeça maior em relação ao corpo indica o consumo de itens maiores (Watson & Balon, 1984). Pode ser esperado para peixes piscívoros
Tamanho relativo do olho (tro)	$TRO = DO/CC$	Olhos maiores indicam espécies que são mais orientadas visualmente. Esperado em águas mais transparentes
Área da nadadeira peitoral (pcp)	$PCP = ANP / (CP * AC)$	Valores altos indicam nadadores lentos que usam as peitorais pra se manter na coluna d'água e para realizar manobras, ou peixes que habitam águas rápidas e que as usam para desviar a força da correnteza para cima, diminuindo a força frontal da água e assim mantendo-se junto ao substrato (Watson & Balon, 1984).
Área da nadadeira anal (acp)	$ACP = ANA / (CP * AC)$	Valores mais altos indicam mais estabilidade ao nadar na coluna d'água. A nadadeira anal mantém a posição horizontal do peixe na coluna d'água (Standen & Lauder, 2005)

6.6 Análise de dados

Uma matriz de distância euclidiana foi gerada a partir dos valores dos atributos funcionais das espécies. Com base nessa matriz, foi gerado um espaço funcional através de uma Análise de Componentes Principais (PCA). Com base nos valores de *brokenstick*, apenas os dois primeiros eixos da PCA foram utilizados para o cálculo dos índices de diversidade funcional para cada setor analisado e para cada trecho (montante, jusante), separadamente.

Os índices de diversidade funcional calculados foram:

- (i) riqueza funcional (FRIC);
- (ii) equabilidade funcional (FEVE);
- (iii) divergência funcional

Os espaços funcionais foram plotados de maneira sobreposta (Setor Floresta x Serra da Carioca | Montante x Jusante) para análise descritiva dos índices de diversidade e particularidades de cada tratamento. As análises de dados foram realizadas dentro do ambiente R (R Core Team, 2022) com pacotes específicos para cada análise.

7. RESULTADOS

As espécies de peixes identificadas dentro dos riachos selecionados para o estudo incluíram *Trichomycterus spp.* (Trichomycteridae), *Geophagus brasiliensis* (Cichlidae), *Phallocerus harpagos* (Poeciliidae), *Gymnotus pantherinus* (Gymnotidae), *Neoplecostomus microps* (Loricariidae), *Synbranchus marmoratus* (Synbranchidae), *Poecilia reticulata* (Poeciliidae), *Xiphophorus sp.* (Poeciliidae).



Figura 6: típica fauna nativa de um riacho do PNT: (de cima para baixo) *G. brasiliensis*, *N. microps* (à esquerda), *Trichomycterus jacupiranga*. (2 exemplares), *Gymnotus pantherinus*, *Phallocerus harpagos*; 17 de setembro de 2021, rio Almas.

A família *Trichomycteridae* é formada por siluriformes caracterizados principalmente pela presença de odontódeos nos ossos opercular e interopercular (de Pinna, 1998), e inclui o gênero *Trichomycterus* presente no parque, que contém peixes conhecidos como *pencil catfishes*. O grupo apresenta grande diversidade de formas, padrões de coloração e formato de seus odontódeos. A espécie do gênero *Trichomycterus* – antes apelidada como *Trichomycterus spp.* –, e observada nos riachos do PNT é conhecida pela sua coloração amarelada com um padrão de manchas que se confunde perfeitamente com os micro-habitats de substrato arenoso. Leves diferenças no padrão de coloração de indivíduos de *Trichomycterus* faziam parecer que havia mais de uma espécie do gênero nos riachos do Parque. Especialistas em siluriformes da UFRJ confirmaram a presença de uma espécie polimórfica, *Trichomycterus jacupiranga*, na floresta da Tijuca (Vilardo *et al.*, 2023).



Figura 7: *Trichomycterus jacupiranga*. CTVIS (riacho próximo ao Centro de Visitantes), 17 de setembro de 2021, Setor Floresta. Foto: Natália C. Prada

O *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824), (do gredo *geo* = terra, *phagus* = comer), também conhecido como acará papa-terra ou apenas acará, é um ciclídeo super difundido no território brasileiro, não apresentando apenas o hábito bentófago e é geralmente considerado onívoro. Ele apresenta um grande potencial como bioindicador de qualidade da água (Doria, Halina Binde et al., 2017).



Figura 8: *Geophagus brasiliensis*. Recanto dos Pintores, 25 de maio de 2022. Foto: Natália C. Prada

Phallocerus harpagos é um poecílídeo (Poeciliidae) pertencente à subfamília Poeciliinae, portanto é vivíparo (Lucinda, 2003). As fêmeas são relativamente maiores que os machos e carregam os filhotes em desenvolvimento na barriga, dando o nome característico a esse grupo conhecido como barrigudinhos.



Figura 9: *Phalloceros harpagos*. Indivíduo fêmea (acima), indivíduo macho (abaixo), conservados em álcool 70%, Laboratório de Ecologia de Peixes, UFRJ, 26 de agosto de 2022. Foto: Natália C. Prada

Gymnotus pantherinus (Steindachner, 1908) ou sarapó é um peixe da ordem gymnotiformes, caracteristicamente de corpo alongado e ausência de nadadeiras caudal, dorsal, peitorais e pélvicas e secreção de muco. *Gymnotus pantherinus* pode ser considerado um grupo de espécies (sensu Albert & Crampton, 2003; Rangel-Pereira, 2014). Esta espécie possui uma longa nadadeira anal, que permite ao peixe manobras de natação muito rápidas, propulsionando-o para frente ou para trás com movimentos ondulatórios.



Figura 10: *Gymnotus pantherinus*. Recanto dos Pintores, 25 de maio de 2022, Setor Floresta. Foto: Natália C. Prada

Neoplecostomus microps é uma espécie da família Loricariidae. Seu corpo é achatado dorsoventralmente e sua boca possui formato de ventosa, com visual típico de um “cascudo”. É um peixe que habita áreas de corredeiras, com diversas adaptações para estes ambientes (Brito, M.F.G., Lazzarotto, H., Caramaschi, E.P., 2015); dentre elas, placas ósseas que evitam dissecação, a boca de ventosa para fixação em pedras, evitando que sejam levados pelas correntes (Hora 1930). *Neoplecostomus microps* é um peixe de hábito bentônico (Braga, 2004), que nada próximo ao fundo e associado ao substrato de pedra, vasculhando o substrato com o lábio e papilas para sugar suas presas (Figura 6) (Braga, 2008). Dentro do estudo de Braga *et al.*, 2008, na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (Estado de São Paulo), a dieta de *N. microps* foi composta basicamente de larvas de Diptera (*Simulium*, *Chironomus*), ninfas de Plecoptera e larva de Coleoptera aquática (*Psephenus*), a partir da análise estomacal.



Figura 11: *Neoplecostomus microps*. Coletado em 17 de setembro de 2021, CTVIS, Setor Floresta. Foto: Natália C. Prada

O peixe mussum ou muçum tem corpo enguiliforme ou serpentiforme, com nadadeiras anal e dorsal vestigiais fundidas com a nadadeira caudal, sendo popularmente conhecido como peixe-cobra ou enguia de água doce (Bourjard *et al.*, 1997). A espécie *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795), está presente em pelo menos um riacho do PNT, pois foi coletada em apenas um setor (Serra da Carioca) e um ponto (CABEÇA JUS 28/12/2021). *S. marmoratus* tem um padrão de coloração com várias manchas que assemelham-se à mármore, dando justiça a seu nome.



Figura 12: *Synbranchus marmoratus*. Trecho inferior do rio Cabeça, 28 de dezembro de 2021. Foto: Fábio Ivo Perdigão.

Poecilia reticulata (Peters, 1859), o *guppy* ou lebiste, é uma espécie muito popular entre os aquarofilistas, por ser colorido, pacífico e relativamente fácil de criar em aquários. Ela faz parte da subfamília Poeciliinae, e realiza fecundação interna. O *guppy* em sua forma selvagem apresenta colorações mais acinzentadas, enquanto o *guppy* gerado

por seleção artificial tem machos muito coloridos e chamativos. Esta espécie é muitas vezes introduzida em ambientes como lagos e piscinas com o objetivo de reduzir a população de mosquitos vetores de doenças, como o *Aedes aegypti*, vetor da dengue, uma vez que ela se alimenta das larvas desses insetos (Jornal O Globo: Prefeitura cria peixes em parque aquático abandonado para auxiliar combate à dengue, 2015). Apesar desta introdução parecer algo muito positivo, é necessário lembrar que esta espécie tem uma reprodução muito rápida e muito eficaz devido à fecundação interna, de modo que pode catalisar graves desequilíbrios nas teias tróficas em casos de escape para corpos d'água naturais. Os *P. reticulata* coletados nos riachos do PNT geralmente se apresentam na forma colorida, mas alguns já perderam seu colorido, apresentando a forma selvagem acinzentada, de modo que podem ser facilmente confundidos com *Phallocerus harpagos*.



Figura 13: *Poecilia reticulata* macho. Foto: Natália C. Prada

Xiphophorus (*xiphos* = espada do grego) é também um gênero muito apreciado no aquarismo e também pertence à família Poeciliidae, portanto é capaz de realizar fecundação interna através de uma nadadeira anal modificada em gonopódio nos machos, que penetra o poro urogenital das fêmeas; dentro desta família, há uma grande diversidade de morfologias para o gonopódio, incluindo casos com estruturas que provocam a cópula forçada, como espinhos em sua ponta ou bifurcações, como no caso do gonopódios bifurcados dos machos de *Phallocerus* (*Phallus* = falo + *Cerus* = chifres) (Lucinda, 2008). Os *Xiphophorus* foram encontrados em riachos apenas no ponto PRIMATAJUS (trecho inferior do rio Primatas) 22/11/2021 (tabela 4). A melhor conclusão seria que estes peixes devem ter sido soltos por algum visitante do parque. Este gênero também foi encontrado no Lago das Fadas (Setor Floresta), que não se enquadra como um riacho.



Figura 14: *Xiphophorus helleri*; Trecho inferior do Rio Primatas, 22 de novembro de 2021. Foto: Natália C. Prada

Foi observado que a família Poeciliidae é a mais abundante em táxons nos riachos do PNT (tabela 3), com a espécie nativa *P. harpagos*, a introduzida *P. reticulata* e a não nativa *Xiphophorus sp.* Esse grupo, em casos de introdução, apresenta grande ameaça às espécies nativas devido ao rápido e eficiente método de reprodução com a fertilização interna. Enquanto a maioria dos peixes apresenta fecundação externa, em que o encontro de gametas ocorre na água, os Poeciliinae garantem o encontro dos gametas com o contato direto do gonopódio com o poro urogenital da fêmea.

Tabela 3: Espécies da ictiofauna identificadas e status de acordo com o Plano de Manejo do PNT (2008), tabela 53, Peixes do Parque Nacional da Tijuca, Estado do Rio de Janeiro; a partir dos dados de prévios levantamentos de Andreatta & Marca (2003).

*inclusas no Plano de Manejo (2008); **espécies ausentes do Plano de Manejo (2008); as duas são aparentemente raras.

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME COMUM	INCLUSO*	STATUS ENDÊMICA	STATUS NÃO NATIVA	STATUS RARA	STATUS AMEAÇADA
Nativas							
<i>Trichomycterus spp.</i>	Trichomycteridae	bagre/ cambeva	X	X			
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cichlidae	acará	X	Status não descrito no Plano de Manejo			
<i>Phalloceros harpagos</i>	Poeciliidae	barrigudinho	X	Status não descrito no Plano de Manejo			
<i>Gymnotus pantherinus</i>	Gymnotidae	sarapó	X			X	
<i>Neoplecostomus microps</i> **	Loricariidae	casculo		Status desconhecido			
<i>Synbranchus marmoratus</i> **	Synbranchidae	muçum/mussun		Status desconhecido			
Introzidas/não nativas							
<i>Poecilia reticulata</i>	Poeciliidae	guppy	X		X		
<i>Xiphophorus sp.1</i>	Poeciliidae	peixe-espada	X		X		

7. RESULTADOS

7.1 Caracterização da dieta da ictiofauna

Prévia à análise estomacal dos peixes, a dieta das espécies dos riachos do PNT foi buscada a partir da literatura pré-existente. É possível observar que grande parte das espécies de peixe nestes riachos (Figura 7) se alimentam inteira ou parcialmente de insetos de origem autóctone e alóctone (Tabela 3). Isso condiz com a disponibilidade de alimento de nossas observações de campo; dentro dos riachos do PNT são encontradas muitas ninfas de insetos aquáticos, que eram frequentemente capturadas em nossas peneiras e redes de arrasto, em especial da ordem Odonata.

Tabela 4: Caracterização da dieta da ictiofauna dos riachos do PNT a partir de literatura prévia.

ESPÉCIE	DIETA	ITENS ALIMENTARES	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA
<i>Neoplecostomus microps</i>	Insetívora	Larvas de Diptera (<i>Simulium</i> , <i>Chironomus</i>), ninfas de Plecoptera e larva de Coleoptera aquática (<i>Psephenus</i>)	Brafa, F. M. D. S, Gomiero, L. ., & Souza, U. P. (2008).
<i>Phalloceros sp.</i>	Onívora	Algas, macroinvertebrados bentônicos, Diptera (Ceratopogonidae, Chironomidae, Simuliidae)	Gorini, 2012; Rocha <i>et al.</i> , 2009; Mazzoni <i>et al.</i> , 2010;
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Onívora ou Detritívora	Frutos/sementes, detritos, sedimentos, invertebrados aquáticos e escamas de peixe, sendo frutos/sementes o recurso mais consumido	Abelha, M. C. F., & Goulart, E. (2004).
<i>Gymnotus pantherinus</i>	Onívora	Acari, Coleopetra (adulto e larva), Diptera (larva e ninfa), Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Odonata, Plecoptera,	Vanin, A. S. (2015).

		Trichoptera, Ovo de peixe, Ovo de inseto, Material vegetal	
<i>Poecilia reticulata</i>	Onívora	Predominância de detritos e larvas de Diptera; Algas; Insecta (ceratopogonídeos quironomídeos, culicidae, dípteros, hemiptera, himenópteros não identificados)	Selinger, A., da Costa, J. H. A., & Delariva, R. L. (2022). Alves, G. H. Z., Tófoli, R. M., Ganassin, M. J. M., & Hahn, N. S. (2016)
<i>Trichomycterus sp.</i>	Insetívora	Insetos e pequenos invertebrados aquáticos	Reis, A.S.; Bunn, S.; Albrecht, M. P (2022).
<i>Xiphophorus helleri</i>	Onívora	Insetos, algas bentônicas, anelídeos.	Fishbase (Arthington, A.H., 1989)
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Carnívora/ Piscívora ou Onívora	Peixes, Gastrópodes, Insetos (Acari, Arachnida, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diptera, Formicidae, Hemiptera, Homoptera, Isoptera, Neuroptera, Orthoptera)	Luciani Carvalho Braga, A., dos Santos Pompeu, P., Flósculo Carvalho, R., & Lopes Ferreira, R. (2008).

Tabela 5: ictiofauna de cada setor do PNT.

ESPÉCIES POR SETOR DO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA	
SETOR SERRA DA CARIOCA	SETOR FLORESTA
<i>Trichomycterus spp.</i>	<i>Trichomycterus spp.</i>
<i>Poecilia reticulata</i>	<i>Poecilia reticulata</i>
<i>Phallocerus harpagos</i>	<i>Phallocerus harpagos</i>
<i>Gymnotus pantherinus</i>	<i>Gymnotus pantherinus</i>

<i>Geophagus brasiliensis</i>	<i>Geophagus brasiliensis</i>
<i>Synbranchus marmoratus</i> *	<i>Neoplecostomus microps</i> *
<i>Xiphophorus sp.</i> *	-
*exclusivas do setor	
TOTAL DO SETOR: 7	TOTAL DO SETOR: 6
TOTAL DE ESPÉCIES DOS RIACHOS DO PNT: 8	

7.2 Diversidade Funcional por setores

Position of species along pairs of functional axes

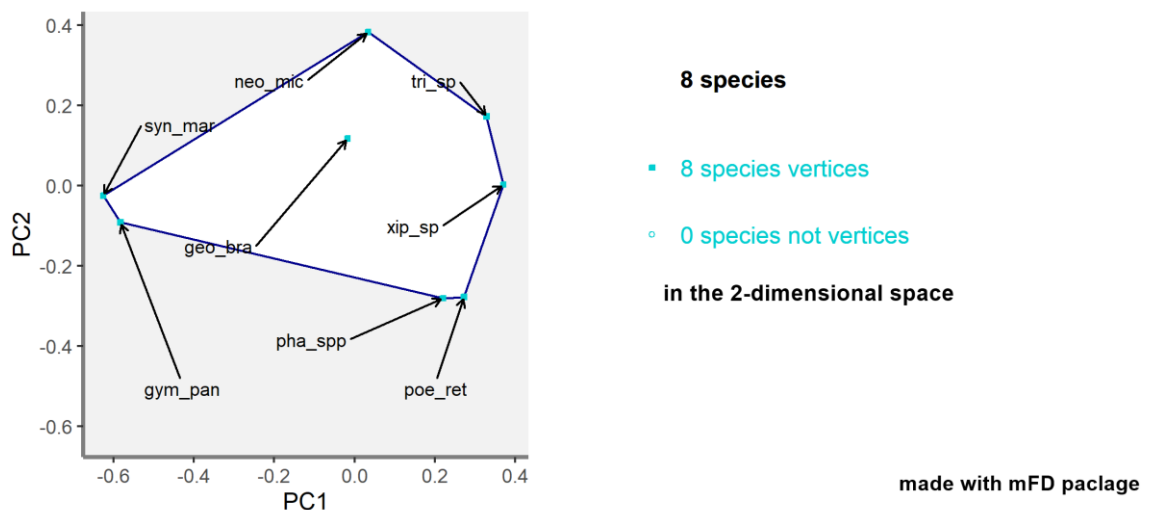


Figura 15: Espaço funcional total dos riachos dos setores Floresta e Serra da Carioca.

Dentro deste espaço funcional formado a partir dos atributos funcionais medidos (Figura 10), é possível observar que as espécies de maior semelhança funcional se sobrepõem entre as espécies de maior semelhança morfológica: *Gymnnotus pantherinus* (Gymnotidae) (Figura 12) e *Synbranchus marmoratus* (Synbranchidae) (Figura 11) têm corpos alongados, um padrão de colorido que permite camuflagem no substrato e uma história evolutiva que envolveu a perda de nadadeiras conforme as pressões seletivas de seus hábitos fossoriais, se escondendo entre pedras e buracos. *G. pantherinus* apresenta apenas as nadadeiras peitorais e anal, enquanto *S. marmoratus* apresenta uma nadadeira caudal agregada a duas nadadeiras anal e dorsal vestigiais. Apesar de suas semelhanças, esses dois animais não são próximos filogeneticamente, e a similaridade morfológica se deu a partir de um processo de convergência evolutiva.

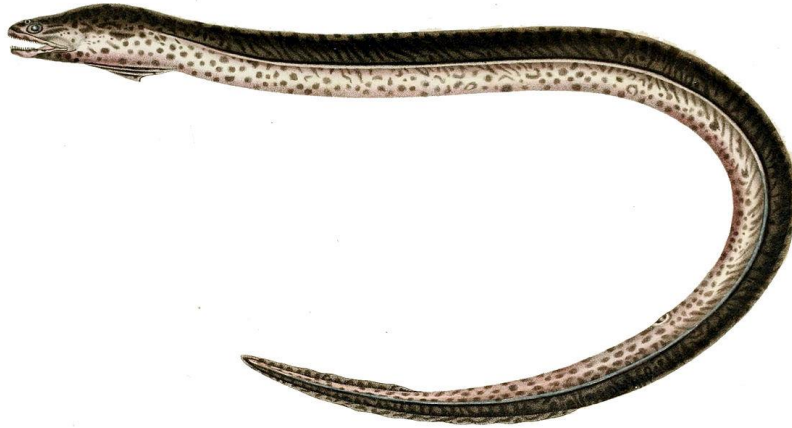


Figura 16: *Synbranchus marmoratus*, marbled swamp eel; ilustração: Voyage dans l'Amérique méridionale, 1847. Paul Louis Oudart (1796–1860) (domínio público).



Figura 17: *Gymnotus pantherinus*, imagem: Natália C. Prada, 17 set. 2021.

Enquanto isso, as espécies *Poecilia reticulata* (Fig. 9a), *Xiphophorus sp.* (Fig. 9b), e *Phalloceros spp.* (Fig.9c) apresentam grande semelhança morfológica e nos seus papéis funcionais, especialmente entre os gêneros *Phalloceros* e *Poecilia*, o que é relacionado à sua relação familiar — as três pertencem a família dos Poeciliidae, dentro da ordem dos Cyprinodontiformes.



Figura 18: *Poecilia reticulata*; McDowall, R.M., 1990. New Zealand freshwater fishes: a natural history and guide. Hinemann Reed Auckland. 553 p.



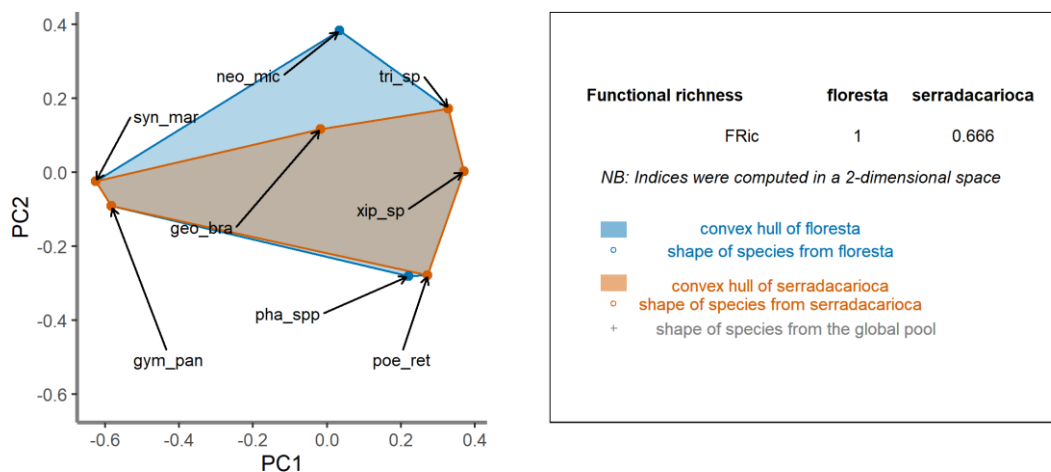
Figura 19: *Xiphophorus helleri*; McDowall, R.M., 1990. New Zealand freshwater fishes: a natural history and guide. Hinemann Reed Auckland. 553 p.



Figura 20: *Phalloceros harpagos*: Maddern, Mark (colaborador Fishbase).

Pertencentes à mesma família, as três espécies apresentam a fecundação interna e reprodução extremamente rápida comparada a demais espécies de peixes com fecundação externa. Enquanto as espécies do gênero *Phalloceros* são nativas da região que se encontra o Parque Nacional da Tijuca, as espécies *Xiphophorus helleri* (peixe-espada) e *Poecilia reticulata* (guppy) são espécies de aquarismo introduzidas que podem apresentar riscos para as espécies nativas, porque ocupam nichos alimentares semelhantes. *Poecilia reticulata* seria uma espécie reviradora do fundo, especialmente em riachos, logo que se alimenta de algas, pequenos invertebrados e detritos (Figura 8) (Alves *et al.*, 2016; Dussalt & Kramer, 1981; Oliveira & Bennemann, 2005; Silva, Delariva, & Bonatto, 2012; Bonatto, Delariva, & Silva, 2012).

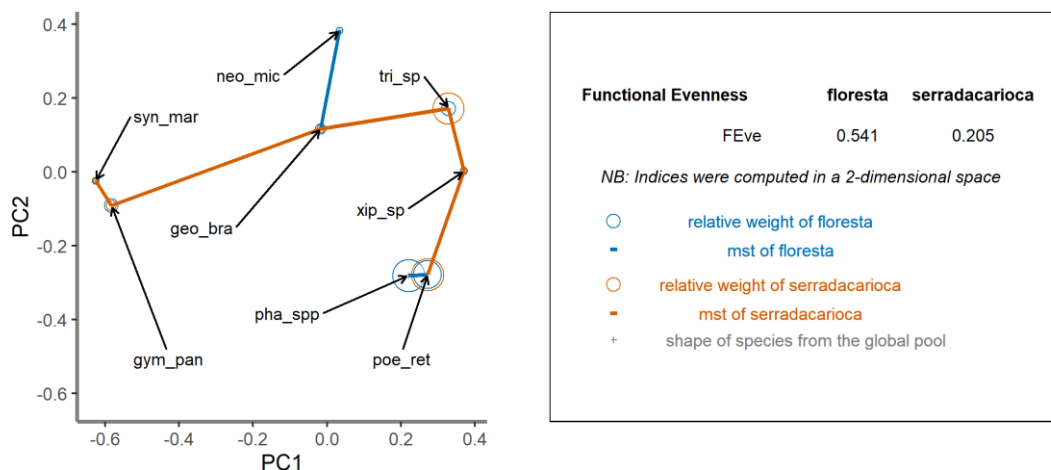
Functional Richness of 'floresta' and 'serradacarioca'



made with mFD package

Figura 21: Riqueza funcional dos setores Serra da Carioca (em laranja) e Floresta (em azul) comparadas.

Functional Evenness of 'floresta' and 'serradacarioca'



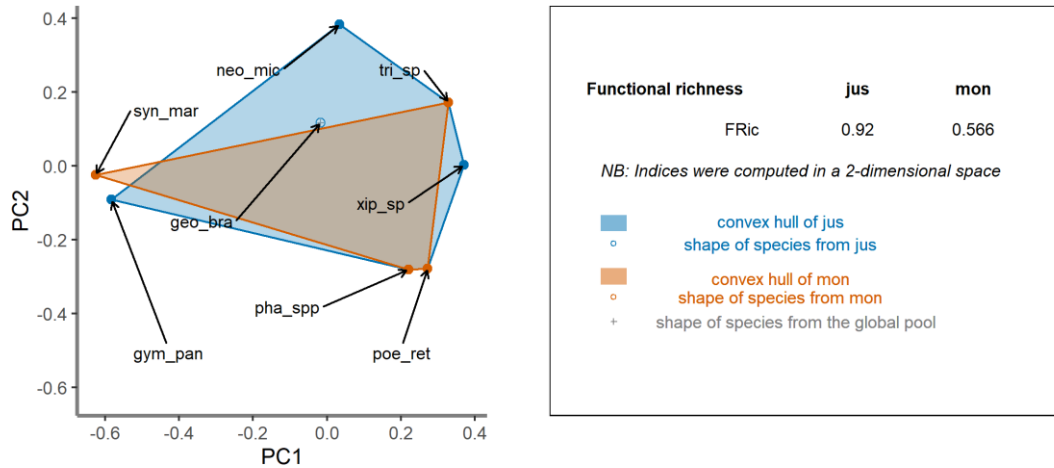
made with mFD package

Figura 22: equabilidade funcional dos setores Serra da Carioca (em laranja) e Floresta (em azul).

A riqueza funcional do setor Floresta é maior que a riqueza funcional do setor Serra da Carioca (Fig.16). O setor Floresta apresenta uma espécie exclusiva: *Neoplecostomus microps*, um siluriforme, como *Trichomycterus sp.* (um bagre), porém é a única espécie da família Loricariidae presente nos riachos do PNT.

7.3 Diversidade Funcional por trecho montante ou jusante

Functional Richness of 'jus' and 'mon'

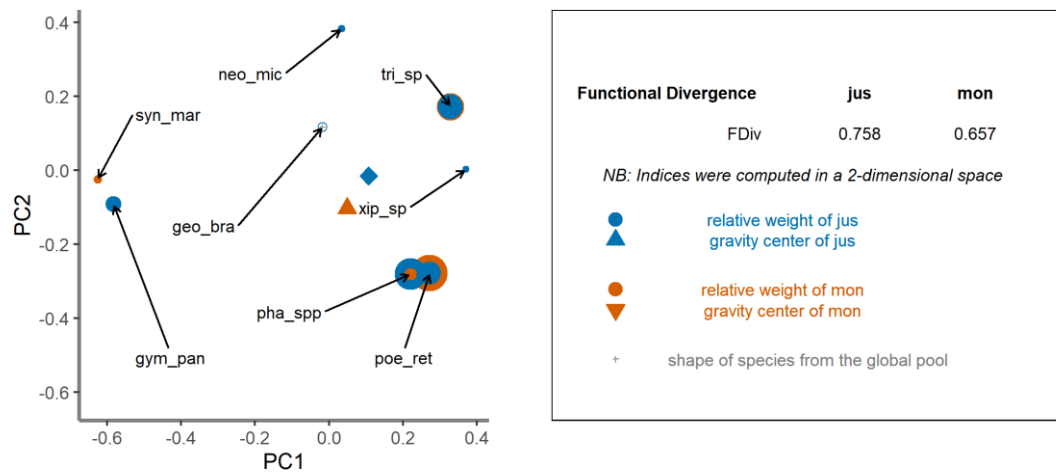


made with mFD package

Figura 23: Riqueza funcional dos trechos montante (agrupados) e jusante (agrupados) comparadas.

A espécie *S. marmoratus* foi encontrada em apenas um ponto (montante do Rio Cabeça), assim como *Xiphophorus sp.* (montante do Rio Primatas), ambos na Serra da Carioca, e *Neoplecostomus microps*, a única espécie de loricarídeo e a maior contribuinte para a diversidade funcional, foi encontrada apenas no setor Floresta em pontos a jusante do Rio Tijuca e do rio Almas (Fig.17).

Functional Divergence of 'jus' and 'mon'



made with mFD package

Figura 24: Divergência funcional dos trechos montante (agrupados) e jusante (agrupados) comparadas.

8. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Apesar de apresentar uma espécie a menos, *S. marmoratus*, o setor Floresta apresenta uma maior riqueza funcional (0.368) comparado ao setor Serra da Carioca (0.232). Floresta possui exclusivamente apenas o siluriforme *N. microps*. Porém, esta espécie contribui mais que qualquer outra para a diversidade funcional dos riachos. Isso torna a conservação do hábitat dessa espécie ainda mais importante, visto que, com a perda de uma espécie, temos uma grande perda de diversidade. *N. microps* contribui mais para a riqueza funcional da ictiofauna do PNT do que *X. helleri* (menor área do triângulo) e *S. marmoratus*. Dentro do pool de espécies do PNT, as espécies da subfamília Poecillinae (*X. helleri.*, *Poecilia reticulata*, *Phallocerus harpagos*), diferem entre si taxonomicamente, porém os resultados sugerem que são redundantes funcionalmente. Estas espécies apresentam grandes semelhanças morfológicas que podem se traduzir em semelhanças em sua função na comunidade. Este resultado traz à tona a importância dos dados de diversidade funcional para com a ecologia da ictiofauna do Parque Nacional da Tijuca, pois, a partir deles, podemos basear tomadas de decisão para com a conservação da riqueza funcional da unidade de conservação.

9. RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO

Seria uma recomendação para o manejo um acompanhamento do estado de preservação dos riachos, assim como das matas ciliares ao seu redor – que são muito importantes para a sua conservação – com, por exemplo, testes das condições da água, incluindo teste de pH, nível de oxigênio, quantidade de sólidos na água e outros que estão incluídos no protocolo dos campos do Laboratório de Ecologia de Peixes UFRJ, com o uso de uma sonda multiparâmetros;

A revisão periódica da ictiofauna, com captura e devolução. A partir desses dados, é possível observar se as características que permitem a existência de espécies funcionalmente diversas são mantidas naquele ambiente, e ser analisada a saúde do riacho, assim, no caso de desequilíbrios ecológicos, eles poderão ser rapidamente identificados. Este acompanhamento pode ser feito na estação seca e chuvosa, de 2 em 2 anos, por exemplo.

Também podem ser realizadas campanhas de conscientização do público visitante do parque para com a conservação da fauna aquática, a partir de placas ou banners informativos ao longo das trilhas, principalmente nos locais mais visitados, como o Recanto dos Pintores, a cascatinha Taunay, Vista Chinesa, e posts nas redes sociais do parque, como *Instagram* e *Facebook*, com o fim de informar e conscientizar o público sobre por que não soltar peixes ornamentais nos riachos do parque, assim como não levar animais domésticos para os passeios e outras lições ambientais. Isso pode ser feito com o uso de uma espécie-pôster do parque, que poderia ser o *Neoplecostomus microps*.



Fig. 21: Recanto dos Pintores, Parque Nacional da Tijuca, 25 de maio de 2022. Banner lê-se: “Ação integrada de manejo e inventário da fauna aquática do Parque Nacional da Tijuca; ICMBio, Laboratório de Ecologia de Peixes UFRJ, FIPERJ”. Foto: Natália C. Prada

10. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao ICMBio pela a oportunidade de participar deste projeto, à UFRJ por me introduzir a tantas vivências e conhecimentos inéditos e únicos, aos meus orientadores Carol Prado-Valladares – obrigada pelas lições de diversidade funcional e de vida com direito a vistas esplêndidas de cachoeiras, por aquela parceria chave na pesca elétrica, pelos moranguetes –, Leonard Schumm, por orientar o meu projeto, e Romullo Lima, por todas as aulas de ecomorfologia, R e Excel e as tardes no fundão sempre o mais didático e paciente possível; aos monitores do Parque Nacional da Tijuca, em especial Carlinhos, Júlio, Mineiro, Diego, e a todos os participantes do Laboratório de Ecologia de Peixes, sem falta. Nada seria possível sem cada um de vocês. Obrigada Prof. Érica, Prof. Míriam, Prof. Natália. Obrigada especialmente Caio, Gabi, Bella, Fábio, Luka por tantos campos que passamos juntos. Obrigada Rafael Marques, querido Chuva, pela paciência de ensinar e por me ajudar a me apaixonar por pescar. Agradeço à minha família e à nova família que me acolheu. Ao meu amor Luka, obrigada por ser meu parceiro em campo, nos estudos, na vida. Todas essas pessoas foram imprescindíveis para a realização deste trabalho e, principalmente, para o meu crescimento como estudante e para minha inicialização no meio científico.

12. CITAÇÕES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABILHOA, Vinicius; DUBOC, Luiz F.; AZEVEDO FILHO, Damil P. de. A comunidade de peixes de um riacho de Floresta com Araucária, alto rio Iguaçu, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 25, p. 238-246, 2008.

ALVES, Gustavo Henrique Zaia *et al.* Diet of *Poecilia reticulata* Peters, 1959 in streams from Paraná River basin: influence of the urbanization. *Acta scientiarum. Biological sciences*, v. 38, n. 3, p. 313-318, 2016.

AGUIARO, T.; CARAMASCHI, E. P. Trophic guilds in fish assemblages in three coastal lagoons of Rio de Janeiro State (Brazil). *Ver. Interna. Verein. Limnol, Stuttgart*, v.26, p.2.166-2.169, 1998.

ARTHINGTON, A. H. (1989). Diet of *Gambusia affinis holbrooki*, *Xiphophorus helleri*, *X. maculatus* and *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) in streams of southeastern Queensland, Australia. *Asian Fisheries Science*, 2(1989), 193-212.

BRAGA, F.M.S. Hábitat, distribuição e aspectos adaptativos de peixes da microbacia do Ribeirão Grande, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*, v. 26, n. 1, p. 31-36, 2004.

BRAGA, F. M. D. S., GOMIERO, L. M., & SOUZA, U. P. (2008). Aspectos da reprodução e alimentação de *Neoplecostomus microps* (Loricariidae, Neoplecostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (Estado de São Paulo). *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 455-463.

BONATTO, K. O., DELARIVA, R. L., & SILVA, J. C. (2012). Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. *Zoologia*, 29 (1), 27-38.

CARAMASCHI, E.P., MAZZONI, R., LEITÃO, R.P. "Ecologia de peixes de riacho."
Oecologia Australis 25.2 (1999).

CIANCIARUSO, M.V., SILVA, I.A. & BATALHA, M.A. Phylogenetic and functional diversities: new approaches to community Ecology. *Biota Neotrop.* 9(3):
<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n3/en/abstract?article+bn01309032009>.

DUSSALT G. V., & KRAMER, D. L. (1981). Food and feeding behavior of the guppy, *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae).
Canadian Journal of Zoology, 59(4), 684-701.

GATZ, JOHN. (1979). Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany*.. 21. 91-124.

HANNA, L., D. Lohse, C. Hutchinson, J. L. Carr & A. Lankerani, 1994. A preliminary inventory of the human disturbance of world ecosystems. *Ambio* 23(4-5): 246-250

ICMBIO. Plano de Manejo do Parque Nacional da Tijuca. Brasília. 2008. 1365p

LIMA, ROMULLO GUIMARÃES DE SÁ FERREIRA Efeito do represamento do alto rio Tocantins na Diversidade Taxonômica e Funcional da ictiofauna local i-xxxviii, 1-82, 121 p.; 23 figuras, 19 tabelas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia / Instituto de Biologia / Universidade Federal do Rio de Janeiro.

LINS, José Augusto Pereira Navarro *et al.* Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, v. 8, n. 4, p. 469-484, 2010.

LISBOA, Leonardo Kleba *et al.* Dinâmica da vegetação ripária em riachos de Mata Atlântica subtropical: composição da matéria orgânica alóctone e interação com invertebrados aquáticos. 2012.

LUCIANI CARVALHO BRAGA, Augusto *et al.* Dieta e crescimento de *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1975)(Pisces, Synbranchiformes) durante período de pré-estivação em uma lagoa marginal da bacia do São Francisco, Minas Gerais. R. bras. Zoo., 2008.

LOWE-MCCONNELL, R. H. 1999. Estudos ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais. Editora da Universidade de São Paulo (Coleção Base). São Paulo.

MAZZONI R., ARAÚJO, R.R.D.S, SANTOS, G.C.T.D & IGLESIAS-RIOS, R. 2010. Feeding ecology of *Phalloceros anisophallos* (Osteichthyes: Cyprinodontiformes) from Andorinha Stream, Ilha Grande, Brazil. Neotropical Ichthyology. 8 (1): 179-182

MAZZONI, R.; FENERICH-VERANI, N.; CARAMASCHI, E.P. Electrofishing as a sampling technique for coastal stream fish population and communities in the southeast of Brazil. Rev. Bras. Biol., São Carlos, v. 60, n.2, p. 205-216, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0034-71082000000200003>

MESCHIATTI, A. J. Alimentação da comunidade de peixes de uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu, SP. Acta Limnologica Brasiliensis, Botucatu, v.7, p.115-137, 1995.

MYERS, N., R. A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 408: 853-858

MOYLE, P.B. & CECH Jr., J.J. 2000 Fishes: An introduction to Ichthyology 4 ed. Prentice-Hall, Inc.

OLIVEIRA, D. C., & BENNEMANN, S. T. (2005). Ictiofauna, recursos alimentares e relações

com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 5(1), 95-107.

PAINÉ, R. T. (1969). "A Note on Trophic Complexity and Community Stability". *The American Naturalist*. **103** (929): 91-93. doi:10.1086/282586. JSTOR 2459472. S2CID 83780992.

Parque Nacional da Tijuca. "Em 2019, a unidade de conservação manteve a posição de Parque mais visitado do país chegando a quase 3 milhões de turistas recebidos durante todo o ano".

Disponível em: <https://parquenacionaldatijuca.rio/> Acesso em: 16 de maio de 2020.

PETCHEY, O.L. & GASTON, K.J. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecol. Lett.* 9(6):741-758.

R CORE TEAM (2022). R: A Language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>

RICOTTA, C. 2005. Through the jungle of biological diversity. *Acta Biotheor.* 53(1):29-38.

REIS, A.S.; Bunn, S.; ALBRECHT, M. P (2022). Effects of land use change on inter species and intra-guild trophic interactions of fish communities in tropical headwater streams. *Wiley Online Library*,. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/fwb.13995>

ROCHA, F.C., CASATTI, L. & PEREIRA, D.C. 2009. Structure and feeding of a stream fish assemblage in Southeastern Brazil: evidence of low seasonal influences. *Acta Limnologia Brasiliensis*. 123-134

ROMERO, P., 2002. An etymological dictionary of taxonomy. Madrid, unpublished.

SABINO, J.; CASTRO, R. M. C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (sudeste do Brasil). *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v.50, p.23-36, 1990.

SILVA, J. C., DELARIVA, R. L., & BONATTO, K. O. (2012). Food-resource partitioning among fish species from a first-order stream in northwestern Paraná, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(2), 80-90.

SILVA, NATHÁLIA CARINA DOS SANTOS. Diversidade funcional em assembleias de peixes de igarapés amazônicos [Rio de Janeiro] 2019 210 p + xxv. 29,7 cm (Instituto de Biologia/UFRJ, Dr., Ecologia, 2019)

SELINGER, A; DA COSTA, J. H. A.; DELARIVA, R. L. Dieta de *Poecilia reticulata* Peters, 1859 em dois riachos urbanos de Cascavel, Paraná. *Anais do Encontro Nacional de Pós-graduação*, v. 6, n. 1, p. 50-54, 2022.

VANIN, A. S. (2015). History of life of a new species of the genus *Gymnotus* (Gymnotiformes; Gymnotidae): an endangered species in the Southern Brazil.

VANNOTE, R. L. *et al.* (1980) The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.

VILARDO, P. J. *et al.* (2023) Chromatic polymorphism in *Trichomycterus Jacupiranga* from eastern Brazilian Coastal basins (Siluriformes: Trichomycteridae). *Zootaxa*.

VILELLA, F. S. (2002). Ecologia da comunidade aquática de um riacho de 1ª ordem da Mata Atlântica: relações entre variáveis estruturais e bióticas em uma reserva de biosfera tropical.