

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
(UNIRIO)

VITÓRIA CRISTINA VEIGA DOS SANTOS

**SAZONALIDADE DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E TRICHOPTERA NO
PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RIO DE JANEIRO**

Rio de Janeiro

2024

VITÓRIA CRISTINA VEIGA DOS SANTOS

**SAZONALIDADE DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E TRICHOPTERA NO
PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RIO DE JANEIRO**

Monografia apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientação: Prof. Dr. Allan Paulo Moreira dos Santos

Rio de Janeiro

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo informatizada pela autora

CV845 Santos, Vitória Cristina Veiga dos
Sazonalidade de Ephemeroptera,
Plecoptera e Trichoptera no Parque Nacional da
Tijuca, Rio de Janeiro / Vitória Cristina Veiga
dos Santos. -- Rio de Janeiro, 2024.
51 f.

Orientador: Allan Paulo Moreira dos Santos.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro,
Graduação em Ciências Biológicas, 2024.

1. Insetos aquáticos. 2. Variação temporal. 3.
Neotropical. I. Santos, Allan Paulo Moreira dos,
orient. II. Título.

**SAZONALIDADE DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E TRICHOPTERA NO
PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RIO DE JANEIRO**

VITÓRIA CRISTINA VEIGA DOS SANTOS

Monografia apresentada ao Instituto de
Biotecnologia da Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em 31 de julho de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Allan Paulo Moreira dos Santos
Universidade Federal do Estado do Rio De Janeiro
(Orientador)

Prof.^a Dra. Thamara Zacca
Museu Nacional, Universidade Federal do Rio De Janeiro

Bruno Adeir Coelho Carneiro Alves
Museu Nacional, Universidade Federal do Rio De Janeiro

À minha avó Maria do Livramento, obrigada por me ensinar a amar tudo que é vivo e a não ter medo de entrar no mato.

Ao meu tio Luís Sérgio, obrigada por me ensinar a amar a ciência e incentivar minha infinita curiosidade.

Se estiverem me vendo agora, espero que estejam orgulhosos de mim. Amo vocês. Saudades.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho significa muitas coisas para mim, em especial a prova essencial de que sou uma pesquisadora capaz. Estive cercada de pessoas que acreditaram no meu potencial, me ajudaram a crescer e a confeccionar esta monografia. Não há como mensurar minha gratidão pelo suporte de todos.

Devo primeiro gratificar a UNIRIO e ao CNPq pelo apoio financeiro que me permitiu começar e permanecer nesta pesquisa por três anos. Sou imensamente grata ao LabSIN, este pequeno laboratório cúbico que foi segundo lar desde 2021. O cheiro de álcool 96% e naftalina logo na entrada para mim ainda são sinônimo de felicidade e conforto. Os insetos fixados neste laboratório são testemunhas do quanto eu me desenvolvi como pessoa e pesquisadora nesses amados 16 m².

À minha avó Maria do Livramento eu sou grata, não apenas por todo o carinho e amor que senti enquanto cuidava de mim, mas também por ter me criado tão conectada com o natural. A senhora formou uma pimplha sem medo de inseto ou de se enfiar no mato, o que eu julgo crucial para o ramo em que me encontro. Seus conhecimentos sobre plantas e animais pareciam infinitos e não tem um dia que eu não deseje que a senhora tivesse vivido só mais alguns anos para que eu pudesse aprender também, mas principalmente, porque eu sinto sua falta mais que tudo no mundo. Minha paraibana, minha mãe, minha avó, minha naturalista, espero que esteja me vendo, espero que esteja orgulhosa. Te amo.

Agradeço do fundo do meu coração pela paciência do meu tio Luís Sérgio, que apesar de todas as dificuldades que passou em seus 33 anos de vida, sempre foi bondoso e carinhoso ao cuidar de mim. Tio, obrigada por me deixar ficar mexendo nos seus livros, comprar tudo com temática de zoologia para mim, por divulgar ciência para uma criança interessada. Você foi minha maior influência para estar onde estou, e eu sou feliz na minha área. Sei que seu sonho era ser cientista, mas mesmo que o senhor não esteja mais aqui, seu amor pelo conhecimento seguirá comigo. Queria que estivesse aqui, estaria orgulhoso.

Cristina, amada mãe e primeiro exemplo acadêmico que tive, obrigada por todo o sacrifício que a senhora fez para que este momento fosse possível. Desde o primeiro dia a senhora acreditou no meu potencial mais do que qualquer um, me deu todas as oportunidades para que eu pudesse me tornar uma boa estudante, e agora, uma pesquisadora. Mãe, sua força, inteligência e amor são o alicerce das minhas conquistas. Este trabalho é o legado acadêmico que você me transmitiu. Te amo, Tininha!

O apoio da minha família foi imprescindível durante essa jornada, gostaria de expressar minha mais profunda gratidão a estes pilares da minha formação: Avó Carmo, avó Salete, tia Fátima, tia Marília, tia Suelen, tia Cilene, avó Célia, e primo Dionysio. Obrigada por cada gesto de carinho e fé no meu potencial.

Com todo meu amor, dedico um agradecimento especial ao meu fiel companheiro Daniel. Seu encorajamento, apoio, paciência e compreensão foram fundamentais para conclusão deste trabalho. Obrigada por me motivar a aproveitar todas as oportunidades, celebrar minhas vitórias e estar comigo nos momentos de dificuldade. A energia e o calor que você emite só me trazem certeza que é com você que eu quero construir um lar. Sua natureza frenética e acolhedora me fascina, me perco no oceano da tua alma com a maior felicidade. Obrigada por se juntar comigo em todas as brincadeiras, palhaçadas e bobagens. E, principalmente, obrigada por engajar tanto com meu trabalho apesar de ter pavor de inseto. Meu amigo, meu namorado, meu noivo, te amo demais da conta!

Não tenho palavras para descrever a gratidão que sinto pela minha melhor amiga, Mithia Cavalheiro, que me ajudou tanto na formatação quanto na formulação de ideias para este trabalho (além de todo o suporte emocional). São 12 anos de amizade e em breve nós duas iremos nos formar, foi uma honra ter crescido com você, que venham muitas mais décadas. Te amo demais, Mithuleida! *Moirail* é para sempre né? Agradeço também aos meus outros amigos sepetibanos, Azevedo e Sophia, que desbravam o Rio de Janeiro para me ver e apoiar.

Ao meu mineiro favorito, Willian Wertz, obrigada por escutar com tanto interesse todas as vezes que eu explicava algo sobre entomologia, você não faz ideia do quanto me motivou a permanecer na pesquisa. Meu coração se enche de orgulho ao ver que nossas conversas te inspiraram a também cursar biologia.

Meus queridos Júpiter e Bê, vocês surgiram na minha vida em um momento vital. A amizade que nutrimos e as memórias que fizemos são coisas que carrego com muito carinho. Assistir suas vitórias me enche de felicidade. Obrigada por me apoiarem enquanto eu construía o caminho para este momento. Fiquem bem.

Agradeço aos meus amigos da Biologia UNIRIO, sem vocês teria sido impossível aguentar todos esses anos pegando três conduções. Minha gratidão se estende aos que não se encontram mais na minha vida, fico feliz de ter vivido essas boas experiências com vocês. Agradeço ao meu calouro (ou filho), Luiz, por todas as tangerinas que me trouxe quando mais precisei, além de todos os almoços e conversas. Tenho muito orgulho de você, filhote.

Muitíssimo obrigada ao meu orientador, Allan Santos, que me acolheu no LabSin e me apresentou o mundo da entomologia. Você me permitiu amar uma nova parte da minha vida que não me vejo mais sem. Obrigada pela paciência, confiança no meu trabalho e por rir das minhas piadas (mesmo as péssimas). E, claro, obrigada por ter feito todas as coletas. Espero um dia ser tão boa quanto você.

Agradeço à minha colega de laboratório, Juliane, pela companhia e longas conversas, o dia que nos tornamos amigas foi um dos mais felizes para mim no LabSin. Raquel e Pedro (meus digníssimos irmãos mais velhos), obrigada por me aconselharem e cuidarem de mim durante todo esse tempo!

Aos meus amigos do Labiaqua, Maria Inês, Bruno e Pará, obrigada pela ajuda com estatística, formatação, todo suporte emocional e conselhos de vida. Passar aí para tomar um cafézinho e jogar conversa fora foi essencial para me manter motivada, a gentileza de vocês me enche de alegria sempre que me lembro. Nicolay, minha amiga, te adoro muito, obrigada por estar aqui comigo desde o primeiro período.

Sou imensamente grata à ajuda disponibilizada pela Dra. Inês Gonçalves durante a identificação dos efemerópteros, verdadeiramente uma alma gentil. Obrigada também à Prof.^a Letícia Raposo, que entre aulas de bioestatística me ajudou a lembrar como utilizar o *software* R.

Agradeço de coração à Ednize Silva, que tantas vezes me acolheu em sua casa quando era impossível voltar da Urca, você é uma pessoa muito iluminada e sou grata demais pelos momentos em que posso ficar contigo e sua família. Hannah, sempre te achei super legal e maneira, obrigada por sempre ser gentil comigo, mesmo quando eu morria de vergonha de falar com você, a Cecília com certeza já é uma pessoa ótima. Thiago, primeiramente obrigada pela extensa biblioteca na *Steam*, e mais importante, agradeço pelos 10 anos de amizade e suporte, você esteve lá quando eu mais precisei e espero que saiba que esta é uma via de mão dupla, *brother*. Sophia, minha suposta afilhada/sobrinha, foi um privilégio te ver crescer e se tornar essa pessoa extraordinária, morro de orgulho de cada coisinha que você faz, obrigada por ser a mente curiosa e indagativa que é (te amo demais, pato). Obrigada por me ensinarem que um lar não é só na nossa casa, mas em qualquer lugar que tenha pessoas que eu amo.

Por último, mas não menos importante, obrigada à toda a equipe médica que garantiu que eu chegasse até aqui sem faltar (quase) nenhum pedaço. Não teria conseguido ter terminado este trabalho se não fosse por uma dúzia de bons profissionais, lanço essa gratidão para eles.

Serei eternamente agradecida pelo suporte que recebi durante os anos em que trabalhei nessa pesquisa, tanto emocionalmente quanto academicamente, carrego hoje comigo um pouquinho de cada um de vocês. Muito obrigada. *Byeee!*

“As águas que vêm da chuva se unem e formam pequenos riachos. As crianças encostam seu rosto e bebem, se deliciando. O espelho d’água reflete o verde das árvores e o azul do céu. As folhas balançam na brisa. Estando ali, dentro da floresta, senti que se desfez a barreira com a natureza. Me tornei um ser único, integrado.”

(Hiromi Nagakura)

RESUMO

Insetos aquáticos são aqueles que, em pelo menos um estágio de seu desenvolvimento, habitam o meio dulcícola ou, mais raramente, o ambiente marinho. Somente cinco ordens da classe Insecta são primariamente aquáticas: Ephemeroptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera. Insetos aquáticos desempenham funções ecossistêmicas imprescindíveis, como a fundamental participação em dinâmicas ecológicas, ciclagem da matéria orgânica, além do papel como bioindicadores. A flutuação em abundâncias de insetos aquáticos ao decorrer de um ano tem o clima como um de seus principais fatores determinantes. Nos trópicos, seus limiares termais são menores, portanto, são mais suscetíveis às alterações climáticas, que representam grande risco à abundância e à diversidade do grupo. O presente trabalho tem como propósito estudar a sazonalidade de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) no Parque Nacional da Tijuca, analisando como o padrão difere entre os táxons identificados. Considerando que os insetos aquáticos são organismos fundamentais para a saúde dos ambientes dulcícolas, é essencial o estudo dos fatores que influenciam no ciclo de vida desses animais, especialmente em um bioma tão ameaçado quanto a Mata Atlântica. Coletas por armadilhas luminosas colapsáveis foram realizadas em quatro pontos mensalmente, totalizando um ciclo anual (2022-2023). Dados climáticos como temperatura (do ar e da água) e umidade relativa do ar foram mensurados concomitantemente. Informações sobre a pluviometria mensal foram obtidas da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para verificar o padrão sazonal foi calculado o valor médio do vetor r e efetuado teste de Rayleigh. Por regressão linear foi checada a correlação entre abundância/riqueza de EPT com as variáveis climáticas. As análises foram realizadas no *software R*. Foram coletados 23.452 insetos, 1.880 pertencentes às ordens Ephemeroptera (837), Plecoptera (246) e Trichoptera (797). Esses indivíduos foram identificados em nível de família e gênero. Os seguintes táxons foram registrados pela primeira vez no Parque Nacional da Tijuca: Tricópteros dos gêneros *Angrisanoia* e *Alisotrichia* (Hydroptilidae); Efeméopteros dos gêneros *Campylocia* (Euthyplociidae), *Farrodes* (Leptophlebiidae) e *Traverhyphes* (Leptohyphidae). Os dados obtidos neste trabalho indicam que os EPT do Parque Nacional da Tijuca apresentam comportamento sazonal. Trichoptera, a ordem com o padrão sazonal mais pronunciado ($r = 0,58$), teve seus resultados fortemente influenciados por *Smicridea* (Hydropsychidae), temperatura do ar e da água sendo os fatores climáticos mais relevantes para flutuação de abundância/riqueza deste táxon. A riqueza de Ephemeroptera ($r = 0,41$) teve resultados significativos quando correlacionada com umidade do ar e pluviometria. A ordem Plecoptera, que demonstrou menor comportamento sazonal ($r =$

0,38), teve sua abundância e riqueza positivamente correlacionadas com temperatura do ar e pluviometria. As maiores abundâncias de insetos aquáticos ocorreram entre novembro e março, coincidindo com o aumento de temperatura e índices pluviométricos da primavera-verão tropical. Já em abril, houve declínio das abundâncias nas três ordens analisadas, tal baixa persistindo até o mês de outubro, caracterizado por temperaturas mais baixas e menores precipitações. As três ordens apresentaram pico no número de gêneros nos meses mais quentes e úmidos ou chuvosos (janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro), possivelmente por oferecerem condições mais favoráveis a um maior espectro de táxons.

ABSTRACT

Aquatic insects are those that, at least in one stage of their development, inhabit freshwater environments or, more rarely, marine environments. Only five orders of the class Insecta are primarily aquatic: Ephemeroptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera, and Trichoptera. Aquatic insects perform essential ecosystem roles, such as participation in ecological dynamics, cycling of organic matter, as well as functioning as bioindicators. The fluctuation in abundance of aquatic insects over the course of a year is primarily influenced by climate. In the tropics, their thermal thresholds are lower, making them more susceptible to climate changes, which pose a significant risk to the abundance and diversity of the group. The main purpose of this study is to examine the seasonality of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera (EPT) in the Tijuca National Park, analyzing how the pattern differs among the identified taxa. Considering that aquatic insects are fundamental organisms for the health of freshwater environments, studying the factors that influence their life cycle is essential, especially in a biome as threatened as the Atlantic Forest. Collapsible light traps were used for collecting the insects at four sites monthly, totaling an annual cycle (2022-2023). Climatic data such as air and water temperature and relative humidity were measured simultaneously. Information on monthly rainfall was obtained from the Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) database. To verify the seasonal pattern, the mean value of vector r was calculated and the Rayleigh test was performed. The correlation between EPT abundance/richness and climatic variables was checked using linear regression. The analyses were conducted using the R software. A total of 23,452 insects were collected, 1,880 belonging to the orders Ephemeroptera (837), Plecoptera (246), and Trichoptera (797). These individuals were later identified to family and genus levels. The following taxa were recorded for the first time in Tijuca National Park: Trichoptera of the genera *Angrisanoia* and *Alisotrichia* (Hydroptilidae); Ephemeroptera of the genera *Campylocia* (Euthyplociidae), *Farrodes* (Leptophlebiidae), and *Traverhyphes* (Leptohyphidae). The data obtained in this study indicate that the EPT in Tijuca National Park exhibits seasonal behavior. Trichoptera, the order with the most pronounced seasonal pattern ($r = 0,58$), had its results strongly influenced by *Smicridea* (Hydropsychidae), air and water temperatures being the most relevant climatic factors for the fluctuation in abundance/richness of this taxon. The richness of Ephemeroptera ($r = 0,41$) showed significant results when correlated with air humidity and rainfall. The order Plecoptera, which exhibited the least pronounced seasonal behavior ($r = 0,38$), had its abundance and richness positively correlated with air temperature and rainfall. The highest abundances of aquatic insects occurred

between November and March, coinciding with the typical increase in temperature and rainfall of the tropical spring-summer. In April, there was a decline in the abundances of the three orders, this decrease persisted until October, characterized by lower temperatures and less precipitation. The three orders showed a peak in the number of genera during the warmer and wetter or rainy months (January, February, March, November, and December) as these conditions are more favorable for a wider spectrum of taxa.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pontos de amostragem mensal no Parque Nacional da Tijuca, Setor Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro.	11
Tabela 2. Abundância das ordens de insetos mais expressivas durante o ano de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023). As ordens foco do estudo estão frisadas.	14
Tabela 3. Parâmetros climáticos registrados nos quatro pontos durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023). Estão frisados os valores abaixo da média do respectivo parâmetro, indicando os meses mais frios e secos no ano.	15
Tabela 4. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023).	17
Tabela 5. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023).	19
Tabela 6. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023).	20
Tabela 7. Resultados dos comprimentos médios do vetor (r) e dos testes de Rayleigh das abundâncias observadas de Trichoptera e de <i>Smicridea</i> para todos os pontos, e de Trichoptera para cada ponto durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).	21
Tabela 8. Resultados dos comprimentos médios do vetor (r) e dos testes de Rayleigh das abundâncias observadas de Ephemeroptera e de <i>Traverhyphes</i> para todos os pontos, e de Ephemeroptera para cada ponto durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).	22

Tabela 9. Resultados dos comprimentos médios do vetor (r) e dos testes de Rayleigh das abundâncias observadas de Plecoptera, *Anacroneuria* e *Tupiperla* para todos os pontos, e de Plecoptera para cada ponto durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).
..... 24

Tabela 10. Resultado da análise por regressão linear entre abundância/riqueza de EPT e parâmetros climáticos. Os resultados significativos estão frisados. 26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida simplificado de insetos da ordem Ephemeroptera. Dos ovos eclodem ninfas (1), que irão viver no substrato enquanto maturam (2) até o momento que estão preparadas para emergir para a superfície (3) e se tornarão subimagos (4). Nesse estágio, o inseto voa para fora d'água (5) e realiza a última muda para se tornar um adulto ou imago, sexualmente maduro. O acasalamento ocorre em revoadas (6). As fêmeas já fecundadas depositam seus ovos na superfície d'água (7) e, pouco tempo depois, machos e fêmeas morrem (8). Modificado de Jerry's Hadden Guide Service (2024). 3

Figura 2. Ciclo de vida simplificado de insetos da ordem Plecoptera. Dos ovos eclodem ninfas (1), que irão viver no substrato do rio enquanto maturam (2) até o momento que estão preparadas para emergir para a superfície (3), fazendo a última muda (4), quando se tornarão adultos sexualmente maduros, acasalando na vegetação ou no substrato (5). As fêmeas já fecundadas voam sobre o rio (6) e depositam sacos de ovos diretamente na superfície (7), estes ovos afundam (8) e o ciclo se repete. Modificado de Jerry's Hadden Guide Service (2024). 4

Figura 3. Ciclo de vida simplificado de insetos da ordem Trichoptera. Dos ovos eclodem larvas (1), que irão viver no substrato do rio enquanto maturam (2). As larvas de Trichoptera podem ser de vida livre (A), construir casas de seda e outros materiais (B) ou montar redes para proteção/captura de alimento em um estilo de vida menos móvel (C). Eventualmente, a larva irá formar um casulo (3) onde sofrerá metamorfose. Ao fim do processo, o adulto emerge para a superfície (4). O acasalamento geralmente ocorre no substrato ou vegetação próxima do corpo d'água (5). As fêmeas fecundadas voam sobre o rio (6) e ovipositam de diferentes formas dependendo do grupo: podendo ser na vegetação próxima a água, diretamente na superfície, ou no fundo do rio. Os adultos ainda vivem algum tempo após o acasalamento (8). Modificado de Jerry's Hadden Guide Service (2024). 5

Figura 4. Vista do município do Rio de Janeiro através da floresta do Parque Nacional da Tijuca (ICMBio, 2024). 8

Figura 5. Mapa indicando o Parque Nacional da Tijuca e seus quatro setores: A - Floresta da Tijuca; B - Serra da Carioca; C - Pedra Bonita/Pedra da Gávea; D - Pretos Forros/Covanca. Os pontos de coleta estão sinalizados: PNT 01 - Rio Tijuca; PNT 04 - Riacho Bom Retiro; PNT 05 - Cachoeira das Almas; PNT 10 - Rio Archer, trilha acessível.	10
Figura 6. Armadilhas luminosas colapsáveis montadas nos quatro pontos: a) Rio Tijuca; b) Riacho Bom Retiro; c) Cachoeira das Almas; d) Rio Archer, trilha acessível.	11
Figura 7. Medição da temperatura e umidade do ar sendo realizada durante a montagem da armadilha.	13
Figura 8. Média dos parâmetros climáticos (com exceção de chuva acumulada mensal, obtida pela base de dados do INMET) e as abundâncias de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) durante o ano de estudo (fev. 2022 – jan. 2023).	16
Figura 9. Gráficos da análise circular da abundância total de Trichoptera (A), e de <i>Smicridea</i> (B) capturados durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).	21
Figura 10. Gráficos da análise circular da abundância total de Ephemeroptera (A), e de <i>Traverhyphes</i> (B) capturados durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).	22
Figura 11. Gráficos da análise circular da abundância total de Plecoptera (A), <i>Anacroneuria</i> (B) e <i>Tupiperla</i> (C) capturados durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).	23
Figura 12. Variação entre tricópteros coletados e riqueza de táxons no Rio Tijuca (PNT01) (A), Riacho Bom Retiro (PNT04) (B), Cachoeira das Almas (PNT05) (C) e Rio Archer (PNT10) (D) durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).	24

Figura 13. Variação entre efemerópteros coletados e riqueza de no Rio Tijuca (PNT01) (A), Riacho Bom Retiro (PNT04) (B), Cachoeira das Almas (PNT05) (C) e Rio Archer (PNT10) (D) durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023). 25

Figura 14. Variação entre plecópteros coletados e riqueza de táxons no Rio Tijuca (PNT01) (A), Riacho Bom Retiro (PNT04) (B), Cachoeira das Almas (PNT05) (C) e Rio Archer (PNT10) (D) durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023). 26

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Rio Tijuca (PNT01).	42
Anexo 2. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Riacho Bom Retiro (PNT04).	43
Anexo 3. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) na Cachoeira das Almas (PNT05).	44
Anexo 4. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Rio Archer (PNT10).	45
Anexo 5. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Rio Tijuca (PNT01).	46
Anexo 6. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Riacho Bom Retiro (PNT04).	46
Anexo 7. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) na Cachoeira das Almas (PNT05).	47
Anexo 8. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Rio Archer (PNT10).	47
Anexo 9. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Rio Tijuca (PNT01).	48

Anexo 10. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Riacho Bom Retiro (PNT04).	48
Anexo 11. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) na Cachoeira das Almas (PNT05).	49
Anexo 12. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Rio Archer (PNT10).	49
Anexo 13. Abundância das ordens de insetos terrestres durante o ano de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023) no Rio Tijuca (PNT01).	50
Anexo 14. Abundância das ordens de insetos terrestres durante o ano de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023) no Riacho Bom Retiro (PNT04).	50
Anexo 15. Abundância das ordens de insetos terrestres durante o ano de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023) na Cachoeira das Almas (PNT05).	51
Anexo 16. Abundância das ordens de insetos terrestres durante o ano de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023) no Rio Archer (PNT10).	51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Insetos aquáticos: ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	1
1.2. Sazonalidade em insetos aquáticos	5
2. OBJETIVO	9
2.1. Objetivo Geral	9
2.2. Objetivos Específicos	9
3. METODOLOGIA	9
3.1. Área de estudo	9
3.2. Coleta de dados	10
3.3. Análise de dados	13
4. RESULTADOS	14
4.1. Abundância observada	14
4.2. Parâmetros climáticos observados	15
4.3. Abundância e riqueza de EPT	16
4.4. Análise circular da abundância de EPT	20
4.5. Riqueza de EPT por ponto	24
4.6. Correlação entre clima e EPT	26
5. DISCUSSÃO	27
5.1. Riqueza de EPT no Parque Nacional da Tijuca	27
5.2. Sazonalidade de Trichoptera no PNT	28
5.3. Sazonalidade de Ephemeroptera no PNT	29
5.4. Sazonalidade de Plecoptera no PNT	30
5.5. O clima tropical e EPT	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
8. ANEXOS	42

1. INTRODUÇÃO

1.1. Insetos aquáticos: ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera

Animais vertebrados, como peixes e anfíbios, possivelmente são os organismos de água-doce mais popularmente conhecidos. No entanto, são os macroinvertebrados que representam a maior parcela da diversidade e da biomassa na maioria dos habitats aquáticos continentais, principalmente os insetos. A classe Insecta inclui atualmente cerca de 30 ordens, das quais pelo menos doze incluem representantes aquáticos, ou seja, com alguma fase do seu ciclo de vida associada ao ambiente dulcícola ou de água salgada (Dijkstra *et al.*, 2014).

Apesar de estarem representados em doze ordens, os insetos aquáticos atuais são potencialmente o resultado de mais de 50 invasões independentes do ambiente aquático a partir de grupos terrestres (Wootton, 1988; Dijkstra *et al.*, 2014). Em sua maioria, insetos aquáticos possuem uma vida adulta curta, por vezes sequer se alimentam, e possuem o estágio larval como o predominante em seu ciclo (Hamada *et al.*, 2014). Vale ressaltar que os representantes da ordem Odonata são notáveis exceções, pois vivem por mais tempo e são eficientes predadores como adultos aéreos (Pinto, 2024).

Ademais, os insetos aquáticos desempenham funções ecossistêmicas imprescindíveis nas cadeias tróficas de ambientes aquáticos continentais, sendo responsáveis também pela conexão entre o meio aquático e o meio terrestre, uma vez que a maior parte passa fases imaturas nos corpos d'água e a fase adulta no ambiente terrestre (Dijkstra *et al.*, 2014). A extensa diversidade taxonômica desses grupos propicia uma grande variedade de papéis ecológicos em ambos os habitats, como consumidores primários, predadores, detritívoros, polinizadores, dentre outros (Cummins, 1974; Dijkstra *et al.*, 2014). Também atuam como bioindicadores da saúde dos corpos d'água, visto que esses grupos respondem a eventuais mudanças que ocorram em seu meio (Cummins, 1974).

Apenas cinco ordens de insetos são primariamente aquáticas, habitando o ambiente aquático durante seus estágios imaturos: Ephemeroptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera, e juntas congregam cerca de 32.000 espécies (Morse *et al.*, 2019). Dentre estas, com mais de 16.000 espécies conhecidas, os tricópteros constituem a linhagem mais diversa (Morse *et al.*, 2019). Além dessas, outras linhagens aquáticas com alta diversidade são encontradas em Diptera (mais de 45.000 espécies) (Adler & Courtney, 2019), Coleoptera (mais de 10.000 espécies) (Jach & Balke, 2008) e Hemiptera (mais de 4.000 espécies) (Polhemus & Polhemus, 2008). Com números muito mais modestos, insetos aquáticos também estão

representados entre os Blattodea, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera e Orthoptera (Hamada *et al.*, 2014).

As ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, ou EPT, possuem alta diversidade taxonômica e ecológica, sendo geralmente os macroinvertebrados mais abundantes nos ambientes de água-doce. Os imaturos das três ordens são sensíveis de forma particular às mudanças no ambiente, como nos níveis de oxigênio da água e outras alterações físico-químicas que possam indicar poluição, as tornando bioindicadores confiáveis para averiguar a qualidade de ambientes lóticos (Dijkstra *et al.*, 2014; Hamada *et al.*, 2014). Além disso, desempenham importante papel no ciclo de partículas orgânicas em rios e riachos como majoritariamente detritívoros ou raspadores (Cummins, 1974; Hamada *et al.*, 2014).

Os Ephemeroptera são popularmente conhecidos pelo efêmero tempo de vida após a completa transição para imago, são únicos entre os insetos por possuírem uma forma alada intermediária entre a ninfa e o adulto, denominada subimago (Da Silva & Salles, 2024). Os adultos não se alimentam, possuem peças bucais vestigiais ou completamente ausentes, sendo a única ordem de insetos pterigotos a reter um filamento caudal mediano, formando o característico detalhe taxonômico da ordem: três filamentos na porção terminal do abdômen (Grimaldi & Engel, 2005; Salles *et al.*, 2014). Vivem entre horas a poucos dias assim que maturam sexualmente, sendo a reprodução o único propósito dos adultos além da dispersão (Fig. 1). Este curioso ciclo de vida demanda a sincronização do amadurecimento de machos e fêmeas, ocasionando revoadas durante as épocas reprodutivas (Grimaldi & Engel, 2005).

As efemérides, em sua distribuição mundial (com exceção das regiões polares), têm por volta de 4 mil espécies descritas, contudo, somente cerca de 400 são registradas no Brasil (Da Silva & Salles, 2024; Salles *et al.*, 2014). Presume-se que esse número está consideravelmente abaixo do real devido à escassez de trabalhos taxonômicos da ordem no país. As famílias mais abundantes em regiões neotropicais são Baetidae, Leptophlebiidae e Leptohiphidae, estando amplamente distribuídas mundialmente, porém alcançando altos índices de riqueza no hemisfério sul (Salles *et al.*, 2014).

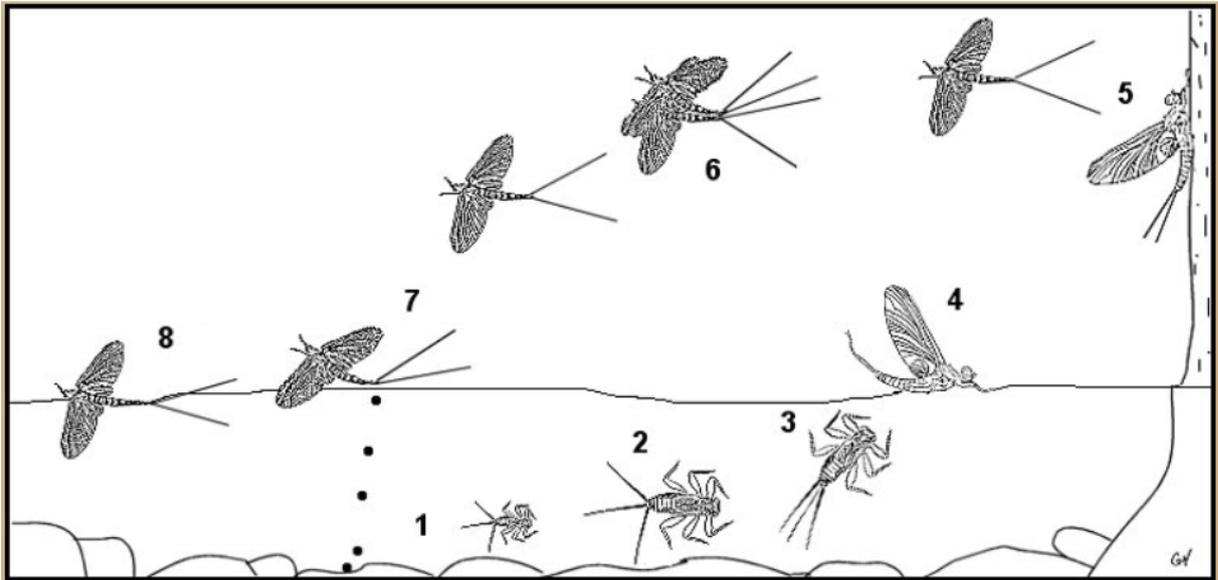


Figura 1. Ciclo de vida simplificado de insetos da ordem Ephemeroptera. Dos ovos eclodem ninfas (1), que irão viver no substrato enquanto maturam (2) até o momento que estão preparadas para emergir para a superfície (3) e se tornarão subimagos (4). Nesse estágio, o inseto voa para fora d'água (5) e realiza a última muda para se tornar um adulto ou imago, sexualmente maduro. O acasalamento ocorre em revoadas (6). As fêmeas já fecundadas depositam seus ovos na superfície d'água (7) e, pouco tempo depois, machos e fêmeas morrem (8). Modificado de Jerry's Hadden Guide Service (2024).

Diferente de outras ordens aquáticas, a maior parcela das espécies conhecidas de Plecoptera se encontram na região Holártica, e assim como os efemerópteros eles não possuem registros somente no continente Antártico (Dijkstra *et al.*, 2014; Bispo & Froehlich, 2024). Somente duas famílias são registradas no Brasil: Perlidae (subordem: Arctoperlaria) e Gripopterygidae (subordem: Antarctoperlaria). As ninfas de plecópteros são em sua maioria onívoras ou detritívoras, com alguns exemplos de predação ativa contra outros pequenos artrópodes (Hynes, 1976; Grimaldi & Engel, 2005). Os adultos possuem peças bucais atrofiadas e sua dieta é estritamente líquida, voam de forma fraca e errática, os tornando incapazes de grandes deslocamentos (Fig. 2) (Ross *et al.*, 1982).

Os registros para ordem Plecoptera ainda são poucos, sendo apenas 3.700 espécies descritas para o mundo inteiro, porém este número vem aumentando de forma gradual e rápida (DeWalt & Ower, 2019). Cerca de 520 espécies desse total foram registradas na América do Sul (Bispo & Froehlich, 2024), 200 delas ocorrendo no Brasil (Lecci & Duarte, 2024).

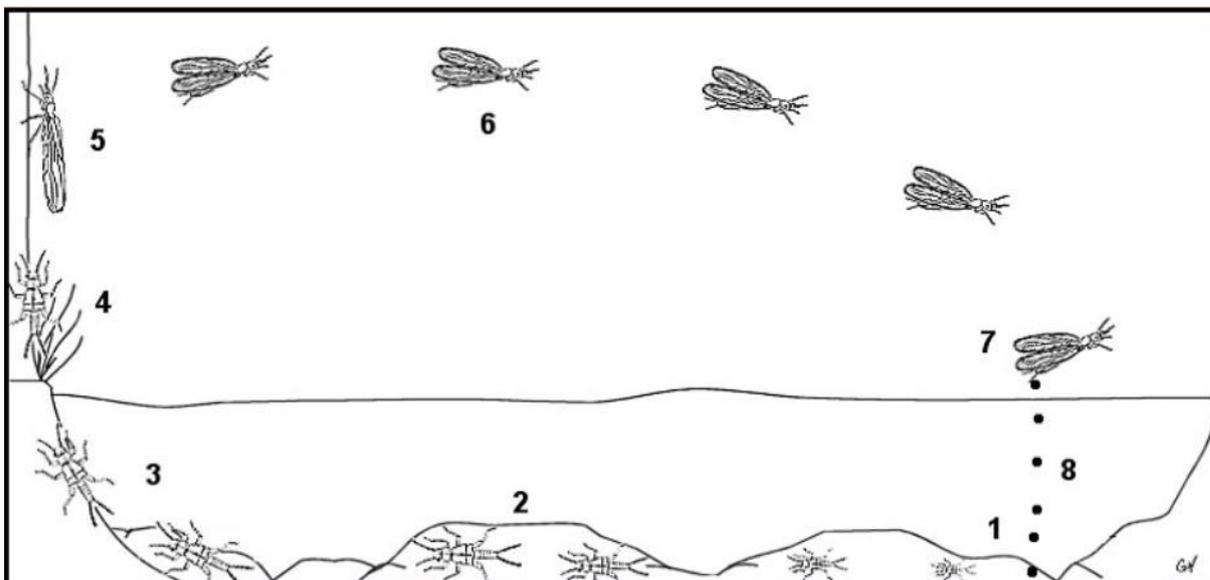


Figura 2. Ciclo de vida simplificado de insetos da ordem Plecoptera. Dos ovos eclodem ninfas (1), que irão viver no substrato do rio enquanto maturam (2) até o momento que estão preparadas para emergir para a superfície (3), fazendo a última muda (4), quando se tornarão adultos sexualmente maduros, acasalando na vegetação ou no substrato (5). As fêmeas já fecundadas voam sobre o rio (6) e depositam sacos de ovos diretamente na superfície (7), estes ovos afundam (8) e o ciclo se repete. Modificado de Jerry's Hadden Guide Service (2024).

Como os únicos representantes holometábolos dos EPT, as larvas de tricópteros se distinguem dos demais grupos aquáticos pelas casas portáteis ou abrigos fixos cuidadosamente construídos com seda, muitas vezes ornamentados com pequenos grãos de areia, conchas ou folhas (Fig. 3) (Pes *et al.*, 2014). De caráter taxonômico, as casas portáteis servem como proteção contra predação e potencializam a respiração do animal, enquanto o abrigo fixo muitas vezes porta uma rede para captura de alimento. As larvas são anatomicamente especializadas para permanecer nesta casa enquanto se desenvolvem: seu abdômen não é esclerosado, mas sim longo e coberto por uma cutícula que permite a respiração cutânea em conjunto com brânquias abdominais (Grimaldi & Engel, 2005). Os adultos da ordem possuem maxilas reduzidas e aparelho bucal modificado com haustelo (fusão da hipofaringe com o pré-lábio), estrutura essa na qual são encontradas microtríquias para possibilitar a alimentação de líquidos durante a maturidade do organismo (Paprocki & Silva *et al.*, 2024).

Podendo ser classificada como uma das maiores ordens de insetos exclusivamente aquáticos, existem registros de Trichoptera em todos os continentes com exceção da Antártica (Paprocki & Silva *et al.*, 2024). Somente no Brasil, mais de 900 das 16.266 espécies descritas podem ser encontradas (Morse *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2024). Há um alto grau de endemismo da ordem na Mata Atlântica, principalmente em famílias muito especiosas no país, como Hydropsychidae, Philopotamidae e Leptoceridae (Paprocki & Silva *et al.*, 2024, Santos *et al.*, 2020). Atualmente se compreende a divisão do táxon em duas subordens: Annulipalpia (larvas

que constroem abrigos fixos ou redes de filtração) e Integripalpia (larvas livres ou construtoras de casas portáteis) (Pes *et al.*, 2014; Thomas *et al.*, 2020).

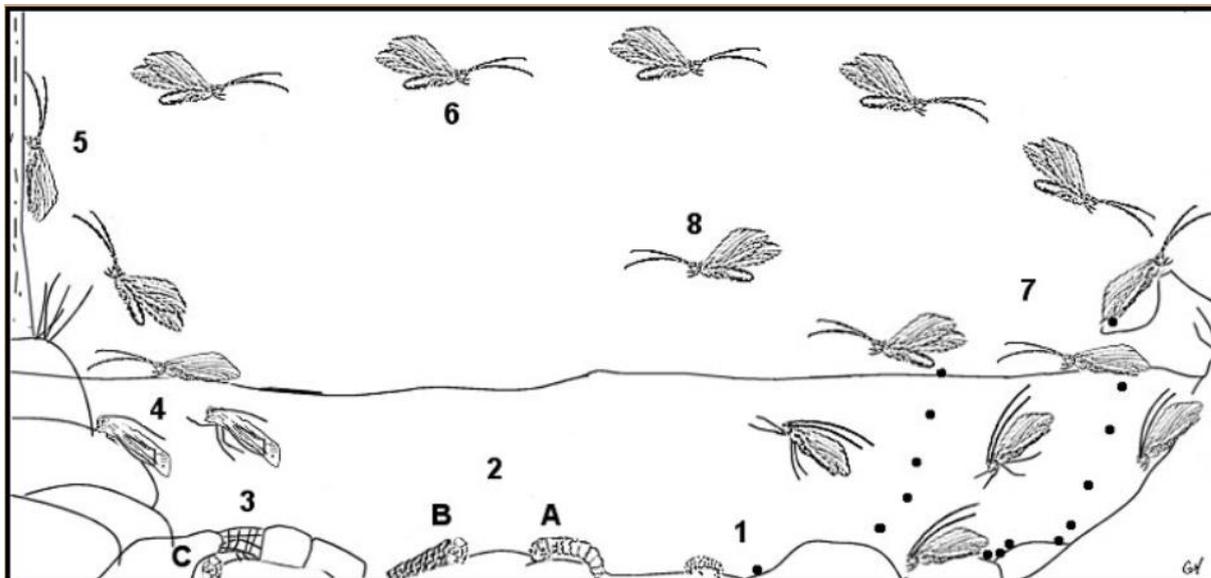


Figura 3. Ciclo de vida simplificado de insetos da ordem Trichoptera. Dos ovos eclodem larvas (1), que irão viver no substrato do rio enquanto maturam (2). As larvas de Trichoptera podem ser de vida livre (A), construir casas de seda e outros materiais (B) ou montar redes para proteção/captura de alimento em um estilo de vida menos móvel (C). Eventualmente, a larva irá formar um casulo (3) onde sofrerá metamorfose. Ao fim do processo, o adulto emerge para a superfície (4). O acasalamento geralmente ocorre no substrato ou vegetação próxima do corpo d'água (5). As fêmeas fecundadas voam sobre o rio (6) e ovipositam de diferentes formas dependendo do grupo: podendo ser na vegetação próxima a água, diretamente na superfície, ou no fundo do rio. Os adultos ainda vivem algum tempo após o acasalamento (8). Modificado de Jerry's Hadden Guide Service (2024).

1.2. Sazonalidade em insetos aquáticos

A sazonalidade de insetos aquáticos conversa diretamente com fatores ambientais e ecológicos, e pode ser associada às mudanças climáticas e às funções ecossistêmicas dependentes dos insetos (Nash *et al.*, 2023). A riqueza e a abundância de espécies tendem a ser influenciadas não somente pelo clima, mas também pelas alterações causadas no meio devido às mudanças de estação, como por exemplo, a disponibilidade de vegetação, um dos fatores relevantes para espécies herbívoras ou que dependem de folhas para proteção (Bispo *et al.*, 2006; Wolda, 1978). Um aumento na abundância de adultos ativos gerando o período reprodutivo ou de dispersão pode ocorrer de forma univoltina ou multivoltina, em ambos os casos, o fenômeno permite analisar a sazonalidade de grupos (Silva *et al.*, 2011; Wolda, 1978). Diferente de regiões temperadas, em que picos de atividade de insetos adultos costumam ocorrer em estações específicas (verão, outono ou primavera), enquanto a diapausa ocorre no

inverno (Yuen & Dudgeon, 2015), na região tropical pode-se encontrar uma alta biodiversidade de adultos ativos durante todo ano (Kishimoto-Yamada & Itioka, 2015; Wolda, 1988).

Como também analisado por Wolda (1988), a variação anual da abundância de insetos tem o clima como um de seus principais fatores determinantes. Nos trópicos, em que as temperaturas não sofrem grande variação entre as estações, a transição entre períodos chuvosos e secos é possivelmente uma variável essencial para o estudo da sazonalidade do grupo (Silva *et al.*, 2011; Wolda 1978). A precipitação pluviométrica parece influenciar na abundância dos macroinvertebrados aquáticos ao longo das estações (Bispo *et al.*, 2001, 2006), embora ainda existam dados discordantes (Melo & Froehlich, 2001). Portanto, é esperado que outros fatores também tenham influência sobre a sazonalidade durante todo o ano, tais como interações bióticas, disponibilidade de alimentos, temperatura, mudanças de pressão atmosférica ou fotoperíodo (Masteller & Buzby, 1993; Wolda 1989; 1978).

O período de maior densidade de adultos de insetos costuma ser no verão ou durante as cheias, e de menor densidade ou ausência total de adultos no inverno ou durante as secas. Algumas dessas espécies procriam o ano inteiro no mesmo local em condições adequadas, mas sempre com queda de frequência populacional diante de alterações no meio (Thorp & Covich, 2010). Além disso, o período de atividade dos insetos aquáticos se reflete em picos devido ao curto tempo de vida após a maturação sexual (Hamada *et al.*, 2014), fator este que favorece a visualização de alterações na abundância sazonal.

1.3. Mudanças climáticas e seu impacto populacional em insetos aquáticos

Como citado, alguns grupos de insetos aquáticos são comumente utilizados como bioindicadores, visto que esses são muito sensíveis às alterações no ecossistema que habitam e, portanto, o aumento de temperaturas, alterações nos padrões de precipitação e poluição infringem mudanças aos seus padrões sazonais e às suas taxas de sobrevivência (Rosenberg & Resh, 1993; Dudgeon *et al.*, 2020; Nash *et al.*, 2023).

A redução na abundância de insetos aquáticos, assim como a grave diminuição em sua diversidade, representa uma ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas de água-doce. Os insetos aquáticos tropicais possuem limites térmicos estreitos, portanto, são potencialmente mais sensíveis às alterações climáticas (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Nesse cenário, funções ecológicas vitais desempenhadas pelo grupo podem depender de espécies mais resistentes às mudanças climáticas ou generalistas, levando a alterações significativas do meio (Karatayev *et al.*, 2009). Considerando que os insetos aquáticos são organismos fundamentais para a saúde

dos ambientes dulcícolas, é vital entender os fatores que influenciam no ciclo de vida desses animais, especialmente em biomas tão ameaçados quanto à Mata Atlântica.

Muitos dos trabalhos sobre insetos em ecossistemas dulcícolas tem bases estabelecidas por estudos e padrões definidos em regiões temperadas. Porém, o clima e a biodiversidade tropical são muito distintos, logo, alguns dos padrões estabelecidos para regiões temperadas podem não se adequar (Jackson & Sweeney, 1995). Considerando que os adultos de insetos aquáticos emergem em maior quantidade sob condições climáticas adequadas, estas sendo geralmente épocas chuvosas e quentes, o aquecimento global pode levar a mais eventos de emergência por ano, implicando a sobreposição de populações de insetos adultos vetores de doenças, como é o caso de alguns dípteros (Nash *et al.*, 2023). Todavia, os efeitos dessas mudanças climáticas e da poluição também podem levar a diminuição na riqueza de espécies mais sensíveis, como aquelas de ordens primariamente aquáticas (Sánchez-Bayo, 2019; Nash *et al.*, 2023).

1.4. O Parque Nacional da Tijuca

O Parque Nacional da Tijuca (Fig. 4) foi fundado em 1861 como uma unidade de reflorestamento, tornando-se a primeira floresta replantada do mundo, e uma das maiores florestas urbanas, ocupando aproximadamente 3.958 hectares do Rio de Janeiro (Parque Nacional da Tijuca, 2024). O parque desempenha um grande papel cultural e ambiental para a cidade, em 1966 foi tombado pelo Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, sendo considerado pela Unesco como Reserva da Biosfera e Patrimônio da Humanidade (ICMBio, 2024). A área apresenta relevo montanhoso e é ricamente arborizada e banhada por diversos rios, riachos e cachoeiras, além disso, é frequentemente utilizada para estudos científicos de diferentes áreas. As temperaturas oscilam entre médias de 18°C e 26°C, no entanto, nos últimos 100 anos, essas medidas têm aumentado gradualmente (Parque Nacional da Tijuca, 2024). Graças aos altos índices pluviométricos e à intensa evapotranspiração característica da região, a umidade alcança níveis elevados na floresta (Parque Nacional da Tijuca, 2024; ICMBio, 2024).

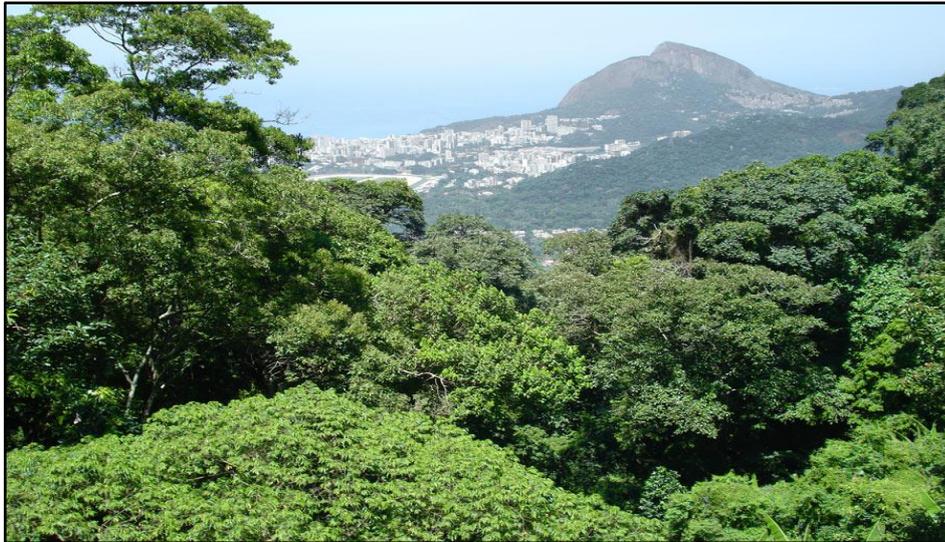


Figura 4. Vista do município do Rio de Janeiro através da floresta do Parque Nacional da Tijuca (ICMBio, 2024).

A Mata Atlântica originalmente recobre toda a costa brasileira, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, se estendendo para o oeste das regiões sudeste, sul, nordeste e centro-oeste, incluindo todo o estado do Rio de Janeiro (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2001). Seguindo a classificação de Koppen-Geiger, a cidade do Rio de Janeiro e seus entornos apresentam majoritariamente clima tropical úmido e tropical de monção, com estação seca no inverno (Alvares *et al.*, 2014). A Mata Atlântica se encontra criticamente reduzida em comparação a sua extensão original, consistindo em um dos 34 *hotspots* mundiais pela imensa biodiversidade de fauna e flora endêmicas do bioma (Myers *et al.*, 2000). Essa combinação de fatores confere um ambiente propício para o estudo da sazonalidade de insetos aquáticos, pois os aspectos climáticos característicos dos trópicos que influenciam na abundância de suas populações são facilmente observáveis (Bispo *et al.*, 2001; 2006).

Os estudos de sazonalidade providenciam maior conhecimento sobre a biologia dos insetos aquáticos e sobre o funcionamento dos ecossistemas dulcícolas tropicais, em comparação aos ambientes e animais das zonas temperadas (Melo & Froehlich, 2001; Santos *et al.*, 2020). Ademais, entender padrões de sazonalidade de insetos aquáticos e identificar alterações destes ao longo dos anos é essencial para analisar a qualidade dos ambientes de água-doce e o efeito das alterações climáticas no meio (Cummins, 1974; Nash *et al.*, 2023).

Os trabalhos existentes que estudam a ecologia, a abundância, a sazonalidade ou outros aspectos relacionados dos insetos aquáticos tendem a focar em imaturos, gerando uma lacuna no conhecimento sobre a biologia dos grupos. Os insetos aquáticos estão associados a funções ecossistêmicas fundamentais, criando assim a necessidade de estudo mais aprofundado sobre

seu comportamento sazonal para a manutenção do ecossistema e das populações de espécies vegetais e animais associadas (Hamada *et al.*, 2014; Nash *et al.*, 2023).

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como principal propósito estudar a sazonalidade de insetos aquáticos em riachos do Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, assim como indicar potenciais variáveis climáticas que influenciem no ciclo de vida desses organismos.

2.2. Objetivos Específicos

- Analisar a sazonalidade dos representantes mais abundantes de cada ordem e o impacto dos fatores climáticos sobre eles;
- Averiguar os meses de maior e menor ocorrência de cada grupo no Parque Nacional da Tijuca;
- Identificar a presença de novos registros das três ordens para a região.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

Localizado no Maciço da Tijuca e classificado como uma das maiores florestas urbanas do mundo, o Parque Nacional da Tijuca ocupa aproximadamente 39 km² do município do Rio de Janeiro (Parque Nacional da Tijuca, 2024; ICMBio, 2024). É dividido em quatro setores (Fig. 5): Floresta da Tijuca (onde foi realizado o estudo), Serra da Carioca, Pedra Bonita/Pedra da Gávea e Pretos Forros/Covanca. De acordo com o Data Rio (2024), o Parque Nacional da Tijuca atinge no mínimo 2,9 milhões de visitas anuais desde 2011 (com exceção de 2020 a 2021).

A área é ricamente arborizada, com vegetação típica de florestas de Mata Atlântica, caracterizada por palmeiras, árvores altas, samambaias, epífitas e lianas (Freitas *et al.*, 2006). É graças à rica flora presente no parque que a intensa evapotranspiração ocorre e acarreta os elevados níveis de umidade registrados na floresta e entornos, ademais, o parque é abundante em rios, riachos e cachoeiras, sendo frequentemente utilizado para estudos científicos de

diversos âmbitos (Parque Nacional da Tijuca, 2024). Além disso, são também registrados altos índices pluviométricos, variando entre 1.250 mm e 2.000 mm por ano, com média de temperaturas entre 18°C e 26°C, chegando à máxima absoluta de 38°C a 40°C de dezembro a fevereiro e mínimas de 4°C e 8°C entre junho e julho (Freitas *et al.*, 2006; Matos *et al.*, 2002; Parque Nacional da Tijuca, 2024). O Pico da Tijuca é o ponto mais alto do parque, atingindo impressionantes 1022 metros (Parque Nacional da Tijuca, 2024).



Figura 5. Mapa indicando o Parque Nacional da Tijuca e seus quatro setores: A - Floresta da Tijuca; B - Serra da Carioca; C - Pedra Bonita/Pedra da Gávea; D - Pretos Forros/Covanca. Os pontos de coleta estão sinalizados: PNT 01 - Rio Tijuca; PNT 04 - Riacho Bom Retiro; PNT 05 - Cachoeira das Almas; PNT 10 - Rio Archer, trilha acessível.

3.2. Coleta de dados

No decorrer de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023, armadilhas luminosas colapsáveis (Nessimian *et al.*, no prelo) (Fig. 6) foram instaladas mensalmente ao lado de rios e riachos em quatro pontos do Parque Nacional da Tijuca (Fig. 5; Tabela 1), sendo uma armadilha por localidade.



Figura 6. Armadilhas luminosas colapsáveis montadas nos quatro pontos: a) Rio Tijuca; b) Riacho Bom Retiro; c) Cachoeira das Almas; d) Rio Archer, trilha acessível.

Tabela 1. Pontos de amostragem mensal no Parque Nacional da Tijuca, Setor Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro.

Ponto	Localidade	Coordenadas	Altitude	Ordem do rio
PNT01	Rio Tijuca	S 22°57'21" W 43°16'51"	495 m	3 ^a
PNT04	Riacho Bom Retiro	S 22°56'49" W 43°17'32"	645 m	1 ^a
PNT05	Cachoeira das Almas	S 22°56'56" W 43°17'09"	533 m	2 ^a
PNT10	Rio Archer, trilha acessível	S 22°57'15" W 43°17'15"	605 m	2 ^a

O PNT01 (Rio Tijuca), localizado próximo a uma das entradas do setor Floresta da Tijuca, é o único rio de 3^a ordem do estudo (segundo a classificação de Strahler, 1957), sendo evidente o impacto sofrido pela visitação recorrente, estando à margem da estrada principal do setor. Seu substrato é diversificado, dispondo de pedras, cascalhos, folhiço e raízes. A vegetação no entorno é alta e espaçada, possibilitando a entrada de luz solar. Contrastando com as características desse ponto, o PNT04 (Riacho Bom Retiro) é um riacho de 1^a ordem com pouca visitação devido à dificuldade de alcançar o local. O ponto de coleta se situa em um ponto de captação de água, onde o substrato predominante, também é pobre em outros materiais como folhiço, a vegetação em volta é mais densa, cobrindo a maior parte do corpo d'água.

Apesar de ambos os pontos PNT05 (Cachoeira das Almas) e PNT10 (Rio Archer, trilha acessível) serem classificados como rios de 2^a ordem, eles se distinguem em vários aspectos. O PNT05 é o ponto com maior fluxo de água entre os quatro, tendo como substrato predominante grandes pedras com alguns bolsões de remanso com areia e folhiço típicos de cachoeiras. É uma área com vegetação alta, porém de menor porte quando comparado ao PNT01 (Rio Tijuca),

também bastante visitada. Já o PNT10 tem maior volume de água que o PNT05, porém é mais lento por estar em um trecho menos acidentado. Também é um ponto onde a visitação é menor devido à distância da via pavimentada e não contar com área de cachoeira. O substrato é similar ao PNT01 (pequenas pedras, areia, raízes e folhiços), enquanto a vegetação é semelhante ao ponto da Cachoeira das Almas.

A armadilha luminosa foi escolhida de acordo com os hábitos majoritariamente crepusculares e noturnos dos adultos alados de insetos aquáticos e facilidade de coleta destes grupos (Hamada *et al.*, 2014). As armadilhas foram instaladas no período da tarde, permanecendo operantes durante toda a noite e desmontadas na manhã seguinte, somente um dia de coleta foi efetuado por mês e sempre na última semana.

A coleta de material entomológico prevista no projeto foi previamente autorizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) sob autorização SISBIO n° 43047-14.

Em cada ponto foram medidas a temperatura do ar, a temperatura da água e a umidade relativa do ar (Fig. 7), no momento da montagem e no momento da retirada das armadilhas, usadas para a obtenção de uma temperatura média por ponto a cada coleta. Informações adicionais, como a predominância de sol, chuva ou outros eventos no momento da coleta foram anotadas em caderno de campo. Informações climáticas de temperatura, umidade e dados pluviométricos para a cidade do Rio de Janeiro foram obtidas a partir do banco de dados público do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em todo o período de pesquisa. Os dados para a cidade do Rio de Janeiro são oriundos de quatro estações meteorológicas automáticas localizadas em pontos distintos do município.



Figura 7. Medição da temperatura e umidade do ar sendo realizada durante a montagem da armadilha.

3.3. Análise de dados

O material coletado foi triado e separado inicialmente em nível de ordem. As ordens de insetos primariamente aquáticos, sendo essas Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, foram então selecionadas e identificadas em nível de família. Posteriormente, foram utilizadas chaves de identificação apropriadas para cada grupo em gênero. Uma matriz com a abundância para essas três ordens de insetos ao longo do período de estudo foi construída. Todo o material entomológico foi depositado na Coleção Entomológica do Depto. de Zoologia (UNIRIO), sob responsabilidade do Laboratório de Sistemática de Insetos, permanecendo disponível para estudos futuros.

Uma vez que as armadilhas coletam os insetos na fase adulta foi possível associar os períodos com as maiores abundâncias com períodos preferenciais para atividade e reprodução de tais organismos. A sazonalidade dos insetos aquáticos foi então analisada a partir das abundâncias e riquezas obtidas nas amostras ao longo do período do trabalho.

A fim de averiguar a sazonalidade dos grupos estudados, foram feitos diagramas de roseta com as abundâncias das três ordens, assim como em seus táxons mais expressivos: *Traverhyphes* Molineri, 2001 (Ephemeroptera), *Smicridea* McLachlan, 1871 (Trichoptera), *Anacroneuria* Klapálek, 1909 e *Tupiperla* Froehlich, 1969 (Plecoptera). Por meio destes gráficos foi possível observar os meses de concentração de indivíduos durante o ano do estudo. Para a análise estatística dos dados, foi calculado valor médio do vetor r , que indica a concentração dos valores de abundância em uma determinada direção, cujo valor pode variar de 0 (valores igualmente distribuídos) a 1 (valores concentrados em um único período). Para avaliar a uniformidade dos dados ao longo do ciclo e, assim averiguar a existência de um padrão sazonal, foi feito o teste de Rayleigh, cuja hipótese nula indica dados uniformes, considerando valores $p < 0,05$ significativos. Além disso, foram observadas as diferentes correlações entre cada variável climática e abundância/riqueza de grupos por regressão linear, assim resultando em valores R^2 (valor $p < 0,05$ foi considerado significativo) e permitindo observar quais fatores climáticos influenciaram mais o comportamento dos EPT. As análises foram executados na plataforma R 3.3.0+ (R Core Team, 2024), utilizando o pacote *circular* para o cálculo do vetor (r) e teste de Rayleigh.

Inicialmente, espera-se que o período de maior atividade desses animais como adultos coincida com os períodos de maior temperatura e índices pluviométricos, como já observado para insetos tropicais de uma forma geral. Também serão consideradas as particularidades das três ordens de insetos aquáticos coletadas, Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera. Presume-

se que as variações de abundância ao longo do tempo ocorrerão para todas elas e seguirão o mesmo padrão geral observado.

4. RESULTADOS

4.1. Abundância observada

Durante os doze meses do estudo, foram coletados ao todo 23.452 insetos adultos, os quais estavam distribuídos em 15 ordens (Tabela 2). Diptera foi a ordem mais abundante, compondo 79,9% do total, seguida por Coleoptera (6,3%), Ephemeroptera (3,5%), Trichoptera (3,3%) e Hymenoptera (3%). Quanto aos EPT, 1.880 dos indivíduos capturados integram esse grupo, formando 8% do total. Entre as ordens primariamente aquáticas, Ephemeroptera foi a de maior abundância, compondo 44,5% do total, com 837 indivíduos coletados; Trichoptera representou 42,3% com 797 indivíduos; Plecoptera englobou os restantes 13% com o total de 246 indivíduos.

Tabela 2. Abundância das ordens de insetos mais expressivas durante o período de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023). As ordens foco do estudo estão destacadas em negrito.

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Diptera	2252	3266	3435	1311	845	1792	673	679	1100	989	1011	1407	18760
Coleoptera	276	286	334	77	28	27	68	142	44	90	139	121	1499
Ephemeroptera	263	151	48	23	9	31	53	22	54	101	52	30	837
Trichoptera	79	135	57	9	13	23	7	19	34	51	124	246	797
Hymenoptera	62	208	78	33	73	49	7	30	14	23	52	89	718
Lepidoptera	21	53	80	8	30	21	7	6	15	4	9	11	265
Plecoptera	33	37	24	7	4	10	7	15	12	34	22	41	246
Hemiptera	39	34	13	7	2	8	3	9	2	9	16	9	151
Isoptera	0	0	1	0	0	0	0	98	1	0	1	0	101
Psocodea	0	0	4	2	0	10	2	6	1	8	3	12	48
Collembola	0	0	1	1	0	0	0	2	1	1	1	1	8
Orthoptera	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
Neuroptera	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7
Dermaptera	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
Blattodea	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3

4.2. Parâmetros climáticos observados

Durante o ano, o clima tropical permaneceu estável e sofreu pouca variação perante as mudanças de estações. Contudo, a transição entre as típicas estações quentes e chuvosas contra as frias e secas se mostra notável. A Tabela 3 apresenta a média dos parâmetros medidos na montagem e retirada das armadilhas. No período em que o trabalho foi realizado, de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023, a seguinte variação climática dos parâmetros observados foi notada: A temperatura média da água variou entre 16,75 °C (junho) a 21,75 °C (março); A temperatura média do ar variou entre 18,35°C (junho) a 24,95 °C (março); A umidade relativa do ar média variou entre 76% (maio e agosto) a 94,5% (dezembro); já a chuva acumulada mensal, com base nos dados do INMET, variou entre 62 mm (maio) a 332 mm (abril).

O período de abril a setembro (outono/inverno) foi tipicamente seco (com exceção atípica de abril), tendo a pluviometria e temperatura do ar e da água em todos os pontos as menores registradas nesta temporada, o fenômeno se estendeu até outubro. Percebe-se o oposto no período de novembro a março (primavera/verão), as temperaturas e chuva acumulada mensal foram maiores.

Tabela 3. Parâmetros climáticos registrados nos quatro pontos durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023). Estão frisados os valores abaixo da média do respectivo parâmetro, indicando os meses mais frios e secos no ano.

		Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Chuva acumulada mensal (mm)		185,4	75,6	332,6	62	86,8	49,2	135,6	125,2	40,8	291,8	308,2	283,2
PNT01	Temperatura do ar (°C)	23,15	23	23,55	21,05	18,85	20,8	21,35	19,65	21,2	22,45	23,5	23,05
	Temperatura da água (°C)	21,15	21,1	20,45	18,3	17,55	18,55	18,2	18,3	19,1	19,6	20,25	20,45
	Umidade (%)	97,5	84	86,5	78,5	84,5	78,5	80,5	93,5	87,5	80,5	80,5	83
PNT04	Temperatura do ar (°C)	23,95	24,7	23	19,4	18,35	20,55	20,45	20,05	21,25	20,4	23,15	22,55
	Temperatura da água (°C)	19,7	20,45	19,75	18,7	18,25	18,75	18,3	18,35	18,75	19	19,25	19,4
	Umidade (%)	87,5	86,5	84	84,5	90,5	87	82,5	90,5	84	99	86	86,5
PNT05	Temperatura do ar (°C)	24,6	24,95	23,05	20,8	18,9	20,4	21,5	20	21,95	21,55	22,6	23,25
	Temperatura da água (°C)	20,5	21,6	20,15	17,8	17	17,8	17,7	17,9	18,75	19,3	19,9	20,2
	Umidade (%)	91	88,5	85	76	79	81,5	76	93	83	88	94,5	88,5
PNT10	Temperatura do ar (°C)	24,45	24,65	23,1	19,2	18,6	21,15	20	19,15	22,05	20,75	23	23,2

Temperatura da água (°C)	21,05	21,75	20,15	17,8	16,75	18	17,35	17,65	18,9	19,35	20	20,3
Umidade (%)	90,5	89	84,5	88	88,5	77	90	93,5	86,5	99	90	89

Sabendo da influência destes fatores climáticos sobre populações tropicais de insetos (Wolda, 1988), o gráfico na Fig. 8 foi esquematizado para visualização da flutuação da abundância total de cada ordem perante as variáveis analisadas no período do estudo. Nota-se que as maiores abundâncias de insetos aquáticos foram registradas entre novembro e março, coincidindo com o aumento de temperatura do ar, da água e dos índices pluviométricos da primavera-verão tropical. Em abril, quando ocorreu o clássico pico das chuvas no Estado do Rio de Janeiro mais típico em março, já é possível observar um claro declínio nas três ordens analisadas. Essa diminuição na abundância persistiu até outubro, no mesmo período em que foram registradas as menores temperaturas e índices pluviométricos.

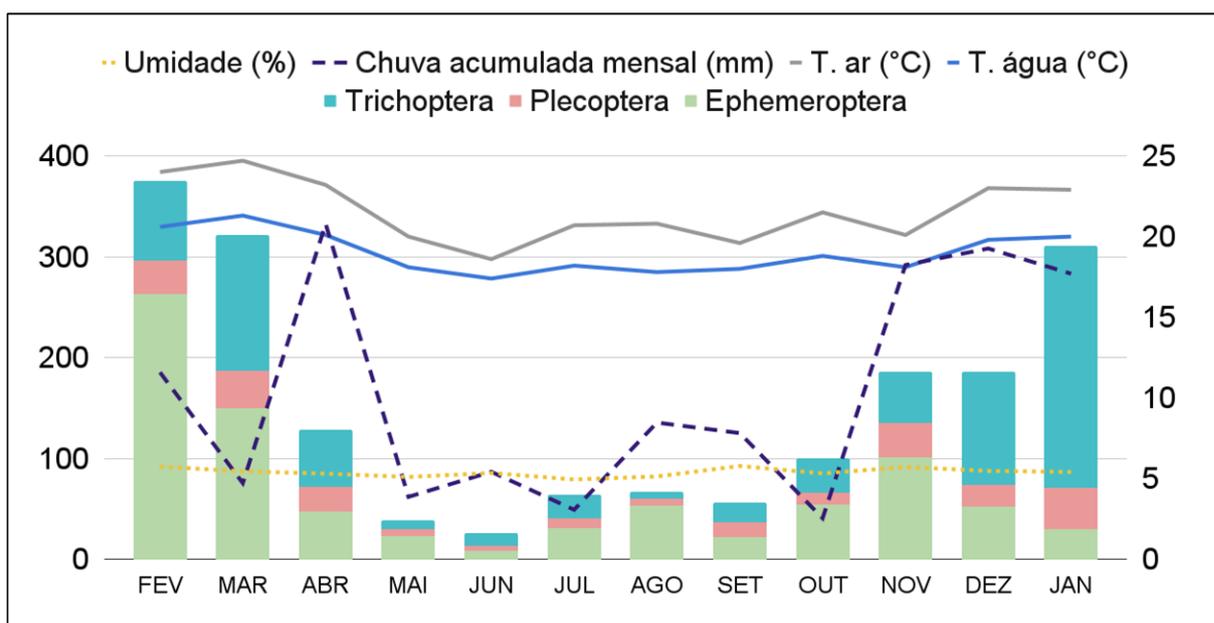


Figura 8. Média dos parâmetros climáticos (com exceção de chuva acumulada mensal, obtida pela base de dados do INMET) e as abundâncias de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) durante o ano de estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

4.3. Abundância e riqueza de EPT

Após a identificação mais aprofundada dos EPT, foi possível averiguar a diversidade de famílias neste grupo. Desse total, Trichoptera foi a ordem com maior diversidade taxonômica,

com 12 famílias identificadas. Destes táxons Hydropsychidae apresentou a maior abundância, com 514 indivíduos, seguido por Leptoceridae com 99 indivíduos e Philopotamidae com 61 indivíduos. Ao todo, 23 gêneros foram identificados (Tabela 4). O gênero *Smicridea* McLachlan, 1871 (Hydropsychidae) foi o mais abundante com 487 indivíduos, este foi também o táxon mais constante, sendo o único identificado em todos os meses do trabalho. *Nectopsyche* Müller, 1879 (Leptoceridae) e *Chimarra* Stephens, 1829 (Philopotamidae) foram outros dois gêneros cujas capturas de indivíduos resultaram em números altos, contudo, consideravelmente menores em comparação a *Smicridea*.

Tabela 4. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Anomalopsychidae <i>Contulma</i> Flint, 1969	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	4
Calamoceratidae <i>Philloycus</i> Müller, 1880	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ecnomidae <i>Austrotinodes</i> Schimid, 1955	3	2	1	1	0	0	2	0	0	0	7	1	17
Glossossomatidae <i>Mortoniella</i> Ulmer, 1906	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Helicopsychidae <i>Helicopsyche</i> von Siebold, 1859	1	1	0	1	0	2	1	2	1	0	1	1	11
Hydrobiosidae <i>Atopsyche</i> Banks, 1905	0	1	4	1	0	0	0	0	2	0	4	0	12
Hydropsychidae <i>Centromacronema</i> Ulmer, 1905	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Macrostemum</i> Kolenati, 1859	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Leptonema</i> Guérin-Méneville, 1843	2	1	0	0	2	0	0	3	2	2	3	3	18
<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	56	90	34	2	3	8	2	4	12	27	64	185	487

Tabela 4. Continuação.

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Hydroptilidae													
<i>Alisotrichia</i> Flint, 2011	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Angrisanoia</i> Ozdikmen, 2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Metrichia</i> Ross, 1938	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
<i>Neotrichia</i> Morton, 1905	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	5
<i>Ochrotrichia</i> Mosely, 1934	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ochrotrichiinae ♀*	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
<i>Rhyacopsyche</i> Müller, 1879	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	10	17	29
♀*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Leptoceridae													
<i>Atanatolica</i> Mosely, 1939	3	0	2	1	1	2	1	7	4	1	10	0	32
<i>Nectopsyche</i> Müller, 1879	4	5	4	0	0	1	0	0	4	14	12	17	61
<i>Triplectides</i> Kolenati, 1859	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	6
Odontoceridae													
<i>Marilia</i> Müller, 1880	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2	7
Philopotamidae													
<i>Alterosa</i> Blahnik, 2005	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3
<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	6	15	9	0	6	5	0	2	5	4	1	5	58
Xiphocentronidae													
<i>Xiphocentron</i> Brauer, 1870	0	4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6

*Fêmeas de gênero não determinado.

Quatro famílias de Ephemeroptera foram identificadas: Baetidae, Euthyplociidae, Leptophlebiidae e Leptoxyphidae (Tabela 5). Esse último compõe 715 indivíduos coletados e são da família de insetos aquáticos coletadas mais abundante durante o período do estudo. Seis gêneros foram identificados entre as famílias, em contrapartida, todos os Baetidae capturados eram fêmeas e, portanto, não foram identificados em nível taxonômico menor. Similar ao que houve com Trichoptera, um único gênero representa uma parcela significativa das capturas e foi identificado em todos os meses, neste caso *Traverhyphes* Molineri, 2004 (Leptoxyphidae). Esse grande número de indivíduos ficou concentrado nos pontos PNT05 e PNT10 (Anexo 7 e 8). Pertencente à família de efemerópteros de maior diversidade do trabalho, *Farrodes* Peters,

1971 (*Leptophlebiidae*) foi o outro gênero da ordem que demonstrou grande abundância, contudo, os indivíduos estavam concentrados em fevereiro e março.

Tabela 5. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Baetidae													
♀*	0	2	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	7
Euthyplociidae													
<i>Campylocia</i> Needham & Murphy, 1924	0	0	0	0	0	0	0	2	5	1	0	0	8
Leptohyphidae													
<i>Leptohyphodes</i> Ulmer, 1920	5	1	1	2	0	4	0	0	0	1	0	0	14
<i>Traverhyphes</i> Molineri, 2004	235	110	42	19	7	26	51	15	42	93	45	16	701
Leptophlebiidae													
<i>Farrodes</i> Peters, 1971	15	32	4	0	0	0	0	0	0	0	2	3	56
<i>Massartella</i> Lestage, 1930	2	3	0	2	1	1	2	2	4	2	1	2	22
<i>Miroculis</i> Edmunds, 1963	6	0	1	0	0	0	0	2	1	2	3	9	24
<i>Thraulodes</i> Ulmer, 1920	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4

*Fêmea de gênero não determinado.

A ordem Plecoptera tem registradas apenas duas famílias no Brasil: Perlidae (subordem: Arctoperlaria) e Gripopterygidae (subordem: Antarctoperlaria). Foram capturados, ao todo, 111 Perlidae e 125 Gripopterygidae. Cinco gêneros foram observados: *Anacroneuria* Klapálek, 1909 e *Kempnyia* Klapálek, 1914 em Perlidae; *Gripopteryx* Pictet, 1841, *Paragripopteryx* Enderlein, 1909 e *Tupiperla* Froehlich, 1969 em Gripopterygidae (Tabela 6). Um gênero de cada família atingiu alto número de abundância: *Anacroneuria* (Perlidae) e *Tupiperla* (Gripopterygidae). Nos pontos PNT01 (Anexo 9) e PNT10 (Anexo 12), os perlídeos foram os principais representantes das abundâncias, já nos pontos PNT04 (Anexo 10) e PNT05 (Anexo 11) foram os gripopterigídeos.

Tabela 6. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Perlidae													
<i>Anacroneuria</i> Klapálek, 1909	7	14	9	1	0	3	1	0	3	10	8	16	72
<i>Kempnyia</i> Klapálek, 1914	4	10	1	1	0	0	1	4	0	5	5	8	39
Gripopterygidae													
♀*	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Gripopteryx</i> Pictet, 1841	11	2	1	0	1	1	0	2	1	1	3	3	26
<i>Paragripopteryx</i> Enderlein, 1909	0	1	0	0	0	0	3	9	6	14	5	2	40
<i>Tupiperla</i> Froehlich, 1969	10	10	13	5	2	6	2	0	2	4	1	12	67

*Fêmea de gênero não determinado.

4.4. Análise circular da abundância de EPT

Pelos gráficos de análise circular pode-se visualizar como a abundância de Trichoptera (Fig. 9A) se comportou durante o ano do estudo, assim como o gênero (*Smicridea*) que teve maior influência sobre o resultado (Fig. 9B). Nota-se que em ambos os gráficos os picos de abundância foram atingidos no período de dezembro a março, atingindo seu ápice em janeiro. Já no período de maio a outubro foram registradas as menores abundâncias da ordem. Por meio do teste de Rayleigh foi averiguado que em ambos os casos, considerando a ordem inteira ou apenas *Smicridea*, há um padrão sazonal (Tabela 7), *Smicridea* obtendo um valor ($r = 0,67$) ainda maior que aquele da ordem ($r = 0,58$).

Calculando individualmente o valor (r) para cada ponto verificou-se que apesar de todas as quatro localidades resultarem em valores significativos, a concentração dos dados no PNT04 foi consideravelmente menor ($r = 0,21$). Já o PNT01 teve um valor alto ($r = 0,70$), semelhante ao de *Smicridea*. Como demonstra o Anexo 1, este foi o ponto de maior coleta deste táxon.

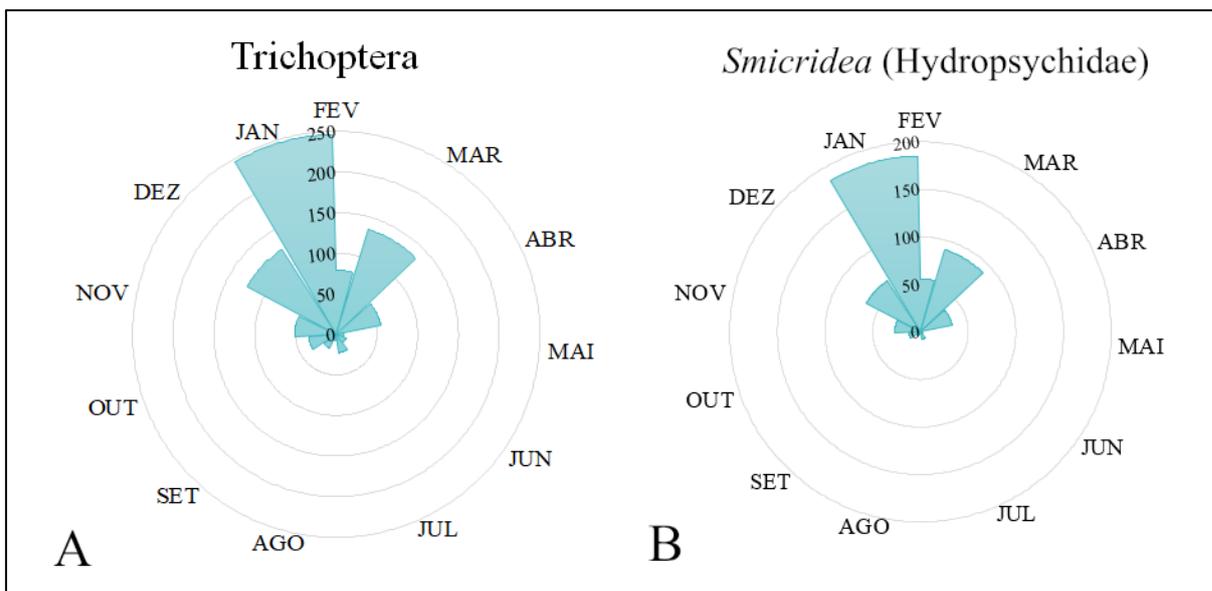


Figura 9. Gráficos da análise circular da abundância total de Trichoptera (A), e de *Smicridea* (B) capturados durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

Tabela 7. Resultados dos comprimentos médios do vetor (r) e dos testes de Rayleigh das abundâncias observadas de Trichoptera e de *Smicridea* para todos os pontos, e de Trichoptera para cada ponto durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

	Média do vetor (r)	valor p
Trichoptera de todos os pontos	0,58	<0,0001
<i>Smicridea</i> (Hydropsychidae)	0,67	<0,0001
PNT01 (Trichoptera)	0,70	<0,0001
PNT04 (Trichoptera)	0,21	0,04
PNT05 (Trichoptera)	0,49	<0,0001
PNT10 (Trichoptera)	0,64	<0,0001

Assim como ocorreu com os tricópteros, os picos e baixas na abundância de Ephemeroptera (Fig. 10A) seguiram simultaneamente com os de *Traverhyphes* (Leptohiphidae) (Fig. 10B), o gênero mais expressivo da ordem no estudo, com 701 indivíduos capturados. Em fevereiro, março e novembro a abundância atingiu seus maiores valores, seguido por um longo período (maio a setembro) em que poucos indivíduos foram observados. Em janeiro, os mesmos baixos valores foram notados. Os comprimentos médios do vetor (r) e os resultados do teste de Rayleigh (Tabela 8) demonstram a sazonalidade da ordem e seu gênero mais abundante no estudo, com valores muito próximos.

Após calcular a média dos vetores (r) para cada ponto foi possível observar a grande variação entre os valores resultantes. O PNT01 foi o ponto com maior valor ($r = 0,81$), também onde ocorreu a maior abundância de *Farrodes* (Leptophlebiidae) (Anexo 5). O PNT04 foi o

único ponto cujo baixo resultado não foi significativo, somente 26 efemerópteros foram coletados no local como mostra o Anexo 6. Os pontos PNT05 e PNT10 foram aqueles onde o táxon *Traverhyphes* (Leptohyphidae) apresentou maior abundância, se concentrando principalmente no PNT10 (Anexo 8)

Tabela 8. Resultados dos comprimentos médios do vetor (r) e dos testes de Rayleigh das abundâncias observadas de Ephemeroptera e de *Traverhyphes* para todos os pontos, e de Ephemeroptera para cada ponto durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

	Média do vetor (r)	valor p
Ephemeroptera de todos os pontos	0,41	<0,0001
<i>Traverhyphes</i> (Leptohyphidae)	0,40	<0,0001
PNT01 (Ephemeroptera)	0,81	<0,0001
PNT04 (Ephemeroptera)	0,22	0,28
PNT05 (Ephemeroptera)	0,56	<0,0001
PNT10 (Ephemeroptera)	0,34	<0,0001

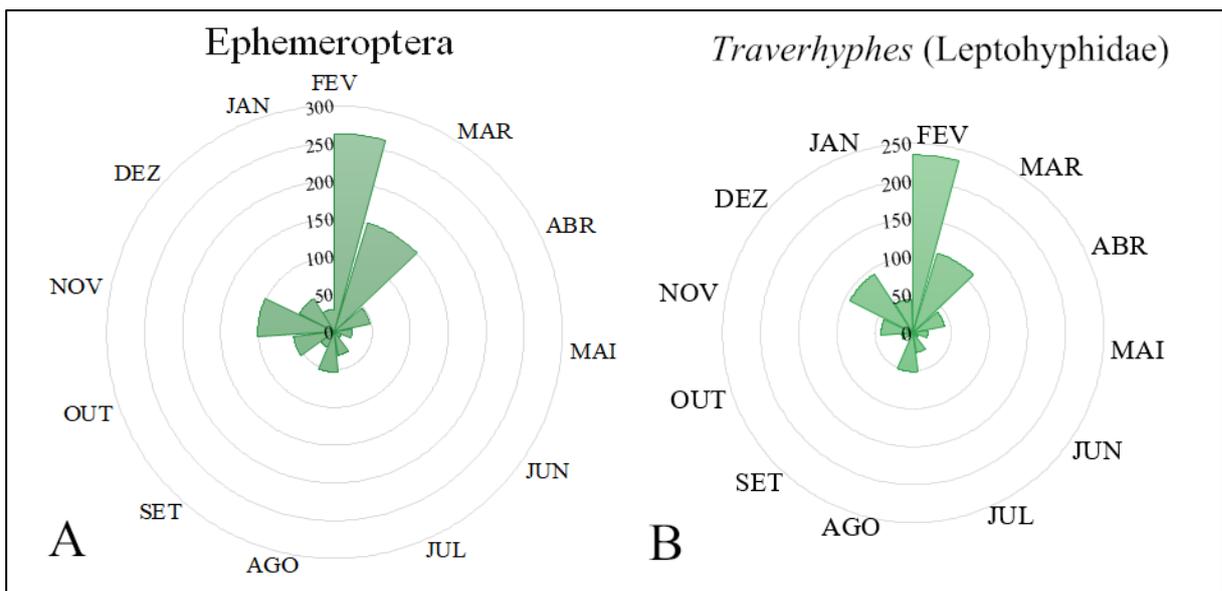


Figura 10. Gráficos da análise circular da abundância total de Ephemeroptera (A), e de Traverhyphes (B) capturados durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

Pela análise circular de Plecoptera (Fig. 11) pôde ser observado como a ordem destoa graficamente das outras do trabalho. Os táxons mais abundantes, *Anacroneuria* (Perlidae) e *Tupiperla* (Gripopterygidae), seguem o mesmo padrão gráfico de “leque” com as abundâncias. Os plecópteros (Fig. 11A) atingiram o pico de abundância no período de novembro a abril, *Anacroneuria* (Fig. 11B) alcançou seus maiores valores dentro deste intervalo (janeiro e março), assim como *Tupiperla* (de janeiro a abril). A partir de maio, a quantidade de indivíduos

observados diminuiu gradualmente, em outubro a abundância da ordem volta a aumentar aos poucos. Os gripopterígeos do gênero *Tupiperla* (Fig. 11C) foram a exceção, já que seus baixos números perduraram até dezembro.

O resultado do valor do comprimento médio do vetor de Plecoptera ($r = 0,38$) foi o menor entre os EPT do Parque Nacional da Tijuca durante o período do estudo. Apesar disso, quando os dois táxons mais abundantes são analisados individualmente, ambos os valores foram maiores que os resultados obtidos em Ephemeroptera, *Anacroneuria* $r = 0,52$ com e *Tupiperla* com $r = 0,44$. Todos os pontos apresentaram sazonalidade com valores significativos segundo o teste de Rayleigh (Tabela 9).

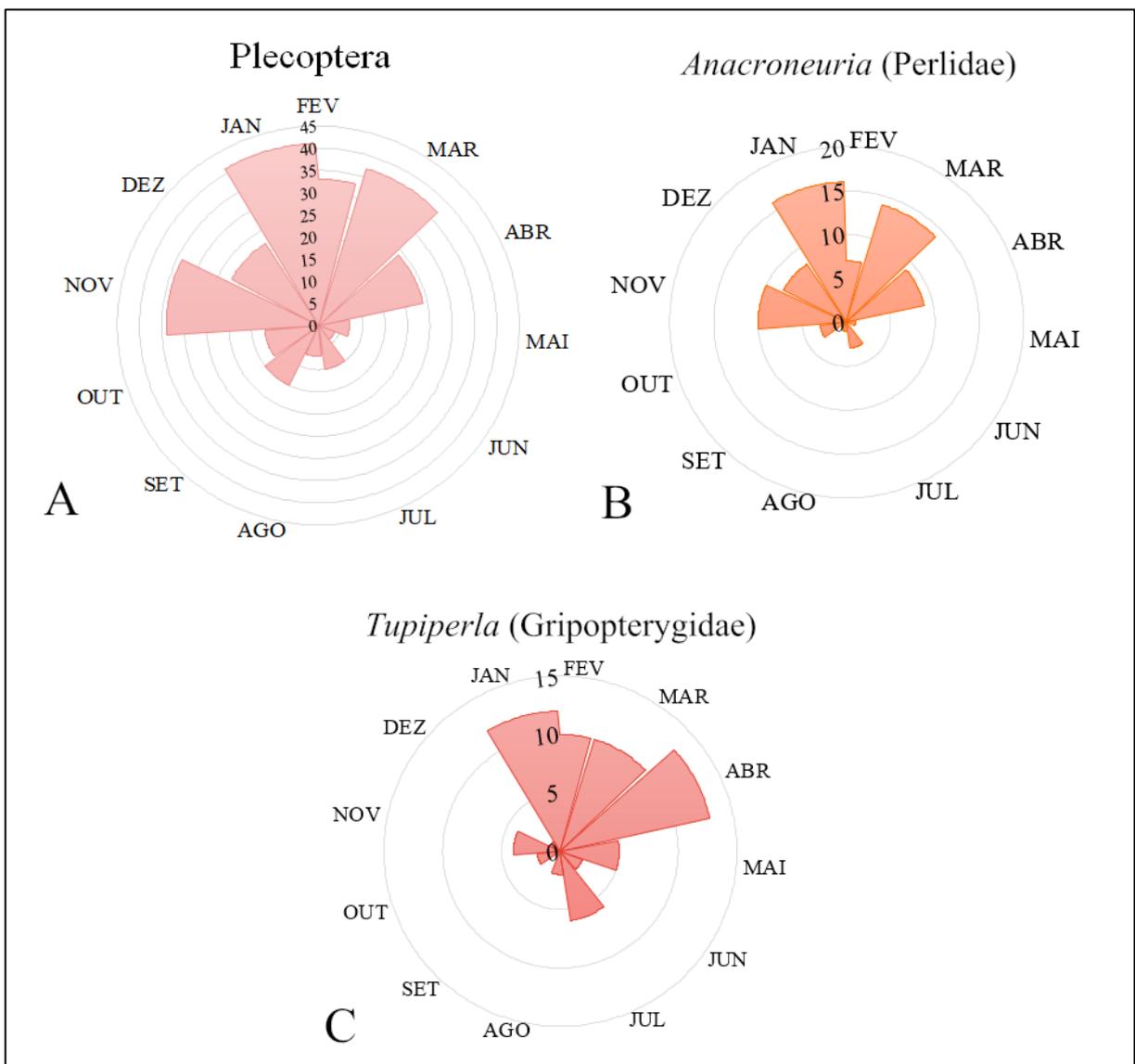


Figura 11. Gráficos da análise circular da abundância total de Plecoptera (A), *Anacroneuria* (B) e *Tupiperla* (C) capturados durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

Tabela 9. Resultados dos comprimentos médios do vetor (r) e dos testes de Rayleigh das abundâncias observadas de Plecoptera, *Anacroneturia* e *Tupiperla* para todos os pontos, e de Plecoptera para cada ponto durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

	Média do vetor (r)	valor p
Plecoptera de todos os pontos	0,38	<0,0001
<i>Anacroneturia</i> (Perlidae)	0,52	<0,0001
<i>Tupiperla</i> (Gripopterygidae)	0,44	<0,0001
PNT01 (Plecoptera)	0,61	<0,0001
PNT04 (Plecoptera)	0,50	<0,0001
PNT05 (Plecoptera)	0,40	<0,0001
PNT10 (Plecoptera)	0,40	0,0005

4.5. Riqueza de EPT por ponto

Verificando a riqueza das ordens em comparação com a abundância observada foi possível notar semelhanças e distinções no comportamento dessas variáveis por ponto e entre os táxons. Com exceção do PNT01 (Fig. 12A), que atingiu o pico de riqueza taxonômica em outubro, Trichoptera teve o mês de março como o de maior número de gêneros identificados em todos os outros pontos (Fig. 12B, C e D). Em relação aos meses de menor diversidade observada, maio e agosto foram os principais meses a demonstrar essa baixa, não havendo qualquer captura no PNT10 no último mês citado.

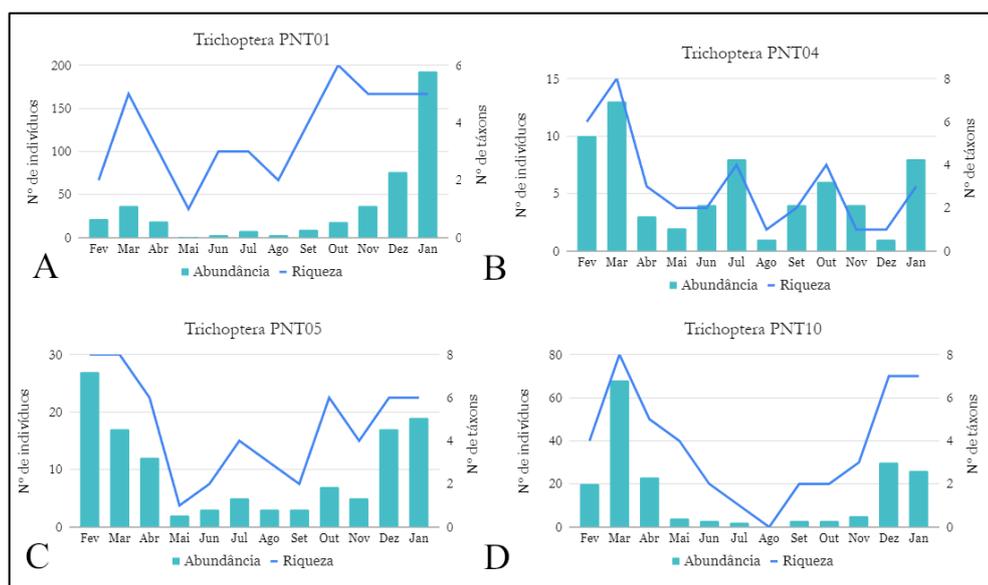


Figura 12. Variação entre tricópteros coletados e riqueza de táxons no Rio Tijuca (PNT01) (A), Riacho Bom Retiro (PNT04) (B), Cachoeira das Almas (PNT05) (C) e Rio Archer (PNT10) (D) durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

O mês de maior riqueza taxonômica dos efemerópteros (Fig. 13) difere entre os pontos, mas ainda se concentra em um período específico do ano: de novembro a março. Contudo, mesmo nesse intervalo de tempo ocorreram baixas expressivas. No PNT04 (Fig. 13B) em novembro e dezembro não foram identificados quaisquer indivíduos. De maio a agosto, a riqueza atingiu seus menores números (por vezes zero) no PNT01 e PNT10 (Fig. 13A e 13D), setembro e outubro foram outros dois meses em que houve baixas consideráveis.

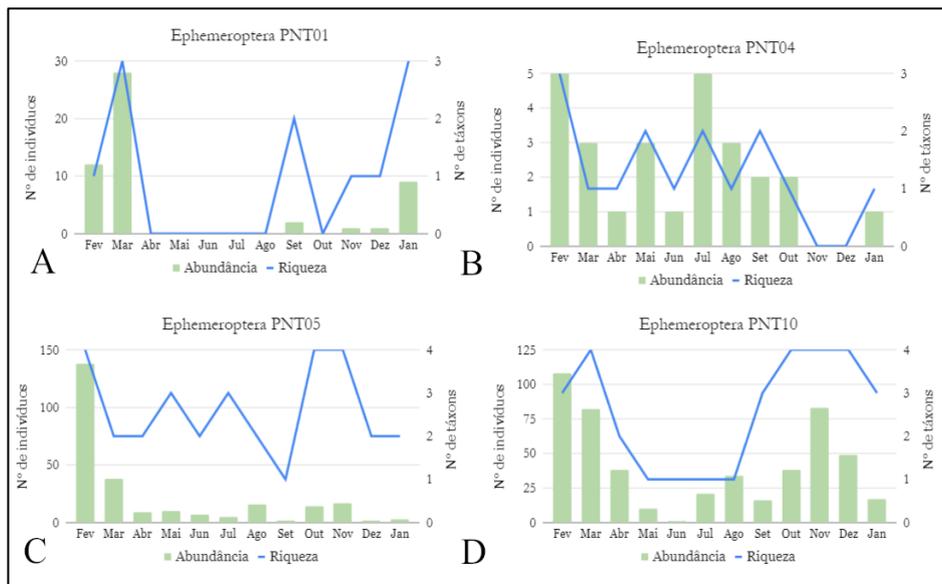


Figura 13. Variação entre efemerópteros coletados e riqueza de táxons no Rio Tijuca (PNT01) (A), Riacho Bom Retiro (PNT04) (B), Cachoeira das Almas (PNT05) (C) e Rio Archer (PNT10) (D) durante o período do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

Em relação aos plecópteros, com exceção do PNT10 (Fig. 14D), fevereiro foi um mês de riqueza taxonômica que abrangeu todos os pontos. Janeiro, dezembro e novembro foram alguns dos outros meses em que a ordem atingiu sua maior riqueza. Atipicamente, houve um pico em agosto no PNT05 (Fig. 14C). O período em que menos táxons foram identificados foi muito distinto entre pontos, variando de abril a junho, julho a outubro ou em meses específicos (maio, agosto, dezembro).

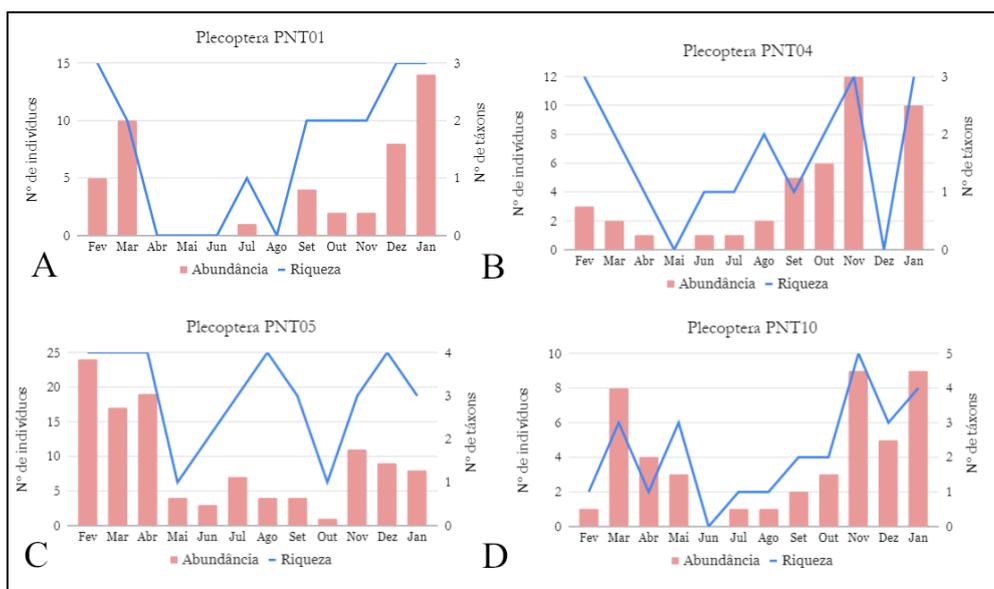


Figura 14. Variação entre plec6pteros coletados e riqueza de t6xons no Rio Tijuca (PNT01) (A), Riacho Bom Retiro (PNT04) (B), Cachoeira das Almas (PNT05) (C) e Rio Archer (PNT10) (D) durante o per6odo do estudo (fev. 2022 – jan. 2023).

4.6. Correla76o entre clima e EPT

Para melhor averiguar singularmente o comportamento de cada grupo em rela76o 6s vari6veis clim6ticas, foi elaborada a Tabela 10 com os resultados da an6lise por regress6o linear entre as abund6ncias e as respectivas vari6veis. Assim como a Fig. 8, est6o sendo considerados o valor total das abund6ncias e das riquezas dos quatro pontos e as m6dias das vari6veis clim6ticas observadas.

Tabela 10. Resultado da an6lise por regress6o linear entre abund6ncia/riqueza de EPT e par6metros clim6ticos. Os resultados significativos est6o frisados.

		Temperatura do ar		Temperatura da 6gua		Umidade		Chuva acumulada mensal	
		R ²	<i>p</i> -value	R ²	<i>p</i> -value	R ²	<i>p</i> -value	R ²	<i>p</i> -value
Ephemeroptera	Abund6ncia	0,39	0,054	0,38	0,04	0,24	0,13	0,008	0,16
	Riqueza	0,28	0,37	0,34	0,17	0,48	0,03	0,25	0,0005
Plecoptera	Abund6ncia	0,50	0,02	0,58	0,08	0,31	0,09	0,33	0,155
	Riqueza	0,49	0,15	0,42	0,13	0,10	0,66	0,34	0,00004
Trichoptera	Abund6ncia	0,44	0,03	0,50	0,01	0,06	0,52	0,23	0,65
	Riqueza	0,64	0,01	0,70	0,04	0,02	0,94	0,005	0,0006

De acordo com os resultados dos testes, a temperatura do ar e da 6gua possivelmente tiveram mais correla76o sobre a abund6ncia e riqueza dos tric6pteros. A abund6ncia dos

plecópteros e a temperatura do ar foram as que também demonstraram alguma associação, assim como a riqueza de Ephemeroptera perante a umidade registrada no ano do estudo. A riqueza das três ordens de insetos aquáticos apresentou relação com a chuva acumulada, de forma a produzir resultados significativos no teste de regressão linear.

5. DISCUSSÃO

5.1. Riqueza de EPT no Parque Nacional da Tijuca

A diversa entomofauna do Parque Nacional da Tijuca vem sendo aos poucos estudada (Drummond-Alves *et al.*, 2017; Ferreira *et al.*, 2021; Gadelha *et al.*, 2015; Henriques-Oliveira *et al.*, 2003), esta fração de Mata atlântica preservada em meio à abundante metrópole do município do Rio de Janeiro retém tanto espécies endêmicas quanto cosmopolitas, carecendo ainda de trabalhos em diversos táxons a fim de quantificá-los na região. A título de exemplo, dados sobre espécies de insetos aquáticos no PNT são ainda escassos, acarretando em frequentes registros de novas espécies em trabalhos taxonômicos na região.

Trichoptera, a segunda ordem de maior abundância neste trabalho, possui mais de 200 espécies registradas no Estado do Rio de Janeiro (Santos *et al.*, 2024), os tricópteros demonstraram a maior riqueza no estudo. A família Hydropsychidae é uma das mais diversas na região (Dumas *et al.*, 2009), o que se reflete nas abundâncias observadas no Parque Nacional da Tijuca durante o período do estudo, sendo esta de maior número dentre todas as 12 famílias de Trichoptera identificadas. Apesar disso, Hydroptilidae foi a família com maior diversidade taxonômica (6 gêneros).

Neste estudo foi registrado pela primeira vez o gênero *Angrisanoia* (Hydroptilidae) no Estado do Rio de Janeiro (Parque Nacional da Tijuca), anteriormente seu único registro em terras brasileiras havia sido em Goiás, no trabalho de Santos *et al.* (2016). Pertencente à mesma família, o gênero *Alisotrichia* foi pela primeira vez registrado no Parque Nacional da Tijuca, até então havendo registros de espécies somente nos municípios de Macaé e Nova Friburgo (Santos, 2011). Os três gêneros mais abundantes deste estudo (*Smicridea*, *Nectopsyche* e *Chimarra*) foram previamente registrados no Parque Nacional da Tijuca (Almeida & Flint Jr, 2002; Blahnik, 1997; Cavalcante, 2017).

Representando a ordem de maior abundância neste estudo, Ephemeroptera possui cerca de 71 espécies registradas no Estado do Rio de Janeiro distribuídas em nove famílias, sendo Baetidae a de maior diversidade taxonômica no estado (Da Silva *et al.*, 2009; Salles *et al.*,

2024). Todavia, esta foi a família com menor número de capturas durante o período do estudo, com apenas 4 fêmeas adultas de gênero não determinado. O único outro registro deste táxon no Parque Nacional da Tijuca (Souza *et al.*, 2019) contrasta com este número, apresentando 131 imaturos de gênero não determinado. Sabendo que os baetídeos são uma família de distribuição mundial e considerados de fácil captura com armadilhas luminosas, pode-se supor que os pontos selecionados para montagem das armadilhas não se encaixam com as preferências deste táxon (Salles *et al.*, 2014). Outra possibilidade a se considerar é que o fenômeno da revoada possa ter ocorrido durante as primeiras semanas dos meses em que esta família foi identificada, enquanto as armadilhas foram montadas durante a última semana de cada mês.

Dentre as cinco famílias identificadas neste estudo, Euthyplociidae, família pouco diversa no hemisfério sul (Salles *et al.*, 2014), é a única que carecia de registro no Parque Nacional da Tijuca. O gênero *Farrodes* (Leptophlebiidae) possui atualmente uma única espécie registrada para o Rio de Janeiro: *Farrodes carioca* Domínguez, Molineri & Peters (Da Silva, 2002). Este é o primeiro registro deste táxon no Parque Nacional da Tijuca, com um total de 56 indivíduos capturados em um ano de estudo. Já o gênero de maior abundância (701 indivíduos) em comparação a todos os outros táxons, *Traverhyphes* (Leptohyphidae), surpreendentemente também carecia de registros no local do estudo.

A ordem Plecoptera tem somente 39 espécies registradas no Estado do Rio de Janeiro, distribuídas em duas famílias e cinco gêneros, todos previamente registrados no Parque Nacional da Tijuca e observados neste estudo (Nessimian *et al.*, 2009). Trata-se de uma ordem capaz de tolerar baixas temperaturas melhor do que o calor, isto se reflete na baixa diversidade de plecópteros nos trópicos (Hynes, 1976). A preferência termal deste grupo influenciou na abundância observada neste estudo, já que Plecoptera foi a ordem com menor capturas. Contudo, os táxons que alcançaram os maiores números de indivíduos, *Anacroncuria*: Perlidae e *Tupiperla*: Gripopterygidae, indicam aqueles com maior tolerância às águas quentes do Neotrópico (Bispo & Lecci, 2011; Righi-Cavallaro & Lecci, 2010).

5.2. Sazonalidade de Trichoptera no PNT

Os resultados da análise circular, cálculo do comprimento médio do vetor (r) e teste de Rayleigh, mostram que Trichoptera foi a ordem com maior comportamento sazonal entre os EPT capturados durante o período deste estudo ($r = 0,58$). O fato de *Smicridea* (Hydropsychidae), táxon de maior abundância da ordem neste trabalho, ter um resultado maior ($r = 0,67$) é um fenômeno já observado anteriormente em Marioni & Almeida (2000). É um

gênero de ampla distribuição geográfica e grande diversidade, com certa tolerância a ambientes impactados. Assim como em muitos Annulipalpia, as larvas de *Smicridea* constroem redes de capturas de partículas, contudo suas redes largas e grossas possibilitam a filtração de material mesmo em rios degradados e com alta densidade de material particulado fino (Oliveira & Froehlich, 1997). Os meses de pico de abundância da ordem são os mesmos em que foram capturados o maior número de *Smicridea* (dezembro, janeiro e março), explicitando ainda mais a influência deste táxon sobre os testes estatísticos de sazonalidade.

O PNT01 apresentou a maior média de comprimento do vetor ($r = 0,70$) e também maior quantidade de *Smicridea* (Hydropsychidae) e *Nectopsyche* (Leptoceridae) capturados durante o ano do estudo. Por ser um rio de 3ª ordem com constante visitação a quantidade de detrito orgânico é alta, ambiente ideal para os *Smicridea*. Outro ponto onde este táxon demonstrou grande abundância foi o PNT10 ($r = 0,64$), que possui diversidade de substrato similar ao PNT01. Já os *Nectopsyche*, construtores de casas portáteis (subordem Integripalpia), são fragmentadores de folhas, utilizando deste tipo de material também para montar seu abrigo. A vegetação no entorno do PNT01 é frondosa e alta, de forma que no rio há micro-habitats e substrato disponível para as larvas deste gênero.

Durante o ano do estudo, o PNT04 foi aquele com menor captura de tricópteros (64 indivíduos), com seu resultado para o teste de Rayleigh ($r = 0,21$) o menor em comparação aos outros pontos. Por ser um rio de menor tamanho (1ª ordem), com substrato predominantemente arenoso, dispõem de menor heterogeneidade de substratos para ocupação das larvas de Trichoptera. Somado a isso, eventos locais podem ter interferido na coleta neste ponto, como por exemplo, a queda de uma árvore de grande porte (>30 m de altura) sobre o leito do rio nos dias que antecederam uma das coletas, abrindo uma clareira e revolvendo todo o substrato.

5.3. Sazonalidade de Ephemeroptera no PNT

Similarmente aos tricópteros, o resultado da média do comprimento vetor de Ephemeroptera ($r = 0,41$) foi extremamente próximo ao de seu táxon mais abundante, *Traverhyphes* ($r = 0,40$), pertencente à família Leptohyphidae. Os meses em que é possível observar os picos de abundância característicos de grupos sazonais são aqueles em que o maior número de *Traverhyphes* foram identificados (fevereiro, março e novembro).

Nos pontos PNT05 ($r = 0,56$) e PNT10 ($r = 0,34$) houve maior coleta de *Traverhyphes* e, por consequência, da ordem. Os locais se assemelham em riqueza de substrato, vegetação alta no entorno e por ambos serem rios de 2ª ordem. A principal diferença é que o PNT05 está

em uma área de cachoeira com grande velocidade d'água, enquanto que o PNT10, apesar de ter mais água no leito do rio devido ao terreno menos acidentado, corre com menor velocidade. As ninfas de *Traverhyphes* são reptantes e possuem adaptações morfológicas que as tornam tolerantes a partículas em suspensão, fazendo compreender a maior abundância deste táxon em pontos que exigem este tipo de adequação (Domínguez *et al.*, 2006). A intensa revoada destes pequenos insetos ocorre principalmente durante a manhã, curiosamente a maior parte dos *Traverhyphes* coletados tratavam-se de subimagos, assim como ocorreu no trabalho de Molineri (2001) e Gonçalves (2010). Pode-se supor que os subimagos destas efemérides diurnas iniciem voo ao fim da madrugada, antes do último instar pela manhã, atraídos pelas armadilhas de luz.

Contrastando com Trichoptera, o ponto com maior valor r foi aquele onde o gênero de mais abundante foi menos observado. O PNT01 ($r = 0,81$), ponto de menor captura de *Traverhyphes* e maior comprimento médio do vetor, foi onde *Farrodes* (Leptophlebiidae) alcançou a maior abundância. Assim como os *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) cuja maior abundância foi também registrada no PNT01, este táxon é um generalista reconhecido, reportado em diversos meso-habitats e demonstrando forte tolerância contra correntezas (Da Silva, 2002). O PNT04 não obteve resultado significativo nos testes estatísticos, além de ser novamente o ponto com menor número de capturas durante o período do estudo.

5.4. Sazonalidade de Plecoptera no PNT

Plecoptera foi a ordem com menor resultado no cálculo da média do comprimento do vetor ($r = 0,38$), indicando um padrão sazonal menos concentrado na distribuição da abundância dessa ordem durante o período do estudo. Os picos observados na captura desses indivíduos (novembro a abril) se distribuem de forma mais homogênea, se estendendo por um período de tempo muito maior quando comparados a Ephemeroptera e Trichoptera. A maior riqueza e abundância desta ordem é registrada em regiões temperadas (DeWalt & Ower, 2019), logo, já era esperado que os plecópteros fossem demonstrar menor comportamento sazonal no Parque Nacional da Tijuca, no Neotrópico, onde as variações climáticas entre as estações são menos drásticas.

Apesar disso, táxons tipicamente neotropicais (*Anacroneuria*: Perlidae e *Tupiperla*: Gripopterygidae) demonstraram r maior que a ordem no geral, indicando que estes gêneros podem tender a seguir padrões sazonais semelhantes a indivíduos de ordens primariamente tropicais, possivelmente sendo mais afetados pelas baixas temperaturas do outono/inverno. Os perlídeos do gênero *Anacroneuria* ($r = 0,52$) foram os mais abundantes da ordem durante o

período do estudo, visto que possuem ampla distribuição e diversidade no Brasil e, por isso, são classificados como o maior gênero de plecópteros neotropicais (Froehlich, 2002). Pode-se supor que esse táxon se aproxima de hábitos generalistas, não apenas pela vasta distribuição, mas também pelo ponto de maior abundância do gênero neste estudo. O PNT01 ($r = 0,61$) foi novamente aquele com maior r , sendo um dos pontos com a maior captura de *Anacroneturia*, o outro sendo o PNT10 ($r = 0,40$).

Já os gripopterigídeos de *Tupiperla* ($r = 0,44$), segundo táxon de maior abundância da ordem, foram mais prevalentes no PNT05 ($r = 0,45$). Este gênero possui alto grau de endemismo no Brasil, ocorrendo principalmente na Mata Atlântica (Pessacq *et al.*, 2019). É provável que o ambiente de maior fluxo d'água e extensa disponibilidade de pedras típico de uma cachoeira tenha favorecido o PNT05 para maior presença deste táxon.

5.5. O clima tropical e EPT

Como esperado, foi corroborada a hipótese de que o período de maior incidência e riqueza de EPT no Parque Nacional da Tijuca foi durante os meses quentes e de maiores índices pluviométricos. Sabe-se que o comportamento sazonal de insetos aquáticos é fortemente relacionado a fatores como temperatura, umidade, precipitação e características físicas do meio aquáticos (Bispo *et al.*, 2001; Dudgeon *et al.*, 2020), tal como antecipado, os fatores observados demonstraram associação com a abundância e riqueza de EPT.

O trabalho de Wolda (1988) foi o primeiro a estudar a sazonalidade de insetos tropicais, explicitando como o período de atividade dos indivíduos perdura por mais tempos em comparação às regiões temperadas. A biodiversidade, mesmo durante estações mais frias, tende a seguir o mesmo padrão. As três ordens do estudo demonstraram este comportamento durante o período do trabalho, mesmo durante os meses secos e frios (maio a outubro), embora com baixos valores de abundância e riqueza.

Os valores obtidos nas medições de temperatura da água e do ar demonstraram correlação com variáveis taxonômicas das ordens do estudo, em diferentes graus de relevância, mas ainda com valores significativos. Abundância e riqueza de tricópteros demonstraram correlação com a temperatura do ar e água medidos. No trabalho de Waringer (1991) a temperatura do ar já demonstrou ser de grande relevância para a amostragem da ordem, assim como ser um grande fator de influência na capacidade do voo dos adultos de insetos aquáticos. Já os plecópteros mostraram resultados significativos somente na correlação entre sua abundância com a temperatura do ar. Ephemeroptera foi peculiarmente o único táxon que

demonstrou alguma correlação com umidade, tendo sua riqueza de alguma forma influenciada por esta variável. O voo dos insetos aquáticos é dificultado sob baixa umidade devido à desidratação (Csabai *et al.*, 2006), acarretando menos eventos de revoadas e ciclos de vida ainda mais curto para as efemérides. Devido à influência da temperatura do ambiente sobre o tempo de maturação e desenvolvimento larval/ninfal, a estabilidade das elevadas temperaturas dos trópicos causa sobreposição de múltiplas gerações de insetos aquáticos (Nash *et al.*, 2023), o que pôde ser observado durante o ano do estudo.

No estudo de Bispo *et al.* (2001), em que foi analisado como a abundância de imaturos de EPT é afetada pela pluviosidade em uma região de Cerrado, chegando à conclusão de que a estação seca é aquela em que mais indivíduos são encontrados dentro dos rios. O artigo explica como a desestabilização do sistema lótico pelo aumento do fluxo de água causado pelas chuvas influencia na abundância observada. Como observado aqui, os adultos alados destas ordens, por outro lado, demonstraram clara preferência em seu período de atividade por estações chuvosas e quentes (primavera e verão). Neste sentido, o ciclo de vida destes insetos, assim como nas regiões temperadas, é regulado pelas variações climáticas sazonais, em que nos períodos secos e frios há uma maior abundância dos imaturos dentro d'água, já nos períodos chuvosos e quentes há predominância dos adultos em ambiente aéreo. Há ainda uma evidente escassez em estudos voltados para sazonalidade de adultos destas ordens, dificultando a comparação dos resultados obtidos neste trabalho e criando uma lacuna no conhecimento da biologia do grupo.

Em regiões tropicais onde a variação pluviométrica durante o ano é pequena, ou seja, sem uma clara divisão entre períodos secos e úmido, ordens como Trichoptera e Ephemeroptera não demonstraram comportamento sazonal (Yule & Pearson, 1996). Na região típica de Mata Atlântica que decorreu o estudo, onde houve claramente transição entre estações chuvosas e secas, o comportamento destes táxons foi distinto do observado por estes autores. A brusca queda na abundância das três ordens a partir do mês de abril, coincidindo com o pico de chuva acumulada mensal, indica que o grupo possui um limite de tolerância em relação à pluviosidade. Chuvas intensas podem dificultar o voo dos adultos alados, assim atrapalhando o período de revoadas ou o acasalamento que possa ocorrer na vegetação ou sobre pedras, assim como a deposição de ovos nos corpos d'água. Neste trabalho, a chuva demonstrou correlação com a riqueza observada em EPT, assim como coincidiu com os períodos de picos e baixas de indivíduos observados. Apesar de ainda não se compreender de que forma exatamente a pluviometria influencia a abundância dos insetos tropicais, diversos estudos demonstram que

variados grupos de artrópodes atingem seu ápice de atividade durante as estações chuvosas (Kato *et al.* 1995; Pereira da Silva *et al.* 2011; Tidon 2006; Wolda 1980).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho traz resultados inovadores acerca do evidente comportamento sazonal de adultos de EPT na Mata Atlântica brasileira. Os tricópteros, aqueles que demonstraram maior comportamento sazonal, tiveram os resultados dos testes estatísticos fortemente influenciados por um único táxon (*Smicridea*: Hydropsychidae), e fatores climáticos como temperatura do ar e da água foram os principais a indicar correlação com as flutuações em abundância e riqueza desta ordem. Ephemeroptera foi a ordem com maior número de indivíduos capturados durante o ano do estudo devido a revoadas do gênero *Traverhyphes* (Leptoxyphidae). A umidade do ar e a pluviometria medidas neste estudo mostraram-se como os únicos fatores climáticos a resultar em valores significativos quando correlacionados com a riqueza de efemerópteros. Quanto aos plecópteros, a ordem que demonstrou menor comportamento sazonal devido sua maior tolerância a temperaturas frias, teve forte presença de dois táxons neotropicais (*Anacroneuria*: Perlidae e *Tupiperla*: Gripopterygidae) que, analisando individualmente, indicam certo comportamento sazonal. A temperatura do ar e pluviometria indicam correlação com as mudanças na abundância e riqueza da ordem respectivamente.

Foram capturados indivíduos ainda não registrados para o Parque Nacional da Tijuca: os tricópteros dos gêneros *Angrisanoia* e *Alisotrichia* (Hydroptilidae), e os efemerópteros dos gêneros *Farrodes* (Leptophlebiidae) e *Traverhyphes* (Leptoxyphidae). A família Euthyplociidae (Ephemeroptera), também sem registros para o PNT, foi capturada e um único gênero identificado (*Campylocia*).

Vale ressaltar como o estudo da biologia e ecologia de EPT, principalmente nos neotrópicos, é extremamente negligenciado, carecendo pesquisas que possibilitem sua mais aprofundada compreensão. A utilização de quatro pontos possibilitou expandir não apenas a amostragem, mas também observar como outros fatores além do clima poderiam afetar abundância e riqueza dos táxons analisados neste intervalo de um ano, assim permitindo que quando somados os resultados das quatro localidades fosse obtido uma visão mais ampla do comportamento destes insetos. Torna-se visível a extrema importância em ter diversificado os locais de coletas, já que assim houve facilidade para compreender os locais de preferência de

cada táxon no Parque Nacional da Tijuca, como os generalistas principalmente no PNT01, por exemplo.

Ainda não se sabe o exato motivo para os picos de abundância de cada táxon em meses distintos, como exatamente os fatores pluviométricos interferem de forma diferente com a abundância de cada ordem, ou quais exatas variáveis bióticas/abióticas foram determinantes para a flutuação de indivíduos de EPT no Parque Nacional da Tijuca. Os resultados provenientes deste trabalho podem auxiliar futuros estudos no Parque Nacional da Tijuca ou em áreas semelhantes do entorno, fornecendo dados de abundância e riqueza de EPT associados aos meses de pico, assim facilitando a procura de táxons específicos.

A sazonalidade de insetos aquáticos neotropicais é um tema capaz de gerar muitas dúvidas que ainda carecem de respostas, tendo em vista a imprescindível importância ecológica e extensa biodiversidade do grupo, além do enorme risco que as mudanças climáticas exercem sobre estes indivíduos, é de suma importância que trabalhos como este sejam produzidos e expandidos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, P. H.; Courtney, G. W. 2019. Ecological and Societal Services of Diptera. *Insects* 10(3): 70.
- Almeida, G.; Flint, O. S. 2002. Five new species of *Smicridea* McLachlan (Trichoptera, Hydropsychidae) from Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(3): 767–775.
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. 2014. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6): 711-728.
- Bispo P. C.; Oliveira L. G.; Crisci-Bispo V. L.; Silva M. M. 2001. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 13(2): 1-9.
- Bispo P. C.; Oliveira L.G.; Bini L.M.; Sousa K.G. 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. *Brazilian Journal of Biology* 66(2b): 611-622.

- Bispo, P. C.; Froehlich, C. G. Plecoptera Burmeister, 1839. In: Rafael J. A.; Melo G. A. R.; Carvalho C. J. B; Casari S.A; Constatino R. (Eds.) 2024. Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. 2ª Ed. Manaus: INPA. pp. 249-253.
- Bispo, P. C.; Lecci, L.S. 2011. Gripopterygidae (Plecoptera) from Paranapiacaba mountains, southeastern Brazil. *Annales de Limnologie — International Journal of Limnology* 47: 373–385.
- Blahnik, R. J. 1997. Systematic of *Chimarrita*, a new subgenus of *Chimarra* (Trichoptera: Philopotamidae). *Systematic Entomology* 22:199-243.
- Cavalcante, B. M. S. 2017. A Fauna de Trichoptera (Insecta) da Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro. 207p. Dissertação de Mestrado (Ciências Biológicas, Zoologia) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- Csabai, Z.; Boda, P.; Bernáth, B.; Kriska, G.; Horvath, G. 2006. A “polarisation sun-dial” dictates the optimal time of day for dispersal by flying aquatic insects. *Freshwater Biology* 51(7): 1341–1350.
- Cummins, K. W. 1974. Structure and function of stream ecosystems. *BioScience* 24(11): 631–641.
- Da Silva, E. R. 2002. Descrição da ninfa de *Farrodes carioca* Domínguez, Molineri & Peters, 1996 (Insecta, Ephemeroptera, Leptophlebiidae). *Boletim do Museu Nacional, N.S. Zoo* 495: 1-5.
- Da Silva, E. R.; Gonçalves, I. C.; De Souza, M. R. 2009. Lista de Espécies da Ordem Ephemeroptera (Insecta) Ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional (Rio de Janeiro)* 67(3-4): 383–394.
- Da Silva, E. R.; Salles F. F. Ephemeroptera Hyatt & Arms, 1891. In: Rafael J.A.; Melo G.A.R.; Carvalho C.J.B; Casari S.A; Constatino R. (Eds.) 2024. Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. 2ª Ed. Manaus: INPA. pp. 175-186.
- Data Rio. Número total de visitantes por mês no Parque Nacional da Tijuca, segundo setores de controle entre 2007-2020. Disponível em: <<https://www.data.rio/documents/fc88915732f04eeeaba166950c02814a/about>>. Acesso em: 19 jun. 2024.

- DeWalt, R. E.; Owen, G. D. 2019. Ecosystem Services, Global Diversity, and Rate of Stonefly Species Descriptions (Insecta: Plecoptera). *Insects* 10(4): 99.
- Dijkstra K. D. B.; Monaghan M.T.; Pauls S.U. 2014. Freshwater Biodiversity and Aquatic Insect Diversification. *Annual Review of Entomology* 59: 143-163.
- Domínguez, E.; Molineri, C.; Pescador, M. L.; Hubbard, M. D.; Nieto, C. 2006. Ephemeroptera of South America. *Aquatic Biodiversity of Latin America*. Pensoft, Sofia-Moscow 2: 646pp.
- Drummond-Alves, F.; Antonni, R. D.; Nunes-Freitas, A. F. 2017. Efeito de Trilhas sobre Artrópodes de Serrapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ. *Floresta e Ambiente* 24: e00026513.
- Dudgeon, D.; Ng, L. C. Y.; Tsang, T. P. N. 2020. Shifts in aquatic insect composition in a tropical forest stream after three decades of climatic warming. *Global Change Biology* 26(11).
- Dumas, L. L.; Jardim, G. A.; Santos, A. P. M.; Nessimian, J. L. 2009. Tricópteros (Insecta: Trichoptera) do Estado do Rio de Janeiro: Lista de espécies e novos registros. *Arq. Mus. Nac., Rio de Janeiro* 67(3-4): 355-376.
- Ferreira, V. M. B.; Paiva, N. O.; Soares, B. E.; Moraes, M. 2021. Diversity and microhabitat use of benthic invertebrates in an urban forest stream (Southeastern Brazil). *Iheringia. Série Zoologia* 111.
- Freitas, S. R.; Neves, C. L.; Chernicharo, P. 2006. Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiatives in Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66(4): 975–982.
- Fundação SOS Mata Atlântica. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/>>. Acesso em 10 de jan. 2024.
- Gadelha, B. Q.; Ribeiro, A. C.; Aguiar, V. M.; Antunes, C. 2015. Edge effects on the blowfly fauna (Diptera, Calliphoridae) of the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 75(4): 999–1007.

- Gonçalves, I. C. 2010. Caracterização da Fauna de Furcatergalia (Insecta, Ephemeroptera) na Bacia do Rio Macaé, RJ, Brasil. 216p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- Grimaldi D.; Engel M. 2005. Evolution of the Insects. *European Journal of Entomology*. 103(1): 273–275.
- Hadden, J. Upper Delaware River Insect Identification. Disponível em: <<https://www.delawariverflyfishing.net/insects/insects.html>>. Acesso em: 10 de mar. 2024.
- Hamada, N.; Nessimian, J. L.; Querino, R. B. 2014. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: Editora do INPA.
- Henriques-Oliveira, A. L.; Nessimian, J. L.; Dorvillé, L. F. M. 2003. Feeding habits of Chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63(2): 269–281.
- Hynes, H.B.N. 1976. Biology of Plecoptera. *Annu. Rev. Entomol* 21: 135-153.
- ICMBio. Parque Nacional da Tijuca. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/parnatijuca/>>. Acesso em: 9 de jan. 2024.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Especiais. Disponível em: <<http://www.inpe.br/biblioteca/>>. Acesso em: 10 de dez. 2023.
- Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 10 de fev. 2023.
- Jach, M. A. Balke, M. 2008. Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 419-442.
- Jackson, J. K.; Sweeney, B. W. 1995. Present status and future directions of tropical stream research. *Journal of the North American Benthological Society* 14:5–11.
- Karatayev, A. Y.; Burlakova L.; Padilla D. K.; Mastitsky S.; Olenin S. 2009. Invaders are not a random selection of species. *Biological Invasions* 11(9): 2009-2019

- Kato, M.; Inoue, T.; Hamid, A. A.; Nagamitsu, T.; Merdek, M. B.; Nona, A. R.; Itino, T.; Yamane, S.; Yumoto, T. 1995. Seasonality and vertical structure of light-attracted insect communities in a dipterocarp forest in Sarawak. *Res. Popul. Ecol* 37(1): 59–79.
- Kishimoto-Yamada, K; Itioka, T. 2015. How much have we learned about seasonality in tropical insect abundance since Wolda (1988)? *Entomological Science* 18(4): 407-419.
- Lecci, L.;Duarte, T. 2024. Plecoptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/304>>. Acesso em: 8 abr. 2024.
- Marioni, L.; De Almeida, G. L. 2000. Abundância e sazonalidade das espécies de Hydropsychidae (Insecta. Trichoptera) capturadas com armadilhas luminosa no Estado do Paraná, Brasil. *Revta bras. Zool.*, Curitiba 17(1): 283-299.
- Masteller, E. C.; Buzby, K. M. 1993. Composition and Temporal Abundance of Aquatic Insect Emergence from a Tropical Rainforest Stream, Quebrada Prieta, at El Verde, Puerto Rico. Introduction. *Journal of the Kansas Entomological Society* 66(2): 133-139.
- Matos, D. M. S.; Santos, C. J. F.; Chevalier, D. R. 2002. Fire and restoration of the largest urban forest of the world in Rio de Janeiro City, Brazil. *Urban Ecosystems* 6: 151–161.
- Melo A. S.; Froehlich C. G. 2001. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblage structure between 2 seasons. *Journal of North American Benthological Society* 20(1):1-16.
- Molineri, C. 2001. *Traverhyphes*: a new genus of LeptoHyphidae for *LeptoHyphes* indicator and related species (Insecta: Ephemeroptera). *Spixiana*, 24:129-140.
- Morse J.C.; Frandsen P.B.; Graf W.; Thomas J.A. 2019. Diversity and Ecosystem Services of Trichoptera. *Insects* 10: 125.
- Myers, N.; Mittermeier, R.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Nash L. N.; Zorzetti L. W.; Antiqueira P. A. P.; Carbone C.; Romero G. Q.; Kratina P. 2023. Latitudinal patterns of aquatic insect emergence driven by climate. *Global Ecology and Biogeography* 32(8): 1323–1335.

- Nessimian, J. L.; Avelino-Capistrano F.; Correia, B. L.; Costa, J. M. 2009. Espécies de Plecoptera (Insecta) registradas no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Arq. Mus. Nac.* 67(3-4): 313-319.
- Nessimian, J. L.; Santos, A.P.M.; Sampaio, B.H.L.; Dumas, L.L.; Pes, A.M.; Ferreira Junior, N., no prelo. The collapsible light trap: a portable Pennsylvania light trap for collecting aquatic insects. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*.
- Oliveira, L. G.; Froehlich, C. G. 1997. Diversity and Community structure of aquatic insects (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) in a mountain stream in southeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 9: 139-148.
- Paprocki, H.; Silva, L. M. Trichoptera Kirby, 1813. In: Rafael J.A.; Melo G.A.R; Carvalho C.J.B; Casari S.A; Constatino R. (Eds.) 2024. *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. 2ª Ed. Manaus: INPA. pp. 699-709.
- Parque Nacional da Tijuca. Disponível em: <<https://parquenacionaldatijuca.rio/>>. Acesso em: 19 jan. de 2024.
- Pereira da Silva, N. A.; Frizzas, M. R.; De Oliveira, C. M. 2011. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 55: 79–87.
- Pes, A. A.; Allan, A. P. M.; Barcelos-Silva, P.; Camargos, L. M. Ordem Trichoptera. In: Hamada, N.; Nessimian, J. L.; Querino, R. B. 2014. *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*. Manaus: Editora do INPA. pp. 387-429.
- Pessacq, P., Zuñiga, M. D. C.; Duarte, T. 2019. An updated checklist of Neotropical Plecoptera. *Zoosymposia* 16: 182-209.
- Pinto, A. P. Odonata Fabricius, 1793. In: Rafael J.A.; Melo G.A.R; Carvalho C.J.B; Casari S.A; Constatino R. (Eds.) 2024. *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. 2ª Ed. Manaus: INPA. pp. 187-233.
- Polhemus, J. T.; Polhemus, D. A. 2008. Global diversity of true bugs (Hemiptera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 379-391.
- Rafael J.A.; Melo G.A.R; Carvalho C.J.B; Casari S.A; Constatino R. (Eds.) 2024. *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. 2ª Ed. Manaus: INPA. pp. 880.

- Righi-Cavallaro, K. O.; Lecci, L. S. 2010. Three new species of *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) from Centre-West and Southeast Brazil. *Zootaxa* 2683(1): 35.
- Rosenberg, D. M.; Resh, V. H. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Springer ed. 1.
- Ross, H. H.; Ross, C. A.; Ross, J. R. P. 1982. *A Textbook of Entomology*. 4ª edição. New York: John Wiley & Sons.
- Salles, F. F.; Boldrini, R.; Lima, L. R. C. 2024. Ephemeroptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/122>>. Acesso em: 8 abr. 2024.
- Salles, F. F.; Nascimento, J. M. C.; Cruz, P. V.; Boldrini, R.; Belmont, E. L. L. Ordem Ephemeroptera. In: Hamada, N.; Nessimian, J. L.; Querino, R. B. 2014. *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*. Manaus: Editora do INPA. pp. 189-211.
- Sánchez-Bayo, F.; Wyckhuys, K. A. G. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A Review of Its Drivers. *Biological Conservation* 232(232):8–27.
- Santos, A. P. M.; Calor, A. R.; Camargos, L. M.; Desidério, G.R.; Dumas, L. L.; Henriques-Oliveira, A. L.; Pereira, R.; Pes, A. M. O.; Quinteiro, F. B.; Souza, W. R. M.; Vilarino, A. 2024. Trichoptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/278>>. Acesso em: 8 abr. 2024.
- Santos, A. P. M.; Dumas, L. L.; Henriques-Oliveira, A. L.; Souza, W. R. M.; Camargos L. M.; Calor A.R.; Pes, A. M. O. 2020. Taxonomic Catalog of the Brazilian Fauna: order Trichoptera (Insecta), diversity and distribution. *Zoologia* 37: 1-13.
- Santos, A. P. M.; Jardim, G. A.; Nessimian, J. L. 2011. Three new species of microcaddisflies (Trichoptera: Hydroptilidae) from Brazil. *Zoologia* 28(6): 812–818.
- Santos, A. P. M.; Takiya, D. M.; Nessimian, J. L. 2016. Integrative taxonomy of *Metrichia* Ross (Trichoptera: Hydroptilidae: Ochrotrichiinae) microcaddisflies from Brazil: descriptions of twenty new species. *PeerJ* 4: e2009.
- Silva, N. A. P.; Frizzas, M. R.; Oliveira, C. M. 2011. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 55(1): 79–87.

- Souza, J. L. D. C.; Ferreira, V. M. B.; Moraes, M. 2019. Levantamento de insetos aquáticos em um trecho do rio Tijuca, Floresta da Tijuca – Rio de Janeiro, Brasil. *Research, Society and Development* 9(1): e148911847.
- Strahler, A.N. 1957. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology, *Transactions of the American Geophysical Union*. American Geophysical Union Transactions 33: 913-920.
- Thomas, J. A.; Frandsen, P. B.; Prendini, E.; Zhou, X.; Holzenthal, R. W. 2020. A multigene phylogeny and timeline for Trichoptera (Insecta). *Systematic Entomology* 45(3): 670-686.
- Thorp, J. H.; Covich, A. P. 2010. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Amsterdam; Boston: Academic Press.
- Tidon, R. 2006. Relationships between drosophilids (Diptera, Drosophilidae) and the environment in two contrasting tropical vegetations. *Biological Journal of the Linnean Society* 87: 233–247.
- Waringer, J. 1991. Phenology and the influence of meteorological parameters on the catching success of light-trapping for Trichoptera. *Freshwater Biology* 25(2): 307–319.
- Wolda, H. 1978. Seasonal Fluctuations in Rainfall, Food and Abundance of Tropical Insects. *Journal of Animal Ecology* 47(2): 369-381.
- Wolda, H. 1980. Seasonality of tropical insects. Leafhoppers (Homoptera) in Las Cumbres, Panama. *Journal of Animal Ecology* 49: 277–290.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: Why? *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 1-18.
- Wolda, H. 1989. Seasonal cues in tropical organisms. Rainfall? Not necessarily! *Oecologia* 80: 437–442.
- Wootton, R. J. 1988. The historical ecology of aquatic insects: An overview. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology* 62(1-4): 477-492.
- Yuen, E. Y. L.; Dudgeon, D. 2015. Spatio-temporal variability in the distribution of ground-dwelling riparian spiders and their potential role in water-to-land energy transfer along Hong Kong forest streams. *PeerJ* 3: e1134.

Yule, C. M.; Pearson, R. G. 1996. Aseasonality of benthic invertebrates in a tropical stream on Bougainville Island, Papua New Guinea. *Archiv für Hydrobiologie* 137: 5–117.

8. ANEXOS

Anexo 1. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Rio Tijuca (PNT01).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Ecnomidae													
<i>Austrotinodes</i> Schimid, 1955	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Glossosomatidae													
<i>Mortoniella</i> Ulmer, 1906	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Helicopsychidae													
<i>Helicopsyche</i> von Siebold, 1859	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	4
Hydrobiosidae													
<i>Atopsyche</i> Banks, 1905	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
Hydropsychidae													
<i>Centromacronema</i> Ulmer, 1905	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Leptonema</i> Guérin-Méneville, 1843	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3
<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	21	29	16	1	1	6	2	4	11	24	57	165	337
Hydroptilidae													
Ochrotrichiinae ♀*	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Rhyacopsyche</i> Müller, 1879	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	10	16	28
Leptoceridae													
<i>Atanotolica</i> Mosely, 1939	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Nectopsyche</i> Müller, 1879	1	2	2	0	0	0	0	0	2	10	7	8	32
<i>Triplectides</i> Kolenati, 1859	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Philopotamidae													
<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	6
Xiphocentronidae													
<i>Xiphocentron</i> Brauer, 1870	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2

*Fêmeas de gênero não determinado.

Anexo 2. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Riacho Bom Retiro (PNT04).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Anomalopsychidae <i>Contulma</i> Flint, 1969	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Calamoceratidae <i>Philloycus</i> Müller, 1880	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ecnomidae <i>Austrotinodes</i> Schimid, 1955	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Helicopsychidae <i>Helicopsyche</i> von Siebold, 1859	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	6
Hydrobiosidae <i>Atopsyche</i> Banks, 1905	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Hydropsychidae <i>Centromacronema</i> Ulmer, 1905	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Leptonema</i> Guérin-Méneville, 1843	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	4
<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Hydroptilidae <i>Alisotrichia</i> Flint, 2011	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Neotrichia</i> Morton, 1905	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ochrotrichia</i> Mosely, 1934	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
♀*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Leptoceridae <i>Atanotica</i> Mosely, 1939	2	0	1	0	0	1	0	3	2	0	0	0	9
<i>Nectopsyche</i> Müller, 1879	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Philopotamidae <i>Alterosa</i> Blahnik, 2005	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7
<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	4	5	1	0	2	5	0	0	2	4	0	0	23

*Fêmeas de gênero não determinado.

Anexo 3. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) na Cachoeira das Almas (PNT05).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Anomalopsychidae													
<i>Contulma</i> Flint, 1969	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Ecnomidae													
<i>Austrotinodes</i> Schimid, 1955	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4
Hydrobiosidae													
<i>Atopsyche</i> Banks, 1905	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
Hydropsychidae													
<i>Centromacronema</i> Ulmer, 1905	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Macrostemum</i> Kolenati, 1859	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Leptonema</i> Guérin-Méneville, 1843	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	7
<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	18	4	3	0	1	2	0	0	1	1	12	8	50
Hydroptilidae													
<i>Angrisanoia</i> Ozdikmen, 2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Metrichia</i> Ross, 1938	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
<i>Neotrichia</i> Morton, 1905	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Ochrotrichia</i> Mosely, 1934	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ochrotrichiinae ♀*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Leptoceridae													
<i>Atanatolica</i> Mosely, 1939	1	0	1	0	0	1	1	2	2	1	0	0	9
<i>Nectopsyche</i> Müller, 1879	2	0	2	0	0	1	0	0	0	2	1	2	10
<i>Triplectides</i> Kolenati, 1859	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
Odontoceridae													
<i>Marilia</i> Müller, 1880	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	5
Philopotamidae													
<i>Aterosa</i> Blahnik, 2005	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	1	2	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	8
Xiphocentronidae													
<i>Xiphocentron</i> Brauer, 1870	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

*Fêmeas de gênero não determinado.

Anexo 4. Abundância e riqueza de Trichoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) o Rio Archer (PNT10).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Anomalopsychidae <i>Contulma</i> Flint, 1969	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Calamoceratidae <i>Philloycus</i> Müller, 1880	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ecnomidae <i>Austrotinodes</i> Schimid, 1955	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6	1	11
Helicopsychidae <i>Helicopsyche</i> von Siebold, 1859	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hydrobiosidae <i>Atopsyche</i> Banks, 1905	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4
Hydropsychidae <i>Centromacronema</i> Ulmer, 1905	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Leptonema</i> Guérin-Méneville, 1843	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	17	56	14	1	1	0	0	0	0	2	6	12	109
Hydroptilidae <i>Neotrichia</i> Morton, 1905	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Rhyacopsyche</i> Müller, 1879	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Leptoceridae <i>Atanotica</i> Mosely, 1939	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	0	10
<i>Nectopsyche</i> Müller, 1879	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	3	7	17
Odontoceridae <i>Marilia</i> Müller, 1880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Philopotamidae <i>Alterosa</i> Blahnik, 2005	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	1	6	6	0	2	0	0	2	1	0	1	2	21

Anexo 5. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Rio Tijuca (PNT01).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Baetidae													
♀*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Leptoxyphidae													
<i>Leptoxyphodes</i> Ulmer, 1920	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Traverxyphes</i> Molineri, 2004	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
Leptophlebiidae													
<i>Farrodes</i> Peters, 1971	12	26	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	41
<i>Miroculis</i> Edmunds, 1963	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	4	6

*Fêmea de gênero não determinado.

Anexo 6. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Riacho Bom Retiro (PNT04).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Euthyplociidae													
<i>Campylocia</i> Needham & Murphy, 1924	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Leptoxyphidae													
<i>Leptoxyphodes</i> Ulmer, 1920	3	0	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	8
<i>Traverxyphes</i> Molineri, 2004	1	0	0	2	0	2	3	1	0	0	0	1	10
Leptophlebiidae													
<i>Massartella</i> Lestage, 1930	1	3	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	7

Anexo 7. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) na Cachoeira das Almas (PNT05).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Baetidae ♀*	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Euthyplociidae <i>Campylocia</i> Needham & Murphy, 1924	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4
Leptoxyphidae <i>Leptoxyphodes</i> Ulmer, 1920	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
<i>Traverhyphes</i> Molineri, 2004	130	36	8	7	6	3	14	0	8	13	0	0	225
Leptophlebiidae <i>Farrodes</i> Peters, 1971	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Massartella</i> Lestage, 1930	1	0	0	2	0	1	2	2	2	2	1	2	15
<i>Miroculis</i> Edmunds, 1963	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8
<i>Thraulodes</i> Ulmer, 1920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

*Fêmea de gênero não determinado.

Anexo 8. Abundância e riqueza de Ephemeroptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) o Rio Archer (PNT10).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Baetidae ♀*	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
Euthyplociidae <i>Campylocia</i> Needham & Murphy, 1924	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
Leptoxyphidae <i>Leptoxyphodes</i> Ulmer, 1920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Traverhyphes</i> Molineri, 2004	104	73	34	10	1	21	34	14	34	80	45	12	462
Leptophlebiidae <i>Farrodes</i> Peters, 1971	3	5	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	14
<i>Miroculis</i> Edmunds, 1963	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4	10
<i>Thraulodes</i> Ulmer, 1920	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3

*Fêmea de gênero não determinado.

Anexo 9. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Rio Tijuca (PNT01).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Perlidae													
<i>Anacroneuria</i> Klapálek, 1909	2	5	0	0	0	1	0	0	1	1	5	9	24
<i>Kempnyia</i> Klapálek, 1914	2	5	0	0	0	0	0	2	0	1	2	4	16
Gripopterygidae													
♀*	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Paragripopteryx</i> Enderlein, 1909	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	5

*Fêmea de gênero não determinado.

Anexo 10. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) no Riacho Bom Retiro (PNT04).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Perlidae													
<i>Anacroneuria</i> Klapálek, 1909	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5
<i>Kempnyia</i> Klapálek, 1914	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	5
Gripopterygidae													
♀*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gripopteryx</i> Pictet, 1841	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Paragripopteryx</i> Enderlein, 1909	0	0	0	0	0	0	1	5	4	6	0	0	16
<i>Tupiperla</i> Froehlich, 1969	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	0	7	14

*Fêmea de gênero não determinado.

Anexo 11. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) na Cachoeira das Almas (PNT05).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Perlidae													
<i>Anacroneuria</i> Klapálek, 1909	3	3	5	0	0	1	1	0	0	3	0	2	18
<i>Kempnyia</i> Klapálek, 1914	1	4	1	0	0	0	1	2	0	0	3	0	12
Gripopterygidae													
<i>Gripopteryx</i> Pictet, 1841	11	1	1	0	1	1	0	1	1	0	2	2	21
<i>Paragripopteryx</i> Enderlein, 1909	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5	3	0	10
<i>Tupiperla</i> Froehlich, 1969	9	9	12	4	2	5	1	0	0	3	1	4	50

Anexo 12. Abundância e riqueza de Plecoptera durante o período do trabalho (fev. 2022 – jan. 2023) o Rio Archer (PNT10).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Perlidae													
<i>Anacroneuria</i> Klapálek, 1909	1	6	4	1	0	1	0	0	2	2	3	5	25
<i>Kempnyia</i> Klapálek, 1914	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	6
Gripopterygidae													
<i>Gripopteryx</i> Pictet, 1841	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
<i>Paragripopteryx</i> Enderlein, 1909	0	1	0	0	0	0	1	1	1	3	1	1	9
<i>Tupiperla</i> Froehlich, 1969	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3

Anexo 13. Abundância das ordens de insetos terrestres durante o ano de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023) no Rio Tijuca (PNT01).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Diptera	206	317	125	76	72	365	169	208	297	162	221	267	2485
Coleoptera	143	47	27	25	0	5	34	19	6	5	23	39	373
Hymenoptera	12	51	11	12	3	4	2	6	6	3	25	18	153
Lepidoptera	5	6	3	3	1	0	2	4	3	0	3	5	35
Hemiptera	0	12	2	0	0	1	1	0	0	1	2	3	22
Isoptera	0	0	0	0	0	0	0	45	1	0	0	0	46
Psocodea	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0	1	0	7
Collembola	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
Orthoptera	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Dermaptera	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Blattodea	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Anexo 14. Abundância das ordens de insetos terrestres durante o ano de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023) no Riacho Bom Retiro (PNT04).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Diptera	351	1055	1031	502	136	472	102	223	201	367	71	358	4869
Coleoptera	33	79	107	21	7	5	11	46	16	44	22	31	422
Hymenoptera	23	80	26	4	43	13	4	13	1	10	10	36	263
Lepidoptera	3	20	42	2	20	13	2	1	2	0	1	3	109
Hemiptera	2	16	3	2	2	4	1	4	1	6	4	4	49
Isoptera	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9
Psocodea	0	0	0	1	0	2	0	1	0	2	0	5	11
Orthoptera	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Neuroptera	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5
Dermaptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Blattodea	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Anexo 15. Abundância das ordens de insetos terrestres durante o ano de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023) na Cachoeira das Almas (PNT05).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Diptera	1232	1067	1437	387	332	588	204	139	315	205	307	423	6636
Coleoptera	59	45	78	19	4	9	16	19	14	13	32	6	314
Hymenoptera	8	32	17	3	15	8	0	4	3	5	2	19	116
Lepidoptera	7	14	18	1	7	4	0	0	4	2	1	1	59
Hemiptera	35	5	1	5	0	1	1	1	0	1	7	0	57
Isoptera	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	17
Psocodea	0	0	0	1	0	3	0	1	0	2	1	4	12
Collembola	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3
Orthoptera	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dermaptera	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Anexo 16. Abundância das ordens de insetos terrestres durante o ano de estudo (fevereiro de 2022 a janeiro de 2023) no Rio Archer (PNT10).

Táxons	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Total
Diptera	463	827	842	346	305	367	198	109	287	255	412	359	4770
Coleoptera	41	115	122	12	17	8	7	58	8	28	62	45	523
Hymenoptera	19	45	24	14	12	24	1	7	4	5	15	16	186
Lepidoptera	6	13	17	2	2	4	3	1	6	2	4	2	62
Hemiptera	2	1	7	0	0	2	0	4	1	1	3	2	23
Isoptera	0	0	1	0	0	0	0	27	0	0	1	0	29
Psocodea	0	0	4	0	0	2	1	2	1	4	1	3	18
Collembola	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Orthoptera	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Neuroptera	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Blattodea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1