

MINISTÉRIO DA SAÚDE  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
INSTITUTO OSWALDO CRUZ

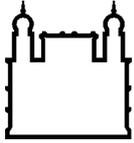
Mestrado Acadêmico em Biodiversidade e Saúde

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA SIMULIOFAUNA (DIPTERA:  
SIMULIIDAE) EM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO  
ZONEAMENTO AMBIENTAL DO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA  
BRANCA, RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL**

ARION TULIO ARANDA

Rio de Janeiro

18 de setembro de 2017



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

**INSTITUTO OSWALDO CRUZ**  
**Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde**

*ARION TULLIO ARANDA*

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA SIMULIOFAUNA (DIPTERA:  
SIMULIIDAE) EM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO  
ZONEAMENTO AMBIENTAL DO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA  
BRANCA, RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Instituto Oswaldo  
Cruz como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Mestre em Biodiversidade e Saúde

**Orientadora:** Dra. Marilza Maia Herzog

**Co-Orientadora:** Dra. Érika S. do Nascimento Carvalho

Rio de Janeiro

18 de setembro de 2017

Aranda, Arion Tulio .

COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA SIMULIOFAUNA (DIPTERA: SIMULIIDAE) EM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO ZONEAMENTO AMBIENTAL DO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA, RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL / Arion Tulio Aranda. - Rio de janeiro, 2017.  
122 f.; il.

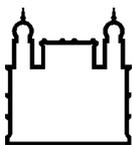
Dissertação (Mestrado) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, 2017.

Orientadora: Marilza Maia Herzog.

Co-orientadora: Érika Silva do Nascimento Carvalho.

Bibliografia: f. 104-118

1. Simulium. 2. Lutzsimulium. 3. biodiversidade. 4. inventário urbano. 5. mata costeira. I. Título.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## INSTITUTO OSWALDO CRUZ

### Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

**AUTOR: ARION TULIO ARANDA**

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA SIMULIOFAUNA (DIPTERA: SIMULIIDAE)  
EM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO ZONEAMENTO AMBIENTAL  
DO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA, RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL**

**Orientadora:** Dra. Marilza Maia Herzog

**Co-Orientadora:** Dra. Érika S. do Nascimento Carvalho

**Aprovada em:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### **EXAMINADORES:**

**Prof. Dr. Anthony Érico da Gama Guimarães - Presidente** (IOC/Fiocruz)

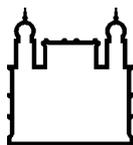
**Prof. Dr. Leonardo Henrique Gil Azevedo** (MN/UFRJ)

**Prof. Dr. Rubens Pinto de Mello** (UFRRJ)

**Prof. Dra. Elizabeth Ferreira Rangel - Suplente** (IOC/Fiocruz)

**Prof. Dra. Samanta Cristina das Chagas Xavier - Suplente e Revisora** (IOC/Fiocruz)

Rio de Janeiro, 18 de setembro de 2017



Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**

**Fundação Oswaldo Cruz**

**Anexar a cópia da Ata que será entregue pela SEAC já assinada.**

Este trabalho é dedicado a memória do Professor Manoel Leslle Pinto Aranda, por sua espontânea, intensa e inevitável influência na minha vida, como meu pai, meu amigo e meu mestre.

## **AGRADECIMENTOS**

À Marilza Maia Herzog, por sua orientação, direcionamento e aconselhamento durante a condução deste estudo e no decurso dos últimos 13 anos, por toda sua generosidade e parceria, sobretudo, pela grande amiga e madrinha profissional por quem tenho tanto apreço e débitos impagáveis;

À Érika Silva do Nascimento Carvalho por sua orientação, disponibilidade e compartilhamento de tantos e diferentes saberes, que tornaram essa trajetória uma experiência genuinamente enriquecedora;

À auto-intitulada “Equipe da Pedra Branca”: José Rodrigues Gomes, Anderson Calvet, Vinicius Santos, Thaise Melo, Fabiana Chimes e Virgínia Codá, por toda generosidade e dedicação a este estudo. Sem vocês este trabalho não teria sido possível. Nunca irei me esquecer disso;

Aos amigos do LSO, pelo convívio diário e fraterno, pela partilha de experiências, trabalhos de campo e bancada e por toda parceria e êxitos alcançados: Ana Carolina Valente, Antônio Paulino Luna-Dias, Claudia Rodrigues, Rafael Nobre, Raquel Cesário, Vanessa de Souza Vaz e Vladimir do Vale. Agradeço ainda ao Vladimir pela participação em duas coletas na etapa de reconhecimento da área;

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde e secretaria da PPGBS pela compreensão, acessibilidade e orientação, sempre que necessário;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, aqui representados pelos amigos Marcio Felix, Paulo D’Andrea e Samanta Xavier, que propuseram disciplinas de alto valor formativo, acompanhadas de conteúdos da maior relevância. Agradeço também a Samanta pela valiosa contribuição como revisora deste estudo;

Aos professores Maria Luiza Bauer e Anthony Érico Guimarães pelas valiosas contribuições na etapa de qualificação deste estudo;

À Thais Gulias pela parceria e colaboração na confecção dos mapas;

Aos colegas de mestrado Cauan Antunes, Ingrid Machado e Rafael Dellamare, pela camaradagem e parceria nas disciplinas e ainda ao Cauan, pela foto da capa deste estudo e pela participação na coleta de reconhecimento da vertente Leste;

Ao Instituto Estadual do Ambiente - INEA, pela emissão da licença de coleta e ainda a sua Gerência de Geoprocessamento e Estudos Ambientais pelo compartilhamento dos arquivos .shp utilizados para confecção dos mapas da área de estudo;

Aos pilotos e amigos Altair e Elinaldo, que fizeram questão de nos acompanhar pelos caminhos da Pedra Branca e que nos conduziram com profissionalismo e em segurança por todas as quebradas;

À família Aranda por serem “fatores ambientais dos mais significativos” na minha vida. Aos grandes amigos de toda a vida, que são a família que a gente escolhe e aos Fernandes Lopes, família que me acolheu com tanto carinho;

À Patrícia Fernandes Lopes, amor da vida, morena de olhos feiticeiros que é meu prumo, meu norte, vento de minhas velas e meu porto seguro... Faltam-me palavras para te dizer tudo o que gostaria. Obrigado por todo suporte, carinho e cuidado. Amo você com força!!!

Ao Yuri Lopes Aranda, amor da vida, primeiro de seu nome, protetor do reino, fonte de inspiração e alegria genuínas, cujo abraço apertado é o melhor lugar que conheço em todo mundo.

A todas as pessoas envolvidas na geração e transmissão de conhecimento científico no Brasil e aquelas que, nas mais diversas áreas de atuação, não deixam de fazer sua parte na militância por um projeto de nação que valorize ciência e educação;

Agradeço imensamente a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste estudo.

“Dou respeito às coisas desimportantes e aos seres  
desimportantes. Prezo insetos mais que aviões.  
Prezo a velocidade das tartarugas mais que a dos mísseis.  
Tenho em mim um atraso de nascença.  
Eu fui aparelhado para gostar de passarinhos.  
Tenho abundância de ser feliz por isso.  
Meu quintal é maior do que o mundo. Sou um apanhador de  
desperdícios

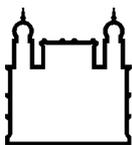
...

Passava o dia ali, quieto. No meio das coisas miúdas  
E me encantei.

...

Agora não quero mais saber de nada, só quero aperfeiçoar o  
que não sei”.

Manoel de Barros  
(1916-2014)



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## INSTITUTO OSWALDO CRUZ

### COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA SIMULIOFAUNA (DIPTERA: SIMULIIDAE) EM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO ZONEAMENTO AMBIENTAL DO PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA, RIO DE JANEIRO, BRASIL

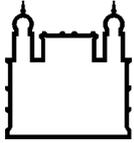
#### RESUMO

#### DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIODIVERSIDADE E SAÚDE

Arion Tulio Aranda

Os simulídeos (Diptera: Simuliidae) são insetos incriminados como vetores de diversos agentes etiológicos, que impactam a saúde humana e animal. Desempenham relevante função ecológica, considerando seu complexo ciclo de vida, com fases de imaturos em ambientes lóticos e adulta alada, sendo a fêmea hematófaga. Possuem ampla distribuição geográfica e são susceptíveis a ação antrópica, que altera sua dinâmica populacional, selecionando espécies generalistas, em detrimento de outras mais sensíveis, com potencial utilização como bioindicadores ambientais. Este estudo é uma iniciativa pioneira para o conhecimento da simuliidofauna da região do Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB, a maior floresta protegida em área urbana do mundo, com 12.400ha. Considerando a carência de estudos sobre simulídeos nas drenagens costeiras do estado do Rio de Janeiro, foi determinada a composição da simuliidofauna nas cercanias do PEPB. Para tanto, foram definidos vinte pontos de captura em seu zoneamento ambiental, considerando as áreas urbana, de amortecimento e de conservação, onde foram coligidos imaturos de simulídeos em coletas mensais, por período anual. Os dados bióticos e abióticos mensurados foram registrados e inseridos em uma matriz de dados para os estudos e análises estatísticas - de diversidade biológica por zoneamento ambiental e vertentes; análises multivariada para identificação de fatores ecológicos determinantes dos padrões de distribuição, sazonalidade, riqueza e abundância da fauna na área de estudo, ao longo do gradiente hipsométrico de suas principais bacias hidrográficas. Foram triados e contabilizados 42.200 exemplares, sendo 23.810 larvas imaturas, 3491 larvas de último ínstar e 243 casulos vazios identificados provisoriamente como *Simulium* sp. Ao epíteto específico foram identificados 14.656 exemplares, entre pupas e adultos, relacionados a dois gêneros, cinco subgêneros e 19 espécies válidas, destas espécies cinco representam novos registros de Simuliidae para o município e um novo registro para o estado do Rio de Janeiro. Parte do material coletado foi depositado na Coleção de Simulídeos do IOC–CSIOC, totalizando 3569 lotes, disponíveis para consulta na página eletrônica da coleção, ou na rede *speciesLink*. Dos dezoito fatores ambientais analisados, onze se mostraram significativos para a distribuição espacial dos simulídeos no PEPB, considerando que nível de esgoto, cobertura vegetal, pH e zoneamento ambiental são os fatores relacionados à ação antrópica na área, indicando que a assembleia de simulídeos apresenta relevância em estudos sobre a saúde ambiental em áreas de preservação da Mata Atlântica.

Palavras Chave: *Simulium*, *Lutzsimulium*, biodiversidade, inventário urbano, mata costeira.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## INSTITUTO OSWALDO CRUZ

### COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF BLACK FLIES FAUNA (DIPTERA: SIMULIIDAE) IN ATLANTIC FOREST REMAINING IN THE ENVIRONMENTAL ZONING OF PARQUE ESTADUAL DA PEDRA BRANCA, RIO DE JANEIRO, BRASIL

#### ABSTRACT

#### MASTER DISSERTATION IN BIODIVERSITY AND HEALTH

Arion Tulio Aranda

Blackflies (Diptera: Simuliidae) are insects incriminated as vectors of several etiological agents that affect human and animal health. They play a relevant ecological function, considering their complex life cycle, with immature phases in lotic environments and aerial adults, being the females of hematophagic habits. They have a wide geographic distribution and are susceptible to anthropic action, which can change their population dynamics, selecting opportunistic species, to the detriment of others more sensitive, with potential use as environmental bioindicators. This study is a pioneering initiative for the knowledge of the black fly of the region of Pedra Branca State Park - PEPB, the largest protected forest in urban area of the world, with 12,400 ha. Considering the lack of blackfly studies in the coastal drains of the State of Rio de Janeiro, was determined the composition of the Simuliidae fauna in the vicinity of the PEPB. Therefore, 20 collection sites were defined in their environmental zoning, considering urban areas, buffer zone and conservation areas, where immature forms of Simuliidae were collected, in monthly collections, during one year. The measured biotic and abiotic data were recorded and inserted in a data matrix for the studies and statistical analyzes - of biological diversity by environmental zoning and slopes; Multivariate analysis to identify ecological factors determining distribution patterns, seasonality, fauna richness and abundance in the studied area, over the hypsometric gradient of its main hydrographic basins. A total of 42,200 specimens were sorted and counted, being 23,810 immature larvae, 3,491 mature larvae and 243 empty cocoons provisionally identified as *Simulium* sp. To the specific level, 14,656 specimens were identified; pupae and adults, belonging to two genera, four subgenera and 19 valid species, being five species new records of Simuliidae for the municipality and a new record for the Rio de Janeiro State. Part of the collected material was deposited in the Collection of Simuliidae from IOC- CSIOC, totalizing 3569 lots, available for consultation at CSIOC's electronic page, or at *speciesLink* website. From the 18 environmental factors analyzed, 11 were significant for blackfly spatial distribution in the PEPB. Considering that sewage level, vegetation cover, pH and environmental zoning are the factors related to the anthropic action in the area, this indicates that the assembly of Simuliidae are relevant in studies regarding environmental health in areas of preservation of the Atlantic Forest.

Keywords: *Simulium*, *Lutzsimulium*, biodiversity, urban inventory, coastal forest.

## ÍNDICE

RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XI
1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Aspectos Biotaxonômicos da Família Simuliidae Newman (1834).....	19
1.2 Aspectos Bioecológicos.....	25
1.3 Simulídeos e o Monitoramento Ambiental.....	27
1.4 Caracterização da Área Urbana e sua Interface com as Florestas Protegidas da Cidade do Rio de Janeiro.....	31
1.4.1 Do Sertão Carioca ao Mosaico de Áreas Protegidas.....	32
1.4.2 O Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB.....	35
1.5 Justificativa.....	39
2 OBJETIVOS.....	42
2.1 Objetivo Geral.....	42
2.2 Objetivos Específicos.....	42
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.1 Caracterização da área de estudo e coleta de exemplares.....	43
3.2 Registro das informações .....	47
3.3 Fluxo de material biológico pós-coleta.....	49
3.4 Análises de dados.....	50
3.4.1 Riqueza específica.....	50
3.4.2 Índice de diversidade biológica.....	51
3.4.3 Análise de Coocorrência Entre as Espécies.....	51
3.4.4 Análise de Substrato.....	52
3.4.5 Análise de Correspondência Canônica.....	52
3.4.6 Análise espacial .....	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1 Descritivo ilustrado dos pontos criadouros investigados no PEPB, nos pontos P1 a P20, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	55
4.2 Resultados Biotaxonômicos Comparativos.....	65
4.3 Espécies encontradas no entorno do PEPB.....	68
4.4 Análises Multivariadas.....	77

4.5	Mapas de ocorrência das espécies de Simuliidae no entorno do PEPB.....	85
5	PERSPECTIVAS.....	102
6	CONCLUSÕES.....	103
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
	Anexo 1 – Licença de Coleta SISBIO nº 13770-1.....	119
	Anexo 2 – Licença de Coleta INEA nº 036/2015.....	120
	Anexo 3 – Formulário POP-LSO-T004-001-Rev00 - Ficha de Coleta de Simulídeos.....	121
	Anexo 4 – Formulário POP-LSO-T005-001-Rev01 - Ficha de Triagem e Identificação.....	122

## ÍNDICE DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1: Tipos de casulo do gênero <i>Simulium</i> : A- casulo tipo chinelo de <i>S. incrustatum</i> e B- casulo tipo sapato de <i>S. empascae</i> . As margens da abertura dos casulos estão evidenciadas em vermelho.....	23
Figura 2: Aspecto geral da cabeça e tórax do macho (A) e fêmea (B) de <i>Simulium limbatum</i> , com destaque para a área da fronte na cabeça da fêmea.....	24
Figura 3: Mapa de localização da área de Estudo - Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.....	35
Figura 4: Pontos de coleta de simuliídeos investigados nas principais vertentes e bacias hidrográficas, ao longo do zoneamento ambiental do Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	43
Figura 5: (A) Coleta de imaturos na área de estudo em substrato rochoso. (B) Colônia exposta de imaturos de Simuliidae.....	46
Figura 6: P1- Córrego tributário do Baixo Rio da Prata.....	55
Figura 7: P2- Cachoeira Sagrada do Rio da Prata.....	55
Figura 8: P3- Córrego tributário da margem direita do Rio da Prata.....	56
Figura 9: P4- Cachoeira dentro do PEPB.....	56
Figura 10: P5- Córrego do Buraco Quente.....	57
Figura 11: P6- Córrego tributário da margem direita do Rio Portinho.....	57
Figura 12: P7- Córrego da Toca Grande.....	58
Figura 13: P8- Alto curso do Rio Paineiras.....	58
Figura 14: P09- Médio curso do Rio Paineiras.....	59
Figura 15: P10- Baixo curso do Rio Paineiras.....	59
Figura 16: P11- Baixo Curso do Rio Camorim.....	60
Figura 17: P12- Rio Camorim, ao lado da Sede do PEPB.....	60
Figura 18: P13- Alto Córrego Engenho Novo.....	61
Figura 19: P14- Baixo curso do Córrego do Engenho Novo.....	61
Figura 20: P15- Alto Rio Grande.....	62
Figura 21: P16- Médio curso do Rio Grande.....	62
Figura 22: P17- Baixo curso do Rio Grande.....	63
Figura 23: P18- Córrego tributário da margem Esquerda do Rio Pequeno.....	63
Figura 24: P19- Rio Piraquara.....	64
Figura 25: P20- Rio Sarapuí.....	64
Figura 26: Gráfico com percentual de exemplares coletados no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	65

Figura 27: Exemplos identificados por ponto de coleta nas vertentes Norte, Leste e Sul do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	66
Figura 28: Parasitismo e má formação de imaturos de simuliídeos em área urbana do PEPB.....	67
Figura 29: Conjunto de espécies registradas no Zoneamento Ambiental do Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	70
Figura 30: Abundância relativa e riqueza específica dos simuliídeos encontrados ao longo do zoneamento ambiental do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	71
Figura 31: Número de exemplares por espécies de simuliídeos encontrados ao longo do zoneamento ambiental do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	72
Figura 32: Número de exemplares por espécies de simuliídeos coletados ao longo das vertentes analisadas do PEPB, RJ, Brasil.....	74
Figura 33: Estimativa de Riqueza para os pontos P8 a P20, do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	74
Figura 34: Distribuição anual das espécies de simuliídeos durante as coletas mensais nas vertentes Norte, Leste e Sul, PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.....	76
Figura 35: Coocorrência específica de Simuliidae por escalonamento multidimensional não métrico, PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	77
Figura 36: Pilha de folhas soltas, colonizadas por imaturos de simuliídeos, PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.....	78
Figura 37: Exemplos de colonização de imaturos em substrato natural e substrato artificial.....	79
Figura 38: Análise de substratos colonizados por espécies de Simuliidae por escalonamento multidimensional não métrico, PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	80
Figura 39: Análise de Correspondência Canônica entre as espécies de Simuliidae e os fatores abióticos por vertentes Norte, Leste e Oeste, PEPB, RJ, Brasil, 2015-2016.....	83
Figura 40: Mapa de distribuição de Simuliidae no PEPB e densidade de exemplares coletados nas vertentes Norte, Leste e Sul, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	86
Figura 41: Distribuição de <i>Lutzsimulium hirticosta</i> no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	87
Figura 42: Distribuição <i>S. anamariae</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	87
Figura 43: Distribuição <i>S. botulibranchium</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	88

Figura 44: Distribuição <i>S. brachycladum</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	88
Figura 45: Distribuição <i>S. clavibranchium</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	89
Figura 46: Distribuição <i>S. distinctum</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	89
Figura 47: Distribuição <i>S. empascae</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	90
Figura 48: Distribuição <i>S. inaequale</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	90
Figura 49: Distribuição <i>S. incrustatum</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	91
Figura 50: Distribuição <i>S. limbatum</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	91
Figura 51: Distribuição <i>S. lobatoi</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	92
Figura 52: Distribuição <i>S. perflavum</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	92
Figura 53: Distribuição <i>S. pertinax</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	93
Figura 54: Distribuição <i>S. rubrithorax</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	93
Figura 55: Distribuição <i>S. scutistriatum</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	94
Figura 56: Distribuição <i>S. spinibranchium</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	94
Figura 57: Distribuição <i>S. subnigrum</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	95
Figura 58: Distribuição <i>S. subpallidum</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	95
Figura 59: Distribuição <i>S. travassosi</i> , no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	96
Figura 60: Registro da ocorrência de <i>S. incrustatum</i> (A) e <i>S. limbatum</i> (B) nos pontos do Rio Paineiras (P8 a P10), na vertente Sul do PEPB.....	99

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação dos fatores ambientais Cobertura Vegetal e Nível de Esgoto e respectivos gradientes arbitrados para os pontos de coleta do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	48
Tabela 2: Pontos-criadouros investigados (P1 a P38) e amostrados nas coletas sistemáticas mensais (P1 a P20), no entorno do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	53
Tabela 3: Espécies identificadas por pontos criadouros nas vertentes nas vertentes Norte, Leste e Sul, PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	66
Tabela 4: Espécies de Simuliidae listadas por gênero, subgênero e presença por vertente no entorno do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	68
Tabela 5: Média anual das variáveis ambientais aferidas para os pontos criadouros analisados, nas vertentes Norte, Leste e Sul no zoneamento ambiental do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.....	69
Tabela 6: Relação entre os substratos de origem e a totalidade de exemplares de simulídeos identificados do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, coletados entre julho de 2015 e novembro de 2016.....	81
Tabela 7: Análise de Correspondência canônica no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.....	82

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CCA	<i>Canonical Correspondence Analyses</i> , ou Análise de Correspondência Canônica
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CSIOC	Coleção de Simulídeos do IOC
EVA	<i>Ethylene Vinyl Acetate</i> (etileno acetato de vinila)
GPS	<i>Global Positioning System</i> (ou Sistema de Posicionamento Global)
ha	Hectare
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPLANRIO	Instituto de Planejamento da Cidade do Rio de Janeiro
LSO	Laboratório de Simulídeos e Oncocercose
NMDS	<i>Nonmetric Multidimensional Scaling</i> (Escalonamento Multidimensional Não Métrico)
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i> (Reação em cadeia de polimerase)
PEPB	Parque Estadual da Pedra Branca
pH	Potencial de Hidrogênio
PNT	Parque Nacional da Tijuca
POP	Procedimento Operacional Padrão
PR	Paraná
RJ	Rio de Janeiro
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SIBBR	Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
UC	Unidade de Conservação
WGS84	<i>World Geodesic System 1984</i> (Sistema Geodésico Mundial)
ZA	Zona de Amortecimento
ZC	Zona de Conservação
ZP	Zona de Preservação
ZU	Zona Urbana

---

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Aspectos Biotaxonômicos da Família Simuliidae NEWMAN (1834)

Os simulídeos são pequenos insetos holometábolos, de corpo compacto e tórax convexo, com perfil bastante arqueado, apresentando asas largas e de maior complexidade na venação anterior. Podem ser diferenciados dos demais Diptera pela seguinte combinação de características: (1) olhos do macho com omatídeos superiores maiores que os inferiores; (2) asa fortemente alargada na base; (3) pupa protegida por casulo construído pela larva de último ínstar, apresenta par de filamentos branquiais multi-ramificados; (4) larva de corpo cilíndrico com presença do esclerito anal no final do corpo (Adler et al., 2004). Apresentam ciclo de vida aquático na fase imatura e se desenvolvem em ecossistemas de águas continentais, como córregos e rios de água doce, representando um grupo bastante expressivo nos estudos sobre macroinvertebrados aquáticos, em ambientes lóticos.

Com várias denominações no Norte e Centro-oeste do Brasil, os simulídeos são conhecidos popularmente como piuns - do Tupi *Pi'um* = “pele negra” (Bodart & Marchiori, 2014) o qual, segundo Lutz (1917), seria a designação para as espécies pequenas dos sistemas fluviais do Amazonas. Entre os índios Yanomamis do Alto Rio Negro são diferenciados de outros dípteros hematófagos, que os denominam especificamente por *Pareto*. No Nordeste, Sudeste e Sul do país, os simulídeos são conhecidos como borrachudos, cujo nome deriva de borracho, “aquele que bebe muito” (Corrêa, 1936).

Os borrachudos são classificados taxonomicamente como pertencentes a ordem Diptera, infra-ordem Culicomorpha, superfamília Chironomoidea - que agrega as famílias Ceratopogonidae, Chironomidae e Simuliidae. No entanto, as relações evolutivas entre os clados componentes desta superfamília ainda não estão totalmente esclarecidos, ainda que algumas análises filogenéticas atuais suportem o monofiletismo das famílias. Conforme indica Gil-Azevedo et al. (2012) para a região Neotropical dados sobre as relações evolutivas entre os grupos de espécies de Simuliidae são escassos, as diagnoses para os subgêneros são insatisfatórias e tanto a nomenclatura como a sistemática apresentam divergências quanto aos níveis supraespecíficos (Py-Daniel & Sampaio 1995, Coscarón et al., 2008, Shelley et al., 2010), gerando ambiguidade, quanto a utilização de mais de um nome para o mesmo epíteto específico.

Basicamente alguns autores defendem que os subgêneros Neotropicais de *Simulium* sejam elevados à categoria de Gênero. No entanto, conforme argumenta Hamada & Adler (2001), como o gênero *Simulium* é cosmopolita, as revisões taxonômicas deveriam ser mais abrangentes. Diante dessa perspectiva, haveria grande probabilidade de *Simulium* não ser monofilético, o que também poderia ser esperado para alguns de seus subgêneros.

Portanto, para efeito da presente dissertação é seguida a classificação indicada na última atualização da lista de espécies de Simuliidae do mundo, de Adler & Crosskey (2017), que indica a presença do grupo em todas as regiões biogeográficas, exceto na Antártida, totalizando atualmente 2.219 espécies nominalmente válidas, das quais 92 espécies registradas para o Brasil.

No país, imaturos de simúlídeos são encontrados nos principais ecossistemas continentais brasileiros e seus criadouros podem ser observados em ambientes fluviais lóticos, em locais de alta drenagem associados aos substratos rochoso, vegetal, artificial e ao folhiço represado. Já a fase adulta é alada (estágio reprodutor), de vida terrestre (Nascimento, 2016), se alimentam de exudados vegetais, mas as fêmeas podem se alimentar de sangue de vertebrados (Service, 2004), fonte essencial de nutrientes para o desenvolvimento de seus oócitos (Danks, 2004). Em geral os adultos são encontrados em áreas silvestres, em ambientes próximos a rios e córregos, entretanto sua capacidade de vôo, que pode ser muito influenciada por várias características ambientais e climáticas, como, por exemplo, em áreas mais abertas por falta de obstáculos, o vento pode ser também um facilitador para alcance de grande dispersão pelos adultos, onde Service (2004) registra distâncias de até 15km para espécies da Américas Central e do Sul. Castello Branco Jr. (1994) registrou dispersão de até 4Km para *Simulium pertinax* Kollar 1832, uma das espécies mais amplamente distribuídas no Brasil.

Entretanto é notório que apesar da relativa dispersão pelo vôo, a distribuição continental de Simuliidae está restrita a áreas nas quais há condições apropriadas de habitat para o desenvolvimento de imaturos em ambientes lóticos, sendo esta fase a mais importante para a estratégia de colonização do grupo para regiões tropicais. Kiel et al. (1998) já indicavam que uma das características mais notáveis da biologia das larvas é o rápido potencial colonizador de novos substratos, onde algumas espécies alcançam em poucas horas densidades de centenas de indivíduos por 100cm<sup>2</sup>.

## CICLO DE VIDA

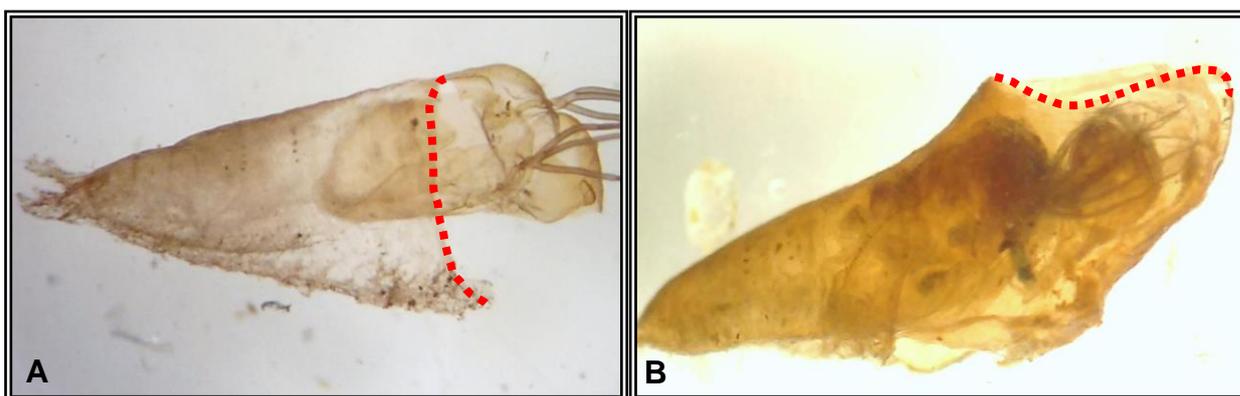
Os borrachudos são circadianos, sendo assim seu ciclo biológico é influenciado principalmente pela variação de luz e temperatura. São ativos durante o dia e nutrem-se de seiva de plantas, mas as fêmeas precisam de maior aporte protéico para amadurecimento de seus ovos. Assim, logo após a fecundação apresentam intensa atividade hematofágica até que, completamente ingurgitadas, partam em busca de local protegido para que a alimentação sanguínea seja completamente digerida, aguardando por até três dias a assimilação dos nutrientes e maturação dos ovos, em regiões tropicais (Service, 2004). Conforme relata Nascimento-Carvalho (2016) a oviposição das fêmeas varia conforme a espécie, com posturas individuais ou em massa – de 100 a 600 ovos/postura – bem como a escolha de tipos de criadouro e substrato. Em geral submergem o ápice do abdômen para oviporem em substratos mais superficiais, mas segundo Service (2004) algumas espécies são ágeis o bastante para rastejar sob a linha d'água e oviporem em substratos que estejam submersos. Lutz (1910) já relatava que as desovas ficam altamente aderidas aos substratos e expostos ao relento das águas, mas Nascimento-Carvalho (2016) faz notar que estes ovos até a maturação, ficam úmidos e parcialmente submersos, expostos na superfície da água ou na zona de respingo, para que estejam seguros contra predadores e submerjam gradualmente na cadência do fluxo de água corrente.

Os ovos são subtriangulares e elipsóides, com comprimento entre 0,15 a 0,4mm e escurecem durante a maturação, que pode variar entre dois a quatro dias para muitas espécies tropicais (Service, 2004). Embora os ovos sejam sensíveis à dissecação, em condições naturais podem entrar em diapausa. Foi relatado por Norris (1991) para a Austrália, que nos rios intermitentes em época de seca, os ovos de *Austrosimulium pestilens* Mackerras & Mackerras, 1948 são capazes de entrar em estado de diapausa e permanecerem viáveis por até dois anos e meio na lama úmida do leito do rio, até a próxima estação de cheia. Segundo Rubtsov (1990) nas regiões mais frias, de latitudes temperadas ou de grandes altitudes, quando há congelamento das águas dos rios nos criadouros de simuliidae é observado que os ovos da maioria das espécies permanecem em diapausa até o degelo das águas, quando começa a eclosão de larvas e início primavera. Normalmente a maturação dos ovos ocorre no período de três a 12 dias, mas depende da temperatura. Para este estágio são poucos os trabalhos encontrados na literatura relacionados à biologia, morfologia, ou sua aplicação em estudos taxonômicos. (Service, 2004).

As larvas apresentam o corpo cilíndrico com cabeça bem diferenciada do corpo, forma bastante diferenciada da observada em outros dípteros. A cabeça possuiu par de pentes cefálicos, cuja finalidade é filtrar por retenção detritos e microrganismos em suspensão na água, que são levados à boca com auxílio das mandíbulas e maxilas (Cunha, 2001). No tórax a larva é caracterizada pelas presenças no protórax - da propata, uma pequena projeção ventral e cilíndrica, cuja borda é circundada por fileiras de diminutos ganchos; e um par de histoblastos branquiais laterais. No abdome pode ser observado em seu tegumento, por projeção interna, um par de glândulas salivares longitudinais que se estendem até o disco anal na região distal do corpo (Coscarón, 1981). A larva é comumente encontrada fixa ao substrato pelo disco anal, com o auxílio de sua borda circundada de ganchos e pela projeção de fios de seda de alta adesão, produzida pelas glândulas salivares. As larvas podem se dispersar rio abaixo, como exposto por McCafferty (1983), sempre no sentido da correnteza em resposta às condições adversas, bem como na troca de micro-habitat, na busca por melhores fluxos de alimento. Entretanto as larvas são capazes desta dispersão pelo alto poder de adesão e resistência dos fios de seda secretados pelas glândulas salivares, que são suficientemente fortes para que as larvas resistam as turbulências em seus criadouros e não sejam carreadas pela correnteza indefinidamente. Este tipo de colonização propicia a rápida dispersão em água corrente é resultado de processo evolutivo de simuliidae (Service, 2004). No micro-habitat de seu substrato a larva é ainda capaz de discreta movimentação, que é feita como os usos alternados do disco anal e da propata - que em conjunto promovem movimento alternado semelhante ao das lagartas medepalms (Coscarón, 1981; Rubtsov, 1990; Lehane, 1991; Cunha, 2001).

As larvas em Simuliidae podem apresentar de seis a onze estádios bem marcados por ecdises, sendo sete o número mais recorrente de estádios para o grupo (Service, 2008). Quando o último estágio é atingido, se torna evidente na região anterolateral do protórax um par de histoblastos branquiais, que são os homólogos aos filamentos brânquias da pupa. A larva madura antes de empupar utiliza os fios de seda para tecer o casulo protetor da pupa preso ao substrato, caracterizando o último estágio imaturo. A fixação do casulo ao substrato ocorre de duas formas: por expansões laterais (se fixa com a parte interna do teto do casulo) ou por abas de adesão (se fixa com a parte externa do teto do casulo) (Crosskey, 1990; Stuart & Hunter, 1998).

A pupa é constituída pelo casulo protetor e pelo indivíduo que se desenvolve dentro do exoesqueleto, que está presa a este casulo, onde continuará sua metamorfose até a fase adulta. Esta exúvia é bem marcada por duas regiões distintas, cefalotórax e abdome. O cefalotórax é dividido em uma cápsula cefálica e uma cápsula torácica. A cápsula torácica apresenta um par de filamentos brânquias, que variam em número, forma, textura e configuração (Crosskey 1990; Stuart & Hunter, 1998; Gil-Azevedo et al., 2005). Normalmente a trama do casulo é de estrutura simples revestindo externamente parte da exúvia da pupa. Contudo em *Simulium* o casulo é bem definido por espécie, apresentando vários tipos de forma, tramas, além das bordas variadas com espessamentos, projeções e aberturas diversificadas (Rubtsov, 1990; Clifford, 1991; Gil-Azevedo et al., 2005). O casulo em *Simulium* pode apresentar a abertura voltada para frente, com as bordas aderidas ao substrato (casulo tipo chinelo – Figura 1A), ou abertura elevada, em relação ao substrato, voltada para cima (casulo tipo sapato – Figura 1B).



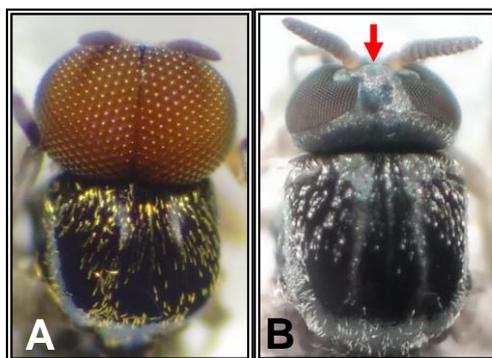
**Figura 1:** Tipos de casulo do gênero *Simulium*: **(A)** casulo tipo chinelo de *S. incrustatum* e **(B)** casulo tipo sapato de *S. empascae*. As margens da abertura dos casulos estão evidenciadas em vermelho.

A fase pupal tem duração de dois a seis dias e representa um período de aparente inércia, pois conforme observa Rubtsov (1990), representa uma etapa de grande transformação morfológica, sob influência direta de fatores externos, como temperatura e taxa de oxigênio, relevantes para seu desenvolvimento completo para a fase adulta. A exúvia da pupa está presa na final do casulo através dos seus ganchos abdominais, permitindo que a cápsula torácica com o seu par de filamentos branquiais e a cápsula cefálica fiquem apontadas para a borda de abertura do casulo, que estão fixados ao substrato e submersos na água. As aberturas dos casulos foram dispostas pela larvas hidrodinamicamente à favor do fluxo da

correnteza, de modo que os filamentos branquiais fiquem estirados para efetuarem as trocas gasosas, ainda permitindo que quando o adulto esteja maduro, rompa a cápsula cefálica da exúvia na região dorsal, e através da fenda em formato de “T”, possa emergir em uma bolha de ar, que o transporte até a superfície da água, ficando assim o adulto alado livre para voar e acasalar no ambiente terrestre (*in* Nascimento-Carvalho, 2016).

O estágio pupal é de grande valor taxonômico (Crosskey, 1990). Caracteres como o número e o formato dos filamentos branquiais e a forma do casulo são usados largamente para definição das espécies. Além disso, a exúvia pupal auxilia na identificação de adultos obtidos por emergência. A identificação das larvas de último estágio também é possível através da comparação entre os filamentos branquiais das pupas e das larvas dissecadas. Entretanto para os estudos específicos sobre a taxonomia da família Simuliidae são necessários um conjunto de caracteres presentes nas larvas, pupas e adultos. As características da larva mencionadas anteriormente, bem como a forma dos filamentos branquiais da pupa e complexidade do casulo apresentam muitos caracteres específicos utilizados nestes estudos.

Os adultos apresentam grande gama de coloração, entre o amarelo, alaranjado, castanho, cinzento e preto. Lutz (1910) já indicava a presença de variação de padrões no escudo torácico, com destaque para “reflexos claros, brilhos nacarados, manchas decorativas e pilosidade dourada, com variações conforme a espécie. Os simulídeos apresentam dimorfismo sexual acentuado, quer seja pela diferenciação nas estruturas da região terminal do abdome, melhor analisadas após dissecação e montagem entre lâmina e lamínula, ou pela evidente diferenciação dos omatídeos na cabeça dos machos, que se dispõem ao redor de toda a cabeça, sendo que exclusivamente na fêmea há uma região livre de omatídeos entre os olhos – a frente (figura 2).



**Figura 2:** Aspecto geral da cabeça e tórax do macho (A) e fêmea (B) de *Simulium limbatum*, com destaque para a área da frente na cabeça da fêmea.

## 1.2 Aspectos Bioecológicos

Em função da hematofagia das fêmeas, estes insetos apresentam importância médica e veterinária, como potenciais vetores de vários agentes etiológicos, dentre helmintos, bactérias, protozoários e vírus em animais vertebrados (Anderson, 1961; Cerqueira, 1967; Dalmat, 1955; Hamada, 1993; Lane, 1949; Pinto, 1931). O gênero *Simulium* spp. congrega espécies incriminadas na transmissão dos filarídeos agentes da oncocercose e da mansonielose no homem (Shelley, 1988), além de algumas zoonoses, tais como a encefalite equina e estomatite vesicular (Botero & Restrepo, 1992), oncocercose equina e bovina (Eberhard & Orihel, 1978), malária das aves – leucocitozoonose (Crosskey, 1990), a mixomatose de coelhos (*Apud* Mendez & Peterson, 1983) e a dirofilariose em ursos (Addison, 1980). No Canadá e Estados Unidos foram documentados casos de dirofilariose subcutânea em humanos transmitida por borrachudos (Beaver et al., 1987).

A oncocercose é um problema de saúde pública que merece destaque, pois acomete cerca de 18 milhões de pessoas no mundo, com maior ocorrência na África Subsaariana, com 30 países afetados (Akande, 2003). É uma doença endêmica também nas Américas onde se tem registro de focos nos México, Guatemala, Colômbia, Equador, Venezuela e Brasil (Rey, 1991), sendo que estes dois últimos países, ainda hoje, dividem na região amazônica relevante área epidemiológica de transmissão de Oncocercose – O foco Yanomami. Em geral, a transmissão da oncocercose no Brasil está relacionada ao foco endêmico no Território Yanomami, entre o noroeste de Roraima e o extremo norte do Amazonas (Moraes & Chaves, 1974), no entanto, a partir dos anos de 1980, um novo foco de transmissão da doença foi identificado na região Centro-Oeste do Brasil (Gerais & Ribeiro, 1986; Maia-Herzog et al., 1999), o que repercute na necessidade de ações permanentes de vigilância epidemiológica.

Ataques de picadas por simulídeos impactam a saúde e são bastante prejudiciais às atividades recreativas, extrativistas e rurais, como a produção pecuária e leiteira (Gaona & Andrade, 1999; Coscarón et al., 2011). Na região de Condrieu, nos Alpes franceses, em 1863, 80% da criação bovina pereceu em poucas horas, após um ataque de simulídeos, bem como, em 1923, na região entre a Transilvânia e a Valáquia (Romênia), uma infestação de *Simulium* spp. causou a morte de 16.000 animais domésticos em poucos dias (Delort, 1982). Em áreas de alta densidade populacional, os ataques de simulídeos podem justificar a adoção de medidas de controle, em função do grande incômodo causado pelo excesso de

picadas, que chegam a repercutir em problemas econômicos nas regiões agropecuárias do sul do país e nos balneários litorâneos do Sudeste ao longo da Serra do Mar, prejudicando a indústria do turismo (Araújo-Coutinho, 2009, Nascimento-Carvalho & Maia-Herzog, 2017).

Embora os primeiros estudos sobre a simuliofauna brasileira tenham ocorrido no estado do Rio de Janeiro e São Paulo, com os trabalhos de Adolfo Lutz (1903, 1909, 1910), a primeira descrição de Simuliidae no estado do Rio de Janeiro ocorreu antes da metade do século XIX (*Simulium pertinax* Kollar, 1832) de forma bastante precária, feita a partir de poucos exemplares fêmeas levadas para a Europa, provenientes de Ipanema, Rio de Janeiro (Gil-Azevedo & Maia-Herzog, 2009).

Apesar de outros trabalhos para a região Sudeste do Brasil terem sido feitos, ainda existem grandes lacunas amostrais nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo sem registro na literatura, ou em coleções entomológicas representativas do grupo. Para o Brasil são listadas 92 espécies, das quais 38 chegaram a ser registradas para o Rio de Janeiro - o estado do sudeste brasileiro com o segundo maior número de espécies, sendo São Paulo o primeiro com 50 espécies registradas (Gil-Azevedo & Maia-Herzog, 2009; Bertazo et al., 2013). Atualmente, em função de revisões taxonômicas mais recentes, algumas dessas espécies foram sinonimizadas e segundo Adler & Crosskey (2017) são registradas 30 espécies para o estado do Rio de Janeiro.

Especificamente para o município do Rio de Janeiro foi encontrado um único artigo sobre levantamento sistemático de espécies, que relata a coleta de borrachudos e maruins (Diptera: Ceratopogonidae), no decorrer de um ano, correlacionando as frequências e atividade de hematofagia com as principais variáveis ambientais. No estudo é elencada a ocorrência de sete espécies válidas de simúlideos, coletadas na área de influência do Parque Nacional da Tijuca, nas cercanias da Represa dos Ciganos, (Maia-Herzog et al., 1988).

O registro mais antigo de simúlideos para a área analisada no presente estudo, o Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB, descreve a ocorrência “de mosquitos borrachudos (*Simulium pertinaz?*)” nas matas tropófilas (matas de alagados) da Baixada de Jacarepaguá, associados à árvore da família Dalbergieae, *Machaerium angustifolium*, denominada de João Bobo, ou árvore dos borrachudos, a qual conserva água das chuvas em seus interstícios, permitindo a proliferação dos insetos (Corrêa, 1936). Segundo o autor, este registro contraria R. Von Ihering, que destaca criadouros de borrachudos como restritos a águas correntes e

encachoeiradas. De fato, não há outro relato de criadouros de simúlideos para ambientes lênticos, ou de água estagnada, o que leva a crer que este relato seja alusivo a outros dípteros das famílias Ceratopogonidae, Culicidae, ou Psychodidae, o que poderia invalidar este registro de ocorrência. No entanto, mais adiante, o mesmo autor reafirma a ocorrência dos borrachudos e descreve sua ação hematofágica como extremamente incômoda, “tortura dos frequentadores destes alagados, dando a essa região misteriosa qualquer coisa de ambiente amazônico”. Este registro pode ser considerado, embora devam ser entendidos como criadouros dos borrachudos, não os alagados em si, mas as regiões à montante com maior dinâmica hídrica, desde os locais onde os córregos tributam nas lagoas, às suas nascentes nas áreas florestadas dentro da unidade de conservação.

Neste contexto de florestas protetoras de recursos hídricos em área urbana, muitos organismos podem ser utilizados como indicadores de impacto e associados a novos índices de integridade ambiental. Sua ausência, presença, ou aumento populacional repentino podem representar diferentes cenários decorrentes da ação antrópica. Para os ecossistemas aquáticos de águas interiores, como rios, córregos e lagoas de água doce, os macroinvertebrados representam um grupo com bastante expressividade nestes estudos, com destaque para os insetos, cujos representantes normalmente são formas imaturas, que se desenvolvem nos corpos d’água. Estudos nesta linha são frequentemente realizados para a região sudeste do Brasil (Baptista et al., 2001; Buss et al., 2002; Buss & Salles, 2007; Crisci-Bispo et al., 2007; Silveira, et al., 2005).

### **1.3 Simúlideos e o Monitoramento Ambiental**

Os problemas mais recorrentes que impactam o ambiente aquático são a liberação de dejetos domésticos e industriais, lixo e excesso de sedimentos, alterações na profundidade da água, seja pela captação de água, ou sedimentação, acumulação de metais pesados e outras substâncias tóxicas, que promovem a modificação da estrutura física, química e biológica dos ecossistemas (Shepp & Cummins, 1997). Como consequência desta interferência humana nos fatores abióticos, há perda da qualidade da água, diminuição da biodiversidade e alterações nos padrões de suas comunidades biológicas (Gutiérrez-Fonseca & Lorion, 2014).

Para tanto, o conhecimento sobre a distribuição e monitoramento da diversidade dos simúlideos nos cursos d’água são indispensáveis para que se possa

diferenciar padrões de abundância relativos a flutuações ambientais antropogênicas, daqueles provocados por processos naturais (Strieder et al., 2002), como por exemplo a flutuação temporal das populações que variam naturalmente, em decorrência do ciclo de vida das espécies associada às alterações sazonais. No entanto a ação antrópica pode exercer um importante papel na estrutura da comunidade, promovendo maior prevalência de espécies antropofílicas e consequente aumento dos ataques ao homem (Dellome-Filho, 1991, 1992).

Sistemas hídricos em área urbana, sobretudo os litorâneos compostos por microbacias costeiras, estão sujeitos a eutrofização e desflorestamento, o que pode causar desequilíbrio populacional das espécies de simúlídeos, favorecendo o desenvolvimento das larvas, embora a disponibilidade de nutrientes não seja o único fator capaz de interferir em sua abundância. Outras variáveis, como a baixa concentração de oxigênio podem desfavorecê-las, limitando sua área de dispersão (Castex et al., 1988).

Os simúlídeos podem ser bastante sensíveis às alterações ambientais promovidas pelo homem. No geral, apresentam respostas demográficas e dispersivas mais rápidas do que organismos com ciclos de vida mais longos. Podem ser amostrados em maior quantidade e em escalas mais refinadas do que os organismos maiores e sua conservação depende da conservação de habitats inteiros, além de uma compreensão mais apurada de suas atribuições na manutenção dos processos ecológicos, como na participação ativa da cadeia trófica aquática e terrestre (Lewinsohn et al., 2005).

Portanto, essa capacidade de resposta na composição e abundância das espécies de simúlídeos pode ser usada para indicar a degradação morfológica de córregos e rios (Feld et al., 2002), através da investigação e identificação de requisitos ambientais específicos, com maior influência na dispersão longitudinal das populações de borrachudos, ao longo do curso d'água (Lautenschläger & Kiel, 2005).

A potencial utilização dos simúlídeos como organismos bioindicadores de saúde ambiental é um conceito bem consolidado pela literatura para vários ecossistemas. Na Europa alguns trabalhos são identificados desde áreas frias na Zona Boreal, ao norte (Malmqvist et al., 2004), passando pelas florestas temperadas do centro e leste europeu, aos Chaparrales do Mediterrâneo. Um estudo sobre os simúlídeos do Rio Danúbio (Jedlička & Seitz, 2008) realizou um levantamento parcial das espécies de borrachudos encontradas em seu curso, ao longo de oito países, e

demonstra inversões pontuais nos padrões faunísticos e perda de espécies, em função de alterações no fluxo hídrico, após instalações de usinas hidrelétricas. Ainda na Zona de Florestas Temperadas, nas terras altas da Europa Central, outro estudo mencionado anteriormente relaciona a degradação hidromorfológica como diretamente proporcional na diminuição da escala de riqueza em Simuliidae (Lautenschläger & Kiel, 2005). A análise da qualidade do ambiente revelou a alta porcentagem de detritos de madeira, como um importante parâmetro de degradação, fortemente relacionado com a comunidade de simulídeos. Na Itália, outro estudo indica que a composição da simuliofauna pode ser considerada como um bom indicador ambiental para avaliar a saúde ecológica de cursos d'água e das paisagens circundantes, nas regiões em processo de urbanização da Província de Roma (Ciadamidaro et al., 2016).

Para outras regiões biogeográficas apenas alguns estudos recentes abordam de forma mais direta a qualidade do habitat na distribuição da simuliofauna para as regiões Paleártica (Illesova et al., 2010; Kazanci & Ertunç, 2010) e Neotropical (Couceiro et al., 2014; Docile et al., 2015; Dos Santos et al., 2010; Strieder et al., 2006), sendo que todos os estudos encontrados para a região Neotropical foram realizados no Brasil.

No entanto, considerando a diversidade de biomas brasileiros, estudos sobre a ecologia dos simulídeos ainda são escassos (Figueiró & Gil-Azevedo, 2010), ainda mais quando se considera padrões de distribuição temporais e sazonais do grupo (Burgherr et al., 2001). Alguns artigos foram encontrados sobre a Amazônia (Hamada et al., 2002), Cerrado (Figueiró et al., 2015; Figueiró et al., 2012; Figueiró et al., 2014; Landeiro et al., 2009) e com maior representatividade sobre a Mata Atlântica (Bertazo & Figueiró, 2012; Coppo & Lopes, 2010; Couceiro et al., 2014; Docile et al., 2015; Figueiró et al., 2006; Figueiró et al., 2008; Pepinelli et al., 2005).

A maior parte dos trabalhos que avaliam a composição e distribuição espacial da fauna de simulídeos próximos a áreas urbanas está relacionada à região Sudeste e Sul do Brasil, com ênfase para o estado de São Paulo (Araújo-Coutinho et al., 1988; Pepinelli et al., 2003; Pepinelli et al., 2006), Rio Grande do Sul (Strieder, 2002, 2004, Strieder et al., 2002, 2006) e Paraná (Lozovei et al., 1989, 2004; Dellome Filho, 1991; Cunha et al., 1998). Para o estado do Rio de Janeiro, foram realizados dois estudos na região serrana, já mencionados (Docile et al., 2015; Figueiró et al., 2008) e um estudo na área do Parque Nacional de Itatiaia (Figueiró et al., 2006). No entanto, nenhum dos estudos sobre a ecologia de simulídeos de Mata Atlântica foi

realizado em áreas florestais de grandes centros urbanos do Sudeste do Brasil, mormente na região metropolitana do Rio de Janeiro.

Para o sudeste do Brasil, um estudo demonstrou forte correlação entre poluentes químicos presentes na água e perda da integridade ambiental e da biodiversidade em comunidades de macroinvertebrados, incluindo os simúlideos no grupo de táxons com tolerância moderada a poluentes químicos (Buss et al., 2002).

Um trabalho bastante inovador abordou a correlação entre o impacto das mudanças no clima e a distribuição espacial de simúlideos no ambiente (Kazanci, 2006). Neste artigo é relacionado o aumento da temperatura média na Turquia (2-3°C por ano), com alterações nos parâmetros ambientais provocados pelas mudanças climáticas, como por exemplo, a perda da vegetação ripária, o decréscimo da velocidade e do volume da água, representando condições não toleradas por oito espécies de simúlideos.

Outros trabalhos sobre ecologia e monitoramento ambiental, com simúlideos foram realizados com êxito na Alemanha (Lautenschläger & Kiel, 2005), Tailândia (Pramual & Wongpakam, 2010), Eslováquia (Illéšová et al., 2010), Bélgica (Lock et al., 2014) e Malásia (Ya'cob et al., 2016).

No Brasil, conforme indicado anteriormente, os principais trabalhos realizados no intuito de se compreender os principais fatores de composição e distribuição espacial das comunidades de borrachudos são estudos que promovem o conceito deste grupo como bioindicadores de saúde ambiental.

Diretamente neste contexto foi realizado um trabalho de levantamento de simúlideos, com registro de fatores físico-químicos, em arroios do trecho médio-superior do Rio Caí, bacia do Rio Guaíba, RS, Brasil (Strieder et al., 2006). A região contempla duas regiões, uma fortemente impactada por dejetos de intensa criação animal (suínos e aves) e outra mais conservada. Em toda a área foram coletadas onze espécies, sendo apenas seis espécies registradas para a área impactada. As análises realizadas identificaram os níveis de nitrato e nitrito como os mais relevantes na distinção dos pontos amostrados e na ordenação das espécies. O relato científico apresenta como proposição para o controle de espécies hematófagas na região a apropriação do conhecimento sobre a ecologia dos borrachudos, para concentração de esforços pelos gestores públicos na reversão dos fatores ambientais incriminados no desequilíbrio dessas populações.

Para uma região de intensa atividade agropecuária, no ribeirão Guaravera e em três de seus afluentes, bacia do Paranapanema, Londrina, PR, outro trabalho foi

publicado relacionando fatores físico-químicos e variação temporal de dezessete espécies de Simuliidae (Dos Santos et al., 2010). Neste trabalho foi demonstrado que a vegetação ripária, velocidade da água, largura do rio, condutividade e temperatura foram os fatores preponderantes na distribuição e ocorrência das espécies. Como as variáveis sazonais (fotoperíodo, temperatura atmosférica e precipitação) não se mostraram relevantes para a composição de espécies de simuliídeos, sugere-se que fatores diretamente ligados aos criadouros podem ser os que mais influenciaram essas mudanças.

Em outro trabalho realizado com amostras de simuliídeos de 39 riachos do estado do Rio Grande do Sul coletados em setembro de 2004, foram encontradas 18 espécies (Couceiro et al., 2014). No estudo, se identificou apenas pH e condutividade elétrica como fatores físico-químicos relevantes na ordenação espacial das espécies. Um aspecto interessante que o artigo apresenta é avaliar a distância entre os pontos de coleta, através da incorporação da latitude e longitude como variável na análise estatística. No entanto, apenas outras três variáveis foram analisadas (altitude, largura do rio e temperatura da água).

No estudo mais recente sobre comunidades de simuliídeos, sob influência de impacto ambiental (Docile et al., 2015), foi investigada a distribuição espacial de oito espécies, em relação a fatores abióticos atrelados a qualidade da água, no município de Teresópolis, RJ. Foi demonstrado que turbidez, fósforo total, fósforo dissolvido, nitrogênio, pH e clorofila foram os fatores mais importantes na percepção de padrões de distribuição de algumas espécies associadas a criadouros mais preservados, enquanto outras espécies são frequentes em ambientes moderadamente impactados. Os trabalhos sobre o potencial bioindicador de Simuliidae no Brasil descritos anteriormente abordam impactos decorrentes da atividade agropecuária, ou agrícola. Apenas este trabalho avalia o impacto provocado pela poluição em área urbana.

#### **1.4 Caracterização da área urbana e sua interface com as florestas protegidas da cidade do Rio de Janeiro**

A cidade do Rio de Janeiro é reconhecida internacionalmente por suas belezas naturais, com belas praias cercadas por costões rochosos e afloramentos graníticos, que se alinham em serras urbanas e servem de referência para demarcar seus bairros e zoneamento geográfico. Alguns destes maciços são ícones da cidade,

como o Morro do Pão de Açúcar, a Pedra da Gávea e o Pico da Tijuca. Em especial, duas cadeias de montanhas são estratégicas para a salvaguarda de áreas florestadas, que retêm água das chuvas e fornecem valioso recurso hídrico para as áreas urbanas à jusante. São os Maciços da Tijuca e da Pedra Branca, que foram convertidos em áreas protegidas, em diferentes momentos da história da cidade.

No início do século XX a região entre o Maciço da Tijuca, Baixada de Jacarepaguá e Maciço da Pedra Branca, na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, abrigava uma enorme extensão de terras florestadas, com restingas, manguezais, lagoas, campos de várzeas nas terras baixas e florestas densas de Mata Atlântica nas terras que se erguem em seu entorno. Este é o cenário de um estudo histórico e etnográfico do naturalista autodidata Armando Magalhães Corrêa, que cunhou o termo “Sertão Carioca” para a região (Corrêa, 1936).

#### **1.4.1 Do Sertão Carioca ao mosaico de áreas protegidas**

Atualmente, o Sertão Carioca está em ampla urbanização e alberga um importante manancial hídrico, com fornecimento de água de adutoras direcionadas para as áreas urbanas, nos bairros de Campo Grande, Guaratiba, Recreio dos Bandeirantes, Barra da Tijuca, Camorim, Jacarepaguá, Realengo e Senador Camará.

Historicamente, a região passou por sucessivas transformações: instalação de fortificações, carvoarias, olarias (Corrêa, 1936), extração do pau-brasil, sucessivos ciclos agrícolas, como o da cana-de-açúcar, do café, laranja e da pecuária. Não obstante, as florestas do Maciço da Pedra Branca foram utilizadas como centro produtor de mudas utilizadas para o reflorestamento do Maciço da Tijuca, por determinação de Dom Pedro II, em 1861, em função das recorrentes crises de abastecimento de água enfrentadas na cidade Rio de Janeiro (Drummond, 1997; Costa, 2002). Naquele mesmo ano, pelo Decreto Imperial nº 577, de Dom Pedro II, é criada a Floresta da Tijuca (Altoé, 2008).

Neste sentido, a política conservacionista no Brasil até o século XIX, conseguiu garantir o reflorestamento e a conservação das florestas urbanas componentes do Sertão Carioca. Mas o desmatamento provocado pela expansão urbana, durante o século XX mudou este cenário de forma preocupante. Diante da pressão econômica provocada pela especulação imobiliária, associada à ocupação

irregular nos limites das florestas urbanas, após exatos cem anos da criação da Floresta da Tijuca, em 1961 é criado o Parque Nacional da Tijuca – PNT (ICMBIO, 2008). A Unidade de Conservação protege os contrafortes da Covanca, a Noroeste, da Serra da Carioca, a Leste, da própria Floresta da Tijuca, além da Pedra da Gávea e Pedra Bonita, situadas ao Sul.

No entanto, a maior porção do Sertão Carioca, que fica a oeste da Baixada de Jacarepaguá continuou sob ameaça. Só em 1974, com uma política nacional de conservação consolidada, é que foi criado o Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB. Seus limites representam um marco na disputa pela ocupação da Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro e mesmo sendo quatro vezes maior que o PNT, permaneceu desconhecido por décadas. Atualmente é reconhecido como a maior floresta protegida em área urbana do mundo (Fernandez, 2011), com área de 12.400ha e 217km de perímetro.

Os conjuntos de florestas compostos pelas atuais unidades de conservação na área do Sertão Carioca, além de serem florestas protetoras de valiosos mananciais hídricos representam a conservação de um dos biomas mais ameaçados do Brasil – a Mata Atlântica. Servem ainda de corredor de dispersão para a biodiversidade e atuam de forma importante no controle do microclima da cidade.

Essa rede de unidades de conservação ganhou projeção em 2011, com a criação do Mosaico Carioca de Unidades de Conservação. Trata-se de uma iniciativa pioneira para a gestão integrada de áreas com reconhecimento nas esferas nacional, estadual e municipal, no âmbito do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, do Ministério do Meio Ambiente (Portaria MMA nº 245, de 11.07.2011). O Mosaico Carioca interliga as seguintes unidades de Conservação:

a) Parque Nacional da Tijuca; b) Monumento Natural das Ilhas Cagarras; c) Parque Estadual da Pedra Branca; d) Área de Proteção Ambiental de Gericinó/Mendanha; e) Área de Proteção Ambiental de Sepetiba II; f) Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba; g) Parque Natural Municipal Bosque da Barra; h) Parque Natural Municipal Chico Mendes; i) Parque Natural Municipal da Catacumba; j) Parque Natural Municipal da Cidade; k) Parque Natural Municipal da Freguesia; l) Parque Natural Municipal da Prainha; m) Parque Natural Municipal da Serra da Capoeira Grande; n) Parque Natural Municipal de Grumari; o) Parque Natural Municipal de Marapendi; p) Parque Natural Municipal do Mendanha; q) Parque Natural Municipal do Penhasco Dois Irmãos - Arquiteto Sérgio Bernardes; r) Parque Natural Municipal Fonte da Saudade; s) Parque Natural Municipal José

Guilherme Merquior; t) Parque Natural Municipal Darke de Matos; u) Área de Proteção Ambiental dos Morros da Babilônia e São João; v) Área de Proteção Ambiental dos Morros do Leme e Urubu; x) Monumento Natural dos Morros do Pão de Açúcar e da Urca. O PEBP, por representar cerca de 10% do território do município do Rio de Janeiro, é a maior unidade de conservação componente do mosaico carioca.

O sentido de Parque, atribuído às unidades de Conservação envolve um senso de pertencimento, que deveria nortear as ações de seus visitantes, ocupantes, ou moradores de entorno. No entanto não é isso que se observa. O uso sustentável dessas áreas para o ecoturismo é um dos itens contemplados nos planos de manejo das UCs, quando existem, observando a correta indicação de trilhas e o limite de visitantes/dia.

No entanto, seguindo a premissa de que só se conserva aquilo que se conhece, foi inaugurado em fevereiro de 2017, os primeiros 180Km da Trilha Transcarioca, que ligará trilhas existentes nas UCs já mencionadas, do Morro do Pão de Açúcar, na Urca, à Ponta do Picão, em Guaratiba. A Trilha Transcarioca foi idealizada com objetivo de criar um instrumento de educação ambiental e ecoturismo, integrados a uma cultura profissional de manejo coordenado entre as diversas unidades de conservação. A iniciativa tem o potencial de ser “a costura que vai emendar a cidade partida”, servindo de exemplo para o resto do Brasil, ao demonstrar que a visita bem gerida e conservação ambiental são compatíveis e um objetivo a ser perseguido (Cunha e Menezes, 2000).

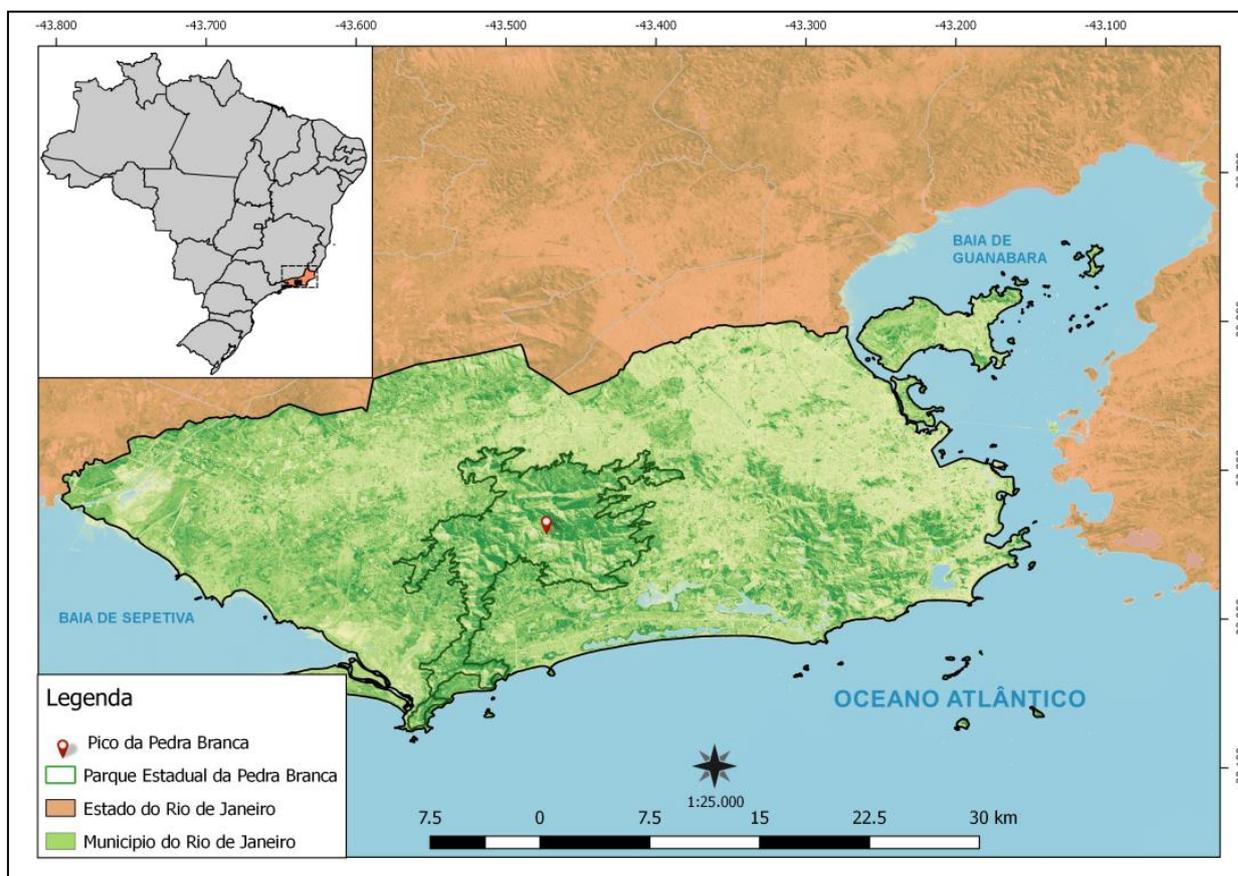
Este breve histórico sobre a região permite dimensionar sua importância ao longo do tempo, com proposições para o desenvolvimento de suas potencialidades, que garantam seu uso sustentável no presente e preservação ambiental no futuro.

No entanto, a interligação entre algumas das áreas entre as unidades de conservação precisam ser objetos de estudo pelos gestores públicos. A Rua Cândido Benício, que liga os bairros do Tanque à Praça Seca separa a ligação natural entre as maiores unidades de conservação do mosaico, o PEPB e o PNT. Na Zona Oeste, as serras urbanas entre Santíssimo e Senador Camará são cortadas pela Estrada da Posse e Av. Santa Cruz, entre vales muito próximos. Em Guaratiba, a Estrada Burle Marx separa a Reserva Biológica de Guaratiba e o PEPB. Algumas medidas como a instalação de zoopassagens, a arborização dessas vias públicas e o reflorestamento dos morros do entorno ainda não ocupados representariam um conector efetivo entre fragmentos de floresta. São ações pontuais nas áreas de

amortecimento das unidades de conservação, que se mostram fundamentais para garantir o fluxo da biodiversidade da Mata Atlântica remanescente do Sertão Carioca.

#### 1.4.2 O Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB

Na Zona Oeste do Rio de Janeiro existe uma cadeia montanhosa resultante da confluência da Serra do Barata, que se estende de Bangu, ao norte, com a Serra do Rio da Prata (Campo Grande) e Serra de Guaratiba - a oeste, com a Serra do Quilombo - a leste, ocupando 10% do território do município, com meandros em dezessete bairros: Jacarepaguá, Taquara, Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande, Recreio dos Bandeirantes, Grumari, Jardim Sulacap, Realengo, Padre Miguel, Bangu, Senador Camará, Santíssimo, Campo Grande, Senador Vasconcelos, Guaratiba e Barra de Guaratiba. No encontro das serras situa-se o ponto culminante do município do Rio de Janeiro, o Pico da Pedra Branca, com 1.024m de altitude. O PEPB (Figura 3) integra o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e destina-se à preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica.



**Figura 3:** Mapa de localização da área de Estudo - Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

A unidade de conservação - UC faz parte da administração pública do estado do Rio de Janeiro, subordinada à Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP), sob gestão do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão vinculado à Secretaria de Estado do Ambiente - SEA (INEA, 2013).

O Zoneamento Ambiental de uma UC é definido seguindo critérios estratégicos, com objetivo de salvaguardar a área de impactos ambientais, que poderiam ser amplificados, sem medidas de contenção. Segundo o plano de manejo do PEPB (INEA, 2013), seu zoneamento contempla limites de áreas específicas, tipologias, objetivos e atividades previstas, que caracterizam cada zona particular. Dentre elas, podem-se destacar três zonas, que se sucedem longitudinalmente: A Zona de Preservação – ZP é aquela destinada à preservação do ecossistema, garantindo a evolução natural dos remanescentes florestais mais íntegros do parque, admitindo seu uso indireto, com atividades de baixo impacto, incluindo pesquisa científica, manejo de fauna e flora, fiscalização e controle; A Zona de Conservação – ZC é aquela destinada à conservação do ecossistema, com potencial regeneração, admitindo as mesmas atividades anteriores, bem como a educação ambiental e atividades de recreação. A ZC pode ser entendida como uma faixa situada logo abaixo da Zona de Preservação, contornando todo seu perímetro, sendo que seus limites externos delimitam a área da UC, com início em altitudes acima de 100m; Por fim, é prevista a Zona de Amortecimento - ZA, que embora esteja circundando os limites externos da UC, pode ter sua abrangência em até 3km a partir dos limites do PEPB, no sentido de se minimizar impactos negativos sobre a área, com necessidade de solicitação de licenciamento ambiental para empreendimentos que possam promover alterações significativas no ambiente. Obviamente, a ZA integra áreas urbanas.

A região oeste da cidade apresenta domínio geológico Serrano, composto por blocos falhados e basculados, sendo representado pelo Maciço da Pedra Branca, que apresenta terrenos elevados, na ordem de 1.000 metros. Suas serras apresentam rochas cristalinas pré-cambrianas, que foram submetidas à intensa ação tectônica, apresentando intrusões e metamorfismos de idades variadas, que se estenderam até o Cretáceo. A geomorfologia da região caracteriza-se pela predominância de rochas e afloramentos graníticos na sua área central e, na sua formação leste e nordeste, se destacam as ocorrências de gnaisses, originados da atividade metamórfica do granito. Outro aspecto importante é a presença de inúmeros diques de rochas dispersos pelo maciço e, sobretudo, as fraturas

extensionais, que têm papel central na definição da rede de canais fluviais (Castanheira & Freitas, 2005).

Nas vertentes a oeste e na Serra do Barata estão presentes solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, oriundos da decomposição do granito, em áreas de média altitude. Nas vertentes com relevo forte ondulado e de maior altitude, predominantemente na vertente norte (nos bairros de Campo Grande, Bangu e Realengo), estão presentes os solos do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, formados da erosão do gnaisse, nas cristas do maciço e de pouca profundidade. Em níveis mais elevados e nas encostas dos vales estão os solos Podzólicos Vermelhos. Em parte da vertente Leste, encontram-se os solos do tipo Chernossolo Argilúvico, de textura argilosa e pedregosa e os Planossolos e Gleissolos (minerais hidromórficos), apresentam-se em menor extensão, restritos às encostas mais suaves da vertente norte do maciço, nas áreas já densamente ocupadas (INEA, 2013).

Conforme mencionado no histórico sobre o Sertão Carioca, toda a região passou por intensa modificação, em função do uso do solo ao longo do tempo, o que interferiu diretamente na composição e sucessão florestal atualmente observada. Questões históricas também estão relacionadas com a permanência de pequenas comunidades rurais produtoras de caqui, banana e plantas ornamentais dentro da Zona de Conservação do PEPB.

As imagens de satélite mostram a vertente Norte com a maior concentração de áreas desflorestadas, densamente povoadas já na Zona de Amortecimento, com processos de favelização em franca expansão, que promovem uma rápida deterioração da qualidade da água, pela liberação de efluentes domésticos. No entanto, nas regiões mais à montante das bacias dos rios Sarapuí (bairro de Senador Camará) e Piraquara (bairro de Realengo) ainda persistem remanescentes de floresta, na parcela acima dos 100m de altitude.

A vertente Oeste interliga regiões de Campo Grande e Guaratiba, nas bacias hidrográficas do Rio da Prata e Portinho e apresenta sítios e pequenas propriedades ao longo da Estrada das Taxas. Neste vale, dentro da Zona de Conservação do PEPB, que atravessa a face oeste do parque, existem remanescentes florestais nas áreas mais altas, com muitos cultivos agrícolas acima da parcela dos 100m, sendo observada uma extensa rede de captação de água para irrigação ou abastecimento doméstico.

As principais áreas com cobertura vegetal são visíveis nas vertentes Sul e Leste do PEPB, entre as bacias hidrográficas do Rio Paineiras, em Vargem Grande;

Rio Camorim e Rio Grande, na Taquara. Estudos de sucessão florestal identificaram que 83% da área total da bacia do rio Camorim é coberta por floresta em diferentes estágios de sucessão ecológica, com iguais porções de floresta primária, ou em estágio avançado de sucessão e áreas em estágio inicial e médio de reflorestamento (Cintra et al., 2011). Estes dados indicam que, apesar da grande pressão antrópica que sofre seu entorno, o PEPB ainda guarda remanescentes importantes para a conservação da Mata Atlântica.

A área definida como Sertão Carioca, pode ser caracterizada como uma região de baixada litorânea, entremeada no PEPB e PNT. Após o ponto onde estas UCs quase se encontram, entre os bairros do Tanque e Praça Seca, abre-se outra região de planície, a Baixada Fluminense. Um estudo sobre a influência da deposição de mercúrio atmosférico no PEPB foi realizado na bacia do Rio Camorim, um dos principais mananciais hídricos da região. Este estudo identificou a predominância de ventos de noroeste, canalizados pelo Maciço do Mendanha e vertente Norte do PEPB, que trazem poluentes da Termelétrica de Santa Cruz e ventos norte e nordeste, que trazem poluentes do Parque Industrial de sete municípios da Baixada Fluminense (Teixeira, 2008). Seus resultados indicam que espécies vegetais na área do PEPB realizam o sequestro do Hg atmosférico, pelas células estomáticas de suas folhas no dossel florestal. Ao caírem no solo, estas folhas se depositam na serrapilheira, que durante o processo de decomposição passa a incorporar o metal nos ciclos biogeoquímicos do solo.

O processo de incorporação de elementos gasosos produzidos por indústrias, somados à dinâmica de circulação atmosférica condicionada pelo relevo pode produzir alterações ambientais importantes. A concentração de poluentes químicos da atmosfera foi também incriminada com a ocorrência de chuva ácida. A Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente na Região Metropolitana do Rio de Janeiro realizou um inventário das emissões de poluentes atmosféricos, com um capítulo específico sobre as unidades de conservação de proteção integral em áreas urbanas e sobre o fenômeno da chuva ácida, sua formação, consequências sobre o solo, a vegetação e fauna.

Um estudo de caso foi realizado no PEPB, onde se correlacionou índices pluviométricos, direção do vento e detecção de compostos químicos na chuva coletada (Abreu, 2005). Os resultados deste estudo indicam a presença de íons de cloreto (Cl<sup>-</sup>) e sódio (Na<sup>+</sup>), sob forte influência dos aerossóis de sal marinho, transportados em direção ao continente pelos ventos de sudeste, o que poderia

elevar o pH. No entanto, a ocorrência de dióxido de enxofre lançado na atmosfera pela ação humana, representando um aporte de 52x10<sup>3</sup> toneladas/ano na região, repercute na formação de ácido sulfúrico, ainda mais relevante para a acidificação da chuva, que o ácido nítrico, que também foi encontrado nas análises. Este impacto refletiu nas médias dos valores de pH da chuva, com variação na faixa acidificada, entre 4,66 a 5,48 (Abreu, 2005).

Toda essa complexidade de características e interface com diversas atividades humanas na área do PEPB, ou em seu entorno permitem presumir a existência de um gradiente de impacto, na medida em que se percorre o zoneamento ambiental do PEPB. Um estudo sobre moluscos límnicos foi realizado em sua vertente Leste (Santos et al., 2009) e os resultados indicam um aumento do gradiente de poluição, mesmo dentro das áreas protegidas do PEPB, com parâmetros físico-químicos ainda mais expressivos nas áreas urbanas, à jusante (temperatura, fósforo, nitrogênio, coliformes totais, coliformes fecais e clorofila). Foi constatada a alteração da estrutura das comunidades de moluscos, partindo de uma composição de espécies raras e pouco abundantes em trechos mais preservados, para áreas densamente povoadas por menor riqueza de espécies, em trechos inferiores, refletindo influência positiva da eutrofização na abundância da fauna de moluscos tolerantes a poluição.

### **1.5. Justificativa**

Para o município do Rio de Janeiro, além de *S. pertinax* - espécie descrita a partir de coletas na zona sul, poucos são os registros sobre simuliídeos encontrados na literatura, com praticamente todos alusivos às cercanias do Parque Nacional da Tijuca, correspondentes a quatorze espécies (Gil-Azevedo & Maia Herzog, 2004; 2009; Maia-Herzog et al., 1988). Nas coleções entomológicas disponíveis na rede de informação sobre biodiversidade brasileira *speciesLink* - que contabiliza 427 coleções biológicas cadastradas, das quais 22 são entomológicas, com representação da ordem Diptera – são disponibilizados cerca de 8 milhões de registros para consulta digital. Para o município, foram encontrados 43.247 registros de fauna e flora, representados por 9.898 espécies animais e vegetais e apenas 32 registros para a família Simuliidae, correspondentes a sete espécies. Estes registros são da Coleção de Simuliídeos do Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz (CSIOC/IOC-

Fiocruz), alusivos ao material testemunho do trabalho de Maia-Herzog e colaboradores (1988). Portanto, o conhecimento da composição da simuliofauna no município do Rio de Janeiro pode ser aprimorado, uma vez que existem lacunas amostrais, dentre elas a zona oeste da cidade.

Considerando a carência de estudos sobre a simuliofauna em regiões litorâneas no sudeste do Brasil, sobretudo nas drenagens costeiras do estado do Rio de Janeiro, se espera identificar a composição da simuliofauna de uma região sob influência de remanescente de Mata Atlântica em área de preservação ambiental, bem como caracterizar seu zoneamento espaço-temporal, incluindo áreas urbanas próximas, que promovem alterações significativas nas bacias hidrográficas do entorno. Para tanto, foi escolhido o Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), que possui cerca de 12.500ha de área, quatro vezes maior que o Parque Nacional da Tijuca. O PEPB é considerado a maior floresta urbana do mundo e foi criado em 1971, com o objetivo de preservar as nascentes que abastecem a cidade do Rio de Janeiro (Avelino-Capistrano & Costa, 2009; Oliveira, 2005).

A área escolhida apresenta relevância uma vez que se desconhece a composição da fauna de simúlideos na região do PEPB. Sendo assim, este estudo poderá indicar a presença ou não de espécies que estejam potencialmente incriminadas na transmissão de agentes causadores de doenças em outras regiões do país. Este conhecimento é estratégico para análises epidemiológicas e perspectivas de expansão de doenças parasitárias vetoradas por artrópodes em áreas urbanas, haja vista os recentes casos de Febre Amarela no sudeste do Brasil – com três casos registrados em 2017 para a região metropolitana do Rio de Janeiro (município de Maricá), sendo um fatal - e a Malária Silvestre, com crescente número de casos na região serrana do estado do Rio de Janeiro, na região de Petrópolis. O PEPB já é estudado há mais de duas décadas em pesquisas envolvendo outros grupos de artrópodes de importância médica. Entre 1997 e 2007 foi realizada uma investigação epidemiológica, que identificou 6072 casos de ixodidose, relacionados a seis espécies de carrapatos em uma área de ocupação humana recente entre o PEPB e o PNT (Serra-Freire et al., 2011). Desde 2006 um grupo do IOC/Fiocruz pesquisa práticas de educação em saúde voltadas para a prevenção e controle da Leishmaniose Tegumentar Americana no Brasil, doença vetorada por flebotomíneos, sendo sua área piloto o Campus da Fiocruz Mata Atlântica, no bairro de Curicica, uma área de sobreposição ao PEPB (Gouveia et al., 2009).

Assim, execução do presente estudo permitirá identificar a composição da fauna de simúlideos e analisar se o zoneamento ambiental da região do PEPB apresenta influência na distribuição espacial das espécies, a partir da coleta em biótopos que se estendam ao longo das zonas de conservação, amortecimento e urbana. Será também verificado se os contrafortes do PEPB correspondem a uma barreira zoogeográfica eficiente para simúlideos, a partir da comparação da composição faunística nas vertentes hidrológicas ao Norte (Bacia da Guanabara), ao Sul (Canal de Sernambetiba), a Leste (Bacia da Lagoa de Jacarepaguá) e a Oeste (Bacia da Baía de Sepetiba).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Determinar a composição da fauna de simúlídeos nas cercanias do PEPB, considerando as quatro principais vertentes hidrográficas e avaliar respostas demográficas e dispersivas das espécies ao longo das zonas urbana, de amortecimento e de conservação da vida silvestre.

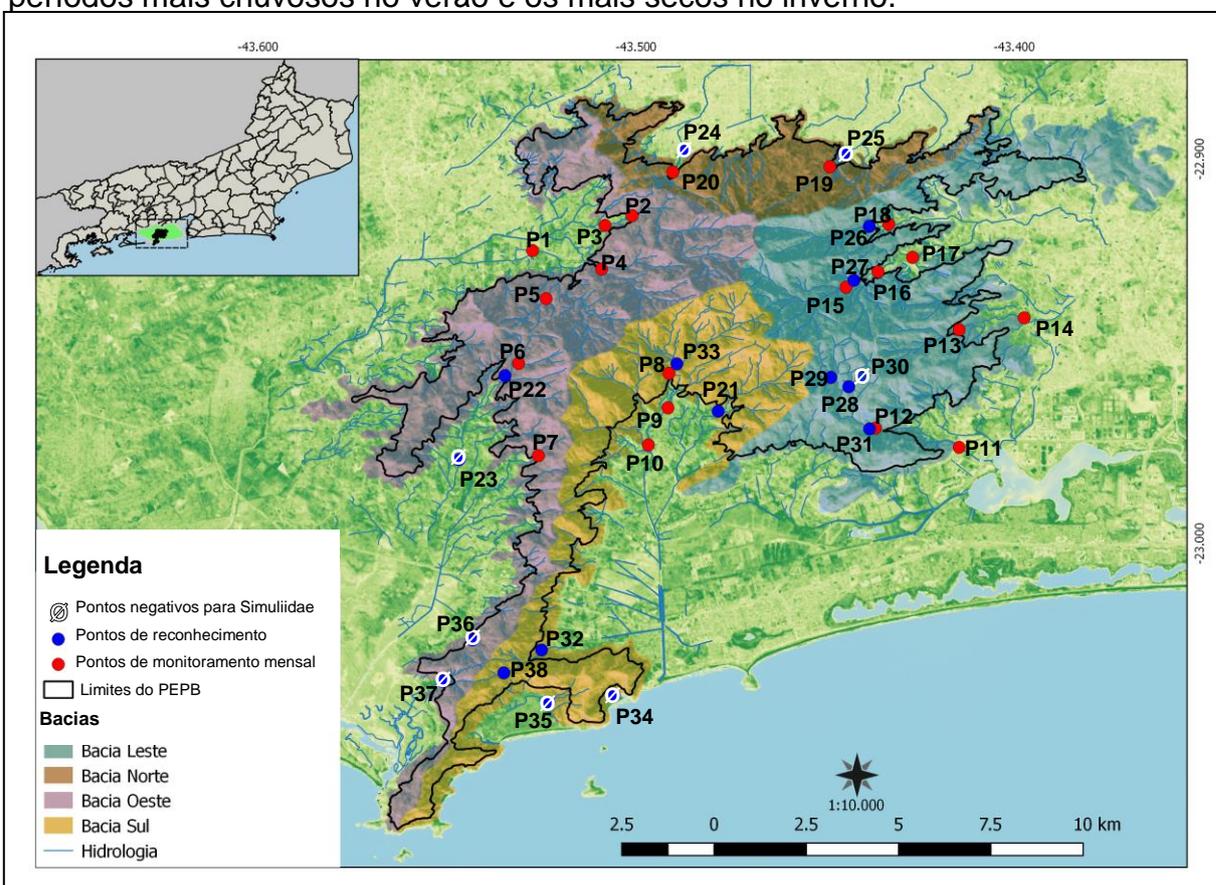
### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar o conjunto de espécies de simúlídeos por bacias hidrográficas, que perpassam pelo zoneamento ambiental no entorno do PEPB;
- Gerar uma lista das espécies de simúlídeos da região sob influência do PEPB, na zona Oeste do município do Rio de Janeiro, RJ;
- Comparar a composição, abundância e distribuição da simuliofauna nas quatro vertentes (Norte, Sul, Leste e Oeste) do PEPB e no decurso das zonas de conservação, amortecimento e urbana;
- Avaliar fatores ambientais bióticos e abióticos determinantes na distribuição espaço-temporal e abundância de espécies na área de estudo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área de estudo e coleta de exemplares

Este estudo foi realizado nas cercanias do Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB localizado na zona Oeste do município do Rio de Janeiro, em suas principais bacias hidrográficas compostas por vários córregos e rios, onde se verificou a presença dos criadouros de simuliídeos (Figura 4). A região apresenta clima Tropical Úmido, sem uma estação seca definida, com precipitação pluviométrica máxima de dezembro a março (verão) e de precipitação mínima, de junho a agosto (inverno). Em geral, a pluviosidade varia de 1.500 a 2.500 mm, com períodos mais chuvosos no verão e os mais secos no inverno.



**Figura 4:** Pontos de coleta de simuliídeos investigados nas principais vertentes e bacias hidrográficas, ao longo do zoneamento ambiental do Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

A vegetação do PEPB pode ser caracterizada como um grande mosaico formado por áreas em diferentes estágios sucessionais de vegetação, que pode ter sido causado especialmente pela constituição geomorfológica da unidade. A área

está inserida no bioma Mata Atlântica, no domínio da Floresta Ombrófila Densa, sendo composto por Floresta Ombrófila Densa Submontana, correspondente a 83% da área total da UC, e Floresta Ombrófila Densa Montana, relativa a 16 % da UC (INEA, 2013).

### **Definição da área e pontos de coletas**

Na primeira etapa foram realizadas três campanhas de reconhecimento na área do PEPB, no período de julho a novembro de 2015 e 38 pontos criadouros foram investigados. Para o planejamento e escolha das áreas, definição de rotas e pontos criadouros foram utilizados o aplicativo Google Maps para celular, o software Google Earth e o mapa geopolítico da Cidade do Rio de Janeiro, do Instituto de Planejamento – IPLANRIO, ano de 1990, escala de 1:60.000. Alguns dos pontos pré-selecionados estiveram secos e se mantiveram sem água, mesmo após as chuvas nos meses seguintes, na região de Itapuca, em Guaratiba. Outros não foram positivos para simúlideos, quer seja pela eventual baixa vazão de água (sítio Burle Marx e Prainha), pela proximidade com o oceano (Grumari), ou pela alta poluição dos rios em área urbana (Senador Camará e Realengo). Dentre os pontos criadouros que positivaram foram selecionados 20 para coletas mensais, observando-se os seguintes aspectos: distribuição dos pontos ao longo de córregos que atravessam o zoneamento ambiental no entorno do PEPB (Zona de Conservação – ZC, Amortecimento – ZA e Urbana – ZU); pontos mais propícios para o desenvolvimento de Simúlideos, com maior quantidade de imaturos; representação de margens esquerda e direita de suas principais drenagens; representação das quatro vertentes hidrográficas do PEPB (Norte, Sul, Leste e Oeste); e proximidade de acesso pelas principais vias que contornam o parque, permitindo a definição de um roteiro factível.

Para a realização das coletas, em conformidade aos marcos legais vigentes, além da licença permanente do LSO/IOC-Fiocruz, cadastrada no SISBIO sob nº 13770-1 (Anexo 1), foi solicitada uma licença de coleta em nome do responsável pelos trabalhos de campo ao Instituto Estadual do Ambiente – INEA, pelo fato do PEPB se tratar de a Unidade de Conservação, sob jurisdição estadual, expedida em julho de 2015, com validade de dois anos, sob nº 036/2015 (Anexo 2).

Assim, as coletas mensais foram sistematizadas para o período de 12 meses, nos vinte pontos criadouros mais produtivos, entre dezembro de 2015 e novembro

de 2016, com três dias de coleta intercalados por três dias de triagem de material em laboratório, para fixação de larvas e preparação de pupas para emergência de adultos. No primeiro dia de coleta a cada mês e foram realizadas coletas nos pontos P1 a P7, em Campo Grande e Guaratiba. No segundo dia de coleta foram amostrados os pontos P8 a P14, entre Vargem Grande, Camorim e Curicica. O terceiro dia de coleta foi realizado na Taquara, Realengo e Senador (P15 a P20). Portanto, seis dias a cada mês foram dedicados a coleta, triagem e preparação do material biológico.

**Vertente Oeste (P1 a P7):** Foram definidos pontos nas principais drenagens da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba, nas margens direita e esquerda do Rio da Prata, em Campo Grande (P1 a P5) e nas margens direita e esquerda do Rio Portinho (P6 e P7), em Guaratiba. O Rio da Prata, ou Cabuçu é o principal rio de Campo Grande e possui uma malha hídrica complexa, sendo necessários cinco pontos criadouros para representar suas duas margens e zoneamento ambiental. Sua principal via de acesso para a margem direita foi a Estrada do Cabuçu e a margem esquerda acessada a partir da Estrada dos Caboclos. Seguindo por esta via, pode-se atravessar o PEPB pela Estrada das Taxas, que transpõe a serra divisora para a bacia hidrográfica do Rio Portinho, em Guaratiba.

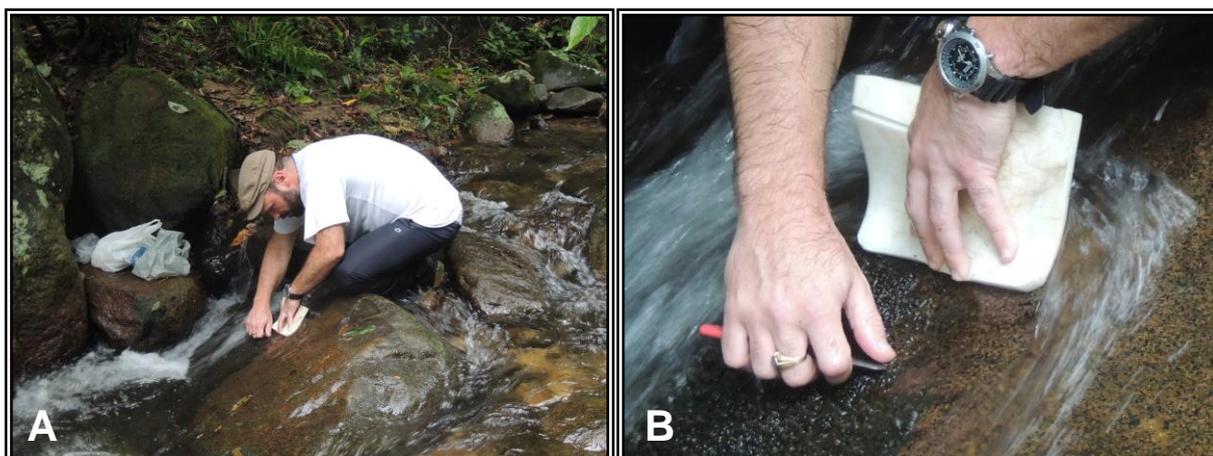
**Vertente Sul (P8 a P10):** Além de córregos costeiros isolados em Grumari e na Prainha, há apenas uma bacia hidrográfica, representada pela bacia do Canal de Sernambetiba, em Vargem Grande, que tributa diretamente no Oceano Atlântico. Seu principal tributário, que perpassa pelo PEPB é o Rio Paineiras, acessado pela Estrada do Pacuí, onde foram concentradas as coletas (P8 a P10). Em sua margem esquerda, o rio Paineiras recebe o Rio Sacarrão, que embora amostrado nas etapas de reconhecimento, em função de sua proximidade com o rio principal, não foi selecionado para as coletas mensais. Na porção mais distal do canal de Sernambetiba, em sua margem direita, próximo de sua foz no Oceano Atlântico, foram amostrados ainda dois pontos em um pequeno córrego, identificado como Rio Piabas, excluído das coletas mensais, em função da distância aos principais acessos e por sua baixa produtividade.

**Vertente Leste (P11 a P18):** É caracterizada pelos melhores níveis de remanescente florestal do PEPB e foram estabelecidos pontos criadouros ao longo do Rio Camorim (P11 e 12), no bairro de mesmo, no Córrego do Engenho Novo, em Curicica (P13 e P14), nos rios Grande (P15 a P17) e Pequeno (P18), na região da Taquara. Todos estes cursos d'água pertencem a bacia hidrográfica da Lagoa de

Jacarepaguá. O Córrego do Engenho Novo está localizado dentro do *Campus* da Fiocruz Mata Atlântica, que se sobrepõe à área de conservação do PEPB, no gradiente altitudinal acima dos 100m. No Rio Grande funciona o núcleo sede do PEPB, com acesso pela Estrada do Pau da Fome. No Camorim, outra sub-sede pode ser acessada pela estrada de mesmo nome, a partir da confluência com a Estrada dos Bandeirantes.

**Vertente Norte (P19 e P20):** É a vertente mais impactada e densamente povoada do PEPB, onde foram definidos pontos no rio Piraquara (P19), em Realengo e no rio Sarapuí (P20), em Senador Camará. Ambos são tributários da bacia hidrográfica da Baía da Guanabara e representam importantes pontos de abastecimento de água, considerando os dois aquedutos da CEDAE instalados na região. Estes rios percorrem alguns municípios na Baixada Fluminense, antes de tributarem no mar. Na região do Piraquara funciona um dos núcleos administrativos do PEPB, com acesso pela Rua do Governo.

Para este estudo foram realizadas coletas de imaturos (pupas e larvas) em substratos naturais e artificiais encontrados nos corpos d'água. Como substratos artificiais, entenda-se qualquer artefato orgânico, ou inorgânico, proveniente da ação humana, descartado no ambiente (não foram introduzidos substratos artificiais neste estudo). As coletas foram realizadas por dois coletores, em um tempo máximo de 15min, ao longo dos criadouros selecionados em um trecho de até 50m por curso d'água. Foram recolhidos substratos com amostras de imaturos de Simuliidae, tais como folhas, raízes, plásticos etc. Quando o imaturo se encontrava sobre substrato rochoso era efetuada sua remoção com auxílio de um anteparo (ex. placa de pólipo de EVA) para barrar a corrente de água, que possibilitasse a obtenção da amostra por raspagem com uso de espátula ou estilete (Figura 5).



**Figura 5: (A)** Coleta de imaturos na área de estudo em substrato rochoso. **(B)** Colônia exposta de imaturos de Simuliidae

Para acondicionamento das amostras foram utilizados sacos plásticos com etiqueta interna identificando cada ponto de coleta, transportados sob refrigeração em caixa térmica até o laboratório, onde foram mantidas em geladeira até o dia seguinte, quando foram triadas e processadas. Este procedimento foi fundamental para que as pupas coletadas estivessem viáveis para a obtenção dos adultos, em laboratório.

Durante a triagem, as larvas foram separadas em lotes de imaturas e maduras (aquelas que apresentaram histoblasto branquial evidenciado), contadas e fixadas em álcool etílico 80%. Para obtenção dos adultos, as pupas foram acondicionadas individualmente em micro tubos para centrifuga de 1,5ml, contendo etiquetas de papel filtro identificadas com o número de campo. As pupas foram mantidas em temperatura ambiente por até cinco dias; os adultos obtidos e suas exúvias foram conservados de duas maneira – em via úmida, fixados em álcool etílico 80% ou em via seca, microalfinetados em pedaços de pólipio de EVA e sua exúvia mantida em glicerina, acondicionada em micro tubos para centrifuga de 200µl.

### **3.2 Registro das Informações**

Durante as coletas foi utilizada a ficha de campo do Laboratório de Simulídeos e Oncocercose [Formulário\_ POP-LSO-T004-001-Rev00 - Ficha de Coleta de Simulídeos - Modelo 1 (ANEXO 3), para registro de dados qualitativos e quantitativos. Além da descrição da localidade e demais dados primários referentes ao biótopo (área povoada, descrição do criadouro, largura, profundidade, vegetação marginal, leito, etc.), foram registrados data, horário inicial e final, coordenadas geográficas, altitude e aferidos os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura do ambiente, temperatura da água (°C), umidade do ar (%), *pH* da água, oxigênio dissolvido na água (mg/L), vazão (m/s), luminosidade do ambiente (LUX) e turbidez da água (UNT), ambos com aparelhos de medição portáteis. Foram aferidas a largura e profundidade dos córregos em dois pontos diferentes, com intervalos de 6m, preferencialmente em pontos com fisionomias distintas, e suas médias calculadas para definição da área e vazão médias. Nas análises foram ainda utilizados dados secundários de precipitação média mensal, obtidos a partir do site do Instituto Nacional de Meteorologia, disponível para consulta no site <http://www.inmet.gov.br/de>.

Para realização das análises foi estruturada uma matriz de dados em Microsoft Excel com a transcrição dos dados bióticos e abióticos registrados nas

fichas de campo, fichas de triagem, análise de mapas e informações meteorológicas - descrição dos pontos criadouros, coordenadas geográficas, altitude, vertente, zoneamento ambiental, ordenação hidrológica e nível de esgoto, cobertura vegetal, espécies encontradas, número de exemplares, estágio de desenvolvimento, sexo, substrato de fixação. Essa matriz subsidiou a confecção de diferentes tabelas, cujos recortes e alteração de formatação foram necessários, em função de cada tipo de análise.

Para caracterização da cobertura vegetal e dos níveis de esgoto, cada ponto-criadouro foi classificado, em função dos gradientes apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Classificação dos fatores ambientais Cobertura Vegetal e Nível de Esgoto e respectivos gradientes arbitrados para os pontos de coleta do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

<b>Cobertura Vegetal</b>	Ausente: sem cobertura em ambas as margens	Pouca: cobertura em pelo menos uma margem, com 30% da área coberta	Moderada: cobertura nas duas margens, com cerca de 50% de cobertura	Densa: cobertura nas duas margens, com 80% ou mais de área coberta.
Valor do gradiente	0	1	2	3
<b>Nível de Esgoto</b>	Ausente	Baixo	Alto	
Valor do Gradiente	0	1	2	

Para ordenação de hierarquia fluvial foi utilizado o proposto por Strahler (1952), que considera canais de primeira ordem aqueles que não apresentam tributários, isto é, são canais de cabeceiras de drenagem, localizados à montante dos vales da drenagem. Os canais de segunda ordem são os canais subsequentes à confluência de dois canais de primeira ordem e assim sucessivamente, sendo que a confluência com canais de ordem hierárquica inferior não altera a hierarquização da rede. Para definição da ordenação da hierarquia fluvial foram utilizadas imagens de satélite (*software* GoogleEarth), mapas da área (mapa geopolítico da Cidade do Rio de Janeiro – IPLANRIO, 1990, escala de 1:60.000 e mapa da rede hidrográfica do Plano de Manejo do PEPB- INEA, 2013) e observações no local de coleta. Os dados bióticos só foram compilados na matriz, após o término das etapas de identificação e conferência taxonômica de cada coleta.

### 3.3 Fluxo de material biológico pós-coleta

Para a triagem, identificação e catalogação do material biológico foi utilizada a infraestrutura do Laboratório de Simulídeos e Oncocercose - LSO, do Instituto Oswaldo Cruz, da Fundação Oswaldo Cruz (LSO/IOC-Fiocruz), em consonância com os Procedimentos Gerenciais e Operacionais Padrão vigentes, alinhados ao Sistema de Gestão da Qualidade – SGQ implementado no laboratório, bem como referências bibliográficas específicas para a simuli fauna brasileira e do Sudeste do Brasil, chaves dicotômicas de classificação taxonômica, além de material de referência depositado na CSIOC e na Coleção Histórica de Adolfo Lutz. A identificação dos adultos foi feita com o auxílio de microscópio estereoscópico e estereomicroscópio, placas de *petri* com papel filtro para secagem das amostras em álcool etílico e placas escavadas, com micropérolas de sílica para posicionamento e observação das características dos exemplares. Para a identificação das pupas foram utilizadas placas escavadas com álcool para observação e registro fotográfico. Durante o processo de triagem e identificação foram utilizadas fichas de triagem específicas para cada ponto de coleta. [Formulário\_POP-LSO-T005-001-Rev01 - Ficha de Triagem e Identificação (Anexo 4).

No processo de catalogação foram consultadas as fichas de triagem e inseridos os números de catálogo da coleção. Para tanto, larvas e pupas foram organizadas em lotes de exemplares por espécie, substrato e ponto de coleta. Já os adultos obtidos pela emergência das pupas foram catalogados individualmente para que suas respectivas exúvias aderidas ao fragmento de substrato não fossem dissociadas. Séries de exemplares por espécie, estágios de desenvolvimento e pontos criadouros foram separadas para incorporação ao catálogo da CSIOC. Os lotes receberam número de registro, após serem catalogados via sistema gerenciador de banco de dados desenvolvido em ACCESS®. Os lotes catalogados receberam etiquetas com o respectivo número de catálogo, identificação e número de campo e foram acondicionados no acervo, conforme sua metodologia de preservação (em álcool 80%, ou micro alfinetados em pólipo de EVA). Em atendimento ao SGQ, o material identificado foi conferido por um segundo profissional, com registro físico de alterações nas planilhas de identificação. Essa conferência foi realizada através da escolha aleatória de 20% dos exemplares (amostra cega) para cada espécie e estágio de desenvolvimento (adultos e pupas). Quando alguma não conformidade sobre a identificação foi percebida na amostra cega, todos os exemplares daquela espécie foram submetidos à conferência.

### 3.4 Análises de dados

A análise descritiva da amostra obtida foi consolidada em inventário geral por pontos e espécies, segregados por vertente e zoneamento ambiental organizados em planilhas eletrônicas confeccionadas no Microsoft Excel® versão 2007.

Para as análises estatísticas, conforme cada caso, foram utilizados os dados completos, incluindo as etapas de reconhecimento e coletas mensais, ou apenas o material cuja identificação foi concluída proveniente das vertentes Norte, Leste e Sul. Os dados foram previamente transformados em função logarítmica  $[\ln(x+1)]$  base 10 para a execução das análises, medida indicada em função do expressivo gradiente dos fatores ambiental e variação temporal na abundância das espécies.

#### 3.4.1 Riqueza Específica

Considerando a grande extensão da área de estudo, a complexidade de sua malha hídrica ao longo do zoneamento ambiental e áreas não amostradas entre as zonas de conservação e de preservação (entre 100 e 1000m de altitude) é desejável uma estimativa da potencial riqueza das comunidades de Simuliidae do PEPB. Para esta análise foram utilizados os dados das coletas mensais, considerando todo material identificado das vertentes Norte, Leste e Sul. Neste caso, a análise de riqueza indicada é a riqueza quadrática (Quadrat richness), efetuada pelo *software* Past 3. A análise requer duas ou mais colunas, cada uma contendo registro de presença/ausência (1/0) de *taxa* diferentes e integra quatro avaliadores de riqueza não paramétricos: Chao2, *Jackknife* 1 e 2 e *Bootstrap*. Os resultados são expressos com os índices de riqueza e desvios padrão calculados apenas para Chao2 e *Jackknife*1, a partir de um conjunto de amostras aleatórias. Em seguida, os índices são computados a partir de 1000 recombinações aleatórias de amostras e suas médias e desvios padrão são indicados (Hammer, 2001).

### **3.4.2 Índice de diversidade biológica**

Para o cálculo estatístico do índice de diversidade biológica, foi utilizado o índice de Shannon-Winner ( $H'$ ), com aplicabilidade para estudos ecológicos onde os dados analisados não sejam paramétricos, exista maior grau de heterogeneidade na abundância entre as espécies (ocorrência de espécies raras), com a vantagem do índice considerar a razão entre a diversidade obtida e a diversidade máxima (Equitabilidade de *Pielou*) (Barros, 2007). Para o cálculo deste índice foi utilizado o *software* Past3. Foram feitas duas análises distintas para se verificar o grau de Simuliidae, conforme o zoneamento ambiental (nas zonas de conservação, amortecimento e urbana); e em função das vertentes geográficas, cuja identificação taxonômica das amostras foi concluída (Norte, Leste e Sul).

### **3.4.3 Análise de coocorrência entre as espécies**

Além da influência dos fatores ambientais na distribuição espacial das espécies na área de estudo, há também a possibilidade de espécies simpátricas interferirem na dinâmica populacional uma das outras. Portanto, trata-se de mais um fator que deve ser investigado e o método escolhido foi a análise de coocorrência interespecífica. Esta análise foi realizada com os dados das coletas mensais, nas três vertentes onde a identificação taxonômica foi concluída, através da análise do Escalonamento Multidimensional Não Métrico NMDS (*Nonmetric Multidimensional Scaling*). A análise objetiva representar a posição das comunidades em um espaço multidimensional de forma mais exata possível, fazendo uma redução das dimensões que podem ser facilmente visualizados e plotados. A análise não é feita com abundâncias absolutas das espécies, mas sim, sua ordem de classificação em relação a múltiplos fatores. Por isso, o método pode ser conceituado como “não-métrico”. Foi utilizado o cálculo de dissimilaridade de Bray-Curtis, pois ele não apresenta variação nas mudanças de unidades, não se afeta por adições ou remoções de espécies nas comunidades, bem como reconhece diferenças no total das abundâncias, caso a abundância relativa seja a mesma. É uma técnica extremamente flexível que pode acomodar uma variedade de diferentes tipos de dados (Leafchneck, 2012). Para esta análise foi utilizando o *software* Past 3.

#### **3.4.4 Análise de substrato**

Para se avaliar a relação entre a ocorrência de espécie por tipo de substrato – natural: raiz, caule, folha, fruto, musgo, madeira, rocha; e artificial: concreto, cerâmica, isopor, metal, papel, plástico, tecido, vidro, foram utilizados os dados de todos os exemplares identificados das quatro vertentes do PEPB, através do NMDS utilizando o *software* Past 3.

#### **3.4.5 Análise de Correspondência Canônica**

A distribuição e abundância das espécies foi ordenada em relação às variáveis ambientais, através da Análise de Correspondência Canônica (*Canonical Correspondence Analyses – CCA*), de forma a evidenciar padrões de distribuição, em relação a eventual impacto humano de seus habitats. Este método de análise converte as variáveis ambientais em eixos perpendiculares, capazes de separar os nichos ecológicos das espécies encontradas, facilitando a interpretação dos padrões de distribuição observados. A análise de CCA foi feita através do *software* Canoco 4.5, após a execução de 5000 permutações de Monte Carlo, para a determinação de variáveis significativas ( $p < 0,05$ ). Para esta análise foram utilizados os dados das coletas mensais, nas três vertentes onde a identificação taxonômica foi concluída.

#### **3.4.6 Análise espacial**

O georeferenciamento dos pontos foi obtido a partir do registro das coordenadas geodésicas e altitude, via sistema GPS, utilizando-se um aparelho Garmin e-trex VistaHCx<sup>®</sup>, com Datum configurado em WGS-84. Para a confecção dos mapas da área de estudo e de distribuição das espécies foi utilizado um Sistema de Informação Geográfica (SIG) disponível para uso gratuito, o *software* Quantum GIS, versão 2.14.4.

Para visualização das áreas de elevada concentração de Simuliidae e por espécie em todas as vertentes do PEPB, foi aplicada o método estatístico de estimação de curvas de densidades (função Kernel) utilizando a ferramenta mapa calor do QGIS, com raio = 2 Km para identificar e estimar as áreas de maior densidade, através da estratificação do número de exemplares por pontos-criadouros. Nos mapas, exclusivamente para a vertente Oeste, foi somente ilustrada a ocorrência das espécies nos pontos de coleta.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram investigados 38 pontos-criadouros (P1 a P38) nas coletas de reconhecimento ocorridas entre julho e novembro de 2015. Através da análise dos dados obtidos, 20 pontos-criadouros foram selecionados e denominados de P1 a P20 para a realização sistemática das coletas mensais, realizadas entre dezembro de 2015 e novembro de 2016, visando a obtenção das amostras utilizadas neste trabalho (Tabela 2).

**Tabela 2:** Pontos-criadouros investigados (P1 a P38) e amostrados nas coletas sistemáticas mensais (P1 a P20), no entorno do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

PONTO	VERTENTE	REFERÊNCIA/BAIRRO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (O)	ALTITUDE (m)
P1	Oeste	Córrego tributário do Baixo Rio da Prata, acesso pela Estrada dos Caboclos, Campo Grande.	22°55'25.63"	43°31'38.73"	33
P2	Oeste	Cachoeira Sagrada do Rio da Prata, acesso pela R. Soldado Antônio da Silveira, Campo Grande.	22°54'53.02"	43°30'3.90"	123
P3	Oeste	Córrego tributário da margem direita do Rio da Prata, acesso pela R. Soldado Antônio da Silveira, Campo Grande.	22°55'2.05"	43°30'29.79"	52
P4	Oeste	Cachoeira dentro do PEPB, acesso pela Estrada do Batalha, tributário da margem esquerda do Rio da Prata, Campo Grande.	22°55'43.08"	43°30'33.02"	144
P5	Oeste	Córrego tributário da margem esquerda do Rio da Prata, localidade Buraco Quente, acesso pelo Caminho do Morro dos Caboclos, Campo Grande.	22°56'10.65"	43°31'25.86"	152
P6	Oeste	Córrego tributário da cabeceira do Rio Portinho, margem direita, acesso pela Estrada das Taxas, Guaratiba.	22°57'11.35"	43°31'52.00"	176
P7	Oeste	Córrego margem esquerda do Rio Portinho, acesso pela Estrada da Toca Grande, Guaratiba.	22°58'37.66"	43°31'33.04"	115
P8	Sul	Alto Curso do Rio Paineiras, dentro do PEPB, acesso pelo Caminho do Cafundá, Vargem Grande.	22°57'20.55"	43°29'28.96"	125
P9	Sul	Médio curso do Rio Paineiras, dentro do Pontal Country Clube, acesso pela Estrada do Pacuí, Vargem Grande.	22°57'52.89"	43°29'29.80"	42
P10	Sul	Baixo curso do Rio Paineiras, acesso pela Estrada do Cabungui, Vargem Grande.	22°58'27.70"	43°29'48.50"	20
P11	Leste	Baixo Curso do Rio Camorim, sob ponte na Estrada dos Bandeirantes, Camorim.	22°58'29.90"	43°24'52.50"	13
P12	Leste	Rio Camorim, ao lado da sede do PEPB, acesso pela Estrada do Camorim.	22°58'11.90"	43°26'12.32"	155

P13	Leste	Alto curso do Córrego do Engenho Novo, dentro do Campus da Fiocruz Mata Atlântica, Curicica.	22°56'39.70"	43°24'52.50"	72
P14	Leste	Baixo curso do Córrego do Engenho Novo, a jusante do Campus da Fiocruz Mata Atlântica, sob ponte na Avenida Viana de Castelo, Curicica.	22°56'28.70"	43°23'50.60"	22
P15	Leste	Alto curso do Rio Grande, dentro do PEPB, acesso pela Estrada do Pau da Fome, Taquara.	22°55'59.97"	43°26'40.29"	165
P16	Leste	Médio curso do Rio Grande, dentro do Clube da Telemar, acesso pela Estrada do Pau da Fome, Taquara.	22°55'45.50"	43°26'9.80"	75
P17	Leste	Baixo curso do Rio Grande, sob ponte na Estrada do Pau da Fome, Taquara.	22°55'32.01"	43°25'36.92"	48
P18	Leste	Córrego tributário da margem Esquerda do Rio Pequeno, acesso pela Estrada do Rio Pequeno, Taquara.	22°55'1.00"	43°25'59.50"	73
P19	Norte	Rio Piraquara, dentro do PEPB, acesso pela Rua do Governo, Realengo.	22°54'7.19"	43°26'55.56"	125
P20	Norte	Rio Sarapuí, acesso pela Rua do Registro, Senador Camará.	22°54'12.15"	43°29'25.17"	95
P21	Sul	Rio Sacarrão, acesso pela Estrada do Sacarrão, Vargem Grande.	22°57'56.03"	43°28'42.00"	57
P22	Oeste	Córrego no Vale das Taxas, em propriedade particular, Guaratiba.	22°57'22.77"	43°32'4.96"	95
P23	Oeste	Calha central do Rio Portinho, acesso pela Avenida Gaspar de Lemos, Guaratiba.	22°58'41.35"	43°32'48.62"	19
P24	Norte	Rio Sarapuí, em área urbana, Senador Camará.	22°53'52.38"	43°29'14.06"	63
P25	Norte	Rio Piraquara, em área urbana, Realengo.	22°53'54.78"	43°26'41.73"	58
P26	Leste	Rio Pequeno, margem esquerda, à montante do P18, Taquara.	22°55'3.06"	43°26'18.15"	113
P27	Leste	Córrego tributário do Rio Grande, à direita da entrada da sede do PEPB, dentro de comunidade, Taquara.	22°55'53.49"	43°26'32.82"	128
P28	Leste	Córrego na vertente Oeste da lagoa do Camorim.	22°57'24.40"	43°26'54.70"	451
P29	Leste	Segundo ponto no córrego à Oeste da lagoa do Camorim.	22°57'24.38"	43°26'54.74"	459
P30	Leste	Córrego na vertente leste da Lagoa do Camorim	22°57'33.11"	43°26'37.67"	460
P31	Leste	Escada do aqueduto da CEDAE, Rio Camorim, dentro do PEPB, Camorim.	22°58'12.63"	43°26'17.83"	185
P32	Sul	Rio Piabas, trecho de 20 m antes do ladeirão, à direita da estrada, Recreio dos Bandeirantes.	23° 1'39.64"	43°31'30.11"	35
P33	Sul	Rio Paineiras, região de de cabeceira, dentro do PEPB, alternativo ao P8 Vargem Grande.	22°57'11.73"	43°29'21.35"	152
P34	Sul	Córrego na Reserva da Prainha, Recreio dos Bandeirantes.	23° 2'22.03"	43°30'21.23"	24
P35	Sul	Rio a Leste da Praia de Grumari, Recreio dos Bandeirantes.	23° 2'28.81"	43°31'23.18"	17
P36	Oeste	Garganta de Itapuca, acesso pela estrada Burle Max, Guaratiba.	23° 2'8.69"	43°33'4.70"	36
P37	Oeste	Córrego no Sítio Burle Max, Guaratiba.	23° 1'30.15"	43°32'35.71"	126
P38	Sul	Rio Piabas, cerca de 1km acima do P32, Recreio dos Bandeirantes.	23° 2'1.10"	43°32'6.13"	225

#### 4.1 Descritivo ilustrado dos pontos criadouros investigados no PEPB, nos pontos P1 a P20, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

**Ponto P1.** Apresenta vegetação marginal sujeita a remoção periódica, com pouca cobertura vegetal e elevado aporte de esgoto doméstico. No período da investigação, quando em menor vazão, a água apresentava odor fétido com lodo escuro recobrindo o fundo arenoso e argiloso, impedindo a fixação de larvas e pupas (Figura 6).



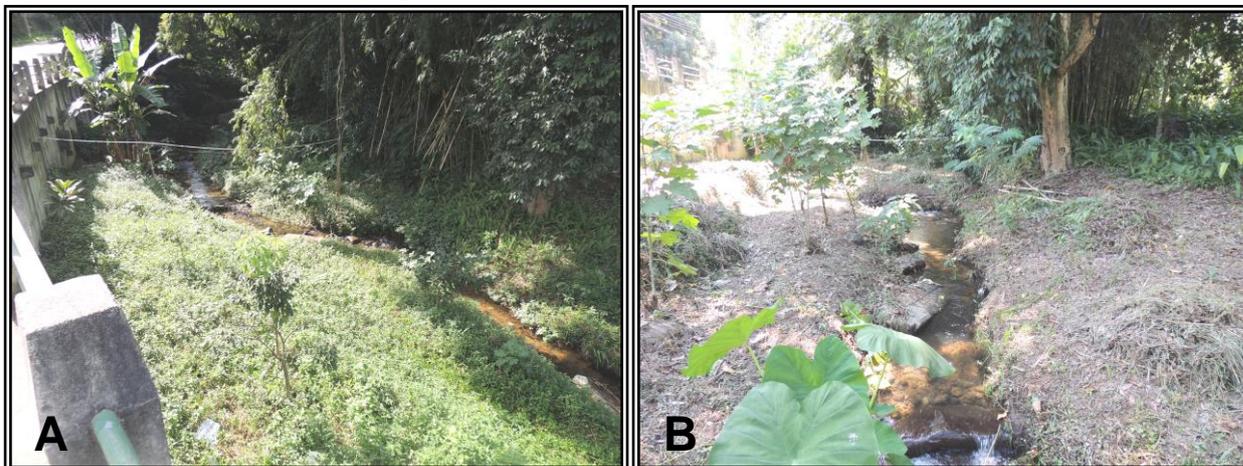
**Figura 6:** P1. Córrego tributário do Baixo Rio da Prata, Vertente Oeste. Fisionomia a montante (A) e jusante do ponto de coleta (B).

**Ponto P2.** Apresenta pouca vegetação marginal, caracterizada por raízes entre leito e margens pedregosas, possui muita cobertura vegetal e aporte regular de matéria orgânica, pois é um local utilizado por religiões afro-brasileiras para oferendas deixadas nas margens, ou dentro do rio (Figura 7).



**Figura 7:** P2. Cachoeira Sagrada do Rio da Prata, Vertente Oeste, margem direita do Rio da Prata. Fisionomia a montante (A) e jusante do ponto de coleta (B).

**Ponto P3.** Apresenta vegetação marginal removida periodicamente, com moderada cobertura vegetal na margem esquerda, leito de cascalho e pedras. Neste ponto se verifica um muro de contenção da estrada, com o córrego encaixado em moderada inclinação, após curva do terreno, tornando o local sujeito a periódica lixiviação, após chuvas mais fortes (Figura 8).



**Figura 8:** P3. Córrego tributário da margem direita do Rio da Prata, em propriedade particular, Vertente Oeste. Fisionomia do córrego apresentando vegetação marginal (A) e após sua remoção (B).

**Ponto P4.** Apresenta trecho de floresta densa acima da cachoeira, com matações de granito e fundo lageado com areia e água normalmente cristalina. Apresenta vegetação marginal composta por palmas, cipós, galhos e raízes pendentes sobre o curso d'água. É um dos locais onde mais se verificou a captação de água clandestina (Figura 9).



**Figura 9:** P4. Cachoeira dentro do PEPB, Vertente Oeste, margem esquerda do Rio da Prata. Fisionomia a montante (A) e jusante do ponto (B).

**Ponto P5.** Apresenta grande aporte de esgoto doméstico, com lodo ferruginoso recobrindo substrato, com vegetação marginal roçada em alguns meses do ano, fundo de areia, argila e pedras na porção final, antes de uma pequena cascata, que delimita o final do ponto (Figura 10).



**Figura 10:** P5. Córrego do Buraco Quente, Vertente Oeste, margem esquerda do Rio da Prata. Fisionomia a montante (A) e jusante do ponto (B).

**Ponto P6.** Localizado em meio a um bananal, apresenta terreno inclinado, com o córrego em pequenas quedas entre matacões rochosos. Apresenta vegetação marginal roçada em alguns meses e folhas soltas de palmeiras e bananeiras. Em épocas de baixa do lençol freático, o curso d'água fica muito raso entre as rochas maiores, dificultando seu acesso (Figura 11).



**Figura 11:** P6. Córrego tributário da margem direita do Rio Portinho, Vertente Oeste. Fisionomia a montante (A) e jusante do ponto (B).

**Ponto P7.** Fisionomia similar ao ponto anterior, sendo que há um pequeno represamento para captação de água para irrigação no meio do ponto, que quase seca nos meses de pouca chuva. A vegetação marginal é composta por palmas brancas, braquiárias, com raízes e folhas soltas no leito arenoso, entre pedras e matacões (Figura 12).



**Figura 12:** P7. Córrego da Toca Grande, margem esquerda do Rio Portinho, Vertente Oeste. Fisionomia a montante (A) e no meio do córrego (B).

**Ponto P12.** Localizado em trecho de floresta densa, após vinte minutos de caminhada, à montante da placa limite do PEPB. Apresenta densa vegetação marginal e cobertura vegetal, com trechos de corredeiras de moderada a forte intensidade, água normalmente cristalina e leito de cascalho e pedras (Figura 13).



**Figura 13:** P8. Alto curso do Rio Paineiras, dentro do PEPB, Vertente Sul. Fisionomia do ponto a montante (A) e jusante (B), onde um poço natural marca seu limite.

**Ponto P9.** Apresenta leito do rio arenoso, entre rochas, com moderada cobertura vegetal e vegetação marginal mais evidente na margem esquerda e no estreitamento no final do ponto, antes da queda d'água. Foram verificadas saídas de esgoto à montante na margem esquerda, fora da área do clube (Figura 14).



**Figura 14:** P9. Médio curso do Rio Paineiras, Pontal Country Club, Vertente Sul. Fisionomia do ponto a montante (A) e a jusante (B).

**Ponto P10.** Apresenta saídas de esgoto das residências construídas em sua margem direita, com trechos assoreados de menor profundidade e maior largura, com fundo arenoso e bancos de argila branca (tabatinga), com resíduos de cerâmica, telhas e entulhos de concreto. Possui pouca cobertura vegetal e densa vegetação marginal formada por braquiárias, urtigas, mamonas e outras plantas arbustivas. Nos meses de menor vazão, a água torna-se turva, apresentando mau cheiro e o leito assume aspecto ferruginoso (Figura 15).



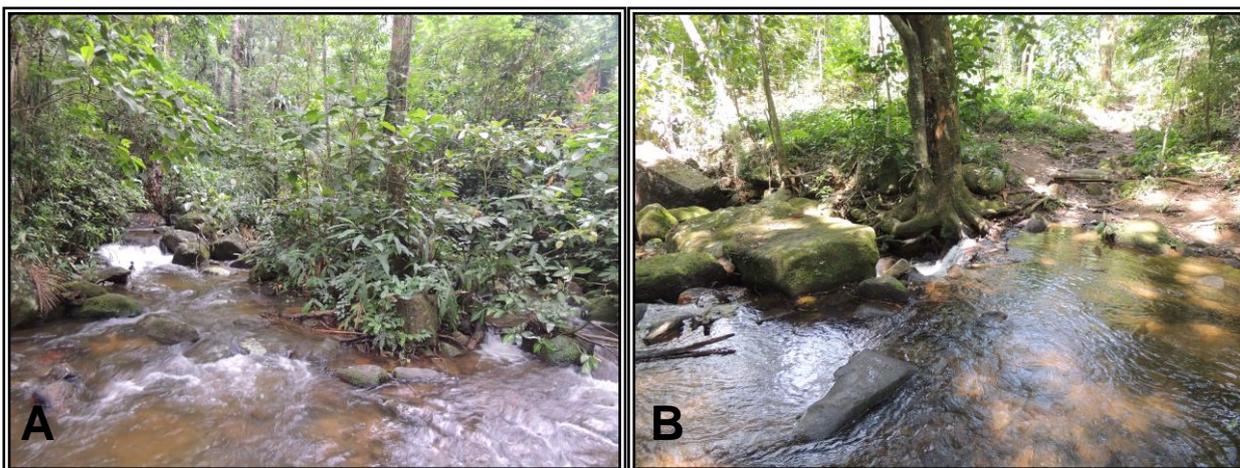
**Figura 15:** P10. Baixo curso do Rio Paineiras, Vertente Sul. Fisionomia a montante (A) e jusante do ponto (B).

**Ponto P11.** Apresenta tubulação de esgoto e manilhões de drenagem, com moderada cobertura vegetal e vegetação marginal densa, composta por gramíneas, braquiárias e plantas arbustivas. Leito de areia e cascalho, com água turva, ou barrenta (Figura 16).



**Figura 16:** P11. Baixo Curso do Rio Camorim, Vertente Leste. Fisionomia geral do ponto (A), com tubulações de esgoto e manilhões de drenagem urbana (B).

**Ponto P12.** Localizado em trecho de floresta dentro da zona de conservação do PEPB, apresenta vegetação marginal densa, com pequenas ilhotas de vegetação em afloramentos rochosos no meio do rio, leito do rio rochoso, com cascalho e areia. Água geralmente clara, com pH ligeiramente mais ácido, que os demais pontos de alto curso analisados. A estrutura de tratamento de esgoto dos banheiros e da sede do PEPB parece estar sem manutenção, conforme relatado pelos guarda-parques e seu refluxo escoar para este ponto do rio (Figura 17).



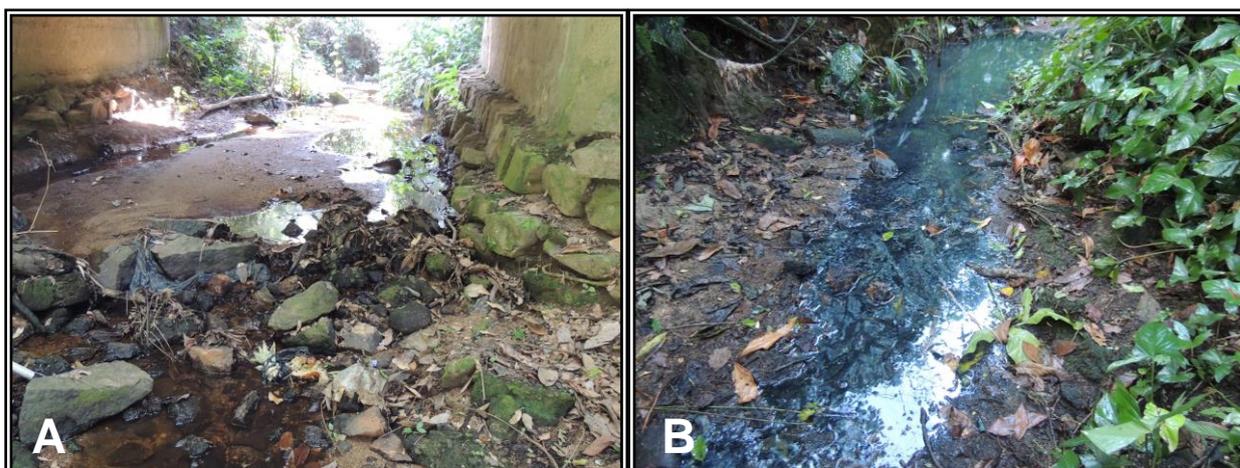
**Figura 16:** P17. Rio Camorim, ao lado da Sede do PEPB, Vertente Leste. Fisionomia do ponto a montante (A) e jusante (B).

**Ponto P13.** Apresenta leito rochoso e arenoso, com moderada vegetação marginal. Em meses de pouca chuva o córrego praticamente seca neste ponto, ficando restrito a um alagado contíguo a represa, com a água corrente voltando a surgir mais abaixo, após o desnível do terreno (Figura 18).



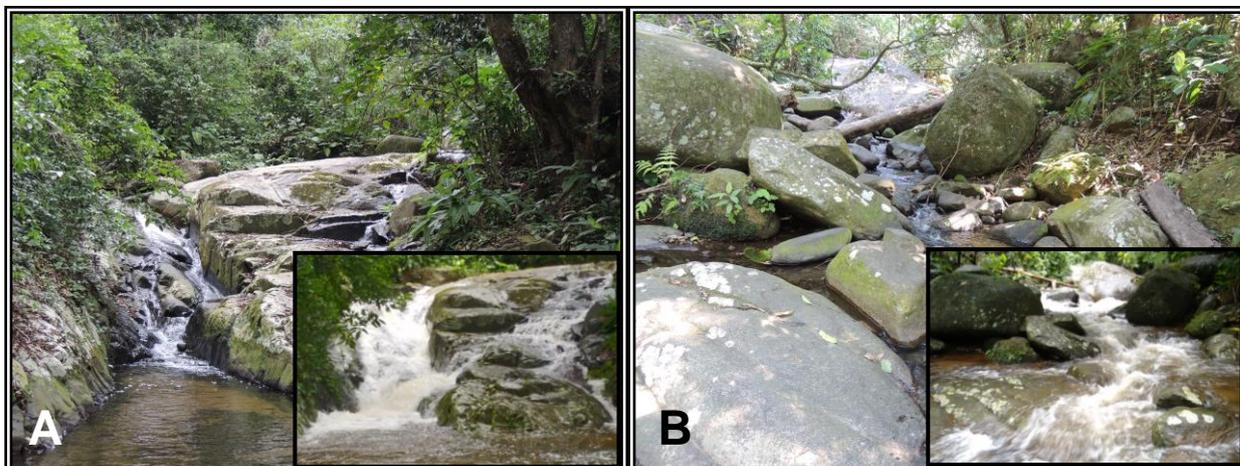
**Figura 18:** P13. Alto Córrego Engenho Novo - Campus da Fiocruz Mata Atlântica, Vertente Leste. Fisionomia do ponto a montante (A) e jusante (B).

**Ponto P14.** Apresenta leito arenoso nos remansos e rochas no desnível, com pouca vegetação marginal e moderada cobertura vegetal. Normalmente apresenta água poluída, com sedimento escuro e sobrenadante gorduroso. Em épocas de pouca chuva, o ponto fica completamente seco (Figura 19).



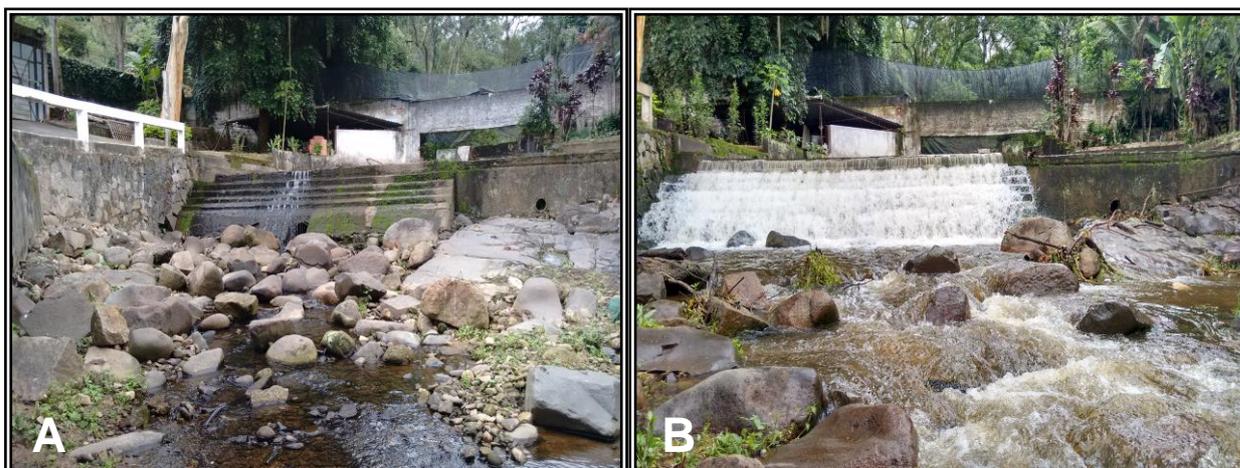
**Figura 19:** P14. Baixo curso do Córrego do Engenho Novo, Vertente Leste. Fisionomia do ponto a montante (A) e jusante (B).

**Ponto P15.** Trecho em floresta densa, na região de cabeceira do Rio Grande, é constituído por lage de pedra e matacões rochosos à montante da cachoeira. Apresenta vegetação marginal quase sempre distante do corpo d'água, devido às margens rochosas. É de difícil acesso nos meses de chuva, em função do forte aumento de sua vazão (Figura 20).



**Figura 20:** P15. Alto Rio Grande, Vertente Leste. Fisionomia a montante (A) e jusante do ponto (B). No detalhe, no canto inferior direito, os mesmos locais após chuvas de verão.

**Ponto P16.** É constituído pela escada d'água de concreto e trecho à jusante. Não apresenta cobertura vegetal e pouca vegetação marginal. O leito do rio é rochoso e arenoso, sendo a escada recoberta por uma briófitas resistente, que serve de substrato aos imaturos de simuliídeos (Figura 21).



**Figura 21:** P16. Médio curso do Rio Grande, Vertente Leste. Fotos do ponto em agosto de 2016 (A) e em janeiro de 2016 (B), após chuvas de verão.

**Ponto P17.** Apresenta vegetação marginal e cobertura vegetal moderadas e é um ponto de intenso aporte de matéria orgânica, em função de efluentes de esgoto da zona urbana e oferendas de alimentos, carcaças de animais enrolados em esteiras e lençóis jogados do alto da ponte, por adeptos de religiões afro-brasileiras (Figura 22).



**Figura 22:** P17. Baixo curso do Rio Grande, Vertente Leste. Fisionomia do ponto a montante (A) e jusante (B).

**Ponto 18.** Apresenta cobertura vegetal e vegetação marginal moderadas, com águas claras na maior parte do ano, embora se tenha constatado tubos de esgoto das residências à montante do ponto. O leito é principalmente arenoso e rochoso, sendo que há meses de baixa do lençol freático e o rio forma cacimbas de água parada, ou seca completamente (Figura 23).



**Figura 23:** P18. Córrego tributário da margem Esquerda do Rio Pequeno, Vertente Leste. Fisionomia do ponto a montante (A) e jusante (B).

**Ponto 19.** Trecho à montante da represa, com água corrente em leito rochoso, com vegetação marginal moderada e água geralmente cristalina. Em algumas das coletas havia visitantes e moradores da região utilizando a represa para banho (Figura 24).



**Figura 24:** P19. Rio Piraquara, dentro do PEPB, Vertente Norte. Fisionomia a montante (A) e jusante do ponto, em cascata e parede da represa (B).

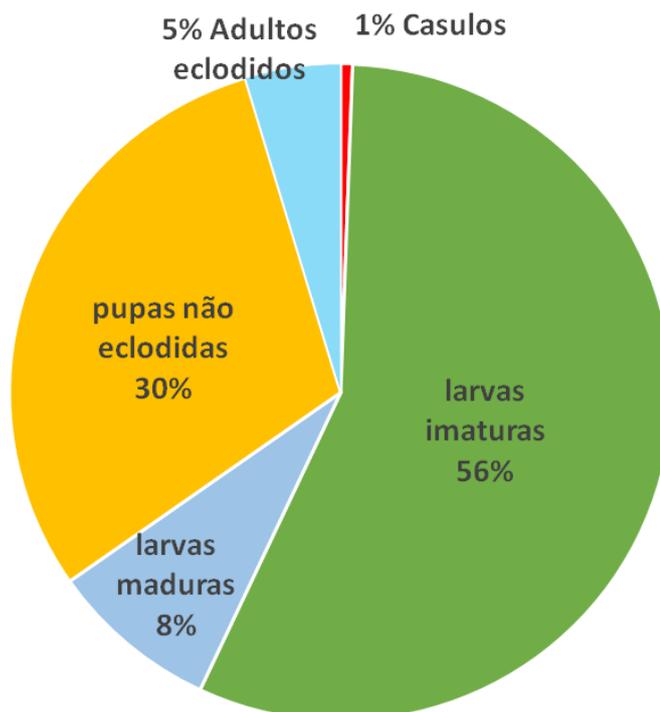
**Ponto P20.** Apresenta cobertura vegetal moderada e vegetação marginal abundante. O ponto é situado entre propriedades de criadores de animais, com ovinos na margem esquerda e suínos à montante e jusante do ponto. Os dejetos dos chiqueiros são despejados *in natura* no rio e a montante do ponto reside uma pequena comunidade de produtores de caqui, banana e aipim, já na zona de conservação do PEPB (Figura 25).



**Figura 24:** P25. Rio Sarapuí, Vertente Norte. Fisionomia do ponto a montante (A) e jusante (B), onde é ilustrado o interior do chiqueiro destacado na imagem.

## 4.2 Resultados Biotaxonômicos Comparativos

O total de simúlídeos coletados em todas as quatro vertentes hidrográficas do PEPB foi de aproximadamente 60.000 exemplares. Deste total, foram triados 42.200 espécimes, sendo 27.301 larvas (23.810 larvas imaturas e 3.491 larvas maduras) e 14.899 pupas identificadas ao epíteto específico, das quais 12.689 são pupas não eclodidas, 1.967 pupas eclodidas (adultos e exúvias) e 243 casulos de *Simulium* sp. (Figura 26).

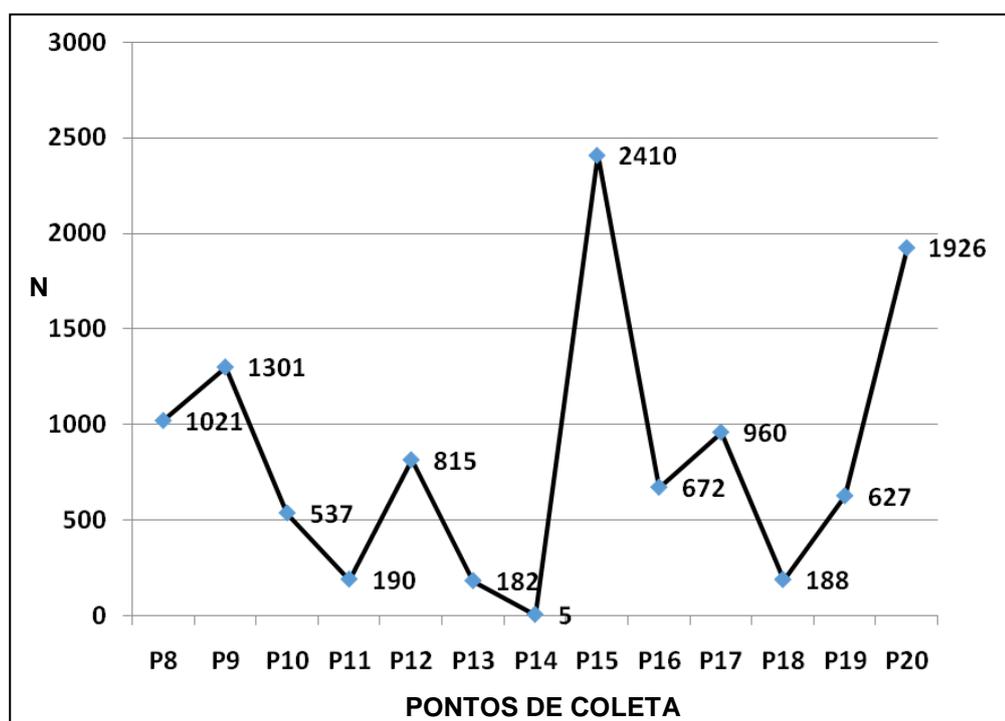


**Figura 26:** Gráfico com percentual de exemplares coletados no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

O material da vertente Oeste (P1 a P7) foi parcialmente identificado (cerca de 30%) e considerado somente nas análises estatísticas de substrato e no mapa de registro de ocorrência das espécies. Para as vertentes Norte, Leste e Sul (P8 a P20) foi concluída a identificação taxonômica de pupas e adultos ao epíteto específico, totalizando 10.834 exemplares identificados (Tabela 3 e Figura 27).

**Tabela 3:** Espécies identificadas por pontos criadouros nas vertentes Norte, Leste e Sul, PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

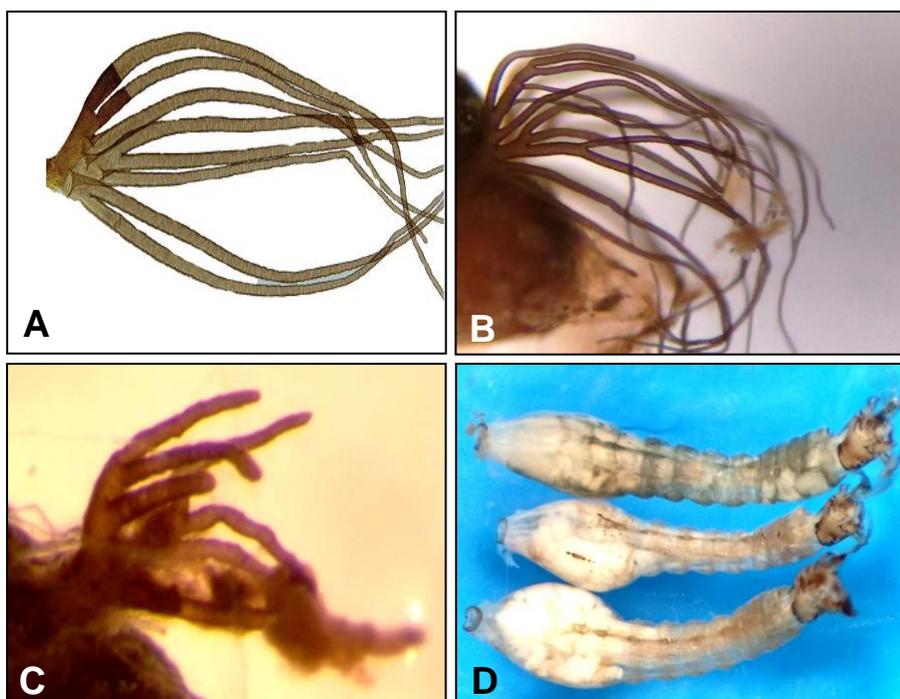
Espécies	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	TOTAL
<i>L. hirticosta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
<i>S. anamariae</i>	3	0	0	0	6	1	0	7	0	1	0	13	0	31
<i>S. botulibranchium</i>	0	0	0	0	1	3	0	4	0	0	0	19	0	27
<i>S. brachycladum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	390	3	6	77	908	1384
<i>S. clavibranchium</i>	0	0	0	0	1	1	0	5	0	0	0	0	0	7
<i>S. distinctum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>S. empascae</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	132	2	136
<i>S. inaequale</i>	0	4	25	45	1	4	2	0	43	503	155	3	777	1562
<i>S. incrustatum</i>	95	23	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	121
<i>S. limbatum</i>	14	27	130	0	0	0	0	9	13	115	1	0	14	323
<i>S. pertinax</i>	420	1217	225	130	772	158	3	335	4	4	18	41	33	3360
<i>S. rubrithorax</i>	487	21	0	0	1	8	0	1894	0	0	0	206	131	2748
<i>S. scutistriatum</i>	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	91	0	95
<i>S. spinibranchium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	33
<i>S. subnigrum</i>	1	0	3	0	33	1	0	149	0	1	0	6	1	195
<i>S. subpallidum</i>	0	9	153	15	0	0	0	2	222	333	5	1	60	800
<i>S. travassosi</i>	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	3	0	8
<b>TOTAL</b>	<b>1021</b>	<b>1301</b>	<b>537</b>	<b>190</b>	<b>815</b>	<b>182</b>	<b>5</b>	<b>2410</b>	<b>672</b>	<b>960</b>	<b>188</b>	<b>627</b>	<b>1926</b>	<b>10834</b>



**Figura 27:** Exemplos identificados por ponto de coleta nas vertentes Norte, Leste e Sul do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

## Dificuldades para identificação de espécimes - Parasitismo e má formação de imaturos de simúlídeos em área urbana do PEPB

A presença de imaturos deformados nos pontos criadouros foi um fator que dificultou a identificação taxonômica, onde algumas pupas apresentaram assimetria entre os ramos braquiais direito e esquerdo com alterações nos padrões de bifurcação. As espécies que mais apresentaram assimetria foram as do subgênero *Psaroniocompsa*, com destaque para *S. inaequale* e *S. limbatum*. Outras pupas apresentaram brânquias teratogênicas, como observado em *S. pertinax*, com deformações, variação no número de filamentos, na espessura, textura e comprimento dos filamentos (Figura 28 A-C); e ainda, 153 larvas oriundas de cinco pontos criadouros impactados apresentaram características de parasitemia por microsporídeos (Nascimento, 2004) (Figura 28D).



**Figura 28:** Parasitismo e má formação de imaturos de simúlídeos em área urbana do PEPB. (A) padrão normal da brânquia com 8 filamentos; (B) brânquia mal formada com 13 filamentos; (C) brânquia teratogênica com 7 filamentos (ambos em *S. pertinax*); (D) larvas de *S. rubrithorax* parasitadas por microsporídeos.

### 4.3 Espécies encontradas no entorno do PEPB

Foram identificadas dezenove espécies alocadas em dois gêneros de Simuliidae, *Lutzsimulium* e *Simulium*, e cinco subgêneros na área estudada do PEPB (Tabela 3). Para cada ponto criadouro os valores das médias anuais dos fatores ambientais mensurados estão indicados na Tabela 5.

**Tabela 4:** Espécies de Simuliidae listadas por gênero, subgênero e presença por vertente no entorno do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Gênero	Subgênero	Espécie	Autor e ano	Vertente	
<i>Lutzsimulium</i>	<i>Lutzsimulium</i>	<i>hirticosta</i>	Lutz, 1909	Norte, Leste, Oeste	
		<i>distinctum</i>	Lutz, 1910	Leste	
		<i>empascae</i>	Py-Daniel, 1988	Norte, Leste, Oeste	
	<i>Chirostilbia</i>	<i>pertinax</i>	Kollar, 1832	Norte, Sul, Leste, Oeste	
		<i>spinibranchium</i>	Lutz, 1910	Norte	
		<i>subpallidum</i>	Lutz, 1910	Norte, Sul, Leste, Oeste	
		<i>Psilopelmia</i>	<i>perflavum</i>	Roubaud, 1906	Oeste
	<i>Simulium</i>	<i>Psaroniocompsa</i>	<i>anamariae</i>	Vulcano, 1962	Norte, Sul, Leste, Oeste
			<i>botulibranchium</i>	Lutz, 1910	Norte, Leste, Oeste
			<i>clavibranchium</i>	Lutz, 1910	Norte, Leste, Oeste
			<i>inaequale</i>	Paterson & Shannon, 1927	Norte, Sul, Leste, Oeste
			<i>incrustatum</i>	Lutz, 1910	Leste, Oeste, Sul
			<i>limbatum</i>	Knab, 1915	Norte, Sul, Leste, Oeste
			<i>subnigrum</i>	Lutz, 1910	Norte, Sul, Leste, Oeste
<i>travassosi</i>			D'Andretta & D'Andretta, 1947	Norte, Leste, Oeste	
<i>brachycladum</i>			Lutz & Pinto, 1932	Norte, Leste, Oeste	
<i>Trichodagmia</i>			<i>lobatoi</i>	Luna-Dias et al., 2004	Oeste
	<i>rubrithorax</i>	Lutz, 1909	Norte, Sul, Leste, Oeste		
	<i>scutistriatum</i>	Lutz, 1909	Norte, Leste, Oeste		

Parte do material coletado foi depositado na Coleção de Simulídeos do IOC–CSIOC, totalizando 3.569 lotes de exemplares disponíveis para consulta no catálogo virtual da CSIOC, pelo site <http://csioc.fiocruz.br/catalogue>, ou através da rede *speciesLink* (<http://www.splink.org.br/>), ou pelo Sistema Brasileiro de Informação sobre Biodiversidade Brasileira – SIBBr (<http://www.sibbr.gov.br/>).

**Tabela 5:** Média anual das variáveis ambientais aferidas para os pontos criadouros analisados, nas vertentes Norte, Leste e Sul no zoneamento ambiental do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Ponto	Zona	ord.	cob.	esg.	umid.	turb.	lux	T.amb	T.agua	pH	OD	larg.	prof.	área	vel.	vazão	precip.
P08	ZC	1	3	0	84,93	2,19	12,20	23,60	20,18	7,08	33,59	2,82	0,49	1,38	0,54	0,59	83,48
P09	ZA	2	2	1	84,80	5,88	8,36	24,88	21,61	7,04	31,89	4,57	0,26	1,18	0,38	0,35	92,99
P10	ZU	3	1	2	78,32	6,33	26,43	25,34	22,52	6,65	29,59	3,25	0,17	0,55	0,51	0,22	92,09
P11	ZU	3	2	2	72,52	5,42	15,87	28,19	22,59	6,53	29,38	2,58	0,20	0,51	0,71	0,28	93,07
P12	ZC	2	3	1	80,03	3,46	13,46	24,93	21,05	6,69	30,19	6,54	0,23	1,50	0,52	0,62	77,78
P13	ZC	1	3	0	84,63	0,64	1,49	25,30	21,47	7,03	31,62	2,15	0,13	0,28	0,27	0,05	82,92
P14	ZA	2	2	2	86,00	4,91	4,99	26,55	23,50	6,71	21,93	1,03	0,09	0,09	0,26	0,01	97,92
P15	ZC	2	3	0	78,70	1,35	3,15	25,50	21,34	7,14	32,67	4,12	0,16	0,65	0,68	0,35	81,00
P16	ZA	2	0	2	71,19	1,67	13,39	28,45	23,09	7,11	29,69	2,16	0,18	0,38	0,37	0,11	82,41
P17	ZU	3	2	2	78,98	4,62	15,73	27,56	24,02	6,83	23,68	2,97	0,19	0,56	0,50	0,22	97,09
P18	ZA	2	2	2	81,94	4,78	3,00	26,93	22,31	7,25	30,10	1,50	0,17	0,25	0,32	0,06	106,71
P19	ZC	2	3	0	77,97	1,35	8,27	25,62	20,86	7,04	30,44	0,87	0,17	0,14	0,25	0,02	80,40
P20	ZA	2	2	2	79,32	12,56	9,91	26,33	22,44	7,02	25,14	0,95	0,13	0,12	0,30	0,02	91,05

**OBS:** zona= zoneamento ambiental, ord.= ordenamento da hierarquia fluvial, cob.= cobertura vegetal, esg.= esgoto, umid.=umidade (%), turb.=turbidez (ntu), lux= luminosidade (lux), T.amb= temperatura ambiente (°C), T.agua= Temperatura da água (°C), pH= potencial de hidrogênio, OD= oxigênio dissolvido (mg/L), larg.=largura (m), prof.=profundidade (M), vel.= velocidade (m/s), precip.= precipitação atmosférica (mm).

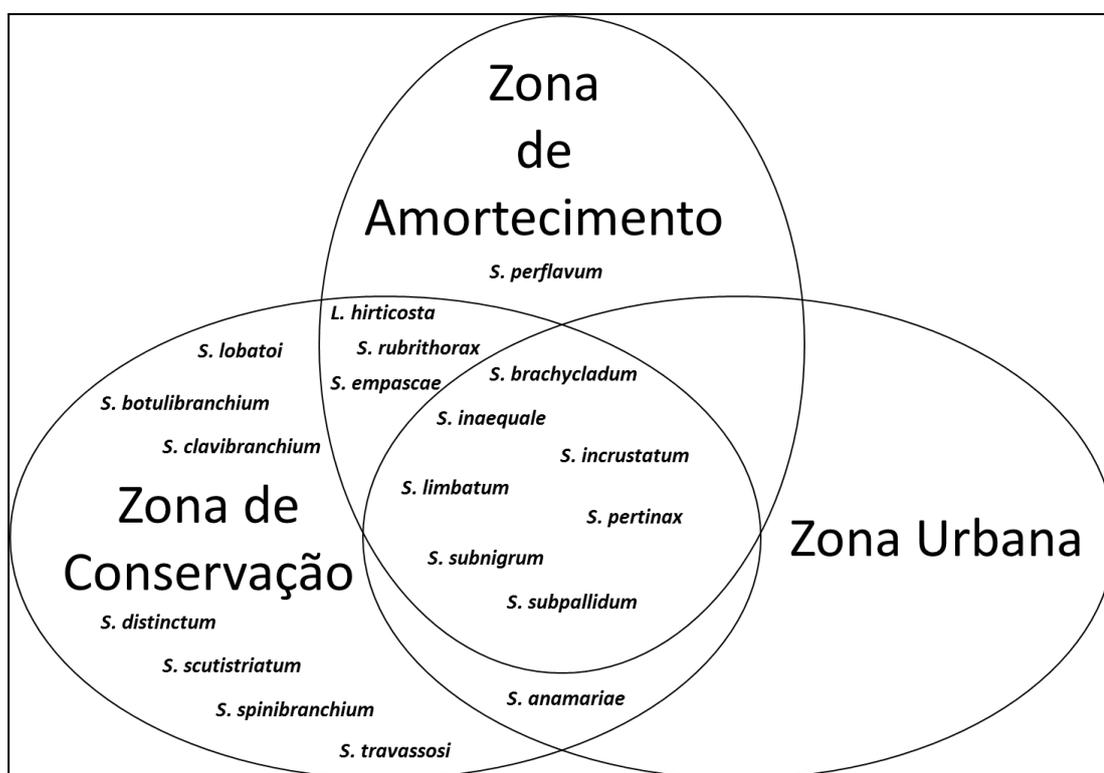
Os resultados referentes as coletas realizadas no PEPB neste estudo representam o primeiro registro da simuliofauna para a UC e ampliam o conhecimento sobre a distribuição do grupo no município e no estado do Rio de Janeiro. Na literatura, os registros sobre a ocorrência de simúlídeos no município do Rio de Janeiro, com exceção de *S. pertinax*, espécie cuja localidade tipo é Ipanema, Rio de Janeiro (Gil-Azevedo & Maia-Herzog, 2009), são restritos às cercanias do Parque Nacional da Tijuca – PNT (Maia-Herzog et.al., 1988; Vulcano, 1962).

Em seu capítulo sobre os simúlídeos no catálogo de dípteros da América do Sul e Estados Unidos, Vulcano (1967) menciona *S. anamariae*, *S. perflavum*, *S. pertinax* e *S. travassosi* para o extinto estado da Guanabara (atual município do Rio de Janeiro), sem indicar as localidades exatas de ocorrência dessas espécies. Maia-Herzog et.al. (1988) encontraram sete espécies válidas para a Represa dos Ciganos, na área do PNT- *S. anamariae*, *S. brachycladum*, *S. guianense*, *S. inaequale*, *S. pertinax*, *S. rubrithorax* e *S. subnigrum*. Além dessas espécies, Gil-Azevedo & Maia-Herzog (2004) citam *S. empascae* e *S. brachycladum* para o PNT e, no último inventário realizado sobre a fauna de simúlídeos para o estado do Rio de Janeiro, Gil-Azevedo & Maia-Herzog (2009) mencionam ainda a ocorrência de *S. botulibranchium*, *S. clavibranchium*, *S. distinctum*, *S. incrustatum* e *S. scutistriatum*,

totalizando quatorze espécies válidas para o município do Rio de Janeiro. Apenas *S. guianense* Wise, 1911 ainda não foi registrada nas cercanias do PEPB.

Assim, as espécies *Lutzsimulium hirticosta*, *S. limbatum*, *S. lobato*, *S. spinibranchium* e *S. subpallidum* encontradas neste estudo representam cinco novos registros de Simuliidae para o município do Rio de Janeiro. Sendo que *Simulium lobato* na área de conservação do PEPB representa ainda o primeiro registro da espécie para o estado do Rio de Janeiro, pois sua distribuição conhecida havia registro para os estados da Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (Adler & Crosskey, 2017; Bertazo et al., 2013). As dezenove espécies encontradas até o momento no entorno do PEPB representam 63% de todas as 30 espécies válidas registradas para o estado do Rio de Janeiro, considerando a última revisão do inventário taxonômico e geográfico de simúlídeos do mundo (Adler & Crosskey, 2017).

Considerando estes registros para todas as vertentes do PEPB, pode-se dividir a distribuição das espécies de Simuliidae no decurso do zoneamento ambiental conforme o indicado na figura 29.

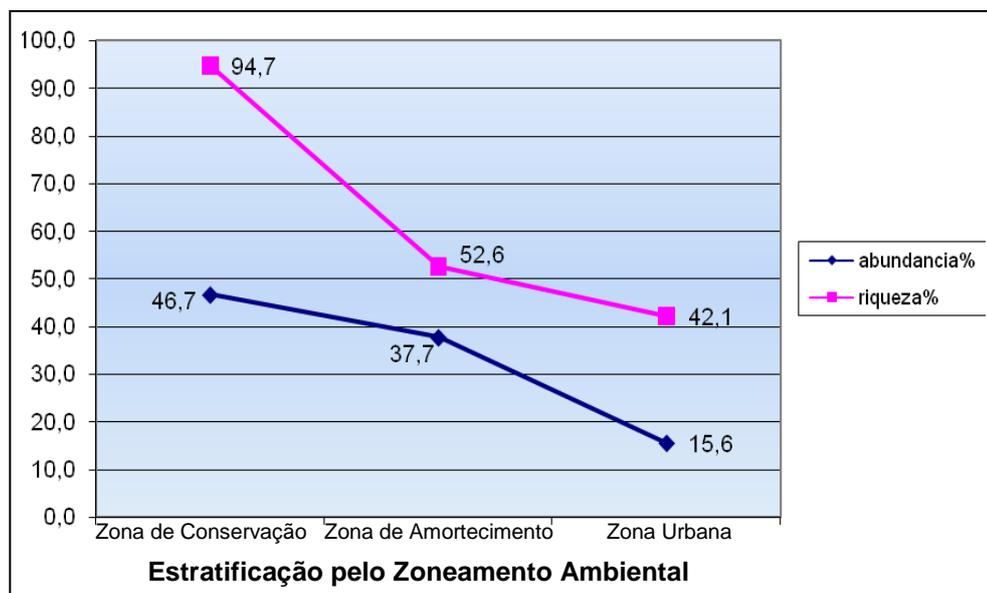


**Figura 29:** Conjunto de espécies registradas no Zoneamento Ambiental do Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

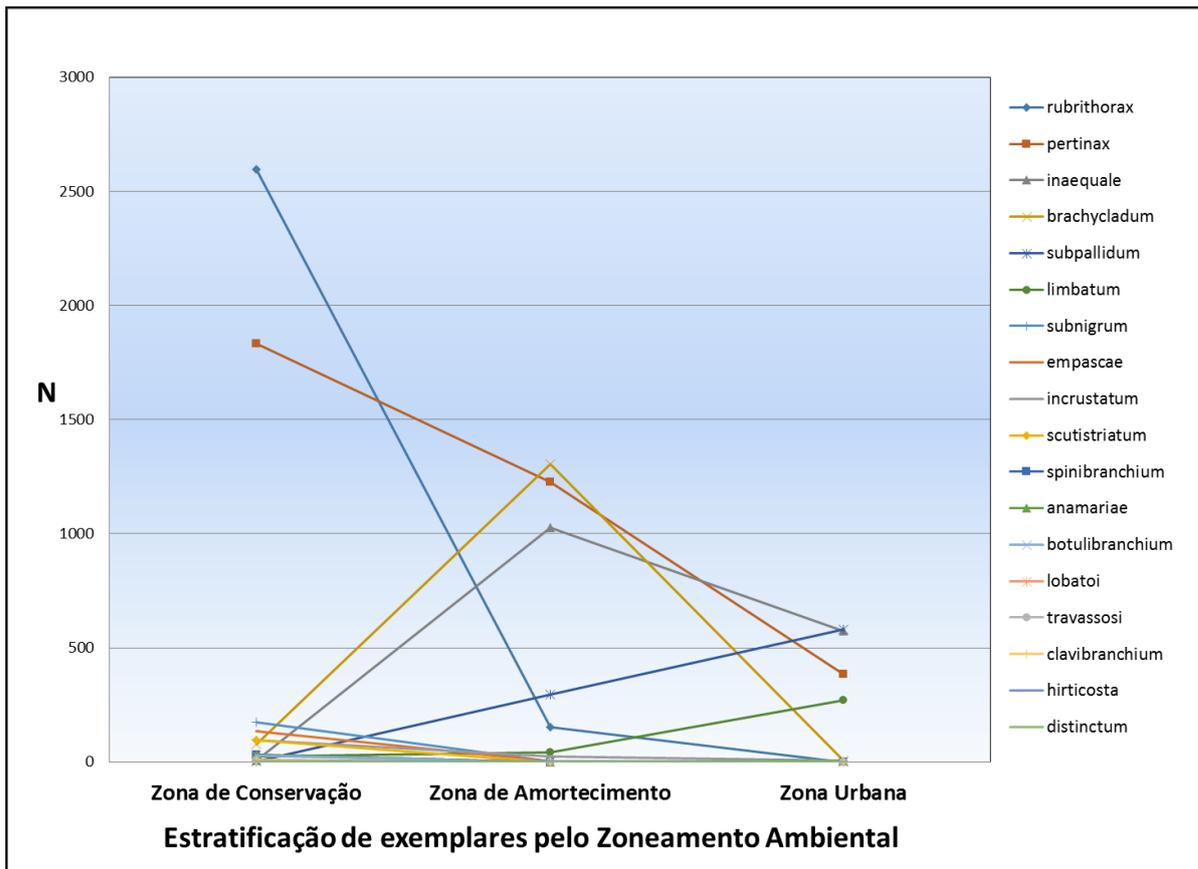
O número absoluto, a abundância relativa e a riqueza específica dos simuliídeos decresceu ao longo do zoneamento ambiental do PEPB para as vertentes Norte, Leste e Sul. A Zona de Conservação apresentou maior abundância relativa e riqueza (N=5.055; 46,7%; S=18,  $H'=1,299$ ), seguida da Zona de Amortecimento (N=4.092; 37,7%; S=10;  $H'=1,473$ ) e Zona Urbana (N=1.687; 15,6%; S=8;  $H'=1,397$ ), onde se verifica uma redução de 31,1% na abundância relativa e 52,6% na riqueza específica (Figura 30).

Concernente ao índice de diversidade, a ZC apresentou o melhor índice ( $H'$ ), conforme esperado, pois áreas menos impactadas se mostram mais representativas para Simuliidae (Coppo & Lopes, 2010; Strieder et al., 2006). No entanto, apesar de menor riqueza específica em todo zoneamento, a ZU apresentou melhor índice de diversidade, do que ZA.

O ranqueamento da abundância pelo zoneamento ambiental se mostrou heterogêneo e concentrado em poucas espécies, com destaque para *S. rubrithorax* e *S. pertinax* na ZC, *S. brachycladum*, *S. pertinax* e *S. inaequale* na ZA e *S. inaequale*, *S. subpallidum*, *S. pertinax* e *S. limbatum* para a ZU (Figura 31).



**Figura 30:** Abundância relativa e riqueza específica dos simuliídeos encontrados ao longo do zoneamento ambiental do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.



**Figura 31:** Número de exemplares por espécies de simúlídeos encontrados ao longo do zoneamento ambiental do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

A proposição de um zoneamento ambiental para as unidades de conservação é uma tentativa de se criar barreiras de contenção para a ação humana entre as áreas protegidas e outras mais susceptíveis a seu impacto direto. Considerando apenas este pressuposto, seria pertinente avaliar se a zona de amortecimento do PEPB é de fato profícua na mitigação da influência humana sobre o remanescente florestal que se quer preservar. Os resultados expostos acima não são conclusivos quanto a este aspecto. No entanto, a diferença da riqueza entre a zona de conservação e de amortecimento foi de 42% e apenas 10% entre as zonas de amortecimento e urbana. Essa complexidade de características e interface com diversas atividades humanas indicam a existência de um gradiente de impacto, na medida em que se percorre o zoneamento ambiental do PEPB, mesmo considerando características naturais do ambiente, luminosidade, altitude, etc.

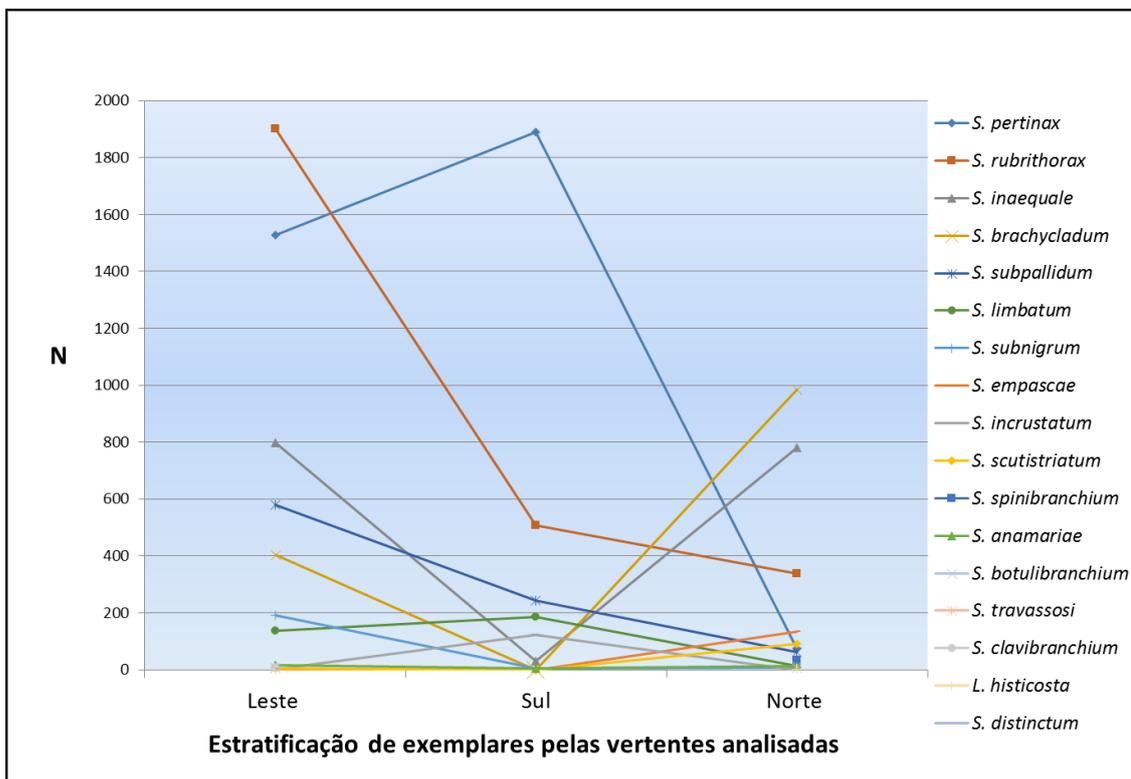
Estudo envolvendo moluscos límnicos realizado na vertente Leste do PEPB mostrou-se eficiente na caracterização do problema (Santos et al., 2009). Suas análises indicam um aumento do impacto antrópico no entorno do PEPB, mesmo em

áreas protegidas, com parâmetros físico-químicos ainda mais expressivos nas áreas urbanas, interferindo na estrutura das comunidades, com perda de riqueza ao se percorrer o zoneamento ambiental e áreas densamente povoadas por poucas espécies em áreas mais impactadas.

A constatação de que há uma acentuada redução da riqueza específica e abundância relativa da comunidade de Simuliidae ao longo do zoneamento ambiental do PEPB reforça a hipótese de que esta perda qualitativa esteja possivelmente relacionada a alterações provocadas pelo homem. No entanto, apenas estes resultados não são suficientes para esclarecer seunexo causal.

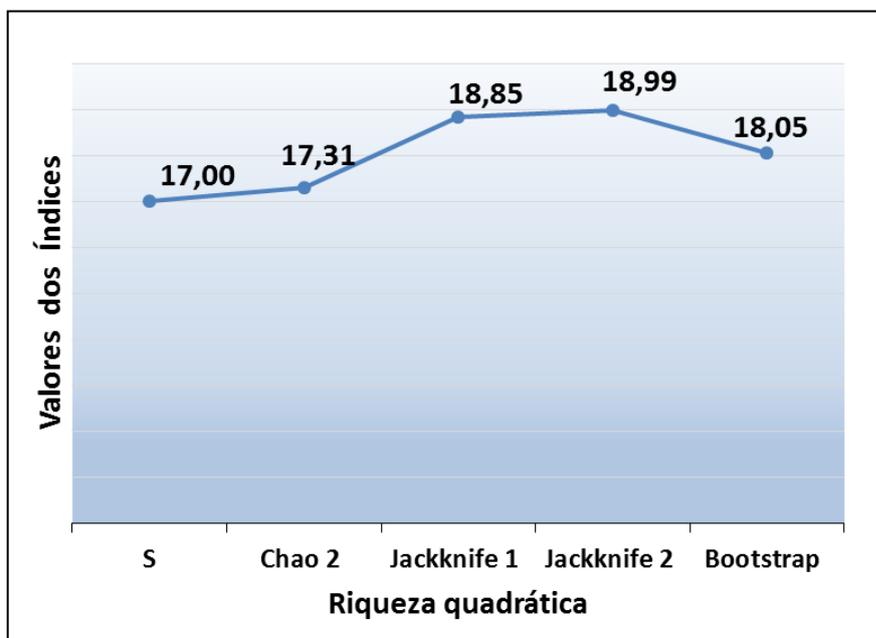
Em relação às três vertentes analisadas, também se verificou variação de riqueza específica e abundância relativa em suas principais subbacias hidrográficas. A vertente Leste, com oito pontos criadouros analisados, apresentou maior abundância relativa, riqueza e diversidade ( $N=5.422$ ; 50%;  $S=16$ ;  $H'=2$ ), sendo apontada no Plano de Manejo do PEPB como a vertente mais preservada da UC, com as maiores áreas de remanescente florestal, o que está relacionado à maior retenção de água e manutenção da rede hidrográfica (INEA, 2013). A vertente Sul, com três pontos criadouros analisados ( $N=2.859$ ; 26,3%;  $S=8$ ;  $H'=1.159$ ), é composta por apenas uma bacia hidrográfica. A vertente Norte, com dois pontos criadouros analisados ( $N=2.553$ ; 23,5%;  $S=14$ ;  $H'=1.631$ ), é a mais impactada, com maiores porções de área desflorestada e pressão ambiental das comunidades, que se expandem em direção ao PEPB. Estes resultados apontam que apesar de terem sido amostrados somente dois pontos criadouros na vertente Norte, a representatividade da riqueza específica com 14 espécies foi maior que na vertente Leste, com 16 espécies em oito pontos criadouros considerados. O mesmo é observado em reação aos índices de diversidade, com melhor desempenho para a vertente Sul, com oito espécies para apenas três pontos criadouros analisados e uma abundância absoluta correspondente a metade da registrada para a vertente Leste. Os índices de diversidade identificados para a simuliofauna do PEPB são próximos aos observados por Coppo & Lopes (2010) para três bacias hidrográficas em área de mata atlântica no Parque Ecológico do Klabin, PR, com  $H'$  variando entre 1 e 1,5.

No ranqueamento da abundância da simuliofauna nas vertentes analisadas, observou-se destaque para duas espécies nas vertentes Leste e Sul, *S. pertinax* e *S. rubrithorax*, e na vertente Norte, destaque para três espécies: *S. brachycladum*, *S. inaequale* e *S. rubrithorax* (Figura 32).



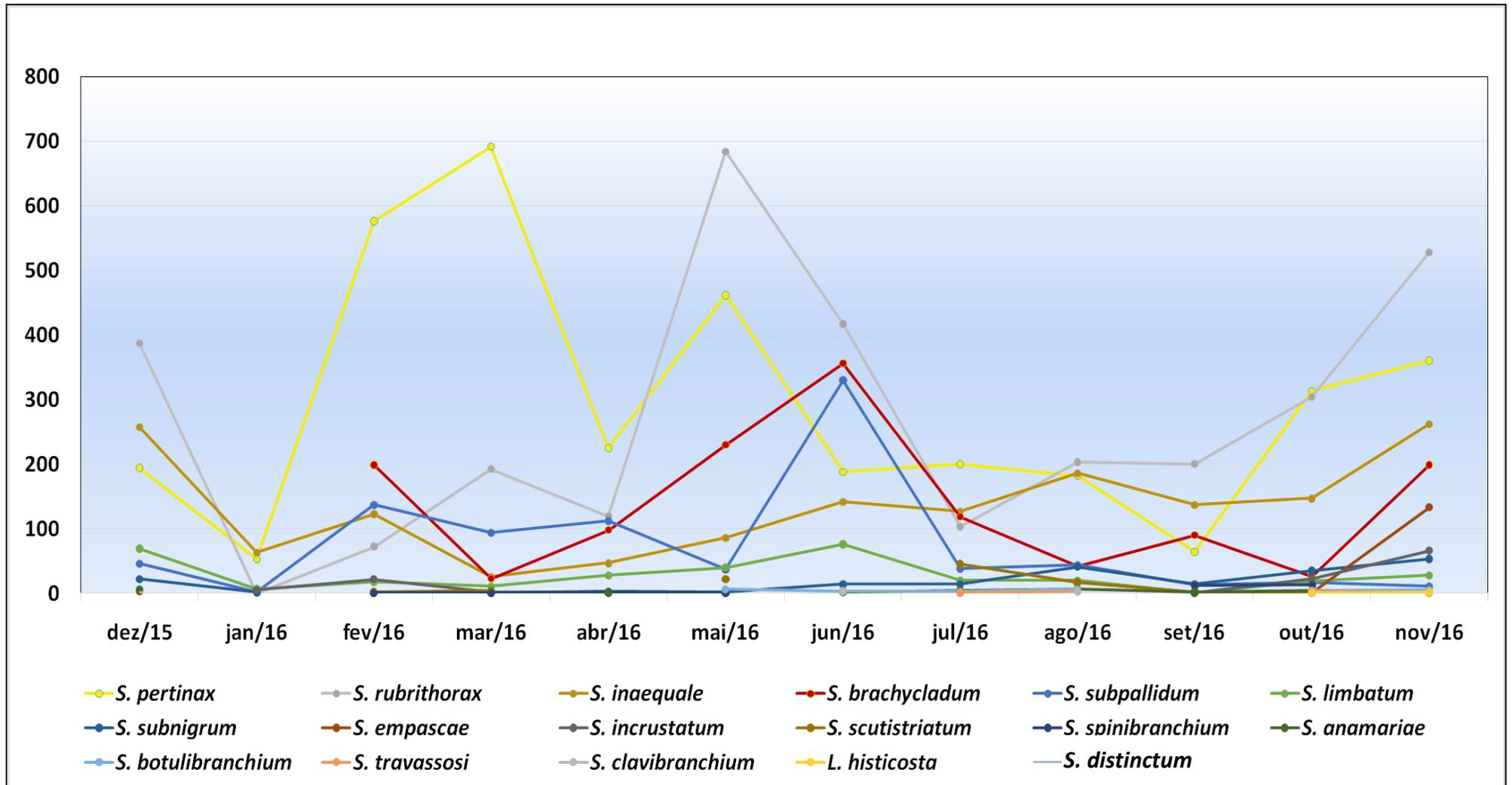
**Figura 32:** Número de exemplares por espécies de simuliídeos coletados ao longo das vertentes analisadas do PEPB, RJ, Brasil.

A estimativa de riqueza quadrática indicou o maior índice (Jackknife 2=18,98) 1,98 taxa acima da riqueza encontrada nestas vertentes, que é de dezessete espécies (Figura 33).



**Figura 33:** Estimativa de Riqueza para os pontos P8 a P20, do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016

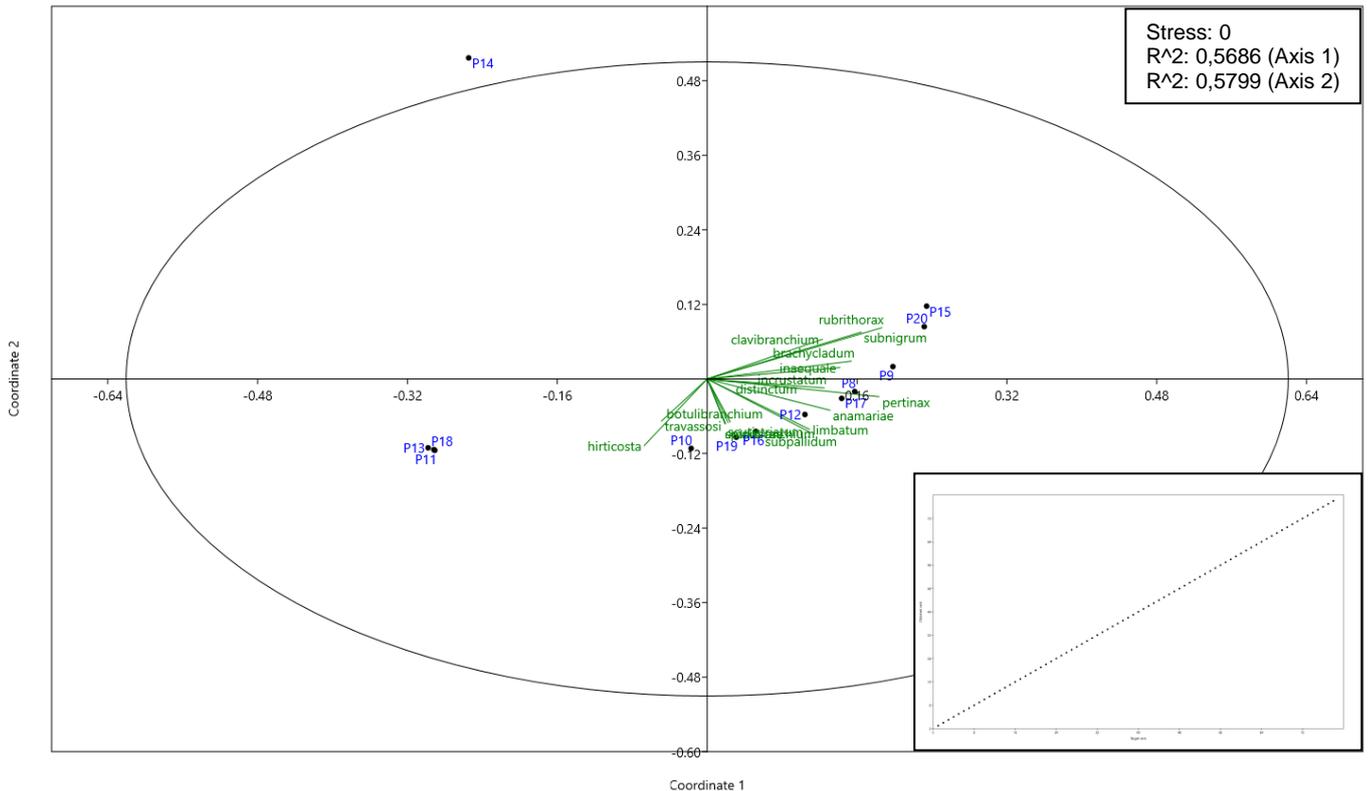
Na análise do recorte anual deste estudo para as vertentes analisadas, cinco espécies foram mais abundantes no PEPB - *S. pertinax*, *S. rubrithorax*, *S. inaequale*, *S. brachycladum* e *S. subpallidum*. A mais abundante foi *S. pertinax*, com flutuação sazonal apresentando picos de abundância, sendo o maior no verão. *S. rubrithorax*, também apresentou picos de abundância, mas no outono, apresentando decréscimo no inverno e aumento subsequente na primavera, a partir de outubro de 2016. Já *S. inaequale* foi a espécie que apresentou abundâncias mais homogêneas no período, com maior abundância na primavera e predominância com *S. pertinax* em janeiro e agosto de 2016 e muito próximas às de *S. rubrithorax* em julho e agosto de 2016. *S. brachycladum* apresentou maior abundância entre o final do outono e início do inverno, no meses de maio e junho de 2016. *S. subpallidum* também apresentou pico de abundância em junho de 2016 (Figura 34). Embora as estações do ano não sejam claramente definidas para a região sudeste do Brasil, observa-se um padrão do aumento da abundância para estas espécies no outono e na primavera. Em parte, este resultado é corroborado por Dos Santos et al., (2010), que observou aumento da abundância de imaturos e riqueza de espécies na primavera, para o Ribeirão Guaravera, PR.



**Figura 34:** Distribuição anual das espécies de simúlídeos durante as coletas mensais nas vertentes Norte, Leste e Sul do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

#### 4.4 Análises Multivariadas

Na análise de coocorrência entre espécies em simpatria os resultados não indicaram agrupamento específico relevante, demonstrando que as espécies ocorrem de maneira independente nos pontos criadouros, sem interferência de forma significativa na distribuição uma das outras, em um processo estocástico, potencialmente mais associado a outros fatores ambientais (figura 35).



**Figura 35:** Coocorrência específica de Simuliidae por escalonamento multidimensional não métrico, PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Este resultado é corroborado por Couceiro et al. (2014), que realizou análise de coocorrência, sem identificar nenhum agrupamento entre as espécies para algumas comunidades de Simuliidae no Rio Grande do Sul, atribuindo seu padrão de distribuição a fatores abióticos, tais como altitude, pH e largura do rio. Análise semelhante realizada para simúlídeos do Ribeirão Guaravera, PR, não identificou autocorrelação entre os dados bióticos e variáveis ambientais, o que indica que a composição faunística de simúlídeos não foi influenciada pela proximidade entre os criadouros, reforçando a hipótese de que o padrão de distribuição esteve mais associado às variáveis ambientais (condutividade, pH, largura do rio, profundidade, temperatura e velocidade da água) (Dos Santos et al., 2010).

Para a análise de substrato, foi aplicado o mesmo método registrando-se a diversidade de substratos naturais disponíveis para colonização por simúlídeos no PEPB, estando diretamente relacionados à complexidade fisionômica do biótopo, onde se realizou a coleta. Quanto mais elementos, tais como vegetação marginal, afloramentos rochosos, raízes, caules e folhas submersos, maior a possibilidade de se estabelecerem criadouros para imaturos de simúlídeos. Em áreas urbanas, a ação antrópica introduziu elementos artificiais orgânicos e inorgânicos, que aumentaram a oferta de substrato para a área de estudo. No decorrer das coletas uma considerável diversidade de substratos foi registrada, associada aos criadouros dos simúlídeos.

Os principais substratos naturais encontrados estavam relacionados ao leito do rio e a vegetação marginal, com colônias de imaturos tanto em pedras soltas, quanto nas bordas de rochas e diretamente sobre lajes expostas à correnteza, raízes submersas e partes aéreas das plantas, além de folhas soltas, que ao caírem na água são levadas pela correnteza e vão se acumulando entre rochas, nos represamentos naturais. Ao pegar uma dessas pilhas de folhas é interessante notar as larvas nas folhas mais externas, enquanto as pupas são encontradas preferencialmente nas folhas mais internas. (Figura 36).

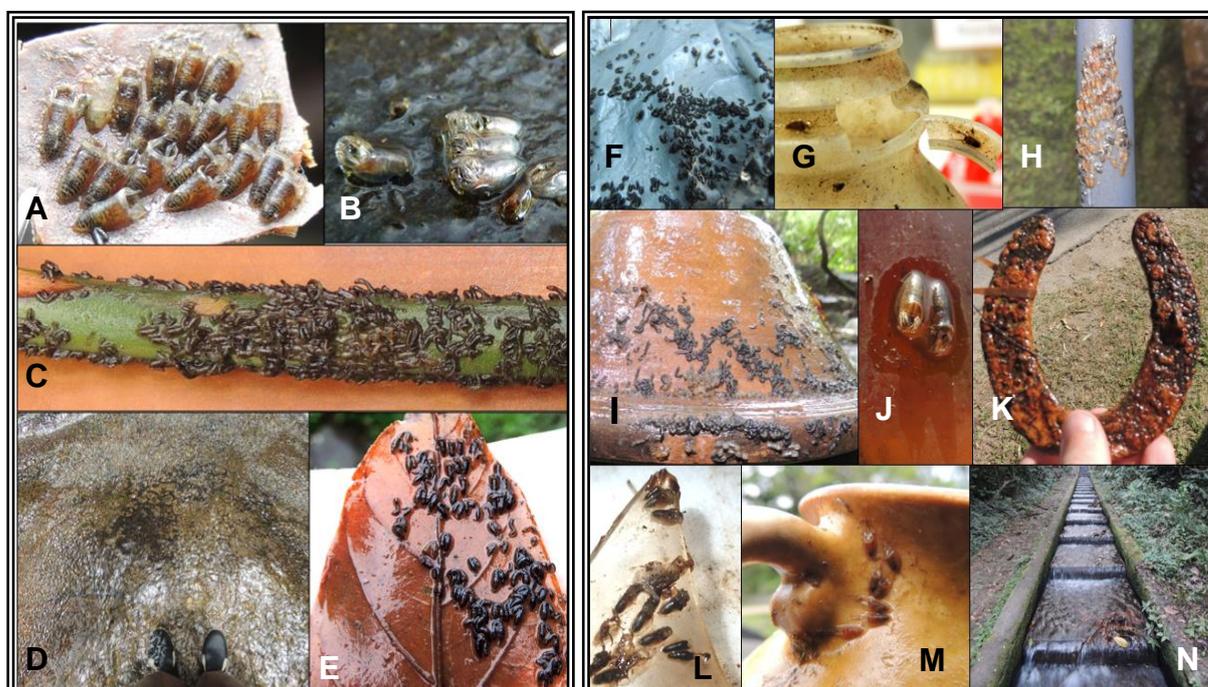


**Figura 36:** Pilha de folhas soltas, colonizadas por imaturos de simúlídeos, PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Esta observação está relacionada ao fato das folhas internas estarem no criadouro a tempo suficiente para que larvas que as colonizaram possam ter se desenvolvido em pupas, antes da deposição de novas folhas, que podem então ser

colonizadas por novas larvas. Outros exemplos de substratos naturais estão ilustrados na figura 37 (A-E).

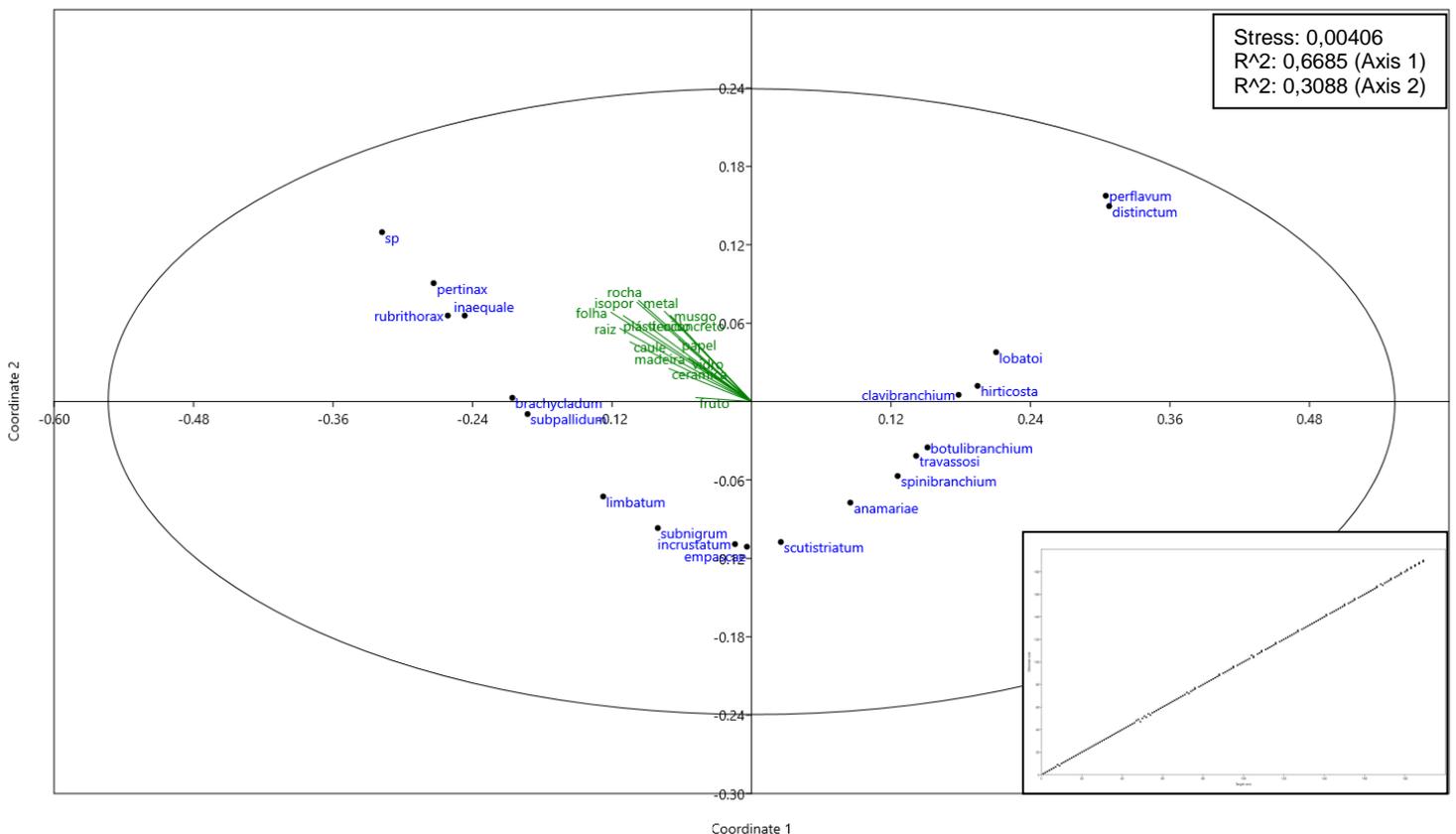
Nos pontos criadouros onde se observou ação humana, tais como oferendas religiosas, deposição de lixo e intervenções, como pilares de ponte, muretas de drenagem, escadas e manilhas de concreto etc., um novo conjunto de substratos foi registrado nos criadouros de simúlideos (Figura 37 F-N): plásticos rígidos, garrafas PET, lonas, sacos plásticos, canos de captação de água, latas de alumínio, ferraduras, arames, vasilhas de barro, cacos de tijolo, azulejos, garrafas de vidro, blocos de entulho, roupas e fitas de tecido, frutas, papel, cestos de palha e tábuas de madeira são alguns exemplos de substratos artificiais colonizados.



**Figura 37:** Exemplos de colonização de imaturos em substrato natural (A-E); A) Pupas em casca de leguminosa, B) Pupas em rocha, C) Larvas e pupas em caule; D) Adensamento de pupas e larvas em lage de rocha; E) e pupas em folha; Exemplos de colonização de imaturos em substrato artificial F-N): F) Larvas e pupas em saco plástico; G) Pupas em garrafa plástica; H) Pupas em cano de captação de água; I) Larvas e pupas em tacho de barro; J) Pupas em garrafa de vidro; K) Pupas e larvas em ferradura, L) Pupas em caco de vidro, M) Pupas em ânfora de cerâmica; M) Larvas e pupas em escada de concreto.

Para avaliar a potencial relação entre os diversos tipos de substrato e a distribuição das espécies componentes de assembléia de simúlideos foram analisados 26.932 exemplares de todas as vertentes do PEPB, através do

Escalonamento multidimensional não métrico – NMDS (Tabela 6). Os exemplares identificados como *Simulium* sp. são correspondentes a larvas e casulos vazios, que não foram identificados, mas que tiveram seu substrato registrado. A partir desta análise concluiu-se que não houve predileção por tipo de substrato, dentre os analisados, o que sugere que os simuliídeos são generalistas para escolha de substrato (Figura 38). Este resultado não difere do encontrado por Lozovei et al. (2004), que ao analisar a colonização de diferentes substratos por imaturos de simuliídeos do Riacho dos Padres, PR, observou que larvas e pupas das sete espécies encontradas colonizaram todos os tipos de substrato, com as larvas mais associadas aos substratos artificiais inseridos para o estudo.



**Figura 38:** Análise de substratos colonizados por espécies de Simuliidae por escalonamento multidimensional não métrico, PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

**Tabela 6:** Relação entre os substratos de origem e a totalidade de exemplares de simulídeos identificados do PEPB, Rio de Janeiro, RJ, coletados entre julho de 2015 e novembro de 2016.

<b>Espécie/substrato</b>	<b>caule</b>	<b>folha</b>	<b>musgo</b>	<b>raiz</b>	<b>rocha</b>	<b>concr.</b>	<b>cerâm.</b>	<b>fruto</b>	<b>isopor</b>	<b>madei.</b>	<b>metal</b>	<b>papel</b>	<b>plást.</b>	<b>tecido</b>	<b>vidro</b>	<b>isolado</b>	<b>total</b>
<i>L. hirticosta</i>	0	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>13</b>
<i>S. anamariae</i>	1	44	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>50</b>
<i>S. botulibranchium</i>	2	6	0	1	13	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	<b>24</b>
<i>S. brachycladum</i>	60	64	0	2	1110	0	0	150	2	0	1	0	4	0	0	26	<b>1419</b>
<i>S. clavibranchium</i>	2	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>15</b>
<i>S. distinctum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
<i>S. empascae</i>	0	0	0	0	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>136</b>
<i>S. inaequale</i>	466	1332	0	187	132	0	9	0	162	1	13	8	192	10	1	225	<b>2738</b>
<i>S. incrustatum</i>	17	113	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	<b>140</b>
<i>S. limbatum</i>	214	194	0	44	2	0	1	0	5	0	0	0	13	1	0	24	<b>498</b>
<i>S. lobatoi</i>	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>10</b>
<i>S. perflavum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
<i>S. pertinax</i>	866	2054	4	219	761	0	0	0	22	0	8	173	147	16	0	131	<b>4401</b>
<i>S. rubrithorax</i>	6	28	0	73	3175	0	0	7	5	0	0	0	22	1	0	61	<b>3378</b>
<i>S. scutistriatum</i>	0	0	0	0	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>101</b>
<i>Simulium sp.</i>	29	892	925	7	9343	577	0	0	148	0	244	0	36	0	0	240	<b>12441</b>
<i>S. spinibranchium</i>	0	0	0	1	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>33</b>
<i>S. subnigrum</i>	30	251	0	27	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>311</b>
<i>S. subpallidum</i>	368	638	0	52	47	0	4	0	0	0	0	0	59	1	0	27	<b>1196</b>
<i>S. travassosi</i>	0	19	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>26</b>
<b>Total</b>	<b>2062</b>	<b>5658</b>	<b>929</b>	<b>621</b>	<b>14874</b>	<b>577</b>	<b>14</b>	<b>157</b>	<b>345</b>	<b>1</b>	<b>266</b>	<b>181</b>	<b>474</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>743</b>	<b>26932</b>

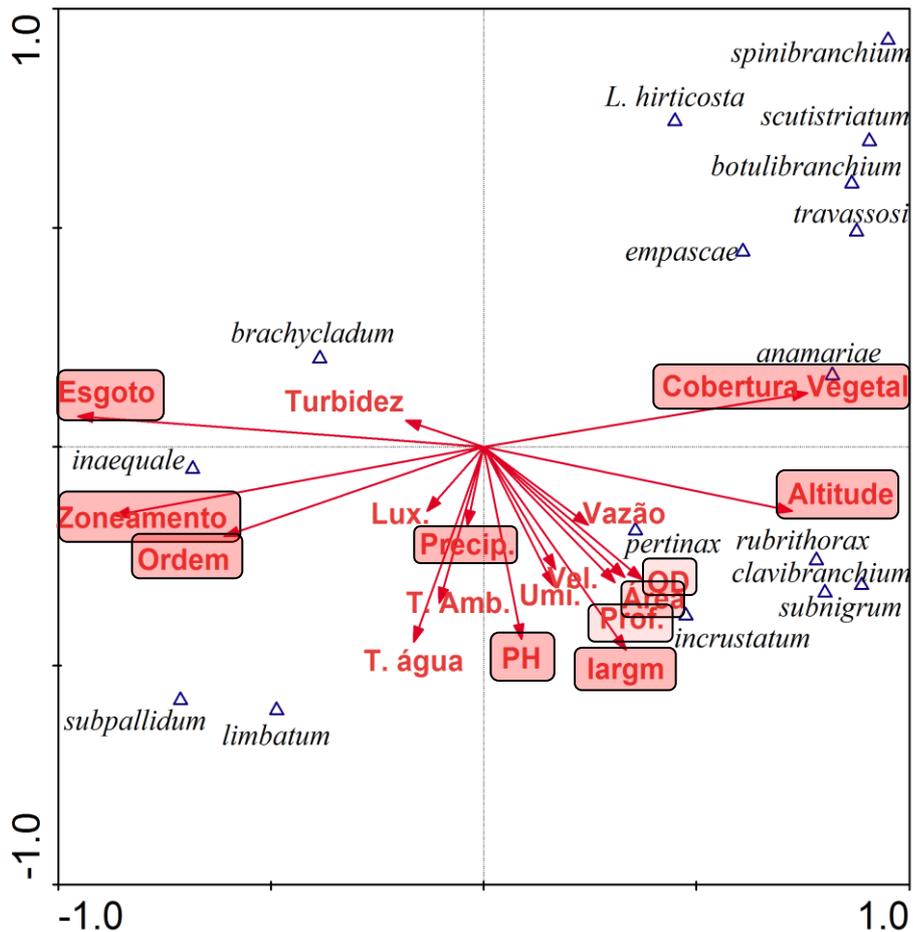
**Legenda:** concr.= concreto, cerâm.= cerâmica, madei.= madeira, plást.= plástico, sp.=larvas e casulos vazios não identificados, isolados= qualquer exemplar cuja sem correlação com substratos de origem.

Na Análise de Correspondência Canônica, de todas as 18 variáveis ambientais analisadas, 11 foram estatisticamente significativas para a distribuição quali-quantitativa das espécies de simúldeos na área do PEPB, dentre elas, a presença de esgoto *in natura* e o zoneamento ambiental, porque congregam em si outros fatores aquáticos também significativos como a ordem de grandeza fluvial, o pH, oxigênio dissolvido, etc., demonstrando forte correlação, observada a partir da magnitude proporcional à intensidade das alterações no ambiente, com a ordenação dos fatores ambientais associados às espécies encontradas (Tabela 7 e Figura 39).

**Tabela 7:** Análise de Correspondência canônica no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

<b>Variável no Ponto Criadouro</b>	<b>P-valor</b>	<b>F-ratio</b>
Presença de esgoto	<b>0,0002*</b>	35,48
Zoneamento ambiental	<b>0,0002*</b>	14,07
Largura do rio	<b>0,0002*</b>	12,46
Altitude	<b>0,0002*</b>	11,44
Ordem de grandeza fluvial	<b>0,0002*</b>	10,04
Cobertura vegetal	<b>0,0002*</b>	9,33
pH	<b>0,0002*</b>	4,99
Área	<b>0,0012*</b>	3,16
Profundidade	<b>0,0018*</b>	2,81
Oxigênio dissolvido	<b>0,0076*</b>	2,57
Precipitação	<b>0,033*</b>	1,96
Velocidade	0,051	1,88
Vazão	0,0588	1,8
Luminosidade	0,3627	1,07
Temperatura ambiente	0,5089	0,93
Turbidez	0,7576	0,6
Umidade	0,761	0,65
Temperatura da água	0,974	0,37

Obs. Variáveis significativas P-valor < 0,05\*. F-ratio: Relação das variações entre amostras independentes.



**Figura 39:** Análise de correspondência canônica entre as espécies de Simuliidae e os fatores abióticos por vertentes Norte, Leste e Oeste, PEPB, RJ, Brasil, 2015-2016.

Estes resultados são corroborados por outros estudos envolvendo a distribuição de macroinvertebrados aquáticos, em função das variáveis ambientais mais significativas. No Irã, em um rio tributário do Mar Cáspio, foi realizado estudo que demonstrou a relação entre parâmetros físico-químicos com as comunidades de macroinvertebrados e serviu para avaliar um sistema de classificação ecológica como ferramenta de gestão e conservação ambiental (Sharifinia et al., 2012). Resultados da CCA neste estudo, dentre outras variáveis relevantes, também indicaram que o oxigênio dissolvido e pH foram fatores físico-químicos determinantes para a distribuição de comunidades de macroinvertebrados. No leste do Mediterrâneo, um estudo semelhante identificou a necessidade de monitoramento de metais pesados em macroinvertebrados, como indicadores da qualidade do ecossistema. A CCA relacionou os conjuntos de macroinvertebrados bentônicos também identificou o pH e oxigênio dissolvido como fatores significativos

(Kazanci & Dügel, 2010). A CCA é também utilizada para avaliação de comunidades de outros organismos, como vertebrados aquáticos. Muitos estudos envolvendo comunidades de peixes, por exemplo, são desenvolvidos com sucesso desde o início dos anos de 1990 (Penczak, 2002). Neste estudo, a CCA também corroborou com os resultados para o PEPB, pois também identificou profundidade e pH, como os principais fatores ecológicos de impacto na distribuição das espécies. Para o sudeste do Brasil, outro estudo envolvendo CCA demonstrou forte correlação entre poluentes químicos presentes na água e perda da integridade ambiental e da biodiversidade em comunidades de macroinvertebrados, incluindo os simúlideos no grupo de táxons com tolerância moderada a poluentes químicos (Buss et al., 2002).

Estudos envolvendo a distribuição específica da simuliofauna, considerando fatores ambientais analisados pela CCA também corroboram com os resultados para o PEPB, em córregos do trecho médio-superior do Rio Caí, bacia do Rio Guaíba, RS, Brasil, onde foram coletadas onze espécies, sendo apenas seis registradas para a área impactada. A CCA identificou relevante ordenação de espécies, quando comparados os níveis de nitrato e nitrito, de esgoto doméstico e de criação suína (Strieder et al., 2006). Enquanto Dos Santos et al. (2010) também atribuiu a largura do rio como um dos fatores preponderantes na distribuição e ocorrência das espécies, assim como as variáveis sazonais (fotoperíodo, temperatura atmosférica e precipitação) não se mostraram relevantes para a composição de espécies de simúlideos, sugerindo que fatores diretamente ligados aos criadouros podem ser os que mais influenciaram essas mudanças.

No zoneamento ambiental do PEPB, a precipitação foi indicada como relevante, ainda que seja a variável menos influente (maior p-valor) na distribuição da simuliofauna. Isto talvez esteja associado ao fato das estações meteorológicas mais próximas ao PEPB estarem desativadas (dentro do Parque Nacional da Tijuca) e os dados de precipitação analisados tenham sido obtidos de uma estação instalada na Baía da Guanabara. No estudo mais recente sobre comunidades de simúlideos, sob influência de impacto ambiental provocado pela poluição urbana (Docile et al., 2015), foi investigada a distribuição espacial de oito espécies, em relação a fatores abióticos atrelados a qualidade da água, no município de Teresópolis, RJ. Este estudo também corrobora com os resultados para a simuliofauna do PEPB, pois os indicadores de esgoto (fósforo total, fósforo dissolvido, nitrogênio e clorofila) e pH foram os fatores mais importantes na percepção de padrões de distribuição de algumas espécies associadas a criadouros

mais preservados, enquanto outras espécies são frequentes em ambientes moderadamente impactados. Neste estudo a CCA demonstrou que turbidez também foi relevante, resultado divergente do encontrado para o PEPB.

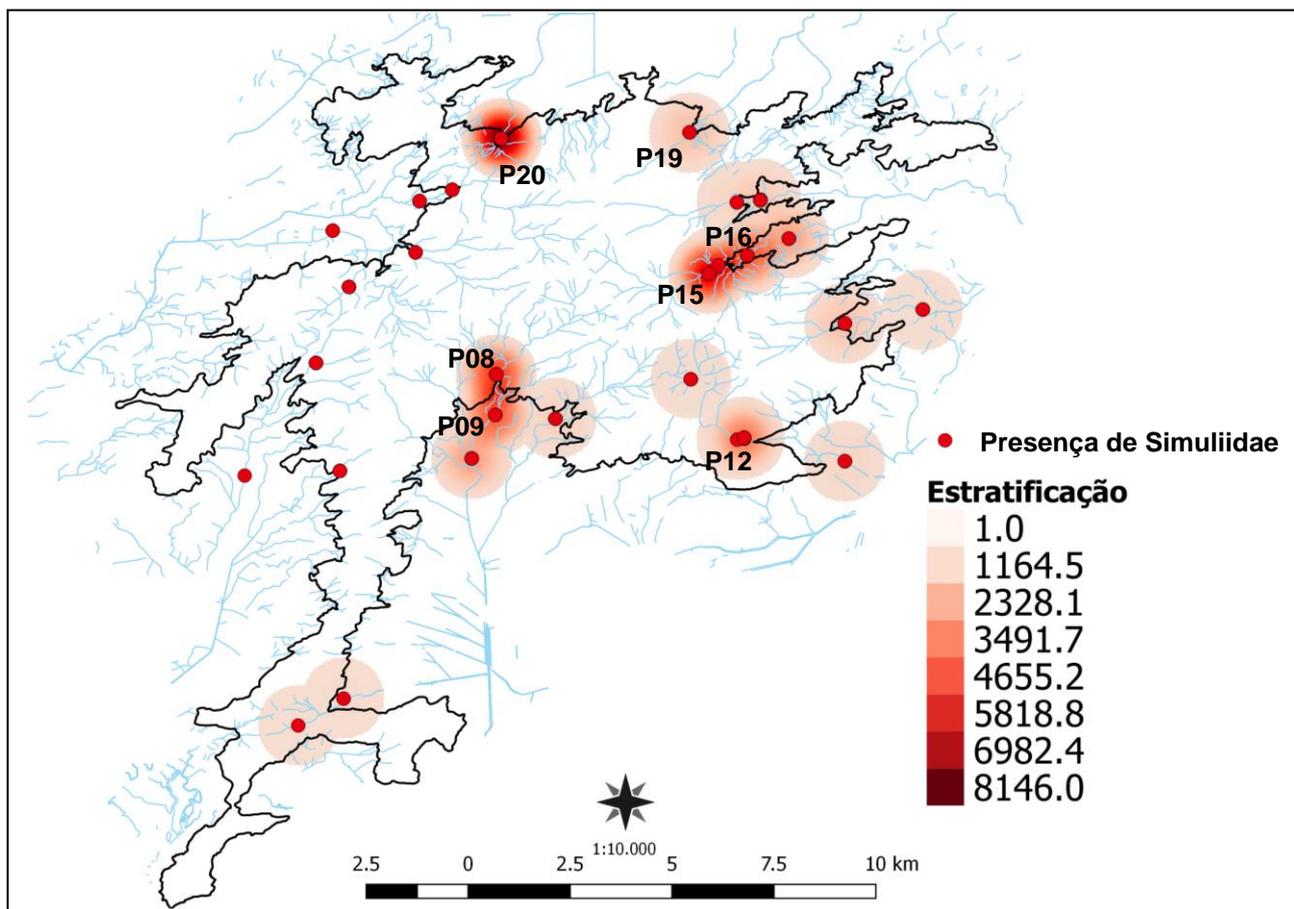
A ordenação das espécies registradas para o PEPB é resultante do conjunto dos fatores ambientais mais significativos. Percebe-se no gráfico que *S. Inaequale*, *S. subpallidum*, *S. limbatum* e *S. brachycladum* foram ordenadas nos quadrantes dos fatores ambientais característicos de área urbana, com maior nível de esgoto, maior ordem hierárquica fluvial, menores taxas de oxigênio dissolvido e pH, menor altitude e cobertura vegetal. No entanto, *S. inaequale* está mais associado a níveis mais elevados de esgoto, se comparado a *S. brachycladum*. O zoneamento ambiental e a ordem hierárquica fluvial são os fatores mais significativos no quadrante onde estão ordenados *S. subpallidum* e *S. limbatum*.

As demais espécies ordenadas na CCA estão mais associadas a fatores relativos a ambientes mais preservados. *S. rubrithorax*, *S. subnigrum* e *S. clavibranchium* estão mais fortemente dependentes da altitude, enquanto *S. pertinax* está ordenado entre o oxigênio dissolvido e altitude e *S. incrustatum* também ordenado próximo ao oxigênio dissolvido e criadouros com maior volume hídrico. Em relação aos criadouros com maior cobertura vegetal, *S. anamariae* foi a espécie mais fortemente identificada com este tipo de ambiente, embora *S. empascae*, *S. travassosi*, *S. botulibranchium*, *S. scutistriatum*, *L. hirticosta* e *S. spinibranchium* estejam ordenados no quadrante em que este é o fator mais significativo.

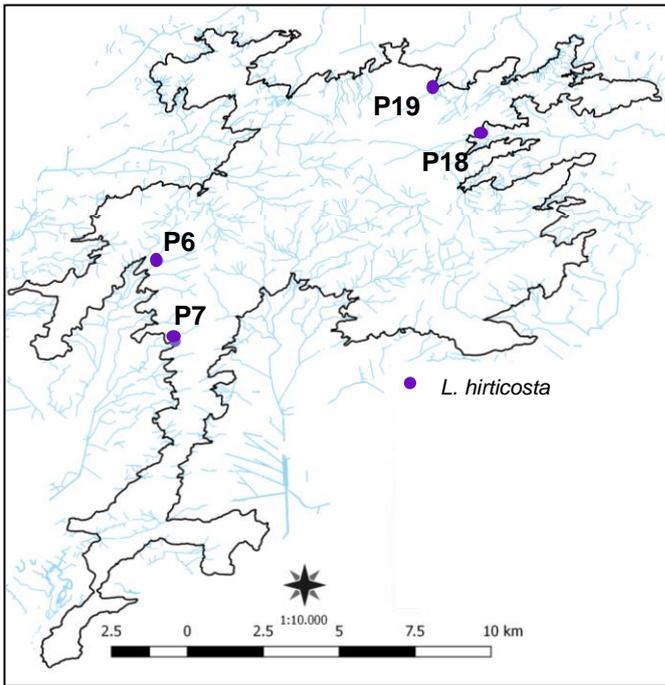
#### **4.5 Mapas de ocorrência das espécies de Simuliidae no entorno do PEPB**

Na distribuição espacial das 19 espécies de simúlídeos no decurso do zoneamento ambiental do PEPB, os resultados encontrados evidenciaram os locais de maior concentração de exemplares por espécie e por total de exemplares coletados. Os pontos mais densos de Simuliidae no PEPB (Figura 40) estão localizados nos pontos escolhidos mais à montante do Rio Paineiras (P8 e P9), Rio Camorim (P12), Rio Grande (P15 e P16) e Rio Sarapuí (P20). Os mapas com registro de ocorrência por espécie, com estratificação por número de exemplares para as vertentes Norte, Leste e Sul (P8 a P20) do PEPB estão demonstrados nas Figuras 41 a 59.

Alguns destes pontos de coleta chegaram a concentrar grande parte das densidades de algumas espécies, sendo superiores a 50% para seis delas, a saber: *S. botulibranchium* (P19, com 58%); *S. brachycladum* (P20, com 64%), *S. incrustatum* (P8, com 67%); *S. scutistriatum* (P19, com 90%); *S. empascae* (P19, com 97%) e *S. spinibranchium* (P19, com 100%).

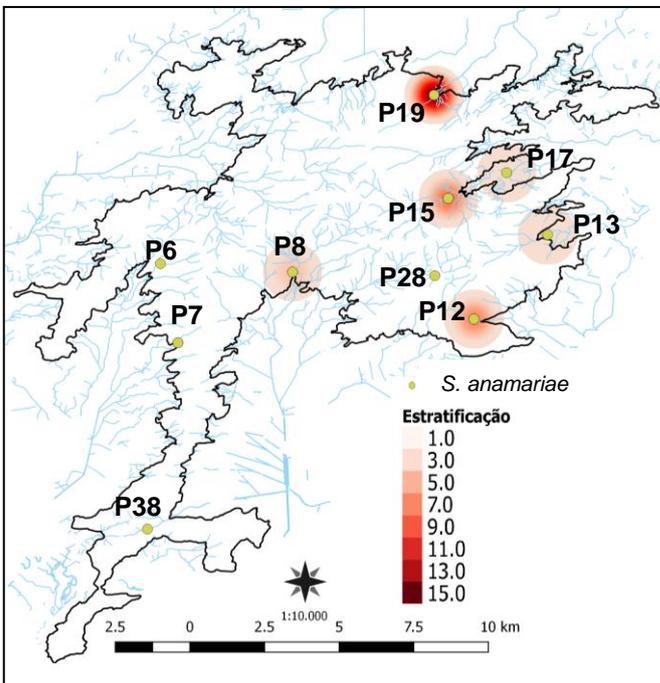


**Figura 40:** Mapa de distribuição de Simuliidae no PEPB e densidade de exemplares coletados nas vertentes Norte, Leste e Sul, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.



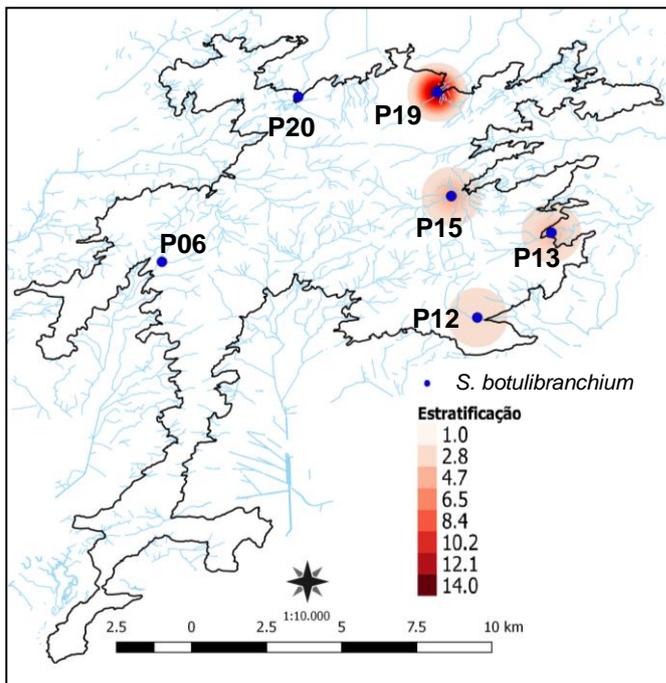
**Figura 41:** Distribuição de *Lutzsimulium hirticosta* no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil,

Distribuição de *Lutzsimulium hirticosta*. Foram encontrados em quatro pontos criadouros localizados na Zona de Conservação das vertentes Norte, Leste e Oeste (P19, P18, P6 e P7). Foram coletados 13 exemplares durante o estudo, sendo cinco exemplares (46%) no ponto criadouro P6 - cabeceira do Rio Portinho, vertente Oeste (Figura 41).



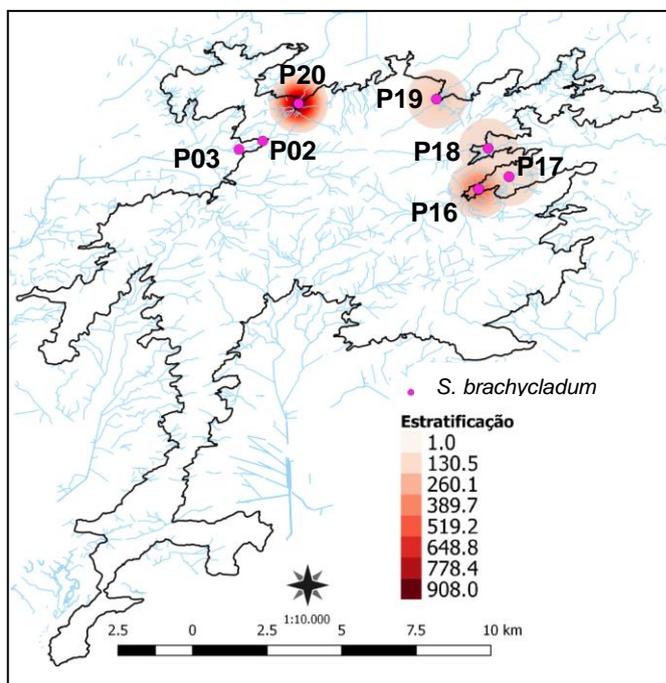
**Figura 42:** Distribuição *S. anamariae*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. anamariae*. Foram encontrados em todas as vertentes do PEPB, com maior abundância na Zona de Conservação (P19, P15, P12 e P8). A espécie teve registro de apenas 1 exemplar em área urbana (P17). Seu ponto de maior densidade foi no Rio Piraquara (P19), com 26%, equivalentes a 15 dos 50 exemplares coletados (Figura 42).



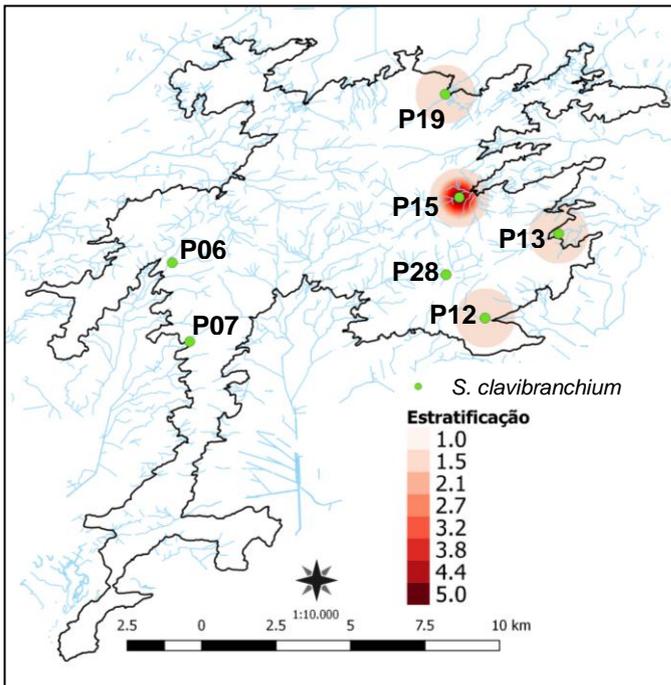
**Figuram 43:** Distribuição *S. botulibranchium*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. botulibranchium*. Foram encontrados dentro da zona de conservação do PEPB, nas vertentes Oeste, Leste e Norte. A maior densidade da espécie foi observada no P19, no Rio Piraquara, correspondente a 58%, 14 dos 24 exemplares coletados no PEPB (Figura 43).



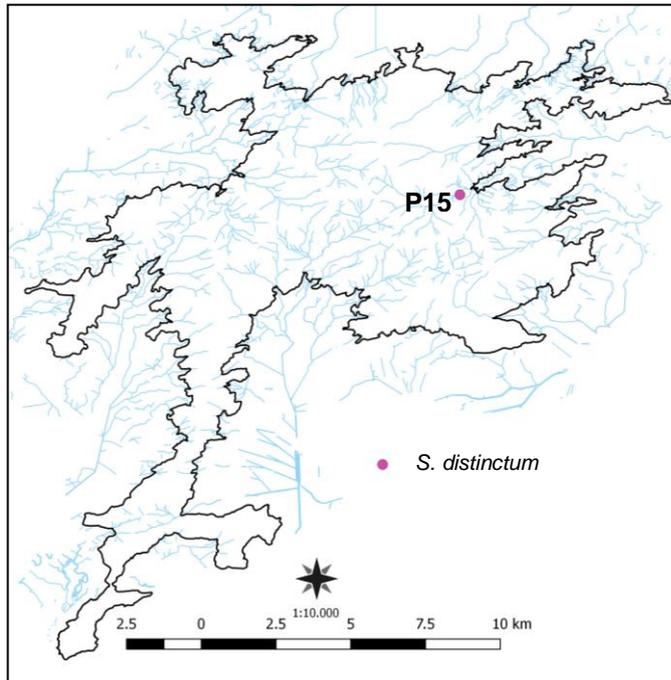
**Figura 44:** Distribuição *S. brachycladum*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016..

Distribuição de *S. brachycladum*. Foram encontrados na vertente Norte do PEPB e nos pontos dos vales próximos das vertentes Oeste e Leste, com maiores densidades na Zona de Amortecimento, no P20 e P16. No entanto, apenas o P20, no Rio Sarapuí, corresponde a 64% da densidade (908 de 1419 exemplares coletados- Figura 44).



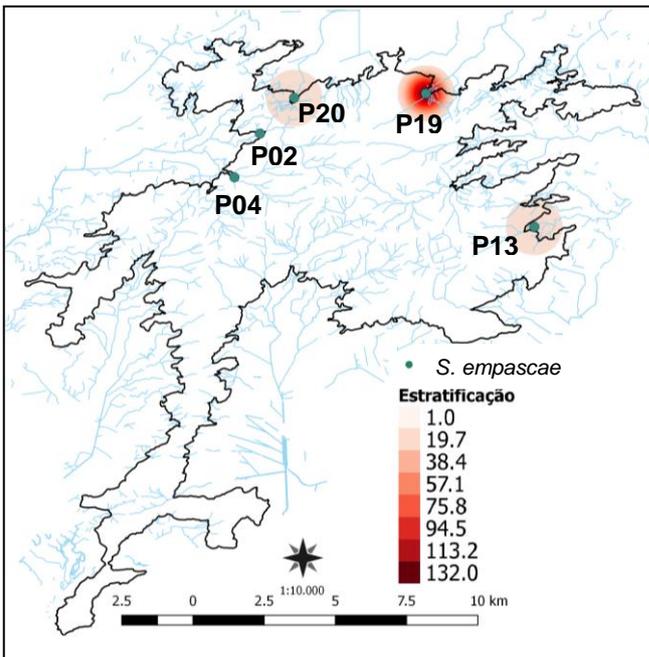
**Figura 45:** Distribuição *S. clavibranchium*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. clavibranchium*. Foram encontrados nas vertentes Oeste, Norte e Leste do PEPB, apenas em pontos dentro da Zona de Conservação. Foram coletados poucos exemplares, 15 no total, com 33% de densidade no P15 (5 exemplares), na cabeceira do Rio Camorim, ao lado da subsede do parque (Figura 45).



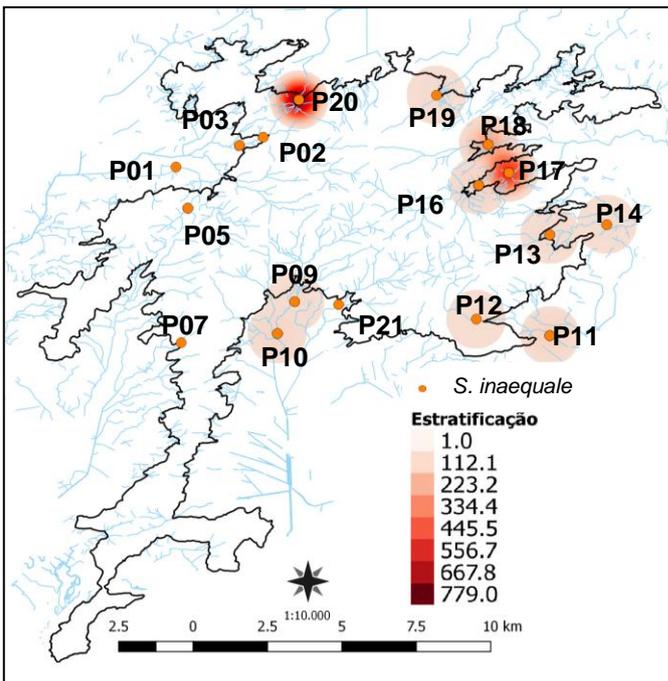
**Figura 46:** Distribuição *S. distinctum*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. distinctum*. Foi encontrado um único exemplar no P15, na cabeceira do Rio Camorim, ao lado da subsede do parque (Figura 46).



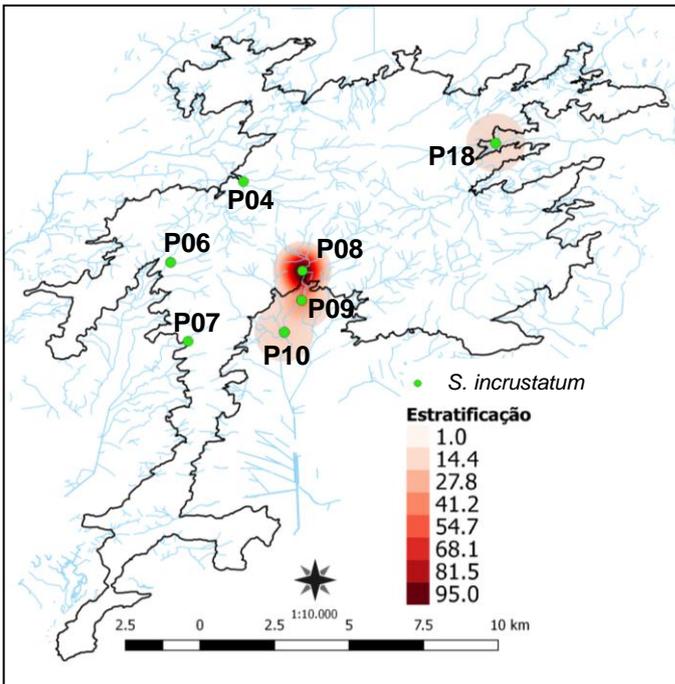
**Figura 47:** Distribuição *S. empascae*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. empascae*. Foram encontrados nas vertentes Oeste, Norte e Leste, sempre na zona de preservação, sendo que o P19, no Rio Piraquara, correspondeu a 97% da densidade, 132 dos 136 exemplares coletados (Figura 47).



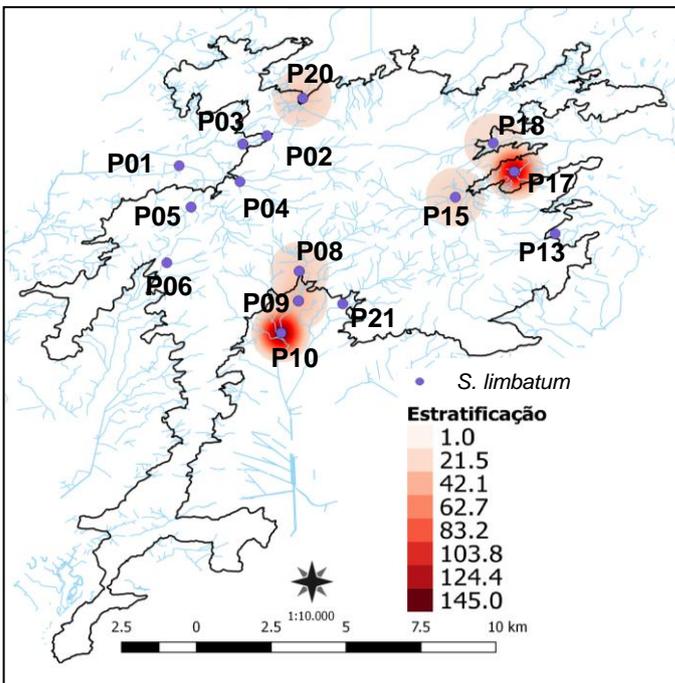
**Figura 48:** Distribuição *S. inaequale*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. inaequale*. Foram encontrados em todas as vertentes do PEPB, com maiores densidades em área com impacto antrópico, no Rio Sarapuá (P20) e baixo Rio Grande (P17), em área urbana. No P20 é observada uma densidade de 28%, correspondente a 779, dos 2738 exemplares coletados (Figura 48).



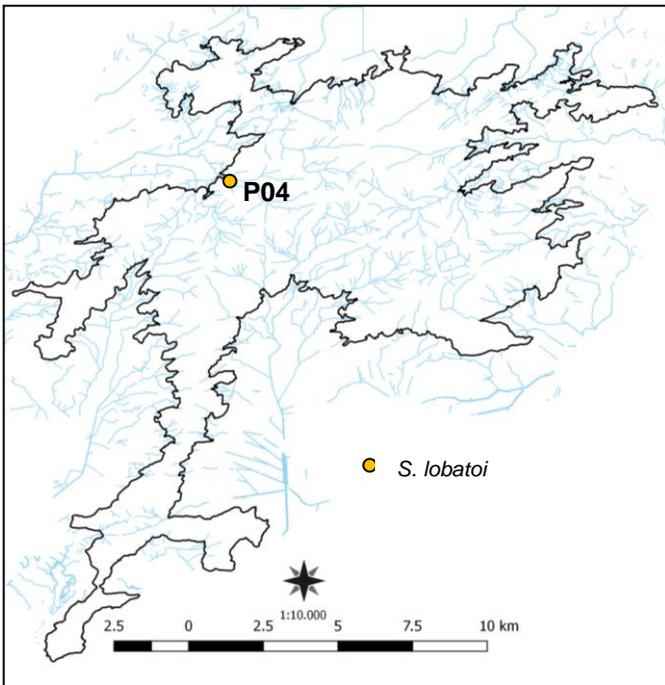
**Figura 49:** Distribuição *S. incrustatum*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. incrustatum*. Foram encontrados apenas nas vertentes Oeste, Leste e Sul, com apenas 2 exemplares para o P18, no Rio Pequeno, na vertente Leste. Sua maior densidade foi no P8, na cabeceira do Rio Paineiras, correspondente a densidade de 67%, que equivale a 95 exemplares de 140 coletados em todo PEPB (Figura 49).



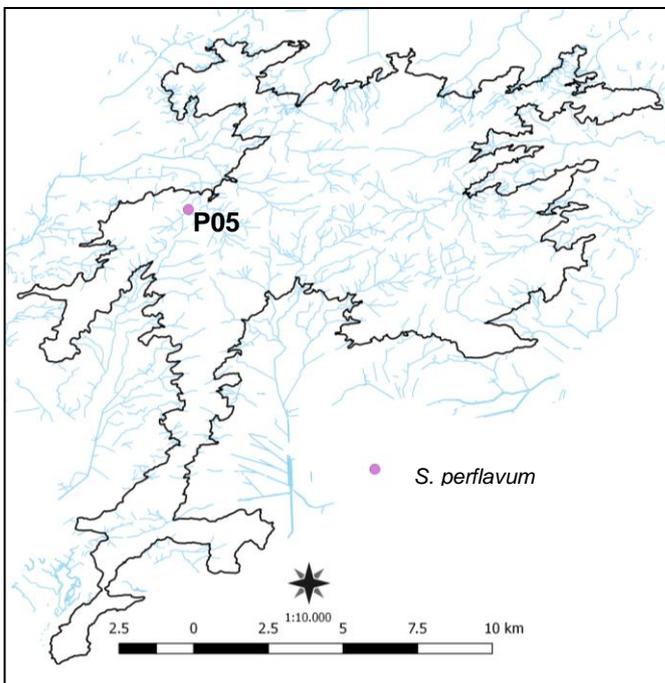
**Figura 50:** Distribuição *S. limbatum*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. limbatum*. Foram encontrados em todas as vertentes do PEPB, com maiores densidades em área urbana, com destaque para o P17, no baixo Rio Grande (com 125 exemplares) e P10, no baixo Rio Paineiras (com 145 exemplares). Os dois pontos somados apresentaram uma densidade de 54%, do total de 498 exemplares coletados (Figura 50).



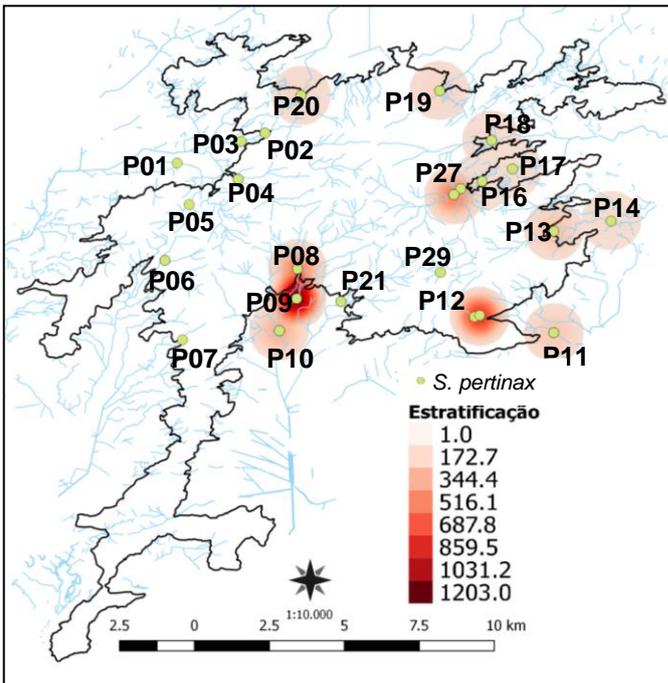
**Figura 51:** Distribuição *S. lobatoi*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. lobatoi*. Foram encontrados apenas 10 exemplares em único ponto durante a etapa de reconhecimento, na vertente Oeste, sem voltar a ser registrado no decorrer das coletas mensais. O registro foi no P4 na margem esquerda do Rio da Prata, acima da Cachoeira da Estrada do Batalha, dentro da zona de conservação do PEPB (Figura 51).



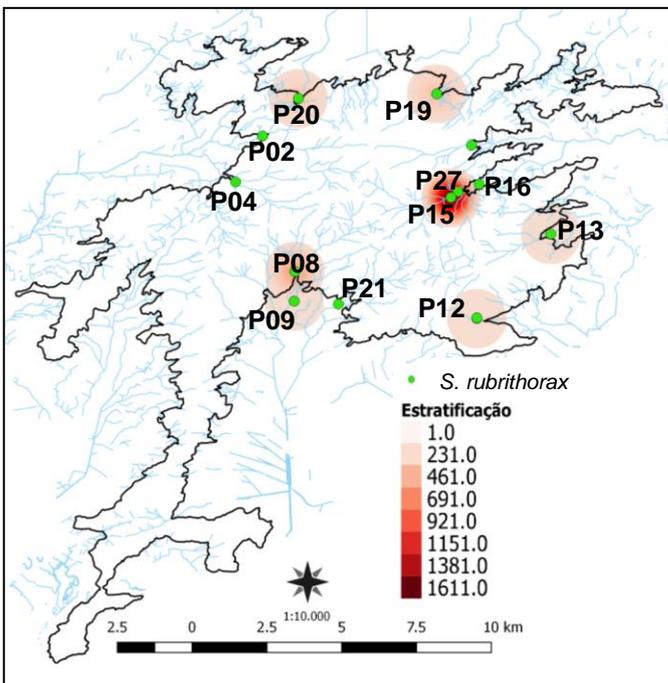
**Figura 52:** Distribuição *S. perflavum*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. perflavum*. Foi encontrado um único exemplar durante a etapa de reconhecimento, sem voltar a ser registrado no decorrer das coletas mensais. O registro foi no P5, vertente Oeste, no córrego da margem esquerda do Rio da Prata, na localidade do Buraco Quente, em área impactada (Figura 52).



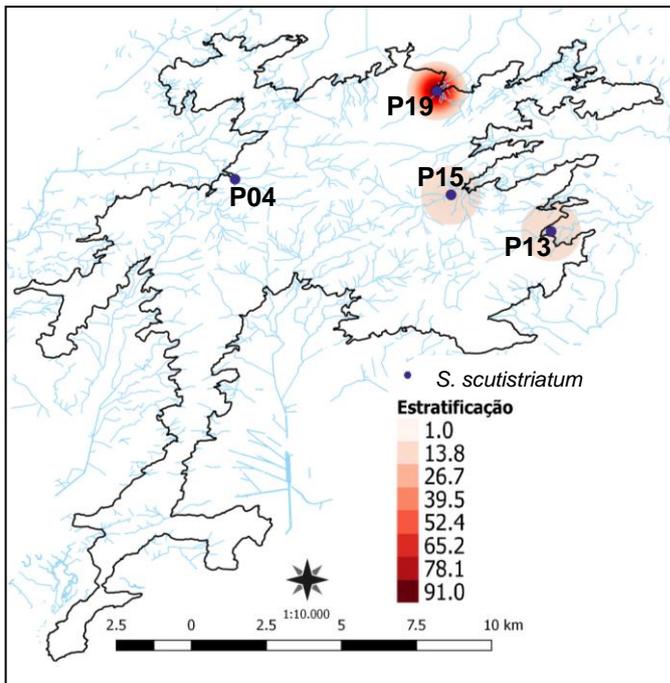
**Figura 53:** Distribuição *S. pertinax*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. pertinax*. Foram encontrados em todas as vertentes do PEPB, com maior adensamento em áreas mais altas no Rio Grande (P15), Camorim (P12) e médio curso do Rio Paineiras (P09). A densidade deste ponto concentrou 27% - 1203, dos 4401 exemplares coletados (Figura 53).



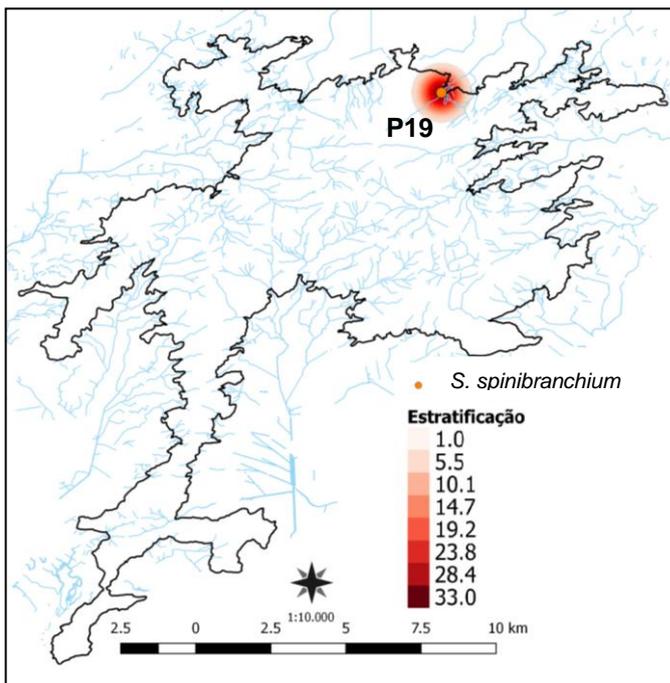
**Figura 54:** Distribuição *S. rubrithorax*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. rubrithorax*. Foram encontrados em todas as vertentes do PEPB, com densidades mais altas na zona de conservação, com maior densidade no alto Paineiras (P8) e Rio Grande (P15). Este último ponto corresponde a 47,6% da densidade, equivalentes a 1611 exemplares de 3378 coletados (Figura 54).



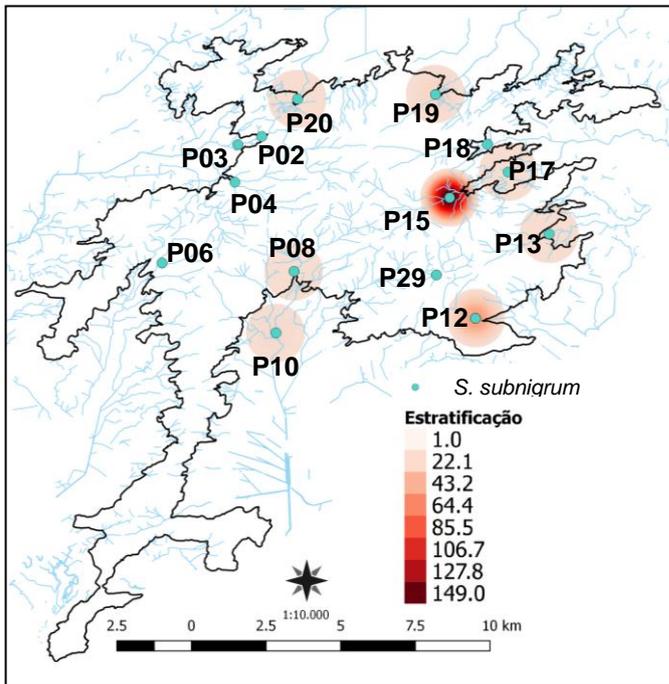
**Figura 55:** Distribuição *S. scutistriatum*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. scutistriatum*. Foram encontrados nas vertentes Oeste, Norte e Sul, exclusivamente dentro da zona de conservação do PEPB. Assim como outras espécies analisadas, também apresentou o P19, no Rio Piraquara, como o local de maior densidade (90%), equivalente a 91 exemplares, dos 101 coletados (Figura 55).



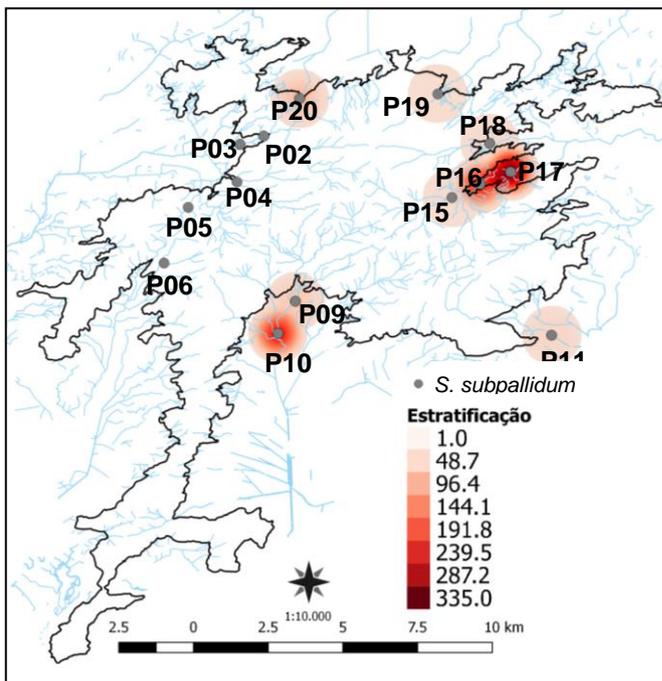
**Figura 56:** Distribuição *S. spinibranchium*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. spinibranchium*. Foram encontrados no P19, no Rio Piraquara, dentro da zona de conservação do PEPB, na vertente Norte. Todos os 33 exemplares foram coletados entre fevereiro e outubro de 2016, sem registro na etapa de reconhecimento, em 2015 (Figura 56).



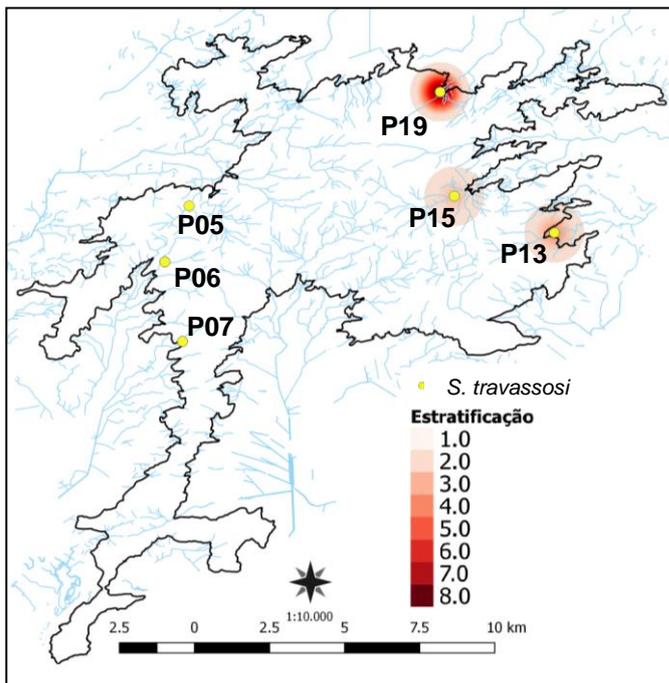
**Figura 57:** Distribuição *S. subnigrum*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. subnigrum*. Foram encontrados em todas as vertentes do PEPB, com maiores densidades no P15, alto curso do Rio Grande e P12, no Rio Camorim, dentro do PEPB, embora tenha sido registrado em área urbana. No P15 foi concentrada sua maior densidade (48%), correspondente a 149 exemplares de 311 coletados (Figura 57).



**Figura 58:** Distribuição *S. subpallidum*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. subpallidum*. Foram encontrados em todas as vertentes do PEPB, com maiores densidades em pontos de área urbana no vale do Rio Grande (P16 e P17) e no baixo Rio Paineiras (P10). Seu ponto de maior densidade (28%) foi registrado no P17, com 335 exemplares, dos 1196 coletados (Figura 58).



**Figura 59:** Distribuição *S. travassosi*, no PEPB, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015-2016.

Distribuição de *S. travassosi*. Foram encontrados nas vertentes Oeste, Norte e Leste, registrados apenas para a zona de conservação, dentro do PEPB. Foi registrado o P19, no Rio Piraquara, como o de maior densidade para a espécie, 31%, correspondentes a 8 exemplares de 26 coletados (Figura 59).

Na literatura existem referências que avaliam a composição e distribuição espaço-temporal da fauna de simúlideos nas proximidades de áreas urbanas do bioma Mata Atlântica (Araújo-Coutinho et al., 1988; Cunha et al., 1998; Dellome Filho, 1991; Docile et al., 2015; Figueiro et al., 2006; Figueiró et al., 2008; Lozovei et al., 1989; Pepinelli et al., 2003; Pepinelli et al., 2006; Strieder, 2002; Strieder et al., 2006, 2004) indicando a importância de diferentes fatores ambientais, incluindo os relacionados a ação humana, tais como represamentos, eutrofização, deflorestamento, etc. Os resultados do presente estudo demonstram que a simuliofauna registrada para o zoneamento ambiental do PEPB encontra-se distribuída ao longo de um gradiente de crescente impacto antrópico no sentido da zona urbana, no decurso de suas principais bacias hidrográficas. Este gradiente refletiu na distribuição específica com maior representatividade para - *S. pertinax*, *S. rubrithorax*, *S. inaequale*, *S. brachycladum*, com densidades superiores a 10% do total coletado; seguidos por - *S. subpallidum*, *S. limbatum*, *S. subnigrum*, *S. empascae*, *S. incrustatum*, correspondendo entre 1 e 10% do total de exemplares; e *S. scutistriatum*, *S. spinibranchium*, *S. anamariae*, *S. botulibranchium*, *S. travassosi*, *S. clavibranchium*, *L. hirticosta*, *S. lobatoj*, *S. distinctum*, *S. perflavum* com abundâncias inferiores a 1% do total de exemplares identificados.

No grupo das espécies mais abundantes, *S. pertinax* e *S. rubrithorax* são as mais representativas e se alternam em alguns meses do ano nas vertentes Leste e Sul, o que não foi observado no decurso do zoneamento ambiental, enquanto *S. rubrithorax* predomina na zona de conservação, sua abundância cai abruptamente na zona de amortecimento, sem nenhum registro para zona urbana. Já *S. pertinax* decai ao longo zoneamento de forma mais gradual, sendo a terceira espécie mais abundante na zona urbana. O bom desempenho das duas espécies na zona de conservação é ainda corroborado pela CCA, que as ordenou no mesmo quadrante, com *S. rubrithorax* fortemente correlacionado a altitude e *S. pertinax*, mais correlacionado a maiores taxas de oxigênio dissolvido e criadouros com maior área e volume de água, o que também foi observado nas análises de Dos Santos et al. (2010).

Já *Simulium inaequale* não demonstrou variação considerável na flutuação sazonal para o período estudado. No entanto, esteve presente em pontos de área urbana com ambientes bastante impactados, apresentando baixo número de exemplares em pontos de áreas preservadas. Estes resultados são concordantes com a CCA, que ordenou a espécie com maior associação a níveis mais altos de esgoto e a criadouros de zoneamento mais baixos, em área urbana. Esta relação da espécie com ambientes eutrofizados é corroborada por Strieder & Py-Daniel (1999) e Dos Santos, et al. (2010).

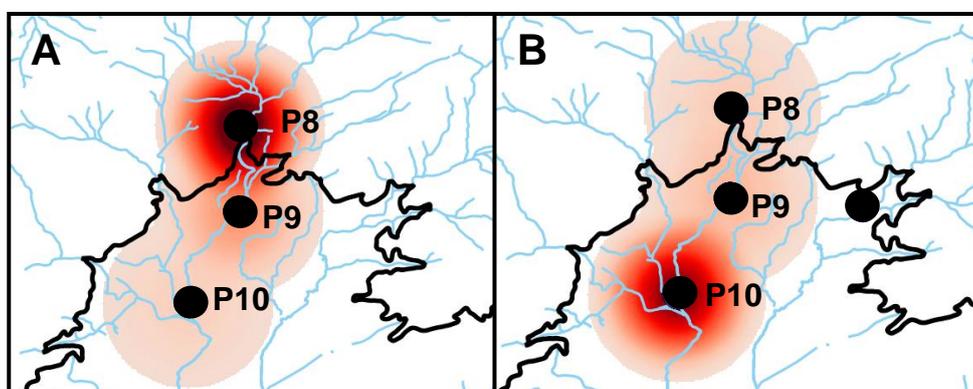
*Simulium brachycladum* apresentou maior abundância na vertente Norte, com preferência pela zona de amortecimento em áreas de impacto antrópico. Estes resultados foram convergentes com a CCA, que a ordenou próxima de moderados níveis de esgoto. Dos sete pontos onde foi encontrada, apenas dois são em área de conservação e foi a espécie mais abundante em ambiente artificial - escada de concreto dos vertedouros da represa do Clube da Telemar, na Taquara (P16), embora 64% de sua densidade tenha sido em rochas do P20, no Rio Sarapuí, onde há liberação de esgoto proveniente de criação animal. Tanto Coscarón (1991), quanto Pepinelli (2003) relatam a predileção da espécie por substrato rochoso, sendo que o último autor destaca a ocorrência de imaturos da espécie em leitos de concreto a jusante de represas, em locais de acentuada correnteza, nas mesmas condições observadas no P16. Concernente a sazonalidade, apresentou maiores densidades entre maio e julho de 2016, não sendo registrada em dezembro e janeiro de 2015. Já Dos Santos et al. (2010), registrou *S. brachycladum* apenas no mês de julho para a região Norte do Paraná.

Dentre o grupo de espécies com abundância entre 1 e 10% do total de amostras, *S. subpallidum* apresentou abundância superior à soma das demais quatro espécies. Foi encontrada ao longo de todo ano, com picos de abundância de fevereiro a abril e em junho de 2016. Esteve associada aos mesmos pontos com adensamento comuns a *S. limbatum*, no baixo curso do Rio Grande (P17) e baixo curso do Rio Paineiras (P10). A abundância da espécie, em relação ao zoneamento urbano é diretamente proporcional, com poucos exemplares na zona de conservação, níveis médios na zona de amortecimento e altos na zona urbana, sendo a espécie predominante com *S. inaequale* nesta área. *S. subpallidum* foi frequentemente encontrada em áreas abertas, com criadouros modificados, sem cobertura vegetal, o que é indicado por Gil-Azevedo & Maia-Herzog (2004) e Pepinelli (2003), além de associada à vegetação marginal, o que é corroborado por Coscarón (1991). Para as populações de *S. subpallidum* do PEPB, a CCA apresenta resultados relacionados ao observado acima, pois *S. subpallidum* é ordenado próximo a criadouros com ordem hierárquica fluvial mais alta (acima de 3ª ordem), em zoneamento urbano. Resultado semelhante ao encontrado na mesma análise é exposto por Dos Santos et al. (2010), cuja CCA indicou para a espécie associação com rios de maior largura e profundidade, característicos de médio e baixo cursos.

Dentre as espécies registradas para o PEPB, *S. incrustatum* merece destaque por ser uma espécie de importância médica, incriminada na transmissão da Oncocercose na região amazônica brasileira (Andreazze & Py-Daniel, 1999), além de ser considerada a segunda espécie antropofílica mais incômoda para a região Sudeste do Brasil, depois de *S. pertinax* (Coscarón, 1991). Segundo observado por Peppinelli (2003) é uma espécie de ocorrência em criadouros com diferentes dimensões e com forte associação à vegetação marginal. Já Figueiró et al. (2006), relaciona a espécie com biótopos de pequenas dimensões, com baixa vazão, em ambientes mais sombreados. Neste estudo foi observada a ocorrência da espécie em ambientes de fisionomia variada, tanto em criadouros de área urbana, com pouca cobertura vegetal, quanto em áreas de conservação dentro do PEPB. No entanto, suas maiores densidades são observadas em áreas florestadas, com maior volume de água e maiores taxas de oxigênio dissolvido.

*S. incrustatum* corresponde a um grupo de espécies, na qual está inserida *S. limbatum*. São espécies relacionadas taxonomicamente, mas que foram registradas em ambientes bem diferentes para o PEPB, indicando que estão associados a diferentes nichos ecológicos. Enquanto *S. incrustatum* apresentou abundância mais

discreta em sete pontos criadouros, com 64% de sua densidade em um único ponto, no alto curso do rio Paineiras (P8), na zona de conservação ambiental da vertente Sul, *S. limbatum* foi encontrado em todas as vertentes do PEPB, com 54% de sua densidade concentrada em dois pontos de área urbana, nos rios Grande e Paineiras (P17 e P10). Embora as duas espécies ocorram em maiores densidades na mesma bacia hidrográfica (Rio Paineiras), apresentam preferência por pontos criadouros opostos do zoneamento ambiental (Figura 60). Essa diferença pode ser explicada observando-se os resultados da CCA, uma vez que *S. incrustatum* está fortemente associado a maiores taxas de oxigênio dissolvido e *S. limbatum* foi ordenado com associação a criadouros com maior ordem hierárquica, dentro de zoneamento ambiental intermediário, ou urbano.



**Figura 60:** Registro da ocorrência de *S. incrustatum* (A) e *S. limbatum* (B) nos pontos do Rio Paineiras (P8 a P10), na vertente Sul do PEPB, Rio de Janeiro, RJ.

*S. subnigrum*, que em geral apresenta grande valência ecológica, ocorrendo desde áreas florestadas, a criadouros modificados com impacto antrópico (Pepinelli, 2003), mostrou-se uma espécie sensível aos fatores fora da zona de conservação do PEPB, apresentando maior abundância em pontos de alto curso. Um único ponto no alto Rio Grande (P15) concentrou 48% de sua densidade. Alinhado ao descrito para a espécie, a CCA sugere associação de *S. subnigrum* com ambientes de maior altitude, oxigênio dissolvido e maior volume de água (maiores área e profundidade). Este resultado é corroborado por Docile, et al. (2015), que só registrou a espécie em criadouros preservados, sem registros para área de médio ou alto impacto antrópico, em regiões montanhosas de Teresópolis, RJ.

A última representante deste conjunto de espécies de média abundância, *S. empascae*, também pode ser considerada uma espécie de baixa ocorrência, pois foi

coletada em baixíssima densidade, com apenas 1 exemplar/mês em fevereiro, março e outubro de 2016, sendo que em novembro foram coletados 133 exemplares em um único ponto. Este fato foi observado para outras espécies do PEBB, no mesmo mês, relacionadas neste estudo para área de mais alto curso, como *S. rubrithorax* e *S. subnigrum*, e poderia ser explicado em função das fortes chuvas registradas para o PEPB, no semanas anteriores a coleta de novembro. É provável que a ocorrência destas espécies esteja concentrada em pontos de cabeceira das vertentes Oeste, Norte e Leste, dentro da área de preservação permanente do PEPB. As larvas de *S. empascae* podem ter sido lixiviadas após as chuvas para a zona de conservação, no Rio Piraquara (P19) e por isso foram encontradas tantas pupas no paredão da gruta, que marca o final do ponto, de onde só havia sido coligido um único exemplar, por evento de coleta. A continuidade desta pesquisa, com a investigação de áreas mais altas dentro da zona de proteção permanente poderá avaliar a pertinência desta hipótese. Esta espécie possui poucos registros para o estado do Rio de Janeiro e é mencionada por Gil-Azevedo & Maia-Herzog (2004) para áreas de preservação ambiental de Guapimirim e o Parque Nacional da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro. Pela CCA realizada neste estudo, *S. empascae* é a segunda espécie mais associada a maior cobertura vegetal, depois de *S. anamariae*.

O grupo das nove espécies de baixa abundância (inferiores a 1%) apresenta padrões convergentes de distribuição em oito destas, exceto *S. perflavum*. Esta espécie foi registrada em função de uma fêmea, obtida pela emergência da pupa coletada no P5, vertente Oeste- uma área impactada com esgoto doméstico e sujeita a remoção periódica da vegetação marginal, onde se percebeu uma frequência constante e altas densidades de *S. inaequale*. As duas espécies são encontradas neste tipo de criadouro, segundo a literatura (Coscarón, 1991; Dos Santos et al., 2010; Strieder & Py-Daniel, 1999), associados a área impactadas e desflorestadas, portanto seria esperado um registro mais representativo de *S. perflavum*.

As demais oito espécies menos abundantes convergem em sua predominância em criadouros de alto curso, maior cobertura vegetal e baixa ordenação fluvial, características da zona de conservação do PEPB. São elas *L. hirticosta*, *S. scutistriatum*, *S. spinibranchium*, *S. anamariae*, *S. botulibranchium*, *S. travassosi*, *S. clavibranchium* e *S. distinctum*. Conforme observado para *S. rubrithorax*, também são espécies indicadas na perda da riqueza considerando o zoneamento ambiental. Apresentam maiores densidades concentradas em três

pontos P6, P19 e P15, nas áreas altas dos rios Portinho, Piraquara e Grande. A CCA também as ordena no mesmo quadrante, cujo fator mais significativo estatisticamente é a cobertura vegetal, exceto para *S. clavibranchium*, que foi ordenada com maior associação à altitude, outra característica da zona de conservação. Resultados semelhantes são indicados por Dos Santos et al. (2010), que relaciona *S. distinctum* e *S. travassosi* a ambientes com maior cobertura vegetal. Para o PEPB este grupo de espécies está diretamente associado a ambientes preservados, com melhor qualidade de água e preservação ambiental. Estes dados são corroborados por Dos Santos et al. (2010), que mencionam as maiores densidades de *S. clavibranchium*, *S. anamariae*, *S. botulibranchium* e *L. hirticosta* para áreas mais preservadas da bacia do Ribeirão Guaravera, PR. Para o PEPB, *L. hirticosta* é encontrado em apenas quatro pontos localizados na zona de conservação, o que é corroborado por Docile et al. (2015), que define a espécie como relacionada a ambientes mais preservados, com melhor qualidade de água para o Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

## 5. PERSPECTIVAS

Este estudo, apesar de profícuo no estabelecimento de ocorrência das espécies de Simulídeos no zoneamento ambiental do PEPB, não é suficiente para apontar a composição faunística de Simuliidae local, pois sua grande variação hipsométrica implica na necessidade de se realizar novas coletas em gradientes altitudinais entre 200 e 1000m, na zona de proteção permanente, visando complementar este estudo e identificar novos padrões de distribuição vertical na rede hidrográfica. Novos estudos envolvendo análise sistemática dos parâmetros físico-químicos da água deverão ser realizados *a posteriori*, nos pontos criadouros com influência antrópica direta, como por exemplo, o observado para o P20 (Rio Sarapuí), onde se evidenciou a criação de suínos. Assim como, investigações complementares da fauna de simulídeos nas áreas do Parque Estadual do Mendanha e do Parque Nacional da Tijuca, fundamentais para o conhecimento e caracterização da simuliofauna das maiores unidades de conservação do Mosaico Carioca.

Um guia preliminar está sendo elaborado para auxiliar na identificação taxonômica do material e, quando finalizado, servirá para futuros trabalhos envolvendo os simulídeos do Rio de Janeiro. Este guia será destinado a estudantes e profissionais interessados nos simulídeos, ou na biodiversidade da mata atlântica carioca. A chave dicotômica está centrada nas características da pupa, referenciadas ao guia fotográfico, onde serão destacadas características diagnósticas de cada espécie, para os estágios de pupa e adulto, com distinção dos padrões de macho e fêmea, ilustrados com fotos de exemplares coletados no entorno do PEPB.

## 6. CONCLUSÕES

As 19 espécies encontradas representam 63% das 30 espécies válidas para Simuliidae registradas para o estado do Rio de Janeiro, sendo *S. lobatoi* o primeiro registro para o estado, o que permite inferir que a região do PEPB apresenta uma expressiva diversidade específica para o grupo.

Concernente aos contrafortes do PEPB, estes não constituem barreiras naturais efetivas para a simuliofauna, visto que foram encontradas sete espécies comuns nas três vertentes analisadas.

O presente estudo sugere a existência de um gradiente de impacto antrópico no decurso do zoneamento ambiental do PEPB, ao considerar o inventário específico e a distribuição da simuliofauna relacionada aos fatores ambientais analisados.

O decaimento da representatividade da riqueza específica e abundância relativa de Simuliidae entre as zonas de conservação, amortecimento e urbana encontradas neste estudo, em conjunto com a interface das diversas atividades humanas locais, indicam a necessidade de uma maior gestão para a mitigação sobre o impacto antrópico no entorno do PEPB.

As espécies de simulídeos ocorrem no zoneamento ambiental do PEPB de forma independente, de acordo com a análise de coocorrência específica. Do mesmo modo, não houve predileção por tipo de substrato, dentre os analisados, o que sugere que são generalistas para escolha deste fator.

Dentre os fatores ambientais, de acordo com a análise de correspondência canônica, foram identificados como fatores mais significativos aqueles alusivos ao grau de comprometimento do criadouro (presença de esgoto *in natura*, pH e oxigênio dissolvido), ou associados aos níveis de preservação de seu entorno (zoneamento ambiental e cobertura vegetal).

Portanto, a distribuição espacial dos simulídeos no entorno do PEPB em função dos fatores analisados indica a relevância do grupo como indicadores de saúde ambiental, pois foi verificado que algumas espécies apresentam grande prevalência, ou são exclusivas da zona de conservação - *L. hirticosta*, *S. botulibranchium*, *S. clavibranchium*, *S. empascae* e *S. travassosi*; a predileção pela zona de amortecimento por *S. brachycladum*; e o predomínio de *S. inaequale*, *S. limbatum* e *S. subpallidum*, na zona urbana, associada a maiores níveis de impacto antrópico.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.L. **Ocorrência de chuva ácida em unidades de conservação da natureza urbanas—estudo de caso no parque estadual da pedra branca—Rio de Janeiro—RJ** Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental (Centro de Tecnologia e Ciências. Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, UERJ), 2005.

ADDISON, E.M. Transmission of *Dirofilaria ursi* Yamaguti, 1941(Nematoda: Onchocercidae) of black bears (*Ursus americanus*) by blackflies (Simuliidae). **Can. J. Zool.** v. 58, p. 1913-1922. 1980.

ADLER, P.H.; CURRIE, D.C.; WOOD, D.M. Phylogeny and classification of Holarctic Black Flies. In: The Black Flies (Simuliidae) of North America. New York: **Cornell University Press**, p.125-160, 2004.

ADLER, P.H. & CROSSKEY, R.W. **World Blackflies (Diptera: Simuliidae): A Comprehensive revision of the Taxonomic and geographical inventory.** 131 p., 2017. Disponível em <http://www.clemson.edu/cafls/biomia/pdfs/blackflyinventory.pdf> (acessado em 17 de junho de 2017).

AKANDE, L. Victory over river blindness. **Africa Recovery**, v. 17, n. 1, p. 6, 2003.

ALTOÉ, F.E. **História e Evolução da Colheita Florestal no Brasil.** Monografia apresentada para obtenção do Título de Engenheiro Florestal, (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica, RJ), 2008.

ANDERSON, G.R. Isolation virus from Diptera in Wisconsin. **Mosq. News**, 21: 224-228, 1961.

ANDREAZZE, R. & PY-DANIEL, V. Atividade hematófaga mensal e infecção natural de *Psaroniocompsa incrustata* (Lutz, 1910) (Diptera, Culicomorpha, Simuliidae) vetor de *Oncochocerca volvulus* (Leuckart, 1893) em Xitei/Xidea, área indígena Yanomami, Roraima, Brasil. **Entomol. Vec.** 6(4): 415-440, 1999.

ARAÚJO-COUTINHO, C.J.P.C.; MAIA-HERZOG, M.; SOUZA, B.C. Levantamento das espécies do gênero *Simulium* Latreille (Diptera, Simuliidae) no Litoral Norte do estado de São Paulo. **Rev Bras Entomol** 32: 11-17, 1988.

ARAÚJO-COUTINHO, C.J.P.C.; NASCIMENTO, É.S.; FIGUEIRÓ, R.; BECNEL, J.J. Seasonality and prevalence rates of microsporidia in *Simulium pertinax* (Diptera: Simuliidae) larvae in the region of Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil. **Journal of Invertebrate Pathology** (Print), v. 85, n.3, p. 188-191. 2004.

ARAÚJO-COUTINHO, C.J.P.C.A. Simulídeos: sua importância e métodos de controle. **Vetores & Pragas**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 4 – 7, 2009.

AVELINO-CAPISTRANO, F.S. & COSTA, J.M. Composição da fauna de Imaturos de Plecoptera (Insecta) na microbacia do Rio Grande. In **I Encontro Científico do Parque Estadual da Pedra Branca. Ciência para gestão, ou gestão para Ciência?** INEA, pp. 40-43. 2009. Disponível em [http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/dgfs/mdex/~edisp/producao\\_portal011870.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/dgfs/mdex/~edisp/producao_portal011870.pdf).

BAPTISTA, D.F.; DORVILLÉ, L.F. M.; BUSS, D.F.; NESSIAMIAN, J.L. Spatial and temporal organization of aquatic insects assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. **Revista Brasileira de Biologia**, 61(2), 295-304, 2001.

BARROS, R.S.M. Medidas de diversidade biológica. **Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais**, 2007. Disponível em [http://www.ufjf.br/ecologia/files/2009/11/Estagio\\_docencia\\_Ronald1.pdf](http://www.ufjf.br/ecologia/files/2009/11/Estagio_docencia_Ronald1.pdf)

BEAVER, P.C.; WOLFSON, J.S.; WALDRON, M.A.; SWARTZ, M.N.; EVANS, G.W.; ADLER, J. *Dirofilaria ursi*-like parasites acquired by humans in the northern United States and Canada: report of two cases and brief review. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 37, n. 2, p. 357-362, 1987.

BERTAZO, K. & FIGUEIRÓ, R. Spatial distribution of black fly (Diptera: Simuliidae) immatures in a water current velocity gradient in Aracruz/ES, Brazil. **Revista Universidade Rural**, 32, 91-101, 2012.

BERTAZO, K.; HAMADA, N. ;SALLES, F.F. Fauna of Simuliidae (Diptera) from the state of Espírito Santo, Brazil: distribution, new records and list of species. **Rev. Bras. Entomol.**, 2013.

BINI, L.M.; BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. Análises multivariadas e limnologia: exploração, síntese e inferência de um mundo aquático complexo. **Amostragem em Limnologia, RiMa, São Carlos**. 73-107, 2004.

BODART, C.N.; MARCHIORI, C.C.R. Introdução a História de Piúma. In: BODART, Cristiano das N. (org.) **História e Estórias de Piúma**, 2014.

BOTERO, D. & RESTREPO, M. **Parasitosis humanas**. 2.ed. Medellín. Carvajal AS. 418p., 1992.

BURGHERR, P.; WARD J.V.; GLATTHAAR, R. Diversity, distribution and seasonality of the Simuliidae fauna in a glacial stream system in Swiss Alps. **Arch Hydrobiol** 152: 19-37, 2001.

BUSS, D.F., & SALLES, F.F. Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian river basin. **Environmental Monitoring and Assessment**, 130(1), 365-372, 2007.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; SILVEIRA, M.P.; NESSIMIAN, J.L.; DORVILLÉ, L.F. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. **Hydrobiologia**, 481(1), 125-136, 2002.

CASTANHEIRA, M.V.S.; FREITAS, M.M. Evolução da Paisagem Geomorfológica e a Influência da Pressão Urbana no Maciço da Pedra Branca, Rio de Janeiro RJ . In: X Encontro de Geógrafos da América Latina, São Paulo. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina**, 2005.

CASTELLO BRANCO JR, A.A. A influência do regime dos ventos na dispersão dos adultos de *Simulium pertinax* Kollar (Diptera: Simuliidae). **Na. Soc. Entomol. Bras.** V23, n.3, p.571-573, 1994.

CASTEX, M.; FUENTES, O.; MARQUEST, M.C. Algunas observaciones sobre los sitios de cria del *Simulium quadrivittatum* Loew, 1862 (Díptera: Simuliidae) en isla de la Juventud. **Revista. Cubana de Medicina Tropical**, 40(3):60-67, 1988.

CERQUEIRA, N.L. Simuliidae da Amazônia III: Sobre o Gênero "Simulium" Latreille, 1802 (Diptera, Nematocera). **Atas Simp. Biot. Amaz.**, 5 (Zoo): 127-139, 1967.

CIADAMIDARO, S.; MANCINI, L.; RIVOSECCHI, L. Black flies (Diptera, Simuliidae) as ecological indicators of stream ecosystem health in an urbanizing area (Rome, Italy). **Annali dell'Istituto Superiore di Sanità**, v. 52, n. 2, p. 269-276, 2016.

CINTRA, D.P.; REGO, L.F.G. & DE OLIVEIRA, R.R. Classifying successional forest stages using ikonos in Atlantic forest of Rio de Janeiro/Classificação de estágios sucessionais florestais através de imagens ikonos na Mata Atlântica do Rio de Janeiro. **Revista Geográfica Acadêmica**, 5(1), 21-34, 2011.

CLIFFORD, H.F. **Aquatic Invertebrates of Alberta**. Edmonton: The University of Alberta Press, 537p., 1991.

COPPO, T.L., & LOPES, J. Diversidade de Simuliidae (Diptera: Nematocera) de três cursos d' água no parque ecológico da Klabin S.A. – Telêmaco Borba, Estado do Paraná. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, 31, 3-14, 2010.

CORRÊA, M. O Sertão Carioca. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro**. 478p, 1936.

COSCARÓN, S. Notas sobre simulidos Neotropicales. Sobre el subgenero Simulium (Chirostilbia). Enderlein, con la descripción de dos especies nuevas del SE del Brasil (Diptera, Insecta). **Rev. Soc. int. argent**, v. 40, p. 157-64, 1981.

COSCARÓN, S. **Fauna de água dulce de la República Argentina**. FECIC. Bs. Aires. Insecta, Diptera, Simuliidae. 38, Fasc. II, 295pp. 1991.

COSCARÓN, S.; COSCARÓN-ARIAS, C.L.; PAPAVERO, N. Catalogue of neotropical diptera. Simuliidae. **Neotrop. Diptera** 2, 1-90, 2008.

COSCARÓN, S.; MOREIRA, G.R.P.; PY-DANIEL, V.; SATO, G.; NASCIMENTO, É.S.; MAIA-HERZOG, M. The black flies (Diptera: Simuliidae) from Santa Catarina, Brazil. **Zoologia**, v. 28, p. 31-36, 2011.

COSTA, N.M.C. **Análise ambiental do Parque Estadual da Pedra Branca, por geoprocessamento: uma contribuição ao seu plano de manejo**. Tese de doutorado. (Programa de Pós graduação em Geografia). UFRJ. RJ. 317 p., 2002.

- COUCEIRO, S.; HAMADA, N.; SAGOT, L.; PEPINELLI, M. Black-fly assemblage distribution patterns in streams in disturbed areas in southern Brazil. **Acta Tropica**, 140, 26-33, 2014.
- CRISCI-BISPO; V.L., BISPO; P.C.; FROEHLICH, C. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic rainforest streams, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 24(2), 312-318, 2007.
- CROSSKEY, R.W. **The natural History of Blackflies**. New York: Edit. John Wiley & Sons. 711p., 1990.
- CROSSKEY, R.W. The natural History of Blackflies. **American Entomologist**, v. 38, n. 1, p. 45, 1992.
- CUNHA & MENEZES, P. **Transcarioca, todos os passos de um sonho**. Sextante Artes, 2000.
- CUNHA, M.C.I. Simulídeos (Borrachudos). In: Marcondes, C.B. **Entomologia médica e veterinária**. São Paulo: Atheneu, P.31-47, 2001.
- CUNHA M.C.I.; COSCARÓN, S.; BASSI R.M.Z. Determinación de los estádios larvales de *Simulium* (Diptera, Simuliidae) de Paraná, Brasil. **Acta Biol Paran.** 27: 57-66., 1988.
- DALMAT, H.T. Black flies (Diptera, Simuliidae) of Guatemala of Onchocerciasis and their role as vectors of onchocerciasis. **Smith. Misc. Col.**, 425 p., 1955.
- DANKS, H.V. The nature of dominance responses in insects. **Acta Soc. Zool. Bohem.** V.5, p. 169-179. 2001.
- DANKS, H.V. Seasonal Adaptations in Arctic Insects. **Integr. Comp. Biol.** V.44, n.2, p. 85-94, 2004.
- DELLOME-FILHO, J. Simuliofauna do Rio Marumbi (Morretes, Paraná, Brasil). I. Coleta e criação; dados meteorológicos e físico-químicos do criadouro; adultos (Diptera, Simuliidae). **Acta Biol Paran** 20: 145-156, 1991.
- DELLOME-FILHO, J. Simuliofauna do Rio Morumbi, Morretes (PR). II Substratos naturais e artificiais dos imaturos e fauna associada (Diptera, Simuliidae). **Acta Biol. Par.**, 21 (1, 2, 3, 4): 77-88. 1992.

- DELORT, R. **Les Animaux ont une histoire**, Paris, Editions du Seuil, 503p. 1982.
- DOCILE, T.N.; FIGUEIRÓ, R.; GIL-AZEVEDO, L.H.; NESSIMIAN, J.L. Water pollution and distribution of the black fly (Diptera: Simuliidae) in the Atlantic Forest, Brazil. **Revista de Biología Tropical**, 63(3), 683-693, 2015.
- DOS SANTOS, R.B.; LOPES, J.; DOS SANTOS, K.B. Distribuição Espacial e Sazonalidade de Espécies de Borrachudos (Diptera: Simuliidae) no Ribeirão Guaravera e em três de seus Afluentes, Município de Londrina, Estado do Paraná, Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, 2010.
- DRUMMOND, J.A. **Devastação e preservação ambiental no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal Fluminense. 306 p., 1997.
- EBERHARD, M.L. & ORIHUEL, T.C. Equine and bovine onchocerciasis in Colombia, **S.A.J. Parasitol.**,64 (1):191-2, 1978.
- FELD, C. K.; PAULS, S.; SOMMERHÄUSER, M.; HERING, D. Biozönotische Bewertung der ökologischen Qualität am Beispiel norddeutscher Tieflandfließgewässer. **Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)–Tagungsbericht**, p. 75-80, 2001.
- FELD, C.K.; KIEL, E.; LAUTENSCHLÄGER, M. The indication of morphological degradation of streams and rivers using Simuliidae. **Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters**, v. 32, n. 3, p. 273-288, 2002.
- FERNANDEZ, A.C.F. Um Rio de florestas: uma reflexão sobre o sentido da criação dos parques na cidade do Rio de Janeiro. **Estudos Históricos**, 24.47 (2011): 141-161, 2011.
- FIGUEIRÓ, R.; ARAÚJO-COUTINHO, C.J.P.C.; NASCIMENTO, E.S.; GIL-AZEVEDO, L.; MONTEIRO, R.F. Spatial and temporal distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in the Itatiaia National Park. **Neotrop. Entomol.** 35(4):542-550, 2006.
- FIGUEIRÓ, R.; NASCIMENTO, E.S.; GIL-AZEVEDO, L.H.; MAIA-HERZOG, M. MONTEIRO, R.F. Local distribution of blackfly (Diptera: Simuliidae) larvae in two adjacent streams: the role of water current velocity in the diversity of blackfly larvae. **Revista Brasileira de Entomologia**, 52, 452-454, 2008.

FIGUEIRÓ, R. & GIL-AZEVEDO, L.H. The Role of Neotropical blackflies (Diptera: Simuliidae) as vectors of the Onchocerciasis: A short overview of the ecology behind the disease. **Oecol. Aust.** 14(3): 745-755, 2010

FIGUEIRÓ, R.; GIL-AZEVEDO, L.H., MAIA-HERZOG, M.; MONTEIRO, R.F. Diversity and microdistribution of black fly (Diptera: Simuliidae) assemblages in the tropical savanna streams of the Brazilian cerrado. **Mem. Inst. Osw. Cruz.** 107: 362-369, 2012.

FIGUEIRÓ, R., MAIA-HERZOG, M., GIL-AZEVEDO, L.H.; MONTEIRO, R.F. Seasonal variation in black fly (Diptera: Simuliidae) Taxocenoses from the Brazilian Savannah (Tocantins, Brasil). **Journal of Vector Ecology**, 39, 321-327, 2014.

FIGUEIRÓ, R.; CALVET, A.; GIL-AZEVEDO, L.H.; DOCILE, T.N.; MONTEIRO, R.F.; MAIA-HERZOG, M. Evidence of phenotypic plasticity of larvae of *Simulium subpallidum* Lutz in different streams from the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Entomologia**, 59, 30-33, 2015.

GAONA, J.C & ANDRADE, C.F.S. Aspectos da entomologia médica e veterinária dos borrachudos (Diptera, Simuliidae) – biologia, Importância e Controle. **LECTA**, Bragança Paulista, v.17, n.1., p.51-65. 1999.

GERAIS, B.B. & RIBEIRO, T.C. Relatos de casos – oncocercose: primeiro caso autóctone da região centro-oeste do Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 19(2): 105-107, 1986.

GIL-AZEVEDO, L.H. & MAIA-HERZOG, M. Registros novos de ocorrência de seis espécies de Simuliidae (Diptera) para o estado do Rio de Janeiro. **Biota Neotrop**, v. 4, n. 1, p. 1-3, 2004.

GIL-AZEVEDO, L.H.; FERREIRA JR., N.; MAIA-HERZOG, M. Chave de identificação de pupas de Simuliidae (Diptera) do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* [online], vol.22, n.3, pp.742-752. ISSN 0101-8175, 2005.

GIL-AZEVEDO, L.H. & MAIA-HERZOG, M. Espécies de Simuliidae (Diptera) registradas no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.67, n.3-4, p.349-354. 2009.

GIL-AZEVEDO, L.H; COSCARÓN, S.; MAIA-HERZOG, M. The phylogeny of *Simulium* (Chirostilbia) (Diptera: Simuliidae) and perspectives on the systematics of the genus in the Neotropical Region. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** [Internet]. 107( 2 ): 178-185, 2012.

GOUVEIA, C.; OLIVEIRA, R.M; RANGEL, E.F. Sobre a Transmissão da Leishmaniose Tegumentar no Campus Fiocruz da Mata Atlântica, Jacarepaguá, Rio de Janeiro, RJ. **In I Encontro Científico do Parque Estadual da Pedra Branca. Ciência para gestão, ou gestão para Ciência?** INEA, pp. 40-43, 2009. Disponível em [http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/dgfs/mdex/~edisp/producao\\_portal011870.pdfv](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/dgfs/mdex/~edisp/producao_portal011870.pdfv).

GUTIÉRREZ-FONSECA, P.E., & LORION, C.M. Application of the BMWP-Costa Rica biotic index in aquatic biomonitoring: sensitivity to collection method and sampling intensity. **Revista de Biología Tropical**, 62, 275-289, 2014.

HAMADA, N. Estudos bioecológicos sobre piuns (Diptera: Simuliidae) como base para o controle de Oncocercose e Mansonelose na Amazônia Brasileira. *Bas. Cient. Estrat. Preserv. Desenv. Amaz.* Vol. 2, INPA/AM, 1993.

HAMADA, N. & Adler, P.H. Bionomia e chave para imaturos e adultos de *Simulium* (Diptera: Simuliidae) na Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 1, p. 109-132, 2001.

HAMADA, N.; MCCREADIE, J.W.; ADLER, P.H. Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil. *Freshwater Biology* (Print), Inglaterra, v. 47, p. 31-40, 2002.

HAMMER, Ø.. PAST, Paleontological Statistics, Version 3.10. **Manual de referência**. 2001. Disponível em inglês no site <http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Acessado em 08/07/2017.

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

ILLÉŠOVA, D.; BERACKO, P.; KRNO, I.; HALGOS, J. Effects of land use on black fly assemblages (Diptera: Simuliidae) in submontane rivers (West Carpathians, Slovakia). **Biologia**, 65, 892-898, 2010.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Pedra Branca**. Aprovado pela Resolução INEA nº 74, de 2/07 de 2013. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdm1/~edisp/inea0035928.pdf>.

JEDLIČKA, L. & SEITZ, G. Black flies of the River Danube (Diptera, Simuliidae). **Lauterbornia**, v. 62, p. 93-119, 2008.

KAZANCI, N. Ordination of Simuliidae and climate change impact. **Acta entomologica serbica Supplement**, p. 69-76, 2006.

KAZANCI, N. & DÜGEL, M. Determination of influence of heavy metals on structure of benthic macroinvertebrate assemblages in low order Mediterranean streams by using canonical correspondence analysis. **Review of Hydrobiology**, v. 3, n. 1, p. 13-26, 2010.

KAZANCI, N. & ERTUNÇ, O. Use of Simuliidae (Insecta, Diptera) species as indicators of aquatic habitat quality of Yeşilirmak River Basin (Turkey). **Review of Hydrobiology**, 3, 27-36, 2010.

KIEL, E.; BÖGE, F.; RÜHM, W. Sustained effects of larval blackfly settlement on further substrate colonisers. **Hydrobiologie**, v. 141, n. 2, p. 153-166, 1998.

LANDEIRO, V.L.; PEPINELLI M.; HAMADA N. Species richness and distribution of black flies (Diptera: Simuliidae) in the Chapada Diamantina region, Bahia, Brazil. **Neotrop Entomol** 38: 332-339, 2009.

LANE, J. Dados sobre os simulídeos de localidades onde ocorreram casos de Penfigo Foliáceo. *Arq. Hig. Saúde Publ. SP*, 3 (1): 53-54, 1949.

LAUTENSCHLÄGER, M. & KIEL, E. Assessing morphological degradation in running waters using Blackfly communities (Diptera, Simuliidae): Can habitat quality be predicted from land use? **Limnologica**, 35, 262-273, 2005.

LEAFCHNECK, J. **NMSD tutorial in R**, 2012. Disponível em <http://jonlefcheck.net/2012/10/24/nmbs-tutorial-in-r/>> Acessado em 08/VII/2017.

LEHANE, M.J. **Biology of blood-sucking insects**. New York: Cambridge University. 304p., 1991.

LEWINSOHN, T.M., FREITAS, A.V.; PRADO, P.I. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. *Megadiversidade*, 1 (1): 62-69, 2005.

LOCK, K.; ADRIAENS, T.; GOETHALS, P. Effect of water quality on blackflies (Diptera: Simuliidae) in Flanders (Belgium). ***Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters***, 44, 58-65, 2014.

LOZOVEI, A.L.; CUNHA, M.C.I.; BASSI, R.M.A. Estudo das espécies de simúlideos (Diptera, Simuliidae), que se procriam em vertedouros de açudes de piscicultura, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. ***An Soc Entomol Bras*** 3: 103-111, 1989.

LOZOVEI, A.L.; PETRY, F.; SANTOS-NETO, L.G.; FERRAZ, M.E. Levantamento das espécies de *Simulium* (Diptera, Simuliidae), Riacho dos Padres, município de Almirante Tamandaré, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* [online]. vol.48, n.1, pp. 91-94, 2004. ISSN 0085-5626. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262004000100015>

LUTZ, A. Contribuição para o conhecimento das espécies brasileiras do gênero *Simulium*. ***Mem. Inst. Oswaldo Cruz***. 1:124 – 146, 1909.

LUTZ, A. Segunda contribuição para o conhecimento das espécies brasileiras do gênero *Simulium*. ***Mem. Inst. Oswaldo Cruz***. 2: 213-267, 1910.

LUTZ, A. Terceira contribuição para o conhecimento das especie brasileiras do gênero *Simulium*: o piúm do norte (*Simulium amazonicum*). ***Mem. Inst. Oswaldo Cruz***, 9.1:63-67, 1917.

MAIA-HERZOG, M.; FELIPPE-BAUER, M.L.; MALAGUTI, R.; LEITE, T.C. A contribution to the study of *Simulium* and *Culicoides* of Rio de Janeiro: monthly incidence and biting activity. ***Mem. Inst. Oswaldo Cruz*** [online]. vol.83, n.1, pp.95-99, 1988. ISSN 0074-0276. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02761988000100013>.

MAIA-HERZOG, M.; SHELLEY, A.J.; BRADLEY, J.E.; LUNA DIAS, A.P.A.; CALVÃO, R.H.S.; LOWRY, C.; CAMARGO, M.; RUBIO, J.M.; POST, R.J.; COELHO, G.E. Discovery of a new focus of human Onchocerciasis in central Brazil. ***Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg.***, 93:235-239, 1999.

MALMQVIST, B.; ADLER, P. H.; KUUSELA, K.; MERRITT, R. W.; WOTTON, R. S. Black flies in the boreal biome, key organisms in both terrestrial and aquatic environments: a review. **Ecoscience**, v. 11, n. 2, p. 187-200, 2004.

MCCAFFERTY, W.P. **Aquatic Entomology: The Fishermen's and Ecologists' Ilustred Guide to Insects and their relatives**. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers, 448p., 1983.

MENDEZ, E. & PETERSON, J.L. Perfil médico y veterinário de los simulidos em Panamá. **Rev.Med.Pan.**, 8(3): 212-21, 1983.

MORAES, M.A.P. & CHAVES, G.M. Um caso de Oncocercose no território de Roraima, Brasil. **Ver. Inst. Med. Trop.** São Paulo, 16 (2): 110-113, 1974.

NASCIMENTO-CARVALHO, É.S. **Monitoramento e Controle de Simulídeos (Insecta: Diptera) no Sistema Único de Saúde - Biodiversidade, Diagnóstico Situacional em Três Regiões Brasileiras e Proposta de Estratégias de Ação**. Doutorado em Biodiversidade e Saúde (Instituto Oswaldo Cruz, IOC, Rio de Janeiro, RJ), 2016.

NASCIMENTO-CARVALHO, É. S. & MAIA-HERZOG, M. Blackfly control from a health education perspective: the individual, the organization, and sustainability of the process. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 50, p. 391-395, 2017.

NORRIS, K.R. General Biology. In: CSIRO. **The Insects of Australia**. 2 ed., v.1, Melbourne: Melbourne University Press, P.68-108, 1991.

OLIVEIRA, R.R. **As marcas do homem na floresta**, Editora PUC. pp. 230, 2005.

PENCZAK, T.; GODINHO, F.; AGOSTINHO, A.A. Verification of the dualism ordering method by the canonical correspondence analysis: fish community samples. **Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters**, 32(1), 14-20, 2002.

PEPINELLI, M. **Diversidade de Simuliidade (Diptera, Nematocera), em córregos do estado de São Paulo, Brasil**. 91F. Dissertação (mestrado em Ecologia e recursos naturais) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP. 2003.

PEPINELLI, M.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; HAMADA, N. New records of Simuliidae (Diptera, Nematocera) in the state of São Paulo, Brazil. **Rev Bras Entomol** 47: 653-655, 2003.

PEPINELLI, M. TRIVINHO-STRIXINO S, HAMADA N. Imaturos de Simuliidae (Diptera: Nematocera) e caracterização de seus criadouros no Parque Estadual Intervales, SP, Brasil. *Rev Bras Entomol* 49: 527-530. 2005.

PEPINELLI M.; HAMADA N.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Larval description of *Simulium (Notolepria) cuasiexiguum* and *Simulium (Chirostilbia) obesum* and new records of black fly species (Diptera: Simuliidae) in the states of São Paulo and Minas Gerais, Brazil. **Neotrop. Entomol.** 35: 698-704, 2006.

PINTO, C. Simuliidae da América Central e do Sul (Diptera). **Sep. Reun. Soc. Arg. Pat. Reg.** Norte, 661-763. 1931.

PRAMUAL, P. & WONGPAKAM, K. Seasonal variation of black fly (Diptera: Simuliidae) species diversity and community structure in tropical streams of Thailand. **Entomological Science**, 13(1), 17-28, 2010.

PY-DANIEL, V. & SAMPAIO, R.T.M. Gêneros e espécies de Simuliidae (Diptera: Culicomorpha) assinalados para o Brasil até 1995. **Entomología y Vectores**, v. 2, p. 117-121, 1995.

REY, L. **Parasitologia**. Ed.Guanabara. Koogan 2ª Edição, p. 731. 1991.

RUBTSOV, I.A. **Fauna of the USSR, Diptera: Black flies (Simuliidae)**. 2 sub ed., v.6, pt.6, Leiden: Brill Academic Publishers, 1042p, 1990.

SANTOS, R.B. **Fauna de Simulídeos (Diptera: Simuliidae) do ribeirão Guaravera e afluentes, distrito de Guaravera, Londrina, Paraná**. 69 f. Dissertação (mestrado em Ciências Biológicas Universidade Estadual de Londrina) Londrina, PR, 2008.

SANTOS, S.B.; BRAUN, B.S.; MAGALHÃES-FRAGA, S.A.P.; MOULTON, T.P. Os moluscos límnicos do Parque Estadual da Pedra Branca: o que nos dizem sobre os rios?. In: I Encontro Científico do Parque Estadual da Pedra Branca, 2009, Rio de Janeiro. **I Encontro Científico do PEPB: Ciência para Gestão ou Gestão para a Ciência?** Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente, v. 1. p. 37-39, 2009.

SERRA-FREIRE, N.M., DE SENA, L.M.M.; BORSOI, A.B.P. Parasitismo humano por carrapatos na Mata Atlântica, Rio de Janeiro, Brasil. **Entomobrasilis**, 4(2), 69-72, 2011.

SERVICE, M.W. **Medical Entomology for Students**. 3a Ed., London: Cambridge University Press. 302p., 2004.

SERVICE, M.W. **Medical Entomology for Students**. 4a Ed., London: Cambridge University Press. 306p., 2008.

SHARIFINIA, M.; IMANPOUR, J.N.; BOZORGI, A.M. Benthic macroinvertebrate distribution in Tajan River using canonical correspondence analysis. **Caspian Journal of Environmental Sciences**, 10(2), 181-194, 2012.

SHELLEY, A.J. Vector aspect of epidemiology of onchocerciasis in Latin America. **Ann. Ver. Entomol.** , 30: 337-66, 1988.

SHELLEY, A.J.; HERNÁNDEZ-TRIANA, L.M.; MAIA-HERZOG, M.; LUNA-DIAS, A.P.A.; GARRITANO, P.R. **The blackflies (Diptera: Simuliidae) of Brazil**. In: Arias, J.R., GOLOVATCH, S., WANTZEN, K.M., DOMÍNGUEZ, E. (Eds.), *Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA)*, vol. 6. Pensoft, Sofia-Moscow, 2010.

SHEPP, D. L. & CUMMINS, J.D. Restoration in an urban watershed: Anacostia River of Maryland and the district of Columbia. In **J. E. Williams, C. A. Wood, & M. P. Dombeck (Eds.)**, *Watershed restoration: principles and practices* (pp. 297-317). Bethesda: American Fisheries Society, 1997.

SILVEIRA, M.P.; BAPTISTA, D.F.; BUSS, D.F.; NESSIMIAN, J.L.; EGLER, M. Application of biological measures for stream integrity assessment in south-east Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, 101(1-3), 117-128, 2005.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. **Geological Society of America Bulletin**, v.63, n.10, p.1117-1142, 1952.

STRIEDER, M.N. Diversidade e distribuição de Simuliidae (Diptera, Nematocera) no gradiente longitudinal da bacia do rio Maquiné, RS, Brasil **Biociências**, v. 10, n. 1, p. 127-137, 2002.

STRIEDER, M.N. Espécies de Simulídeos (Diptera, Nematocera, Simuliidae) no Rio Grande do Sul, Brasil: Distribuição Geográfica. **Entomol. Vect.** V.11, n.1, p.113-143, 2004.

STRIEDER, M.N. & PY-DANIEL, V. Espécies de Inaequalium (Diptera, Simuliidae): ados bionômicos e chaves para sua identificação. **Biociências**, 7(2), 43-72, 1999).

STRIEDER, M.N.; SANTOS, J.E.; PES, A.M.O. Diversidade e distribuição de Simuliidae (Diptera, Nematocera) no gradiente longitudinal da bacia do rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul, Brasil. **Entomol Vect** 9: 527-540, 2002.

STRIEDER, M.N.; RONCHI, L.H.; STENERT, C.; SCHERER, R.T.; NEISS, U.G. Medidas biológicas e índices de qualidade da água e uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no sul do Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia**, 28, 17-24, 2006.

STRIEDER, M.N.; SANTOS, J.E.; VIEIRA, E.M. Distribution, abundance and diversity of Simuliidae (Diptera) in an impacted watershed in southern Brazil. **Rev Bras Entomol** 50: 119-124, 2006.

STUART, A.E. & F.F. HUNTER. End-products of behaviour versus behavioural characters: a phylogenetic investigation of pupal cocoon construction and form in some North American black flies (Diptera: Simuliidae). **Systematic Entomology**, Londres, 23 (4): 387-398, 1998.

TEIXEIRA, D.C. **Deposição do mercúrio através da serapilheira na mata atlântica, Parque Estadual da Pedra Branca-RJ.** Dissertação de mestrado (Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil), 2008.

TER BRAAK, C.J.F. & SMILAUER, P. **CANOCO - reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5).** New York: Microcomputer Power, 2002.

VULCANO, M.A. Simulídeos da Serra da Bocaina: observações bionômicas, revalidação de *Simulium brevifurcatum* Lutz e descrição de uma espécie nova, *S. ana-mariae* (Diptera, Simuliidae). **Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia, Secretaria de Agricultura**, v. 15, p. 239-272, 1962.

VULCANO, M.A. **A Catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. / (Family Simuliidae)**. Departamento de Zoologia, Secretaria da Agricultura, S. Paulo (16): 1–44, 1967.

YA'COB, Z.; TAKAOKA, H.; PRAMUAL, P.; LOW, V.L.; SOFIAN-AZIRUN, M. Distribution pattern of black fly (Diptera: Simuliidae) assemblages along an altitudinal gradient in Peninsular Malaysia. **Parasites & vectors**, 9(1), 219, 2016.

# ANEXO 1 – LICENÇA DE COLETA SISBIO N° 13770-1



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
**Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA**  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

## Licença permanente para coleta de material zoológico

Número: 13770-1	Data da Emissão: 27/10/2007 20:03
-----------------	-----------------------------------

### Dados do titular

Registro no Ibama: 1561181	Nome: Marilza Maia Herzog	CPF: 699.659.607-63
Nome da Instituição : Instituto Oswaldo Cruz - IOC/FIOCRUZ		CNPJ: 33.781.055/0012-98

### Observações, ressalvas e condicionantes

1	A participação do(a) pesquisador(a) estrangeiro(a) nas atividades previstas nesta autorização depende de autorização expedida pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (CNPq/MCT);
2	A licença permanente não é válida para: a) coleta ou transporte de espécies que constem nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção; b) manutenção de espécimes de fauna silvestre em cativeiro; c) recebimento ou envio de material biológico ao exterior; e d) realização de pesquisa em unidade de conservação federal ou em caverna. A restrição prevista no item d não se aplica às categorias Reserva Particular do Patrimônio Natural, Área de Relevante Interesse Ecológico e Área de Proteção Ambiental constituídas por terras privadas;
3	O pesquisador titular da licença permanente, quando acompanhado, deverá registrar a expedição de campo no Sisbio e informar o nome e CPF dos membros da sua equipe, bem como dados da expedição, que constarão no comprovante de registro de expedição para eventual apresentação à fiscalização;
4	Esta licença permanente não exime o seu titular da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade.
5	Esta licença permanente não poderá ser utilizada para fins comerciais, industriais, esportivos ou para realização de atividades inerentes ao processo de licenciamento ambiental de empreendimentos.
6	O pesquisador titular da licença permanente será responsável pelos atos dos membros da equipe (quando for o caso)
7	O órgão gestor de unidade de conservação estadual, distrital ou municipal poderá, a despeito da licença permanente e das autorizações concedidas pelo Ibama, estabelecer outras condições para a realização de pesquisa nessas unidades de conservação.
8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	O titular da licença permanente deverá apresentar, anualmente, relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias após o aniversário de emissão da licença permanente.
10	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo Ibama e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
11	A licença permanente será válida enquanto durar o vínculo empregatício do pesquisador com a instituição científica a qual ele estava vinculado por ocasião da solicitação.

### Táxons autorizados

#	Nível taxonômico	Táxon(s)
1	ORDEM	Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Trichoptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera, Ephemeroptera
2		

### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	Instituto Oswaldo Cruz - IOC/FIOCRUZ	coleção

Este documento (Licença permanente para coleta de material zoológico) foi expedido com base na Instrução Normativa Ibama nº154/2007. . Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Ibama/Sisbio na internet ([www.ibama.gov.br/sisbio](http://www.ibama.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 53488287



Página 1/2

## ANEXO 2 – LICENÇA DE COLETA INEA N° 036/2015



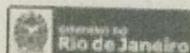
GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE – SEA  
INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA

### ADITIVO À AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA CIENTÍFICA INEA N° 036/2015

O Diretor de Biodiversidade e Áreas Protegidas do Instituto Estadual do Ambiente – INEA, no uso de suas atribuições legais, considerando a Portaria IEF/RJ/PR nº 227 de 18/12/2007 e considerando, ainda, o que consta no administrativo E-07/002.6446/2015, **AUTORIZA** a inclusão do **Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB** à Autorização de Pesquisa Científica INEA N°036/2015, permanecendo mantidas as condicionantes e demais disposições da referida autorização.

Rio de Janeiro, 23 de julho de 2015.

Paulo Schiavo  
Diretor de Biodiversidade e Áreas Protegidas



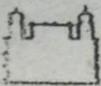
SECRETARIA DE  
ESTADO DO AMBIENTE

**inea** Instituto estadual  
do ambiente

Avenida Venezuela, 110 – Saúde – Rio de Janeiro - RJ-CEP: 20081-312 – Tel.: 2332-4640  
[www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br)

ANEXO 3 – FORMULÁRIO POP-LSO-T004-001-REV00 - Ficha de Coleta de Simulídeos.

Catalogado em 2 / 5 / 16 .



Ministério da Saúde  
FIOCRUZ  
Instituto Oswaldo Cruz  
Laboratório de Simulídeos e Oncocercose  
Serviço de Referência Nacional em Simulídeos - Oncocercose - Mansoníose



**FICHA DE CAMPO**

Nº de Campo: ATA2015120208 Data de Coleta: 02 / 12 / 2015  
 Coletores: A.T. Aranda & J.R. Gomes Responsável pela anotação: ATA

País: Brazil Região: Sudeste Estado: RJ  
 Município: Rio de Janeiro Bacia: Sepetiba  
 Coordenadas Geográficas: Latitude 122° 15' 11.35" S Longitude 43° 31' 15.2" W P.6  
 Altitude: 176 m Precisão: ± 5 m

Localidade: Cabeceira do Rio Portinho. Acesso pela Estrada das Taxas, a montante da ponte.

Área Povoada: Sim  Não ( ) Horário (Inicial: Final) -16:55 - 17:10  
 Rural  Urbana ( ) Floresta ( ) Registro Fotográfico Nº 4580

Observações no Criadouro: Permanente  Simulídeo  Positivo ( ) Negativo  
 Turb. 12,58 Turva  Temporário ( ) Fauna  Positivo ( ) Negativo

T°C Ambiente 25,2 Umidade %: 84 T°C Água: 22 pH: 6,5 OD: 35 mg/L  
 Largura: 75 cm Profundidade: 17 cm Velocidade: 0,2 LUX: 2; 259

Leito: Natural  Argiloso ( ) Arenoso  Piscosidade: Sim  Não ( )  
 Artificial ( ) Calcáreo ( ) Rochoso  Vento: Sim  Não ( )

Turbidez: Limpida  Turva ( ) Outros \_\_\_\_\_ Correnteza: ( ) Seco  
 ( ) Parada  
 Clima: Ensolarado ( ) Nublado  Chuvoso ( ) ( ) Lenta  
 Descrição da Vegetação: palha palmeira e capim  Média  
 ( ) Rápida

Material Coletado - Imaturos

<p><b>LARVA</b> - encontrada em:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Folhas caídas <input checked="" type="checkbox"/> vegetação ribeirinha                  ( ) galhos ( ) rochas/seixos</p> <p><b>LARVA</b> - conservada em:</p> <p>( ) álcool 70% ( ) álcool 100%                  ( ) camoy ( ) nitrogênio líquido                  ( ) lâmina ( ) outro _____</p>	<p><b>PUPA</b> - encontrada em:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Folhas caídas <input checked="" type="checkbox"/> vegetação ribeirinha                  ( ) galhos ( ) rochas/seixos</p> <p><b>PUPA</b> - conservada/acondicionada em:</p> <p>( ) eppendorf/emersão ( ) álcool 70%                  ( ) glicerina ( ) nitrogênio líquido                  ( ) lâmina ( ) outro _____</p>
---	---

Form-POP-LSO-T004-001-Rev00

ANEXO 4 – FORMULÁRIO\_POP-LSO-T005-001-REV01 - Ficha de Triagem e Identificação



FICHA DE TRIAGEM E IDENTIFICAÇÃO  
Laboratório de Simulídeos e Oncocercose – LSO/IOC-Fiocruz



Nº de Protocolo \_\_\_\_\_  
Ficha \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Nº Protocolo: ATA 2016.03.03.01 Data de Coleta 03/03/16 P20

Total de fichas para o número de protocolo \_\_\_\_\_

QUANTIFICAÇÃO GERAL DO NÚMERO DE PROTOCOLO

Simulídeos	Imaturos				Adultos									
	Larvas		Pupas		Criados / Via				Isolados / Via				Antropofilia / Via	
	Imatura	Madura	Completa	Exúvia	Úmida		Seca		Úmida		Seca		Úmida	Seca
					♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂

Fauna	Entomofauna Associada			
	Ordem	Família	Gênero	Espécie

Folhas	Lâminas Examinadas	
	+	-

Observações: Rio Sarapu, Senador Câmara, RJ.  
CONFERIDO POR SANTAS, V.P. EM 21-XII-16

Seq.	Identidade	Determinador	Data det.	Nº de exemplares	Material Estágio e Conservação	Horário da Coleta*	I C R	# Catálogo LSO
✓ #1	<i>S. subpallidum</i>	AT Arande	26/11/16	1♀+ex	ethal 80%	caule	C	17282
✓ #2	<i>S. i nae guale</i>	AT Arande	"	1♀+ex	"	folha	C	17283
✓ #3	<i>S. subpallidum</i>	"	"	1♂+ex	"	folhas	C	17284
✓ #4	<i>S. limbatum</i>	"	"	1♀+ex	"	folha	C	17285
✓ #5	<i>S. subpallidum</i>	"	"	1♂+ex	"	plástico	C	17286
✓ #6	<i>S. pertinax</i>	"	"	1♀+ex	"	raiz	C	17287
✓ #7	<i>S. i nae guale</i>	"	"	1♀+ex	"	folha	C	17288
✓ #8	<i>S. subpallidum</i>	"	"	1♀+ex	"	caule	C	17289
✓ #9	<i>S. i nae guale</i>	"	"	1♀+ex	"	folha	C	17290
✓ #10	<i>S. subpallidum</i>	"	"	1♂+ex	"	caule	C	17291
✓ #11	<i>S. brachycladum</i>	"	"	1♂+ex	"	folha	C	17292
✓ #12	<i>S. subpallidum</i>	"	"	1♀+ex	"	caule	C	17293
* #13	<i>S. submigrum</i>	"	"	1♂+ex	"	caule	C	17294
✓ #14	<i>S. subpallidum</i>	"	"	04P.	"	caule	C	
✓ #15	<i>S. brachycladum</i>	"	"	1P.	"	caule	C	17295
✓ #16	<i>S. pertinax</i>	"	"	1P.	"	caule	C	
✓ #17	<i>S. limbatum</i>	"	"	1P.	"	plástico	C	17296
✓ #18	<i>S. subpallidum</i>	"	"	2P.	"	plástico	C	
✓ #19	<i>S. brachycladum</i>	"	"	2P.	"	plástico	C	17297
✓ #20	<i>S. subpallidum</i>	"	"	1♂+ex	"	folha	C	17298
✓ #21	<i>S. subpallidum</i>	"	"	1♂+ex	"	folha	C	17299
✓ #22	<i>S. subpallidum</i>	"	"	1♂+ex	"	folha	C	17300

\* #13. macho dentro da pupa.