



Distribuição de macroinvertebrados aquáticos e avaliação da qualidade das águas superficiais  
a partir de índices bióticos no Parque Estadual da Pedra Branca

Centro Universitário Estadual da Zona Oeste – UEGO

Programa de Pós-graduação:

Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia Ambiental UEGO

Christina de Albuquerque Ferreira

Orientador: Ronaldo Figueiró Portella Pereira.

Coorientador: Francisco Jácome Gurgel Júnior.

Distribuição de macroinvertebrados aquáticos e avaliação da qualidade das águas superficiais  
a partir de índices bióticos no Parque Estadual da Pedra Branca

Elaborado por Christina de Albuquerque Ferreira

Orientador: Ronaldo Figueiró Portella Pereira.

Coorientador: Francisco Jácome Gurgel Júnior.

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção  
do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Rio de Janeiro, RJ

Setembro, 2019

Existe uma força mais poderosa que a eletricidade, o vapor e a energia atômica: A vontade.

Albert Einstein.

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo grau de mestre e realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Ronaldo Figueiró Portella Pereira por todos os ensinamentos desde a graduação, como meu professor em sala de aula e em campo; por todo apoio, orientação e dedicação a mim durante a realização deste trabalho; por ser uma grande referência de professor a ser seguido, e acima de tudo pela amizade e por sempre acreditar em meu potencial, fornecendo-me meios para desenvolvê-lo.

Ao Professor Dr. Francisco Jacomé Gurgel Júnior, pela orientação e confiança depositada para realização deste projeto.

À toda minha família por acreditar em mim, e pelo apoio financeiro e estrutural para que eu possa chegar até aqui construindo uma carreira acadêmica. Em especial a Bióloga e minha mãe, Maria Cristina Costa de Oliveira; a todos os meus tios e tias; minha avó Vera Lucia da Silva Oliveira; ao meu companheiro Bruno Gutstein Brouck; a minha filha Alice da Cruz Albuquerque, por ser minha maior motivação; e a minha irmã Nira Beatriz Mendes Ferreira, pela amizade e por auxiliar na coleta de bioindicadores na cede Pau da Fome – Taquara.

Aos amigos Biólogos do grupo de pesquisa: Ecologia de Macroinvertebrados Aquáticos e Insetos Vetores, da Universidade Estadual da Zona Oeste (UEZO); Tayanna Rodrigues da Costa e Ivete Ramos de Arruda Buffolo, que estiveram presentes nas práticas ambientais e laboratoriais, tornando possível a realização deste projeto.

À amiga e estudante de Biologia Andressa Nascimento Câmara por estar presente, auxiliando nas práticas laboratoriais.

Á equipe altamente capacitada de Guarda-Parques do Parque Estadual da Pedra Branca, em especial aos que auxiliaram e acompanharam o dia de coleta na sede Pau da Fome - Taquara.

Ao Quilombo Cafundá Astrogilda, ao seu representante e Guarda-Parque Sandro da Silva Santos e aos membros da comunidade que auxiliaram e acompanharam o dia de coleta na sede de Vargem Grande.

Ao Laboratório de Biotecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Zona Oeste, pelo apoio laboratorial e utilização dos equipamentos para identificação.

M427e Christina de Albuquerque Ferreira

Distribuição de macroinvertebrados aquáticos e avaliação da qualidade das águas superficiais a partir de índices bióticos no Parque Estadual da Pedra Branca

71 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Dr. Ronaldo Figueiró Portella Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso do

Programa de Pós-graduação: em Ciência e Tecnologia Ambiental

Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, 2019.

Palavras-chave: Macroinvertebrados, Bioindicadores, Parque Estadual da Pedra Branca, Qualidade da água.

## RESUMO

O Parque Estadual da Pedra Branca - PEPB é uma Unidade de Conservação de área urbana, circundada por 17 bairros do município do Rio de Janeiro. Abrange um maciço montanhoso composto por diversas serras e possui 12.500 ha de Mata Atlântica. Seu relevo contribui para a formação de um complexo hidrográfico importantíssimo para o abastecimento do entorno e regulação dos processos climáticos; também possui grande riqueza em biodiversidade de fauna e flora. Devido ao parque receber influência direta da expansão dos centros urbanos que se estendem pelas encostas, impactos antrópicos atingem a UC. Para um monitoramento eficiente da qualidade e manejo de seus corpos hídricos, é fundamental o conhecimento da biodiversidade de organismos aquáticos encontrados no local. A presença de organismos bioindicadores está diretamente associada à preservação dos ambientes aquáticos, pois estes podem ser sensíveis a poluentes orgânicos, inorgânicos e alterações das características limnológicas da água. Para a realização deste trabalho, dois rios do PEPB foram analisados e sedimentos com macroinvertebrados aquáticos foram coletados para a identificação dos táxons. Métodos e fórmulas estatísticas foram utilizados a fim de comparar os ambientes encontrados nos sítios de coleta; e a diversidade de organismos aquáticos foi associada a qualidade da água nos rios analisados .

Palavras-chave: Macroinvertebrados, Bioindicadores, Parque Estadual da Pedra Branca, Qualidade da água.

## ABSTRACT

The Pedra Branca State Park - PEPB is a Conservation Area of urban area, surrounded by 17 districts of Rio de Janeiro. It covers a mountainous massif composed of several mountain ranges and has 12,500 ha of Atlantic Forest. Its relief contributes to the formation of a very important hydrographic complex to supply the environment and regulation of climatic processes; also has great biodiversity in fauna and flora. Because the park receives direct influence from the expansion of urban centers that extend along the slopes, anthropic impacts reach the CU. For an efficient monitoring of the quality and management of their water bodies, knowledge of the biodiversity of aquatic organisms found on site is essential. The presence of bioindicator organisms is directly associated to the preservation of aquatic environments, as these may be sensitive to organic and inorganic pollutants and changes in the limnological characteristics of water. In order to perform this work, two PEPB rivers were analyzed abiotically and sediments with aquatic macroinvertebrates were collected for the identification of the taxa, statistical methods were used in order to associate the biotic results with the abiotic ones and the water quality of the rivers analyzed was a result of diversity of aquatic organisms.

**Key words:** Macroinvertebrates, Bioindicators, Pedra Branca State Park, Water quality.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB	14
2.2. Plano de Manejo	17
2.3. Ações antrópicas que impactam o PEPB	19
2.4. Histórico Populacional do PEPB	20
2.5. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC	22
2.6. Qualidade de água	23
2.7. Bioindicadores	24
2.8. Macroinvertebrados bentônicos	25
3. OBJETIVO	31
3.1. Objetivo geral.	31
3.2. Objetivo específico.	31
4. METODOLOGIA	32
4.1. Dados ambientais.	36
4.2. Coleta de material biológico.	39
4.3. Triagem e identificação dos organismos.	40

4.4. Análises estatísticas.	42
4.4.1. Índice EPT - Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.	42
4.4.2. Índice BMWP - Biological Monitoring Work Party.	44
4.4.3. IBF - Índice Biótico de Famílias.	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
6. CONCLUSÃO	64
7. REFERÊNCIAS	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela do índice EPT.	43
Tabela 2. Tabela do índice BMWP.	44
Tabela 3. Tabela do Índice Biótico de Famílias.	45
Tabela 4. Classificação taxonômica dos macroinvertebrados aquáticos.	47
Tabela 5. Dados ambientais do Rio da Divisa/ Moinho – R1 (Vargem Grande).	55
Tabela 6. Dados ambientais do Rio Grande – R2 (Pau da Fome, Taquara).	56
Tabela 7. Resultados EPT indicando o estado de preservação dos sítios de coleta.	60
Tabela 8. Resultados quantitativos e qualitativos do índice BMWP para cada sítio de coleta, indicando a qualidade da água e sua classificação por cor.	61
Tabela 9. Resultados IPF quantitativo e qualitativo da água, com o grau de poluição de cada rio analisado.	63

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Insetos sensíveis a impactos.	49
Quadro 2. Insetos tolerantes a impactos.	51
Quadro 3. Insetos resistentes a impactos.	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Visão geral do Maciço da Pedra Branca.	14
Figura 2 – Localização do Parque Estadual da Pedra Branca.	17
Figura 3. Órdem: Diptera, Família: Simuliidae (larvas).	28
Figura 4. Órdem: Tricoptera, Família: Calamoceratidae (pupas e larva).	28
Figura 5. Órdem: Plecoptera, Família: Perlidae (ninfa).	29
Figura 6. Órdem: Odonata, Família: Dicteriadidae (ninfa).	29
Figura 7. Órdem: Ephemeroptera, Família: Baetidae (ninfa).	30
Figura 8. Órdem: Diptera, Família: Simuliidae (larvas e pupas).	30
Figura 9. Sítio de coleta 1 (S1) – Rio da Divisa/ Moinho, Vargem Grande.	32
Figura 10. Sítio de coleta 2 (S2) – Rio da Divisa/ Moinho, Vargem Grande.	33
Figura 11. Sítio de coleta 3 (S3) – Rio da Divisa/ Moinho, Vargem Grande.	33
Figura 12. Sítio de coleta 4 (S4) – Rio da Divisa/ Moinho, Vargem Grande.	34
Figura 13. Sítio de coleta 5 (S5) – Rio Grande, Pau da Fome.	34
Figura 14. Sítio de Coleta 6 (S6) – Rio Grande, Pau da Fome.	35
Figura 15. Sítio de coleta 7 (S7) – Rio Grande, Pau da Fome.	35
Figura 16. Análise de localização e elevação por GPS.	36
Figura 17. Análise de insidência de luz por luxímetro.	37
Figura 18. Análise do pH da água por medidor de pH.	37

Figura 19. Análise da temperatura da água por termômetro.	38
Figura 20. Análise da profundidade do Rio em centímetros.	38
Figura 21. Separação dos sedimentos em sacolas com álcool.	39
Figura 22. Sacolas de sedimentos identificadas por sítio e ponto de coleta.	40
Figura 23. Triagem: separação dos macroinvertebrados dos sedimentos.	41
Figura 24. Visualização e identificação dos macroinvertebrados.	42
Figura 25. Percentual da classificação das famílias bioindicadoras do PEPB.	54
Figura 26: NMDS apresentando os agrupamentos de pontos de acordo com o índice de similaridade de Bray-Curtis.	57
Figura 27. Stress da resolução do NMDS (Stress=0,0385) R <sup>2</sup> eixo 1= 0,8252 e eixo 2= 0,1086.	58
Figura 28. Análise de Redundância apresentando as correlações entre as famílias de insetos e os fatores abióticos.	59

1. INTRODUÇÃO 2. REVISÃO DE LITERATURA 2.1. Parque Estadual da Pedra Branca - PEPB 2.3. Ações antrópicas que impactam o PEPB 2.4. Histórico Populacional do PEPB 2.5. Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC 2.8. Macroinvertebrados bentônicos 3. OBJETIVO 4.2. Coleta de material biológico. 4.3. Triagem e identificação dos organismos. 4.4. 4.4.2.6. CONCLUSÃO 7. REFERÊNCIAS Tabela 2. Resultados do Rio Grande – R2 (Pau da Fome, Taquara). Tabela 3. Identificação dos organismos encontrados no sítio 1 (P1 a P10). Tabela 4. Identificação dos organismos encontrados no sítio 2 (P1 a P10). Tabela 6. Identificação dos organismos encontrados no sítio 4 (P1 a P10). Tabela 7. Identificação dos organismos encontrados no sítio 5 (P1 a P5). Tabela 8. Identificação dos organismos encontrados no sítio 6 (P1 a P10). Figura 1. Visão geral do Maciço da Pedra Branca. Figura 2 – Localização do Parque Estadual da Pedra Branca. Figura 3. Órden: Diptera, Família: Simuliidae (larvas). Figura 6. Órden: Odonata, Família: Dicteriadidae (ninfa). Figura 9. Sítio de coleta 1 (S1) – Rio Mucuíba, Vargem Grande. Figura 10. Sítio de coleta 2 (S2) – Rio Mucuíba, Vargem Grande. Figura 11. Sítio de coleta 3 (S3) – Rio Mucuíba, Vargem Grande. Figura 14. Sítio de Coleta 6 (S6) – Rio Grande, Pau da Fome. Figura 15. Sítio de coleta 7 (S7) – Rio Grande, Pau da Fome. Figura 16. Análise de localização e elevação por GPS. Figura 19. Análise da temperatura da água por termômetro. Figura 22. Sacolas de

sedimentos identificadas por ponto. Figura 23. Triagem: separação dos macroinvertebrados dos sedimentos. Figura 24. Visualização e identificação dos macroinvertebrados.

## INTRODUÇÃO

O Parque Estadual da Pedra Branca é uma Unidade de Conservação que sofre impactos diretos dos centros urbanos que o circundam, por ser a maior Unidade de Conservação de área urbana do Brasil, ela abriga riquezas naturais e espécies fundamentais para a preservação da Mata Atlântica (INEA, 2013). Os corpos hídricos do parque têm grande importância para região, pois abastecem os bairros do entorno e regulam os processos climáticos do município do Rio de Janeiro (INEA, 2013).

Devemos considerar que o PEPB é um caso à parte se comparado a outras unidades de conservação, pois o mesmo abriga uma população de 4600 moradores dentro da unidade, fora os impactos constantes das cidades em suas áreas de amortecimento. Os casos populacionais fornecem ao PEPB concomitantemente, moradias irregulares com captações de água clandestinas (INEA, 2013), e populações tradicionais ecológicas que atuam em parceria com as atividades ambientais da unidade.

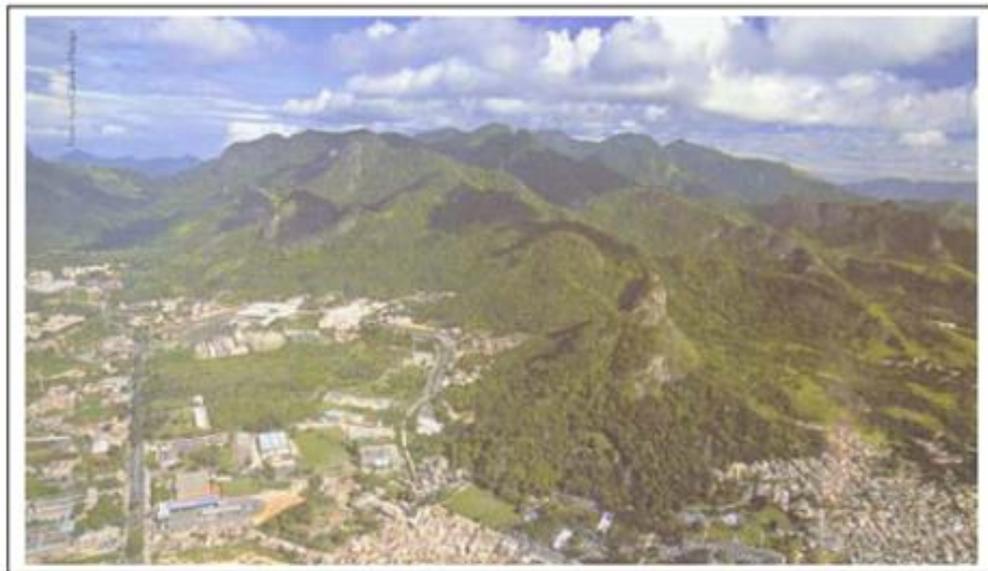
Para a avaliação destes impactos e um manejo adequado dos rios do parque é fundamental o conhecimento da qualidade da água, que está diretamente ligada à manutenção das populações aquáticas e a impactos antrópicos que essas águas possam estar sofrendo (Straskraba & Tundisi, 2000). A utilização de bioindicadores de qualidade é uma solução viável e muito eficiente, pois ao identificarmos os organismos aquáticos presentes, podemos relacioná-los as condições ambientais, através de fórmulas baseadas na sensibilidade das espécies encontradas; devido as características da água afetarem diretamente na distribuição

de organismos aquáticos (Zalidis *et al.*, 2002). Os insetos aquáticos, por exemplo, são importantes para os sedimentos dos rios porque fazem a ciclagem de nutrientes para a cadeia trófica (Callisto & Esteves, 1995).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB)

O Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), criado através da Resolução Estadual n° 2.377 de 28/06/1974, está localizado no município do Rio de Janeiro. Segundo o Artigo 1° da resolução de sua criação, ele compreende todas as áreas situadas acima da cota altimétrica dos 100m, do Maciço da Pedra Branca. Ele é composto pelas serras (Fig. 1): Valqueire, Viegas, Bangu, Barata, Lameirão, Engenho Velho, Rio Pequeno, Taquara, Pedra Branca, Quilombo, Santa Bárbara, Rio da Prata, Nogueira, Alto do Peri, Sacarrão, Geral de Guaratiba, Carapiá, Cabuçu e Grumari (Vallejo *et al.* 2009).



Fonte: <http://www.parquepedrabranca.com/menu/03/01.htm>

Figura 1. Visão geral do Maciço da Pedra Branca.

O maciço constitui um conjunto de rochas gnáissicas e graníticas de composições, idades e estilos estruturais distintos (Mello *et al.* 2009), que emolduradas com uma grande área de mata atlântica, formam um complexo hidrográfico que contribui intensamente para a região, onde o volume e a qualidade da água produzida em suas encostas estão diretamente relacionados com a qualidade da floresta; regulando processos hidrológicos, ecológicos, climáticos e geomorfológicos (INEA, 2013). Grandes bacias dividem o maciço em três vertentes: norte (Baía de Guanabara), onde encontramos o Rio Piraquara e RioViegas; leste (Lagoas Costeiras) onde podemos encontrar o Rio Grande, Rio do Camorim, Rio Sacarrão e Rio Vargem Pequena; e oeste (Baía de Sepetiba) encontrando os Rios da Prata, Rio da Batalha, Rio das Tachas e Rio Cabuçu (Vallejo *et al.* 2009). Nele situam-se os principais divisores das grandes bacias do município, sendo 8 bacias principais e 53 microbacias, onde sua rede hidrográfica é fundamental para o abastecimento de água do entorno. As taxas pluviométricas ficam em torno de 1500 a 2500 mm, com verões chuvosos e invernos mais secos (Vallejo *et al.* 2009).

Há estudos datados de 1971, para sua criação, baseado na necessidade de se proteger os mananciais que abastecem a zona oeste da cidade (Fernandez, 2010), no Parque há reservatórios de água históricos desde 1908, a partir da construção da Unidade de Tratamento Camorim e a Represa do Pau da Fome (INEA, 2013).

No local há a preservação do maior fragmento da Mata Atlântica situado no município do Rio de Janeiro, caracterizado pelo IBGE (1992) como uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, de tipologia climática subúmida, com pouco ou nenhum déficit hídrico (Sousa M.M. *et al.* 2009). O Parque abriga espécies de fauna e flora raras, em extinção e algumas endêmicas. Estão registradas mais de 900 espécies vegetais, sendo 267 endêmicas deste bioma, 5 endêmicas do Estado do Rio de Janeiro e 12 ameaçadas de extinção; segundo o

Ministério do Meio Ambiente (2008). Ainda encontramos espécies raras como: pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), copaíba (*Copaifera lucens*), jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*) e figueira-vermelha (*Ficus clusiifolia*); além de uma flora rica de epífitas, contando com a bromélia *Neoregelia camorimiana*, endêmica do Parque Estadual da Pedra Branca (INEA, 2013).

Há uma grande variedade animal com 479 espécies registradas: 338 aves, 51 mamíferos, 43 de peixes, 20 anfíbios e 27 répteis, além de invertebrados (INEA, 2013) (Vallejo *et al.* 2009). 338 das 653 espécies de aves registradas no Estado do Rio de Janeiro são encontradas no PEPB, onde pelo menos 20 estão em ameaça, como: uru (*Odontophorus capueira*), gavião-pombo-pequeno (*Amadonastur lacernulatus*), apuim-de-costas-pretas (*Touit melanonotus*), urubuzinho (*Chelidoptera tenebrosa*), entre outras (INEA, 2013). Dentre os mamíferos, muitas espécies estão ameaçadas de extinção: preguiça-comum (*Bradypus variegatus*), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), quati (*Nasua nasua*), cutia (*Dasyprocta azarae*), caxinguelê (*Guerlinguetus ingrami*) e paca (*Agouti paca*), entre outras; além de morcegos (*Mimon bennettii*, *Lonchophylla bokermanni* e *Platyrrhinus recifinus*), que são importantes dispersores de sementes e polinizadores (INEA, 2013). Dentre os peixes encontrados, cinco espécies estão ameaçadas de extinção: *Leptolebias minimus*, *Rivulus janeiroensis*, *Kryptolebias brasiliensis*, *Kryptolebias ocellatus* e *Kryptolebias caudomarginatus*. Existem ainda anfíbios raros, encontrados apenas em montanhas do Rio de Janeiro, como as rãs arborícolas: *Hyla albofrenata* e *Scinax trapicheiroi*; e répteis comuns, como a jiboia (*Boa constrictor*), jararaca (*Bothrops jararaca*) e cobra-cipó (*Chironius exoletus*) (INEA, 2013).

O Parque Estadual da Pedra Branca abriga o ponto culminante do município, o Pico da Pedra Branca, com 1.024 metros, e estende-se por 12.500 ha (125 Km<sup>2</sup>), é reconhecido como

uma das maiores florestas em área urbana do mundo e a maior do Brasil (INEA, 2013). Possui um papel fundamental no equilíbrio hídrico e climático da cidade do Rio de Janeiro, ocupando cerca de 10% do seu território (SMA, 2009). Também, protege mais de 50% do remanescente de Mata Atlântica da cidade do Rio de Janeiro, que é considerado um dos biomas mais ricos e mais ameaçados do Brasil e do mundo (INEA, 2013).

O PEPB faz limite com 17 bairros, incluindo as Baixadas de Jacarepaguá (Vargem Grande, Vargem Pequena, Camorim e Taquara) e da Zona Oeste (Jardim Sulacap, Bangu, Realengo, Senador Camará, Campo Grande, Guaratiba e Barra de Guaratiba) (Vallejo *et al.* 2009). A localização pode ser observada (Fig. 2) Na em um mapa do Parque Estadual da Pedra Branca, no Município do Rio de Janeiro, no Estado do Rio de Janeiro e no Brasil.



Figura 2 – Localização do Parque Estadual da Pedra Branca.

## 2.2. Plano de Manejo

A unidade faz parte da administração pública do Estado do Rio de Janeiro, estando subordinado à Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP), que pertence ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão vinculado à Secretaria de Estado do Ambiente (SEA). Segundo o Plano de Manejo, o PEPB é uma Unidade de Conservação de proteção integral, baseado na Resolução nº 9985 que implementa o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Segundo ele: “destina-se à preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico”.

No Plano de Manejo estão citados os objetivos da Unidade:

- “Preservar importantes áreas de mananciais hídricos ameaçados pela expansão urbana e ocupação desordenada da área.
- Preservar um importante remanescente florestal localizado em ponto estratégico do município do Rio de Janeiro, constituindo em um corredor ecológico, área núcleo de biodiversidade da Mata Atlântica nessa região.
- Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica no interior do PEPB. Promover ações de restauração no interior do parque de forma a recuperar a integridade ecológica dos ecossistemas associados à UC.
- Proteger e revitalizar construções históricas, ruínas e sítios arqueológicos.
- Contribuir para o controle de enxurradas e proteger áreas de encosta susceptíveis a erosões e movimentos de massa.
- Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica, com o aproveitamento dos serviços ambientais que o parque disponibiliza.

- Manejar e combater espécies exóticas e invasoras que competem com espécies nativas do parque e promovem a diminuição da biodiversidade local.
- Promover aos visitantes do PEPB oportunidades de recreação ao ar livre, com a implantação de infraestrutura adequada que forneça ao visitante a possibilidade de visitação em ambiente seguro, saudável, limpo e organizado.
- Favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental dentro do parque, de forma a torná-lo uma ferramenta de sensibilização dos seus visitantes para a importância da UC e seus atributos naturais e histórico-culturais.
- Proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica e monitoramento de aspectos biofísicos e socioeconômicos associados ao parque.
- Promover práticas sustentáveis na região de entorno, a partir da utilização dos recursos naturais e de práticas de conservação no processo de desenvolvimento.
- Estabelecer normas e ações específicas visando compatibilizar a presença das populações residentes com os objetivos da unidade, até que seja possível a realização da regularização fundiária da UC”.

São citados também no Plano de Manejo os principais problemas do PEPB, que apesar de ser legalmente enquadrado como área de proteção integral (sem presença humana), segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação –SNUC, a unidade possui uma população de cerca de 4.600 pessoas ocupantes em seu território (INEA, 2013). A Unidade sofre diversos tipos de impactos antrópicos que põe em risco a biodiversidade de fauna, flora e a qualidade dos corpos hídricos.

### 2.3. Ações antrópicas que impactam o PEPB.

A variação microclimática é resultado não só da proximidade do mar, mas também da influência dos núcleos urbanos, que se entendem na direção das encostas, gerando um processo de desmatamento e pressão urbana sobre o maciço.

Grande parte do parque está inserida no bairro de Jacarepaguá, zona oeste do município do Rio de Janeiro. De acordo com dados da Secretaria do Meio Ambiente do município, o local teve uma expansão urbana de 41% entre 1984 e 2001; impactando de forma significativa para se afirmar que, estamos falando da área de proteção que sofreu maior impacto, devido a Zona Oeste ter se tornado o eixo do crescimento urbano desde a década de 70 até o último século (Sousa M.M. *et al.* 2009). A pressão imobiliária é um dos aspectos que mais conflita com a preservação ambiental do maciço (Vallejo *et al.* 2009).

Segundo o Plano de Manejo do PEPB, a ocupação do parque impacta com as seguintes atividades: “presença de animais domésticos e de criação no interior e entorno do parque; atividades agropecuárias com uso de insumos agroquímicos sintéticos; manejo inadequado do solo; captações clandestinas de água para abastecimento; supressão da vegetação nativa e substituição por espécies exóticas e invasoras; grande incidência de incêndios florestais e queima não controlada”.

Todos esses problemas, juntamente com estradas que cortam o Parque (Avenida das Américas e Estrada de Grumari), e inúmeros acessos e entradas, fazem a unidade sofrer fragmentação, efeito de borda e isolamento de populações mais sensíveis (INEA, 2013).

O Parque tem sofrido um processo crescente de pressão antrópica, sobretudo a partir do ano de 1990 (Costa *et al.* 2009). Segundo a Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro o PEPB foi a UC que perdeu maior área de floresta, de 1984 a 1999, perdendo 10%, enquanto o Parque Nacional da Floresta da Tijuca perdeu 0% e o Parque do Gericinó-Mendanha 3% (IPP/SMU, 2000).

#### 2.4. Histórico Populacional do PEPB

A questão de moradias na Unidade se dá devido à população já estar presente no local antes da criação do Parque. O PEPB iniciou seu processo de ocupação no período colonial, em 1594 (século XVI), quando Salvador Correia de Sá, deu a seus filhos, territórios entre: Tijuca, Jacarepaguá e Guaratiba, juntamente com atuais os bairros: Vargem Grande, Vargem Pequena e Recreio dos Bandeirantes. No século XVII as regiões de Camorim, Vargem Grande e Vargem Pequena iniciaram intensa atividade agropecuária, principalmente de café, com a criação de fazendas (engenhos), após serem doadas aos monges Beneditinos. Tal fato ocasionou a abertura de novos caminhos para o escoamento da produção (INEA, 2013). No fim do século XIX, os Beneditinos vendem seus latifúndios para o Banco de Crédito Móvel e as fazendas foram divididas em lotes rurais (INEA, 2013).

As áreas degradadas pela cultura do café começaram a ser reflorestadas ainda no século XIX, devido a processos resistentes ao desmatamento, o que gerou às trilhas a função de restauração florestal. No século XX as fazendas de café deram lugar ao cultivo de banana, que continua predominante no maciço. Ainda com as florestas recuperadas a produção consegue coexistir com a preservação local, onde mulas são utilizadas para o transporte em diversos pontos: Rio da Prata, Vargem Grande, Vargem Pequena, Camorim e Taquara (INEA, 2013).

Após a urbanização que se intensificou no Rio de Janeiro no século XX, o governo, em 1947, criou Parque Estadual da Pedra Branca, a fim de preservar os recursos naturais (INEA, 2013). Apesar de a moradia ser um fator impactante, com o passar dos anos, o PEPB tomou uma atitude de “parceria” com comunidades locais, agrícolas e culturais; que geram

um processo contrário ao de degradação, mas sim de trabalho conjunto para a preservação dos recursos.

Segundo o INEA (2013): “Grandes áreas verdes urbanas têm a vocação, se não o dever, de aproximar os moradores do entorno com os atrativos naturais que elas encerram, criando uma relação estreita e afetiva dos cidadãos com estas áreas protegidas. Isto, decerto, terá reflexos positivos no futuro, pois o sentimento de pertencimento desenvolvido através do desfrute responsável destes atrativos, em íntima relação com o ambiente natural, em muitos casos ensejará uma militância espontânea dos usuários em defesa destes espaços”.

Há três grandes núcleos cede de infraestrutura no PEPB: Pau da Fome (Taquara), Camorim (Jacarepaguá) e Piraquara (Realengo); além de dois postos avançados: Rio da Prata (Campo Grande) e Vargem Grande. Esses locais contam com administração, guarita de apoio e Guarda-Parques altamente capacitados (INEA 2013). Comunidades locais também desempenham um papel importantíssimo na Unidade, as Comunidades Quilombolas e agrícolas: Quilombo Cafundá Astrogilda (Vargem Grande), Quilombo do Camorim (Jacarepaguá) e os Agricultores Orgânicos do Rio da Prata, por exemplo; praticam atividades fundamentais como: agrofloresta (sem utilização de insumos agrícolas sintéticos), manejo das trilhas ao entorno, manutenção da infraestrutura, educação ambiental, dentre outras. Nessas comunidades destaca-se também o turismo rural, com visita a culturas de orgânicos, meliponicultura (cultura de abelhas nativas da Mata Atlântica), visita a diversos sítios históricos, geológicos, ruínas da época dos engenhos e antigas carvoarias (INEA, 2013). O PEPB também conta com o apoio de Condutores de visitantes, credenciados pelo INEA, com serviços de ecoturismo e grupos ecológicos colaboradores adotantes das trilhas. Para a realização deste trabalho, foi fundamental o apoio do Quilombo Cafundá Astrogilda e dos Guarda-Parques nos dias de coleta desta pesquisa.

## 2.5. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)

Unidade de conservação é um tipo de área protegida, ou seja, território (incluindo seus recursos ambientais e as águas jurisdicionais) natural com relevância, e instituído legalmente pelo poder público. Seus objetivos estão em torno de proteger e conservar, definindo limites, sob regime especial de administração (Barros, 2000).

A criação de UCs passou a ser vista como estratégia principal para proteção da natureza a partir da segunda metade do século XIX (Dorst, 1973; Nash, 1982). Porém novos objetivos foram agregados a elas durante os anos. Leis, encontros internacionais e políticas de diversos países, sancionaram uma tendência ao desdobramento em categorias (Brito, 2000).

O SNUC é instituído pela Resolução nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

A Resolução nº 9.985/2000 (SNUC), segundo artigo 7º, divide as unidades de conservação em duas categorias: unidades de proteção integral (no qual o PEPB se enquadra) e unidades de uso sustentável. E descreve os objetivos de cada:

- § 1o O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei.
- § 2o O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

## 2.6. Qualidade de água

Diversos parâmetros são indicadores de qualidade da água, sua caracterização depende de fatores físicos, químicos e biológicos. Esses fatores estão diretamente ligados aos processos que ocorrem no copo hídrico, no seu entorno e em sua bacia de drenagem (FUNAI, 2014).

A água tem capacidade de dissolver e carrear uma infinidade de substâncias presentes no seio da massa líquida, podendo alterar suas características de formas peculiares, o que estabelece um caráter altamente dinâmico para a questão da qualidade da água. Aspectos como, a bacia de contribuição e as comunidades de organismos que habitam o ambiente aquático, influenciam em aspectos relevantes para analisar a qualidade de um rio, ou lago (FUNAI, 2014).

Ao se avaliar a interação de organismos vivos e o meio ambiente, observa-se que enquanto alguns organismos, em sua atividade metabólica, alteram propriedades físicas e químicas da água; outros, já sofrem os efeitos de tais alterações (FUNAI, 2014).

O artigo 2º da Resolução 357 de 2005 – CONAMA define:

IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

O artigo 4º da Resolução 357 de 2005 – CONAMA: define que:

I - classe especial: águas destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;

- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

## 2.7. Bioindicadores

Os estudos referentes a níveis de poluição e pureza da água iniciaram-se baseados na ocorrência de determinadas comunidades de organismos aquáticos, em 1848 na Alemanha; categorizando a qualidade da água por classes de poluição (Ott, 1978) (Derísio, 1992). Os sistemas utilizados ao longo dos anos vêm sendo divididos em:

- a) Relativos à quantidade de poluição detectada;
- b) Relativos à vida de comunidades de organismos macro e microscópicos, como por exemplo peixes, organismos bentônicos e plantas (PNMA II).

Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 2005, o monitoramento está definido como: “medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo d’água”.

A bioindicação avalia ambientes superficiais pelo acompanhamento de grupos ou espécies, baseado no comportamento das comunidades ecológicas; fatores físico-químicos e geoquímicos podem submeter organismos a condições de estresse, por consequência da poluição, supressão vegetal, mudança de paisagem ou perda de habitat (Mugnai *et al.*, 2010). Alterações na riqueza e densidade dessas espécies podem indicar, de forma eficiente, o efeito

das ações antrópicas ou naturais no ambiente, ajudando a identificar fatores atuantes (Chalar, 1994).

Para uma espécie ser indicadora, ela precisa apresentar sensibilidade a variações ambientais, assim, sua presença revela condições específicas do ambiente analisado. A tolerância desses organismos possibilita avaliar a interação entre fatores ambientais e os serem vivos (Callisto e Moreno, 2006).

A comunidade bentônica é responsável por processos fundamentais à qualidade e saúde da água, ela fornece nutrientes ao corpo hídrico, além da aeração de sedimentos; através de processos como biorrevolvimento da superfície dos sedimentos e fragmentação da vegetação (Devái, 1990; Cummins *et al.*, 1989).

## 2.8. Macroinvertebrados bentônicos

Os macroinvertebrados bentônicos são invertebrados que se localizam retidos em uma malha de 0,2 mm, habitam margens e fundos de ambientes aquáticos (bentos), juntamente com os sedimentos e substratos do rio. Seus táxons variam em *Insecta* (larvas, pupas, ninfas e insetos adultos), *Mollusca* (mexilhões e caracóis de água doce), *Annelida* (minhocas e sanguessugas), *Crustacea* (lagostins, anfípodes e isópodes) e *Platyhelminthes*, dentre outros (Rosemberg; Resh, 1993).

Macroinvertebrados bentônicos são considerados os bioindicadores de qualidade mais eficientes nos ambientes aquáticos, devido aos seus hábitos sésseis, fácil visualização e longo ciclo de vida (Milesi *et al.*, 2008). A maioria dessas espécies se localiza em habitats de fundo das drenagens superficiais e lagos, fixos ou não a um substrato, recebendo o nome de comunidade bentônica (Mäenpää *et al.*, 2003). São fundamentais para a ciclagem de

nutrientes, transformação de matéria e o fluxo de energia trófica, sendo componentes importantes aos sedimentos de rios e lagos (Callisto & Esteves, 1995).

Os insetos aquáticos são encontrados entre grãos de areia, rochas, galhos e folhas sedimentadas de ambientes lênticos e lóticos. Por serem sensíveis à alteração natural ou degradação antrópica dos ecossistemas aquáticos, alguns macroinvertebrados bentônicos (ordens: Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) são especialmente utilizados como bioindicadores, pois os impactos se manifestam pela redução acentuada da biodiversidade aquática (Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2010) (Looy *et al.*, 2013) (Callisto *et al.*, 2001).

Segundo o artigo 2º da Resolução 357 de 2005 – CONAMA, V - Ambiente lótico é relativo ambiente de águas continentais moventes.

A diversidade bentônica está diretamente relacionada aos impactos causados aos recursos hídricos, com a diminuição dessas populações, pode haver alterações no substrato e nas características limnológicas da água; como diminuição do oxigênio dissolvido, aumento da acidez e da concentração de nutrientes, entre outros efeitos (Zalidis *et al.*, 2002). O tipo de substrato também reflete na resistência das comunidades, pois ele serve de fonte de alimento, refúgio, deposição e incubação de ovos (Scrimgeour e Winterbourn, 1989).

Para um monitoramento eficiente dos corpos hídricos, é fundamental o conhecimento dos organismos aquáticos presentes, pois a variação da biodiversidade de táxons e a presença ou ausência de alguns organismos, indicam a qualidade da água e influenciam na cadeia alimentar (Straskraba & Tundisi, 2000).

Dentre os macroinvertebrados aquáticos estudados nesta pesquisa, temos organismos das seguintes Órdenes taxonômicas: Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera, Odonata, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera e Collembola.

Os insetos estudados pertencem ao Filo: Artrópodes (sub-filo: Atelocerata) e Classe: Insecta (Super classe: Hexápoda) (Mugnai *et al.*, 2010). Os organismos foram coletados na fase imatura (Fig. 03, 04, 05, 06, 07 e 08), onde são aquáticos e podem apresentar diferentes estágios de acordo com o ciclo de vida.

Segundo suas fases imaturas, os insetos aquáticos são classificados em:

- Ametábola: ovo e ninfa, com ninfas iguais aos adultos, diferentes apenas no aparelho reprodutor;
- Paurometábula: ovo e ninfas quase iguais aos adultos, diferentes na falta de asas e aparelho reprodutor;
- Hemimetábola: ovo e ninfas que fazem metamorfose incompleta, com ninfas parecidas com os adultos, porém com brânquias devido a diferença de ambientes;
- Holometábola: ovo, larva e pupa, com larvas muito diferentes dos adultos e metamorfose completa em pupário (Mugnai *et al.*, 2010).



Figura 3. Órden: Diptera, Família: Simuliidae (larvas).



Figura 4. Órden: Tricoptera, Família: Calamoceratidae (pupas e larva).



Figura 5. Órdem: Plecoptera, Família: Perlidae (ninfa).



Figura 6. Órdem: Odonata, Família: Dictyodidae (ninfa).



Figura 7. Órdem: Ephemeroptera, Família: Baetidae (ninfa).



Figura 8. Órdem: Diptera, Família: Simulidae (larvas e pupas).

### 3. OBJETIVO

#### 3.1. Objetivo geral.

O objetivo geral do trabalho é fornecer dados que possam auxiliar na análise ambiental da qualidade da água do PEPB, acrescentando com informações que indiquem o nível de preservação dos rios analisados, para o adequado manejo de seus recursos hídricos.

#### 3.2. Objetivo específico.

O objetivo específico do trabalho é coletar e identificar os táxons dos macroinvertebrados bentônicos bioindicadores presentes em ambientes lóticos do Parque Estadual da Pedra Branca, juntamente com os resultados de cada local analisado, a fim de utilizar fórmulas e índices estatísticos para associa-los ao nível de preservação dos corpos hídricos analisados.

## METODOLOGIA

Foram analisados 7 sítios, divididos em dois rios do PEPB, o Rio da Divisa/ Moinho (Rio 1) - Vargem Grande, foi analisado em 4 sítios (Sítio 1, Sítio 2, Sítio 3 e Sítio 4) de diferentes altitudes no dia 28/06/2018 (Fig. 9, 10, 11 e 12); e o Rio Grande (Rio 2) - Pau da Fome/ Taquara, foi analisado em 3 sítios (Sítio 5, Sítio 6 e Sítio 7) de diferentes altitudes no dia 29/06/2018 (Fig. 13, 14 e 15).

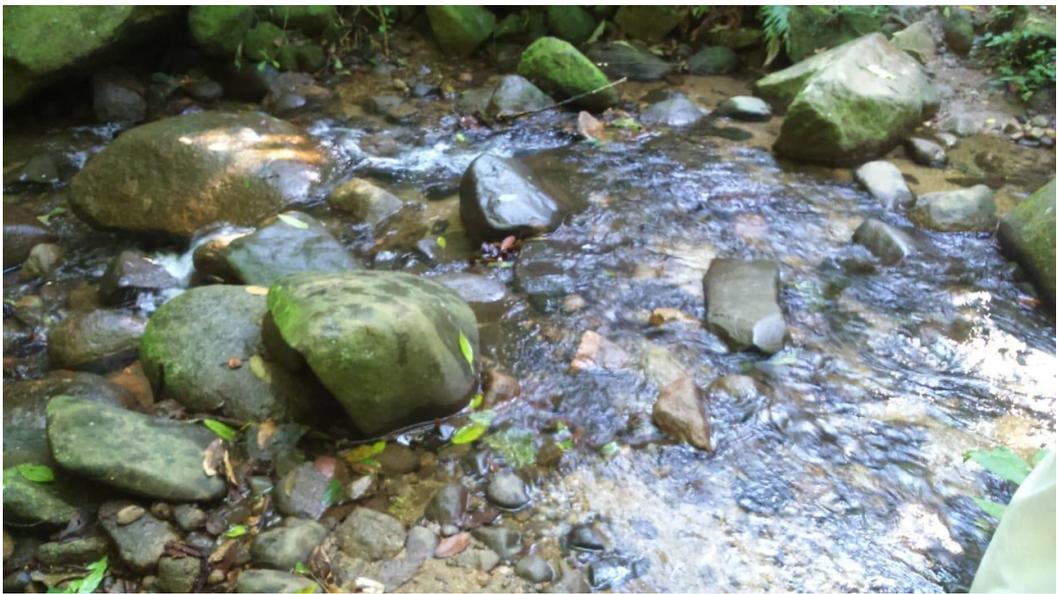


Figura 9. Sítio de coleta 1 (S1) – Rio da Divisa/ Moinho, Vargem Grande.



Figura 10. Sítio de coleta 2 (S2) – Rio da Divisa/ Moinho, Vargem Grande.



Figura 11. Sítio de coleta 3 (S3) – Rio da Divisa/ Moinho, Vargem Grande.



Figura 12. Sítio de coleta 4 (S4) – Rio da Divisa/ Moinho, Vargem Grande.



Figura 13. Sítio de coleta 5 (S5) – Rio Grande, Pau da Fome.



Figura 14. Sítio de Coleta 6 (S6) – Rio Grande, Pau da Fome.



Figura 15. Sítio de coleta 7 (S7) – Rio Grande, Pau da Fome.

#### 4.1. Dados ambientais.

Para analisar o ambiente encontrado em cada sítio de coleta, verificou-se: localização e elevação por GPS, incidência de luz por luxímetro, pH da água por medidor de pH, temperatura da água por termômetro e profundidade do rio por régua em centímetros (Fig. 16, 17, 18, 19 e 20).



Figura 16. Análise de localização e elevação por GPS.



Figura 17. Análise de incidência de luz por luxímetro.

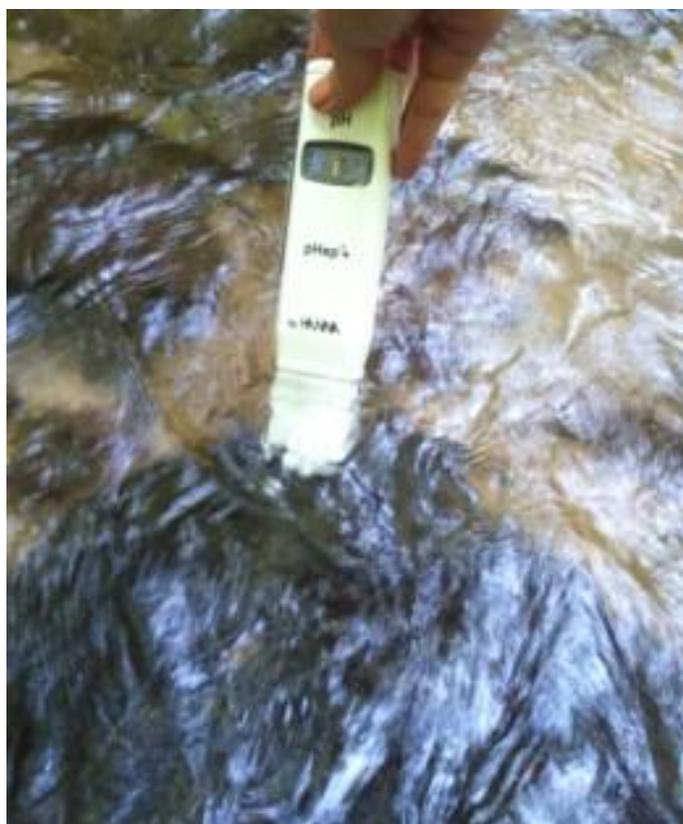


Figura 18. Análise do pH da água por medidor de pH.



Figura 19. Análise da temperatura da água por termômetro.

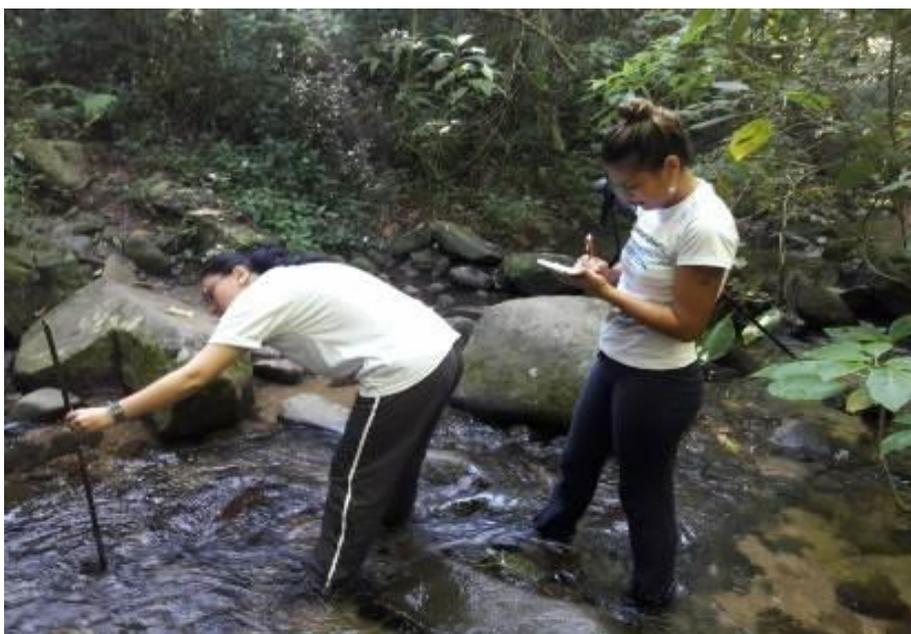


Figura 20. Análise da profundidade do Rio em centímetros.

#### 4.2. Coleta de material biológico.

Foram selecionados 10 pontos (P1 a P10) de coleta em cada sítio analisado, com exceção do sítio 5, que por ser um local com pouca água, foi possível a análise de apenas 5 pontos (P1 a P5). Em cada ponto foram coletados sedimentos do rio com macroinvertebrados aquáticos; eles foram separados em sacolas com álcool 70% e as sacolas identificadas pelo sítio e ponto de coleta (Fig. 21 e 22).



Figura 21. Separação dos sedimentos em sacolas com álcool.



Figura 22. Sacolas de sedimentos identificadas por sítio e ponto de coleta.

#### 4.3. Triagem e identificação dos organismos.

As sacolas identificadas tiveram seu conteúdo depositado em um recipiente claro para a separação dos macroinvertebrados de seu substrato (Fig. 23) e posterior armazenamento em tubos com álcool 70 % para conservá-los, possibilitando a identificação, os tubos foram identificados por sítio e ponto de coleta.



Figura 23. Triagem: separação de macroinvertebrados dos sedimentos.

Os insetos foram analisados, fotografados e identificados no Laboratório de Biotecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Zona Oeste - UEZO; visualizados através de Microscópio estereoscópico com câmera e identificados de acordo com Mugnai et al. (2010) (Fig. 24). Os macroinvertebrados aquáticos foram classificados e quantificados em nível de Ordem e Família.



Figura 24. Visualização e identificação dos macroinvertebrados.

#### 4.4. Análises estatísticas.

Para analisar a similaridade entre a composição de organismos dos sítios foi utilizado o Escalonamento Multidimensional Não-Métrica (NMDS), enquanto que para investigar as relações entre os fatores bióticos e abióticos foi empregada uma Análise de Redundância (RDA).

Com o objetivo de caracterizar o nível de qualidade, preservação e poluição dos rios foram utilizados os índices: EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), BMWP (Monitoring Working Party) e IBF (Índice Biótico de Famílias); através dos resultados bióticos quantitativos dos táxons encontrados.

##### 4.4.1. Índice EPT - Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

O índice EPT refere-se ao nível de preservação da água, de acordo com o número de famílias encontradas das ordens: Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

Tais organismos são predadores sensíveis à poluição, por viverem em águas correntes, limpas e oxigenadas. As características do ambiente determinam sua distribuição, que pode ser analisada por trechos ou ao longo de um rio (EMBRAPA 2015). Essas ordens são largamente utilizadas para biomonitoramento por preferirem ambientes lóticos com águas oxigenadas e de temperatura amena, são de fácil visualização, e são intolerantes a poluição (EMBRAPA 2015).

A fórmula para o cálculo é:  $EPT = nE + nP + nT$ , onde:

- $nE$  = número de famílias da ordem Ephemeroptera;
- $nP$  = número de famílias da ordem Plecoptera;
- $nT$  = número de famílias da ordem Trichoptera.

Cada família encontrada gera 1 ponto, de forma independente do número de indivíduos e gêneros diferentes. O nível de preservação e classificação da qualidade do rio é determinado pela tabela 1 (EMBRAPA 2015).

Tabela 1. Tabela do índice EPT.

<b>Valor total</b>	<b>Nível de preservação</b>
> 5	Bom
2 – 5	Moderado
Até 1	Muito ruim

#### 4.4.2. Índice BMWP - Biological Monitoring Work Party.

O índice BMWP indica o nível de qualidade da água, e é calculado de acordo com as diferentes famílias de macroinvertebrados encontradas.

Os táxons são ordenados de acordo com sua tolerância à poluição orgânica, as famílias mais sensíveis à contaminação recebem pontuações mais altas (máximo 10 pontos), decrescendo até a mais baixa (1 ponto). A soma é feita apenas uma vez por família, independentemente do número de indivíduos ou gêneros encontrados (Campos, M. A. P e Rodriguez K. 2013).

A tabela 2 apresenta a relação entre a soma do índice e a qualidade da água (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988).

Tabela 2. Tabela do índice BMWP.

<b>Valor total</b>	<b>Qualidade</b>	<b>Código de classificação por cor</b>
> 100	Muito boa	Azul
61 – 100	Boa	Verde
36 – 60	Pouco poluída	Amarelo
16 – 35	Muito poluída	Laranja
< 16	Extremamente poluída	Vermelho

#### 4.4.3. IBF - Índice Biótico de Famílias.

O índice IBF indica o nível de poluição e qualidade da água, de acordo com o número de indivíduos encontrados das famílias de macroinvertebrados.

Cada família recebe uma pontuação de acordo com o nível de tolerância a poluição, que variam entre 0 (taxa sensível) a 10 (taxa tolerante). O cálculo é feito de acordo com a seguinte fórmula (Zimmerman. 1993) (Silva, F.H, et al. 2011):

$$IBF = \frac{\sum n_i \times a_i}{N} \quad (\text{de cada família}), \text{ onde:}$$

- $n_i$  = número de indivíduos de uma família;
- $a_i$  = pontuação de tolerância a poluição IBF de uma família;

após a multiplicação entre  $(\sum n_i)$  e  $(a_i)$  de cada família, soma-se os resultados das famílias e divide-se pelo número total de indivíduos de todas as famílias. Logo,

$$IBF = \frac{(\sum n_i \times a_i) + (\sum n_i \times a_i) + (\sum n_i \times a_i) + \dots}{N}$$

N (total)

- N (total) = número total de indivíduos encontrados de todas as famílias .

O resultado do cálculo é analisado e classificado de acordo com a tabela 3.

Tabela 3. Tabela do Índice Biótico de Famílias.

<b>Índice biótico</b>	<b>Qualidade da água</b>	<b>Grau de poluição</b>
0,0 – 3,50	Excelente	Sem poluição orgânica aparente
3,51 – 4,50	Muito boa	Possível poluição orgânica
4,51 – 5,50	Boa	Alguma poluição orgânica

5,51 – 6,50	Razoável	Poluição orgânica razoavelmente significativa
6,51 – 7,50	Razoavelmente pobre	Poluição orgânica significante
7,51 – 8,50	Pobre	Poluição orgânica muito significante
8,51 – 10,0	Muito pobre	Poluição orgânica severa

---

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi coletado um total de 929 insetos aquáticos imaturos nos sítios de coleta dos Rios da Divisa/ Moinho e Rio Grande. De acordo com a classificação Taxonômica, pertencem ao Filo: Artrópodes (sub-filo: Atelocerata) e Classe: Insecta (Super classe: Hexápoda) (Mugnai *et al.*, 2010).

Dentre as 30 ordens da classe Insecta, 15 tem afinidade com ambiente de água doce; e 9 foram encontradas nesta pesquisa (Mugnai, R. et al. 2010). Dentre os 929 insetos a identificação apresentou uma distribuição taxonômica em 9 ordens e 24 famílias, apresentadas na tabela 4 com a quantidade encontrada de cada ordem e família.

Tabela 4. Classificação taxonômica dos macroinvertebrados aquáticos.

<b>Reino</b>	Animal
<b>Filo</b>	Artrópodes
sub-filo	Atelocerata
Super classe	Hexápoda
<b>Classe</b>	Insecta
<b>Ordem</b>	<b>Família</b>
	39 Ephemeroptera:
	Baetidae (21)
	Leptophebiidae (11)
	Leptohyphidae (7)
	55 Plecoptera:
	Perlidae (53)

		Gripopterygidae (2)
(67).Famílias:	67 Trichoptera:	Hydropsychidae (36)
Hydropsychidae		Calamoceratidae (26)
(36),		Leptoceridae (4)
Calamoceratidae		Hydrobiosidae (1)
(26),		
Leptoceridae (4) e		
Hydrobiosidae		
(1).		
a (690).Famílias:	690 Díptera:	Simulidae (608)
Simulidae (608),		Chironomidae (70)
Chironomidae		Syrphidae (1)
(70), Syrphidae		Tipulidae (7)
(1), Tipulidae (7)		Dixidae (4)
e Dixidae (4).		
	12 Odonata:	Calopterigidae (7)
		Libellulidae (4)
		Dicteriadidae (1)
	78 Coleoptera:	Staphilinidae (21)
		Elmidae (55)
		Torridincolidae (2)
	9 Hemíptera:	Veliidae (5)
		Helotrephidae (2)
		Hebridae (1)
		Mesoveliidae (1)

1 Lepidoptera:	Não identificada
1 Collembola:	Não identificada

Ordem Famílias: Famílias: Hydropsychidae Ordem Ordem Famílias: Calopterigidae Ordem (Família não identificada). (Família não identificada).

Os artrópodes são os bioindicadores que possuem a maior diversidade de espécies estimadas no Brasil (1.539) e no mundo (29.600) (Paula, P. M. S.; Callisto M. 2008). Após a análise laboratorial, a identificação dos insetos apresentou uma boa variação de táxons, com a obtenção de 2 a 5 famílias diferentes na maioria das ordens analisadas.

Há vantagens qualitativas na utilização de índices biológicos baseados em macroinvertebrados, identificados por ordem e família. A análise biótica auxilia a identificar possíveis impactos, pois a predominância de ordens e famílias sensíveis ou resistentes a poluição, indica o nível de preservação dos rios (Zamora-Muñoz et alii. 1995).

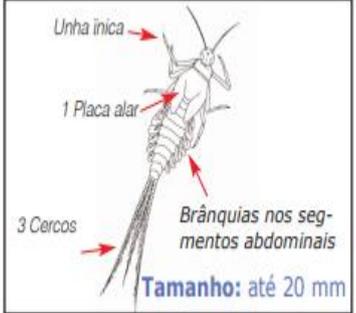
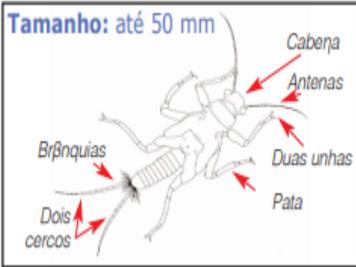
Apesar da classificação dos táxons por sensibilidade, para se considerar um ecossistema aquático saudável é importante que haja ampla variedade de táxons, incluindo insetos sensíveis, tolerantes e resistentes a impactos e alterações no corpo hídrico e seu entorno (Paula, P. M. S.; Callisto M. 2008).

Dentre as ordens sensíveis a impactos, encontradas nesta pesquisa, destacam-se: Ephemeroptera, que é sensível a poluição química; Plechoptera, que é sensível a baixos níveis de oxigênio; e Trichoptera, que é sensível a baixo nível de oxigênio e falta de vegetação.

Algumas características de tais insetos foram apresentadas no quadro 1 (Paula, P. M. S.; Callisto M. 2008) (Moretti, M. S. 2004) (Bis, B.; Kosmala, G. 2005).

Quadro 1. Insetos sensíveis a impactos.

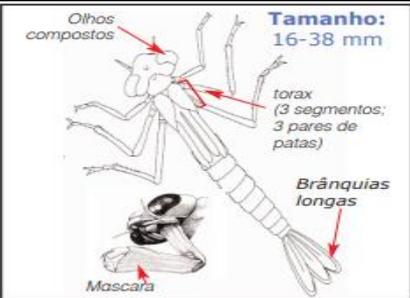
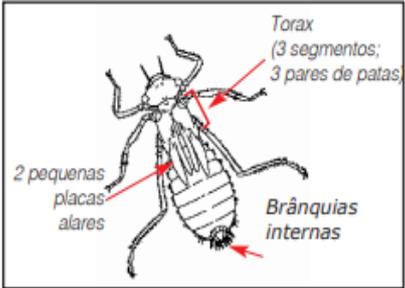
ORDEM	ÁGUA	LOCAL	OUTRAS	IMATUROS
-------	------	-------	--------	----------

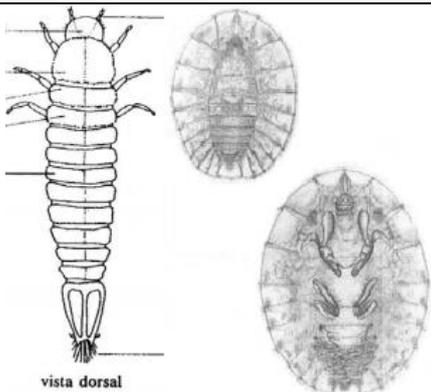
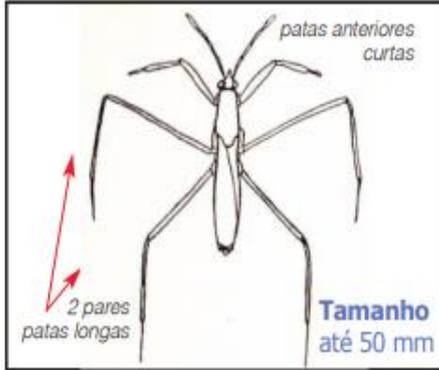
<p>Ephemeroptera</p>	<p>Lótico.  Fria.  Limpa.  Oxygenada.</p>	<p>Junto a rochas e Troncos.  Vegetação submersa.</p>	<p>Predador.  Larva serve de alimento para peixes.</p>	
<p>Plechoptera</p>	<p>Lótico.  Fria.  Oxygenada.</p>	<p>Debaixo de pedras.  Troncos submersos.  Depósitos de folhas.</p>	<p>Predador.  Afinidade por rios de montanha.  Rios com pedras.</p>	
<p>Trichoptera</p>	<p>Lótico.  Limpa.  Oxygenada.</p>	<p>Casulo de diversos materiais.  Substrato do fundo do rio.</p>	<p>Constroem casulos.  São alimento importante para peixes.  Alguns predadores.</p>	

Dentre as ordens tolerantes a impactos, encontradas nesta pesquisa, destacam-se: Odonata, que é tolerante a águas pouco poluídas e sensível a falta de vegetação aquática; Coleoptera, que é tolerante a diferentes ambientes aquáticos, mas apresenta a família *Gyrinidae* sensível a baixos níveis de oxigênio; e Hemíptera, que por se localizar na lâmina d' água, é sensível a correnteza.

Algumas de suas características foram apresentadas no quadro 2 (Paula, P. M. S.; Callisto M. 2008) (Moretti, M. S. 2004) (Bis, B.; Kosmala, G. 2005).

Quadro 2. Insetos tolerantes a impactos.

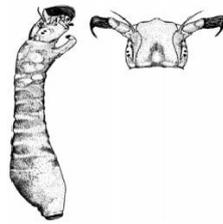
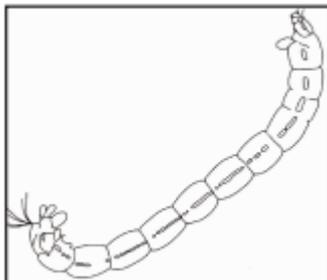
ORDENS	ÁGUA	LOCAL	OUTRAS	IMATUROS
Odonata	Fluxo lento.  Limpa.  Pouco poluída.	Margem de rio.  Lagos com vegetação.  Entre pedras e folhas.	Predadores de insetos e peixes.  Aparelho bucal protuberante.	 
Coleoptera	Lótico de águas calmas.	Entre detritos orgânicos.  Entre folhas	Alguns predadores.  Alguns se	

	Lêntico.	submersas	alimentam de matéria vegetal e animar morta  Peças bocais adaptadas para morder	 <p>vista dorsal</p>
Hemíptera	Águas calmas.	Coluna d'água.  Superfície (pequenos pêlos com bolhas nas patas).	Detritívoros.  Predadores de insetos e peixes.  Podem respirar ar atmosférico.	 <p>patas anteriores curtas</p> <p>2 pares patas longas</p> <p>Tamanho até 50 mm</p>

Dentre as ordens resistentes a impactos, encontradas nesta pesquisa, destaca-se: Diptera, que é resistente a poluição orgânica, devido a ser filtrador e se alimentar de matéria orgânica; por respirar na superfície, é resistente a águas pouco oxigenadas, mas a família *Simulidae* é sensível a alguns tipos de poluição, águas pouco oxigenadas e de pouca correnteza.

Algumas características foram apresentadas no quadro 3 (Paula, P. M. S.; Callisto M. 2008) (Moretti, M. S. 2004) (Bis, B.; Kosmala, G. 2005).

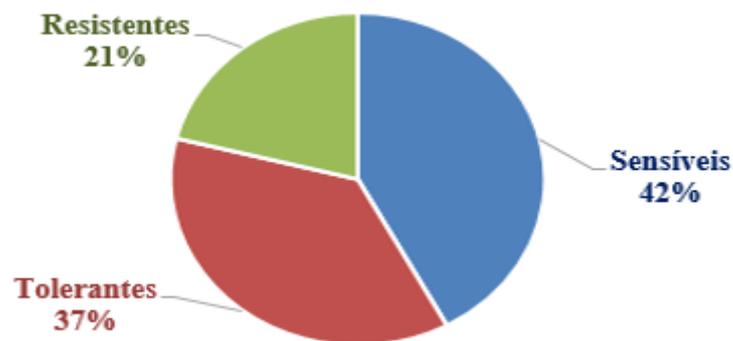
Quadro 3. Insetos resistentes a impactos.

ORDENS	ÁGUA	LOCAL	OUTRAS	IMATUROS
Diptera	Lóticos.  Lênticos.  Conseguem viver em água poluídas.	Substrato.  Aderidos a folhas, rochas e troncos.	Alimento para peixes e outros insetos.  Alimentam-se de matéria em decomposição (reciclagem de nutrientes).  Filtradores.  Fitófagos.  Poucos predadores.	 

Dentre as famílias bioindicadoras utilizadas no cálculo do índice biológico BMWP, que indica a qualidade da água; 19 famílias foram encontradas nesta pesquisa, dentre elas: 8 sensíveis (Leptophlebiidae, Perlidae, Leptoceridae, Calamoceratidae, Calopterygidae, Libellulidae, Hydrobiosidae e Gripopterygidae), 7 tolerantes (Leptohyphidae, Elmidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simulidae, Baetidae e Dixidae) e 4 resistentes (Mesoveliidae, Veliidae, Chironomidae e Syrphidae) a poluição orgânica (Campos, M. A. P e Rodriguez K.

2013). As 19 famílias foram organizadas em percentual por tolerância a poluição orgânica (Fig. 25).

Figura 25. Percentual da classificação das famílias bioindicadoras do PEPB de acordo com a tolerância a poluição orgânica.



<http://www.cnpma.embrapa.br/download/LivroBentonicos.pdf>[http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/Curso%20Biomonitoramento/Arquivos/Atlas.pdf](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Curso%20Biomonitoramento/Arquivos/Atlas.pdf)[http://pos.icb.ufmg.br/pgecologia/teses/T43\\_Pablo\\_Moreno.pdf](http://pos.icb.ufmg.br/pgecologia/teses/T43_Pablo_Moreno.pdf) Tabela 6. Identificação dos organismos encontrados no sítio 1 (P1 a P10).

Tabela 8. Identificação dos organismos encontrados no sítio 3 (P1 a P10).

Tabela 9. Identificação dos organismos encontrados no sítio 4 (P1 a P10).

Tabela 10. Identificação dos organismos encontrados no sítio 5 (P1 a P5).

Devido a metodologia utilizada, foram obtidos dados para auxiliar na comparação dos ambientes encontrados nos sítios de coleta. Tal comparação tem grande importância, pois segundo a literatura, a distribuição da biota aquática é influenciada direta ou indiretamente pelos gradientes abióticos dos rios (Brigante; Espíndola, 2003). Os dados ambientais obtidos nesta pesquisa foram: localização, pH, temperatura, incidência de luz e profundidade.

Observou-se de baixa a moderada variação de pH e temperatura entre os sítios de coleta de cada rio, com o Rio 2 apresentando pH e temperatura mais baixos que o Rio 1. No Rio 1 também houve maior variação de pH entre os pontos de coleta do que no Rio 2, onde os valores de pH variaram apenas entre 5,3 e 5,8.

Houve pouca variação de elevação entre os sítios de coleta, de forma que foram amostrados pontos baixos dos rios, onde há maior acesso, maior potencial de impacto urbano e pontos de captação de água.

O Rio 2 apresentou o sítio 6 como destaque em profundidade, isso se dá devido ao sítio 6 ser uma área de cachoeira, possibilitando a medição da profundidade em um poço natural, que apresenta maior profundidade do que os pontos analisados em percursos ao longo dos rios. No sítio 6 também foi observada uma diferença de profundidade entre os 10 pontos de coleta, considerando que o ambiente de cachoeira possibilitou uma maior variação entre os pontos de coleta. No Rio 1 observou-se também ambiente de cachoeira no sítio 2, sendo ele

destaque de profundidade do Rio 1; porém o sítio 2 possui uma área de cachoeira significativamente menor do que a encontrada no sítio 6.

A incidência de luz apresentou grande variação entre os pontos de coleta, tanto no Rio 1 quanto no Rio 2, sendo a análise com maior significância entre em ambos os rios.

Os resultados ambientais encontrados nos sítios de coleta dos rios: Rios da Divisa/ Moinho (R1) e Rio Grande (R2) foram descritos pelas tabelas 5 e 6.

As análises Tabela 5. Dados ambientais do Rio da Divisa/ Moinho – R1 (Vargem Grande).

R1. Rio da Divisa/ Moinho – Vargem Grande					
Sítio	Localização	pH	Temperatura	Insidência Incidência de luz	Profundidade
1	S22°50.224' W043°30.157' Elevação: 131 m	7,4	22°C	94,3 Fc	21 cm
2	S22°57.067' W043°29.155' Elevação: 178 m	6,3	24° C	304 Fc	44 cm
3	S22°57.164' W043°29.270'	5,8	23° C	237 Fc	27 cm

Elevação: 154

m

4      S22°57.166'      5,6      25° C      139,9 Fc      11 cm

W043°29.268'

Elevação: 149

m

---

Tabela 6. Dados ambientais do Rio Grande – R2 (Pau da Fome, Taquara).

---

Rio 2 – Pau da Fome - Taquara

---

<b>Sítio</b>	<b>Localização</b>	<b>pH</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Insidência</b>	<b>Profundidade</b>
				<b>de luz</b>	
5	S22°52.922' W043°26.651'	5,3	19.2° C	162 Fc	10 cm
	Elevação: 115 m				
6	S22°55.987' W043°26.667'	5,8	19.8° C	46,5 Fc	100 cm
	Elevação: 148 m				
7	S22°56.009' W043°26.735'	5,7	18,2° C	320 Fc	30 cm

---

Elevação: 151 m

---

**Observou-se de** Órdem: Órdem: Plecoptera (Famílias: Perlidae e Gripopterygidae). Órdem: Trichoptera (Famílias: Hydropsychidae, Calamoceratidae, Leptoceridae e Hydrobiosidae). Órdem: Díptera (Famílias: Simuliidae, Chironomidae, Syrphidae, Tipulidae e Dixidae). Órdem: Odonata (Famílias: Calopterigidae, Libellulidae e Dicteriadidae). Órdem: Coleoptera (Famílias: Staphilinidae, Elmidae e Torridincolidae). Órdem: Hemíptera (Famílias: Veliidae, Helotrephidae, Hebridae e Mesoveliidae). Órdem: Lepidoptera (Família não identificada). Órdem: Collembola (Família não identificada). As tabelas 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 trazem os resultados quantitativos do número de organismos de cada família por sítio, determinando os pontos de coleta encontrados para cada ordem. Tabela 6. Identificação dos organismos encontrados no sítio 1 (P1 a P10).

Tabela 7. Identificação dos organismos encontrados no sítio 2 (P1 a P10).

Tabela 8. Identificação dos organismos encontrados no sítio 3 (P1 a P10).

Tabela 9. Identificação dos organismos encontrados no sítio 4 (P1 a P10).

Tabela 10. Identificação dos organismos encontrados no sítio 5 (P1 a P5).

Tabela 11. Identificação dos organismos encontrados no sítio 6 (P1 a P10).

Tabela 12. Identificação dos organismos encontrados no sítio 7 (P1 a P10).

O resultado do Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) demonstrou que os pontos de coleta de cada sítio foram similares entre si na maioria dos sítios, formando grupos, onde no sítio 6 houve maior diferença entre os pontos de coleta, gerada pelo ambiente de cachoeira. Houve também maior similaridade entre os pontos de coleta do sítio 2, no Rio 1 e do sítio 7, no Rio 2; e entre o sítio 4, no Rio 1 e o sítio 5, no Rio 2. Tais “duplas de sítios” similares apresentaram resultados moderadamente parecidos para as análises ambientais

realizadas. Podemos observar a dispersão em termos de similaridade entre os pontos de coleta de cada sítio analisado (Fig. 26), nos Rios da Divisa/ Moinho (Rio 1) e Rio Grande (Rio 2).

As figuras 25 e 26 demonstram os resultados citados acima

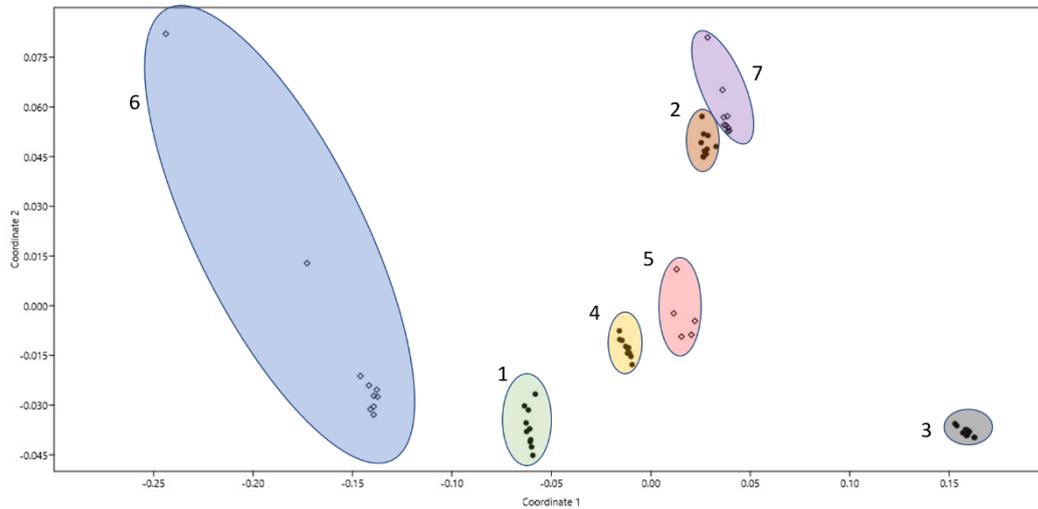


Figura 26: NMDS apresentando os agrupamentos de pontos de acordo com o índice de similaridade de Bray-Curtis.

O *stress* (*STandardzed RESidual Sum of Squares*) observado foi de 0,03815 e o resultado dos eixos foi: R2 eixo 1= 0,8252 e eixo 2= 0,1086 (Melo, A. S. e Hepp, L. U. 2008). O *Stress* da resolução do NMDS indicado por Shepperd Plot, onde foi considerado satisfatório (Fig. 27), pois o resultado sendo abaixo de 0,05 indica que as distâncias no diagrama refletem bem as distâncias originais, sem perda de dados.

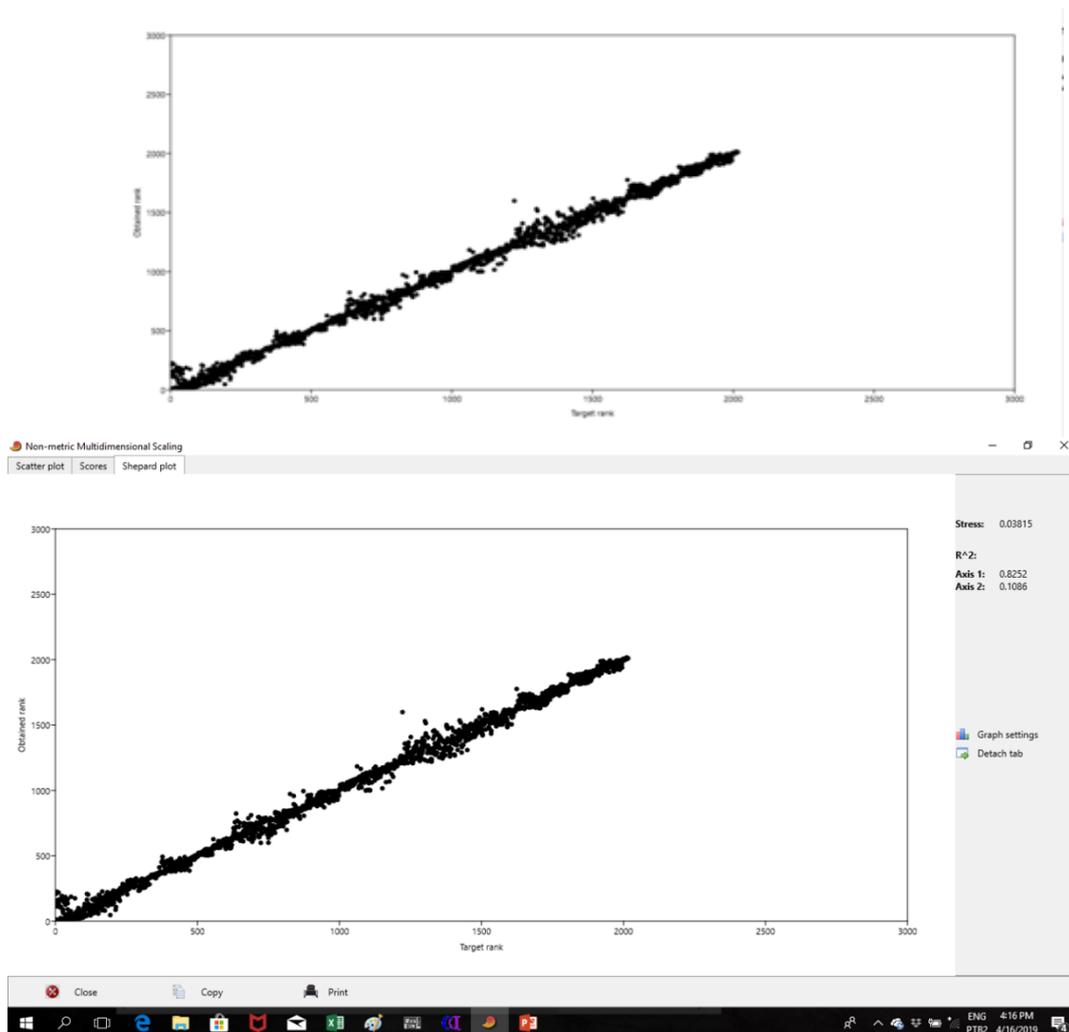


Figura 27. *Stress* da resolução do NMDS ( $Stress=0,0385$ )  $R^2$  eixo 1= 0,8252 e eixo 2= 0,1086.

**ATÉ AQUI!!** Resultado da Análise de Redundância faz referência a “variabilidade explicada”, sendo o RDA um dos mais completos e eficientes métodos de ordenação canônica (Barboza, C. A. M. & Paiva P. C. 2014). O RDA se aplica também a fatores bióticos, pois foi adequado para matrizes biológicas (Barboza, C. A. M. & Paiva P. C. 2014).

O RDA apresentou significâncias apenas para os resultados de temperatura e luminosidade.

A família *Helotrephidae* da ordem Hemíptera, e todas as famílias encontradas da ordem Coleoptera (*Elmidae*, *Staphilinidae* e *Torridincolidae*) apresentaram correlações positivas com a temperatura; as duas ordens estão associadas a águas calmas, de baixa correnteza e com temperaturas mais altas, já que não possuem afinidade a temperaturas muito baixas. A família *Chironomidae* da ordem Díptera, e duas famílias da ordem Ephemeroptera (*Leptohyphidae* e *Baetidae*) apresentaram correlações negativas com a temperatura o que corrobora dados de outros autores que associam a ordem Ephemeroptera a águas de temperaturas mais baixas (Paula, P. M. S.; Callisto M. 2008) (Moretti, M. S. 2004) (Bis, B.; Kosmala, G. 2005).

A família *Perlidae* da ordem Plecoptera, e a família *Hydrobiosidae* da ordem Trichoptera apresentaram correlações positivas com a luminosidade, ambas as famílias apresentam associação à luminosidade.

A família *Calamoceratidae* da ordem Trichoptera, e todas as famílias encontradas da ordem Odonata (*Libellulidae*, *Calopterigidae* e *Dicteriadidae*) apresentaram correlações negativas com a luminosidade; a ordem Odonata apresenta associação a locais com vegetação, onde é encontrada entre pedras e folhas, preferindo se manter em locais de menos luminosidade do rio (Paula, P. M. S.; Callisto M. 2008) (Moretti, M. S. 2004) (Bis, B.; Kosmala, G. 2005). A família *Calamoceratidae* faz casulos com folhas dos sedimentos dos rios para empupar, permanecendo assim com contato a pouca luminosidade (Mugnai et al. (2010). Os resultados RDA – Análise de redundância entre os fatores bióticos e abióticos foram significativos apenas para temperatura e luminosidade. Podemos observar os vetores da análise de redundância entre os fatores bióticos e ambientais (Fig. 28).

foram significativos apenas para temperatura e luminosidade.

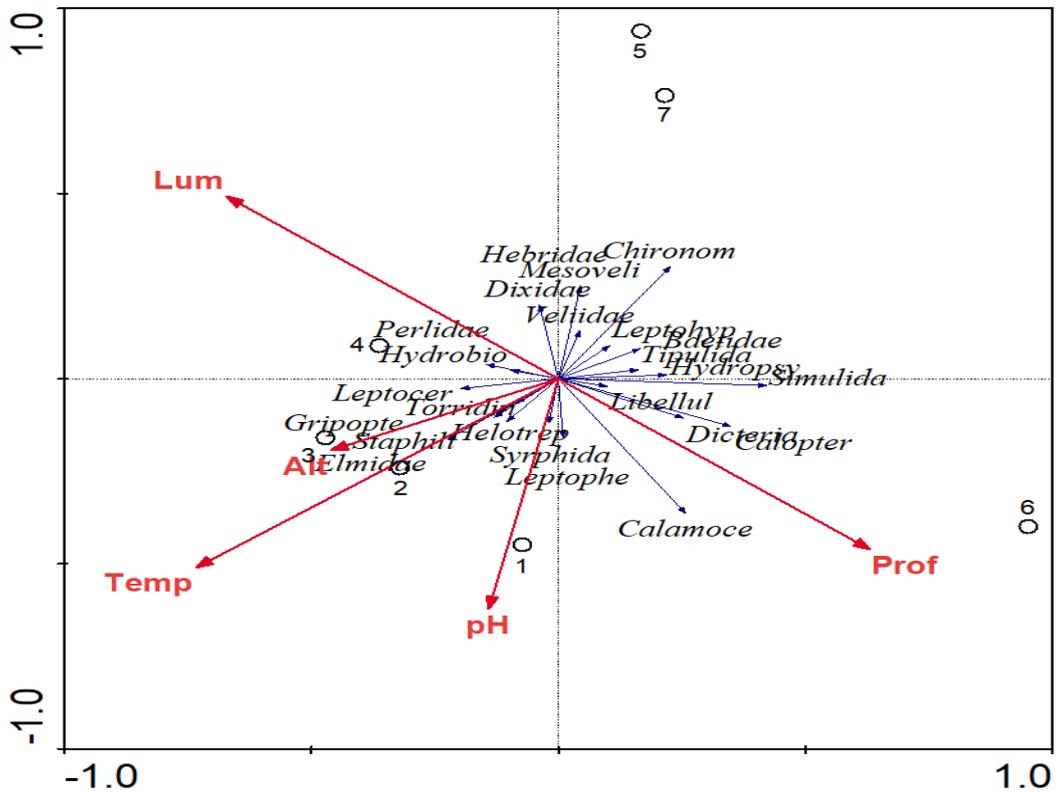
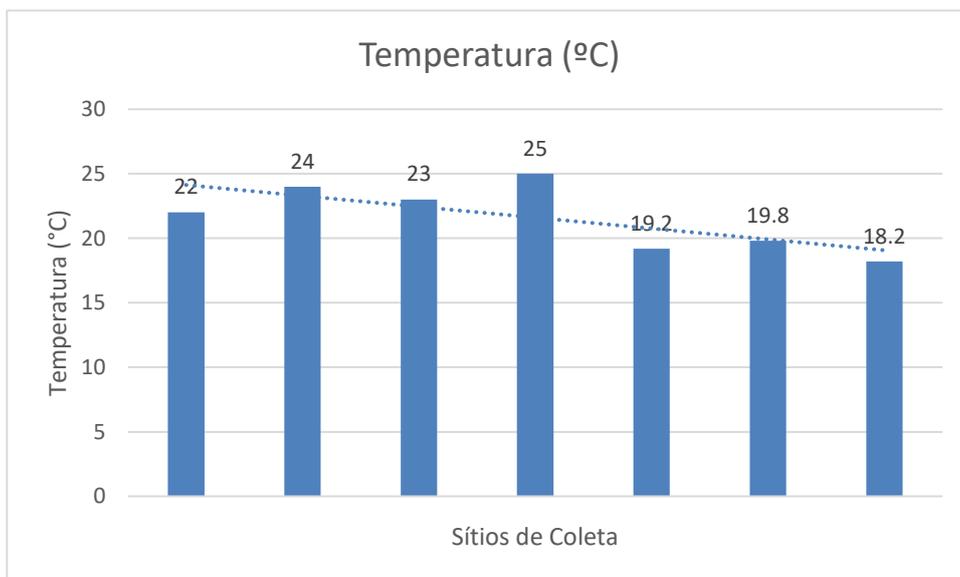
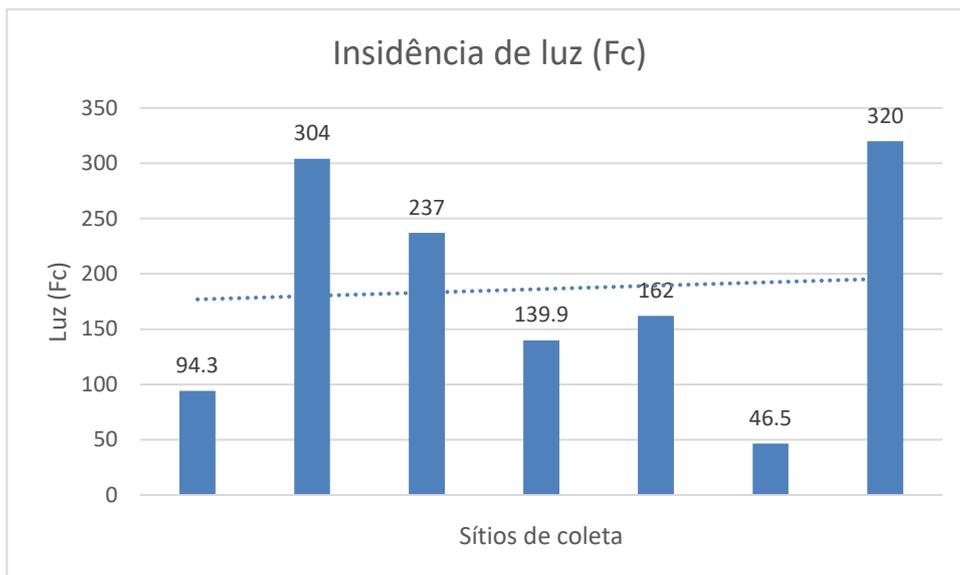


Figura 28. Análise de Redundância apresentando as correlações entre as famílias de insetos e os fatores abióticos.

Gráfico 1. Variação de temperatura entre os sítios.





O índice

EPT considera 3 ordens sensíveis a poluição (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) como bioindicadoras para analisar o nível de preservação da água, onde a soma do número de famílias encontradas em cada sítio de coleta dos rios indica a condição de preservação do ambiente; que é fator determinante para a presença de tais organismos nos ambientes aquáticos (Embrapa. 2015).

O Rio 1 apresentou maior resultado quantitativo do que o Rio 2, o que significa que o Rio 1 apresentou maior nível de preservação qualitativo; classificado em 3 pontos com nível bom de preservação, e 1 ponto de coleta com nível moderado de preservação. Enquanto o Rio 2 foi classificado em 1 ponto de coleta com nível bom de preservação, e 2 pontos de coleta com nível moderado de preservação (Tab. 6).

Os sítios 2 e 7 que apresentaram similaridade na análise MNDS, foram classificados qualitativamente com nível moderado de preservação, porém houve diferença no resultado quantitativo (Tab. 7).

Tabela 7. Resultados EPT indicando o estado de preservação dos sítios de coleta.

<b>Rio analisado</b>	<b>Sítio de coleta</b>	<b>Resultado EPT</b>	<b>Nível de preservação</b>
Rio 1 – Rio da	1	6	Bom
Divisa/ Moinho	2	5	Moderado
(Vargem Grande)	3	7	Bom
	4	6	Bom
Rio 2 - Rio Grande	5	3	Moderado
(Pau da Fome)	6	6	Bom
	7	3	Moderado

4.4.4. A soma do índice BMWP indica a qualidade da água e sua classificação por cor, o cálculo é feito considerando às famílias mais sensíveis uma pontuação mais alta (até 10 pontos), e às famílias mais tolerantes uma pontuação mais baixa (até 1 ponto) (Campos, M. A. P e Rodriguez K. 2013) (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988).

O Rio 1 e o Rio 2 apresentaram dois sítios de coleta classificados com qualidade de água pouco poluída; os outros 2 sítios do Rio 1 e o outro sítio do Rio 2, que apresentaram maiores resultados quantitativos, foram classificados como qualidade de água boa.

Os sítios 2 e 7 que apresentaram similaridade na análise MNDS, foram classificados qualitativamente como água pouco poluída, e houve pouca diferença no resultado quantitativo (Tab. 7).

Os sítios 4 e 5 que apresentaram similaridade na análise MNDS, foram classificados qualitativamente como água pouco poluída, e quase não houve diferença no resultado quantitativo (Tab. 8).

A tabela 7 apresenta

Tabela 8. Resultados quantitativos e qualitativos do índice BMWP para cada sítio de coleta, indicando a qualidade da água e sua classificação por cor

<b>Rio analisado</b>	<b>Sítio de coleta</b>	<b>Resultado BMWP</b>	<b>Qualidade da água</b>	<b>Código de classificação por cor</b>
Rio 1 – Rio da	1	66	Boa	Verde
Divisa/ Moinho	2	37	Pouco poluída	Amarela
(Vargem Grande)	3	61	Boa	Verde
	4	47	Pouco poluída	Amarela
Rio 2 - Rio	5	46	Pouco poluída	Amarela
Grande	6	62	Boa	Verde
(Pau da Fome)	7	39	Pouco poluída	Amarela

4.4.5. Resultados Índice Biótico de Famílias. Assim como o índice BMWP, o índice IBF indica a qualidade da água. O cálculo IBF também apresenta resultados relativos ao nível de poluição orgânica dos rios analisados, e se baseia no número de organismos encontrados de cada família bioindicadora considerada (Zimmerman. 1993).

Assim como no BMWP, cada família recebeu uma pontuação de acordo com o seu nível de tolerância a poluição, mas para o IBF, tal pontuação já variou de forma contrária, com pontuações mais baixas para táxons sensíveis e pontuações mais altas para táxons resistentes (0 - taxa sensível a 10 - taxa tolerante) (Silva, F.H, et al. 2011).

O Rio 1 apresentou resultado quantitativo menor que o Rio 2, o que caracteriza melhor classificação qualitativa. O Rio 1 foi classificado com qualidade de água excelente e sem poluição orgânica aparente, e o Rio 2 foi classificado com qualidade de água razoável e com poluição orgânica razoavelmente significativa. Na tabela 9 podemos observar os resultados quantitativos e qualitativos do índice IBF para cada rio analisado, indicando a qualidade da água e seu grau de poluição.

Tabela 9. Resultados IPF quantitativo e qualitativo da água, com o grau de poluição de cada rio analisado.

<b>Rio analisado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Qualidade da água</b>	<b>Grau de poluição</b>
	<b>IBF</b>		
Rio 1 – Rio da Divisa/ Moinho (Vargem Grande)	3,345	Excelente	Sem poluição orgânica aparente
Rio 2 - Rio Grande (Pau da Fome)	5,694	Razoável	Poluição orgânica razoavelmente significativa

**DESENVOLVER**

## 6. CONCLUSÃO

O Rio 1 (Rios da Divisa/ Moinho – Vargem Grande) está classificado como preservado, com qualidade de água boa a moderada e sem poluição orgânica aparente. Já o Rio 2 (Rio Grande – Pau da Fome) está classificado como moderadamente preservado, com qualidade de água entre boa, moderada e pouco poluída nos trechos analisados e com poluição orgânica razoavelmente significativa.

Conclui-se que o Rio da Divisa/ Moinho (Rio 1) apresenta melhores condições de qualidade da água, nível de preservação e nível de poluição orgânica, do que o Rio Grande (Rio 2).

O Rio 1 está localizado no bairro de Vargem Grande, onde recebe a proteção e o manejo do INEA e da Comunidade Quilombola Cafundá Astrogilda. Ao seu entorno a comunidade realiza atividades agrícolas no modelo de agrofloresta, sem utilização de agrotóxicos; além de diversas atividades de preservação ambiental e ecoturismo. Logo as atividades agroecológicas realizadas pela Comunidade Quilombola Cafundá Astrogilda no entorno do Rio 1 se mostraram eficientes para sua preservação.

O Rio 2 está localizado no Pau da fome, bairro da Taquara, onde recebe o manejo do INEA e da CEDAE, e abastece uma estação de captação de água para tratamento e fornecimento à região de Jacarepaguá; o local recebe visitação com acesso mais facilitado do que o Rio 1, e atende também a atividades ambientais e de ecoturismo. O Rio 2 foi analisado no entorno da Estação de Tratamento de  gua Pau da Fome, em pontos anteriores a captação da água para tratamento.

## 7. REFERÊNCIAS

Alba-Tercedor J, Sánchez-Ortega A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limn tica* 4: 51-56.

Adler, P. & Crosskey, R.W. *World Black Flies (Diptera: Simuliidae): a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory*. 112p. 2010.

Barboza, C. A. M.; Paiva P. C. *Introdução ao uso do programa R em análises de dados ecológicos*. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. 2014

Barros, Lídia Almeida. *Vocabulário das unidades de conservação do Brasil*. São Paulo: Arte & Ciência; Marília: Unimar, 2000.

Brigante, J; Espíndola, E. L. G. Limnologia fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu. Embrapa Pantanal. 2003.

Brito, M. C. Unidades de conservação: intenções e resultados. São Paulo: Annablume; FAPESP, 230 p. 2000.

Callisto, M.; Moreno, P. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental In: Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental, 2., 2006, URI-Campus de Erechim, 2006.

Callisto, M. & Esteves, F. A., Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita, Lago Batata (Pará, Brasil). Oecologia Brasiliensis. v. 1. Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros. F. A. Esteves (ed.), pp. 281-291, Programa de Pósgraduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1995.

Callisto, M. et al. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde dos riachos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Florianópolis, v.1, n.6, p.71-82, 2001.

Campos, M. A. P. e Rodríguez, K. Utilización del índice BMWP'-CR para análisis de la calidad del agua em quebrada barro, montecillos durento año 2013. Colegio Gregorio José Ramírez castro. 2013.

Chalar, G. Composición y abundancia Del zoobentos Del Arroyo Toledo (Uruguay) y su relación com La calidad de água. Revista Chilena de História Natural. v. 67, p. 129- 141, 1994.

Costa, Castilho, N. M.; Costa, V. C.; Conceição, R. S; Ribeiro, J. V. M. Fragilidade ecoturística em áreas de atrativos no Parque Estadual da Pedra Branca (RJ). ISSN 1981-9021 -Geo UERJ - 11, v.2, n.19, P. 138-160. 2009.

Callisto, M. et al.

Chalar, G. Composición y abundancia Del zoobentos Del Arroyo Toledo (Uruguay) y su relación com La calidad de água. Revista Chilena de História Natural. v. 67, p. 129- 141, 1994.

Derísio, J. C.,. Introdução ao controle da poluição ambiental. São Paulo: Editora da CETESB, mar. 1992.

Devái, G., Ecological background and importance of the change of chironomid fauna in shallow Lake Balaton. Hidrobiologia, 191: 189-198. 1990.

Dorst, J. Antes que a natureza morra. São Paulo: E. Blucher, 1973.

EMBRAPA - Júlio Ferraz de Queiroz; Mariana Silveira Guerra Moura e Silva; Suzana Trivinho. Biomonitoramento de qualidade de água. 2015.

Fernandez, A. D. O Sertão Carioca ao Parque Estadual da Pedra Branca: a construção social de uma unidade de conservação à luz das políticas ambientais fluminenses e da evolução urbana do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Sociologia) – Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Antropologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

Fernandez, A. O. Sertão virou parque: natureza, cultura e processos de patrimonialização. Estudos Históricos Rio de Janeiro, vol. 29, no 57, p. 129-148, janeiro-abril. 2016.

Fundação Nacional de Saúde (FUNAI). Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS. Brasília, 2014.

INEA. Plano de Manejo PEPB. 2013

INEA. Trilhas Parque Estadual da Pedra Branca. Rio de Janeiro. 2013

Machado, P. A. L. Direito Ambiental Brasileiro. 13ª edição. São Paulo: Ed. Malheiros, 2004.

Mäenpää, K. A.; Sormunen, A. J.; Kukkonen, J. V. Bioaccumulation and toxicity of sediment associated herbicides (ioxynil, pendimethalin and bentazone) in *Lumbriculus variegatus* (Oligochaeta) and *chironomus riparius* (Insecta). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 56 n. 3, p. 398-410, 2003.

Marlon J. R. Pinto, et al. Distribuição de simuliídeos (Diptera: Simuliidae) em ambientes conservados e degradados na região da Serra dos Órgãos – RJ. Centro Universitário Estadual da Zona Oeste – UEZO

Mello, E. F.; et al. O Parque Estadual da Pedra Branca: Ordenamento do Território, Geoturismo e Ecoturismo. Relatório FAPERJ/IGEO. Rio de Janeiro-RJ. 178p. 2009

Milesi, S. V.; Biasi, C.; Restello, R. M; Hepp, L. U. Efeito de metais cobre (Cu) e Zinco (Zn) sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do sul do Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 30, n. 3, p. 283-289, 2008.

Mugnai, R.; Nessimian, J.L.; Baptista, D. F. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro. Technical Books Editora. Rio de Janeiro. 2010.

Silva, F.H.; Sabino S. F.; Sabino, J. e Garnés, S. J. A. Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá, v. 33, n. 3, p. 289-299. 2011.

Sousa M. M.; Bastos, M. E. R. P.; Oliveira, R. R.; Montezuma, C. M. Dinâmica ecológica de uma floresta urbana: O Parque Estadual da Pedra Branca em foco. 2009.

Straskraba, M.; Tundisi, J.G. Gerenciamento da qualidade de águas de represas. Diretrizes para o gerenciamento de lagos. São Carlos. ILEC, 280p. 2000.

Vallejo, et al. Parque Estadual da Pedra Branca (RJ): Caracterização, gestão e conflitos territoriais. 2009.

Zimmerman, M. C. The use of the biotic index as indication of water quality. In: WORKSHOP/CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR BIOLOGY LABORATORY EDUCATION (ABLE). 5., 1993, Pennsylvania. Proceedings... Pennsylvania: ABLE, 1993. v. 5, p. 85-98.