



**INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS POR RESÍDUOS EM CORPOS
HÍDRICOS NA UFRRJ**

Rafael Tavares

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Domingos da Silva

**SEROPÉDICA – RJ
JANEIRO – 2014**



**INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS POR RESÍDUOS EM CORPOS
HÍDRICOS NA UFRRJ**

Rafael Tavares

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**SEROPÉDICA – RJ
JANEIRO – 2014**



**INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS POR RESÍDUOS EM CORPOS
HÍDRICOS NA UFRRJ**

Rafael Tavares

Aprovada em 31/01/2014

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Domingos da Silva – UFRRJ/DCA
Orientador

Prof.^a Dr.^a. Maria Luiza Oliveira de Francisco - USP
Membro

Eng. Ftal. Cleber Vinícius Vitório da Silva - SCITECH
Membro

DEDICO

Ao meu avô, Miguel Tavares.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pai todo poderoso e seu filho amado, por estar sempre presente ao longo da minha vida, sem ele nada seria possível. Agradeço especialmente a Aireslene pelo amor incondicional, a meus pais, que sempre se esforçaram ao máximo para proporcionar o melhor para mim e meus irmãos, sempre nos ensinaram os valores familiares que levaremos por toda as nossas vidas. Aos meus avós paternos e maternos, em especial ao meu avô Miguel Tavares, homem de um caráter impar sem igual, inspirado por sua ideologia franca e sábia.

Aos amigos do Colégio Estadual Teodorico Fonseca e da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, um muito obrigado pela convivência e amizade.

Aos intrépidos amigos e irmãos e irmãs, Dirceu Felício, com sua força de vontade e superação sem igual. A Letícia Maria, pela incrível amizade e bons momentos na vida acadêmica. Bruna Maiara, minha primeira e valiosa amizade que tanto prezo. Cleber Vinícius, Lyanna de Oliveira e Dhara Ibsen por ser minha especial família no convívio acadêmico. Wender De Souza Silva, amigo e batalhador. Leandro Gontijo e Marcus Alonso, leais amigos e camaradas das partidas de futebol na SQS 404 – Asa Sul - DF. Companheiros e camaradas do Alojamento M4 - 424, Marcus (Alemão), Manuel, Anatoly, Uilian Rodrigues, Franco Cosme, Daniel, Antonione (Chê), Igor, Ernane Gomes, Lucas Agrellos, pela convivência, momentos hilários, risadas, aprendizado e maturidade adquiridos pelos bons anos de convivência. Aos meus camaradas, futuros e já formados Engenheiros Florestais, da turma 2007 – II, pelo acolhimento e prazerosos momentos por vocês proporcionados.

Agradeço a meu orientador e amigo, Carlos Domingos da Silva, pela credibilidade no trabalho e aprendizado na vida e no acadêmico. Ao meu amigo e grande mestre Francisco Carlos de Francisco, que sempre acreditou em minha pessoa e me apoiou de forma gratificante, através de sua experiência e conhecimento, nas pesquisas e nos artigos publicados. A José Miguel pela amizade e por sempre ter abeto as portas do LAMAGEDENASA, para que o grupo de sustentabilidade ambiental pudesse trabalhar.

Ao Laboratório LAMAGEDENASA - UFRRJ pelo apoio, ao Laboratório de metais pesados da UFRRJ/IA, Laboratório de Física do solo UFRRJ, Laboratório Analítico de alimentos e Bebidas UFRRJ/IT e, em especial a disponibilidade dos camaradas Anderson Lins (Digestão Nitro-Perclórica - IA), Adriana França (Absorção Atômica - IA), Luiz (Laboratório de rotinas - IA) Rosa Helena Luchese (IT) e Cleber Vinícius Vitorio (Monitor de Zoologia Geral).

A todos os amigos e estudantes que participaram das monitorias de Estatística Básica, Introdução a Bioestatística e Bioestatística nesses 2 anos e meio. Desejo a todos, sucesso em suas escolhas.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo aprendizado político e acadêmico, pelos bons momentos, pelas boas lembranças. Aos amigos do DCE da gestão Anonymous e ao Conselho Universitário (CONSU UFRRJ) pela minha evolução pessoal.

Em memória de Spartacus, Mahatma Gandhi e Ayrton Senna pelos ideais inspiradores, que são alicerces de uma sociedade mais justa e igualitária.

RESUMO

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos em conjunto com as comunidades vegetais foram estudadas como bioindicadoras da qualidade ambiental, associadas à caracterização físico-química das águas e dos sedimentos de seis pontos localizados na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Considerando a estrutura, distribuição destas comunidades e suas alterações em função das ações antrópicas nos corpos d'água, o objetivo desse trabalho foi avaliar os impactos antropogênicos ocasionado pelo lançamento de efluentes no ecossistema desses ambientes, através do uso de bioindicadores da qualidade ambiental em conjunto de ferramentas analíticas para classificação da qualidade da água. Para isso, foram avaliados seis trechos estratégicos, sendo três em córregos e três em lagos da universidade. Foram feitas coletas de água e sedimentos nos lagos e córregos próximos aos seis pontos demarcados e georreferenciados. Cada ponto apresentava diferentes níveis de impacto. Dentre os principais resultados, ficou demonstrado que os córregos possuem trechos em zonas urbanas e apresentaram uma simplificação das comunidades de macroinvertebrados bentônicos e elevadas concentrações de alguns elementos químicos que podem classifica-los em corpos hídricos classes 3 ou 4, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005. Para metais em sedimentos, os valores obtidos nas análises foram avaliados de acordo com os parâmetros propostos pela CETESB, fornecendo alguns resultados que indicaram a contaminação do córrego da fitopatologia por metais pesados. Para os outros parâmetros físico-químicos não estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 e pela CETESB, buscou-se uma avaliação integrada dos seus resultados com as características ecológicas e ambientais. Assim, encontramos um gradiente nas comunidades de macroinvertebrados em função do gradiente de degradação ambiental. A vegetação também foi importante na caracterização das áreas. Através de análises florísticas, foi comprovada a presença de impactos na comunidade vegetal marginal. As aplicações de diferentes métodos de avaliação dos impactos em corpos hídricos constituíram-se importantes ferramentas tecnológicas no diagnóstico ambiental, permitindo correlacionar os principais agentes impactantes e às alterações biológicas, resultando em um diagnóstico mais preciso quanto a classe de uso da água. Através dos resultados acreditamos que, além da necessidade de utilizar-se as análises físico-químicas para definir a qualidade da água, também poderemos utilizar os índices biológicos relacionados a macrofauna bentônica como ferramenta de predição, em um conjunto de analítico, aprimorando e fortalecendo os programas de monitoramento ambiental dos corpos d'água e suas bacias de drenagem no Brasil.

Palavras chave: Impacto Ambiental, Análises integradas, Recursos Hídricos.

ABSTRACT

The benthic macroinvertebrate communities in conjunction with the plant communities were studied as bioindicators of environmental quality associated with physical chemistry of waters of six points located at the Federal Rural University of Rio de Janeiro. Considering the structure, distribution of these communities and their changes due to human activities in rivers and lakes, the aim of this study was to evaluate the impact caused by anthropogenic release of effluents into the ecosystem of these environments, through the use of bioindicators of environmental quality set of analytical tools for the classification of water quality. For this, we evaluated six strategic stretches, three streams and three lakes in the university. Four samples of water and sediments in lakes and streams close to the six marked and georeferenced points were made. Each point had different levels of impact. Among the main results, it was shown that the streams have stretches in urban areas and presented a simplification of benthic macroinvertebrate communities and high concentrations of some chemicals elements that may classify them in water bodies classes 3 or 4, according to CONAMA Resolution 357 / 2005. For metals in sediments, the values obtained in this study were evaluated according to the parameters proposed by Cetesb , providing some results indicated that the contamination of the stream with heavy metals. For other physics and chemical parameters not established by CONAMA Resolution 357/2005 and the Cetesb, we sought an integrated assessment of the results of the ecological and environmental characteristics. Thus, we find a gradient in macroinvertebrate communities due to the gradient of environmental degradation. The vegetation was also important in characterizing areas. Through floristic analysis, proved the presence of marginal impacts on plant community. The applications of different methods of assessment of impacts on water bodies constituted important technological tools in environmental assessment, allowing correlation of the main impacting agents and biological changes resulting in a more accurate diagnosis and the usage class of water. From the results we believe that, beyond the need to use up the physics and chemicals analyzes to define the quality of water, we may also use the biological indices related to benthic macroinvertebrates as a predictive tool, a set of analytical, improving and strengthening environmental monitoring programs of water bodies and their watersheds in Brazil.

Keywords: Environmental Impact, Integrated Analysis, Water Resources.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Impactos Ambientais	3
2.2 Impactos na saúde	4
2.3 Monitoramento e parâmetros ambientais.....	5
2.4 Metais pesados	11
2.5 Compostos orgânicos	13
2.6 Índices biológicos	14
2.6.1 Biological monitoring working party (BMWP)	15
2.7 Fitossociologia na avaliação de impactos ambientais.....	16
3.1 Objetivos gerais	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Área de Estudo.....	18
4.2 Florística e fitossociologia para avaliação de impactos e caracterização	22
4.3 Metodologia de laboratório para análises físico – químicas de água e sedimentos.....	22
4.3.1 Análise da qualidade da água	22
4.3.2 Análise dos sedimentos	24
4.4 Índices biológicos – Macrofauna bentônica	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1.0 Caracterização da Área 1 – Córrego Açu.....	29
5.1.1 Caracterização da Área 2 – Lago Açu.....	32
5.1.2 Caracterização da Área 3- Lago do Instituto de Biologia (IB).....	33
5.1.3 Caracterização da Área 4-	35
5.1.4 Caracterização da Área 5- Lago das Éguas	36
5.1.5 Caracterização da Área 6- Córrego da Fitopatologia	38

5.2 Variáveis Físicas e Químicas da Água	39
5.3 Variáveis físico químicas nos sedimentos	45
5.4 Macrofauna Bentônica	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
8. ANEXOS	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros analisados e metodologias utilizadas, para análise da qualidade da água, segundo ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2005-Inmetro.....	23
Tabela 2. Parâmetros analisados e metodologias utilizadas para análise de sedimentos, segundo ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2005-Inmetro.....	25
Tabela 3. Índice de avaliação (BMWP) da macrofauna bentônica, divididos por classes de pontuação.....	27
Tabela 4. Classes de qualidade, significado dos valores do BMWP. (ALBA-TERCEDOR, 1996).....	28
Tabela 5. Classificação das classes de qualidade da água RESOLUÇÃO CONAMA nº 357 por parâmetros nos pontos analisados.	40
Tabela 6. Estatística descritiva na avaliação dos parâmetros ambientais mensurados na água dos lagos e córregos.....	44
Tabela 7. Valores de concentração média de metais, teor de fósforo, demanda química de oxigênio e percentual de carbono orgânico no sedimento por área, comparados com valores de qualidade CETESB/2005.....	46
Tabela 8. Estatística descritiva na avaliação dos parâmetros ambientais mensurados nos sedimentos.	49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização dos seis pontos de amostragem no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ..... 19
- Figura 2.** Pontos amostrais um, (43°41'39.222"W 22°45'27.343"S), dois (43°41'35.832"W 22°45'38.621"S) e três (43°41'28.688"W 22°45'38.732"S)..... 21
- Figura 3.** Pontos amostrais quatro, (43°41'3.139"W 22°45'58.942"S), cinco (43°40'56.842"W 22°46'28.305"S) e seis (43°41'50.12"W 22°46'16.471"S). 21
- Figura 4.** A- Garrafas de água mineral utilizadas para coleta. B- Coleta realizada no lago do Instituto de Biologia. C- Reagentes químicos para leitura de parâmetros da água. D- Condutivímetro..... 24
- Figura 5.** A- Coleta de sedimento as margens do córrego. B- Digestor para análise de metais. C- Potes plásticos de 1,5 litros. D- Espátula utilizada para coleta de sedimentos..... 26
- Figura 6.** A- Presença de barreira física as margens do córrego. B- Presença marcante em alguns pontos da margem de *Dieffenbachia pictada*. C- *Sansevieria trifasciata* distribuídas ao longo do canal. D- Predominância intensa de espécies de herbáceas as margens laterais. 30
- Figura 7.** A- *Guarea guidonia* (L.) no interior da mata próximo ao do córrego. B- *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake e *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum). C- *Elaeis guineensis* (Jacq.) distribuídas em linha ao longo do canal. D- Regeneração de *Erythroxylum pulchrum* A.St.-Hill. 31
- Figura 8.** A- *Kigelia africana* (Lam.) Benth. próximas ao lago. B- Presença marcante de gramíneas em toda margem do lago. C- Na margem oposta, observa-se espécies de *Mangifera indica* L. D- Poucas espécies arbóreas e baixa diversidade nas margens do lago.. 33
- Figura 9.** A- Pequenos fragmentos de *Typha domingensis* Pers. na margem do ao lago. B- Regeneração arbórea as margens do lago. C- *Lonchocarpus campestris* Benth comuns em áreas alagadas. D- Margem oposta sem vegetação, com indivíduos espaçados entre si. 34
- Figura 10.** A- Margens do córrego completamente tomada pela *Brachiaria decumbens* Stapf e *Panicum maximum* L. B- Poucas espécies arbóreas como, por exemplo; *Dypsis lutescens* (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf. Algumas salas de aula do ICHS encontram-se a menos de oito metros do córrego..... 36
- Figura 11.** A- Regeneração de *Psidium guajava* L. B- Espécie *Lantana camara* L, muito comum na área. C- Trilhas utilizadas pelos animais. D- Dominância de macrófitas aquáticas no lago. 37

Figura 12. A- Pasto próximo ao córrego B- Espécie de <i>Ninféia sp</i> , em alguns pontos do córrego. C- Sedimentos arenosos na calha do córrego. D- <i>Panicum maximum</i> L. nas margens laterais.....	39
Figura 13. Níveis de classificação BMWP da qualidade da água, nos seis pontos analisados no trabalho.	50
Figura 14. A- Chironomidae (<i>Rheotanytarsus sp.</i>) B- Oligochaeta C- Pomacea. D- Chironomidae (<i>Polypedilum sp.</i>), encontrado no córrego Açú, típico de córregos afetados por efluentes domésticos em regiões tropicais.....	51

1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância simples, porém, possui grande importância para a permanência da vida de todas as espécies na biosfera. Estima-se que 95,1% da água existente no planeta é salgada e imprópria para consumo humano. Os 4,9% restantes incluem a água presente nas geleiras e regiões subterrâneas de difícil acesso (4,7%) e somente 0,2% presente em lagos, nascentes e lençóis subterrâneos está apta para o consumo (GALLETI, 1981; RAINHO, 1999).

Os níveis de compostos xenobióticos despejados nos ambientes aquáticos, a destruição das matas ciliares e o aumento de assoreamentos nas margens de rios e demais corpos d'água vêm aumentando de forma alarmante como resultado da atividade antropogênica sobre o meio ambiente. Tal fato tem contribuído para a geração de desequilíbrios ambientais, afetando o ecossistema a nível de estabilidade, resistência e resiliência. A população humana também é afetada. Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados, com inúmeras e drásticas consequências para a sua dinâmica, daí a necessidade cada vez mais urgente do uso de ferramentas de avaliação ambiental nestes ambientes e monitoramento de sua qualidade. Além da privação de possíveis usos para as águas contaminadas, disseminação de doenças é um fator preocupante que pode afetar o desenvolvimento social do município de Seropédica, agravando o índice de indivíduos infectados por diversas doenças na região.

Na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro situada no município de Seropédica, localizado na mesorregião metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, esse quadro de impactos é facilmente perceptível, considerando que a referida instituição perdeu suas antigas características de universidade rural, sendo circundada por ocupações urbanas cada vez mais crescentes.

Diante desse quadro de crescimento urbano, as análises ambientais são fundamentais para o planejamento e estruturação urbana, na prevenção de disseminação de epidemias relacionadas ao mau uso desses recursos e transporte de contaminantes, pelos afluentes, para o Rio Guandu, a principal fonte de abastecimento de água da região metropolitana do Rio de Janeiro, atendendo aproximadamente, nove milhões de pessoas.

Nesse trabalho avaliaram-se os impactos em seis corpos hídricos localizados na UFRRJ, sendo alguns, diretamente influenciados pelo região ao entorno da universidade, com características e dinâmicas diferentes. As ferramentas analíticas consistem na utilização da vegetação como vetor de avaliação das áreas que influenciam esses ambientes aquáticos,

considerando que as alterações externas causam modificações diretas e indiretas nesses ambientes. Na avaliação dos sedimentos, realizou-se a triagem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, mediu-se a concentração dos metais pesados e compostos orgânicos, sendo que para a macrofauna utilizou-se o índice BMWP (Biological monitoring working party), para os metais as referências da CETESB/05, e os compostos orgânicos, sem parâmetros definidos, como importantes indicadores de alterações por efluentes domésticos. Na utilização de parâmetros físico-químicos da água, temos como base, a resolução CONAMA 357/05 para classes de uso, e nas análises indiretas não definidas pela resolução, os elementos químicos que indicam alterações ambientais. Vale ressaltar que, para uma avaliação coerente, todos os parâmetros (Bióticos e Abióticos) devem ser analisados, de preferência, no mesmo dia ou no máximo, na mesma semana quando não há alterações edafoclimáticas significativas em toda região de abrangência dos corpos hídricos, nos seus afluentes e nas bacias hidrográficas influentes.

A importância de uma análise conjunta, foco desta monografia, caracteriza uma ótima precisão e diagnóstico na avaliação de impactos hídricos, podendo ser diretrizes para extrapolação de resultados a jusante dos pontos analisados e sua aplicação metodológica em trabalhos de monitoramento ambiental, que estão sendo cada vez mais requisitados no Estado do Rio de Janeiro em função da chegada e instalação de diversos empreendimentos de grande e médio porte.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Impactos Ambientais

Conforme Resolução CONAMA 01/86, impacto ambiental é definido como "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V – a qualidade dos recursos ambientais".

A Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1.981, no seu artigo 3º, inciso I, meio ambiente é “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, obriga e rege a vida em todas as suas formas”. Sánchez, L.E. (2006), define impacto com “alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provada por ação humana”.

Segundo Bolea (1984), define-se impacto ambiental como uma alteração, favorável ou desfavorável, no meio ambiente ou em algum de seus componentes, produzida por uma determinada ação ou atividade. Os impactos ambientais podem ser diretos ou indiretos; podem manifestar-se a curto ou a longo prazo; ser de curta ou longa duração; reversíveis ou irreversíveis; de natureza cumulativa; sinérgicos. Devido a crescente expansão ocorrida em Seropédica, impulsionado pela instalação de empreendimentos comerciais e industriais, a urbanização ocorre sem um planejamento adequado para todos os padrões habitacionais.

O equilíbrio dos fatores bióticos e abióticos interagindo em um meio onde estão intimamente relacionados, proporcionam o correto funcionamento do ambiente. A interferência indevida, causada por ocupação e uso incorreto dos recursos naturais, desequilibra a participação dos fatores bióticos e altera a oferta dos fatores abióticos em quantidade e qualidade no ecossistema, resultando em mudanças drásticas nos mecanismos de equilíbrio natural - resistência, elasticidade e permanência ambiental (ODUM, 1988; OLIVEIRA, 1998; FARRELL et al., 2000).

De acordo com Filho e Abreu (2006) “Os setores de abastecimento de água e esgotamento sanitário têm feito parte da agenda política de países em desenvolvimento, interagindo com diversas políticas públicas de elevado alcance sociais tais como, saúde, meio ambiente e desenvolvimento urbano e desempenham importante papel tanto na conservação ambiental como no bem estar social”. Partindo da premissa que a infra-estrutura sanitária está

diretamente ligada aos problemas de poluição e/ou contaminação dos recursos hídricos e do solo, podemos ter noção do tamanho da importância que é a melhor gestão dos nossos recursos hídricos e a necessidade de políticas públicas eficazes.

Para Tucci et al. (2003), muitos dos problemas relacionados aos prejuízos na saúde humana decorrentes da degradação dos recursos hídricos poderiam ser solucionados se houvesse uma gerência mais integrada dos sistemas responsáveis pela saúde e pelos recursos hídricos.

2.2 Impactos na saúde

Historicamente quando o homem deixou de ser nômade, as comunidades se desenvolveram às margens dos rios, onde fixavam suas residências e utilizavam os mananciais para o abastecimento e posterior e inadequadamente, disposição de resíduos. Com o crescimento das cidades, a urbanização fez com que os mananciais, anteriormente utilizados com certa segurança para o abastecimento público, tornassem ambientes para o lançamento de dejetos originários dos processos domésticos e industriais. Em 1854, um surto de cólera em Londres, causou a morte de 10.000 pessoas, relacionando positivamente as doenças entéricas de origem bacteriológica com o consumo de água contaminada com esgotos (BATES, 2000).

Os esgotos sanitários gerados na bacia do Guandu pela população urbana têm lançamentos efetuados de maneira difusa, em virtude da baixíssima quantidade de rede coletora e de emissários de estações de tratamento, motivo pelo qual não se pode identificar com precisão os corpos receptores que recebem os efluentes das estações de tratamento de esgotos existente, independente de estarem ou não operando (ANA, SPR, 2007).

Com relação às doenças ditas urbanas, diretamente ligadas aos recursos hídricos, que desde a Antiguidade têm dizimado muitas populações, destaca-se a cólera – doença infecciosa intestinal aguda causada por *vibrio cholerae*, associada à contaminação por esgotos sanitários sem tratamento. Conforme discutido por Braga & Carvalho (2003), as epidemias de cólera dizimaram muitos países na Europa do século XIX e ainda continuam sendo um flagelo em várias cidades de países em desenvolvimento. Além disso, nesses mesmos locais destacam-se a leptospirose e a dengue, sendo um quadro bem presente em Seropédica.

Faz-se ainda mais urgente, em áreas metropolitanas, a integração de diferentes políticas das águas que envolvem abastecimento de água e proteção de mananciais, coleta e tratamento de esgotos, drenagem urbana e controle de inundações e, ainda, coleta e disposição final de resíduos sólidos. Pois são justamente esses problemas ou ameaças que tendem a se

agravar com a intensificação de eventos hidrológicos extremos oriundos da variabilidade e mudanças climáticas.

De acordo com Magalhães (1995), a rápida urbanização concentrou populações de baixo poder aquisitivo em periferias carentes de serviços essenciais de saneamento, contribuindo com a geração de poluição concentrada, sérios problemas de drenagem agravados pela inadequada disposição de lixo, assoreamento dos corpos de água e consequente diminuição da velocidade de escoamento das águas. Conforme discutido por Motta (1996), crescimento econômico e preservação ambiental frequentemente possuem objetivos antagônicos. Há evidências suficientes para comprovar que a industrialização, a expansão da fronteira agrícola e a urbanização criam pressões significativas na base natural de uma economia, por causa da utilização acelerada de recursos naturais exauríveis nos processos produtivos e da geração de poluição, que degrada a qualidade ambiental dos ecossistemas naturais e afeta a saúde das populações.

Os agentes químicos resultantes de atividades industriais, da exploração mineral e/ou da produção agrícola, quando imprópriamente manuseados e depositados, atingem a saúde humana e a ambiental. A exposição humana (ocupacional ou não-ocupacional) a tais agentes químicos tem proporcionado efeitos diversos na saúde das populações (Kato et al., 2007), os quais compreendem desde dor de cabeça, náusea, irritação na pele e nos pulmões até sérias reduções das funções neurológicas e hepáticas.

Dados da Funasa mostram que em 2000 aproximadamente 4.200 casos de leptospirose foram notificados no território brasileiro, dos quais 26% na região Sudeste, a mais urbanizada (Funasa, 2002).

Todos esses fatores contribuem para o déficit de água, produto de modificações ambientais cujos processos estão acelerados, atingindo a população humana não somente pela sede, principal consequência da escassez de água, mas também por doenças e queda de produção de alimentos, o que gera tensões sociais e políticas que, por sua vez, podem acarretar conflitos (Wrege, 2000).

2.3 Monitoramento e parâmetros ambientais

Os índices de qualidade das águas são úteis quando existe a necessidade de sintetizar a informação sobre vários parâmetros físico-químicos, visando informar o público leigo e orientar as ações de gestão para qualidade da água. Entre as vantagens do uso de índices,

destaca-se a facilidade de comunicação com o público não técnico e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número (CETESB, 2004).

Outras metodologias para avaliar e monitorar, especialmente, os efeitos de atividades antrópicas sobre a água de ambientes naturais são o emprego de índices de qualidade de água – IQA. Embora o IQA tenha sido elaborado para condições regionais do hemisfério norte, no Brasil ele tem sido aplicado como índice geral de qualidade das águas em corpos de água (CARVALHO, 2000). Estes índices se baseiam principalmente em fatores limnológicos e físico-químicos (CARVALHO, 2000). No entanto o índice é limitado, pois a seleção das variáveis é subjetiva, dificultando variações (CARVALHO, 2000).

Índices biológicos devem ser sensíveis a uma gama de impactos biológicos, não apenas indicadores estreitos, uma vez que os atributos biológicos escolhidos como medidas devem ser capazes de discriminar os impactos causados pelo homem daquelas alterações de origem natural (temperatura, velocidade de corrente) (KARR & CHU, 1997). Além dessas, muitas outras variáveis, incluindo condutividade, concentração de oxigênio dissolvido, tipo de substrato, regime hidrológico, profundidade e concentração de compostos nitrogenados da água são responsáveis por influenciar a distribuição e a abundância de invertebrados (ROSENBERG, 1998; WRIGHT et al., 2000; GOULART & CALLISTO, 2003; MACKIE, 2004).

Esses índices integram indicadores de condições biológicas em muitos níveis de organização biológica, buscando refletir respostas específicas e previsíveis de organismos às atividades humanas. Nesse sentido, dois autores (GERNES & HELGEN, 2002), nos EUA, desenvolveram uma pontuação para avaliar o gradiente de distúrbio ambiental causado pelo homem (HDS – Human Disturbance Score), correlacionando índices biológicos com concentrações de fósforo, cloretos e alguns metais.

O grupo do AUSRIVAS (STARK, 1998; SMITH et al., 1999) desenvolveu protocolos de observação de condições físicas de rios e riachos e de coletas de macroinvertebrados, cujos resultados são lançados em um software (LUCIDA SOFTWARE) que desenha os modelos das condições esperadas de rios não impactados, contra as quais os resultados efetivos de campanhas de coleta realizadas podem ser comparados, chegando-se a uma avaliação da qualidade da água.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece critérios de classificação e uso da água sendo elas;

Para a classe especial ficou estabelecido; I abastecimento para consumo humano, com desinfecção; II preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; III preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Os padrões da classe 1 relacionam-se aos seguintes usos; I - abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; II - proteção das comunidades aquáticas; III - recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), segundo CONAMA 274/00; IV - irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; V - proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Os usos para classe 2 são; I - abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; II - proteção das comunidades aquáticas; III - recreação de contato primário, segundo CONAMA 274/00 (Balneabilidade); IV - irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, parques e jardins; V - aquicultura e pesca.

Para a classe 3 podemos enquadrar seus usos em; I - abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; II - irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; III - pesca amadora; IV - recreação de contato secundário; V - dessedentação de animais.

Para a classe 4, estabeleceu-se dois usos sendo eles; I navegação; II harmonia paisagística. Quanto maior o número da classe, menos nobres são os usos destinados para a água, e conseqüentemente os padrões ambientais de qualidade da água serão menos exigentes.

São os parâmetros de grande importância para este estudo:

✓ **Alcalinidade:** Define-se alcalinidade de uma água como a sua capacidade de neutralizar ácidos (SOUSA, 2001). A alcalinidade das águas naturais é devida, principalmente, a sais de ácidos fracos, embora possam contribuir também bases fracas e fortes. Embora muitas substâncias possam contribuir para a alcalinidade de uma água, a maior parte desta característica nas águas naturais é devida aos hidróxidos (OH^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e bicarbonatos (HCO_3^-). A distribuição das três espécies na água é função do PH, e de todas estas substâncias, as que aparecem em maior quantidade nas águas naturais são os bicarbonatos, que se formam em virtude da passagem de águas contendo anidrido carbônico (águas ácidas) pelos calcários (SOUSA, 2001).

✓ **Amônia tóxica (NH₃):** As concentrações de amônia total na água quando variam de 0,4 a 1 mg/l, estão dentro do limite aceitável. A concentração tolerável da amônia-NH₄ para os organismos aquáticos não deve ultrapassar 0,5 mg NH₄/l e da amônia-NH₃, nunca superior a 0,6 mg NH₃/l. Neste contexto, num prazo de 24 horas, uma concentração de 0,4 mg/l de NH₃, em pH neutro e a 30°C de temperatura, é suficiente para iniciar a morte de peixes medianamente sensíveis (Moreira, 1998). Segundo Lawrence (1957) quando a concentração está abaixo do limite de 0,2 mg/l, ocasiona, por exemplo, uma elevação do pH sanguíneo dos organismos presentes e problemas respiratórios.

✓ **Cloro residual total:** O cloro além de ser um desinfetante é também um agente oxidante. Ele reage com ferro, manganês, nitritos, sulfetos e com a matéria orgânica. Portanto, parte do cloro é consumida em reações oxidantes e outra parte permanece no efluente. Esta parcela não utilizada é chamada de cloro livre residual e é representada pelo ácido hipocloroso e pelo íon hipoclorito. Caso exista amônia no efluente o cloro pode reagir com esta formando as cloraminas, constituindo o cloro residual combinado (BORGES, 2003)

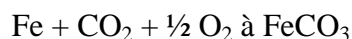
A reação de formação dos THMs se inicia quando há o contato entre os reagentes (cloro e precursores) e pode continuar ocorrendo por muito tempo (na rede de distribuição e reservatórios), enquanto houver reagente disponível principalmente o cloro livre. (Meyer, 1994).

✓ **Condutividade elétrica:** A condutividade elétrica se refere à capacidade que uma solução aquosa possui em conduzir corrente elétrica. Esta capacidade depende basicamente da presença de íons, da concentração total, mobilidade, valência, concentrações relativas e medidas de temperatura. Soluções da maior parte dos ácidos, bases e sais inorgânicos são relativamente boas condutoras. Já as moléculas de compostos orgânicos que não dissociam em solução aquosa, em sua maioria, conduzem pouca corrente elétrica. A condutividade é medida por condutivímetro e é expressa em $\mu\text{S cm}^{-1}$ ou mS cm^{-1} (Parron, 2011). A condutibilidade elétrica é uma ferramenta que define indiretamente, a concentração de esgoto doméstico despejado em cursos hídricos, considerando que são altamente ricos em sais solúveis.

✓ **Dureza (K.H):** A dureza (em geral expressa em mg/L de carbonato de cálcio CaCO₃) de uma água é devida à presença de cátions metálicos bivalentes principalmente cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺), (SOUSA, 2001). Uma água dura é, portanto, aquela que contém grande

quantidade de cálcio e magnésio. No entanto, é habitual distinguir-se entre dureza temporária (ou carbonatada) e dureza permanente (ou não-carbonatada). A primeira é devido ao cálcio e ao magnésio que se encontram ligados aos bicarbonatos, e que são eliminados quando a água é fervida. A dureza permanente é devida ao cálcio e ao magnésio que se encontram associados aos sulfatos, cloretos, nitratos, que não são eliminados quando a água é fervida (SOUSA, 2001).

✓ **Ferro:** O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água, conforme a reação:



O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente é encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Também poderá ser importante a contribuição devida à efluentes industriais, pois muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças antes de seu uso, processo conhecido por decapagem, que normalmente é procedida através da passagem da peça em banho ácido. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água (CETESB, 2013).

✓ **Gás carbônico:** Segundo Macedo (2007), o gás carbônico (CO_2) é altamente solúvel em água, podendo ser encontrado, no meio aquático, sob três formas: CO_2 livre e HCO_3^- (íon bicarbonato), em valores de pH entre 4,5 a 8,3, e CO_3^{2-} (íon carbonato), em valores de pH superiores a 8,3.

Esse mesmo autor cita que na água pura, cujos gases em solução estão em equilíbrio com os gases da atmosfera, apresenta pH de 5,7. À medida que o pH diminui, aumenta a concentração de CO_2 , que é tóxico aos peixes, e diminui a de CO_3^{2-} no meio. O gás carbônico (CO_2) é altamente solúvel em água, podendo vir a causar a sua acidificação.

✓ **Nitrito:** O nitrito é uma substância química derivada do nitrogênio encontrada de forma natural na água e no solo em baixas concentrações (FOSTER e HIRATA, 1998). A

deposição de matéria orgânica no solo, como acontece quando se utilizam fossas e sumidouros, aumenta drasticamente a quantidade de nitrogênio. Esse nitrogênio é biotransformado, e sua final é o íon nitrato, que possui grande mobilidade no solo por ser extremamente solúvel em água, alcançando o manacial subterrâneo e aí se depositando (BARBOSA, 2005). Por possuir essas características, o nitrato se torna um ótimo indicativo para avaliar se um dado manacial (subterrâneo e/ou superficial) está contaminado pela atividade antrópica.

✓ **Oxigênio dissolvido:** O oxigênio dissolvido (OD) é um componente essencial para o metabolismo dos microrganismos aeróbicos presentes em águas naturais, sendo indispensável para os seres vivos, especialmente os peixes, os quais geralmente não resistem a concentrações de OD na água inferiores a 4,0 mg L⁻¹ (KEGLEY; ANDREWS, 1998). Um decréscimo no OD da água superficial pode ocorrer quando a temperatura das águas se eleva ou quando ocorre eutrofização do corpo hídrico (CLESCERI et al, 1999).

✓ **Potencial hidrogeniônico:** O termo pH (potencial hidrogeniônico) é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez (pH<7,0), neutralidade (pH=7,0) ou alcalinidade (pH>7,0) de uma solução aquosa. É uma das ferramentas mais importantes e frequentes utilizadas na análise da água. A influência direta do pH nos ecossistemas aquáticos é exercida por seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. O efeito indireto também ocorre, pois determinadas condições de pH podem contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados (PIVELI; KATO, 2005). As águas naturais, frequentemente, possuem pH na faixa de 4 a 9, e a maioria é ligeiramente básica, devido à presença de bicarbonatos e carbonatos dos metais alcalinos e alcalinos terrosos (CLESCERI et al, 1999).

✓ **Temperatura:** Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. (ODUM, 1988).

A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente podem ser provocada por despejos de indústrias e usinas termoeletricas. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. (CETESB, 2004).

2.4 Metais pesados

No ambiente aquático, o compartimento considerado mais significativo na concentração de metais é representado pelos sedimentos (AXTMANN & LUOMA 1991) e, por esse motivo, são muito utilizados como material de amostragem, tanto em pesquisa de prospecção mineral como em estudos ambientais. Ao refletirem a qualidade do sistema e o desenvolvimento histórico de parâmetros hidrológicos e químicos (SALOMONS & FÖRSTNER 1984) são particularmente úteis na identificação, no monitoramento e no controle de fontes de poluição.

Com relação às fontes antrópicas, vários estudos têm registrado elevada concentração de metais nos sedimentos dos rios, causada por fontes industriais (RAMAMOORTHY & RUST 1978, RULE 1986, SINGH et al. 1997, entre outros). Além dessas, os esgotos domésticos são importantes fontes de metais (RUBIN 1976, NTEKIM et al. 1993).

São os parâmetros de grande importância para este estudo:

✓ **Cádmio:** O cádmio é um metal encontrado na natureza associado a sulfetos de minérios de zinco, cobre e chumbo. O metal cádmio é utilizado principalmente como anticorrosivo em aço galvanizado; o sulfeto de cádmio e selenito como pigmentos em plásticos e os compostos de cádmio na fabricação de pilhas e baterias recarregáveis de níquel-cádmio, em componentes eletrônicos e reatores nucleares. (CETESB, 2013)

✓ **Chumbo:** A contaminação da água ocorre principalmente por efluentes industriais, sobretudo de siderúrgicas. O Pb pode estar presente na água de torneira como resultado de sua dissolução a partir de fontes naturais, principalmente por tubulações, soldas, acessórios e conexões contendo chumbo. A quantidade de Pb dissolvido a partir de encanamentos depende de vários fatores, como presença de cloro e oxigênio dissolvido, pH, temperatura, dureza da água, tempo de permanência da água na tubulação. (CETESB, 2013)

As principais vias de exposição da população geral ao chumbo são oral e inalatória. Mais de 80% do chumbo que ingressa diariamente no organismo é oriundo da ingestão de alimentos, sujeiras e poeiras contendo o metal, sendo que o chumbo pode afetar quase todos os órgãos, sendo o sistema nervoso central mais sensível, tanto em crianças quanto em adultos. (AZEVEDO, 2003)

✓ **Cobre:** Para os peixes, muito mais que para o homem, as doses elevadas de cobre são extremamente nocivas. Assim, trutas, carpas, bagres, peixes vermelhos de aquários ornamentais e outros, morrem em dosagens de 0,5 mg/L. Os peixes morrem pela coagulação do muco das brânquias e consequente asfixia (ação oligodinâmica). Os microrganismos perecem em concentrações superiores a 1,0 mg/L. O Cobre aplicado em sua forma de sulfato de cobre, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, em dosagens de 0,5 mg/L é um poderoso algicida. (AZEVEDO, 2003)

As fontes de cobre para o meio ambiente incluem corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos e efluentes, e precipitação atmosférica de fontes industriais (CETESB, 2013).

✓ **Cromo:** As concentrações de cromo em água doce são muito baixas, normalmente inferiores a 1 $\mu\text{g/L}$. É comumente utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel, fotografia. Na forma trivalente o cromo é essencial ao metabolismo humano e, sua carência, causa doenças. Na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno. Os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente. (AZEVEDO, 2003).

✓ **Manganês:** O manganês é um metal traço essencial, embora a exposição humana a níveis elevados possa causar problemas graves. A concentração de manganês menor que 0,05 mg/L geralmente é aceitável em mananciais, devido ao fato de não ocorrerem, nesta faixa de concentração, manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água. (AZEVEDO, 2003).

Essa combinação de sintomas é uma doença chamada manganismo. Os sintomas podem ser reduzidos por tratamento médico, mas devido aos níveis elevados de manganês que se acumula no cérebro, qualquer lesão nesse órgão é frequentemente permanente (GREENPEACE, 2000)

✓ **Níquel:** O níquel atinge a hidrosfera por remoção a partir da atmosfera (deposição seca e úmida), erosão de solos e rochas, lixo municipal e efluentes industriais. Nos rios, o níquel é transportado como partículas precipitadas com material orgânico; nos lagos, a forma iônica é predominante, associada com material orgânico. O metal pode ser depositado nos

sedimentos por processo de precipitação, complexação, adsorção em argila e agregado à biota. O níquel não é acumulado por organismos aquáticos em quantidades significativas. (CETESB, 2013).

✓ **Potássio:** Potássio é usualmente encontrado na forma iônica e os sais são altamente solúveis. Ele é pronto para ser incorporado em estruturas minerais e acumulado pela biota aquática pois é um elemento nutricional essencial. Concentrações em águas naturais são usualmente menores que 10 mg/L. Concentrações elevadas, da ordem de grandeza de 100 e 25.000 mg/L, podem indicar a ocorrência de fontes quentes e salmouras, respectivamente. (CETESB, 2013)

✓ **Sódio:** O sódio encontra-se na forma iônica (Na^+), e na matéria das plantas e animais, já que é um elemento essencial para os organismos vivos. Aumento dos níveis na superfície da água podem provir de esgotos, efluentes industriais e uso de sais em rodovias para controlar neve e gelo. A última fonte citada também contribui para aumentar os níveis de sódio nas águas subterrâneas. Nas áreas litorâneas a intrusão de águas marinhas pode também resultar em níveis mais altos. (CETESB, 2013)

✓ **Zinco:** O zinco é também bastante utilizado em galvanoplastias na forma metálica e de sais tais como cloreto, sulfato, cianeto, etc. A presença de zinco é comum nas águas naturais, excedendo em um levantamento efetuado nos EUA a 20 mg/L em 95 dos 135 mananciais pesquisados. O zinco é um elemento essencial para o crescimento, porém, em concentrações acima de 5,0 mg/L, confere sabor à água e uma certa opalescência a águas alcalinas. Os efeitos tóxicos do zinco sobre os peixes são muito conhecidos, assim como sobre as algas. A ação desse íon metálico sobre o sistema respiratório dos peixes é semelhante à do níquel, anteriormente citada. (CETESB, 2013)

2.5 Compostos orgânicos

Embora a composição orgânica dos sedimentos esteja sujeita a alterações diagenéticas devido à ação de microrganismos, muitos autores utilizam os compostos orgânicos isolados de sedimentos (denominados de biomarcadores geoquímicos) para estudar, por exemplo, a eutrofização de um ambiente, contaminações por derivados de petróleo e/ou efluentes

domésticos (Oldenburg et al., 2000; Pinturier-Geiss et al., 2002; Muri et al., 2004; Mater et al., 2004).

São os parâmetros fundamentais para este estudo:

✓ **Carbono orgânico:** Os elevados teores de carbono orgânico, podem expressar alterações biológicas nos rios e lagos. Desta forma, uma alteração significativa deste parâmetro constitui-se em indicativo de novas fontes poluidoras e balizador das análises a serem realizadas, tais como, cor verdadeira, fósforo total e etc (LIBÂNIO et AL., 2000).

Embora a Portaria 36/90 não faça menção ao COT, o uso extensivo dos compostos de cloro como desinfetantes passou a conferir maior importância a esse parâmetro, pois sua reação com a matéria orgânica resulta na formação dos trihalometanos.

✓ **Fósforo total:** O fósforo, assim como o nitrogênio, também pode atuar como fator limitante na produção primária dos ecossistemas aquáticos, podendo conduzir à eutrofização, a qual pode ocasionar modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio, levando a perdas em sua produtividade e biodiversidade (LAMPARELLI, 2004).

Em baixas concentrações do nutriente limitante o crescimento populacional é baixo e, quando ocorre à elevação da concentração do nutriente limitante o crescimento populacional também aumenta (RIBEIRO, 2007). É o principal responsável pela eutrofização artificial. A liberação de fosfato na coluna d'água ocorre mais facilmente em baixas quantidades de oxigênio. O fosfato é indispensável para o crescimento de algas, pois faz parte da composição dos compostos celulares. O zooplâncton e os peixes excretam fezes ricas em fosfato. Seu aumento na coluna d'água aumenta a floração de algas e fitoplâncton.(AMBROZINI, 2003).

2.6 Índices biológicos

A história do monitoramento ambiental tem início com Aristóteles, que colocou peixes de água doce em água salgada, para observar suas reações. Os primeiros experimentos sobre toxicidade foram publicados em 1816, e relataram que diversas espécies de moluscos de água doce, colocadas em soluções salinas a 2%, sobreviveram por mais tempo do que aquelas em contato com soluções salinas a 4% (ROSENBERG, 1998). Estudos sobre a sobrevivência de invertebrados de água doce expostos a metais e a compostos orgânicos apareceram em meados de 1890 (ROSENBERG, 1998). A utilização da estrutura das comunidades de

organismos de água doce para biomonitoramento data do início de 1900, a partir do trabalho pioneiro de dois cientistas alemães, R. Kolkwitz e M. Marsson, que escreveram sobre saprobidade (grau de poluição), levando ao desenvolvimento do conceito de organismos indicadores, hoje amplamente representado por macroinvertebrados (ROSENBERG, 1998; GOULART & CALLISTO, 2003). Sistemas de monitoramento baseados em organismos indicadores buscam detectar, avaliar e comunicar a condição de sistemas biológicos, a partir dos impactos antrópicos, e as conseqüências da poluição àqueles sistemas, identificando riscos ecológicos para os ecossistemas e para a própria saúde humana (KARR & CHU, 1997).

Índices biológicos devem ser sensíveis a uma gama de impactos biológicos, não apenas indicadores estreitos, uma vez que os atributos biológicos escolhidos como medidas devem ser capazes de discriminar os impactos causados pelo homem daquelas alterações de origem natural (temperatura, velocidade de corrente (KARR & CHU, 1997). Além dessas, muitas outras variáveis, incluindo condutividade, oxigênio dissolvido, tipo de substrato, regime hidrológico, profundidade e temperatura da água são responsáveis por influenciar a distribuição e a abundância de invertebrados (ROSENBERG, 1998; WRIGHT et al., 2000; GOULART & CALLISTO, 2003; MACKIE, 2004), e os índices biológicos devem buscar representar tais condições.

2.6.1 Biological monitoring working party (BMWP)

O índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) foi criado pelo Departamento do Ambiente Britânico, em 1976, para recomendar um sistema de classificação biológico a ser utilizado nacionalmente em monitoramento de poluição em rios. Um dos termos iniciais de referência era considerar relações eventualmente existentes entre classificações químicas e biológicas, o que acabou não ocorrendo (WALLEY & HAWKES, 1996). O primeiro relatório do grupo de trabalho recomendava o desenvolvimento de um sistema de pontuação baseado em macroinvertebrados bentônicos. Após utilização pelas companhias de saneamento, alguns procedimentos foram sugeridos: reduzir o nível de identificação taxonômica requerido, retirar as medidas de abundância da fauna, reduzir os níveis de habitat para apenas um, aceitar métodos de coleta não padronizados e aceitar pontuação por famílias a partir de suas espécies mais tolerantes à poluição, atribuindo a elas pontuação de 1 a 10 (WALLEY & HAWKES, 1996).

No BMWP, grupos de macroinvertebrados intolerantes à poluição apresentam pontuações elevadas, enquanto grupos tolerantes apresentam pontuações baixas. O valor de

BMWP de uma determinada estação é obtido pela soma total das pontuações individuais de cada uma das famílias presentes nesse local, indicando o grau de contaminação das águas (ALBATERCEDOR, 1996; CHAVES et al., 2000).

2.7 Fitossociologia na avaliação de impactos ambientais

Fitossociologia é o estudo das comunidades vegetais do ponto de vista florístico, ecológico, corológico e histórico (BRAUN-BLANQUET, 1979). MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974), mencionam que a Fitossociologia recebe diferentes denominações de acordo com as escolas dos diferentes autores: geobotânica sociológica, ciência da vegetação, sociologia de plantas, fitocenologia, fitogeocenologia, ecologia de comunidades vegetais, sinecologia vegetal, ou ecologia da vegetação.

A importância de algumas espécies de plantas está fortemente relacionada com a grande capacidade de clarificar (limpar) águas in naturas (brutas) que contenham impurezas, principalmente, as espécies da família das Moringaceae (Grassi, 2001). Existem cinco tipos de fitorremediação baseados em processos fisiológicos das plantas: fitoestabilização, fitovolatilização, fitodegradação, fitoestimulação e fitoextração (PILON-SMITS, 2005).

A fitoestabilização consiste no uso de plantas com o propósito de estabilizar os poluentes no solo, prevenindo perdas por erosão ou lixiviação. Para isso, processos como a precipitação do poluente na rizosfera por meio de humificação ou ligações covalentes irreversíveis são realizados promovendo a conversão do poluente para forma menos biodisponível. Também é possível a liberação de O₂ e demais compostos, imobilizando metais na região da rizosfera (PILON-SMITS, 2005).

Estudos demonstraram que a associação de plantas e microrganismos, como fungos micorrizas pode ter significativo efeito na absorção de urânio pelas plantas (RUFYIKIRI, THIRY e DECLERCK, 2003; RUFYIKIRI et al., 2002). Micorrizas podem proteger o crescimento das plantas em solos com acúmulo de metais, aumentando a retenção dos metais nas raízes das plantas e reduzindo sua distribuição à parte aérea. Além disso, há a possibilidade de ligações entre micélios de fungos e metais pesados, como zinco e cádmio (JONER, BRIONES e LEYVAL, 2000). Portanto, micorrizas podem ser utilizadas na fitoestabilização de metais nos solos, promovendo a restauração ecológica de locais poluídos por metais pesados.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos gerais

Realizar a avaliação dos impactos ambientais em seis corpos hídricos no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar e comparar, utilizando índices bióticos, as modificações existentes na estrutura das comunidades bentônicas em seis áreas no campus da UFRRJ.
- Relacionar diferenças, observadas pelas análises de metais pesados, físico-químicas e outros parâmetros analíticos, correlacionando seus efeitos.
- Caracterizar a comunidade vegetal marginal na avaliação integrada de impacto ambiental, dentro de uma matriz de análise fitossociológica.
- Avaliação comparativa dos métodos analíticos e biológicos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

A área de estudo (figura 1) compreendeu seis pontos localizados no município de Seropédica, campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sendo três ambientes lênticos (Lagos) e três lóticos (Córregos). O primeiro dos pontos está na localidade próximo ao instituto de florestas, ao lado do viveiro (Córrego Açú). O segundo ponto localiza-se no lago Açú. O terceiro dos pontos está localizado no lago do IB, com proximidade ao Instituto de Biologia. O quarto ponto localiza-se no córrego que passa ao lado do Instituto de Ciências Humanas e Sociais (ICHS). O quinto ponto corresponde ao lago próximo ao Instituto de Tecnologia, em campo de pasto aberto. As informações pertinentes aos pontos de análises são escassas, sendo o córrego Açú, o lago Açú, o lago do IB e o córrego do ICHS marcados por alterações e outras obras de engenharia na construção e funcionamento da UFRRJ ao longo dos anos.

As precipitações pluviométricas que atingem a região relacionam-se a diversos processos atmosféricos e apresentam média de 1.500 mm/ano, com as chuvas concentradas entre dezembro e março, e os períodos mais secos, entre junho e setembro, afetando sazonalmente, o volume e a vazão desses ambientes aquáticos.

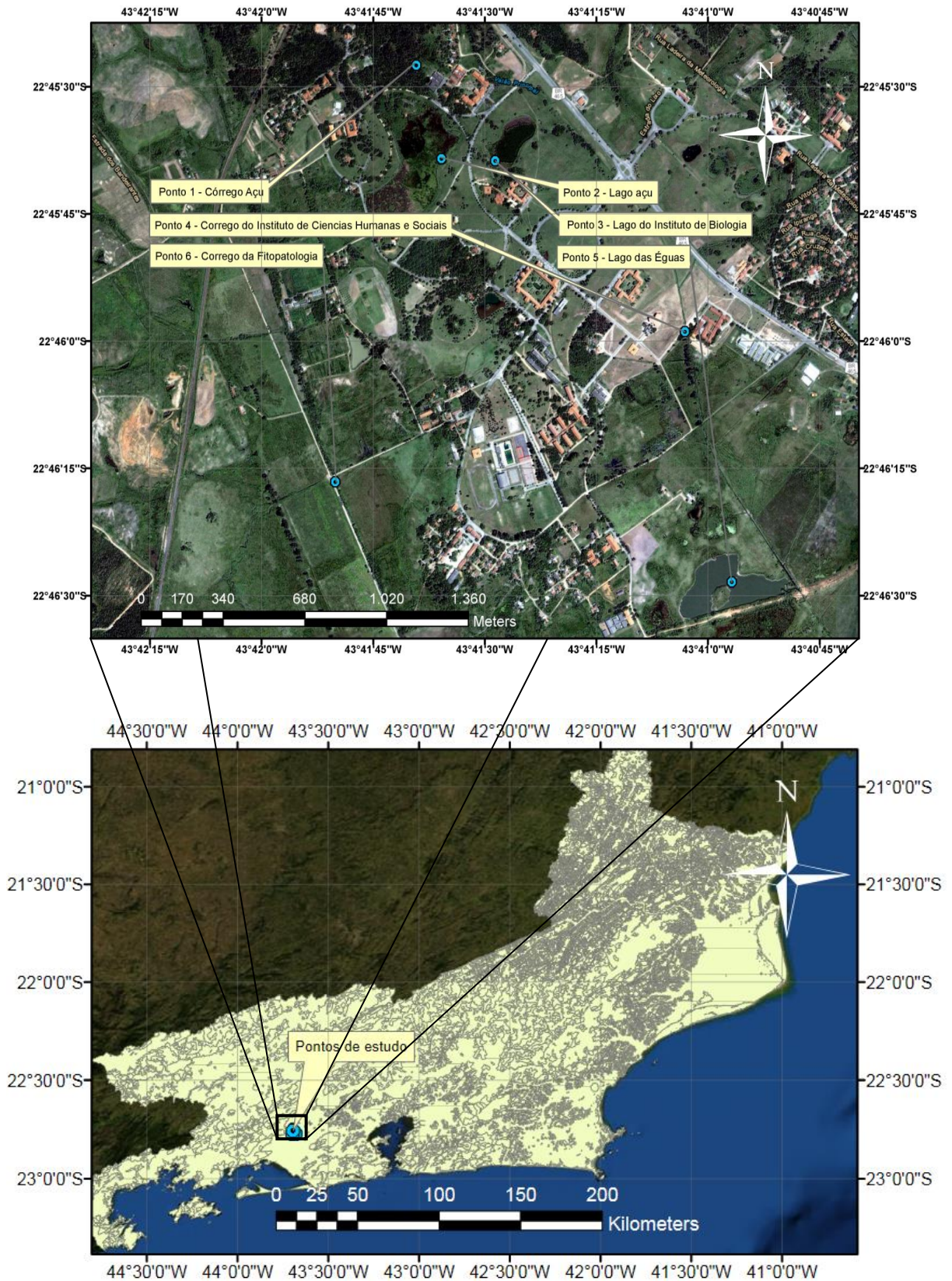


Figura 1. Mapa de localização dos seis pontos de amostragem no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ.

Atualmente, os pontos um, quatro e seis são os que estão em contato direto com a zona urbana do município, recebendo influência direta da ocupação urbana local através de seus afluentes.

O lago Açú e o córrego do ICBS fazem parte de um conjunto de obras de planejamento de construção da universidade no início da década de 50 (UFRRJ, 2014). As áreas correspondentes ao prédio do PQ' e do ICBS são úmidas, sendo realizadas na instalação desses prédios, uma intervenção para drenar o volume de água pelo córrego do ICBS, resultando em modificação e alteração da vazão em seu curso. O lago Açú, assim como o lago do IB são idealizações paisagísticas voltadas para o lazer da comunidade. Em 2007 foram finalizadas as obras de revitalização do lago Açú, que apresentava indícios claros de eutrofização em função do grande despejo de intensa carga orgânica provenientes da zona urbana do município, chegando até o lago pelo córrego Açú que na época, era um afluente do mesmo.

Marcado pela forte presença de pastagens e vegetação de capoeira, o Lago das Éguas não apresenta ocupações urbanas próximas. Este ambiente apresenta água com coloração escura. Antigos moradores relataram que antes do estabelecimento da UFRRJ em Seropédica, seu uso foi baseado em cultivo de arroz devido sua baixa profundidade.

Os pontos possuem em comum, elevados teores de areia nos sedimentos em terreno com características de suave ondulado e plano.

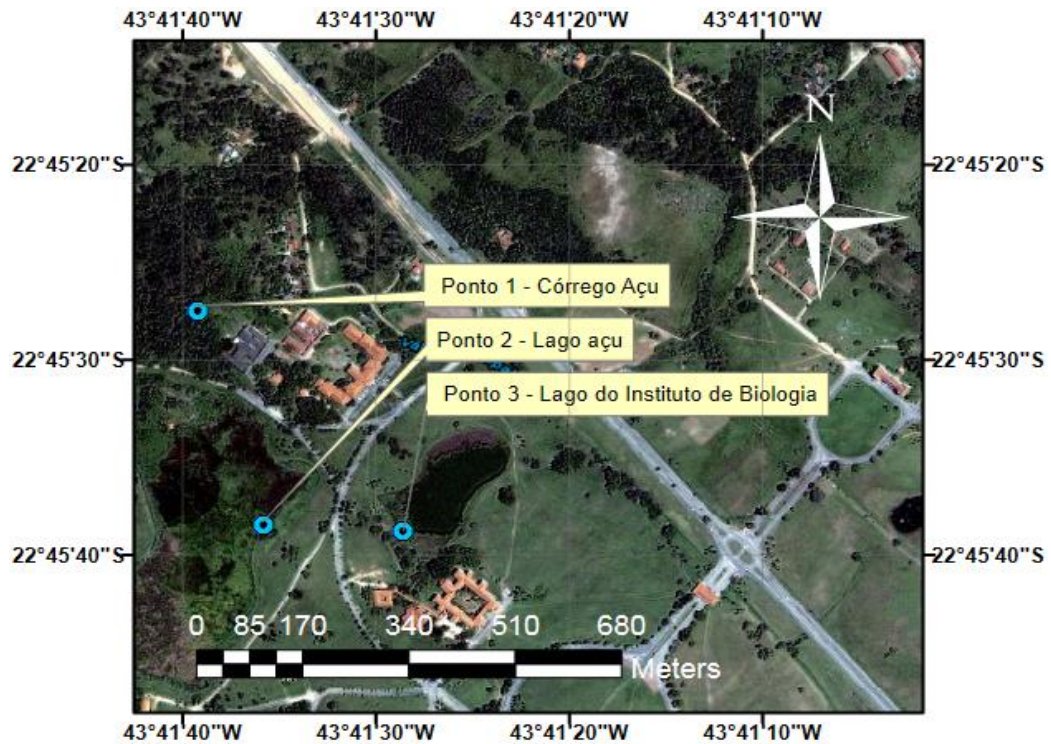


Figura 2. Pontos amostrais um, ($43^{\circ}41'39.222''\text{W}$ $22^{\circ}45'27.343''\text{S}$), dois ($43^{\circ}41'35.832''\text{W}$ $22^{\circ}45'38.621''\text{S}$) e três ($43^{\circ}41'28.688''\text{W}$ $22^{\circ}45'38.732''\text{S}$).



Figura 3. Pontos amostrais quatro, ($43^{\circ}41'3.139''\text{W}$ $22^{\circ}45'58.942''\text{S}$), cinco ($43^{\circ}40'56.842''\text{W}$ $22^{\circ}46'28.305''\text{S}$) e seis ($43^{\circ}41'50.12''\text{W}$ $22^{\circ}46'16.471''\text{S}$).

4.2 Florística e fitossociologia para avaliação de impactos e caracterização

Para o levantamento da florística da regeneração natural foi utilizada a classificação das formas de vida de RAUNKIAER (1905), aprimorada por CABRERA & WILLINK (1973) e o estudo de ENGEL et alii (1986). Com esse levantamento, buscaram-se avaliar os impactos correspondentes as áreas com uma relação direta com os lagos e córregos em análise no trabalho, isto é, através da composição da comunidade vegetal existente. A vegetação pode ser um indicador de uso e alterações resultante de atividades humanas e até mesmo, na qualidade da água dos corpos hídricos avaliados no trabalho.

Algumas espécies foram identificadas no campo e outras foram montadas em exsicatas para posterior identificação.

4.3 Metodologia de laboratório para análises físico – químicas de água e sedimentos

Na metodologia de análise e coleta deve-se considerar o tipo de amostragem, o número de coletas feitas por pontos e o cronograma da rotina laboratorial. Todo o material coletado foi encaminhado para leitura dos parâmetros, sendo conservados seguindo as metodologias ABNT NBR ISO/IEC. No presente trabalho, devido a dificuldades logísticas nas análises, as quatro coletas de água e de sedimentos foram homogeneizadas formando uma amostra de água e sedimentos por ponto considerando que as leituras eram feitas em número limitado de amostras. Outro fator, foi a preferência em fazer todas as coletas na primeira semana de Janeiro no dia 06/01/2014 (Segunda), com início às 10 horas da manhã e término as 15:30, com temperatura máxima de 32°C e mínima de 24°C, considerando que não houve registro de precipitação na região nos dias e anteriores, fato este, que poderia influenciar nos resultados finais da análise.

4.3.1 Análise da qualidade da água

As amostras de água foram coletadas no dia 06/01/2014 em quatro locais próximos aos pontos e homogeneizadas para análise na primeira semana de Janeiro de 2014, sendo todas acondicionadas em garrafas plásticas de água mineral e resfriadas a 2° C e encaminhadas para o Laboratório de Mapeamento Geotécnico e Desastres Naturais- UFRRJ e Laboratório Analítico de alimentos e Bebida - UFRRJ, onde foram analisadas seguindo as metodologias descritas na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros analisados e metodologias utilizadas, para análise da qualidade da água, segundo ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2005-Inmetro.

Parâmetro	Metodologia
Amônia	Destilação / MA-025-L2
Nitrito	MA-017-L2
Alcalinidade Total	2320B
Dureza KH	2320B
Ferro solúvel	MA-071-L2
O.D	Winkler modificado pela ázida de Na
CO2	Titulação com Hidróxido de Sódio
pH	PHMETRO
Cloro residual Total	Método colorimétrico
Temperatura	Termômetro
Condutibilidade elétrica	Condutivímetro
Turbidez	Método Nefelométrico
Fosfato	Espectrofotometria/Curva de Calibração
Fósforo Total	Espectrofotometria/Curva de Calibração
Sólidos Totais Dissolvidos	Método gravimétrico 2540B

Para análise dos parâmetros de qualidade da água, ter-se-á como base os limites estabelecidos para os diversos parâmetros de qualidade da água, definidos na resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, considerando o enquadramento classes de uso, como prevê a RESOLUÇÃO nº 357, de 17 de março de 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18 de março de 2005, páginas 58 – 63, para os cursos d'água que não possuem enquadramento (ANA,2006). Os parâmetros que não apresentam referências na RESOLUÇÃO CONAMA, serão avaliados em conjunto com as características ambientais locais, como possíveis indicadores de alterações físico-químicas da água.

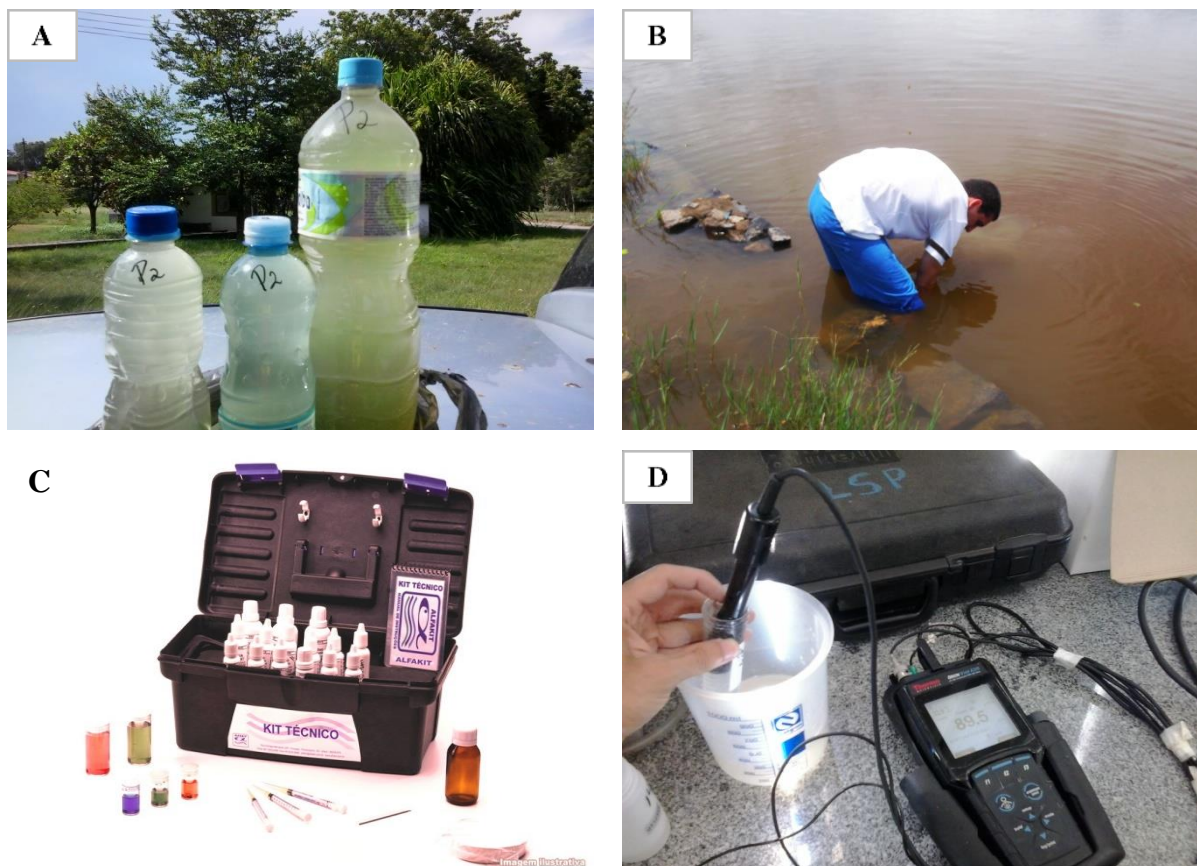


Figura 4. A- Garrafas de água mineral utilizadas para coleta. B- Coleta realizada no lago do Instituto de Biologia. C- Reagentes químicos para leitura de parâmetros da água. D- Condutivímetro.

4.3.2 Análise dos sedimentos

As amostras foram coletadas em quatro locais próximos aos pontos e homogeneizadas para análise na primeira semana de Janeiro de 2014, no dia 06/01/2014, sendo todas acondicionadas em potes plásticos de 1,5 L virgens, e encaminhadas para o Laboratório de Mapeamento Geotécnico e Desastres Naturais- UFRRJ para secagem e realização da digestão dos sedimentos, para posteriormente, serem encaminhados para o laboratório de absorção atômica no Instituto de agronomia, onde foram analisadas seguindo as metodologias descritas na tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros analisados e metodologias utilizadas para análise de sedimentos, segundo ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2005-Inmetro.

Parâmetro	Metodologia
Demanda Química de Oxigênio	Kiehl
Carbono Orgânico	MA-026-L2
Fósforo total	Colorimetria
Potássio	Complexometria
Sódio	Complexometria
Cádmio	MA-070-L2
Chumbo	MA-070-L2
Cobre	MA-070-L2
Zinco	MA-070-L2
Níquel	MA-070-L2
Ferro	MA-070-L2
Manganês	MA-070-L2
Cálcio	Walk-Black
Magnésio	Walk-Black

Para análise dos parâmetros físico-químicos dos sedimentos, foram mensurados todos os parâmetros que possuem relação direta com a eutrofização (fosforo, carbono orgânico total, demanda química de oxigênio), parâmetros que possuem relação direta com a deposição de insumos agrícolas e esgotamento sanitário (sódio e potássio), e depósito irregular de resíduos tóxicos altamente contaminantes (metais).

Para análise dos metais nos sedimentos, ter-se á como base os limites estabelecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. Os parâmetros que não apresentam referencia pela CETESB, foram avaliados em conjunto com as características ambientais locais, como possíveis indicadores de alterações físico-químicas nos sedimentos.



Figura 5. A- Coleta de sedimento as margens do córrego. B- Digestor para análise de metais. C- Potes plásticos de 1,5 litros. D- Espátula utilizada para coleta de sedimentos.

4.4 Índices biológicos – Macrofauna bentônica

Foram realizadas coletas de amostra de sedimentos no dia 06/01/2014 e materiais orgânicos, sendo coletadas quatro amostras por ponto, nos seis pontos analisados. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos com álcool a 70%, sendo transportado para o Laboratório de Mapeamento Geotécnico e Desastres Naturais- UFRRJ, onde foi triado, sobre peneira com malha de 150 mm e 200 mm. Os macroinvertebrados depois de triados e posteriormente fixados com álcool 70 %, foram identificados por famílias e enumerados com auxílio de literatura especializada no laboratório de zoologia agrícola da UFRRJ.

Na avaliação biológica, através da macrofauna bentônica, utilizou-se a pontuação (Tabela 3) designada às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para obtenção do BMWP (Biological Monitoring Work Party). (ALBA TERCEDOR, 1996). Adaptado pelo Autor.

Tabela 3. Índice de avaliação (BMWP) da macrofauna bentônica, divididos por classes de pontuação.

Grupos	Famílias	Pontuação
Ephemeroptero Plecopteros, Insetos aquáticos, Tricópteros	Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae	10
Crustáceos, Anisópteros	Astacidae, Lestidae, Agriidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae	8
Ephemeroptero, Plecopteros, Tricópteros	Caenidae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Coenagrionidae, Lampyridae	7
Gastrópodes, Tricópteros, Bivalves, Amphipodas e Anisópteros	Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Hydroptilidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae, Platycnemididae, Trichodactylidae, Atyidae	6
Moscas, Besouros, Tricópteros, Tipulídeos, Simulídeos, plameteelmintos	Hydrometridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae, Haliplidae Hygrobiiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Elmidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Planariidae, Dendrocoelida, Simullidae	5
Moscas, Megalópteros, Anelídeos	Baetidae, Sialidae, Piscicolidae, Belostomatidae, Ceratopogonidae	4
Caramujos, Cardídeos, Sanguessugas, Anopluros	Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Corixidae, Thaumaleidae, Culicidae, Ampullariidae, velidae, Mesoveliidae, Gerridae, Stratiomyidae	3
Quironomídeos	Chironomidae, Stratiomyidae	2
Oligoquetos	Oligochaeta (Todas as classes), Culicidae, Nematoda	1

Tabela 4. Classes de qualidade, significado dos valores do BMWP. (ALBA-TERCEDOR, 1996).

CLASSE	QUALIDADE	VALOR	SIGNIFICADO	COR
I	ÓTIMA	>150	Águas muito limpa ou ausência de impactos	LILÁS
II	BOA	101-120	Águas não contaminadas ou não alteradas de modo sensível	AZUL
III	ACEITÁVEL	61-100	São evidentes alguns efeitos de contaminação ou alteração	VERDE
IV	DUVIDOSA	36-60	Águas contaminadas	AMARELO
IV	CRÍTICA	16-35	Águas muito contaminadas	LARANJA
V	MUITO CRÍTICA	<15	Águas fortemente contaminadas	VERMELHO

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1.0 Caracterização da Área 1 – Córrego Açú.

A região apresenta relevo de baixada, levemente ondulado a plano, com uso urbano do solo, passando abruptamente para áreas de pequenos fragmentos florestais descaracterizados em relação a vegetações do tipo ciliar a margem do córrego. Sistemáticamente possui fortes indícios de recuperação ambiental, notando-se que parte significativa da vegetação natural em crescimento e de fácil adaptação em ambientes alagados, como por exemplo, o *Inga laurina* (Sw.) Willd. Foi evidenciada a presença de habitações bem próximas, estando algumas em áreas baixas de elevado risco de inundação, próximas a marcenaria do instituto de florestas. A margem do córrego é caracterizada por intensa produção de sedimentos coluvionares geralmente de pouca espessura, formados por sedimentos de mais acinzentadas, principalmente, pela presença de matéria orgânica em decomposição.

A composição dos sedimentos se dá principalmente por elevado teor areias finas, sendo menor o percentual de argilas e silte, constituídos geralmente por quartzo, feldspato, mica e fragmentos de rocha. Nota-se também, despejo de esgoto doméstico pelo odor característico, ao longo de seu curso que corta o município, calhas irregulares e material plástico em seu leito.

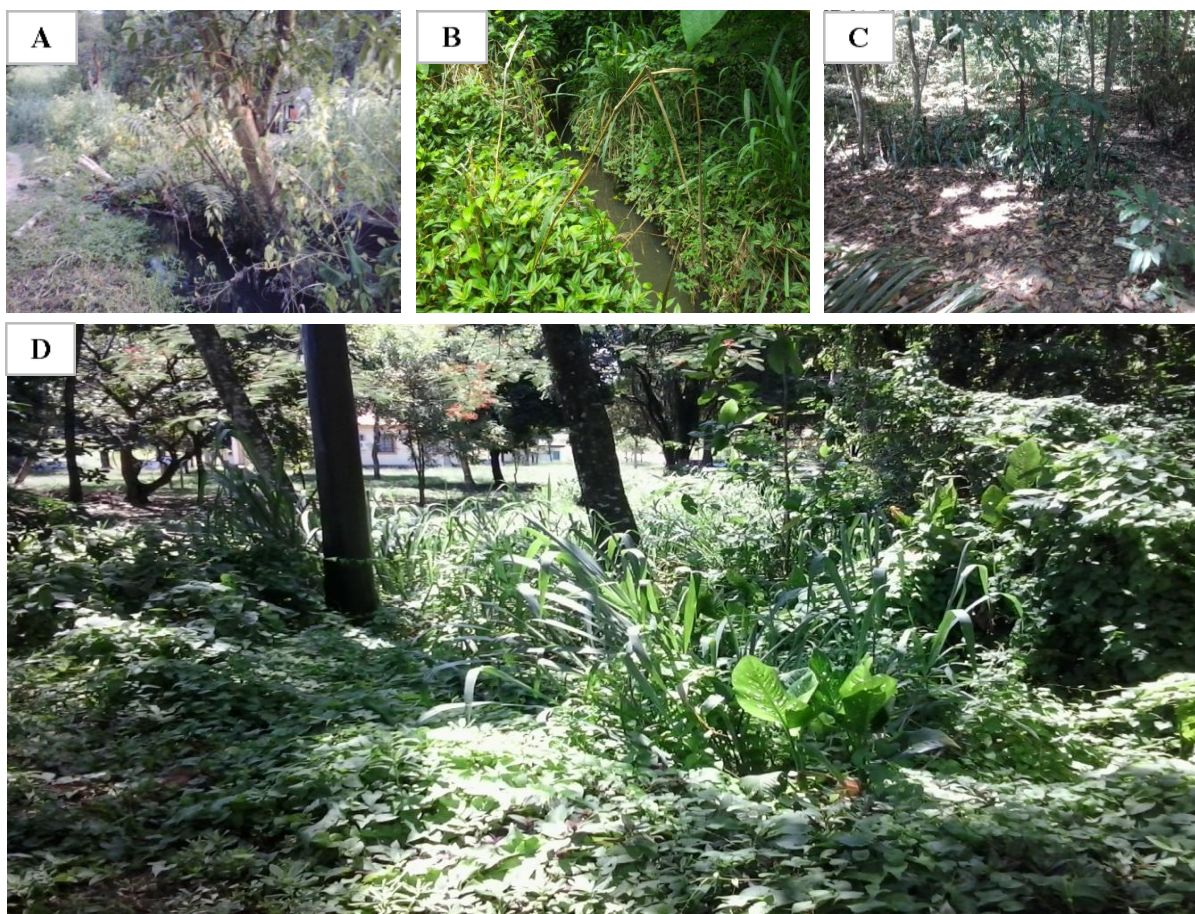


Figura 6. A- Presença de barreira física as margens do córrego. B- Presença marcante em alguns pontos da margem de *Dieffenbachia pictata*. C- *Sansevieria trifasciata* distribuídas ao longo do canal. D- Predominância intensa de espécies de herbáceas as margens laterais.

De acordo com informações levantadas, o córrego do instituto de florestas possui trechos impactados e em fase de regeneração. A floresta em trechos a montante e alguns metros a jusante a marcação do ponto (43°41'39.222"W 22°45'27.343"S) é caracterizada por floresta estacional semidecidual. Foi catalogada a presença marcante de espécies arbóreas destacando-se; *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum.) *Caesalpinia ferrea* (C.Mart.), *Syzygium cumini* (L.) Skeels), *Elaeis guineensis* (Jacq.), *Triplaris americana* (L.), *Guarea guidonia* (L.) Sleumer), *Inga laurina* (Sw.) Willd, *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake, *Delonix regia* (Boj. ex Hook.) Raf., *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum), *Genipa americana* (L.), *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake.



Figura 7. A- *Guarea guidonia* (L.) no interior da mata próximo ao do córrego. B- *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake e *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum). C- *Elaeis guineensis* (Jacq.) distribuídas em linha ao longo do canal. D- Regeneração de *Erythroxylum pulchrum* A.St.-Hill.

Há uma composição bem variada de herbáceas de regiões úmidas, favorecidas pelas espécies arbóreas, indicando um solo menos suscetível a erosão, adensamento e assoreamento. Dentre elas, podemos citar; *Dieffenbachia picta* (Schott), *Cyperus rotundus* L., *Sidastrum micranthum* (A. St.-Hil.) Fryxell, *Richardia brasiliensis* (Gomes), *Phyllanthus niruri* L., *Portulaca oleracea* L., *Sida rubifolia* A. St.-Hil., *Piper aduncum* L., *Emilia fosbergii* (Nicolson), *Tradescantia zebrina* (Rose) D. Hunt, *Sansevieria trifasciata* (Prain), *Petiveria alliacea* L.

A regeneração da área foi indicada pela presença abundante das espécies; *Pterogyne nitens* Tul., *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, *Galesia integrifolia* (Spreng.). (Anexo 2, Pág 63).

Verificou-se a presença de quatro estratos pela classificação de RAUNKIAER (1905) adaptada por CABRERA & WILLINK(1973), sendo, Mesofanerófitas (Superiores e Inferiores), Microfanerófitas, Nanofanerófitas e herbáceo em maior densidade.

5.1.1 Caracterização da Área 2 – Lago Açú.

A área apresenta relevo levemente ondulado a plano, com uso recreativo e paisagístico da comunidade, com predominância total de gramíneas e ausência completa de vegetação ciliar ao longo da margem do lago. Constitui-se de um ambiente planejado e específico para as finalidades recreativas. Existiam propostas de povoamento arbóreo de suas margens encaminhadas para o Conselho Universitário da Universidade Rural (CONSUR), mas devido ao receio de tornar a área perigosa, a proposta de plantio não se concretizou. A forte presença de gramíneas, que dificulta o contato direto das sementes com o solo, fato este sugere que as poucas espécies arbóreas presentes, foram conduzidas por plantios pré-determinados.

A deposição gravitacional ou vertical descendentes de sedimentos é caracterizada pelos elevados teores de areias finas, sendo menor o percentual de argilas e silte, constituídos geralmente por quartzo, feldspato e outras variedades de silicatos. Segundo Pereira (2011), esta área é formada por solos aluvionares, argilosos, cinza claro, com cota de aproximadamente 18m. O relevo é bem suave, quase plano, com nível d'água de baixa profundidade.

As águas do lago apresentam coloração bem esverdeada, devida a abundante presença de fitoplânctons.

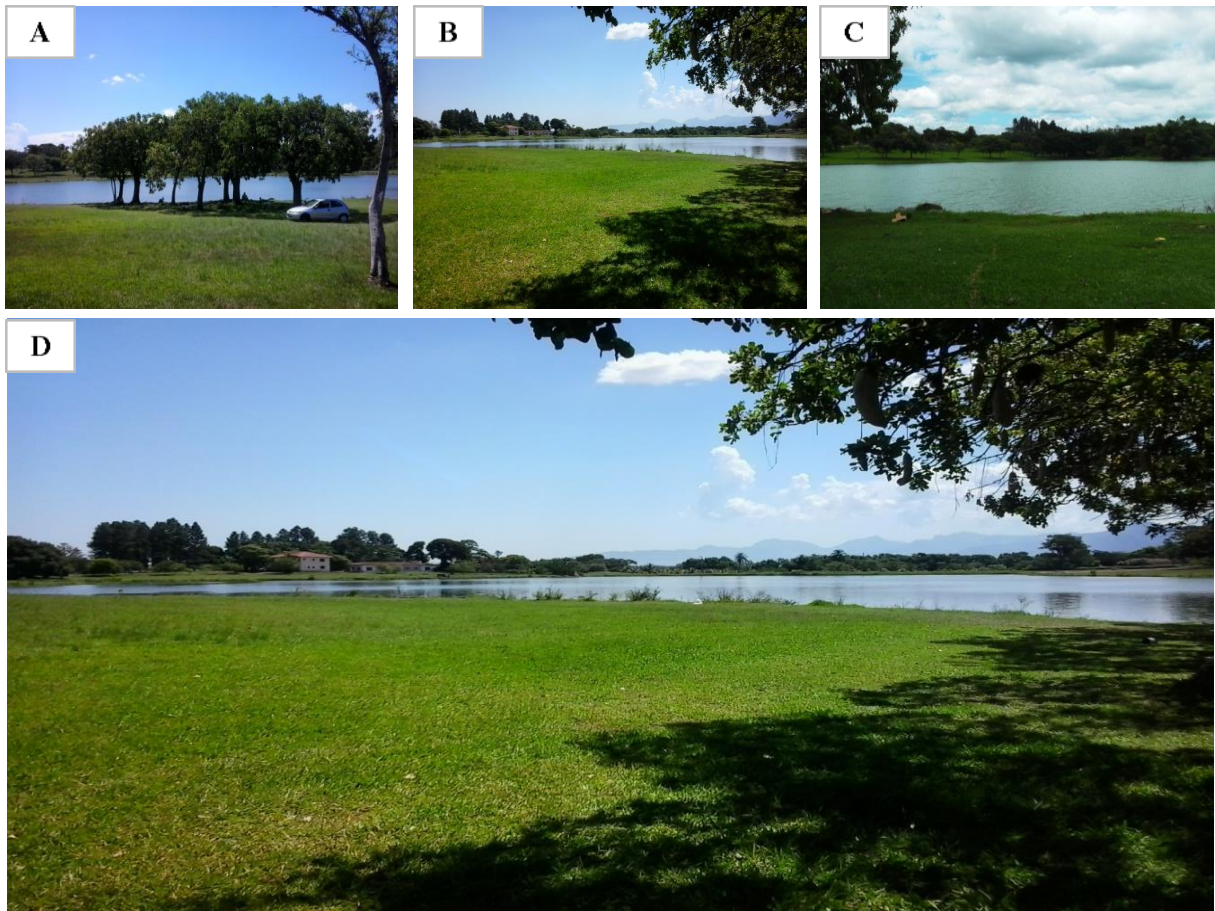


Figura 8. A- *Kigelia africana* (Lam.) Benth. próximas ao lago. B- Presença marcante de gramíneas em toda margem do lago. C- Na margem oposta, observa-se espécies de *Mangifera indica* L. D- Poucas espécies arbóreas e baixa diversidade nas margens do lago.

Algumas das espécies arbóreas registradas no lago foram; *Kigelia africana* (Lam.) Benth., *Mangifera indica* L., *Syzygium jambos* (L.) Alston., *Lophantera lactescens* (Duke) e *Pterocarpus rohrii* Vahl. (Anexo 2, Pág 63).

Verificou-se a presença de dois estratos pela classificação de RAUNKIAER (1905) adaptada por CABRERA & WILLINK(1973), sendo, Microfanerófitas e herbáceo (gramínea) em maior densidade.

5.1.2 Caracterização da Área 3- Lago do Instituto de Biologia (IB)

A área apresenta relevo levemente ondulado a plano, com uso recreativo e paisagístico da comunidade, semelhante ao lago Açú, com predominância total de gramíneas ao longo de sua margem. Constitui-se também de um ambiente planejado e específico para as finalidades recreativas e paisagísticas.

Não há ocupação residencial nas proximidades do lago, como ocorre em algumas áreas no córrego Açu. Como nas demais áreas não existe uma vegetação ciliar, mas sim uma vegetação descaracterizada, com alguns pontos apresentando indícios de regeneração sucessiva. O solo é constituído por areia fina a média, argilosa, média plasticidade, cuja parte superior é caracterizada por uma camada de sedimentos de cor avermelhada. A água apresenta coloração alaranjada e avermelhada, característico da influencia da matéria orgânica em suspensão ou indicando a presença de agentes dispersantes de argila, fazendo-se que os minerais não solubilizem. Há pouca matéria orgânica no fundo do lago, sendo encontrados cascalhos e matacões, constituídos geralmente por quartzo, feldspato, mica.

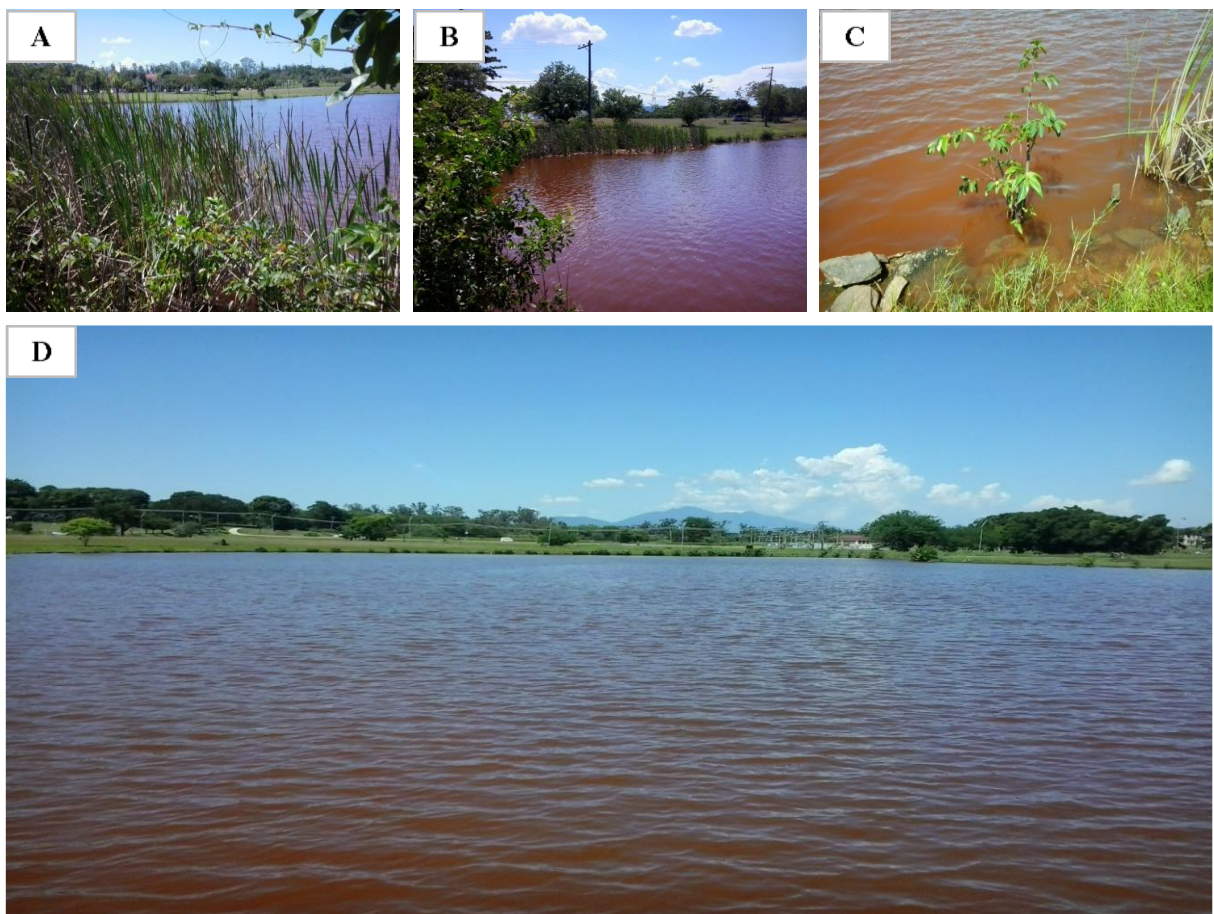


Figura 9. A- Pequenos fragmentos de *Typha domingensis* Pers. na margem do ao lago. B- Regeneração arbórea as margens do lago. C- *Lonchocarpus campestris* Benth comuns em áreas alagadas. D- Margem oposta sem vegetação, com indivíduos espaçados entre si.

Algumas das poucas espécies arbóreas presentes na área foram; *Eugenia uniflora* L, *Licuala grandis* H.Wendl, *Syzygium jambos* (L.) Alston, *Lophantera lactescens* Duke, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp, *Typha domingensis* Pers., *Morus nigra* L., *ficus* sp, *Cyperus rotundus* L., *Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub., *Nymphaea* sp, *Dombeya wallichii* (Lindl.) K.Schum, *Annona Montana* Macfad. e *Psidium guajava* L. (Anexo 2, Pág 63).

Verificou-se a presença de dois estratos pela classificação de RAUNKIAER (1905) adaptada por CABRERA & WILLINK(1973), sendo, Nanofanerófitas e herbáceo (gramínea) em maior densidade.

5.1.3 Caracterização da Área 4- Córrego do Instituto de Ciências Humanas e Sociais (ICHS)

A região apresenta solos de baixa declividade, com altitudes de 10 a 15 metros, mal drenados, sendo este com alto teor de matéria orgânica e óxidos ferrosos. Não há vegetação nas margens do córrego pela presença intensa de capim colônia em torno do seu leito. Essa espécie é característica por exercer uma forte competição e inibir o crescimento e o desenvolvimento de outras espécies, indicando um ambiente completamente degradado.

Apresenta-se constituídos por areia fina a média, argilosa, média plasticidade, cuja parte superior é caracterizada por uma camada de sedimentos de cor escura devido à concentração de matéria orgânica e baixa capacidade de suporte. Há elevado teor de matéria orgânica no fundo do córrego, sendo encontrados cascalhos, constituídos geralmente por quartzo, feldspato, mica e fragmentos de rocha.



Figura 10. A- Margens do córrego completamente tomada pela *Brachiaria decumbens* Stapf e *Panicum maximum* L. B- Poucas espécies arbóreas como, por exemplo; *Dypsis lutescens* (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf. Algumas salas de aula do ICHS encontram-se a menos de oito metros do córrego.

Verificou-se pela classificação de RAUNKIAER (1905) adaptada por CABRERA & WILLINK(1973) a presença de poucas espécies nanofanerófitas, sendo elas; *Samanea saman* (Jacq.) Merr, *Inga sp*, *Cecropia sp* e *Dypsis lutescens* (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf e uma macrófita sendo ela o *Eucaliptus sp*. Observou-se predominância de *Brachiaria decumbens* Stapf e *Panicum maximum* L. ao longo de suas margens. (Anexo 2, Pág 63).

5.1.4 Caracterização da Área 5- Lago das Éguas

A área apresenta relevo a plano, com uso intensivo para pastagens e criação de animais de grande porte. A área vem sofrendo sucessivas intervenções antrópicas, ocasionando mudanças na estrutura do ecossistema local. A vegetação é caracterizada por formação de capoeiras. Caracteriza-se por um ambiente sem ocupações urbanas nas proximidades.

É constituída por solos aluvionares com textura de argilas e areias com nível d'água próximo à superfície. Ocupam cerca de 75% da área sendo a sua maior expressão na porção leste. Em áreas localizadas em épocas de chuva podem sofrer inundações periódicas. Os

aluviões presentes, não são apropriados para exploração devido à espessura e qualidade quando analisados para fins comerciais (PEREIRA,2011).

Verificou-se a presença de pioneiras em três estratos distintos, de acordo com a classificação de RAUNKIAER (1905) adaptada por CABRERA & WILLINK (1973), sendo, microfanerófitas, nanofanerófitas e herbáceas forrageiras em maior densidade.

Algumas espécies arbóreas catalogadas na área foram; *Cecropia sp*, *Psidium guajava L.*, *Lantana camara L.*, todas com pequeno porte. Dentre as herbáceas, destacam-se; a *Crotalaria sp*, *Cestrum axillare Vell.*, *Sida rhombifolia L.* e principalmente as forrageiras *Brachiaria decumbens* Stapf e *Panicum maximum L.* (Anexo 2, Pág 63).

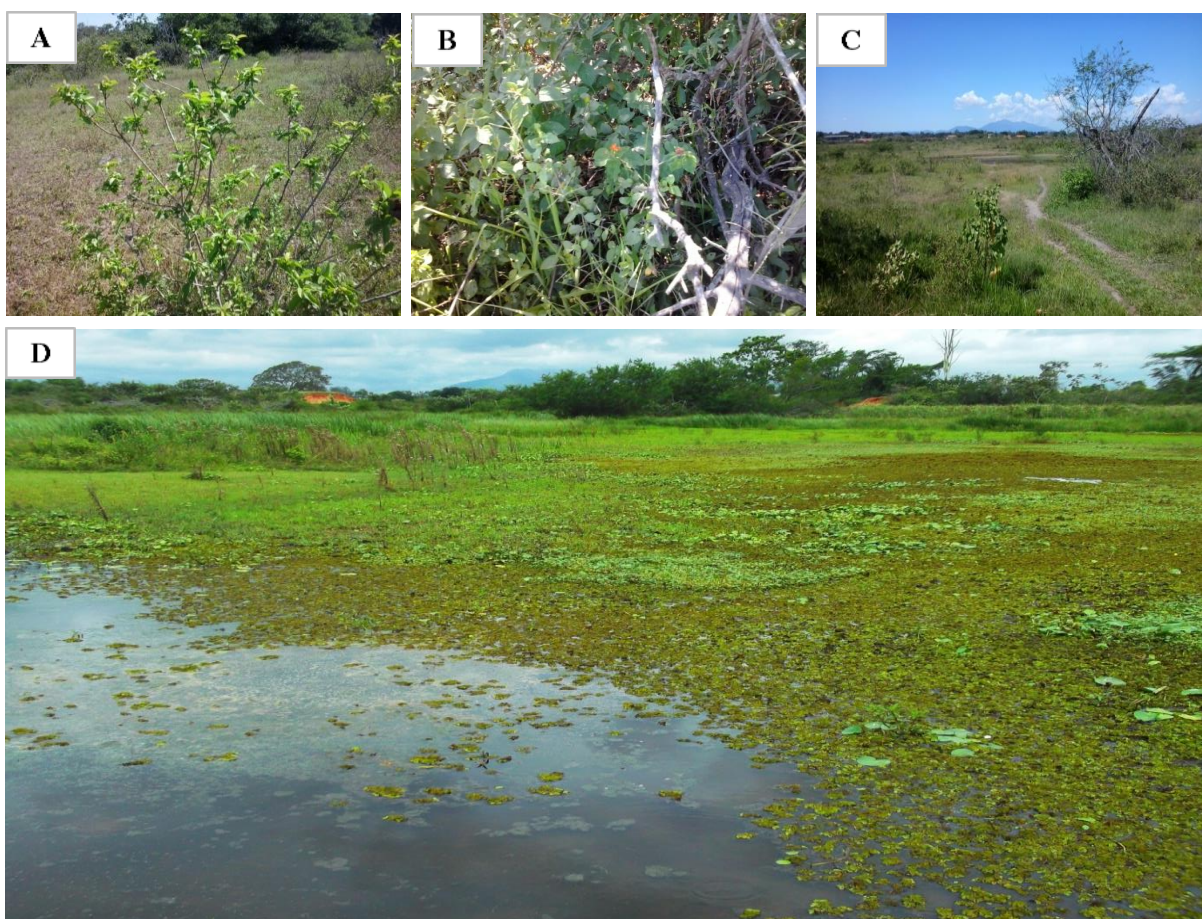


Figura 11. A- Regeneração de *Psidium guajava L.* B- Espécie *Lantana camara L.*, muito comum na área. C- Trilhas utilizadas pelos animais. D- Dominância de macrófitas aquáticas no lago.

5.1.5 Caracterização da Área 6- Córrego da Fitopatologia

A área apresenta relevo a plano, com uso intensivo para pastagens e criação de animais de grande porte, assim como a área 5. O local é caracterizado por uso exclusivo para pastagem. A vegetação é composta predominantemente por uma única espécie de gramínea forrageira.

A sua formação principal é de sedimentos arenosos quartzo-micáceo-feldspáticos, sendo estes oriundos de aluviões.

O local se caracteriza com relevo de baixa declividade, predominando valores inferiores a 10°. O acúmulo de água na superfície do terreno é devido à dificuldade do escoamento, sendo esta uma planície de inundação (PEREIRA, 2011).

Verificou-se a presença de dois estratos pela classificação de RAUNKIAER (1905) adaptada por CABRERA & WILLINK(1973), Nanofanerófitas e herbáceas forrageiras em maior densidade.

A vegetação marginal ao córrego não é característica de mata ciliar, sendo que as mesmas exercem função como tal, evidenciando-se o plantio de *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. As margens são compostas majoritariamente por *Panicum maximum* L. (Anexo 2, Pág 63).

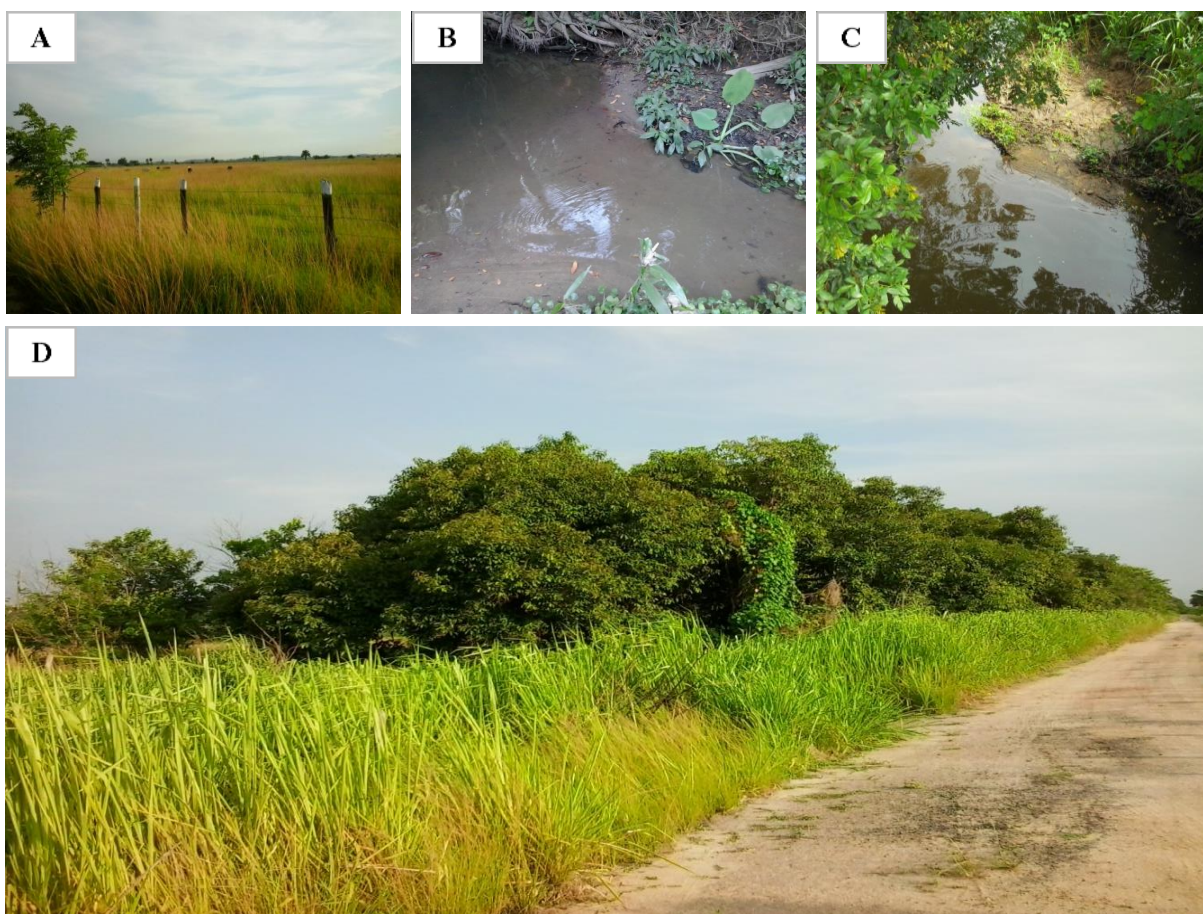


Figura 12. A- Pasto próximo ao córrego B- Espécie de *Ninféia sp*, em alguns pontos do córrego. C- Sedimentos arenosos na calha do córrego. D- *Panicum maximum* L. nas margens laterais.

5.2 Variáveis Físicas e Químicas da Água

A resolução 357/86 CONAMA estabelece classes de classificação de acordo com a qualidade da água, sendo elas, cinza claro para classe especial, azul para classe 1, verde para classe 2, amarelo para classe 3 e vermelho para classe 4 (Anexo 1, Pág 62).

Os valores dos parâmetros analisados nos seis pontos na UFRRJ (Tabela 5) tiveram seus índices classificados de acordo com a RESOLUÇÃO nº 357 (Anexo 1, Pág 62). Valores das concentrações assinalados em vermelho claro referem-se aos parâmetros em que as águas possuem níveis de alteração elevados, porém não previstos na resolução citada. Os quadros em branco são os que não possuem padrões estabelecidos na resolução CONAMA e apresentam níveis normais.

Tabela 5. Classificação das classes de qualidade da água RESOLUÇÃO CONAMA nº 357 por parâmetros nos pontos analisados.

Parâmetros	Unidade	Corrego Açu	Córrego do ICHS	Córrego da Fitopatologia	Lago do Açu	Lago do IB	Lago das Éguas
Temperatura	°C	24	23	22	25	25	26
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6	1	5	4	6	5
Gas Carbônico Dissolvido	mg/L	190	130	24	15	30	70
Nitrito mg/L	mg/L	0.25	0.1	1	0.05	0.05	0
Cloro mg/L	mg/L	0.001	0.001	0	0	0	0
Amônia não ionizável mg/L	mg/L	6.5	3.5	5	1	1	1
Ferro Total mg/L	mg/L	3	2	1	0.2	0.3	1
Alcalinidade dos Carbonatos	mg/L caco3	54.66	17.833	50.33	15.66	12	9.67
Dureza total	mg/L	358	143.2	161.1	107.4	214.8	89.5
Potencial hidrogeniônico	-	6.98	6.6	7.2	8	9.03	5.1
Ferro Dissolvido	mg/L	2	1	0.5	0.05	0.1	0.5
Condutibilidade Elétrica	µs/cm	249.0	106.8	241	129	131.6	58.5
Turbidez	NTU	0.44	2.2	2.41	30.66	47.67	230.34
Fosfato	mg/L	5.13	1.67	3.667	0.33	0	63.34
Fósforo Total	mg/L	1.70	0.40	1.20	0.13	0	20
Sólidos Dissolvidos	mg/L	155.68	67.3	150.7128	81.09	82.771	37.28

A resolução CONAMA 357/05 (Anexo 1, Pág 62) estabelece valor mínimo de 4 mg/L para oxigênio dissolvido para classe 3 de uso. Porém, de acordo com a tabela 4, nem todos os valores se apresentaram dentro dos padrões. São esperadas, diferenças nas concentrações em ambientes lênticos (lagos) e lóticos (córregos), sendo normalmente observados valores de oxigênio dissolvido mais elevados em córregos, pela movimentação da água o que facilita o equilíbrio entre o oxigênio e gás carbônico dissolvidos. Nos valores obtidos nas análises, essa relação não se confirmou. O fato de constituir-se em um corpo d'água lótico na qual sua malha hídrica passe por zonas urbanas, pode aumentar sua captação de efluentes domésticos, que são fontes de matéria orgânica e outros resíduos. Os três córregos analisados passam pela zona urbana de Seropédica, em áreas com pouca estrutura de saneamento básico e outras obras públicas. A elevada carga orgânica oriunda de zonas urbanas acarreta um aumento quantitativo e diversificado dos decompositores aeróbicos. A concentração de matéria poluidora lançada a um rio poderia ser medida por uma complexa análise química, onde

poderiam ser determinados todos os seus constituintes orgânicos e a quantidade que cada um deles exigiria de oxigênio da água para sua completa estabilização ou assimilação. Bactérias e outros microrganismos podem elevar o consumo de O_2 presentes nesses ambientes utilizando-o para a produção de ATP através da reação química do Oxigênio (O_2) e a Glicose ($C_6H_{12}O_6$), resultando na liberação de $CO_2 + H_2O$. No córrego do Instituto de Ciências Humanas e Sociais (ICHS), observa-se através das análises, a relação inversa na concentração de CO_2 e O_2 , em função de um possível aumento na carga orgânica e desequilíbrio ecológico na população desses microrganismos aquáticos, influenciando nos seus níveis de fosfato e fósforo total. As bactérias aeróbicas facultativas, muito comuns em córregos com elevada carga de esgoto sem tratamento, são capazes de crescerem em diferentes substratos na presença e ausência de oxigênio através de quatro vias metabólicas principais, consideradas mais eficientes, para converter a fonte de carbono e oxigênio em novas células e energia de manutenção sob qualquer nível de limitação de oxigênio (Zhao e Shimizu, 2003; Carlson e Srienc, 2004), garantindo a sobrevivência desses organismos em ambientes alterados.

No córrego Açú, encontramos valores muito elevados para a concentração de CO_2 , no qual não há uma referencia direta de sua concentração nos padrões da resolução CONAMA 357/05 (Anexo 1, Pág.62), mas seus valores indicam intensa decomposição da matéria orgânica e atividade microbiológica, resultando em elevadas concentrações de fosfato e fósforo total. O valor expressivo de amônia não ionizável, de acordo com estudos de monitoramento ambiental, refere-se ao constante despejo de esgoto doméstico no corpo hídrico (ANA, 2006), que pode estar resultando em uma superpopulação bacteriológica no lago. Durante a coleta de sedimentos, observou-se elevados tores de matéria orgânica em decomposição em zonas de 0-10 cm de profundidade. Apesar de um consumo elevado de O_2 , trechos com leve declividade otimizam as trocas gasosas de suas águas, mantendo-se seu nível de O_2 dissolvido em padrões aceitáveis. Seu elevado valor de condutibilidade indica presença de sais dissolvidos, resultado de despejo de efluentes domésticos, que são altamente ricos em sais minerais, provenientes da alimentação humana.

O córrego do ICHS apresenta *Brachiaria decumbens* Stapf ocupando a maior parte da dimensão superficial da lâmina de água do córrego, dificultando assim, as trocas gasosas de CO_2 e O_2 com a atmosfera, acarretando um acúmulo constante do primeiro gás resultante do metabolismo biológico descrito acima. O teor de 3,5 mg de NH_3 , indica atividades microbiana e o cloro livre, apesar de baixo, pode indicar fontes poluidoras próximas, pois esse elemento é reativo com a matéria orgânica, podendo formar compostos carcinógenos ao organismo humano.

No lago Açú, observamos um valor de 4 mg/L de oxigênio, sendo este um valor próximo a níveis críticos para peixes, como o *Geophagus brasiliensis* e o *Astyanax sp* presentes no lago. Em setembro e Dezembro de 2013 foram registradas grande mortandade de peixes em toda extensão do lago devido ao transbordo do córrego Açú no lago Açú, que desencadeou grandes despejos de carga orgânica e consequente eutrofização, observada através do teor de fósforo total. Corpos hídricos lânticos geralmente possuem menor resiliência e lenta renovação de suas águas comparando-se com sistemas hídricos lóticos, aumentando-se assim, o número de bactérias e decompositores que utilizam o O₂ em vias suas metabólicas, diminuindo sua concentração e afetando a sobrevivência de várias espécies de peixes. Uma pequena diminuição na concentração de O₂ pode afetar novamente a fauna aquática local. Apesar do baixo nível de O₂, observa-se um concentração reduzida de CO₂ no ponto 2, o que normalmente não ocorre. A coloração esverdeada da água indica uma densidade elevada de fitoplânctons autotróficos nas zonas eufóticas, que fixam e utilizam o CO₂ através da fotossíntese, justificando-se de acordo com a análise, concentrações extremamente baixas desse elemento. Outro elemento influente é a turbidez, que indica a suspensão de particulados e a quantidade de sedimentos em suspensão no lago.

O Lago do Instituto de Biologia apresentou um elevado valor de PH, que pode estar relacionado com a suspensão de particulados, observados nesse ambiente. Seu valor de condutibilidade está um pouco elevado, fato este não associado com a utilização desse ambiente por animais de grande porte, como ocorreu no lago das águas. Pode-se associar esse valor a entrada de compostos químicos liberados diretamente no lago, sem tratamento, por uma fonte desconhecida. Os valores quase nulos de fósforo total e fosfato descartam a possibilidade de entrada de cargas orgânicas ou efluentes domésticos nesse ambiente.

Boa parte do córrego próximo a Fitopatologia também é margeado por ocupações urbanas fora dos limites da UFRRJ. Sua elevada concentração de NH₃ é resultante da elevada atividade microbiana assim como na produção de CO₂, o que pode atribuir-lhe o aumento de suas concentrações. Os pontos de coleta de água apresentavam leve queda por uma barreira física artificial, podendo ter influenciado na concentração de O₂ do córrego.

A baixa dureza no lago das Águas indica uma água classificada como de dureza moderada, sendo que as concentrações de cátions multivalentes (Ca²⁺ Mg²⁺) em solução na água é próxima aos que se encontram associados aos íons bicarbonatos e carbonatos. Os baixos índices de dureza, podem estar relacionados com aos elevados teores de argila e baixa sedimentação carbonática. A alcalinidade nesse ponto, aponta para uma baixa concentração total de bases, influenciada pela presença de sais de ácidos fracos, carbonatos, em especial dos

bicarbonatos em solução e hidróxidos, o que pode estar sendo influenciado por períodos de estiagem, que resultam em um acúmulo de matéria orgânica no fundo do lago, observado através do elevado teor de fósforo, complexando cátions mono e bivalentes, reduzindo o valor da condutibilidade elétrica, como observado na tabela 5.

Os valores de condutibilidade (Microsiemens por segundo) consistem em outros parâmetros de avaliação indireta de lançamento de efluentes em corpos hídricos, sendo medidas as concentrações de sais dissolvidos. Geralmente é um parâmetro que pode ser associado com a suspensão de sais. O lago das Éguas não tem contato com efluentes domésticos, mas durante o período matutino e vespertino é usada para dessedentação de animais de grande porte, criados no local. Por ser um lago raso, permite que os animais caminhem em seu interior influenciando na condutibilidade e aumentando-se a turbidez da água.

Tabela 6. Estatística descritiva na avaliação dos parâmetros ambientais mensurados na água dos lagos e córregos.

Parâmetros	Ambientes Lóticos (Córregos)				Ambientes Lênticos (Lagos)			
	Média	Desvio Médio	Desvio Padrão	CV(%)	Média	Desvio Médio	Desvio Padrão	CV(%)
Temperatura	23	0.67	1	4.34	25.33	0.44	0.6	2.27
Oxigênio Dissolvido mg/L	4	2	2.6	66.14	5	0.67	1	20
Gas Carbônico Dissolvido mg/L	114.7	60.44	84.1	73.3	33.92	24.05	34.3	101
Nitrito mg/L	0.5	0.37	0.5	107.1	0.03	0.02	0	86.6
Cloro mg/L	0	0	0	141.4	0	0	0	-
Amônia não ionizável mg/L	5	1	1.5	30	1	0	0	0
Ferro Total mg/L	2	0.67	1	50	0.5	0.33	0.4	87.17
Alcalinidade dos Carbonatos mg/L CaCo3	40.9	15.41	20.1	49.2	12.44	2.14	3	24.3
Dureza total mg/L	220.8	91.49	119.2	53.9	137.23	51.71	67.8	49.4
Potencial hidrogeniônico	6.9	0.22	0.3	4.4	7.38	1.52	2	27.6
Ferro Dissolvido mg/L	1.2	0.56	0.8	65.4	0.22	0.19	0.2	113.8
Condutibilidade Elétrica µs/cm	198.9	61.4	79.9	40.2	106.37	31.9	41.5	39
Turbidez NTU	1.68	0.83	1.08	64.3	102.9	85	110.7	107.6
Fosfato mg/L	3.49	1.21	1.74	49.8	21.22	28.08	36.47	171.86
Fósforo Total mg/L	1.1	0.47	0.66	59.6	6.71	8.86	11.51	171.53
Sólidos Dissolvidos mg/L	124.56	38.18	49.65	39.9	67.05	19.84	25.79	38.47

Pela tabela acima, de uma maneira geral, observamos as diferenças entre córregos e lagos, sendo que nos ambientes lacustres, essa variação apresenta-se de forma mais acentuada em alguns parâmetros como; nitrito, amônia e cloro, indicando que há diferenças na qualidade da água do lago Açú, que apresentou alguns parâmetros em classes, VI, III, II, I e baixíssimos níveis de CO₂, e os lagos do IB e das Éguas que apresentaram padrões mais homogêneos, exceto o fósforo total, fosfato e condutibilidade. Nos lagos observamos uma elevada variação dos parâmetros fósforo total, fosfato e turbidez, indicando diferentes graus de eutrofização e transporte de sedimentos. Os padrões de água aqui estabelecidos, não são suficientes para garantir uma informação precisa, considerando se, que eventos naturais podem influenciar na

flutuação das concentrações dos elementos analisados, mas o conjunto analisado constitui forte indicativo de alterações antrópicas nesses ambientes.

5.3 Variáveis físico químicas nos sedimentos

Não existe uma legislação vigente para os níveis de metais em sedimentos de efluentes para o estado do Rio de Janeiro, a resolução CONAMA 357/05 estabelece valores para o compartimento água. Para este trabalho usou-se amostras de sedimento para avaliação do impacto com base na concentração de metais pesados (tabela 7), uma vez que a guilda bentônica tem relação profunda com este, utilizando a classe de referência CETESB/05, que tem como objetivo mensurar a quantidade de metais que pode estar no ecossistema sem prejudicá-lo. Houve esforço para não serem coletados sedimentos ao lado de rodovias e linhas férreas, que são verdadeiros hotspots para metais pesados, deixando a amostra tendenciosa. Em vermelho (Tabela 7), parâmetros que violam os padrões de qualidade estabelecidos pela CETESB, em amarelo, indicam altos teores. Marcados apenas com traço, referem-se a parâmetros não padronizados.

Tabela 7. Valores de concentração média de metais, teor de fósforo, demanda química de oxigênio e percentual de carbono orgânico no sedimento por área, comparados com valores de qualidade CETESB/2005.

Parâmetros/Área	Córrego Açu	Córrego do ICHSs	Córrego da Fitopatologia	Lago Açu	Lago do IB	Lago das Éguas	Referências Cetesb
Fe mg/kg	2645.4	7454.9	6748.85	1145.2	1151.0	924.8	-
Ni mg/kg	2.0	2.8	3.8	1.2	1.1	1.0	13
Mn mg/kg	35.2	75.2	102.7	22.6	16.8	17.1	-
Cu mg/kg	2.8	8.9	13.2	1.9	4.1	1.7	35
Pb mg/kg	3.0	7.0	20.7	2.5	3.7	3.8	17
Cd mg/kg	>0.001	>0.001	>0.001	>0.001	>0.001	>0.001	<0.5
Zn mg/kg	17.9	29.7	49.36	8.7	14.5	11.3	60
Na mg/Kg	12.36	16.81	29.30	7.05	7.05	5.06	-
K mg/kg	18.17	28.35	42.33	10.69	10.82	10.51	-
Ca mg/Kg	62.63	138.21	282.04	93.52	80.16	66.80	-
Mg mg/Kg	22.7925	25.15	27.01	16.208	16.208	24.31	-
Parâmetros Biológicos							
P mg/Kg	40.63	92.50	145.00	6.25	11.25	21.25	-
DQO mg/Kg	11.24	37.45	53.37	26.22	23.41	26.69	-
Corg %	0.42	1.40	2.00	0.98	0.88	1.00	-

Os resultados para as concentrações de Cádmio foram extremamente baixos, como esperado em áreas sem indústrias de grande porte.

No geral, baseado nas análises de metais nesse estudo, há uma correlação direta entre as concentrações de metais e os corpos hídricos lânticos e lóticos, sendo que nos córregos observou-se maiores concentrações de quase todos os metais analisados. A presença elevada desses metais evidencia o contato desses ambientes ou seus afluentes, com despejo constante de contaminantes, considerando a distância dos pontos de coleta com as zonas urbanas.

A poluição de águas naturais por metais pesados dificulta sua utilização, pois requerem técnicas complexas e caras na fase de tratamento terciário hídrico.

Em especial, o córrego da Fitopatologia apresentou maior concentração de todos os metais exceto o ferro, que foi maior no córrego do ICHS. Seu nível de chumbo ultrapassou o

limite de referência estabelecido pela CETESB (Tabela 7), resultado este que caracteriza o despejo de contaminantes metálicos altamente tóxicos. O chumbo está presente em muitas ligas metálicas de aparelhos eletrônicos, que por muitas vezes são descartados de forma incorreta. Como não há siderúrgicas no município de Seropédica, o elevado teor de chumbo pode estar presente na água de torneira, como resultado de sua dissolução a partir de fontes naturais, principalmente por tubulações, soldas, acessórios e conexões, sendo liberado no córrego associado ao despejo de esgoto doméstico. Assim como o chumbo, o cobre também está associado a liga metálicas. Seu despejo no meio ambiente inclui, corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos. A elevada concentração níquel nesse ponto, provavelmente tem seus valores aumentados pela queima de combustíveis fósseis, oriundo dos automóveis, considerando-se que alguns trechos do córrego são próximos a estradas. Não há parâmetros para Mn estabelecidos pela CETESB, mas seu valor elevado no córrego da Fitopatologia, aponta que seu curso pode estar em contato com cultivos agrícolas, sendo sua porta de entrada no ambiente.

Nos lagos, observou-se baixas concentrações dos metais analisados, sendo um resultado esperado, em função de não estarem em contato com áreas de ocupação urbana. O lago das Éguas situa-se em uma área fortemente impactada, porém, distante de fontes poluidoras. O baixo teor de ferro nos sedimentos analisados desse lago, pode ser explicado em função da classificação do solo da área, que parece ser caracterizado como Planossolo, observando-se sua textura, estrutura e coloração. Segundo Gonçalves (2007), os solos da classe planossolo apresentam baixos teores de ferro, pois tem como material de origem arenito, siltito e o granito, que é constituído, principalmente, pelos minerais de quartzo, feldspato e mica que pode ou não conter ferro em sua estrutura. A porta de entrada do Fe geralmente é resultante principalmente do intemperismo de rochas máficas, lixiviação ou carreamento de sedimentos, ou seja, seu aporte é natural.

Os valores de sódio e potássio consistem em uma avaliação indireta dos efluentes domésticos lançados em córregos e lagos. Além de fontes naturais, como as rochas, a alimentação humana é altamente rica desses metais, sendo que os esgotos podem aumentar suas concentrações consideravelmente. Seus valores oscilam em torno de 15 a 25 mg/kg. Os maiores teores, foram encontrado nos córregos, o que era esperado, considerando que seus curso estão inseridos em zonas urbanas.

Os parâmetros biológicos indicam a presença de microrganismos, em função da carga orgânica disponível nesses ambientes e com base na demanda química de oxigênio - DQO. Os altos índices de fósforo obtidos evidenciam fontes não naturais, considerando que os solos brasileiros, de uma forma geral, possuem baixa concentração desse elemento.

Tabela 8. Estatística descritiva na avaliação dos parâmetros ambientais mensurados nos sedimentos.

Parâmetros	Ambientes Lóticos (Córregos)				Ambientes Lênticos (Lagos)			
	Média	Desvio Médio	Desvio Padrão	CV(%)	Média	Desvio Médio	Desvio Padrão	CV(%)
Fe mg/kg	5616.37	2404.74	3400.8	60.5	1073.64	2.89	4.1	0.38
Ni mg/kg	2.84	0.43	0.6	21.1	1.09	0.07	0.1	8.61
Mn mg/kg	70.99	19.99	28.3	39.8	18.79	2.91	4.1	21.8
Cu mg/kg	8.31	3.05	4.3	51.9	2.59	1.12	1.6	61
Pb mg/kg	10.22	2.00	2.8	27.6	3.33	0.58	0.8	24.7
Cd mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	
Zn mg/kg	32.31	5.87	8.3	25.6	11.49	2.86	4.0	35.1
Na mg/Kg	19.49	2.23	3.1	16.1	6.39	0.00	0.0	0
K mg/kg	29.62	5.09	7.2	24.3	10.67	0.06	0.1	0.83
Ca mg/Kg	160.96	37.79	53.4	33.2	80.16	6.68	9.4	11.7
Mg mg/Kg	24.99	1.18	1.7	6.67	18.91	0.00	0.0	0
Parâmetros Biológicos								
P mg/Kg	92.71	25.94	36.7	39.5	12.92	2.50	3.5	27.3
DQO mg/g	34.02	13.11	18.5	54.4	25.44	1.40	2.0	7.8
Corg %	1.28	0.49	0.7	54.4	0.95	0.05	0.1	7.8

Na tabela 8, os dados sinalizam para concentrações de metais mais elevadas nos córregos gerando um maior coeficiente de variação, sendo ele maior em quase todos os parâmetros, apontando para diferentes níveis de intensidade e entrada de resíduos nesses ambientes. Ao contrario do que ocorreu na análise de água, os sedimentos apresentaram respostas diferentes em função do decorrente despejo de resíduos em suas águas. A média de todos os elementos analisados é superior nos córregos, comparando-se com os lagos, evidenciando-se constantes despejos residuais. Os parâmetros biológicos caracterizam pelo acúmulo orgânico, observado através dos resultados de fósforo, carbono orgânico e uma acentuada atividade biológica, como por exemplo, decomposição orgânica, influenciando o resultado final da Demanda Química de Oxigênio, como descrito acima.

O córrego da Fitopatologia apresenta altos valores de todos metais analisados, sendo um fator que influenciou nos resultados acima apresentados.

5.4 Macrofauna Bentônica

Nos seis corpos hídricos analisados, observou-se uma baixa diversidade de espécies em todos os pontos analisados (Anexo 3, Pág 67), podendo ter sido influenciada pela sazonalidade, período reprodutivo ou alterações de variáveis físico-químicas vitais à sobrevivência dos organismos aquáticos. Entretanto, foi possível obter resultados que são coerentes com as análises físico-químicas da qualidade da água.

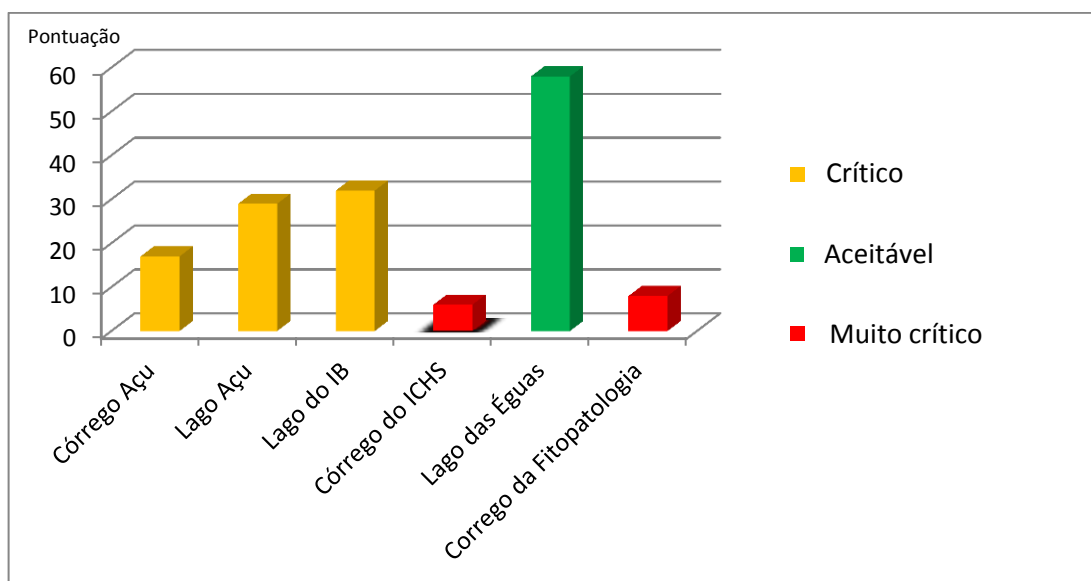


Figura 13. Níveis de classificação BMWP da qualidade da água, nos seis pontos analisados no trabalho.

De acordo com os índices de pontuação BMWP (Figura 13), observamos um ambiente extremamente impactado, quatro em níveis de elevada alteração e um com níveis aceitáveis de qualidade da água. Não foram registrados índices de classificação BMWP, ótimos, duvidosos ou bons. Pela descrição das áreas de influencia nesses ambientes, observou-se a reduzida presença de vegetação ciliar, sendo em algumas parcialmente ou totalmente ausentes, como ocorre no lago do IB e Açú. Existe uma comprovada influencia ecossistemológica da flora sobre a fauna e a macrofauna, sendo que a diversidade de flora acarreta um aumento na diversidade da macrofauna. A exemplo desse fato, temos a *Crotalaria sp*, um gênero botânico pertencente à família Fabaceae, encontrada na área 5 – Lago das Éguas. Vários municípios estão apostando na crotalária como uma nova arma no combate a dengue, devido aos altos índices dessa doença nas suas respectivas regiões. Não há estudos comprovando sua eficiência, mas há uma interação, através do aroma exalado pelas

flores de Crotalária, que atraem espécies de odonatas, que as utilizam também como alimento. Estes animais são predadores naturais de pernilongos, mosquitos e principalmente auxilia no controle do *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da dengue, da família culicidae, encontrada no córrego Açu. Outra importante relação de interação ecológica ocorre entre os anisopteros e as macrófitas aquáticas abundantes no lago das Éguas, que as utilizam na postura de ovos. Em aspectos gerais, a diversidade da flora é proporcionalmente correlacionada com a diversidade de fauna, seja ela aquática ou terrestre.

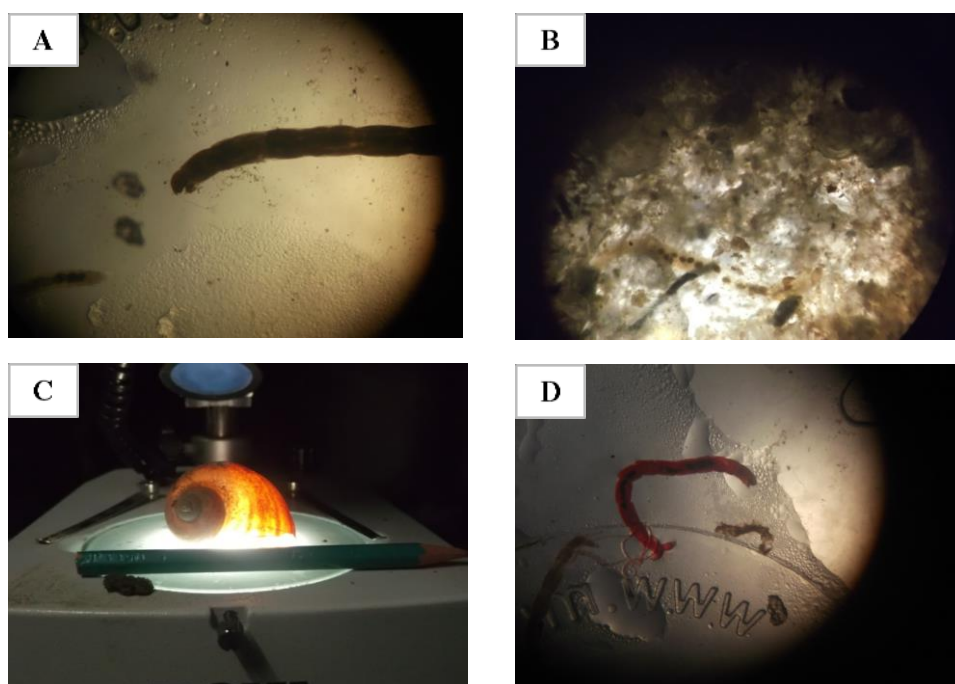


Figura 14. A- Chironomidae (*Rheotanytarsus* sp.) B- Oligochaeta C- Pomacea. D- Chironomidae (*Polypedilum* sp.), encontrado no córrego Açu, típico de córregos afetados por efluentes domésticos em regiões tropicais.

Os Chironomidae são considerados excelentes bioindicadores, pois em ambientes muito poluídos por matéria orgânica em decomposição, e com pouco oxigênio dissolvido, suas espécies podem ser as únicas encontradas. Estudos de deformidades taxonômicas em larvas, podem indicar a presença de metais pesados no ambiente aquático. As larvas de alguns gêneros de Chironomidae possuem hemoglobina, por isso a fixação de oxigênio dissolvido na água ocorre de forma facilitada, fazendo com que a larvas enterradas nas camadas superficiais do solo lodoso subirem à superfície para respirar, como observado em vários pontos no córrego Açu.

Os resultados, de uma forma geral expressaram ambientes com elevados níveis de impactos, observado pela ausência de famílias com pontuações mais altas, sendo uma espécie de Coenagrionidae e outra de Lampyridae com as pontuações mais elevadas com seis pontos, encontrada no lago das Éguas.

Além da macrofauna bentônica explicitada, vale a pena argumentar a existência de um grande número de caramujos africanos (Achatinidae) presentes na região, em especial próximos ao Córrego Açu, lago das Éguas, sendo estes, hospedeiros de patogenias que podem comprometer a saúde humana.

6. CONCLUSÃO

Não existem dados na literatura sobre a relação entre comunidades aquáticas e os parâmetros físico-químicos monitorados na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. É indispensável priorizar aspectos que atentem para a concepção de ações focadas em manejo de bacias hidrográficas, visando dar respostas e dotar o meio ambiente ecologicamente equilibrado a serviço da produção de água de boa qualidade e de forma perene. Dessa forma, a avaliação sintetizada nesta monografia, traçou uma cadeia impactos ambientais inspecionados a partir dos macroinvertebrados bentônicos associados com os parâmetros abióticos da água e dos sedimentos, integrados com a descrição das comunidades vegetais marginais funcionando como ferramenta de avaliação de impactos indiretos nos corpos hídricos, em função da degradação local. Esta análise integrada de fatores bióticos e abióticos levantou as seguintes afirmações: é possível avaliar a qualidade ecossistemológica com os bioindicadores e as análises propostas nesta monografia, sendo que, quantos mais agentes biológicos forem utilizados e mais parâmetros físico-químicos forem mensurados, melhor será a resposta a respeito da qualidade ambiental.

O ecossistema de todos os pontos avaliados, estão configurados como ambientes com algum nível de impacto, sendo que estão relacionados com a pressão urbana, o uso das áreas que influenciam esses ambientes aquáticos, a deficitária estrutura de saneamento básico e o despejo ilegal de resíduos. De uma forma geral, os lagos apresentaram melhores resultados bióticos e abióticos na verificação da qualidade da água, por não receberem efluentes domésticos e industriais. O oxigênio dissolvido do lago Açú, um fator preocupante, pode estar relacionado com transbordamento das águas do córrego Açú para o lago, ocasionado pelo entupimento de sua calha no segundo semestre de 2013, que passa na subsuperfície lateral do lago. Esse fato pode ter elevado a carga orgânica, observado pela análise de fosfato, e conseqüentemente, ocasionado a morte de várias espécies de peixes em Setembro e Dezembro deste mesmo ano. Os córregos avaliados tem seus cursos inseridos em zonas urbanas, e vem sendo utilizados como porta de entrada de efluentes domésticos, reduzindo a qualidade de suas águas.

Os índices bentônicos, indicam que o lago das Éguas, apesar da sua utilização para criação de animais de grande porte, é um ambiente diversificado, caracterizado pela regeneração florística e pouca influência direta de ocupações urbanas.

O Córrego da Fitopatologia apresentou elevados teores de metais pesados e compostos orgânicos, resultado que aponta para possíveis contaminações domésticas e industriais.

Apesar de, o córrego apresentar parte do trecho na zona urbana de Seropédica, o município apresenta ausência de parques industriais, levando a especulação de que suas fontes podem ser provenientes de efluentes em contato direto com sistemas de encanamento metálicos, que oxidam e liberam metais para o ambiente ou estabelecimentos comerciais de automóveis, muito comuns na região, que despejam resíduos de forma direta ou indireta através de seus afluentes. Os elevados teores de chumbo nesse ambiente, revelam sua potencial contaminação por metais, refletindo a baixa biodiversidade bentônica no local (Anexo 3, Pág 67).

Os ambientes lóticos apresentaram os mais elevados níveis de impactos, em função da sua utilização irregular para despejo de efluentes de várias naturezas. Constituem-se de ambientes com boa resiliência, podendo ser elaboradas medidas de recuperação como melhorias no saneamento básico e educação ambiental no município, através das escolas estaduais, municipais e privadas.

Uma demanda maior de estudos, por parte de instituições superiores de ensino em conjunto com as políticas públicas e organizações não governamentais (ONG), se fazem necessárias, considerando os graves problemas de saúde pública em função da contaminação de corpos hídricos e proliferação de doenças, patogenicas estas, que podem afetar o desenvolvimento de crianças e recém-nascidos comprometido por epidemias, gerando graves problemas sociais a curto e longo prazo, em Seropédica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba-Tercedor, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV **Simposio del Agua em Andaluza(SIAGA)**, Almeria, 1996, p. 203-213.
- ALVES, A.G. Ações poluidoras na Bacia do Rio Guandu e suas conseqüências para ETA Guandu. In: Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu: problemas e soluções, Seropédica, **Anais...** (CD-ROM), 2002.
- Ambrozini, Beatriz., et al. **Importância da Compreensão dos Ciclos Biogeoquímicos para o Desenvolvimento Sustentável**; Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos; São Carlos-SP, p.15-25, 2003.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim: Relatório do Diagnóstico – Final**. Sondotécnica Engenharia de Solos S.A, v. 2, 160 p, 2006.
- AXTMANN E. V. & LUOMA S. N. **Large-scale distribution of metal contamination in the finegrained sediments of the Clark Fork River**. Montana. Appl. Geochem. p. 75-88, 1991.
- AZEVEDO, F.A.; CHASIM, A.A.M. **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu Editora/InterTox, 2003. 554 p.
- BARBOSA, C.F. **Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropédica-RJ**. 2005. 82 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.
- BATES, A. J. **Water as consumed and Its impact on the consumer: Do we understand the variables? Food and Chemical Toxicology**, v. 38, p. 29-36, 2000.
- BOLEA, M.T.E. **Evolución del impactos ambientais**. Madrid: Fundación MAPFRE, 1984, 212 p.
- BORGES, LUCIANA ZABROCKI. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. Curitiba: UFPR, 2003. 91 p.
- Braga R, Carvalho PFC. **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Laboratório de Planejamento Municipal-IGCE-Unesp, Rio Claro, SP, p. 113-127, 2003.
- BRASIL. TCU. **Tribunal de Contas da União**. Estudos socioeconômicos dos municípios do estado do Rio de Janeiro – Seropédica, 90 p., 2011. Disponível em: <<http://www.cedca.rj.gov.br/pdf/Seropedica.pdf>> Acesso em: 15 Dez 2013.
- CABRERA, Angel L., WILLINK, Abrahan. **Biogeografia da América Latina**. Washington, OEA, 1973, 123 p.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Revista Química Nova**, São Paulo, vol. 23, n° 5, p. 618-622, 2000.

CHAVES, M.L. et al. **Avaliação da Qualidade da Água com Recurso à Caracterização de Comunidades Biológicas nas Bacias do Vouga, Mondego e Lis**. Instituto de Oceanografia. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa. 2000 . 125 p.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th. ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1998. 1325 p.

CETESB - **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental** – <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em: 5 jan. 2013

CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2004/CETESB**. São Paulo, CETESB, 2005. 45 p.

Centro de Memória da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (**UFRRJ**). Disponível em: <http://r1.ufrj.br/centrodememoria/ufrrj_historia.php> Acesso em: 23Jan. 2014

Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil) Resoluções do Conama: **Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e Janeiro de 2012**. / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012. 1126 p.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil) Resoluções do Conama: **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000** Publicada no DOU no 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, p 70-71.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil) Resoluções do Conama: **Resolução nº357 de 17 de março de 2005**. Publicada no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, p 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso: 08/12/2013

Fundação Nacional de Saúde (Funasa) (2002). **Guia de vigilância epidemiológica**. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/pub/GVE.htm>>. Acesso em: 5 Jan. 2013.

FARRELL, E.P. et al. **European forest ecosystems: building the future on the legacy on the past**. **Forest Ecology and Management**. n 132, 2000. p.20-15.

FOSTER, S. e HIRATA, R. 1988 Groundwater Pollution Risk Assessment: **A Methodology Using Available Data**. Lima, CEPIS-PAHO/WHO. 89 p.

FILHO, F. M. de A.; ABREU, P. D. L. M. **Metodologia Alternativa para Avaliação de Desempenho de Companhias de Saneamento Básico**: Aplicação da Análise Fatorial. Planejamento e Políticas Públicas (IPEA), Brasília, v. 28, p. 57-96, 2006.

GALLETI, Paulo Anestar. Mecanizaço agrícola: **Preparo do solo**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1981, 220 p.

GONÇALVES, G.K. **Formas e disponibilidade de fósforo em solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul.** 2007. 186f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GOULART, M. & CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, no 1, 2003.

GRASSI, M. T. As águas do planeta Terra. Em: Giordan, M. e Jardim, W. F. (Eds.). **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola (Meio Ambiente)**, v.1, n. 1, p.31-40, 2001.

GREENPEACE. **Poluição por metais e compostos orgânicos associados à unidade da Bayer em Belford Roxo, Rio de Janeiro, Brasil, 2000.** Disponível em <http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/bayer_relatorio.pdf>. Acesso em: 19/12/2013.

JONER, E.J.; BRIONES, R.; LEYVAL, C. **Metal-binding capacity of arbuscular mycorrhizal mycelium.** *Plant and Soil, Dordrecht*, v.226, n.2, p.227-234, 2000.

KARR, J.; CHU, E. W. **Biological monitoring: essential foundation for ecological risk assessment.** *Human and ecological risk assessment* p. 993-1004. 1997.

Kato M, Garcia EG, Wünsch Filho W. Exposição a agentes químicos e a saúde do trabalhador. **Rev. Bras. Saúde Ocupacional**.v.32. p. 6-10, 2007.

KEGLEY, S. E.; ANDREWS, J. **The chemistry of water.** Sausalito, CA: University Science Books, 1998. 167 p.

KENKEL, J. **Analytical chemistry for technicians.** 2nd. ed. Boca Raton: Lewis Publishers, 1994. 541 p.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia d'água do estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento.** 2004. 191 f. Tese (Doutorado em Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

LAWRENCE, W.; Jacquez, J.; Dienst, S.; Poppell, J.; Randall, H. & Roberts, K. **The effect of changes in blood pH on the plasma total ammonia level.** *Surgery*, v. 42, p. 50-60, 1957.

LIBÂNIO, M. et al. Avaliação da relevância do carbono orgânico total como parâmetro de caracterização de águas de abastecimento. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n.4, p. 41-55, 2000.

Lima A. Instrumentos para a conservação da diversidade biológica: **o Zoneamento Ecológico-Econômico, as unidades de conservação, o Código Florestal e o sistema de recursos hídricos.** 2. Ed, São Paulo, 2008 cap.8, 132p.

MACÊDO, JORGE ANTÔNIO BARROS DE. **Águas & Águas**, Belo Horizonte - MG: CRQ-MG, 2007. 86 p.

MACKIE, G.L. **Applied Aquatic Ecosystem Concepts.** 2^a Ed. Kendall/Hunt Publishing Company, 2004.784 p.

Magalhães T. **Perigo de morte ou risco de vida.** Bio. p. 4-9, 1995.

MARCON, Jaydione L. et al. **Controlar acúmulo de Amônia na água é realmente importante para o sucesso do cultivo do Tambaqui, Colossoma Macropomum, em regime intensivo.** <http://www.bsgi.org.br/cepeam/conf/psic1.htm>. Acesso em: 5 jan. 2013

MEYER, Sheila T. O uso do cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. – **Caderno Saúde Pública**, v.1, n.01. 12 p. 1994.

M. E. Wrenn et. al., **Report. to USEPA.** Univ. of Utah. 1987, 78 p.

Motta RS. **Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Rio de Janeiro, 101 p, 1996.

MURI, G. et al. **Evaluation of lipid biomarkers as indicators of changes in organic matter delivery to sediments from Lake Planina, a remote mountain lake in NW Slovenia.** Org. Geochem., v.35 1083-1093 p., 2004.

NTEKIM, E.E.V.; EKERE, S.J; UKPONG, E.E. **Heavy metals distribution in sediments from Calabar River, Southeastern Nigeria.** Environmental Geology, p. 237-241, 1993.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

OLDENBURG. et al. **Molecular and isotopic characterization of organic matter in recent and sub-recent sediments from the Dead Sea.** Org. Geochem., p. 251-265, 2000.

OLIVEIRA, J.de A. **Caracterização das principais paisagens degradadas da bacia do Ribeirão Cachimbal, Pirai, RJ.** 1998.136f. Dissertação, (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

Parron, Lucilia Maria. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água [recurso eletrônico] / Lucilia Maria Parron; Daphne Heloisa de Freitas Muniz; Claudia Mara Pereira. - **Dados eletrônicos.** - Colombo : Embrapa Florestas, 2011.

PEREIRA, A.M.G.D. **Mapeamento geológico – geotécnico da Folha SF-23-Z-A-VI-4-NO-B escala 1:10.000 na região entre o DEGEO e o Rio Guandu.** 2011. 27 f. Monografia (Graduação em Geologia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PILON-SMITS, E. **Phytoremediation. Annual Review of Plant Biology,** Palo Alto, v.56, p.15-39, 2005.

PINTURIER-GEISS, L. et al. **Lipids as indicators of eutrophication in marine coastal sediments.** J. Microb. Methods, p. 239-257, 2002.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2005. 285 p.

Plano estratégico de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim: relatório gerencial. **Agência Nacional de Águas**, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos; elaboração, Sondotécnica Engenharia de Solos S.A. Brasil: ANA, SPR, 295 p, 2007.

RAMAMOORTHY, S.; RUST, B.R. **Heavy metal exchange process in sediment water systems**. Environmental Geology, p. 165-172, 1978.

RAUNKIAER, Ch. **Types Biologiques pour la Geographie Botanique**. Bull. Acad. Royal. Society., Copenhagen, 1905, 4 p.

RIBEIRO, I. V. A. S. **Estudo do estado trófico do reservatório Acarape do Meio mediante a determinação de indicadores de qualidade de água**. 2007. 194 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

Rio de Janeiro (Estado). **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMADS**. Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2 - Bacia da Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro: SEMADS; 2001. 79 p.

ROSENBERG, D.M. **A National Aquatic Ecosystem Health Program for Canada: We should go against the flow**. Bull. Entomol. Soc. Can. p. 144-152.1998.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Chapman & Hall, New York. 488 p. 1993

RUBIN, A.J. Aqueous environmental chemistry of metals. **Ann. Arbor Science Publishers**, 2ª ed., 289 p. 1976.

RUFYKIRI, G. et al. **Uranium uptake and translocation by the arbuscular mycorrhizal fungus, Glomus intraradices, under root-organ culture conditions**. New Phytologist, Oxon, v.156, n.2, p.275-281, 2002.

RUFYKIRI, G.; THIRY, Y.; DECLERCK, S. **Contribution of hyphae and roots to uranium uptake and translocation by arbuscular mycorrhizal carrot roots under root-organ culture conditions**. New Phytologist, Oxon, v.158, n.2, p.391-399, 2003.

SALOMONS, W. & FÖRSTNER, U. **Metals in the hydrocycle**. Springer-Verlag, Berlin, 1984. 349p.

Sánchez, Luis Enrique – **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos** - São Paulo: Oficina de Textos, 495 p. 2006

SHENG, H.W. **Sodium, chloride and potassium**. In Stipanuk, M. Ed. **Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Co. p. 686-710, 2000.

SOUSA, E.R. **Noções Sobre a Qualidade da Água dos Recursos Hídricos e Ambientais**. 2001. 213 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Paulista, Campinas – SP.

Tucci CEM, Hespanhol I, Netto OMC. **Gestão da água no Brasil**. Ed. Unesco, Brasília, DF, 2003, 156 p.

VIVIER, Anthony du, **Atlas de Dermatologia Clínica**, 2ª edição, Editora Manole Ltda, São Paulo, 1997, p. 4-11.

WALLEY W.J.; HAWKES H.A. **A computer-based reappraisal of Biological Monitoring Working Party scores using data from the 1990 River Quality Survey of England and Wales**. Water Research, p. 2086-2094, 1996.

Wrege M. **A ética da água**. InformANDES, 12 p, 2000.

WRIGHT, J.F.; SUTCLIFFE, D.W.; FURSE, M.T. Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques. **The Freshwater Biological Association**, Ambleside, Junho, 2000. 400 p.

Zhao, J. e Shimizu, K. Metabolic flux analysis of *Escherichia coli* K12 grown on C13-labeled acetate and glucose using GG-MS and powerful flux calculation method. **Journal of Biotechnology**, p. 101-117, 2003.

8. ANEXOS

Anexo 1. Classificação para classes de qualidade da água, como prevê a RESOLUÇÃO 357/2005. (Adaptado pelo autor).

Resolução Nº 357 do CONAMA						
Parâmetros	Unidade	Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Temperatura	°C	-	-	-	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L	$O_2 \geq 10$	$10 > O_2 \geq 6,0$	$6,0 > O_2 \geq 5,0$ 0	$5 > O_2 \geq 4,0$	$O_2 < 4,0$
Gas Carbônico Dissolvido	mg/L	-	-	-	-	-
Nitrito mg/L	mg/L	$NO_2 = 0$	$NO_2^- < 1$	$NO_2^- \geq 1$	$NO_2^- \geq 1$	$NO_2^- \geq 1$
Cloro residual mg/L	mg/L	-	$0,005 \geq Cl$	$0,01 > Cl \geq 0,005$	$Cl \geq 0,01$	$Cl \geq 0,01$
Amônia não ionizável mg/L	mg/L	0,5 mg/l para $PH \leq 7,5$; 0,2 para $PH \geq 8,0$	2,5 mg/l para $PH \leq 7,0$; 1,0 para $PH \geq 8,0$	3,5 mg/L, para $PH \leq 7,0$; 1,5 para $PH \geq 8,0$	6 mg/L, para $PH \leq 7,0$; 2,0 mg/L para $PH \geq 8,0$	13,5 mg/L, para $PH \leq 7,0$; 3,0 mg/L para $PH \geq 8,0$
Ferro Total mg/L	mg/L	-	-	-	-	-
Alcalinidade dos Carbonatos	mg/L $CaCO_3$	-	-	-	-	-
Dureza total	mg/L	-	-	-	-	-
Potencial hidrogeniônico	-	$6,0 \leq PH \leq 8,5$	$6,0 \leq PH \leq 8,5$	$6,0 \leq PH \leq 8,5$	$5,0 \geq PH$ ou $PH \geq 9,0$	$5,0 \geq PH$ ou $PH \geq 9,0$
Ferro Dissolvido	mg/L	$Fe^{2+} \leq 0,3$	$Fe^{2+} \leq 0,3$	$0,3 < Fe^{2+} < 5,0$	$5,0 \leq Fe^{2+} \leq 6,0$	$Fe^{2+} > 6,0$
Condutibilidade de Elétrica	$\mu s/cm$	-	-	-	-	-
Turbidez	UNT	-	-	-	-	-
Fosfato	mg/L	-	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	Lêntico $\leq 0,02$ Lótico $\leq 0,1$	$0,03 > Lêntico > 0,02$ $0,15 > Lótico > 0,10$	$0,05 > Lêntico > 0,03$ $0,2 > Lótico > 0,15$	$0,05 > Lêntico > 0,025$ $0,3 \geq Lótico \geq 0,2$	Lêntico $\geq 0,05$ Lótico $> 0,3$
Sólidos Dissolvidos	mg/L	-	-	-	-	-

Anexo 2. Composição florística e regeneração, realizada pela metodologia de Raunkiaer (1905), aprimorada por CABRERA & WILLINK (1973.) para caracterização florística.

ÁREA 1 – Córrego Açu				
Família	Vernáculo	Estrato	Nome científico	SÍNDROME DE DISPERSÃO
Fabaceae	Flamboyant	Arbóreo	<i>Delonix regia</i> (Boj. ex Hook.) Raf.	Autocórica
Rubiaceae	Pau mulato	Arbóreo	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K. Schum.)	Zoocórica
Fabaceae	Pau ferro	Arbóreo	<i>Caesalpinia ferrea</i> C.Mart.	Zoocórica
Rubiaceae	Jenipapo	Arbóreo	<i>Genipa americana</i> L.	Zoocórica
Araceae	Comigo ninguém pode	Herbáceo	<i>Dieffenbachia picta</i> Schott	-
Malvaceae	Malvisco	Herbáceo	<i>Sidastrum micranthum</i> (A. St.-Hil.) Fryxell	Anemocórica
Cyperaceae	Tiririca	Herbáceo	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Anemocórica
Rubiaceae	Poáia branca	Herbáceo	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	-
Euphorbiaceae	Quebra pedra	Herbáceo	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	-
Portulacaceae	Ora-pro-nobis	Herbáceo	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Mirmecocória
Fabaceae	Amendoim bravo	Arbóreo	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Anemocórica
Myrtaceae	Jamelão	Arbóreo	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Zoocórica
Malvaceae	Guaxuma	Herbáceo	<i>Sida rhombifolia</i> A. St.-Hil.:	Zoocórica
Polygonaceae	Pau formiga	Arbóreo	<i>Triplaris americana</i> L.	Anemocórica
Bignoniaceae	Ipê de Jardim	Arbusto	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Anemocórica
Arecacea	Dendê	Arbóreo	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Zoocórica
Piperaceae	Erva-do-soldado	Herbáceo	<i>Piper aduncum</i> L.	Anemocórica
Asteraceae	Serralhinha	Herbáceo	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Anemocórica
Phytolaccaceae.	Pau d'alho (regeração)	Arbóreo	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Anemocórica

Continua

Commelinaceae	Judeu errante	Herbáceo	<i>Tradescantia zebrina</i> (Rose) D. Hunt	Endozoocoria
Asparagaceae	Espada de são Jorge	Herbáceo	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	-
Meliaceae	Carrapeta	Arbóreo	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Zoocorica
Fabaceae	Ingá	Arbóreo	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Zoocorica
Erythroxylaceae	Arco de pipa	Arbóreo	<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	Zoocorica
Phytolaccaceae	Guiné	Herbáceo	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Anemocórica
Fabaceae	Guapuruvu	Arbóreo	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	Anemocórica
Área 2 – Lago Açú				
Bignoniaceae	Kijélia	Arbóreo	<i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth.	Zoocorica
Myrtaceae	Gramma	Arbóreo	<i>Graminea</i> sp.	Zoocorica
Anacardiaceae	Mangueiras	Arbóreo	<i>Mangifera indica</i> L.	Zoocorica
Myrtaceae	Jambo	Arbóreo	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Zoocorica
Anacardiaceae	Pingo de ouro	Arbóreo	<i>Lophantera lactescens</i> Duke	Anemocorica
Fabaceae	Pau – Sangue	Arbóreo	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	-
ÁREA 3 – Lago do Instituto de Biologia (IB)				
Myrtaceae	Pitanga	Arbóreo	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Zoocorica
Arecaceae	Palmeira lequi	Arbóreo	<i>Licuala grandis</i> H.Wendl.	Zoocorica
Myrtaceae	Jambo	Arbóreo	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Zoocorica
Anacardiaceae	Pingo de ouro	Arbóreo	<i>Lophantera lactescens</i> Duke	Anemocorica
Fabaceae	Mata Rato	Arbóreo	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp	Anemocorica
Typhaceae	Taboas	Herbáceo	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Anemocorica
Poaceae	Gramma	Herbáceo	<i>Graminea</i> sp.	Anemocorica

Continua

Anacardiaceae	Amora preta	Arbusto	<i>Morus nigra</i> L.	Zoocorica
Moraceae	Figueira	Arbóreo	<i>ficus sp</i>	Zoocorica
Cyperaceae	Tiririca	Herbáceo	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Anemocorica
Fabaceae	Rabo de bugio	Arbórea	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i> (L.) Taub..	-
Nymphaeaceae	Ninféia	Herbáceo	<i>Nymphaea sp</i>	-
Malvaceae	Dombéia	Arbusto	<i>Dombeya wallichii</i> (Lindl.) K.Schum.	Anemocorica
Annonaceae	Amona - falsa graviola	Arbóreo	<i>Annona montana</i> Macfad.	Zoocorica
Myrtaceae	Gaiabera	Arbóreo	<i>Psidium guajava</i> L.	Zoocorica
Myrtaceae	Pitanga	Arbóreo	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Zoocorica
Área 4 – Córrego do Instituto de Ciências Humanas e Sociais (ICHS)				
Fabaceae	Árvore-da-chuva	Arbóreo	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr	
Fabaceae	Ingá laurina	Arbóreo	<i>Inga sp.</i>	Anemocorica
Malvaceae	Munguba	Arbóreo	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Hidrocoria
Myrtaceae	Eucaliptos Sp	Arbóreo	<i>Eucaliptos sp.</i>	Anemocorica
Urticaceae	Embaúba	Arbóreo	<i>Cecropia sp</i>	Zoocorica
Arecaceae	Areca bambu	Arbóreo	<i>Dypsis lutescens</i> (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf	Zoocorica
Poaceae	capim colônia	Herbáceo	<i>Panicum maximum</i> L.	Anemocorica
Poaceae	Braquiaria	Herbáceo	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Anemocorica
Área 5 – Lago das Éguas				
Fabaceae	Crotalaria	Arbusto	<i>Crotalaria sp</i>	
Urticaceae	Embaúba	Arbóreo	<i>Cecropia sp</i>	Zoocorica
Myrtaceae	Gaiabera	Arbóreo	<i>Psidium guajava</i> L.	Zoocorica
Solanaceae	Jurubeba	Arbóreo	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Zoocorica

Continua

Verbenaceae	Lantana Camara	Herbáceo	<i>Lantana camara</i> L.	Anemocorica
Solanaceae	Coerana brava	Herbáceo	<i>Cestrum axillare</i> Vell.	Anemocorica
Poaceae	capim colonião	Herbáceo	<i>Panicum maximum</i> L.	Anemocorica
Malvaceae	Guaxuma	Herbáceo	<i>Sida rhombifolia</i> A. St.-Hil.:	Zoocorica
Poaceae	Braquiaria	Herbáceo	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Anemocorica
Área 6 – Córregoda Fitopatologia				
Myrtaceae	Jamelão	Arbóreo	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Zoocorica
Fabaceae	Sabiá	Arbóreo	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	Autocórica
Poaceae	capim colonião	Herbáceo	<i>Panicum maximum</i> L.	Anemocorica
Poaceae	Braquiaria	Herbáceo	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Anemocorica

Anexo 3. Variáveis BMWP para computação de pontos e classificação da Macrofauna bentônica por famílias, na avaliação de índice de qualidade dos corpos hídricos.

Ponto 1 Córrego Açu				
Família	Indivíduos	Espécies	Pontuação/Espécie	Pontuação
Chironomidae	13	2	2	4
Ceratopogonidae	3	1	3	3
Oligochaeta (Naididae, Tubifex)	21	2	1	2
Culicidae (<i>Aedes aegypti</i>)	1	1	1	1
Nematoda	2	1	1	1
Gerridae	3	1	3	3
Velidae	3	1	3	3
Total de Pontos				17
Ponto 2 – Lago Açu				
Chironomidae	20	2	2	4
Planorbidae (Bionphalaria)	1	1	3	3
Ampullariidae	3	1	3	3
Stratiomyidae	1	1	3	3
Belostomatidae	3	1	4	4
Mesovellidae	5	1	3	3
Coenagrionidae	2	1	7	7
Gerridae	4	1	2	2
Velidae	4	1	3	3
Total de Pontos				29

Continua

Ponto 3 – Lago do instituto de Biologia (IB)				
Chironomidae	20	2	2	4
Planorbidae (Bionphalaria)	1	1	3	3
Ampullariidae	3	1	3	3
Stratiomyidae	1	1	3	3
Belostomatidae	3	1	4	4
Mesovellidae	5	1	3	3
Coenagrionidae	2	1	7	7
Gerridae	4	1	2	2
Velidae	4	1	3	3
Total de Pontos				32
Ponto 4 – Córrego do Instituto de ciências Humanas e Sociais (ICHS)				
Nematoda	2	1	1	1
Oligochaeta (Tubifex)	15	1	1	1
Chironomidae	5	2	2	4
Total				6
Ponto 5 – Lago das Éguas				
Chironomidae	4	2	2	4
Belostomatidae	2	1	4	4
Nematoda	2	1	1	1
Velidae	4	1	3	3
Gerridae	5	1	3	3
<u>Mesovelidae</u>	4	1	3	3
Hydrophilidae	2	1	5	5
Ampullariidae	5	1	3	3
Ceratopogonidae	2	1	4	4

Continua

Libellulidae	3	1	8	8
Tipulidae	2	1	5	5
Lampyridae (Aspisoma)	1	1	7	7
<u>Culicidae</u>	3	1	3	3
Elmidae	1	1	5	5
Total				58
Ponto 6 – Córrego da Fitopatologia				
Chironomidae	15	3	2	6
Oligoquetos	3	2	1	2
Total				8