

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E**  
**AMBIENTAL**

**DISSERTAÇÃO**

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO LAGO AÇU**  
**(LAGO DO INSTITUTO DE AGRONOMIA) LOCALIZADO NO**  
**CAMPUS SEROPÉDICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO**  
**RIO DE JANEIRO**

**FELIPE GUIMARÃES COSTA DA SILVA**

**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO LAGO AÇU  
(LAGO DO INSTITUTO DE AGRONOMIA) LOCALIZADO NO  
CAMPUS SEROPÉDICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO  
RIO DE JANEIRO**

**FELIPE GUIMARÃES COSTA DA SILVA**

Sob a Orientação do Professor

**Prof. Dr. Alexandre Lioi Nascentes**

e Coorientação do Professor

**Prof. Dr. Felipe da Costa Brasil**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Área de Concentração em Meio Ambiente e Linha de Pesquisa em Poluição Ambiental e Resíduos Agroindustriais.

Seropédica, RJ

Setembro de 2023

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.”

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.”

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586a Silva, Felipe Guimarães Costa da , 1993-  
Avaliação do Índice de Estado Trófico do Lago Açú  
(Lago do Instituto de Agronomia) localizado no Campus  
Seropédica da Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro / Felipe Guimarães Costa da Silva. -  
Paracambi-RJ, 2023.  
124 f.: il.

Orientador: Alexandre Lioi Nascentes.  
Coorientador: Felipe da Costa Brasil.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em  
Engenharia Agrícola e Ambiental, 2023.

1. Eutrofização. 2. Clorofila a. 3. Fósforo. 4.  
Hipereutrófico. I. Nascentes, Alexandre Lioi, 1976-,  
orient. II. Brasil, Felipe da Costa , 1975-,  
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Programa de Pós-graduação em Engenharia  
Agrícola e Ambiental. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA, DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**FELIPE GUIMARÃES COSTA DA SILVA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em **Engenharia Agrícola e Ambiental**, no Curso de Pós-Graduação em **Engenharia Agrícola e Ambiental**, área de Concentração em Meio Ambiente.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/09/2023.

---

**Prof. Dr. Alexandre Lioi Nascentes - UFRRJ**  
**(Orientador)**

---

**Prof. Dr. Leonardo Duarte Batista da Silva - UFRRJ**

---

**Prof. Dr. David Vilas Boas de Campos - EMBRAPA**



Emitido em 16/11/2023

**HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 93/2023 - PPGEAAMB (12.28.01.00.00.00.40)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 16/11/2023 14:22 )*

ALEXANDRE LIOI NASCENTES  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DEPTOENG (12.28.01.00.00.00.44)  
Matrícula: ###592#5

*(Assinado digitalmente em 20/11/2023 13:59 )*

LEONARDO DUARTE BATISTA DA SILVA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DEPTOENG (12.28.01.00.00.00.44)  
Matrícula: ###531#1

*(Assinado digitalmente em 22/11/2023 19:38 )*

DAVID VILAS BOAS DE CAMPOS  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.957-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: **93**, ano: **2023**, tipo: **HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**, data de emissão: **16/11/2023** e o código de verificação: **be61e89217**

## DEDICATÓRIA

À minha mãe Marcia Regina que como educadora sempre fez questão de evidenciar para mim a importância da educação na formação do ser humano. Obrigado pelo incentivo e apoio.

Ao meu amigo e coorientador Dr. Felipe Brasil que nesta etapa de vida acadêmica me ensinou que barreiras são feitas para serem superadas.

## **AGRADECIMENTO**

À minha família, em especial minha mãe Marcia Regina, meu pai Luiz Fernando e minha irmã Fernanda que sempre deram suporte e apoio para que este objetivo fosse alcançado.

Às novas amigadas que o laboratório de pesquisa proporcionou, em especial a Carla Scarp, Gabriel Dias, Letícia Vasconcelos e Emily de Oliveira, que incansavelmente me ajudaram na elaboração deste trabalho.

E por fim, porém não menos importante, ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Lioi Nascentes e coorientador Prof. Dr. Felipe da Costa Brasil pela oportunidade, confiança, orientação e pelo conhecimento de extrema valia compartilhado ao longo desta trajetória.

A todos, muito obrigado.

## RESUMO

SILVA, Felipe Guimarães Costa da, **Avaliação do Índice de Estado Trófico do Lago Açú (Lago do Instituto de Agronomia) localizado no campus Seropédica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. 2023. 126p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

A eutrofização consiste no enriquecimento de um corpo d'água por nutrientes, ocasionando o crescimento excessivo de algas. Este processo pode ocorrer naturalmente, mas em decorrência das atividades humanas, observa-se um agravamento da eutrofização com consequente impacto para a qualidade das águas de lagos e reservatórios. A eutrofização é causada pelo aporte de nutrientes (principalmente fósforo e nitrogênio) provenientes de efluentes domésticos e agroindustriais sem tratamento adequado. Uma forma de se classificar a magnitude dessa eutrofização é o Índice de Estado Trófico (IET), que pondera os resultados de parâmetros como Clorofila *a*, Fósforo Total, oxigênio dissolvido, pH, sólidos, dentre outros, e permite classificar o corpo d'água em uma escala que vai de ultraoligotrófico a hipereutrófico. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo determinar o Índice de Estado Trófico do Lago do Instituto de Agronomia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Para tanto, foram realizadas duas campanhas de amostragem (26/08/2022 e 14/12/2022), nas quais foram coletadas, com auxílio de um barco de alumínio, amostras em 40 (quarenta) pontos do lago para a realização das análises. Os resultados foram plotados em mapas com escalas de cores para a compreensão da distribuição dos valores encontrados. Os valores de IET encontrados para as 2 (duas) campanhas foram de 77,3 e 76,3 para agosto e dezembro, respectivamente, sendo o lago classificado como Hipereutrófico em ambas as datas, que é a pior condição de eutrofização da escala.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eutrofização, clorofila *a*, fósforo, hipereutrófico.

## ABSTRACT

SILVA, Felipe Guimarães Costa da, **Evaluation of the Trophic State Index of Lago Açú (Institute of Agronomy Lake) located on the Seropédica campus of the Federal Rural University of Rio de Janeiro.** 2023. 126p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

Eutrophication involves the enrichment of a body of water with nutrients, leading to excessive algae growth. While this process can occur naturally, human activities have exacerbated, eutrophication resulting in significant impacts on the water quality of lakes and reservoirs. Eutrophication is primarily caused by the input of nutrients mainly phosphorus and nitrogen from untreated domestic and agroindustrial effluents. One way to assess the magnitude of eutrophication is through the Trophic State Index (TSI), which considers parameters such as Chlorophyll a, Total Phosphorus, dissolved oxygen, pH, solids, among others, and allows classification of a water body on a scale ranging from ultra-oligotrophic to hyper-eutrophic. In this context, this study aims to determine the Trophic State Index of Lake IA at the Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ). For this purpose, two sampling campaigns were conducted on August 26, 2022 and December 14, 2022, during which samples were collected from 40 (forty) points in the lake using an aluminum boat for subsequent analysis. The results were plotted on maps with color scales to visualize the distribution of the values obtained. The TSI values found for both campaigns were 77.3 and 76.3 for August and December, respectively, classifying the lake as hyper-eutrophic on both dates, which represent the worst condition of eutrophication on the scale.

**Keywords:** Eutrophication, Chlorophyll a, phosphorus, hyper-eutrophic.

## LISTA DE ABREVIACOES E SMBOLOS

ABS – Absorbncia

ANA - Agência Nacional de águas e Saneamento Básico

APHA - American Public Health Association-Associação Americana de Saúde Pública

Art - Artigo

BAN - Balanço Energético Nacional

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica

CEIVAP - Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CERH - Conselhos de Recursos Hídricos Estaduais e Distrital

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CL - Clorofila

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

EPE - Empresa de Pesquisa Energética brasileira

GM - Gabinete do Ministro

HCl - cido Clorídrico

IA – Instituto de Agronomia

IET – ndice de Estado Trfico

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

L -Litro

m - Metro

M - molar

mg/L - Miligrama por litro

mg/m<sup>3</sup> - Miligrama por metro cúbico

Mkm<sup>3</sup> - Milhões de quilmetros cúbicos

mL - Mililitro

MS - Ministério da Saúde

N - Nitrogênio

NTU - Unidades nefelométricas de turbidez (UNT)

OD - Oxigênio dissolvido

OSGeo - Open Source Geospatial Foundation

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PNSB - Política Nacional de Segurança de Barragens

PPGEAAmb - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental

PPGCTIA - Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária

PT – Fósforo total

RJ – Rio de Janeiro

rpm - Rotação por minuto

SCC - Sistemas de Classificações Climáticas

SGB - Serviço Geológico Brasileiro

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-Método Padrão de Análise de Água e Águas Residuais

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNISB - Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

UTM - Universal Transversa de Mercator

VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado

µg/L - Micrograma por litro

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da água no Planeta terra - parte 1	3
Figura 2 – Distribuição da água no Planeta Terra – parte 2	4
Figura 3 – Províncias Estruturais Brasileira	5
Figura 4 - Regiões Hidrográficas do Brasil	9
Figura 5 - Matriz e Funcionamento do SINGREH	11
Figura 6 - Uso Consultivo Setorial no Brasil	12
Figura 7 - Matriz Elétrica brasileira	13
Figura 8 - Fontes de Geração de Energia Elétrica	13
Figura 9 - Classificação Climática brasileira	17
Figura 10 - Climograma de Seropédica-RJ	18
Figura 11 - Lago do IA eutrofizado em outubro de 2004.	19
Figura 12 - Lago do IA eutrofizado em julho de 2006.	19
Figura 13 - Informativos da UFRRJ do ano de 2007.	20
Figura 14 - Lago do IA após as obras de recuperação ambiental (set, 2009).	21
Figura 15 - Lago do IA após as obras de recuperação ambiental (out, 2022)	21
Figura 16 - Batimetria do Lago do IA	22
Figura 17 - Curvas de nível referenciadas ao nível d'água	23
Figura 18 - Processo de Eutrofização	29
Figura 19 - Localização de Seropédica em relação ao estado do Rio de Janeiro	35
Figura 20 - Localização do Lago IA – UFRRJ	36
Figura 21 - Pontos de coleta de água no Lago do IA	38
Figura 22 – Exemplo da 1ª coleta (agosto de 2022)	39
Figura 23 – Exemplo da 2ª coleta (dezembro de 2022)	39
Figura 24 - Reagente Vanadomolibdico	42
Figura 25 - Resultados de Clorofila <i>a</i> 1ª Campanha (26/08/2022)	45
Figura 26 - Resultados de Clorofila <i>a</i> 2ª Campanha (14/12/2022)	47
Figura 27 - Curva Padrão do Fósforo	49
Figura 28 - Resultados de Fósforo 1ª Campanha (26/08/2022)	50
Figura 29 - Resultados de Fósforo 2ª Campanha (14/12/2022)	52
Figura 30 - Resultados de Turbidez 1ª Campanha (26/08/2022)	54
Figura 31 - Resultados de Turbidez 2ª Campanha (14/12/2022)	56
Figura 32 - Resultados do IET 1ª Campanha (26/08/2022)	59
Figura 33 - Resultados do IET 2ª Campanha (14/12/2022)	62
Figura 34 - Vara de bambu e Nylon	92
Figura 35 - Garrafas de plástico de 1,5L e de 300 mL	93
Figura 36 - Caixa Térmica de 42L	93
Figura 37 - Proveta Graduada	94
Figura 38 - Tubos de ensaio opacos e de vidro	94
Figura 39 - Funil de Büchner de vidro, garra metálica e Kitassato	95
Figura 40 – Micropipetas	96
Figura 41 - Acetona 90%	96
Figura 42 - Pissete	97
Figura 43 - Membrana de filtração de fibra de vidro	97
Figura 44 – Bomba de sucção	98
Figura 45 - Drone (colocar especificação)	98
Figura 46 - GPS Garmin® eTrex 10	98

Figura 47 - Centrífuga clínica 80-2B com rotor de ângulo fixo com velocidade regulável até 4000rpm	99
Figura 48 - DR3900 Espectrofotômetro	99
Figura 49 - Turbidímetro da marca Hanna Instruments de faixa 0 a 1000 NTU	100
Figura 50 - Refrigerador	101
Figura 51 - Veículo do tipo Furgão	101
Figura 52 - Barco motorizado	102

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Classificação dos hídricos de água doce	24
Quadro 2 - Principais legislações sobre recursos hídricos	26
Quadro 3 - Índices de Estado Trófico por autores	33
Quadro 4 - Especificação do estado trófico	34
Quadro 5 - Lista dos principais materiais, ferramentas, equipamentos e veículos utilizados	92

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais parâmetros de qualidade que os corpos hídricos de água doce.	25
Tabela 2 - Classificação do Estado Trófico de lagos e reservatório de água doce	33
Tabela 3 - Coordenadas em UTM dos pontos de coleta.	37
Tabela 4 - Resultados de Clorofila a 1ª Campanha (26/08/2022)	44
Tabela 5 - Resultados de Clorofila a 2ª Campanha (14/12/2022)	46
Tabela 6 - Resultados de Fósforo 1ª Campanha (26/08/2022)	49
Tabela 7 - Massa de Fósforo na 1ª campanha (26/08/2022)	51
Tabela 8 - Resultados de Fósforo 2ª Campanha (14/12/2022)	51
Tabela 9 - Massa de Fósforo na 2ª campanha (14/12/2022)	53
Tabela 10 - Resultados de Turbidez 1ª Campanha (26/08/2022)	53
Tabela 11 - Resultados de Turbidez 2ª Campanha (14/12/2022)	55
Tabela 12 – Determinação dos valores de IET das amostras por meio dos IET de Clorofila a e Fósforo - 1ª Campanha (26/08/2022)	57
Tabela 13 - Determinação dos valores de IET das amostras por meio dos IET de Clorofila a e Fósforo - 2ª Campanha (14/12/2023)	60
Tabela 14 - Resultados de Clorofila a 1ª Campanha (26/08/2022)	104
Tabela 15 - Resultados de Clorofila a 2ª Campanha (14/12/2022)	106

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo geral	2
1.2. Objetivos específicos	2
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>2</b>
2.1. Caracterização dos Recursos Hídricos na Terra	3
2.2. Caracterização dos Recursos Hídricos no Brasil	4
2.2.1. Gestão e Gerenciamento dos Recursos Hídricos	5
2.3. Bases e Conceitos em Limnologia	14
2.4. Aspectos Climáticos do município de Seropédica-RJ	16
2.5. Caracterização do Lago Açú	18
2.6. Aspectos Hidrológicos	23
2.7. Legislação sobre corpos d'água	24
2.8. Processo de Eutrofização	28
2.9. Avaliação e Classificação do Nível Trófico	31
2.10. Remediação de ecossistemas eutrofizado	34
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>35</b>
3.1 Caracterização e Localização da Área de Estudo	35
3.2. Pesquisa de Campo	36
3.2.1. Caracterização geoespacial	36
3.2.2. Planejamento e Mobilização	38
3.2.3 Amostragem	39
3.2.4 Análise laboratorial	40
3.2.4.1. Métodos Utilizados para a determinação da Clorofila a	40
3.2.4.2. Métodos Utilizados para a determinação do Fósforo	41
3.2.4.3. Métodos Utilizados para a determinação da Turbidez	42
3.2.5. Interpretação e análise dos resultados	42
3.2.5.1 Clorofila a	43
3.2.5.2 Fósforo	43
3.2.5.3 Turbidez	43
3.2.5.4 Índice de Estado Trófico (IET)	43
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>44</b>
4.1. Clorofila a	44
4.2. Fósforo	48
4.3. Turbidez	53
4.4. Índice de Estado Trófico do Lago do IA	57
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>63</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>63</b>
<b>7. SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO</b>	<b>64</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>64</b>

<b>ANEXOS</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO A (Solicitação de documentos do Rural Semanal)</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO B (Informativos da UFRRJ)</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO C (Termo de Compromisso entre MRS Logística S/A e UFRRJ)</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO D (Memorando Eletrônico e Autorização)</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO E (Lista dos principais materiais)</b>	<b>92</b>
<b>ANEXO F (Manual de Instruções da Alfakit - Método Vanadomolibdico)</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO G (Tabelas detalhadas)</b>	<b>104</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do ano de 2020, apenas 55% da população brasileira, cerca de 116 milhões de pessoas, possuíam rede coletora de esgoto, e apenas 50,8% de todo o volume de esgoto gerado no país era tratado, o que evidencia o enorme abismo ambiental vivido pelo Brasil, no tocante ao tratamento de esgoto. Desta forma, segundo Carvalho (2009), o monitoramento da qualidade da água é de fundamental importância para a preservação dos ambientes aquáticos, sejam eles caracterizados como lóticos ou lênticos, garantindo assim a manutenção do equilíbrio do ecossistema.

O processo de antropização nas bacias hidrográficas a partir do aumento das atividades humanas tem se tornado cada vez mais impactante em relação à qualidade das águas. O uso do solo é um importante fator que contribui para a degradação e acelera o processo de eutrofização de rios, lagos e reservatórios. Deste modo, a deterioração da qualidade da água pode ser resultado dos fatores naturais de uma bacia hidrográfica, dos diferentes usos da terra e da pressão antrópica sobre os ambientes aquáticos (Nogueira et al., 2015). As ações antropogênicas geram impactos que se agravam, em decorrência do efeito acumulativo gerado pelo crescimento populacional desordenado e pela falta de planejamento nas cidades, tornando-se constante ameaça aos mananciais de abastecimento (BEGHELHI et al., 2014). Para Naval et al. (2003) na medida em que há um aumento do processo de antropização, conseqüentemente o uso dos mananciais se torna mais intenso e diversificado, o que evidencia a necessidade de se definir formas de manejo sustentável e de gerenciamento desses ecossistemas. Para isto, é fundamental realizar o monitoramento da qualidade do ambiente aquático e conhecer as tendências de sua variação.

Segundo Oliveira (2018), há diversas formas de se monitorar um manancial e para isso inúmeros parâmetros podem ser utilizados para avaliar a qualidade da água, um indicador da qualidade da água e eutrofização. De acordo com Esteves (1998) a eutrofização representa o aumento da concentração de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio aos corpos hídricos, que favorecem a floração exacerbada de organismos fotossintéticos, elevando assim a produtividade do meio e acarretando na redução da qualidade da água. Mota (2006) ressalta ainda, que a eutrofização pode levar a alteração no sabor, no odor, na turbidez, na cor e a redução do oxigênio dissolvido provocando a mortandade dos peixes principalmente em corpos lênticos.

Dentre as formas para se ter conhecimento sobre o nível trófico existente em um ecossistema, tem-se a determinação do Índice de Estado Trófico (IET), que foi primeiramente desenvolvido por Carlson em 1977 para ambientes de clima temperado. Em 1983, Toledo Jr., adaptou o índice proposto por Carlson para a determinação do nível trófico em ambientes lênticos de clima tropical e em 2004 Lamparelli modificou o índice para ser aplicado para ambientes lóticos (FIA et al., 2009). De acordo com Silveira (2011), determinar o IET é de fundamental importância para avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes.

No município de Seropédica, está localizado o Lago do Instituto de Agronomia, mais especificadamente situado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Desde a criação do campus Seropédica até os dias atuais o Lago do IA recebe uma carga diária de efluentes sanitários e laboratoriais dos diversos setores da Universidade, em especial do Instituto de Agronomia (IA). Apesar da UFRRJ ter sido criada em 1943, através do Decreto-Lei nº 6.155, época esta em que o apelo pela preservação ambiental era significativamente menor do que os praticados na atualidade, a universidade já possuiu um sistema de coleta e

tratamento de esgoto, o qual hoje não se tem informações oficiais de sua operação, o que pode corroborar para a deterioração da qualidade da água do Lago.

A principal justificativa para a realização deste trabalho está atrelada as poucas informações existentes acerca qualidade da água do Lago do IA, uma vez que o lago é o maior ambiente aquático da UFRRJ e que recebe contribuições de parte dos efluentes sanitários da Universidade, principalmente do Instituto de Agronomia. Os resultados obtidos por meio deste trabalho servirá de base para a realização de diversas intervenções no manejo, visando principalmente a melhoria da qualidade da água do Lago, bem como no tratamento de efluentes gerados pela própria UFRRJ. Do mesmo modo, contribuirá para a elaboração futuros estudos na área de Meio Ambiente/Poluição Ambiental.

Dessa forma, esta dissertação propõe a avaliação do Índice de Estado Trófico (IET) do Lago do IA, por meio das concentrações existentes de Clorofila *a* e Fósforo para classificar o atual estágio de eutrofização do respectivo Lago.

### **1.1. Objetivo geral**

Determinar o Índice de Estado Trófico (IET) do Lago IA na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por meio das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Determinar a concentração de Clorofila *a* por meio de espectrofotométrico.
- Determinar a concentração de Fósforo por meio de espectrofotométrico.
- Determinar a turbidez
- Classificar o atual estágio de eutrofização do Lago do IA por meio das variáveis Clorofila *a* e Fósforo.
- Determinar o Índice de Estado Trófico do Lago do IA, utilizando o método de Lamparelli (2004).

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Na literatura a água na forma bruta, como é encontrada na natureza por meio dos rios, riachos, lagos, lagoas, cachoeiras e/ou em locais subterrâneos é denominada como “Recurso Natural”, já por sua vez, toda água encontrada na natureza que venha ser empregada para um determinado uso ou atividade, a mesma passa a ser denominada como “Recurso Hídrico”, uma vez que passa a ter valor econômico, tornando-se um ativo econômico (EMBRAPA, 2023)

Este recurso natural possui uma relevância indiscutível para subsistência humana e o equilíbrio ambiental dos ecossistemas terrestres e aquáticos, além disso, este recurso é essencial para o desenvolvimento das atividades econômicas, seja na geração de energia, produção de alimentos, bens de consumo, entre outros (ONU,2019).

Neste capítulo está apresentada uma caracterização dos recursos hídricos em âmbito global e nacional, além das inúmeras legislações ambientais brasileira pertinentes ao uso múltiplo da água, tendo como principal foco a criação em 1997 da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

## 2.1. Caracterização dos Recursos Hídricos na Terra

O Planeta Terra é constituído em grande parte por água, segundo Miranda (2006)  $\frac{3}{4}$  do Planeta é constituído totalmente por água, entretanto esse quantitativo não está totalmente disponível para o consumo humano.

Segundo INEA, (2019), água superficial é considerada um rio, lago, lagoa e/ou reservatório que se encontra com a superfície livre (em contato direto com a atmosfera), ou seja, acima da superfície topográfica. De outra forma, a água subterrânea é considerada aquela que ocorre natural ou artificialmente no subsolo, ou seja, abaixo da superfície topográfica.

De acordo com Rebouças et al., (1999), dos 1.386 Mkm<sup>3</sup> existentes, 97,5% estão concentrados nos oceanos e apenas 2,5% são constituídos de reservas hídricas de água doce, conforme Figura 1.

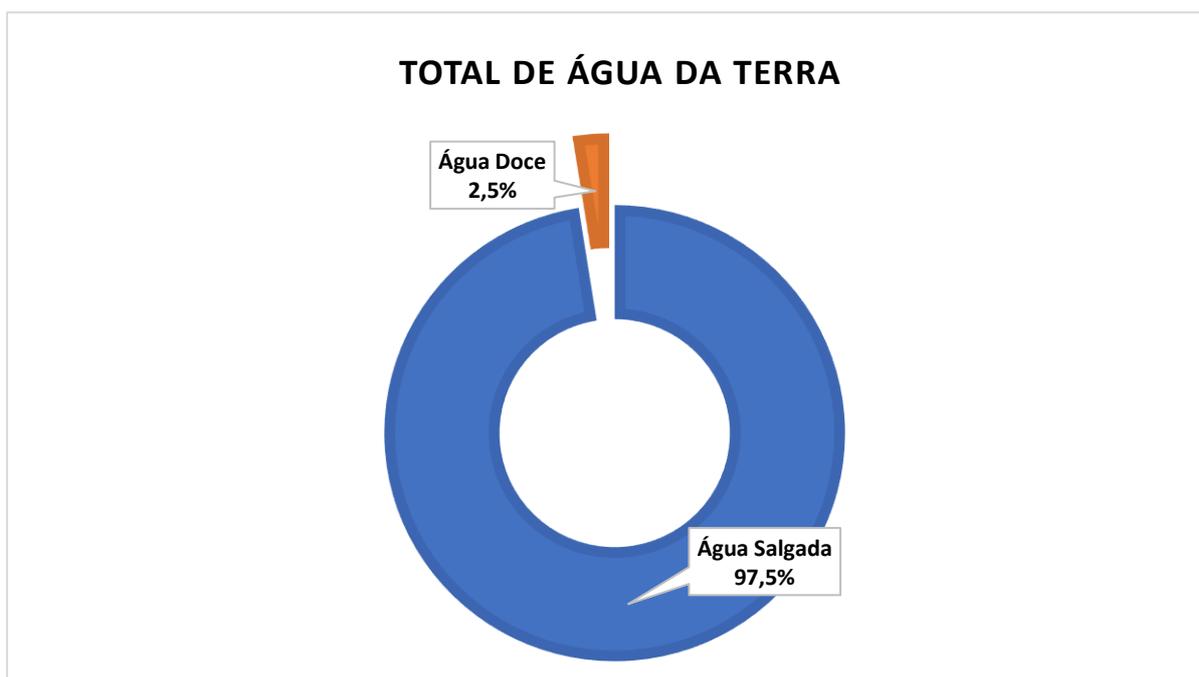


Figura 1 - Distribuição da água no Planeta terra - parte 1  
Fonte: Rebouças et al., (1999).

Os Recursos Hídricos podem ser considerados tanto como as águas superficiais como as subterrâneas disponíveis para o uso ou atividade. Ainda segundo a análise de Rebouças et al., (1999), dos 2,5% de água doce disponível no Planeta, 68,9% estão disponíveis nas Calotas Polares e Geleiras, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% em outros reservatórios e apenas 0,3% em rios e lagos (Figura 2), o que torna este recurso o mais precioso do planeta.

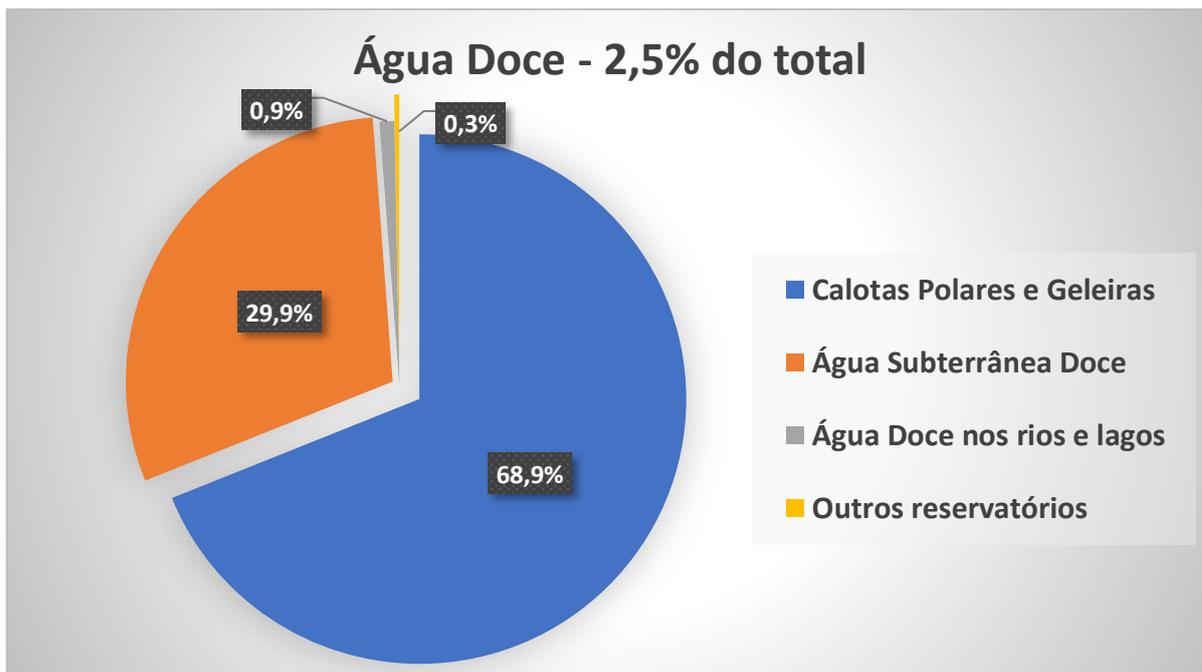


Figura 2 – Distribuição da água no Planeta Terra – parte 2  
 Fonte: Rebouças et al., (1999).

## 2.2. Caracterização dos Recursos Hídricos no Brasil

O Brasil com aproximadamente 8.510.345,540 km<sup>2</sup>, é considerado o 5º maior país do mundo, sendo menor apenas que Rússia, Canadá, China e Estados Unidos (IBGE, 2022), entretanto dentre os países citados é o que possui maior volume de recurso hídrico. De acordo com Tucci et al., (2001), os recursos hídricos superficiais gerados no Brasil representam 50% do total dos recursos da América do Sul e 11% dos recursos mundiais. A distribuição desses recursos no País não é uniforme, destacando-se os extremos do excesso de água na Amazônia e as limitações de disponibilidade no Nordeste. Em relação a Amazônia brasileira esse percentual representa 71,1% do total gerado da vazão no Brasil e, portanto 36,6 % do total gerado na América do Sul e 8% em nível mundial. Considerando a vazão total da Amazônia que escoar pelo território brasileiro, a proporção é de 81,1% do total nacional. Considerando esse volume, o total que escoar a partir do Brasil representa 77% total da América do Sul e 17% em nível mundial.

Já segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS), as reservas brasileiras de água subterrânea são estimadas em 112.000 km<sup>3</sup> (112 trilhões de m<sup>3</sup>) e a contribuição multianual média à descarga dos rios é da ordem de 2.400 km<sup>3</sup> /ano (REBOUÇAS, 1999). Essa formação de reservas de águas subterrânea se dá a partir de características geológicas, como por exemplo: condições de estocagem (porosidade), de fluxo (permeabilidade) e de recarga natural (infiltração de precipitações) (REBOUÇAS, 2002). Levando em consideração as características similaridades nas características geológicas do Brasil, no ano de 2014 o Serviço Geológico Brasileiro (SGB) elaborou um Mapa Hidrogeológico do Brasil, evidenciando as 15 (quinze) Províncias Estruturais Brasileiras, apresentadas na Figura 3.

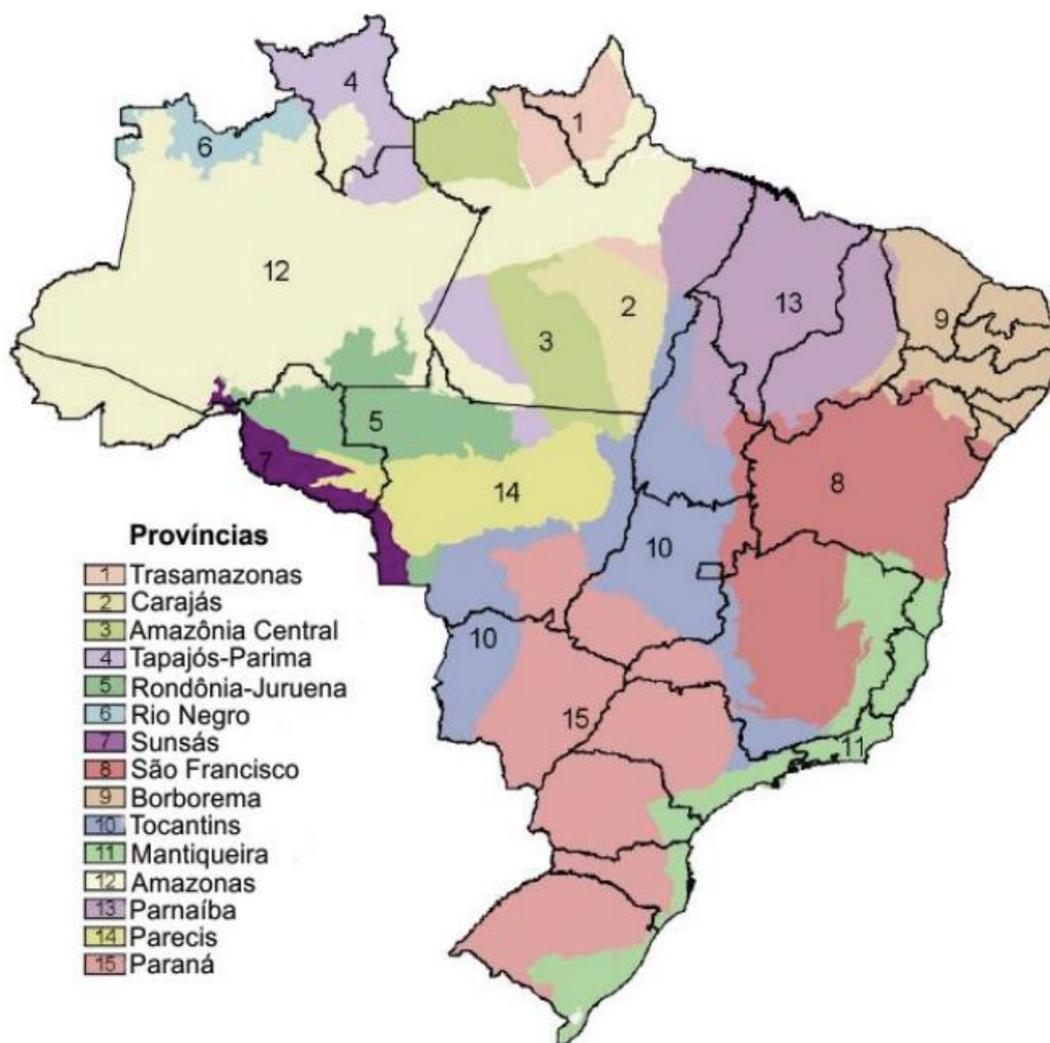


Figura 3 – Províncias Estruturais Brasileira  
Fonte: CPRM (2014)

### 2.2.1. Gestão e Gerenciamento dos Recursos Hídricos

Neste subcapítulo, está apresentada a gestão e o gerenciamento dos recursos hídricos brasileiro, por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos com seus fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos, as regiões hidrográficas brasileiras, os Comitês de Bacia Hidrográficas, as Agências de Bacias, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), além do Uso das Águas pelos principais setores da economia e da Matriz Elétrica Brasileira.

#### **- Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)**

A gestão dos recursos hídricos no país é normatizada pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, onde constam os conceitos, fundamentos, diretrizes, instrumentos de gestão e a estrutura de governança para a gestão das águas.

Os fundamentos e objetivos da política estão apresentados no Arts. 1º e 2º, respectivamente, sendo eles:

**Art. 1º** A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

**Art. 2º** São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

As diretrizes gerais e os instrumentos de gestão, estão apresentados no Arts. 3º a 5º, respectivamente, sendo eles:

**Art. 3º** Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;

III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

**Art. 4º** A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

**Art. 5º** São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - os Planos de Recursos Hídricos;

II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Segundo Jacobi (2010), a PNRH foi um marco para a área ambiental, uma vez que esta política de governança da água implicou em uma legislação nacional que passa a ser estruturada a partir de três elementos: a gestão descentralizada por bacias hidrográficas, à gestão integrada e a gestão participativa. Dessa maneira, a PNRH cria uma abordagem mais variada, tendo como norte o desenvolvimento sustentável.

Ainda no âmbito da gestão dos recursos hídricos, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) é um considerado um ator importante na gestão, uma vez que compete ao Conselho: promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais, e dos setores usuários; arbitrar em última instância administrativa, os conflitos existentes ente os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões extrapolem o âmbito estadual em que serão implantados; deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica; analisar propostas de alteração da legislação pertinente aos recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos; estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração

de seus regimentos; acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; zelar pela implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB); estabelecer diretrizes para implementação da PNSB, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); estabelecer diretrizes para implementação da PNSB, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) (Brasil, 1997).

Em relação ao Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), pode se dizer que este organismo possui atuação similar ao CNRH, entretanto sua atuação é direcionada para uma determinada bacia, sub-bacia ou um grupo de bacias, sendo composto por representantes do governo, os usuários de recursos hídricos e as entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na respectiva bacia (ANA, 2023).

### **- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico foi instituída pela Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000, sendo uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, **com poder de execução**, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, devendo obedecer aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da PNRH, além disto, de acordo com o Art. 4º da Lei Federal nº 9.984/2000, cabe a ANA:

Art. 4º (...)

I – supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos;

II – disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;

III –(VETADO)

IV – outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, observado o disposto nos arts. 5o, 6o, 7o e 8o;

V - fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União;

(...)

As Agências de Bacia também foram instituídas pela Lei Federal nº 9.433/1977, sendo criadas com a função de serem Secretarias Executivas do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica, competindo a elas: manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação; manter o cadastro de usuários de recursos hídricos; efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, entre outras competências apresentadas no Art. 44 da respectiva Lei.

### **- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)**

A PNRH deu um maior visibilidade e abrangência ao Código de Águas brasileiro, de 1934, uma vez que descentralizou as decisões da gestão de recursos hídricos que antes eram elaboradas pelo setor elétrico, além de criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) que deu participação para os usuários e a sociedade civil por meio da instalação de Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH).

Com objetivo de padronizar o gerenciamento dos recursos hídricos através de uma base organizacional, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), instituiu a divisão hidrográfica do Brasil em regiões hidrográficas, tendo como base as características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares. Desta forma, por meio da Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, as 12 Regiões Hidrográficas brasileiras, conforme Figura 4.

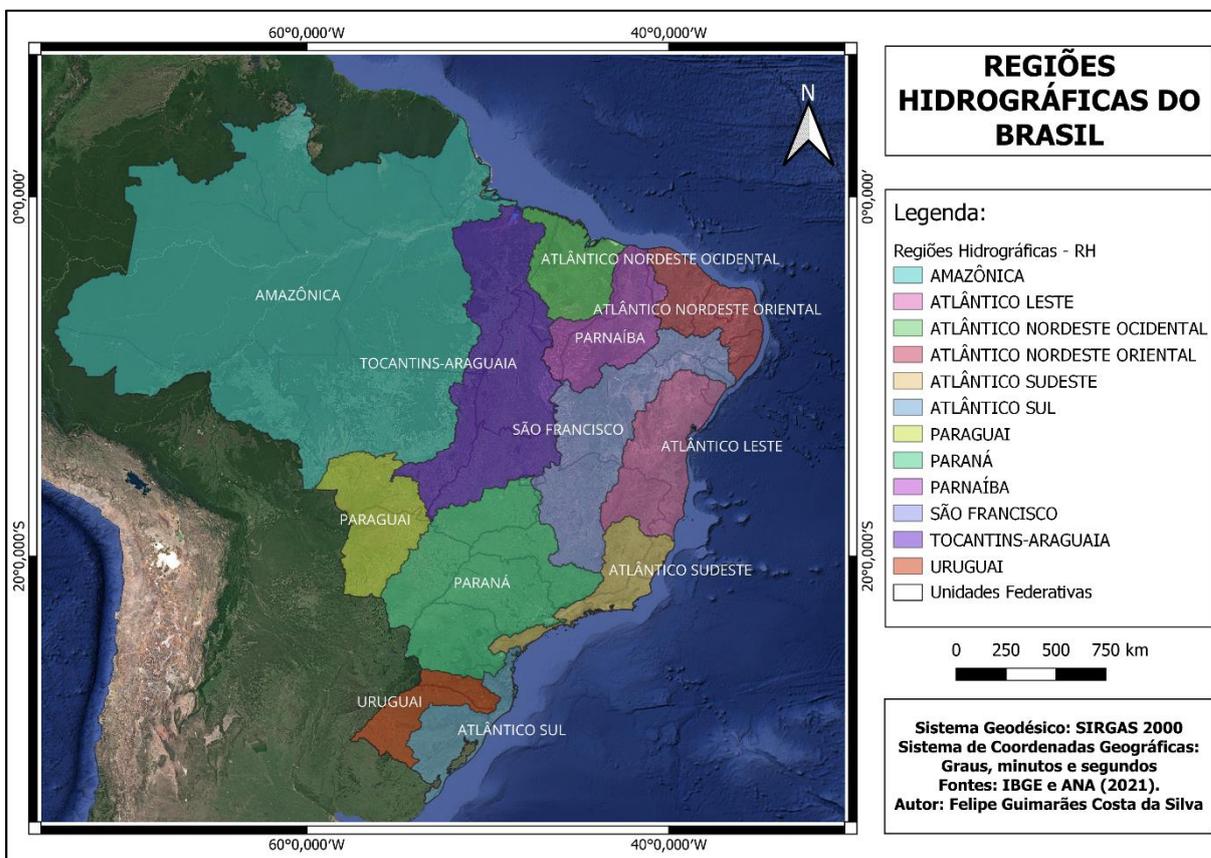


Figura 4 - Regiões Hidrográficas do Brasil  
Fonte: IBGE, 2021 e ANA 2021 (Adaptado pelo autor).

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) é a estrutura de governança instituída no Brasil para a gestão dos recursos hídricos, todos os dados e informações gerados pelos integrantes do SINGREH são incorporados ao Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), a fim de:

- reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional; e
- fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

Os objetivos do SINGREH estão estabelecidos no Art. 32 da PNRH, conforme apresentado abaixo:

- I - coordenar a gestão integrada das águas;
- II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

O SINGREH é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), os Conselhos de Recursos Hídricos Estaduais e Distrital (CERH), os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), os órgãos públicos federal, estadual, e distrital cujas competências se relacionam com a gestão de recursos hídricos e as Agências de Água (Figura 5).

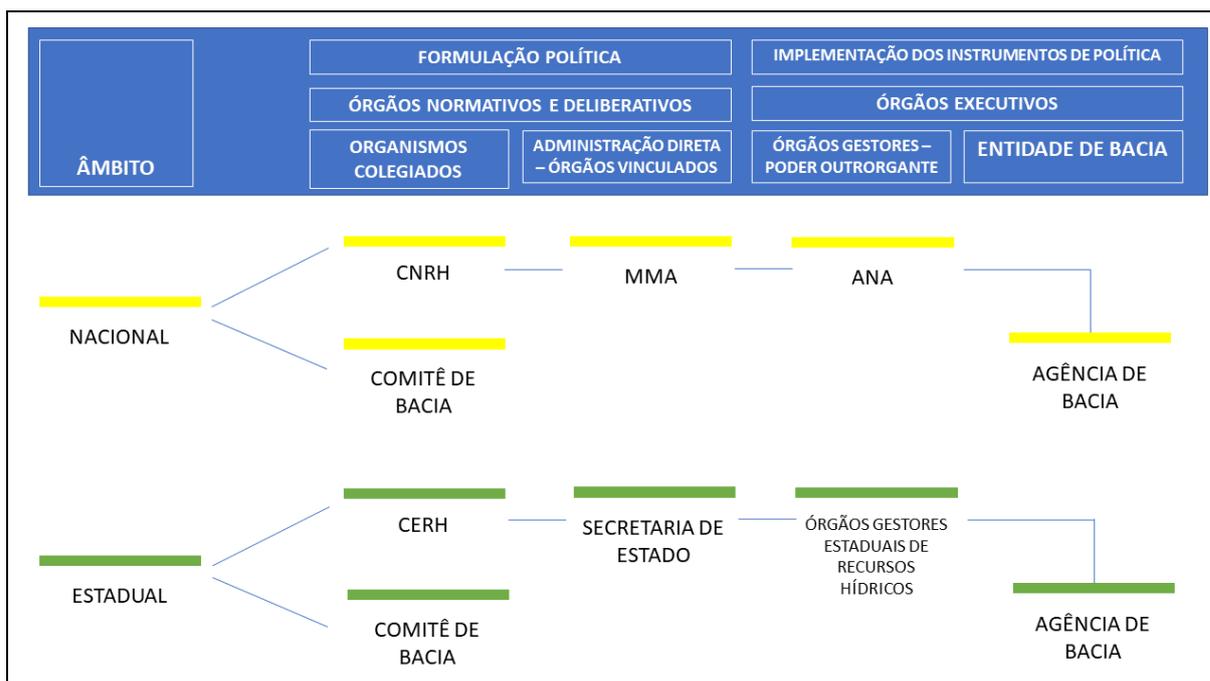


Figura 5 - Matriz e Funcionamento do SINGREH  
 Fonte: Brasil, 2000 (Adaptado pelo autor)

O SINGREH possui um papel fundamental no gerenciamento dos recursos hídricos brasileiros, uma vez que através do agrupamento de informações qualitativas e quantitativas e da atualização permanente destas informações, o governo tem a possibilidade de conhecer o cenário atual dos recursos hídricos, bem como propor ajustes e melhorias.

### **- Uso das Águas**

Devido ao grande potencial hídrico existente no país, o uso múltiplo da água é considerado um quesito estratégico para o Brasil, uma vez que os diversos setores da economia, tais como: geração de energia, indústria, agronegócio, mineração, entre outros, são utilizadores deste recurso, além do abastecimento humano e do tratamento de esgotos, estes uso de água por esses setores são classificados “Consultivos”, pois por meio da Resolução CNRH nº 232, de 22 de março de 2022, pois retiram e consomem água, diferente dos classificados como “Não Consultivos”, que não consomem água diretamente, mas dependem da manutenção de condições naturais ou de operação da infraestrutura hídrica, como por exemplo o turismo e o lazer.

Segundo dados do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos de 2021 – Ano Base 2020, foram utilizados aproximadamente 90 trilhões de litros de água, sendo este valor distribuído conforme Figura 6.

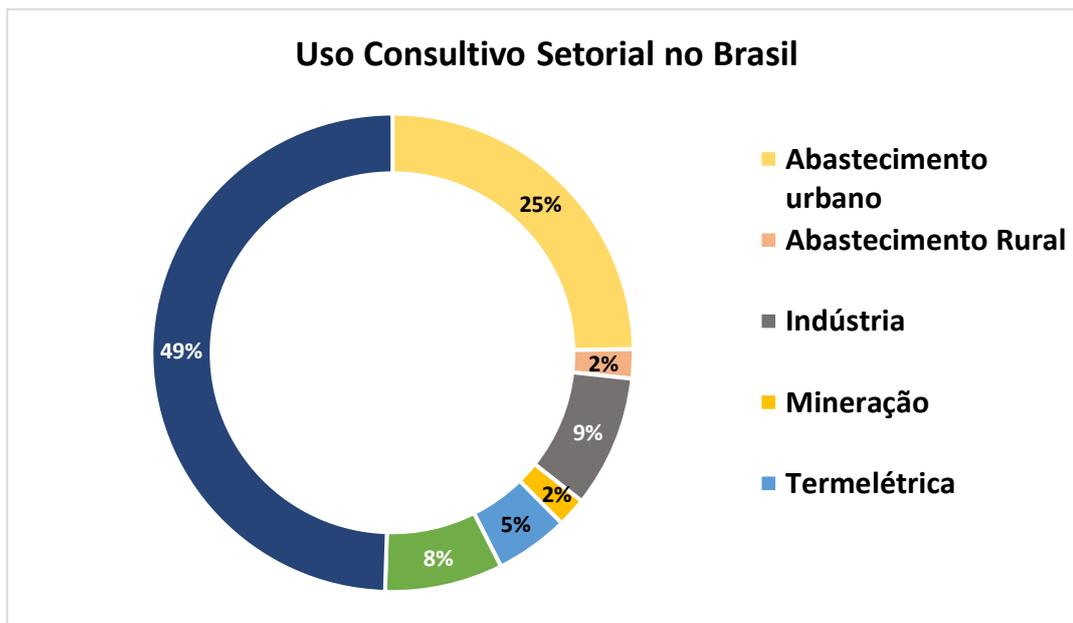


Figura 6 - Uso Consultivo Setorial no Brasil  
 Fonte: ANA, 2021 (Adaptado pelo autor).

Dado importante a ser ressaltado, e que aproximadamente 50% de água consumida no Brasil (ANA, 2021), ou seja, cerca de 45.000.000.000 m<sup>3</sup> de água são consumidos apenas pelo agronegócio, em especial na irrigação de lavouras, o que através de estudos mais aprofundados para o setor poderá encontrar uma oportunidade de se construir um agronegócio com uma pegada ambiental/pegada hídrica mais sustentável. Em seguida o abastecimento urbano com ¼ do total consumido e logo após o setor industrial com somente 9% do total consumido, cerca de 8 trilhões de litros de água.

Outro uso de água de extrema importância para o país, é a geração de energia elétrica. O Brasil atualmente é considerado no cenário mundial como um país de matriz elétrica renovável, uma vez que mais da metade é oriunda de fontes renováveis. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética brasileira (EPE), através do Balanço Energético Nacional (BAN) de 2021, apresentado em 2022, a matriz elétrica brasileira tem aproximadamente 57% de geração oriunda das hidrelétricas, juntamente com 11% da eólica e 3% da solar, conforme Figura 7.

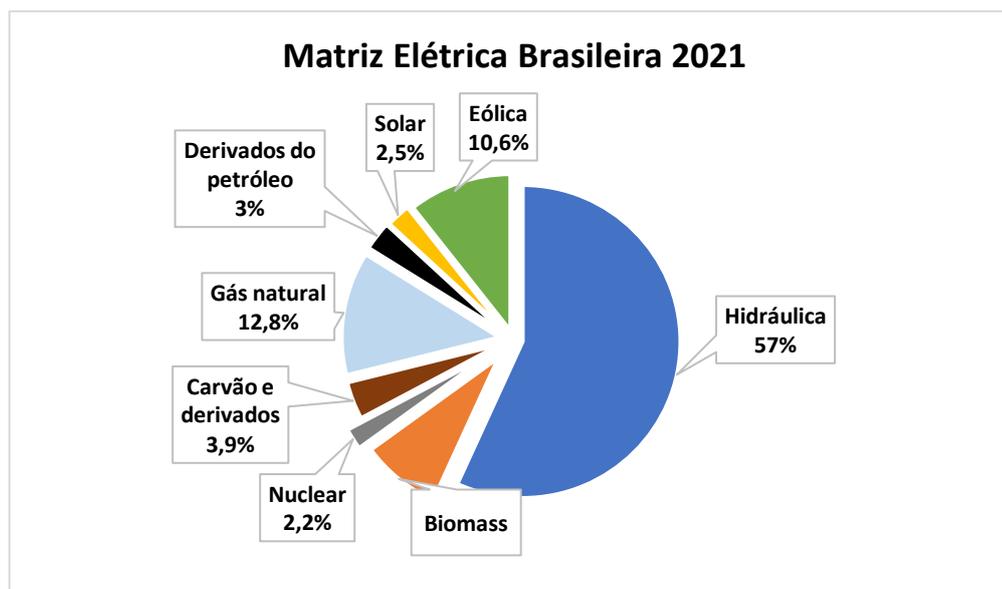


Figura 7 - Matriz Elétrica brasileira  
 Fonte: EPE, 2021 (Adaptado pelo autor)

Como pode exposto no BAN e observado na Figura anterior, o Brasil atualmente possui uma matriz elétrica de aproximadamente 80% de fontes renováveis (Hidrelétrica, eólica, biomassa e solar), além dos 12,8% oriundas de uma fonte de transição, o Gás Natural.

Ainda de acordo com a EPE, no ano de 2020 as fontes renováveis brasileiras eram aproximadamente 34% maior do que em comparação com o restante do mundo, conforme Figura 8, o que evidencia ainda mais o potencial dos recursos hídricos no Brasil, uma vez que a maior parte dessa fonte renovável é oriunda das Usinas Hidrelétricas espalhadas pelo país.

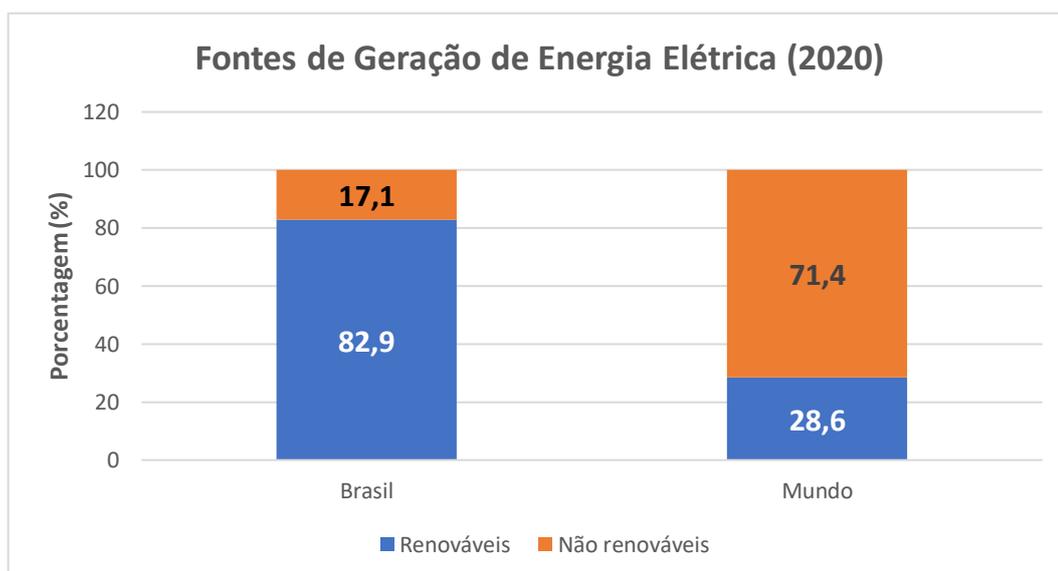


Figura 8 - Fontes de Geração de Energia Elétrica  
 Fonte: Fonte: EPE, 2021 (Adaptado pelo autor)

Os dados e informações mencionadas anteriormente, reforçam a necessidade de ações voltadas para o gerenciamento dos múltiplos usos de água, com o foco na segurança hídrica, para que não ocorra crises hídricas, seja no desenvolvimento econômico do país e/ou no abastecimento das necessidades básicas da sociedade civil.

### **2.3. Bases e Conceitos em Limnologia**

No campo da Limnologia, onde são estudados os ecossistemas aquáticos, estes compreendem um subconjunto de ecossistemas fisicamente e biologicamente diversos, cujo o principal componente é a água, estando presente por todo o tempo ou parte dele (Brachet et al. 2015, Nunes et al. 2020). Cerca de 97% das águas estão concentradas nos mares e oceanos (Ramachandra et al. 2006). Esta grande porção aquática é representada pelos ecossistemas de água doce que podem ser divididos em ambientes lênticos e lóticos considerando permanência da água em um determinado local e a velocidade do seu fluxo (Rosset et al. 2017).

Os lagos não são elementos permanentes das paisagens da Terra, pois eles são fenômenos de curta durabilidade na escala geológica, portanto surgem e desaparecem no decorrer do tempo. O seu desaparecimento está ligado a vários fenômenos, dentre os quais os mais importantes são: o seu próprio metabolismo como, por exemplo, o acúmulo de matéria orgânica no sedimento e deposição de sedimentos transportados por afluentes. Já o surgimento dos lagos é objeto de estudo de vários ramos da ciência, especialmente a Geologia e a Geografia. Na Limnologia este assunto foi abordado no início do século por HALBFASS (1923) e de uma maneira mais ampla por HUTCHINSON (1957), que classificou os lagos do globo em 11 grupos (entre eles, lagos tectônicos, glaciares, vulcânicos, etc.) os quais são compostos por 76 tipos (por exemplo, lagos de “Graben”, de Fiorde, de Cratera, etc.). Para a formação de lagos, são de grande importância os fenômenos endógenos (originários do interior da crosta terrestre) e exógenos (a partir de causas exteriores à crosta). Como exemplos os movimentos tectônicos e vulcânicos, além das glaciações, da erosão e da sedimentação (ESTEVES, 1998). Ainda de acordo com Esteves, no Brasil a formação dos lagos se deu principalmente pela atividade geológica, sendo estes geralmente, ecossistemas pequenos e com pouca profundidade. Muito raramente são encontrados lagos naturais com profundidades superiores a 20 m. Somente os reservatórios, principalmente aqueles construídos em vales, apresentam profundidades significativas.

#### **- Caracterização dos Ambientes Lênticos**

Para esta Dissertação foi levado em consideração apenas os conceitos de ambientes lênticos, uma vez que o Lago do IA, se caracteriza por ser um ambiente desta tipologia.

Os ecossistemas lênticos são caracterizados por águas paradas ou de baixo fluxo, tendo ausência de correntes horizontais ou quase nenhuma movimentação natural da água, exceto aquela provocada pelo vento. Estes ecossistemas possuem grande capacidade de solubilizar compostos orgânicos na massa de água e são constituídos, por definição, por baixas concentrações salinas. (LÉVÊQUE, 2001, Souza 2014), sendo representados pelos lagos, lagoas, lagunas e reservatórios (Letsch et al. 2016).

Apesar de não existir na literatura um consenso sobre a definição de lago e lagoa, alguns autores conceituam da seguinte forma:

Esteves (1998), considera que lagos são corpos d'água interiores sem comunicação direta com o mar e suas águas têm em geral baixo teor de íons dissolvidos, quando comparadas às águas oceânicas.

Segundo ANA (2013), lagos e lagoas correspondem a depressões de terra com a latitudes inferiores àquelas ao seu redor, que retêm e acumulam água advinda da chuva, rios ou afluentes.

Para Oliveira (2018), a maior diferença entre lagos e lagoas está no tamanho. Ambos são definidos como uma extensão de água cercada por terra, mas os lagoas são maiores. As lagoas são consideradas como corpos de água rasos constituídas de água doce, salobra ou salgada. No litoral brasileiro são encontrados corpos d'água dos mais variados tamanhos, com pequenas e grandes lagoas (TUNDISI E MATSUMURA, 1999). Por sua vez, os lagos podem ser considerados como corpos de água doce ou salina, continentais ou costeiras, totais ou parcialmente circundados pelo sistema terrestre possuidores de origens e de tempo de vida variáveis (ESTEVES, 2011).

De acordo com Farion (2007), não existe uma distinção definitiva entre eles, embora o termo lagoa seja geralmente utilizado para lagos de pequenas dimensões.

Na análise de Dantas (2020), os reservatórios, por sua vez, são lagos artificiais formados pelo represamento dos rios.

Nos sistemas lênticos há uma forte estratificação, resultando em diferenças de temperatura, disponibilidade de oxigênio e nutrientes nas diferentes camadas da água (Ramachandra et al. 2006, Queiroz, 2022). A zona superior recebe maior incidência de luz solar, o que permite a realização da fotossíntese com consequente aumento do oxigênio dissolvido e diminuição da concentração de nutrientes. Por outro lado, zonas mais profundas são mais ricas em nutrientes e mais pobres em oxigênio dissolvido (Ramachandra & Solanki 2007).

Segundo Esteves (1998), no Brasil os lagos podem ser classificados em pelo menos 5 grupos bem diferenciados, sendo estes:

- 1) **Lagos Amazônicos**, onde devem ser distinguidos os lagos de várzea e os de terra firme;
- 2) **Lagos do Pantanal Matogrossense**, como lagos de água doce (“baías”) que periodicamente (durante as cheias) se conectam com os rios, e lagos de água salobra (“salinas”), que se encontram geralmente fora do alcance das cheias e permanecem, portanto, isolados;
- 3) **Lagos e lagoas costeiras** que se estendem desde o Nordeste até o Rio Grande do Sul, com grandes ecossistemas como as lagoas de Araruama, Saquarema e Maricá, todas no Estado do Rio de Janeiro, Patos, Mirim e Mangueira, no Estado do Rio Grande do Sul;
- 4) **Lagos formados ao longo de rios de médio e grande porte**, por barragem natural de tributários de maior porte ou por processos de erosão e sedimentação de meandros, que resultam no seu isolamento; e
- 5) **Lagos artificiais** como os reservatórios, represas e açudes.

Segundo Carlos e Mary (2008), o Lago do IA, objeto deste trabalho, pode ser caracterizado como um **Lago Artificial**, uma vez que foi construído no século passado, entre

as décadas de 1940 e 1950 junto com demais conjuntos arquitetônicos e paisagísticos da Universidade. Este fato pode ser verificado também, através das informações históricas e oficiais da Prefeitura do Campus Seropédica (UFRRJ), através do link: <https://institucional.ufrj.br/parquesejardins/historico/#:~:text=Um%20grande%20lago%20j%C3%A1%20foi,das%20al%C3%A9as%20n%C3%A3o%20foi%20arbitr%C3%A1ria.> e pelo Jornal da Graduação de Maio/Junho de 2013 (Ano III - Número 5), com o título “**Um lago para uma Universidade e uma Universidade para um lago**”, através dos documentos informativos disponíveis através do link: [http://r1.ufrj.br/graduacao/arquivos/docs\\_informativos/jornal/jornal\\_graduacao\\_maiojunho\\_2013.pdf](http://r1.ufrj.br/graduacao/arquivos/docs_informativos/jornal/jornal_graduacao_maiojunho_2013.pdf)

#### **2.4. Aspectos Climáticos do município de Seropédica-RJ**

De forma prática, o clima pode ser entendido como a média das condições de tempo, ou em uma abordagem mais rigorosa como a descrição estatística em termos da média e da variabilidade de determinadas medidas (geralmente temperatura, precipitação e ventos) em um intervalo de tempo pré-definido, que segundo a World Meteorological Organization (USEPA, 2015), deve ser de no mínimo trinta anos para a determinação de uma “Normal Climatológica”.

Em sentido amplo, o clima é o status de um sistema que compreende a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a litosfera de superfície e a biosfera. Todos estes elementos determinam o estado e a dinâmica do clima da Terra (INMET, 2020).

Os Sistemas de Classificações Climáticas (SCC) são de grande importância, uma vez que analisam e definem os climas das diferentes regiões, levando em consideração diversas variáveis climáticas concomitantemente, facilitando desta forma a troca de informações e análises posteriores para diferentes objetivos. Entre os SCC, o de Köppen é um dos mais utilizados e referenciados, considerando as médias de temperatura e precipitação (chuva). (KÖPPEN e GEIGER, 1928)

Segundo Alvares et al., 2013, o qual por meio da classificação Köppen (1948), identificou o clima dos municípios brasileiros, a região de localização do Lago do IA, no município de Seropédica é predominantemente do tipo climático **Aw**, denominado tropical, apresentando uma estação mais seca no inverno, tendo uma precipitação menor que 60 mm (Figura 9).

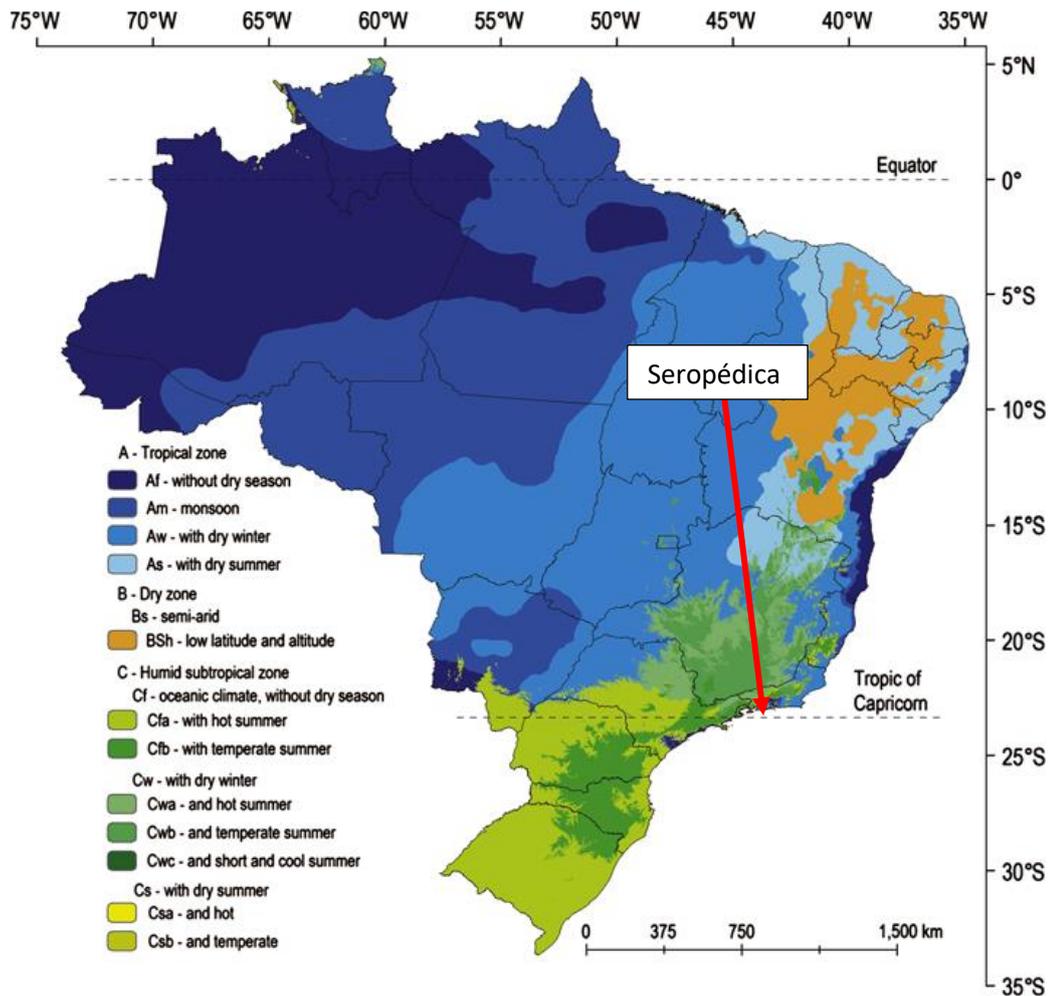


Figura 9 - Classificação Climática brasileira  
 Fonte: Alvares et al.,2013.

A fim corroborar com as afirmações contidas no estudo de Alvares et al., 2013, a respeito das variáveis climáticas (precipitação e temperatura) no município de Seropédica-RJ, está apresentada na Figura 10 os dados de precipitação e temperatura referente ao ano de 2022 da Estação Meteorológica Ecologia-Agrícola (A601), localizada em Seropédica-RJ

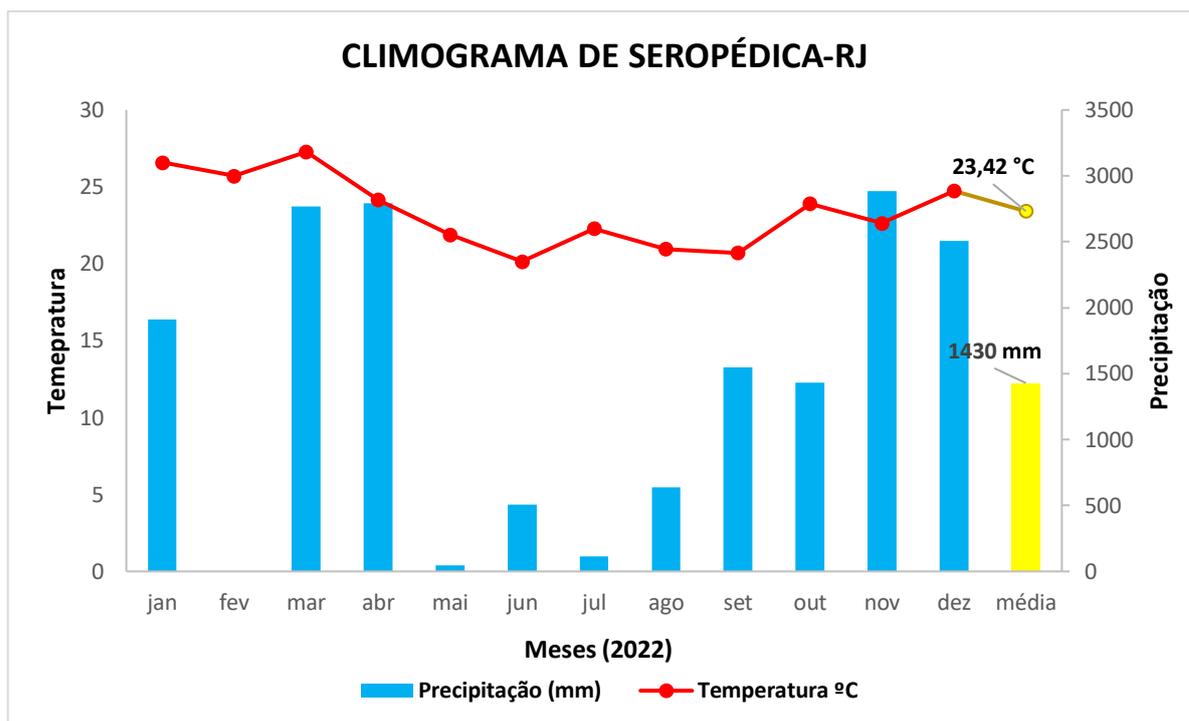


Figura 10 - Climograma de Seropédica-RJ  
 Fonte: INMET, 2023 (Adaptado pelo autor).

Como pode ser observado na Figura 10, os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da Estação Meteorológica Seropédica-Ecologia Agrícola (A601), tem total conexão com a classificação climatológica dada por Koppen, uma vez que no ano de 2022, o município de Seropédica (Aw), apresentou temperatura de clima tropical, com uma estação seca no inverno. Além disso, pode ser observado que a temperatura média para o ano de 2022 ficou em 23,42°C e com uma precipitação de 1.430 mm.

## 2.5. Caracterização do Lago Açú

O Lago do IA ou também conhecido como Lago Açú, foi construído na mesma época do campus da UFRRJ, na década de 1950. O Lago Açú, fez parte, junto com seu “irmão” menor, o Lago do IB, do projeto paisagístico da Universidade, sendo este margeado por três institutos, pelas casas do reitor e do vice-reitor, e é considerado uma “parada obrigatória” para os calouros e visitantes do campus. Os benefícios do lago para a UFRRJ são muitos: desde a beleza à possibilidade de pesquisa na área de piscicultura e biologia animal. Hoje, a relação da Universidade com o lago passa pelo Laboratório de Ecologia de Peixes (LEP). Entretanto, no início da década de 2000, o lago foi considerado eutrofizado (Figuras 11 e 12) devido as diversas contribuições de esgoto sanitário lançadas por anos. Além disso, deve-se ressaltar que segundo informações dadas pelo Prof. Dr. David Campos no momento da apresentação desta dissertação, na década de 1990 o lago passou por uma intervenção, onde foram inseridas espécies de Aguapé (*Eichhornia crassipes*) com o intuito de despoluir o Lago, no entanto esta ação obteve efeito contrário ao esperado, uma vez que não foi possível controlar o crescimento da espécie no lago o que desencadeou a eutrofização do lago.

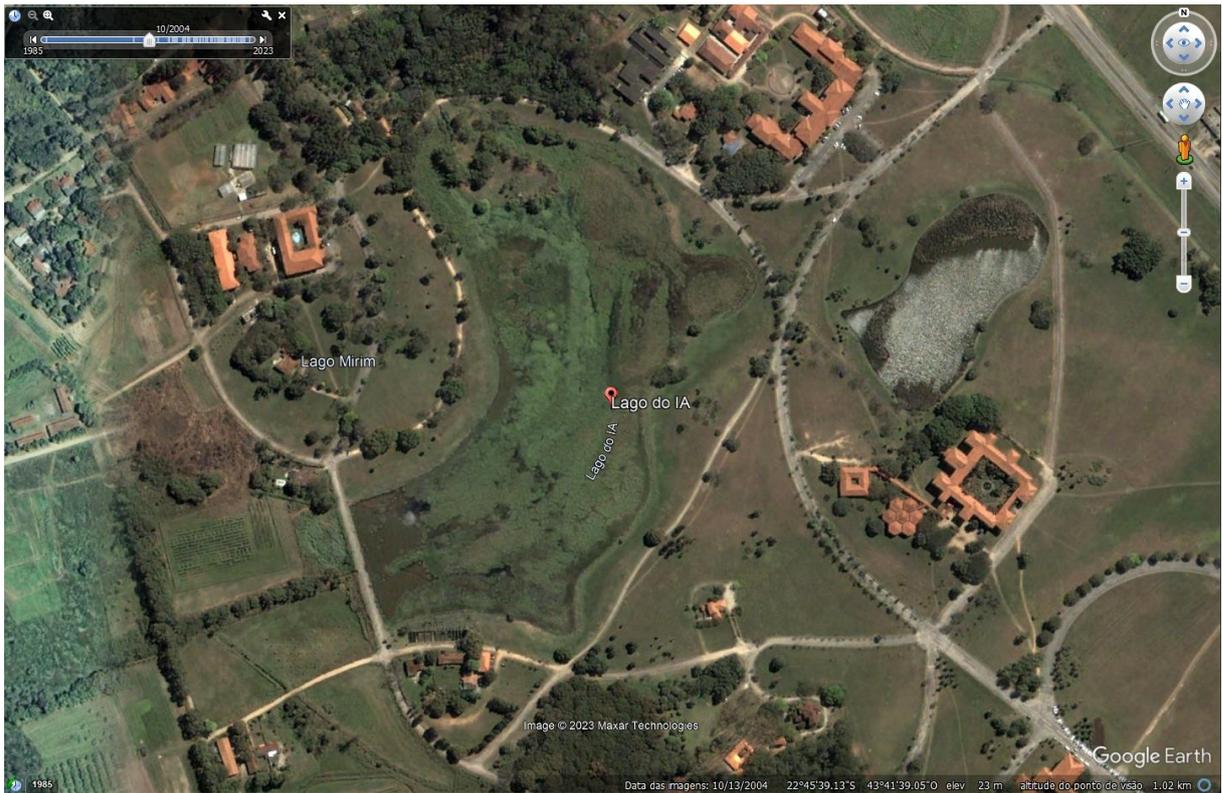


Figura 11 - Lago do IA eutrofizado em outubro de 2004.  
Fonte: Imagens do Google Earth

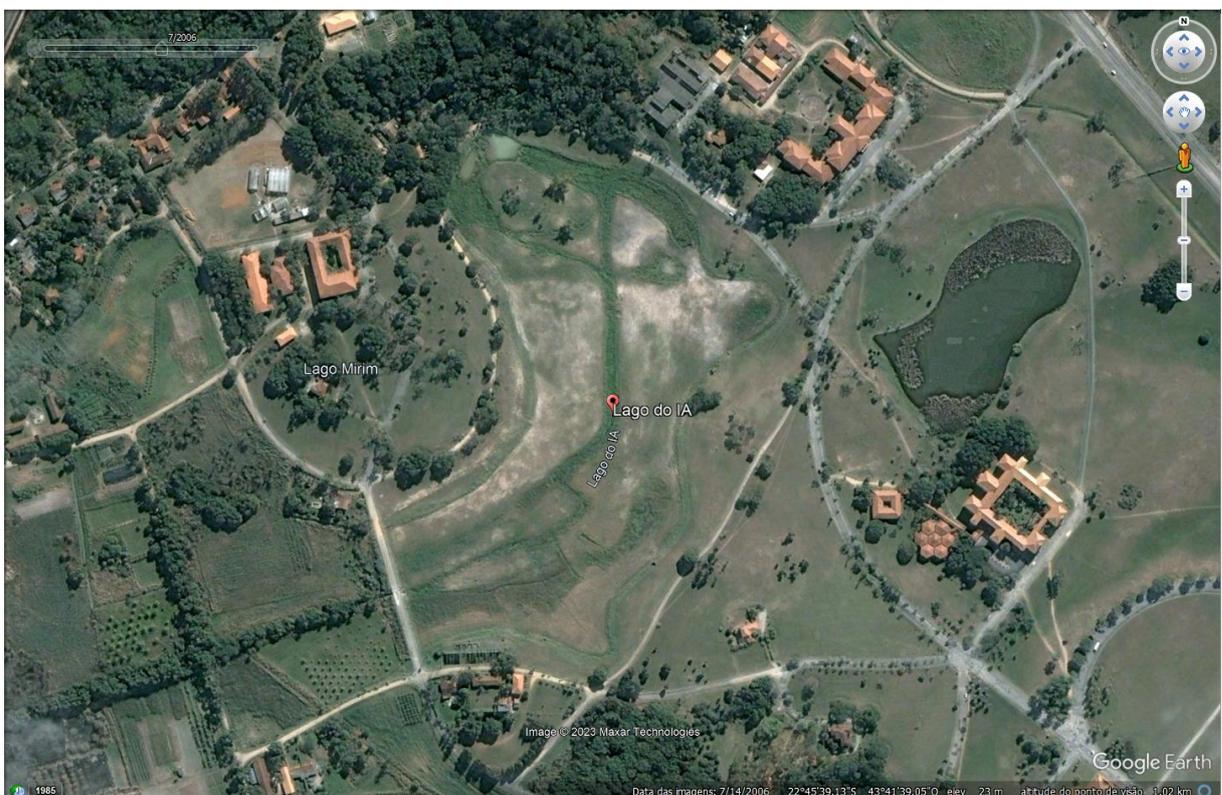


Figura 12 - Lago do IA eutrofizado em julho de 2006.  
Fonte: Imagens do Google Earth

Os dados e informações históricas do Lago do IA, pertinentes a sua eutrofização e posterior recuperação ambiental, atualmente não estão expostos ao público geral, entretanto foi realizada uma solicitação formal ao Setor de Comunicação da UFRRJ (Anexo A), o qual prontamente nos encaminhou 02 (dois) Informativos da época (Figura 13), com menções diretas aos serviços realizados para a recuperação ambiental do respectivo lago, o que pode ser observado com maior detalhe no Anexo B, contendo os informativos na íntegra.



Figura 13 - Informativos da UFRRJ do ano de 2007.  
 Fonte: Coordenadoria de Comunicação Social e Jornalismo - UFRRJ

Durante a busca por informações oficiais sobre a recuperação do Lago do IA, foi encontrado um Termo de Compromisso entre a MRS Logística S.A (MRS). e a UFRRJ, no qual a empresa MRS se comprometeu a realizar as obras necessárias para extinguir a degradação do Lago, oriunda dos despejos de esgoto sanitário, bem como desviar a canalização de esgoto no entorno do Lago, o que pode ser observado no Anexo C.

Nas Figuras 14 e 15, pode ser observado o Lago já com o espelho d'água visível, o que demonstra a eficiência das obras de recuperação ambiental.

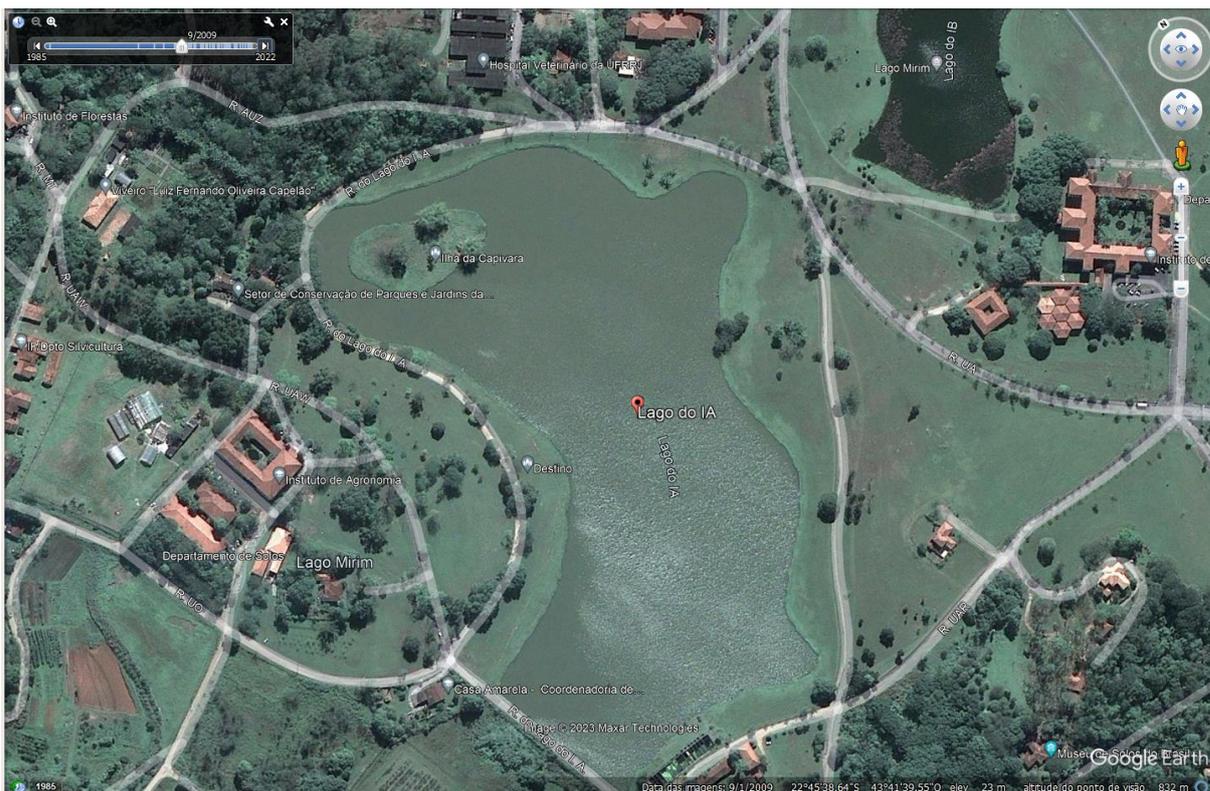


Figura 14 - Lago do IA após as obras de recuperação ambiental (set, 2009).  
Fonte: Imagens do Google Earth



Figura 15 - Lago do IA após as obras de recuperação ambiental (out, 2022)  
Fonte: Autor

Em relação a determinação da batimetria do Lago do IA, foram utilizados os dados e as informações contidas no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Engenheiro Agrimensor e Cartógrafo Luis Felipe Fucolo Pedrote, uma vez que foi um trabalho realizado recentemente e teve como objetivo, obter o Modelo Digital de Terreno do respectivo Lago.

Na Figura 16, está apresentada a batimetria do Lago do IA.

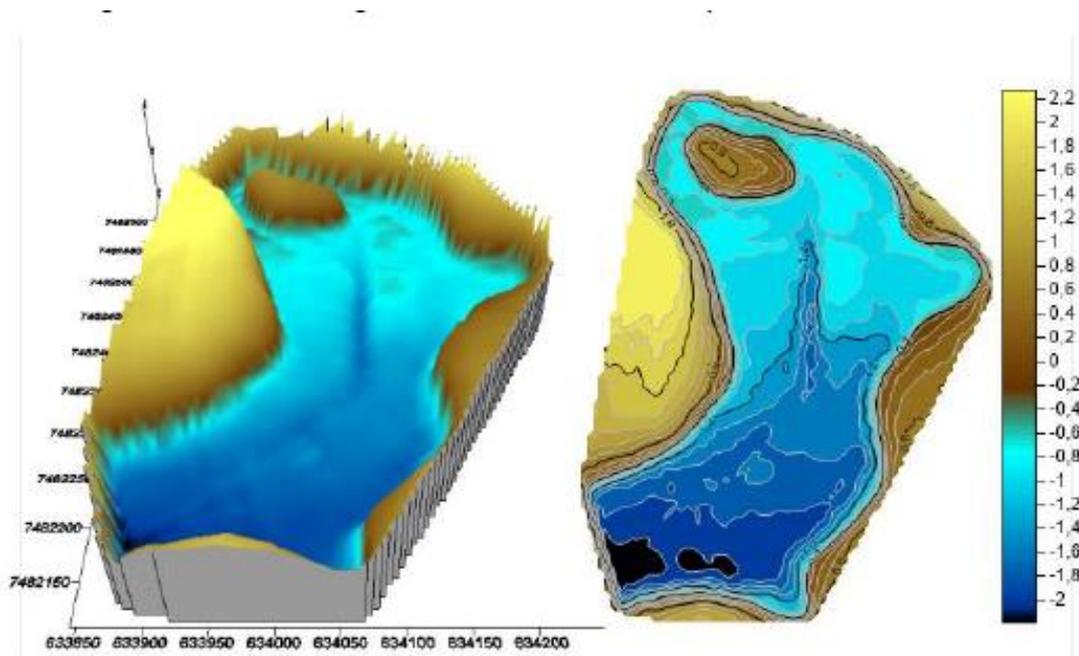


Figura 16 - Batimetria do Lago do IA  
 Fonte: Pedrote (2018).

Conforme apresentado na Figura acima, pode-se evidenciar que as maiores profundidades do Lago estão localizadas na parte sul do lago, próxima a rua denominada “Rua do Lago do IA”, tendo valores superiores a 2 metros. Já os valores de menor profundidade estão localizados no entorno da Ilha das Capivaras. A explicação para tal fato pode ser devido a possibilidade do Lago sofrer assoreamento ao longo dos anos, e além disso a Ilha está mais próxima da borda do Lago, o que corrobora para ao assoreamento ter maior impacto nesta região. Quanto as maiores profundidades, pode ser explicado devido ao fato de existir uma estrutura de alvenaria que garante a estabilidade da rua, formando um dique, não deixando que ocorra qualquer tipo de desmoronamento, conseqüentemente diminuindo a possibilidade de assoreamento nesta área.

Segundo Pedrote (2018), a profundidade média da Lago é de 1,16 m, tendo a menor profundidade 0,60 m e a maior 2,20 m (Figura 17). O lago possui cerca de 9 (nove) ha de área com um volume total de água de 101.490,21 m<sup>3</sup>.

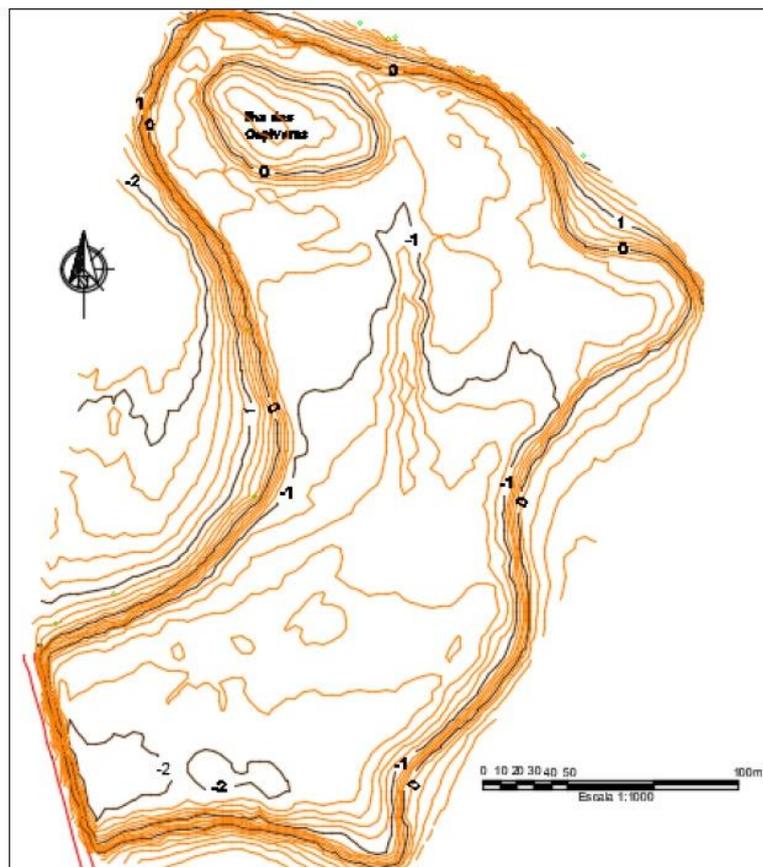


Figura 17 - Curvas de nível referenciadas ao nível d'água  
 Fonte: Pedrote (2018).

## 2.6. Aspectos Hidrológicos

Os procedimentos seguidos na coleta de dados em áreas submersas são diferentes dos usados na topografia convencional. Na topografia a superfície a ser levantada é visível, sendo assim, os pontos de mudança de declividade podem ser facilmente localizados e levantados. Além disso, é possível materializar pontos estáveis de observação, como marcos, e efetuar medições repetidas, para um posterior ajustamento de observações. Já nas áreas submersas, devem ser realizados levantamentos hidrográficos, onde a superfície a ser levantada na maior parte das vezes não é visível e há uma dificuldade na materialização de pontos estáveis (PEDROTE, 2018).

Ainda de acordo com Pedrote (2018), o manual de hidrografia da IHO (*International Hydrographic Organization*) tem-se que “levantamentos hidrográficos são definidos como: levantamentos em áreas com água. No entanto, atualmente podem incluir uma maior diversidade de objetivos tais como: medição de marés, correntes, gravidade, magnetismo terrestre, e determinação das propriedades físicas e químicas da água. O principal objetivo da maior parte dos levantamentos hidrográficos é obter dados para a compilação das cartas náuticas com ênfase nas estruturas que afetem a segurança da navegação. Outros objetivos incluem a aquisição da informação necessária para relacionar os produtos de navegação marítima com a administração das zonas costeiras, engenharia e ciência.” No Brasil, a produção

e manutenção das cartas náuticas, assim como a execução e o controle dos levantamentos hidrográficos, são atribuições da Marinha, através da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação). Já o CHM (Centro de Hidrografia da Marinha) é o órgão responsável pelo planejamento e pela validação dos dados resultantes dos levantamentos hidrográficos destinados à construção e manutenção de cartas náuticas sob a responsabilidade da DHN. As instruções para o controle dos Levantamentos Hidrográficos estão definidas na NORMAM 25 (Normas de Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil).

A realização da batimetria é uma das principais etapas de um levantamento hidrográfico, uma vez que através dela são obtidas as profundidades de um ambiente aquático, algo indispensável para a elaboração do relevo aquático.

Para Winge. M. et al., 2001, a batimetria é a medição da profundidade dos oceanos, lagos e rios e é expressa cartograficamente por curvas batimétricas que unem pontos da mesma profundidade com equidistâncias verticais, à semelhança das curvas de nível topográficas.

## 2.7. Legislação sobre corpos d'água

O Brasil possui diversas legislações de cunho ambiental, em sua grande maioria com o objetivo de preservação da qualidade ambiental, atrelado a isto, a crescente demanda por desenvolvimento econômico no país, traz à tona a necessidade de regulação e controle dos recursos naturais, em especial, o uso múltiplo dos recursos hídricos (rios, lagos, reservatórios, entre outros), alinhado a isto, nasceu uma das principais legislações brasileira, a Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005, criada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), o qual, classificou os corpos d'água, além de definir diretrizes para o seu enquadramento e as condições e padrões de lançamento de efluentes. Entretanto, dois importantes pontos devem ser destacados a respeito desta Resolução:

- 1) Não associação dos níveis tróficos a classificação dos corpos d'água;
- 2) Não há nesta Resolução padrões referentes à qualidade de água para o abastecimento de água potável.

Em relação à qualidade de água para o abastecimento de água potável, deve ser seguido os procedimentos de controle contidos na Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021.

No Quadro 1 está apresentada a classificação somente dos corpos d'água de água doce, uma vez que o objeto de estudo deste trabalho é considerado um ambiente de água doce.

Quadro 1 - Classificação dos hídricos de água doce

CLASSE	USOS
<b>Especial</b>	a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
<b>1</b>	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas;

	<p>c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;</p> <p>d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e</p> <p>e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.</p>
2	<p>a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</p> <p>b) à proteção das comunidades aquáticas;</p> <p>c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;</p> <p>d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e</p> <p>e) à aqüicultura e à atividade de pesca.</p>
3	<p>a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</p> <p>b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</p> <p>c) à pesca amadora;</p> <p>d) à recreação de contato secundário; e</p> <p>e) à dessedentação de animais.</p>
4	<p>a) à navegação; e</p> <p>b) à harmonia paisagística.</p>

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA nº 357/2005.

A seguir, na Tabela 1 estão apresentados os principais parâmetros de qualidade que os corpos hídricos de água doce devem possuir, atrelada a classificação estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.

Tabela 1 - Principais parâmetros de qualidade que os corpos hídricos de água doce.

Parâmetros	Unidade	Classificação				
		Classe Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Fósforo Total (lêntico)	mg/L	-	0,020	0,030	0,050	-
Clorofila <i>a</i>	µg/L	-	10	30	60	-
Turbidez	UNT	-	40	100	100	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	6,0	5,0	4,0	2,0
<i>Escherichia coli</i>	NMP/ 100 mL	-	200	1000	4000	-
DBO5	mg/L	-	3	5	10	-

Fonte: Adaptado da resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

A seguir, no Quadro 2, está apresentada uma lista com as principais legislações ambientais pertinentes ao tema de Recursos Hídricos.

Quadro 2 - Principais legislações sobre recursos hídricos

LEGISLAÇÃO	ANO	DESCRIÇÃO
Decreto Nº 24.643	1934.	Decreta o Código de Águas.
Decreto Nº 1.842	1996.	Institui Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP, e dá outras providências.
Lei Nº 9.433	1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Lei Nº 9.984	2000	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.
Resolução CNRH Nº 5	2000	Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica.
Resolução CNRH Nº 12	2000	Estabelece procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classe segundo os usos preponderantes.
Resolução CNRH nº 13	2000	Estabelece diretrizes para a implantação do Sistema Nacional de Informações sobre recursos Hídricos.
Resolução CNRH nº 15	2001	Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas.
Resolução CNRH nº 16	2001	Estabelece diretrizes gerais para a outorga de direito de usos de recursos hídricos
Resolução CNRH nº 17	2001	Estabelece diretrizes para elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas.
Decreto de 5 de Junho de 2001.	2001	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, localizada nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e no Distrito Federal, e dá outras providências.
Decreto de 25 de Janeiro de 2002.	2002	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, localizada nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e dá outras providências.
Decreto de 20 de Maio de 2002.	2002	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, localizados nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, e dá outras providências.
Decreto de 16 de Julho de 2002.	2002	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, localizada nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e no Distrito Federal, e dá outras providências.
Resolução CNRH Nº 30	2002	Adotar, para efeito de codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional, a metodologia descrita no Anexo I desta Resolução.
Resolução CNRH Nº 32	2003	Institui a Divisão Hidrográfica Nacional.

Portaria N° 377	2003	Aprova o Regimento Interno do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
Decreto de 3 De Dezembro de 2003.	2003	Institui o Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, localizada nos Estados de Minas Gerais e Bahia, e dá outras providências.
Lei N° 10.881	2004	Dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União.
Resolução CNRH n° 48	2005	Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos
Resolução CONAMA n° 357	2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n° 370	2006	Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução n° 357, de 17 de março de 2005.
Decreto de 29 de Novembro de 2006.	2006	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, com área de atuação localizada nos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n° 393	2007	Complementa a Resolução CONAMA n° 357/05 (art. 43, § 4°).
Resolução CONAMA n° 396	2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências
Resolução CONAMA n° 397	2008	. Altera o inciso II do § 4° e a Tabela X do § 5° do art. 34 da Resolução CONAMA n° 357/05 e acrescenta os §6° e 7°.
Resolução CNRH n° 91	2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
Resolução CONAMA n°410	2009	Altera o art. 44 da Resolução n° 357/2005 e o art. 3° da Resolução n° 397/2008.
Lei N° 12.334	2010	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000.
Resolução CONAMA n° 430	2011	Complementa e altera a Resolução n° 357/2005.
Decreto de 5 de Junho de 2012	2012	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, com área de atuação localizada nos Estados do Paraná e de São Paulo, e dá outras providências.
Resolução CNRH n° 140	2012	Estabelecer critérios gerais para a outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais.
Resolução CNRH n° 145	2012	Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas
Decreto N° 9.335, de 5 de Abril de 2018	2018.	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, com área de atuação localizada nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará.

Lei Nº 14.026	2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento ...
Decreto Nº 11.310	2022	Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, para dispor sobre as atividades de fiscalização e a governança federal da Política Nacional de Segurança de Barragens, institui o Comitê Interministerial de Segurança de Barragens e altera o Decreto nº 10.000, de 3 de setembro de 2019.
Resolução CNRH nº 232	2022	Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040.

Fonte: Adaptado do Painel de resoluções do CNRH.

Abaixo, estão apresentados algumas interpretações e comentários de diferentes autores a respeito da legislação brasileira de recursos hídricos.

Na análise de Borsoi e Torres (1997), a gestão de recursos hídricos por meio de bacias hidrográficas tem papel fundamental na gestão ambiental, uma vez que a água é um indicador que se presta a modelagens de simulação.

Segundo Jacobi (2000), a descentralização tem como objetivo geral obter mais democracia, mais eficácia e mais justiça social.

Ferreira e Carrera-Fernandez (2003) afirmam que o conjunto de objetivos, princípios e instrumentos definidos na PNRH, é capaz de exercer uma grande influência em quase todo o universo de gerenciamento e planejamento dos usos de água.

## 2.8. Processo de Eutrofização

Segundo Toledo *et al.* (1983), entre os diferentes processos que podem comprometer a qualidade das águas dos reservatórios, lagos e rios, a eutrofização é um dos mais importantes. A eutrofização pode ser definida como o processo de enriquecimento de um corpo d'água por nutrientes, ocasionando o excessivo crescimento de macrófitas aquáticas e/ou algas, e é um processo natural, mas que vem sendo induzido de modo acelerado pelas atividades antropogênicas (Figueirêdo *et al.*, 2007). Esse fenômeno é causado pelo aporte externo de nutrientes, principalmente o fósforo e o nitrogênio, cujas principais fontes são as atividades agropecuárias e a expansão urbana (Braga *et al.*, 1998; Pinto-Coelho *et al.*, 2005).

De acordo com Cavenaghi (2003) a eutrofização é o resultado do enriquecimento por nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, pode se apresentar em um corpo hídrico de forma natural ou artificial. Quando natural este processo é lento, contínuo e tem como consequência o aporte de nutrientes trazidos pela chuva e pelas águas superficiais. Para Batista *et al.* (2014) relataram que a eutrofização pode ser definida como o aumento da fertilidade dos ambientes aquáticos provocado pela entrada excessiva de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, nos corpos hídricos, levando ao crescimento acelerado de organismos aquáticos autotróficos (fitoplâncton e macrófitas), sendo esta uma das principais características deste

fenômeno. Já a eutrofização artificial está relacionada com o aumento da população humana, e da industrialização (Cavenaghi, 2003)

Para Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), as principais causas da eutrofização artificial estão relacionadas com as entradas de águas residuárias domésticas e industriais, a drenagem superficial, a contribuição de águas subterrâneas e de fertilizantes utilizados na agricultura, outras causas são erosão do solo e uso excessivo de detergentes não-biodegradáveis. Para Silvério (2006), dentro destas atividades, grandes contribuintes são a falta de saneamento básico, principalmente as ligações irregulares de esgoto na drenagem pluvial e o despejo de esgotos domésticos e industriais sem tratamento, os detergentes e sabão em pó e o uso de fertilizantes

Eutrofização é considerada uma adição natural ou artificial de elementos nutritivos (geralmente nitrogênio e/ou fósforo) a um corpo d'água, tendo como consequência o aumento da produtividade primária do ambiente aquático (CETESB, 2014.)

Segundo Burin (2011), a literatura aponta de forma unânime que as principais causas da eutrofização produzida pelas atividades humanas estão relacionadas com os lançamentos de esgoto sanitário, águas residuárias industriais, drenagem pluvial urbana, fertilizantes utilizados na agricultura, erosão do solo, produtos de limpeza contendo compostos polifosfatados. Todos estes fatores resultam na liberação de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, que são os principais estimulantes da eutrofização.

A seguir, na Figura 18 está apresentada de forma ilustrativa o processo de eutrofização desde um ambiente natural, sem descarga de nutrientes até a um cenário de eutrofização de um ambiente aquático, através de 02 (duas) variáveis sendo estas:

- a) Oxigênio dissolvido (OD); e
- b) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

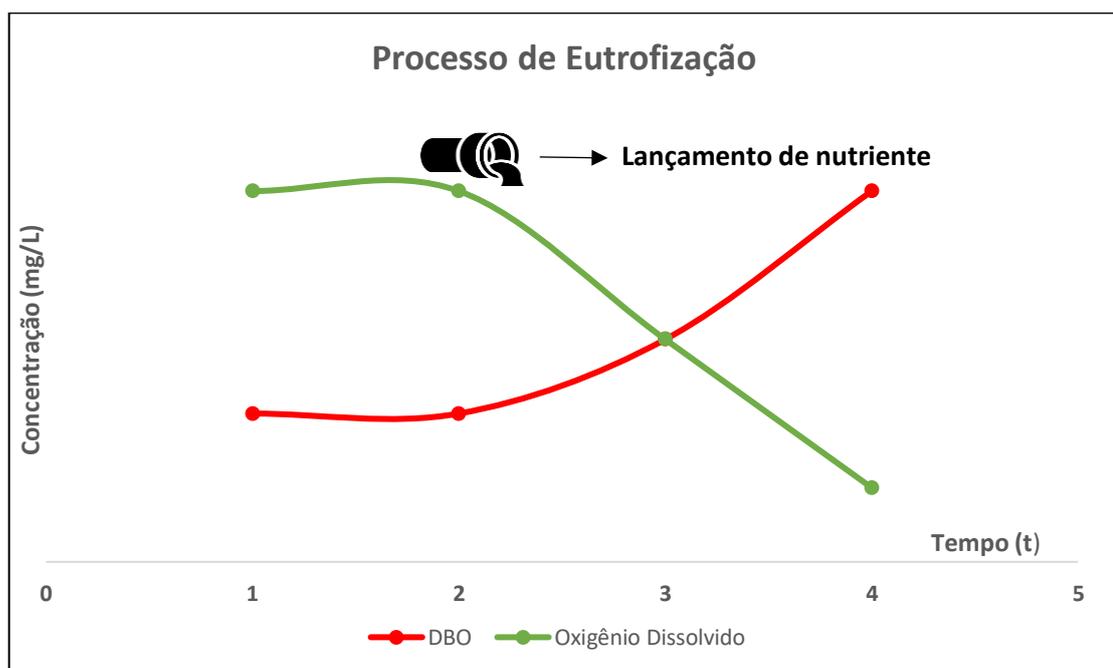


Figura 18 - Processo de Eutrofização  
Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo a análise de Jordão (2017), o fenômeno eutrofização se dá quando há um “nutriente limitante” por exemplo, o fósforo, presente nos esgotos sanitários, é lançado em algum corpo hídrico, principalmente em ambientes lênticos, em quantidade suficiente para atender as necessidades de crescimento biológico, o que promove consequências desagradáveis, de natureza estética e ambiental. Em relação ao “nutriente limitante”, Von Sperling (2001), afirma que é aquele que limita o crescimento de uma determinada população, ou seja, em baixas concentrações do nutriente limitante o crescimento populacional apresenta-se baixo e vice-versa. Essa situação persiste até que a concentração desse nutriente passa a ser tão elevada no meio que um outro nutriente passa a ser fator limitante.

Normalmente, as espécies químicas necessárias para que sejam produzidas as células vegetativas são as que apresentam fósforo e nitrogênio em sua composição, entretanto, é comum que a comunidade se limita por apenas um nutriente (LEWIS, 2000).

Salas e Martino (2001) estabeleceram a relação em massa de Nitrogênio Total e Fósforo Total para lagos tropicais. Desta forma, os lagos-reservatórios que apresentam relação de nitrogênio e fósforo superiores a 9 são potencialmente limitados por fósforo. Caso contrário são limitados por nitrogênio. Entretanto é importante salientar, que a razão N:P para o crescimento algal pode sofrer variações, dependendo da espécie e do ambiente (SMITH, 1979, apud ARAÚJO, 2016).

Com base na relação entre as concentrações de nitrogênio e fósforo (N-P), Thomann e Mueller (1987) sugerem que o crescimento de algas em rios, lagos e estuários com lançamentos pontuais ou difusos são controlados pelo lançamento de fósforo ou nitrogênio, sendo assim, se a relação de  $N/P > 10$  em grandes lagos com predominância de fontes não pontuais, a limitação será por fósforo, já se a relação de  $N/P < 10$  em pequenos lagos com predominância de fontes pontuais, a limitação será por nitrogênio.

Já na análise de Von Sperling, (2001), o mesmo ressalta que a constituição da biomassa algal, normalmente, é obtida da relação de Redfield, et al.(1963), na qual indica que as algas, usualmente, demandam 16 vezes mais do nutriente nitrogênio do que fósforo. As concentrações totais desses dois nutrientes devem ser divididas pelas suas respectivas massas atômicas (14 e 31), sendo depois realizada a razão de N e P, para se obter o nutriente limitante. Caso o resultado seja superior a 16 há indicação que o fósforo será o nutriente limitante, caso contrário o nitrogênio será o limitante.

As descargas de poluição efetuadas por fontes pontuais e difusas são responsáveis pelo processo de eutrofização, quando esses nutrientes são reduzidos, conseqüentemente não sendo mais lançados na massa de água, automaticamente a quantidade de nutrientes disponíveis irá reduzir, diminuindo desta forma a biomassa algal no corpo d’água (LIMBERGER, 2011).

A poluição difusa é produzida pelo carreamento das águas de chuva quando estas se movem pela superfície ou através do solo, em ambientes urbanos e rurais. A poluição pontual chega a pontos específicos ao longo dos corpos d’água. Deve-se ressaltar que a introdução de substâncias ou formas de energia que alterem significativamente as características naturais do ecossistema aquático denomina-se poluição (PORTO; BRANCO, 1991).

Segundo Silva (1998), lagos e reservatórios, em regiões tropicais, possuem a capacidade de metabolizar quantidades de nutrientes elevadas em relação a regiões de clima frio, logo os

limites dos valores para cada categoria trófica em corpos d'água de clima quente serão superiores aos de clima frio, por se tratarem de ambientes aquáticos com comportamentos funcionais distintos. Portanto, os valores de limites de níveis tróficos estabelecidos para lagos temperados são inadequados para lagos e reservatórios de clima tropical

### **- Prejuízos Ecológicos, Socioambientais da Eutrofização**

Segundo Coelho (2010), a eutrofização gera diversos efeitos nos ecossistemas aquáticos, todos relacionados à deterioração em longo prazo da qualidade hídrica do corpo d'água e da sua vida aquática. Mason (1996) elencou os seguintes efeitos ecológicos deste processo: diminuição da diversidade de espécies e modificação da biota dominante, aumento da taxa de sedimentação e da turbidez, possibilidade de desenvolvimento de condições anóxicas. Esteves (1998) afirma que é mais apropriado estudar a eutrofização como um caso de regressão do ecossistema.

Nogueira (1991), Esteves (1998) e Von Sperling (2005) discutiram os seguintes problemas associados ao uso que podem ser causados pelos efeitos de eutrofização: mortalidade de peixes, maior dificuldade e elevação dos custos de tratamento de água, problemas com abastecimento industrial, toxicidade das algas (especialmente das cianobactérias), modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial, redução na navegação e capacidade de transporte, desaparecimento gradual do lago como um todo.

Lamparelli (2004) afirma, que quando se pretende reduzir o grau de eutrofização de um corpo d'água, com a finalidade de estabelecer planos de manejo em bacias hidrográficas, deve-se definir qual nutriente deverá ter as descargas limitadas ou se será necessário limitar as descargas de ambos.

Desta forma, é de suma importância que a cada ambiente aquático seja estudado de forma independente, sempre levando em consideração a sua localização, a fim de se obter a avaliação do estado trófico adequado a sua região.

## **2.9. Avaliação e Classificação do Nível Trófico**

Os estudos de avaliação e classificação do nível trófico em sistemas aquáticos são de extrema importância para a qualidade do ecossistema aquático, uma vez que tem como relevância a detecção e predição dos processos de eutrofização, além da busca por propostas de soluções que viabilizem o aumento da vida útil desses ecossistemas (TUNDISI, 2003).

Segundo a CETESB (2010), a avaliação do estado trófico através de um Índice do Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

Para Silveira et al., (2011), a avaliação do estado trófico é extremamente importante para o manejo sustentável dos recursos hídricos, além disso o IET foi desenvolvido com o objetivo de possibilitar a classificação das águas dos corpos hídricos, facilitando assim, informações relativas ao estado ou à natureza na qual se encontram tais sistemas.

A importância de um monitoramento sistemático dos lagos, reservatórios está relacionada a uma avaliação da evolução da qualidade do corpo hídrico e conhecimento das

tendências de variação, uma vez que o uso desses ambientes pela sociedade se torna cada vez mais intenso e diversificado (NAVAL et al., 2004).

Para Toledo et al., (1983) a classificação do estado trófico envolve o estabelecimento de níveis ou limites baseados no grau ou intensidade do processo de eutrofização e das suas consequências. Essa abordagem de classificação tipológica consiste em, de acordo com as suas características químicas e biológicas (como concentrações de nutrientes e produtividade primária), conferir a um corpo d'água uma categoria de estado trófico (Lamparelli, 2004). A tarefa de estabelecer tais níveis podem ser largamente subjetiva, eis que surge a necessidade da padronização de parâmetros e modelos adequados para tal avaliação, principalmente através da regionalização de métodos de classificação de estado trófico (Sass *et al.*, 2007).

De acordo com Von Sperling (1994), a fertilização dos ecossistemas aquáticos está diretamente vinculada à produção primária (fotossíntese) dos organismos vegetais, já que a formação da biomassa é decorrente desta atividade metabólica. Utiliza-se assim o conceito de trofia para representar a intensidade da produção primária. Quanto maior o grau de trofia, mais intensa será a formação de biomassa e conseqüentemente mais forte será o consumo de oxigênio para a sua decomposição

A mensuração do processo de eutrofização é realizada através do IET, que avalia o grau de trofia do ambiente a partir da análise de três variáveis: fósforo, transparência e clorofila *a*, que tem por finalidade classificar os corpos de água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de alga (LAMPARELLI, 2004).

Os sistemas convencionais classificam os corpos aquáticos em três categorias tróficas: oligotrófico (baixa produtividade), mesotrófico (produtividade intermediária) e eutrófico (elevada produtividade) (MARGALEF, 1983).

Segundo (Tundisi, 2001), os lagos e os reservatórios oligotróficos são caracterizados por baixas entradas de nutrientes e produção primária, alta transparência e uma biota diversa. Já, as águas eutróficas, têm uma grande entrada de nutrientes e produção primária, baixa transparência e elevada biomassa, com baixa diversidade de espécies.

Entretanto, pode-se evidenciar que existem diversos métodos de classificar os ambientes aquáticos através dos Índices de Estado Trófico (IET). O mais conhecido e divulgado pela simplicidade e objetividade, é o índice elaborado por Carlson (1977), que é baseado em três parâmetros: fósforo total, clorofila *a*, e transparência. Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação correspondente à clorofila *a*, por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo. (VON SPERLING, 1994; CETESB, 2021, apud BURIN, 2011).

De acordo com Trindade (2011), vários são os métodos e índices utilizados, atualmente, para avaliar o estado trófico dos ambientes lênticos. A maioria deles foi desenvolvida para ambientes de clima temperado, devendo sua aplicação em regiões tropicais ser realizada com cautela. A morfometria do reservatório, a disponibilidade de luz e nutrientes e as taxas de

decomposição da matéria orgânica podem interferir na variação temporal da comunidade fitoplanctônica.

Abaixo, no Quadro 3 está apresentando os principais métodos existentes para a determinar o Índice de Estado Trófico (IET) dos ambientes lênticos.

Quadro 3 - Índices de Estado Trófico por autores

MÉTODO ELABORADO POR:	IET	CLIMA
Vollenweider (1976)	Relacionado a concentração de fósforo	Clima temperado
Carlson (1977)	Relacionado aos níveis de fósforo, clorofila <i>a</i> e transparência	
Toledo et. al. (1984)	Relacionado aos níveis de fósforo, clorofila <i>a</i> e transparência, a partir da modificação do Índice de Carlson.	
Salas e Martino (1991)	Relacionado aos níveis de fósforo, a do modelo de Vollenweider.	Tropical
Lamparelli (2004)	Relacionado aos níveis de fósforo, clorofila <i>a</i> e transparência, a partir da modificação do Índice de Toledo, adicionando uma nova classe.	

Elaborado pelo autor.

Segundo Burin (2011), o método de Lamparelli (2004), é atualmente utilizado como índice padrão para o monitoramento de lagos tropicais em São Paulo.

Na Tabela 2 está apresentada a classificação do IET modificado por Lamparelli (2004) para reservatórios, de acordo com a transparência, concentrações de fósforo total e clorofila *a*.

Tabela 2 - Classificação do Estado Trófico de lagos e reservatório de água doce

CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO – LAGOS E RESERVATÓRIOS				
Estado Trófico	Ponderação	Secchi (m)	P-total ( $\mu\text{g.}^{\text{L}^{-1}}$ )	Clorofila- <i>a</i> ( $\mu\text{g.}^{\text{L}^{-1}}$ )
<b>Ultraoligotrófico</b>	$\text{IET} \leq 47$	$S \geq 2,4$	$P \leq 8$	$\text{CL} \leq 1,17$
<b>Oligotrófico</b>	$47 < \text{IET} \leq 52$	$2,4 > S \geq 1,7$	$8 < P \leq 19$	$1,17 < \text{CL} \leq 3,24$
<b>Mesotrófico</b>	$52 < \text{IET} \leq 59$	$1,7 > S \geq 1,1$	$19 < P \leq 52$	$3,24 < \text{CL} \leq 11,03$
<b>Eutrófico</b>	$59 < \text{IET} \leq 63$	$1,1 > S \geq 0,8$	$52 < P \leq 120$	$11,03 < \text{CL} \leq 30,55$
<b>Supereutrófico</b>	$63 < \text{IET} \leq 67$	$0,8 > S \geq 0,6$	$120 < P \leq 233$	$30,55 < \text{CL} \leq 69,05$
<b>Hipereutrófico</b>	$\text{IET} > 67$	$0,6 > S$	$233 < P$	$69,05 < \text{CL}$

Fonte: CETESB (2021).

Adaptado pelo autor.

E no Quadro 4, está apresentada a especificação de cada estado trófico mencionado no quadro anterior.

Quadro 4 - Especificação do estado trófico

<b>ESTADO TRÓFICO</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO</b>
<b>Ultraoligotrófico</b>	São corpos de água limpos de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutriente que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
<b>Oligotrófico</b>	São corpos hídricos limpos, que apresentam baixas concentrações de nutrientes e não apresentam comprometimento do uso da água.
<b>Mesotrófico</b>	São corpos hídricos que apresentam produtividade intermediária de concentração de nutrientes. Apresentam algumas implicações sobre a qualidade da água; porém na maioria dos casos em níveis aceitáveis.
<b>Eutrófico</b>	São corpos hídricos que apresentam alta concentração de nutrientes em relação a condições naturais. Afetam diretamente a qualidade da água, provocando uma série de consequências negativas para o ecossistema.
<b>Supereutrófico</b>	Corpos d'água com alta produtividade em relação as condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água.
<b>Hipereutrófico</b>	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e de nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandade de peixes.

Fonte: (Lamparelli, 2004; Esteves, 2011, apud Oliveira, 2018).

## 2.10. Remediação de ecossistemas eutrofizado

Para Baron et al., 2022, a restauração de ecossistemas aquáticos é um caminho essencial para a sustentabilidade e melhoria na qualidade da água utilizada para o abastecimento público, industrial, uso recreacional paisagísticos, entre outros.

É de conhecimento amplo que diversas tecnologias de recuperação de ambientes aquáticos eutrofizados foram desenvolvidas, destacando-se as que controlam o fluxo interno de nutrientes (fluxo do sedimento para a coluna de água), uma vez que os sedimentos podem liberar nutrientes para a coluna de água durante anos mesmo após as fontes externas de fósforo serem eliminadas (JEPPESEN et al., 2005; MOZETO, 2003). Os sedimentos contaminados podem ser tratados por meio de tecnologias de remoção ou tecnologias *in situ* (USEPA, 1994). A dragagem é uma tecnologia de remoção ainda usada em alguns ambientes eutrofizados. Esta técnica é baseada na retirada de todo o sedimento contaminado, porém apresenta desvantagens relativas aos altos custos de transporte, tratamento e disposição do resíduo final (PANTANO, 2016). De acordo com o registros da UFRRJ, no início dos anos 2000 esta tecnologia foi utilizada para a recuperação do Lago, uma vez que ambiente aquático estava em estágios

extremos de eutrofização. Este tema é abordado com maior riqueza de detalhe no subcapítulo 3.1.3. Caracterização do Lago, deste trabalho.

Visando superar as desvantagens da dragagem as tecnologias denominadas *in situ* são bastante usadas (USEPA, 1994; XU et al., 2008), dentre elas à aplicação de sais de alumínio, injeção no sedimento de nitrato de cálcio (COOKE et al., 1993; FOY, 1986).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo está apresentada a área de estudo deste trabalho, além da metodologia e dos materiais utilizados.

#### 3.1 Caracterização e Localização da Área de Estudo

Este trabalho foi realizado no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada no município de Seropédica, conforme a Figura 19.

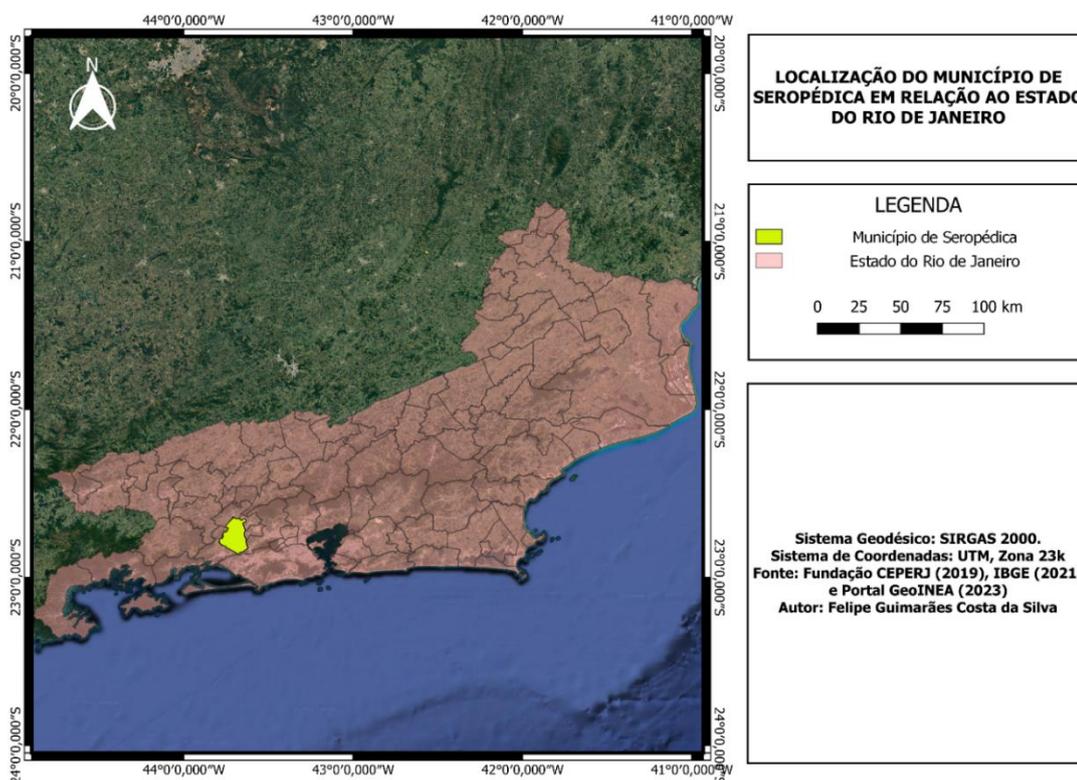


Figura 19 - Localização de Seropédica em relação ao estado do Rio de Janeiro  
Fonte: Elaborado pelo autor. Programa QGIS.

Este trabalho teve como local, o Lago do Instituto de Agronomia (IA), lago este localizado na UFRRJ e considerado o maior ambiente lântico da Universidade, possuindo aproximadamente 92.000 m<sup>2</sup> de área alagada e tendo uma ilha no seu interior de aproximadamente 5.300 m<sup>2</sup> (PEDROTE, 2018). Na Figura 20 está apresentada a localização geográfica do Lago do IA.

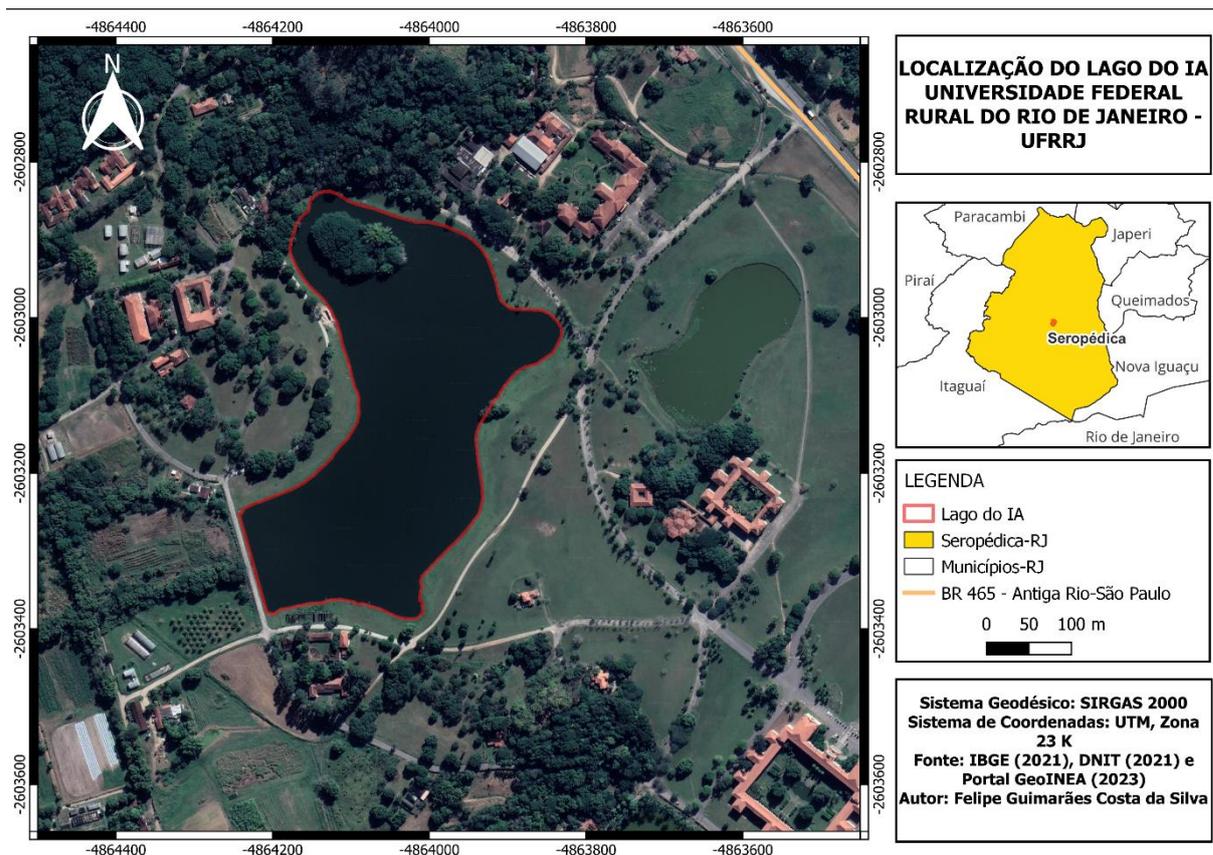


Figura 20 - Localização do Lago IA – UFRRJ  
 Fonte: Elaborado pelo autor. Programa QGIS.

### 3.2. Pesquisa de Campo

Para a realização da pesquisa de campo, inicialmente foi realizada uma caracterização geoespacial a partir de dados secundários, para a determinação dos pontos de amostragem, e em seguida, planejadas as demais etapas para obtenção de dados primários para a avaliação do nível trófico do referido lago, foram realizadas 05 (cinco) etapas, sendo estas:

- 1ª Etapa: Caracterização geoespacial;
- 2ª Etapa: Planejamento e Mobilização;
- 3ª Etapa: Amostragem;
- 4ª Análise Laboratorial das amostras;
- 5ª Etapa: Interpretação e análise dos resultados.

#### 3.2.1. Caracterização geoespacial

Este trabalho de campo foi realizado nas datas de 26 de agosto de 2022 e 14 de dezembro de 2022, pois nestas datas o Satélite Sentinel-2 estaria sobrevoando a área de estudo, o que

facilitaria a obtenção de imagens de satélite do Lago do IA, uma vez que este trabalho de campo foi realizado em conjunto e parceria com o Professor M.S.c Ricardo Vilar Neves que a época estava elaborando sua Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária-PPGCTIA/UFRRJ) com o uso de imagens de satélites e imagens adquiridas por VANT para avaliação do estado trófico de corpos d'água e reservatórios.

Nesta terceira etapa, para a elaboração dos mapas foi utilizado o software de geoprocessamento QGIS, que é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral, sendo um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). A Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) é uma organização sem fins lucrativos cuja missão é promover a adoção global de tecnologia geoespacial aberta, dedicada a uma filosofia aberta ao desenvolvimento participativo conduzido pela comunidade global (OSGeo, 2022).

As amostras de água foram coletadas em 40 (quarenta) diferentes pontos no Lago do IA (Figura 21) e na Tabela 3 estão apresentadas as coordenadas em UTM de cada ponto.

Tabela 3 - Coordenadas em UTM dos pontos de coleta.

<b>PONTOS</b>	<b>LONGITUDE (m)</b>	<b>LATITUDE (m)</b>
A01	633888	7482133
A02	633874	7482185
A03	633857	7482246
A04	633907	7482267
A05	633952	7482296
A06	633988	7482340
A07	633998	7482395
A08	633985	7482444
A09	633969	7482485
A10	633952	7482524
A11	633930	7482567
A12	633954	7482608
A13	634002	7482601
A14	634042	7482586
A15	634089	7482577
A16	634130	7482558
A17	634152	7482515
A18	634179	7482480
A19	634232	7482457
A20	634193	7482421
A21	634153	7482388
A22	634125	7482329
A23	634132	7482273
A24	634109	7482223
A25	634068	7482183
A26	634062	7482129
A27	634004	7482144
A28	633945	7482147
A29	633940	7482210

A30	634009	7482244
A31	634053	7482297
A32	634067	7482357
A33	634052	7482434
A34	634042	7482490
A35	634074	7482537
A36	634113	7482487
A37	634150	7482450
A38	634111	7482413
A39	634084	7482263
A40	634022	7482204

Elaborada pelo autor

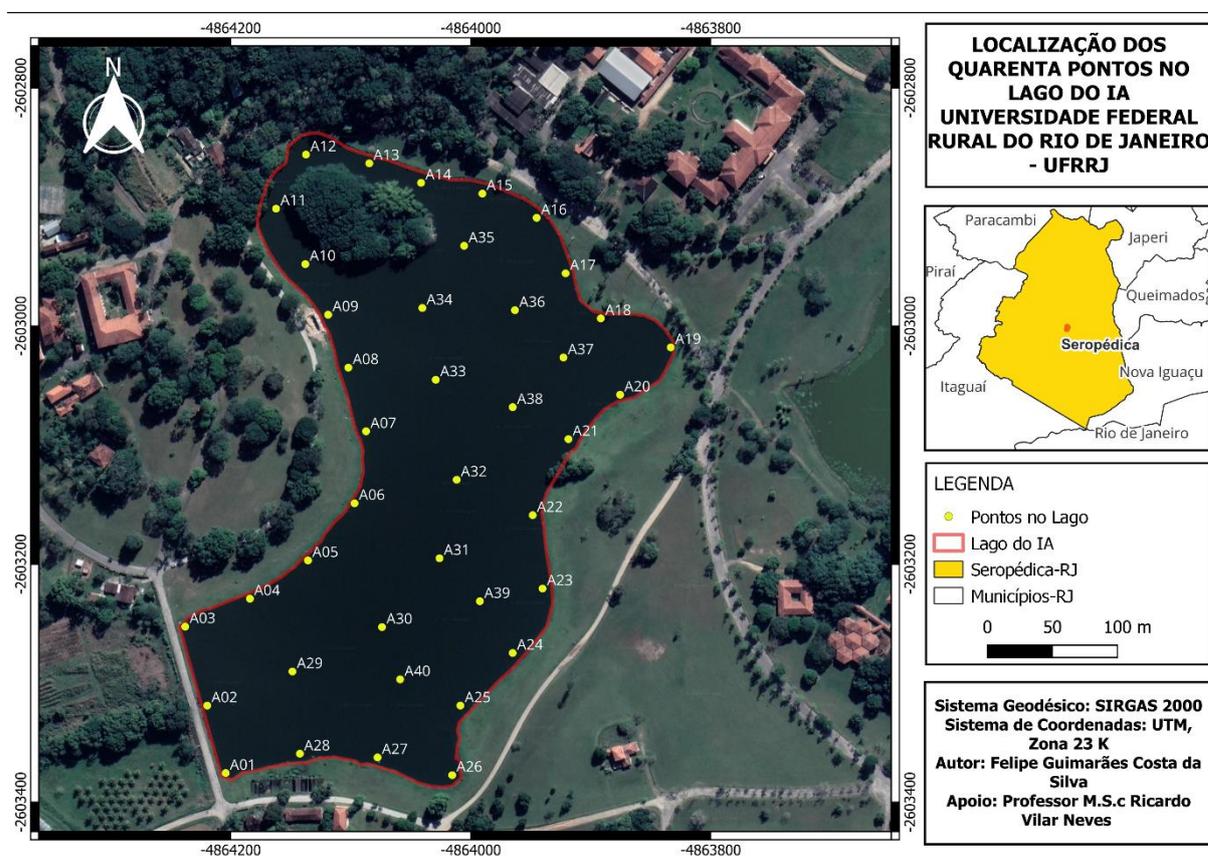


Figura 21 - Pontos de coleta de água no Lago do IA

Fonte: Autor.

### 3.2.2. Planejamento e Mobilização

Para esta etapa, primeiramente foi solicitada a Reitoria da UFRRJ via e-mail através de Memorando Eletrônico (Anexo D), a viabilidade da realização do trabalho de campo. Após dada a Autorização, foi mobilizada uma equipe com um quantitativo de 09 (nove) pessoas, as quais deram o suporte necessário para a realização das coletas à beira do Lago e na parte central do Lago.

### 3.2.3 Amostragem

Para este trabalho foi adotada a estratégia de amostragem em duas épocas específicas, inverno e verão, tempo de estiagem e chuvoso, respectivamente, sendo a primeira coleta realizada em agosto de 2022 e a segunda em dezembro de 2022.

Os pontos de coleta foram coletados com o auxílio de barco para as coletas realizadas na parte interiorana do lago, e na parte das extremidades, foi utilizada uma vara de bambu de aproximadamente 2,5 m de comprimento, uma garrafa plástica de 1,5 L e um nylon para realizar a amarração da garrafa a vara de bambu, conforme Figura 22 e 23.



Figura 22 – Exemplo da 1ª coleta (agosto de 2022)



Figura 23 – Exemplo da 2ª coleta (dezembro de 2022)

Para a elaboração do trabalho de campo, a equipe se dividiu em duas, 05 (cinco) ficaram na parte aquática e 04 (quatro) na parte terrestre, a fim de dar maior agilidade as coletas.

Segundo Burin (2011), a amostragem é um procedimento definido, pelo qual uma parte de uma substância, material ou produto é retirado para produzir uma amostra representativa do todo. A coleta adequada das amostras possui papel fundamental para garantir a representatividade e, conseqüentemente, resultados assertivos e confiáveis.

No Anexo E, está apresentada a relação e as figuras dos principais materiais, ferramentas, equipamentos e veículos utilizados.

### **3.2.4 Análise laboratorial**

Em relação a análise laboratorial das amostras, esta foi realizada no Laboratório de Monitoramento Ambiental I – Água e Efluentes no Departamento de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, tendo como base a Norma Técnica L5.306 – 3ª edição. Fev/2014 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que utiliza como ferramenta a Clorofila *a* para avaliar o grau de eutrofização de um ambiente aquático, uma vez que a Clorofila *a* é um pigmento encontrado em todos os grupos de vegetais e organismos autótrofos, sendo utilizada como indicadora da biomassa fitoplanctônica em ambientes aquáticos (CETESB, 2014), bem como o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-SMEWW (Método Padrão de Análise de Água e Águas Residuais) da American Public Health Association-APHA (Associação Americana de Saúde Pública), por meio do método colorimétrico do ácido Método Vanadomolibdico, descrito no Manual de Instruções do SPECTRO KIT FÓSFOTO VANADOMOLÍBDICO

#### **3.2.4.1. Métodos Utilizados para a determinação da Clorofila *a***

Neste subcapítulo, estão descritos de forma didática o método utilizado para a determinação da Clorofila *a*.

Em relação a Clorofila *a* foi utilizado o método contido na Norma Técnica L5.306. 3ª Edição. Fev/2014, a qual descreve os procedimentos para a determinação de Clorofila *a* e Feofitina *a* por meio do método espectrofotométrico monocromático. Neste método as concentrações de Clorofila *a* e Feofitina *a* são determinadas espectrofotometricamente por meio das leituras nas densidades ópticas obtidas nos comprimentos de onda de: 664, 665 e 750 nm, a qual nos fornece resultados de peso tanto de clorofila quanto de feofitina por unidade de volume ( $\mu\text{g/L}$ ). Importante destacar, que a Clorofila *a* é um pigmento encontrado em todos os grupos de vegetais e outros organismos autótrofos sendo frequentemente, utilizada como indicadora da biomassa fitoplanctônica em ambientes aquáticos.

#### **- Filtragem**

Para filtragem da amostra de água coletada, a mesma foi homogeneizada cuidadosamente, após, na proveta graduada foi medido o volume de 50 (cinquenta) mL da amostra. Em seguida, por meio da utilização de sistema de bomba à vácuo com o auxílio de uma membrana filtrante de fibra de vidro, foi realizada a filtração da amostra, terminada esta etapa, o meio filtrante foi retirado cuidadosamente com uma pinça, evitando contato com as mãos e dobrado, de modo que o material filtrado fique para o lado interno da dobra, logo após o material filtrante já dobrado foi colocado em tubos escuros e levados para a refrigeração (a 4°C por 2 horas), a fim

de não permitir a degradação das moléculas de clorofila, uma vez que este processo de degradação ocorre rapidamente em locais com temperatura ambiente e sob a ação da luz.

#### **- Extração**

Na parte da extração da amostra foi adicionado em cada tubo escuro 5 (cinco) mL de acetona 90% (noventa por cento), a seguir, foi macerada a membrana filtrante e adicionado mais 5 (cinco) mL de acetona 90%, em seguida o tubo foi fechado. Após esta etapa, as amostras foram colocadas no refrigerador a uma temperatura de 4°C (quatro graus Celsius) por um período de 2 (duas) horas.

#### **- Centrifugação**

Posteriormente a extração, se iniciou o procedimento de centrifugação e leitura espectrofotométrica. A centrifugação foi realizada em 5 (cinco) baterias com 8 (oito) tubos por vez, durante 20 (vinte) minutos com aproximadamente 3.000 (três mil) rpm (rotações por minuto). Importante destacar, que não houve a presença de sobrenadante nas amostras.

Em seguida, foi realizada a primeira leitura nos comprimentos de 664 e 750 nm, e anotado os resultados. Após, foi realizada a acidificação da solução com a adição de 20 (vinte) µL de Ácido Clorídrico (HCl) 0,1 M, depois de 90 (noventa) segundos aguardando, foi realizada a segunda leitura em 750 e 665 nm e anotado os resultados. Importante destacar que a segunda leitura foi realizada em no máximo 2 (dois) minutos após a acidificação da solução.

Os comprimentos de onda utilizados foram definidos devido a Clorofila *a* possuir maior espectro de absorbância no comprimento de onda de 665 nm.

### **3.2.4.2. Métodos Utilizados para a determinação do Fósforo**

Neste subcapítulo, estão descritos de forma didática o método utilizado para a determinação da P.

No que se refere ao Fósforo, primeiramente foi elaborada a Curva Padrão, a qual utilizamos o Padrão MR Fósforo de 1000 mg/L. Logo em seguida, para a execução dos cálculos foi utilizado o Manual de Instruções da Alfakit - Método Vanadomolibdico (Anexo F), uma vez que foi utilizado o Reagente Vanadomolibdico (Figura 24), seguindo 6 (seis) etapas, sendo estas:



Figura 24 - Reagente Vanadomolibdico

1. Medir 5 mL de amostra com a seringa e transferir para o tubo do fotolorímetro;
2. Fazer uma prova em branco, medindo 5 mL de água desionizada e adicionando os reagentes paralelamente a amostra
3. Adicionar 12 gotas do e agitar;
4. Aguardar 10 minutos;
5. Zerar o equipamento (DR3900 Espectrofotómetro) com a prova em branco e fazer a leitura das amostras
6. O resultado lido é a concentração em  $\text{mg L}^{-1}$  de P

#### **3.2.4.3. Métodos Utilizados para a determinação da Turbidez**

A determinação da Turbidez é realizada por meio do equipamento denominado Turbidímetro (Marca Hanna Instruments de faixa 0 a 1000 NTU), sendo este constituído de um nefelômetro que tem por objetivo realizar a leitura da amostra e expressar os resultados em unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

#### **3.2.5. Interpretação e análise dos resultados**

Neste subcapítulo, estão descritos de forma didática o método utilizado para a determinação da Clorofila *a*, fósforo e turbidez.

### 3.2.5.1 Clorofila *a*

A seguir, estão apresentadas as Equações que foram utilizadas para os cálculos.

$$D664c = D664 - D750 \quad \text{equação (1)}$$

$$D665c = D665 - D750 \quad \text{equação (2)}$$

$$\text{Clorofila } a \left( \frac{\mu\text{g}}{\text{L}} \right) 26,73 \times (D664c - D665c) \times \left[ \frac{v}{(V \times L)} \right] \quad \text{equação (3)}$$

Em que:

V= Volume, em litros, da amostra filtrada

v= Volume, em mL, de acetona 90% usada para extração

L= Caminho óptico, em cm, da cubeta espectrofotométrica usada

D664c= Densidade óptica a 664nm, corrigida

D665c= Densidade óptica a 665nm, corrigida

### 3.2.5.2 Fósforo

Em relação ao Fósforo, a interpretação e análise dos resultados é realizada pelo equipamento denominado Espectrofotômetro, o qual determina a concentração em L<sup>-1</sup> de P.

### 3.2.5.3 Turbidez

O método utilizado para a determinação da Turbidez, é baseado na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão. Quanto maior a intensidade da luz espalhada maior será turbidez da amostra analisada, sendo toda a interpretação e análise elaborado pelo equipamento denominado Turbidímetro.

### 3.2.5.4 Índice de Estado Trófico (IET)

Para realizar o cálculo do Índice de Estado Trófico do Lago o IA, foi utilizado o método de Lamparelli (2004), o qual é composto pelo Índice de Estado Trófico para a Clorofila *a* (IET CL) e pelo Índice de Estado Trófico para o Fósforo (IET PT), índice este referente para ambientes lênticos, que se baseia na seguinte equação.

$$IET (CL) = 10x(6 - ((0,92 - 0,34x(\ln CL))/\ln 2)) \quad \text{equação (4)}$$

$$IET (PT) = 10x(6 - (1,77 - 0,42x(\ln PT)/\ln 2)) \quad \text{equação (5)}$$

Em que:

CL= concentração de clorofila *a* medida à superfície da água, em µg.L<sup>-1</sup>;

PT= concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg.L<sup>-1</sup>;

ln= logaritmo natural.

Para o cálculo final do Índice de Estado Trófico do Lago do IA foi utilizado a equação 6, abaixo, que é a média aritmética dos índices de estado trófico (IET CL e IET PT) de todos os 40 (quarenta) pontos do Lago.

$$IET = [ IET ( PT ) + IET ( CL ) ] / 2 \quad \text{equação (6)}$$

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo estão apresentados os resultados obtidos para a determinação do Índice de Estado Trófico (IET) do Lago IA na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sendo esta a 5ª e última etapa do estudo (interpretação e análise dos resultados).

##### 4.1. Clorofila *a*

Nas Tabelas 4 e 5, estão apresentados os resultados obtidos de Clorofila *a* pertinentes as amostras de água do Lago do IA, que ocorreram nos dias 26 de agosto de 2022 (1ª Campanha) e 14 de dezembro de 2022 (2ª Campanha), respectivamente. Logo abaixo das Tabelas, estão apresentados os Mapas (Figuras 25 e 26) com as concentrações de Clorofila *a* para uma melhor compreensão dos resultados obtidos. Além disso, no Anexo G, estão apresentadas as Tabelas de forma detalhada.

Tabela 4 - Resultados de Clorofila *a* 1ª Campanha (26/08/2022)

Amostras	Clorofila <i>a</i>	Amostras	Clorofila <i>a</i>
1	146,12	21	149,69
2	156,82	22	135,43
3	220,97	23	178,20
4	196,02	24	171,07
5	192,46	25	135,43
6	167,51	26	135,43
7	128,30	27	163,94
8	142,56	28	184,62
9	192,46	29	135,43
10	156,82	30	199,58
11	206,71	31	192,46
12	156,82	32	242,35
13	149,69	33	185,33
14	121,18	34	171,07
15	156,82	35	235,22
16	171,07	36	99,79
17	206,71	37	Amostra não utilizada
18	192,46	38	235,22
19	135,43	39	121,18
20	185,33	40	106,92

Média	167,51
-------	--------

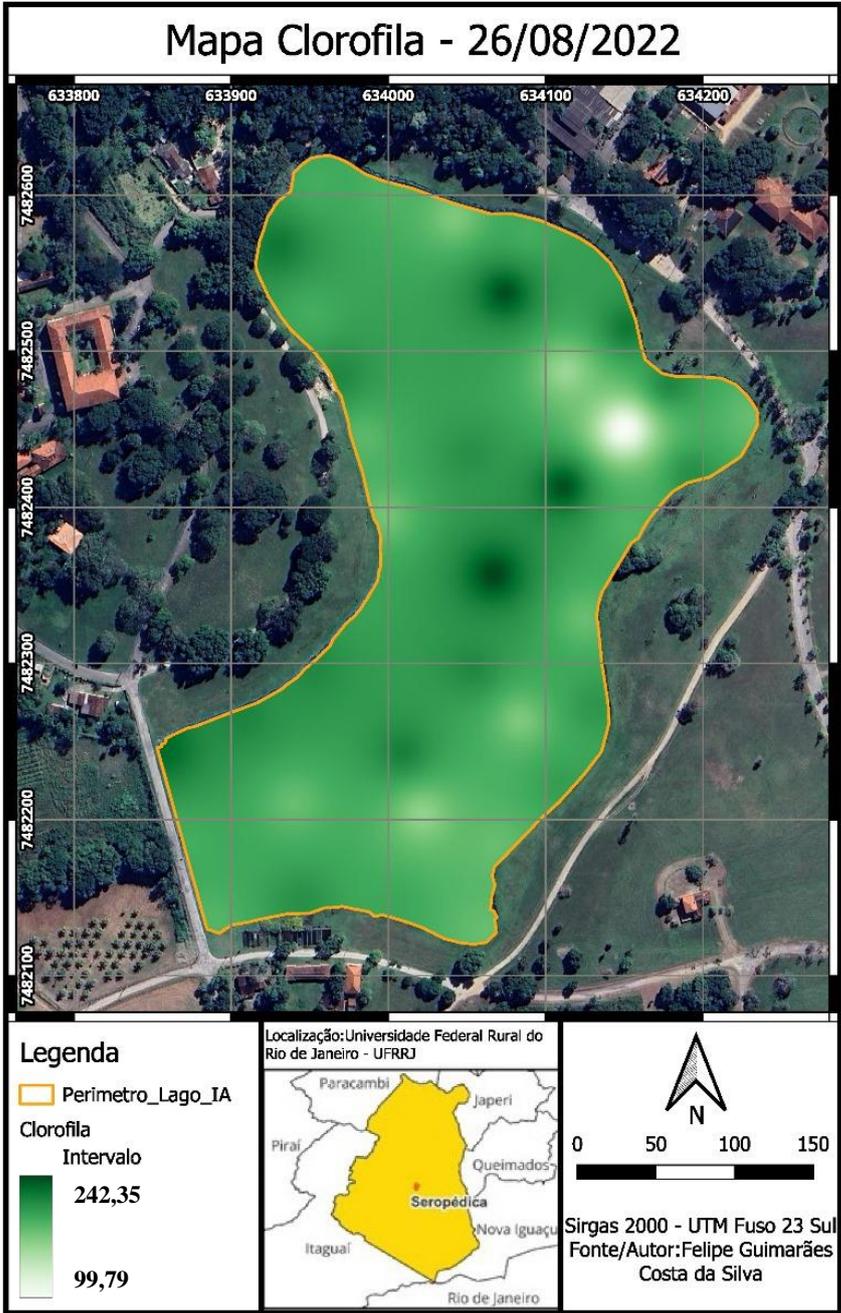


Figura 25 - Resultados de Clorofila *a* 1ª Campanha (26/08/2022)  
Fonte: Autor

Tabela 5 - Resultados de Clorofila a 2ª Campanha (14/12/2022)

<b>Amostra</b>	<b>Clorofila <i>a</i></b>	<b>Amostra</b>	<b>Clorofila <i>a</i></b>
1	235,22	21	263,74
2	199,58	22	114,05
3	363,53	23	114,05
4	60,59	24	135,43
5	21,38	25	114,05
6	206,71	26	477,58
7	57,02	27	142,56
8	106,92	28	106,92
9	142,56	29	114,05
10	156,82	30	78,41
11	163,94	31	106,92
12	161,09	32	135,43
13	Amostra não utilizada	33	178,20
14	109,77	34	114,05
15	463,32	35	121,18
16	92,66	36	128,30
17	92,66	37	142,56
18	121,18	38	163,94
19	92,66	39	171,07
20	171,07	40	Amostra não utilizada
<b>Média</b>			<b>131,87</b>

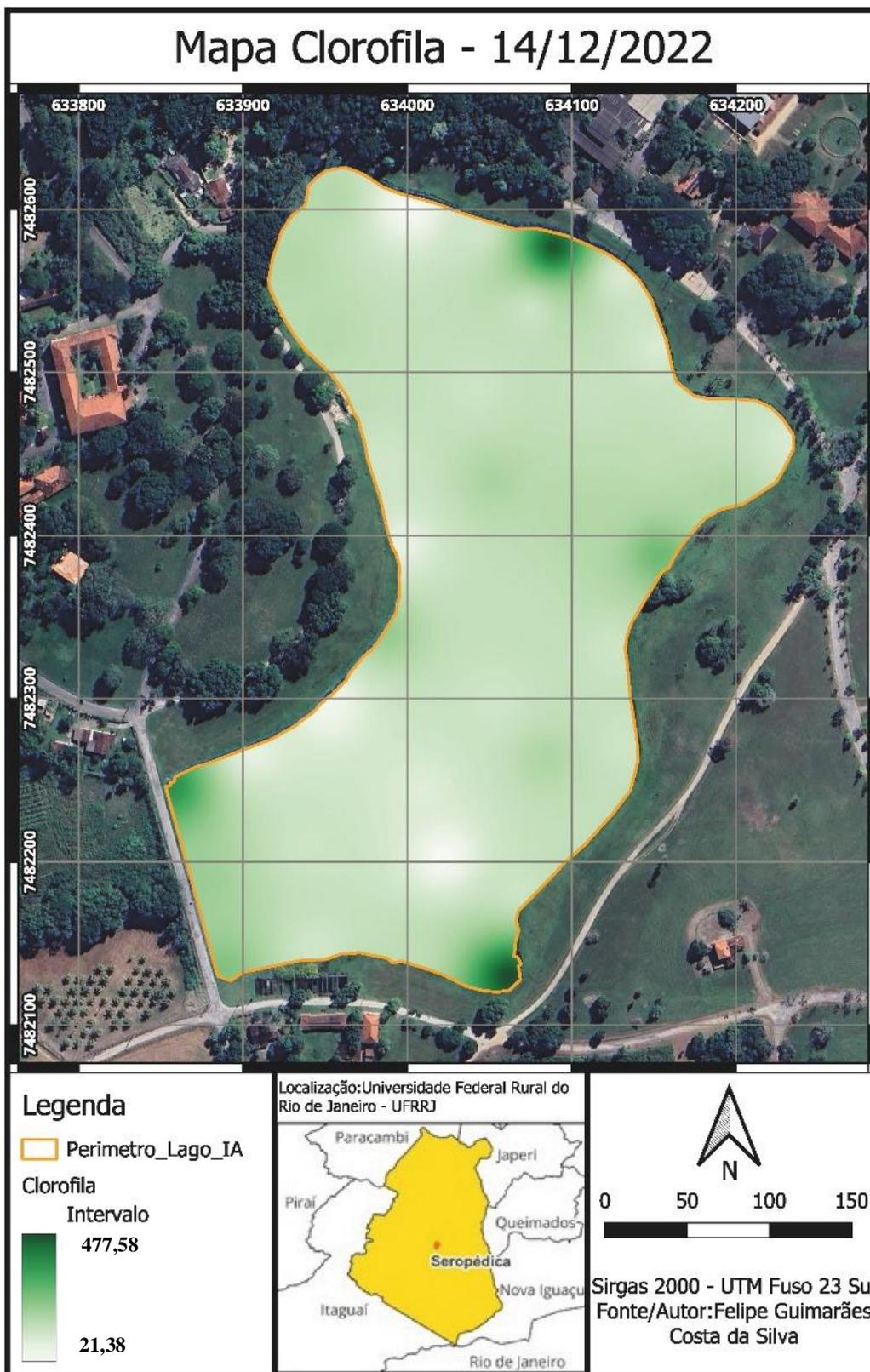


Figura 26 - Resultados de Clorofila *a* 2ª Campanha (14/12/2022)  
 Fonte: Autor

De acordo com as Figuras 25 e 26, pode-se observar que em grande parte dos pontos de coleta o valor da Clorofila *a*, ficou entre 100 e 200  $\mu\text{g/L}$ , tendo sua maior concentração de 242,35  $\mu\text{g/L}$  registrada no ponto 32 e a menor concentração de 99,792  $\mu\text{g/L}$  registrada no ponto 36, tendo uma média de 168,20  $\mu\text{g/L}$  na 1ª Campanha e 156,35  $\mu\text{g/L}$  na 2ª Campanha com maior de 477,58  $\mu\text{g/L}$  registrada no ponto 26 e o menor valor de 21,38  $\mu\text{g/L}$  registrada no ponto 5, evidenciando um alto valor de biomassa fitoplanctônica, ou seja, um alto índice de crescimento de algas e cianobactérias devido ao despejo de nutrientes como nitrogênio e fósforo oriundos do esgoto sanitário sem tratamento. Outro ponto a se destacar, é que a média de Clorofila *a* ficou mais alta no inverno, o que pode ser relacionado ao fato do índice pluviométrico ser menor.

De outra forma, pode-se observar que apenas aproximadamente 7,5% das amostras (total de 03 amostras) não puderam ser inseridas no cálculo, uma vez que apresentaram valores bem discrepantes, sendo estes registrados no ponto 37 (valor negativo) da 1ª Campanha e nos pontos 13 (valor negativo) e 40 (valor bastante elevado) da 2ª Campanha. Os valores negativos possivelmente estão relacionados a erros no manuseio das amostras, possibilitando uma maior degradação da clorofila *a*. Em relação ao valor elevado, o mesmo também pode estar associado a erros de manuseio ou até mesmo a erro no momento da coleta da amostra, com interferência de matéria orgânica.

A fim de realizarmos o preenchimento de falhas, ou seja, o preenchimento dos pontos no qual foram obtidos valores discrepantes, foi utilizada como metodologia a Média Ponderada, que segundo Fantinel (2018) a média ponderada constitui-se em um resultado final obtido após a atribuição de pesos para fatores e notas para os seus atributos, na qual se difere da média que apenas considera o somatório de todos os fatores. De acordo com Silva (2001), ainda que simples, a média ponderada é utilizada em pesquisas ambientais com o intuito de se obter estimativas em eventos ambientais.

#### **4.2. Fósforo**

Inicialmente, o teste para geração das curvas, tem como base a obtenção de uma amostra em branco, produzindo esta amostra em branco, tem o objetivo de diminuir a quantidade de erros referentes ao processo de obtenção Fósforo. Utiliza-se a água deionizada para não ter interferência na análise e adiciona-se os reagentes. Da mesma forma, o branco servirá como zero no espectrofotômetro pois estará livre de interferentes externos. Ao misturar os reagentes em diferentes concentrações conhecidas da substância (P): 0,1; 0,5; 1,0; 5,0; 8,0; 10,0; 15,0 e 20,0, obtêm-se uma amostra padrão, na qual se sabe a concentração e procura-se a absorvância. Essa amostra padrão e sua respectiva absorvância irão gerar uma sequência de pontos e conseqüentemente a curva de calibração.

Para o cálculo, considera-se a concentração como eixo X e a Absorvância como eixo Y, conforme apresentado na Figura 27.

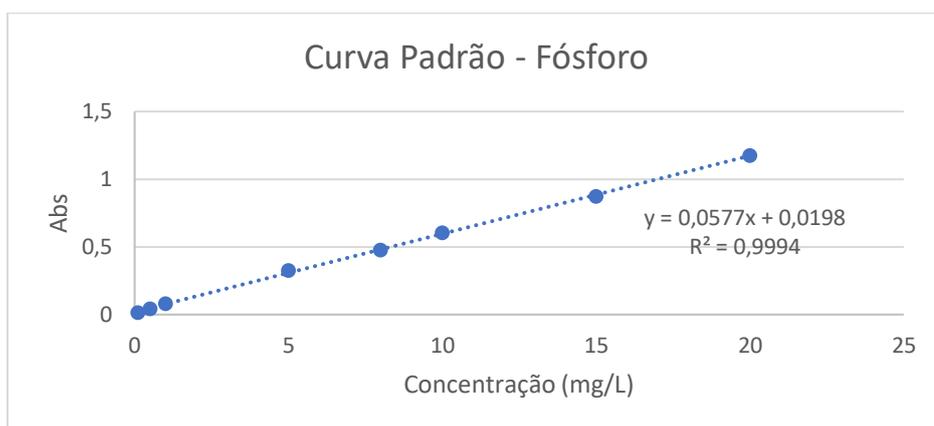


Figura 27 - Curva Padrão do Fósforo

A equação obtida por meio da curva padrão foi a seguinte:  $y = 0,0577x + 0,0198 = R^2 = 0,9994$ . O ajuste linear ( $R^2 = 0,9994$ ) obteve uma correlação muito forte, demonstrando um bom ajuste.

Nas Tabelas 6 e 8, estão apresentados os resultados obtidos de Fósforo pertinentes as amostras de água do Lago do IA, que ocorreram nos dias 26 de agosto de 2022 (1ª Campanha) e 14 de dezembro de 2022 (2ª Campanha), respectivamente. Logo abaixo de cada Tabela, está apresentado os Mapas (Figuras 28 e 29) com as concentrações de Fósforo para uma melhor compreensão dos resultados obtidos.

Tabela 6 - Resultados de Fósforo 1ª Campanha (26/08/2022)

Amostra	ABS	Concentração(mg/L)	Amostra	ABS	Concentração(mg/L)
1	0,178	2,74	21	0,162	2,46
2	0,202	3,16	22	0,174	2,67
3	0,21	3,30	23	0,159	2,41
4	0,202	3,16	24	0,17	2,60
5	0,2	3,12	25	0,196	3,05
6	0,214	3,37	26	0,18	2,78
7	0,221	3,49	27	0,173	2,66
8	0,201	3,14	28	0,174	2,67
9	0,194	3,02	29	0,165	2,52
10	0,188	2,92	30	0,148	2,22
11	0,208	3,26	31	0,195	3,04
12	0,19	2,95	32	0,231	3,66
13	0,169	2,59	33	0,271	4,35
14	0,167	2,55	34	0,236	3,75
15	0,158	2,40	35	0,235	3,73
16	0,163	2,48	36	0,258	4,13
17	0,171	2,62	37	0,215	3,38
18	0,18	2,78	38	0,199	3,11
19	0,162	2,46	39	0,219	3,45
20	0,181	2,79	40	0,26	4,16

<b>Média</b>	<b>3,03</b>
--------------	-------------

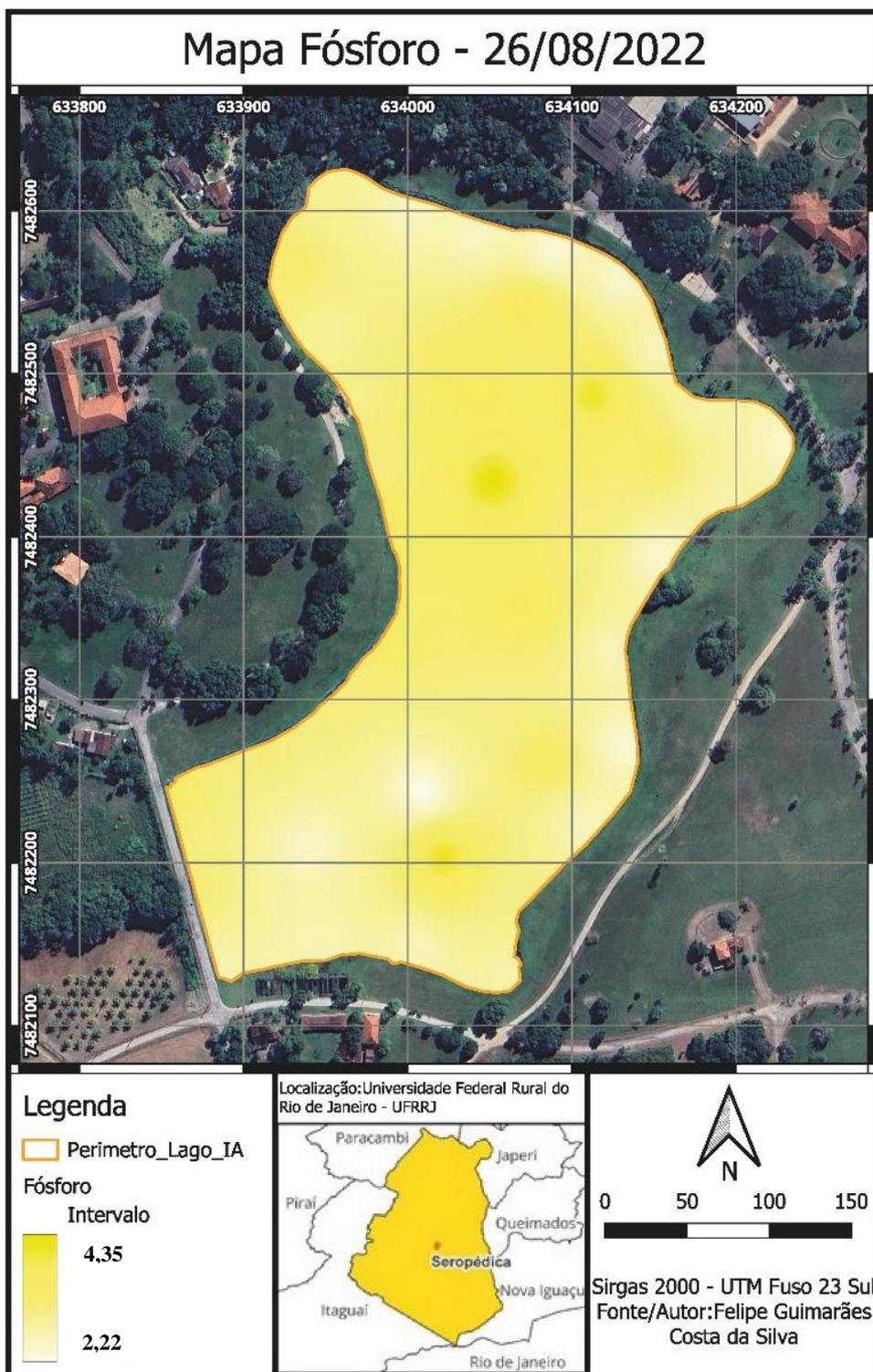


Figura 28 - Resultados de Fósforo 1ª Campanha (26/08/2022)

Fonte: Autor

Além disso, considerando Equação 7, abaixo, bem como os resultados obtidos de concentração média de P e o volume de água do lago, pode-se estimar o quantitativo de massa existente de P no lago na 1ª campanha, conforme Tabela 7.

$$\text{Massa P (kg)} = \text{concentração P (mg/L)} \times \text{V lago (m}^3\text{)} / 1000 \text{ (g/kg)} \quad \text{equação (7)}$$

Tabela 7 - Massa de Fósforo na 1ª campanha (26/08/2022)

<b>Massa P =</b>	<b>concentração P (mg/L) x V lago (m³) / 1000 (g/kg)</b>		
	3,03 (mg/L)	101.490,21	1000
	<b>307,52 kg</b>		

Tabela 8 - Resultados de Fósforo 2ª Campanha (14/12/2022)

<b>Amostra</b>	<b>ABS</b>	<b>Concentração(mg/L)</b>	<b>Amostra</b>	<b>ABS</b>	<b>Concentração(mg/L)</b>
1	0,138	2,05	21	0,172	2,64
2	0,171	2,62	22	0,196	3,05
3	0,141	2,10	23	0,16	2,43
4	0,154	2,33	24	0,173	2,66
5	0,22	3,47	25	0,179	2,76
6	0,203	3,18	26	0,174	2,67
7	0,139	2,07	27	0,179	2,76
8	0,155	2,34	28	0,146	2,19
9	0,166	2,53	29	0,161	2,45
10	0,175	2,69	30	0,185	2,86
11	0,176	2,71	31	0,193	3,00
12	0,162	2,46	32	0,141	2,10
13	0,146	2,19	33	0,153	2,31
14	0,132	1,94	34	0,181	2,79
15	0,149	2,24	35	0,168	2,57
16	0,139	2,07	36	0,172	2,64
17	0,128	1,88	37	0,151	2,27
18	0,139	2,07	38	0,145	2,17
19	0,143	2,14	39	0,135	2,00
20	0,173	2,66	40	0,176	2,71
<b>Média</b>					<b>2,47</b>

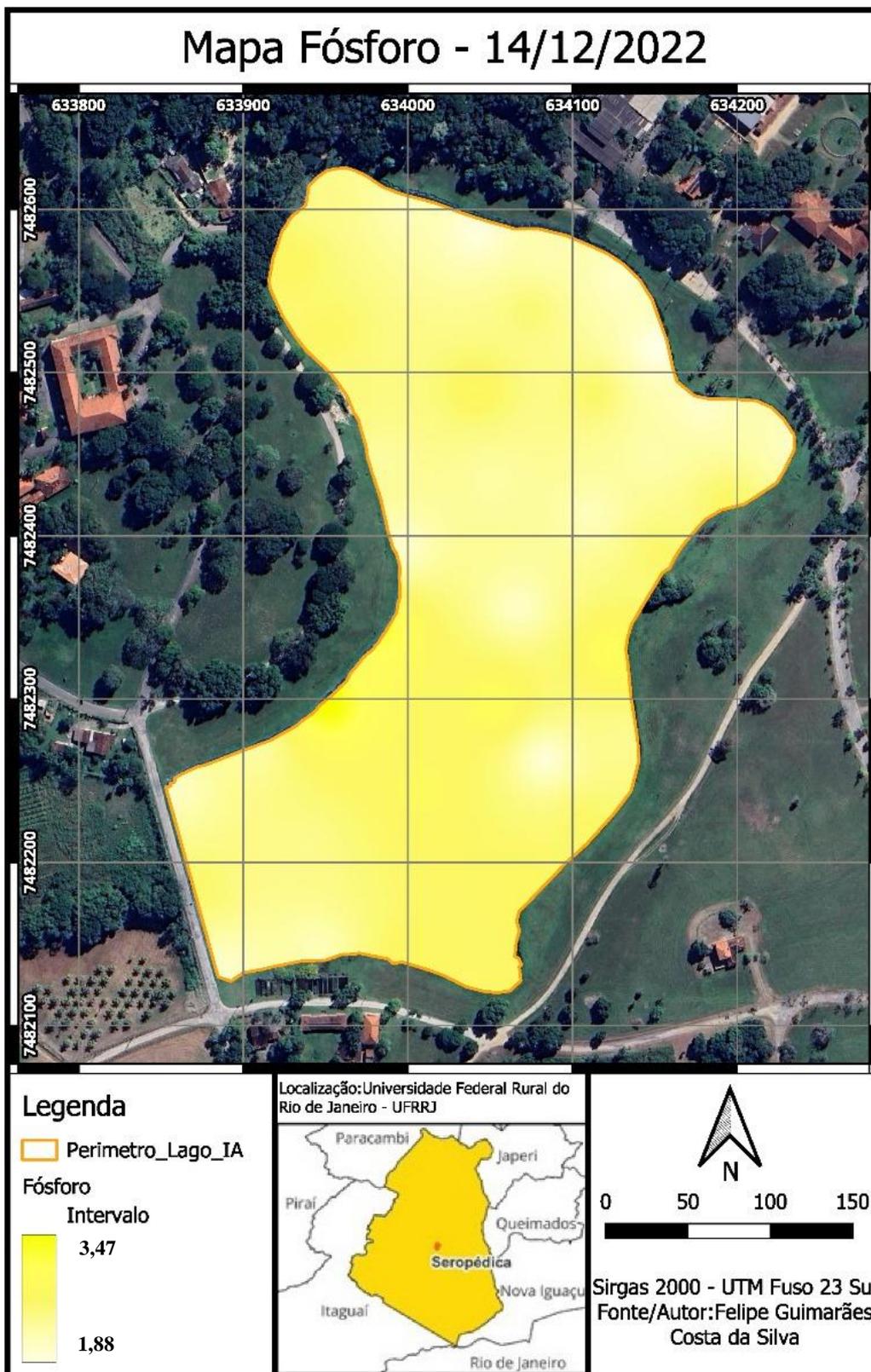


Figura 29 - Resultados de Fósforo 2ª Campanha (14/12/2022)

Fonte: Autor

Ao analisar as Figuras 28 e 29, pode-se observar que as maiores concentrações média também ocorreram na época de estiagem.

De acordo com a Tabela 9, pode-se estimar o quantitativo de massa existente de P no lago na 2ª campanha.

Tabela 9 - Massa de Fósforo na 2ª campanha (14/12/2022)

<b>Massa P =</b>	<b>concentração P (mg/L) x V lago (m³) / 1000 (g/kg)</b>		
	2,47 (mg/L)	101.490,21	1000
	<b>250,68 kg</b>		

### 4.3. Turbidez

Nas Tabelas 10 e 11, estão apresentados os resultados obtidos de Turbidez pertinentes as amostras de água do Lago do IA, que ocorreram nos dias 26 de agosto de 2022 e 14 de dezembro de 2022, respectivamente. Logo abaixo de cada Tabela, está apresentada em forma de gráfico e (Figuras 30 e 31) para uma melhor compreensão os resultados obtidos.

Tabela 10 - Resultados de Turbidez 1ª Campanha (26/08/2022)

Amostra	Turbidez (UNT)						
1	<b>31,80</b>	11	<b>49,23</b>	21	<b>37,20</b>	31	<b>33,23</b>
2	<b>22,88</b>	12	<b>43,57</b>	22	<b>36,88</b>	32	<b>28,17</b>
3	<b>44,87</b>	13	<b>24,80</b>	23	<b>43,65</b>	33	<b>31,49</b>
4	<b>38,06</b>	14	<b>30,34</b>	24	<b>35,44</b>	34	<b>37,57</b>
5	<b>42,38</b>	15	<b>29,39</b>	25	<b>39,45</b>	35	<b>31,32</b>
6	<b>43,36</b>	16	<b>29,89</b>	26	<b>38,81</b>	36	<b>36,44</b>
7	<b>41,31</b>	17	<b>31,38</b>	27	<b>34,09</b>	37	<b>30,98</b>
8	<b>37,66</b>	18	<b>37,18</b>	28	<b>35,37</b>	38	<b>23,60</b>
9	<b>41,28</b>	19	<b>38,22</b>	29	<b>30,66</b>	39	<b>29,99</b>
10	<b>31,57</b>	20	<b>35,00</b>	30	<b>28,01</b>	40	<b>34,07</b>

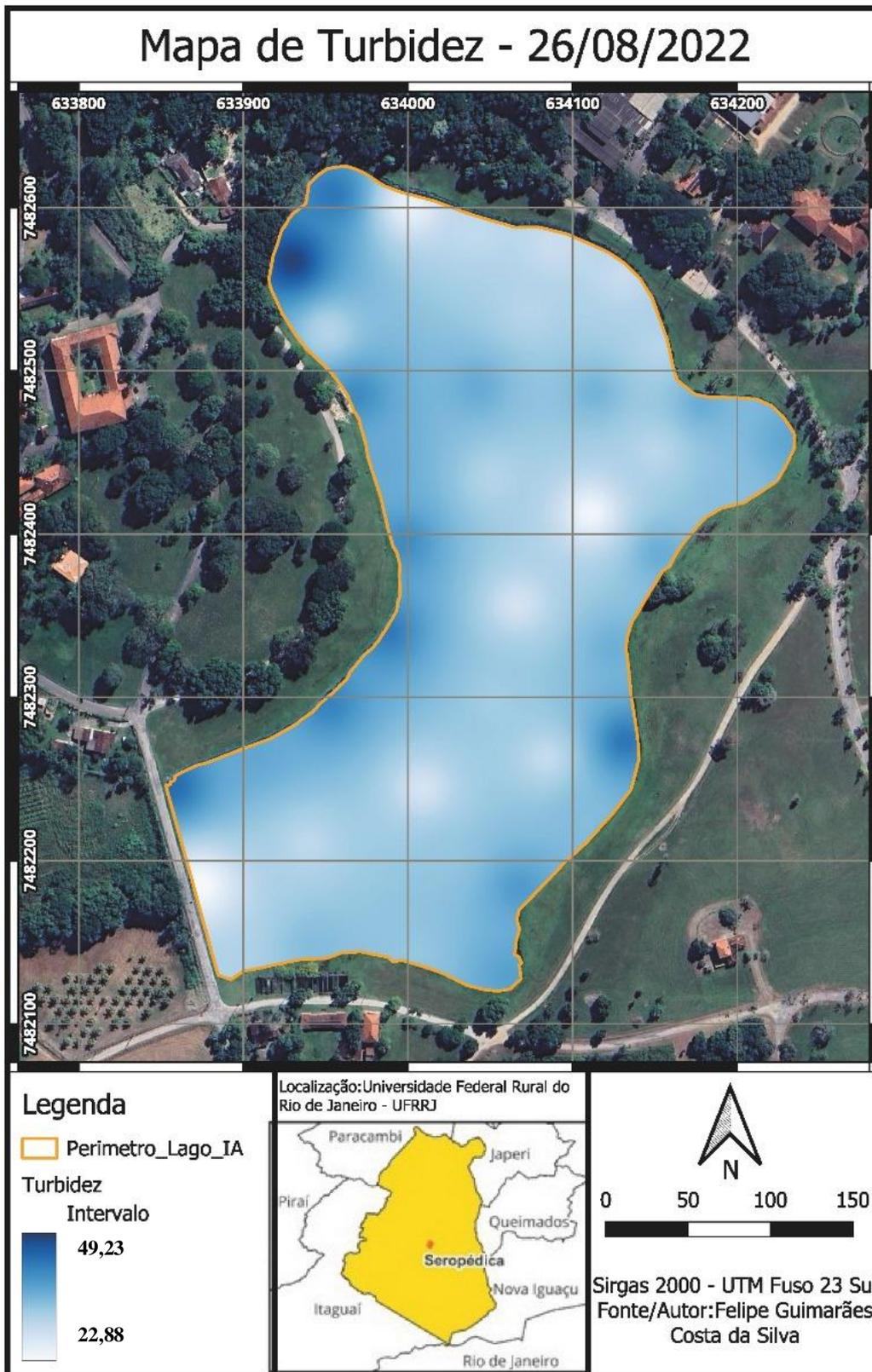


Figura 30 - Resultados de Turbidez 1ª Campanha (26/08/2022)

Fonte: Autor

Tabela 11 - Resultados de Turbidez 2ª Campanha (14/12/2022)

Ponto	Turbidez (UNT)	Ponto	Turbidez (UNT)
1	53,00	21	50,00
2	49,77	22	45,85
3	37,66	23	47,88
4	45,99	24	49,41
5	43,67	25	52,00
6	45,83	26	47,55
7	61,00	27	48,30
8	57,00	28	36,00
9	53,00	29	43,85
10	48,36	30	46,84
11	45,16	31	47,12
12	44,83	32	48,12
13	51,00	33	47,11
14	42,57	34	47,42
15	39,68	35	42,81
16	48,93	36	41,10
17	52,00	37	40,55
18	40,17	38	49,15
19	38,47	39	44,36
20	49,91	40	41,66

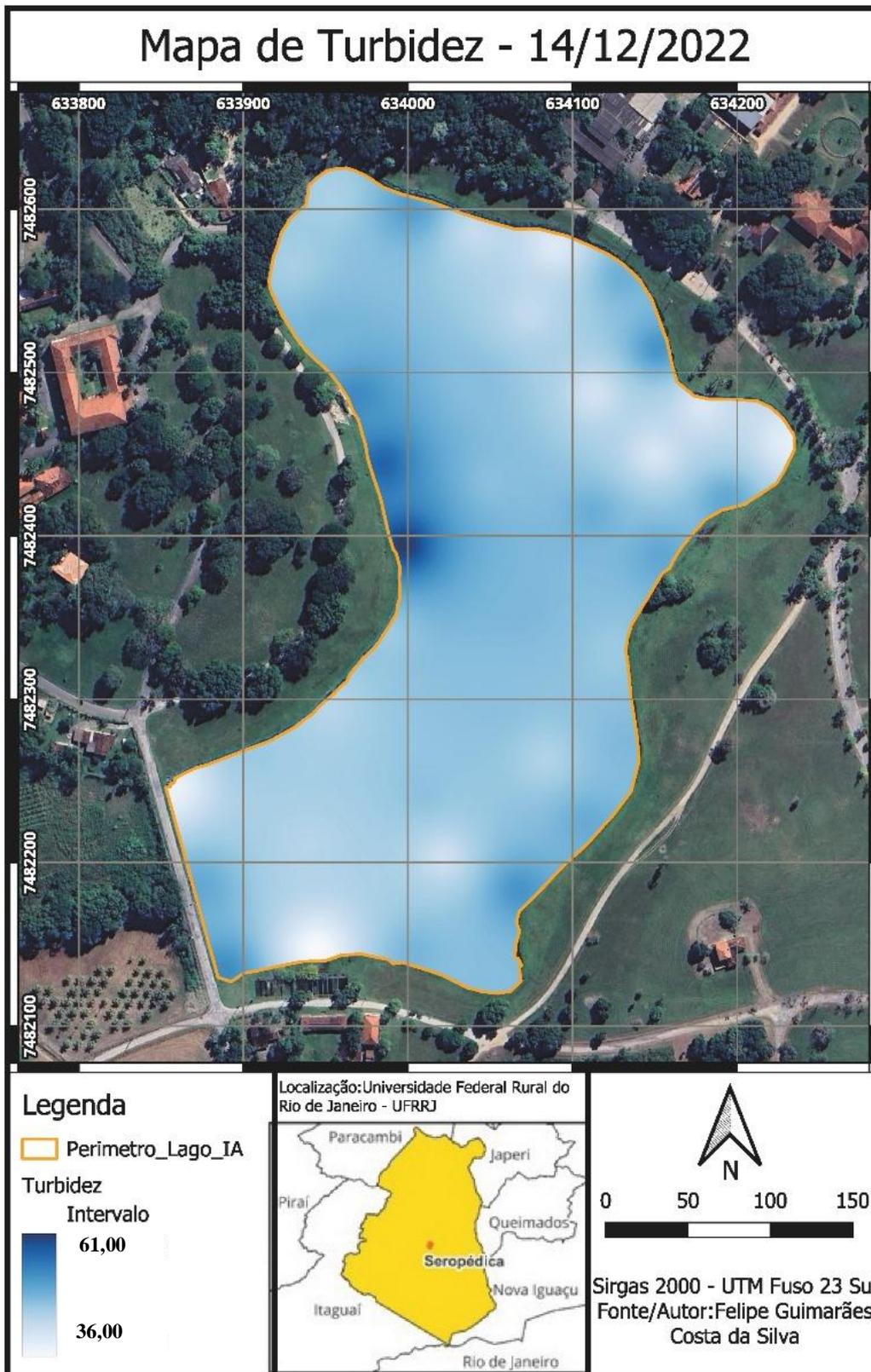


Figura 31 - Resultados de Turbidez 2ª Campanha (14/12/2022)  
Fonte: Autor

Diferentemente da Clorofila *a* e do Fósforo, a Turbidez teve seu maior valor médio no verão, época de maior índice pluviométrico, o que pode ser considerado normal, uma vez que quando ocorre uma precipitação de maior intensidade há uma maior probabilidade de ter carreamento de sedimentos para a área do Lago.

#### 4.4. Índice de Estado Trófico do Lago do IA

Neste subcapítulo estão apresentados por meio das Tabelas 12 e 13 os resultados obtidos para a determinação do Índice de Estado Trófico (IET) do Lago do IA. Além disso, para facilitar a interpretação dos dados está apresentado nas Figuras 32 e 33 os mapas do IET referente a 1 e 2 Campanha, respectivamente.

Tabela 12 – Determinação dos valores de IET das amostras por meio dos IET de Clorofila *a* e Fósforo - 1ª Campanha (26/08/2022)

1ª Campanha (26/08/2022)								
Pontos	Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	Feoftina <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	Fósforo (mg/L)	Fósforo ( $\mu\text{g/L}$ )	Turbidez (NTU)	IET CL	IET PT	IET
1	146,1	63,4	2,74	2741,77	31,80	71,18	82,43	<b>76,80</b>
2	156,8	95,2	3,16	3157,71	22,88	71,52	83,29	<b>77,41</b>
3	221,0	53,5	3,30	3296,36	44,87	73,21	83,55	<b>78,38</b>
4	196,0	98,4	3,16	3157,71	38,06	72,62	83,29	<b>77,95</b>
5	192,5	77,0	3,12	3123,05	42,38	72,53	83,22	<b>77,87</b>
6	167,5	87,0	3,37	3365,68	43,36	71,85	83,67	<b>77,76</b>
7	128,3	121,2	3,49	3487,00	41,31	70,54	83,89	<b>77,21</b>
8	142,6	77,0	3,14	3140,38	37,66	71,06	83,25	<b>77,16</b>
9	192,5	87,0	3,02	3019,06	41,28	72,53	83,02	<b>77,77</b>
10	156,8	72,7	2,92	2915,08	31,57	71,52	82,80	<b>77,16</b>
11	206,7	22,8	3,26	3261,70	49,23	72,88	83,48	<b>78,18</b>
12	156,8	42,8	2,95	2949,74	43,57	71,52	82,88	<b>77,20</b>
13	149,7	20,0	2,59	2585,79	24,80	71,29	82,08	<b>76,69</b>
14	121,2	23,5	2,55	2551,13	30,34	70,26	82,00	<b>76,13</b>
15	156,8	7,8	2,40	2395,15	29,39	71,52	81,61	<b>76,57</b>
16	171,1	-11,4	2,48	2481,80	29,89	71,95	81,83	<b>76,89</b>
17	206,7	-72,0	2,62	2620,45	31,38	72,88	82,16	<b>77,52</b>
18	192,46	7,13	2,78	2776,43	37,18	72,53	82,51	<b>77,52</b>
19	135,43	59,16	2,46	2464,47	38,22	70,80	81,79	<b>76,30</b>
20	185,33	59,16	2,79	2793,76	35,00	72,34	82,55	<b>77,44</b>
21	149,69	44,91	2,46	2464,47	37,20	71,29	81,79	<b>76,54</b>
22	135,43	34,21	2,67	2672,44	36,88	70,80	82,28	<b>76,54</b>
23	178,20	1,43	2,41	2412,48	43,65	72,15	81,66	<b>76,90</b>
24	171,07	13,54	2,60	2603,12	35,44	71,95	82,12	<b>77,03</b>
25	135,43	49,18	3,05	3053,73	39,45	70,80	83,08	<b>76,94</b>
26	135,43	34,21	2,78	2776,43	38,81	70,80	82,51	<b>76,66</b>
27	163,94	30,65	2,66	2655,11	34,09	71,74	82,24	<b>76,99</b>
28	184,62	49,90	2,67	2672,44	35,37	72,32	82,28	<b>77,30</b>

<b>29</b>	135,43	69,14	2,52	2516,46	30,66	70,80	81,91	<b>76,36</b>
<b>30</b>	199,58	9,98	2,22	2221,84	28,01	72,71	81,16	<b>76,93</b>
<b>31</b>	192,46	22,10	3,04	3036,40	33,23	72,53	83,05	<b>77,79</b>
<b>32</b>	242,35	-7,84	3,66	3660,31	28,17	73,66	84,18	<b>78,92</b>
<b>33</b>	185,33	34,21	4,35	4353,55	31,49	72,34	85,23	<b>78,79</b>
<b>34</b>	171,07	43,48	3,75	3746,97	37,57	71,95	84,32	<b>78,14</b>
<b>35</b>	235,22	-50,61	3,73	3729,64	31,32	73,51	84,30	<b>78,90</b>
<b>36</b>	99,79	144,70	4,13	4128,25	36,44	69,31	84,91	<b>77,11</b>
<b>37</b>	<b>-235,22</b>	<b>275,14</b>	<b>3,38</b>	<b>3383,02</b>	<b>30,98</b>			
<b>38</b>	235,22	39,20	3,11	3105,72	23,60	73,51	83,19	<b>78,35</b>
<b>39</b>	121,18	13,54	3,45	3452,34	29,99	70,26	83,83	<b>77,04</b>
<b>40</b>	106,92	37,78	4,16	4162,91	34,07	69,64	84,96	<b>77,30</b>
							<b>Média</b>	<b>77,34</b>

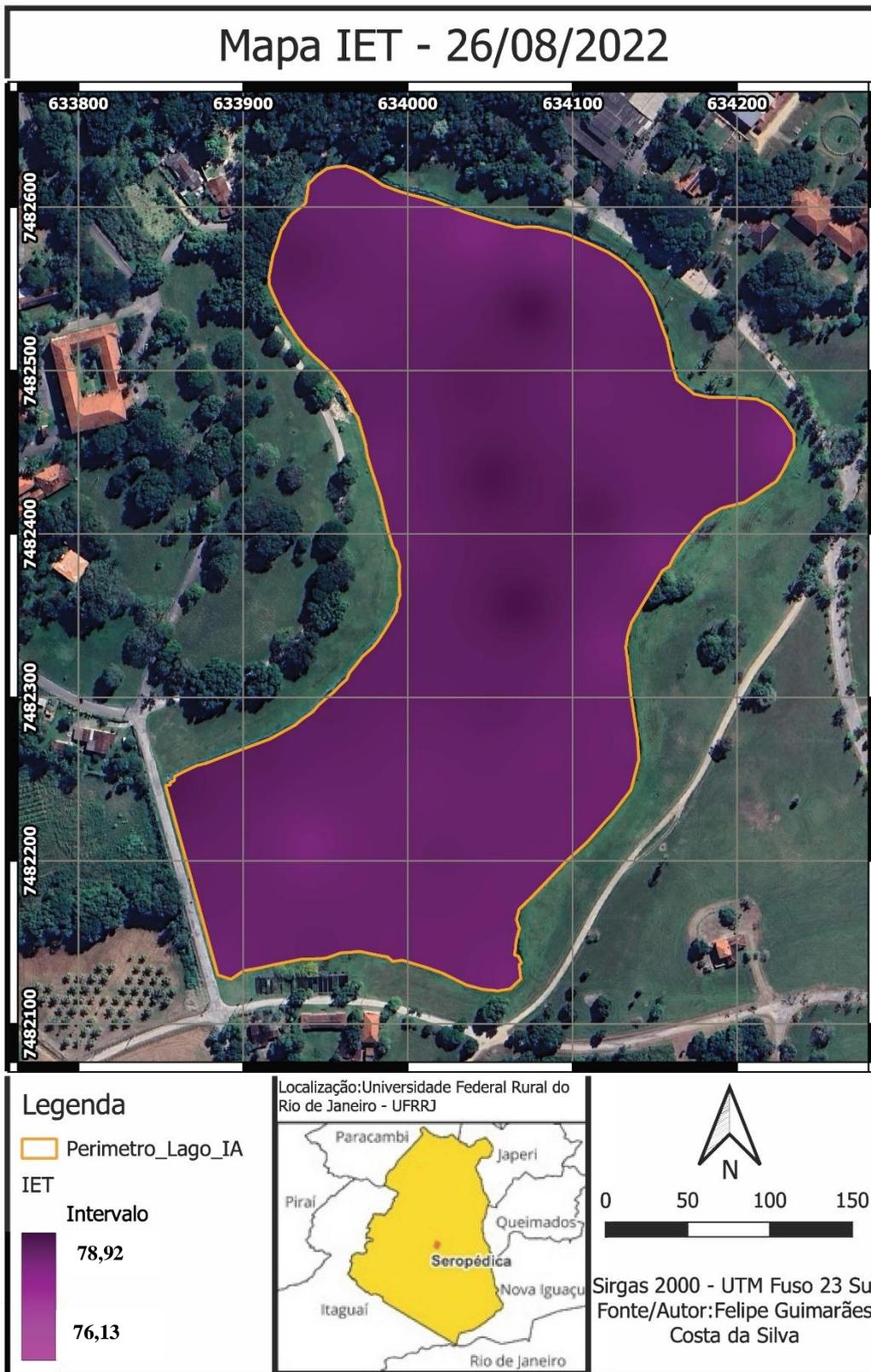


Figura 32 - Resultados do IET 1ª Campanha (26/08/2022)

Fonte: Autor

Tabela 13 - Determinação dos valores de IET das amostras por meio dos IET de Clorofila *a* e Fósforo - 2ª Campanha (14/12/2023)

2ª Campanha (14/12/2022)								
Pontos	Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	Feoftina <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	Fósforo (mg/L)	Fósforo ( $\mu\text{g/L}$ )	Turbidez (NTU)	IET CL	IET PT	IET
1	235,22	-165,37	2,05	2048,53	53,00	73,51	80,67	<b>77,09</b>
2	199,58	-64,86	2,62	2620,45	49,77	72,71	82,16	<b>77,43</b>
3	363,53	-393,47	2,10	2100,52	37,66	75,65	80,82	<b>78,23</b>
4	60,59	54,17	2,33	2325,82	45,99	66,86	81,44	<b>74,15</b>
5	21,38	88,39	3,47	3469,67	43,67	61,75	83,86	<b>72,80</b>
6	206,71	-67,00	3,18	3175,04	45,83	72,88	83,32	<b>78,10</b>
7	57,02	117,61	2,07	2065,86	61	66,56	80,72	<b>73,64</b>
8	106,92	-91,95	2,34	2343,15	57	69,64	81,48	<b>75,56</b>
9	142,56	-47,76	2,53	2533,80	53	71,06	81,95	<b>76,50</b>
10	156,82	-22,10	2,69	2689,77	48,36	71,52	82,32	<b>76,92</b>
11	163,94	-69,14	2,71	2707,11	45,16	71,74	82,35	<b>77,05</b>
12	161,09	-64,29	2,46	2464,47	44,83	71,66	81,79	<b>76,72</b>
13	0,00	369,23	2,19	2187,18	51			
14	109,77	52,89	1,94	1944,54	42,57	69,77	80,35	<b>75,06</b>
15	463,32	-558,12	2,24	2239,17	39,68	76,84	81,21	<b>79,02</b>
16	92,66	96,94	2,07	2065,86	48,93	68,94	80,72	<b>74,83</b>
17	92,66	111,91	1,88	1875,22	52	68,94	80,13	<b>74,54</b>
18	121,18	38,49	2,07	2065,86	40,17	70,26	80,72	<b>75,49</b>
19	92,66	47,04	2,14	2135,18	38,47	68,94	80,92	<b>74,93</b>
20	171,07	28,51	2,66	2655,11	49,91	71,95	82,24	<b>77,09</b>
21	263,74	-188,89	2,64	2637,78	50	74,07	82,20	<b>78,14</b>
22	114,05	50,61	3,05	3053,73	45,85	69,96	83,08	<b>76,52</b>
23	114,05	85,54	2,43	2429,81	47,88	69,96	81,70	<b>75,83</b>
24	135,43	59,16	2,66	2655,11	49,41	70,80	82,24	<b>76,52</b>

<b>25</b>	114,05	100,50	2,76	2759,10	52	69,96	82,47	<b>76,22</b>
<b>26</b>	477,58	-302,94	2,67	2672,44	47,55	76,99	82,28	<b>79,63</b>
<b>27</b>	142,56	76,98	2,76	2759,10	48,3	71,06	82,47	<b>76,76</b>
<b>28</b>	106,92	22,81	2,19	2187,18	36	69,64	81,06	<b>75,35</b>
<b>29</b>	114,05	35,64	2,45	2447,14	43,85	69,96	81,74	<b>75,85</b>
<b>30</b>	78,41	81,26	2,86	2863,08	46,84	68,12	82,69	<b>75,41</b>
<b>31</b>	106,92	57,74	3,00	3001,73	47,12	69,64	82,98	<b>76,31</b>
<b>32</b>	135,43	19,25	2,10	2100,52	48,12	70,80	80,82	<b>75,81</b>
<b>33</b>	178,20	-38,49	2,31	2308,49	47,11	72,15	81,39	<b>76,77</b>
<b>34</b>	114,05	25,66	2,79	2793,76	47,42	69,96	82,55	<b>76,25</b>
<b>35</b>	121,18	33,50	2,57	2568,46	42,81	70,26	82,04	<b>76,15</b>
<b>36</b>	128,30	11,40	2,64	2637,78	41,10	70,54	82,20	<b>76,37</b>
<b>37</b>	142,56	-17,82	2,27	2273,83	40,55	71,06	81,30	<b>76,18</b>
<b>38</b>	163,94	-39,20	2,17	2169,84	49,15	71,74	81,01	<b>76,38</b>
<b>39</b>	171,07	-51,32	2,00	1996,53	44,36	71,95	80,51	<b>76,23</b>
<b>40</b>	0,00	-1025,72	2,71	2707,11	41,66			
							<b>Média</b>	<b>76,26</b>

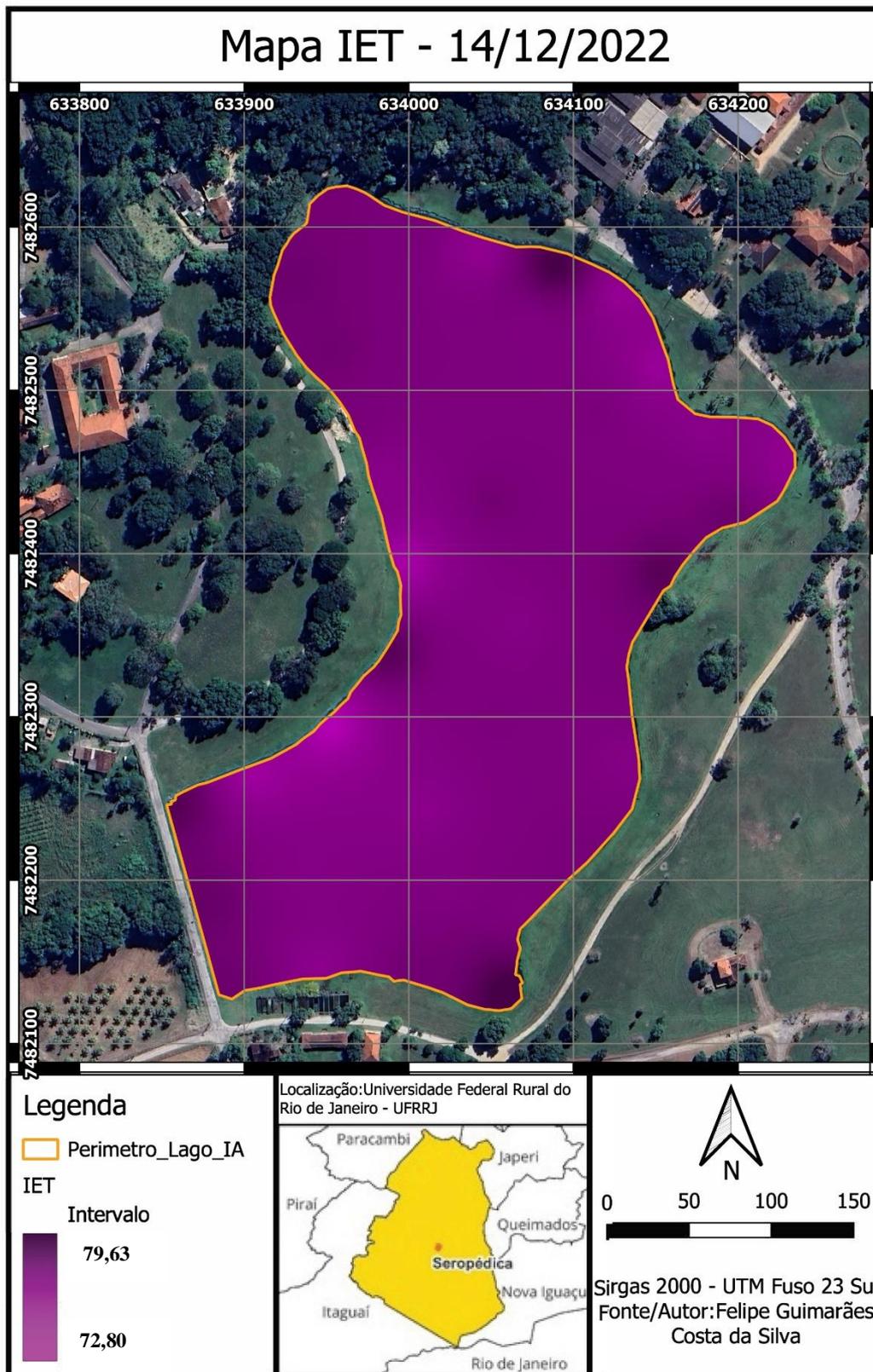


Figura 33 - Resultados do IET 2ª Campanha (14/12/2022)  
 Fonte: Autor

De forma a ratificar a importância da determinação do IET de ambientes lênticos para o monitoramento da qualidade de água, Nogueira et al. (2015) e Veneu et al. (2018) utilizaram também o método proposto por Lamparelli (2004) para a determinação do IET do Reservatório da UHE Foz do Rio Claro, no estado de Goiás e o Lago Javary, localizado no município de Miguel Pereira/RJ, o qual também apresentou contribuições de efluentes não tratados como sendo um dos principais fatores para a eutrofização do ambiente aquático.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram-se satisfatórios para a determinação do Índice de Estado Trófico do Lago do IA por meio das concentrações de Clorofila *a* e Fósforo.

O Fósforo pode ser considerado o principal fator limitante para o atual estágio de eutrofização do Lago do IA, uma vez que parte dos efluentes gerados no campus e que não são tratados acabam sendo direcionados ao Lago.

A concentração de Fósforo no período de estiagem (3,03 mg/L) foi ligeiramente maior do que no período chuvoso (2,47 mg/L), isto pode ser explicado, uma vez que nesta época do ano há um menor índice de precipitação, o que conseqüentemente acarreta uma menor troca de água do lago.

Considerando o método de Lamparelli (2004), utilizado para locais de clima tropical, pode-se constatar que o Lago do IA, no momento das Campanhas (26/08/2022 e 14/12/2022) encontrava-se Hipereutrofizado, uma vez que apresentou valores médios de IET de 77,34 e 76,26, respectivamente, sendo ambos superiores a classificação de Hipereutrófico (IET > 67) proposto por Lamparelli.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim propor possíveis soluções para a recuperação de ambientes lênticos, a utilização do *Lithothamnium calcareum* surge com grande potencial para a remediação deste ecossistemas (PORTELLA 2022). De acordo com o estudo de Portella (2022), o *Lithothamnium calcareum* possui eficiência de 57% na remoção de fósforo. Neste caso, considerando o pior cenário cenário encontrado (1ª campanha - massa de fósforo de 307,52kg), pode-se afirmar que para a remoção do fósforo do lago será necessária a massa de 2.882,10 toneladas de *Lithothamnium calcareum*., conforme equação 8 abaixo:

$$\begin{aligned} 0,1067 \text{ mg P} & \quad 1g \text{ Lithothamnium calcareum} \\ 307,52 \times 10^6 & \quad xg \text{ Lithothamnium calcareum} \end{aligned} \quad \text{equação (8)}$$

X= 2.882.099.343,95 g ou 2.882,10 t de *Lithothamnium calcareum*

## 7. SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO

- Utilizar equipamentos como o VANT - Veículo Aéreo Não Tripulado (drones) para a avaliação do Índice de Estado Trófico (IET) em ecossistemas aquáticos;
- Utilizar o *Lithothamnium calcareum* como meio para a remediação de ambientes eutrofizados;
- Utilizar o *Lithothamnium calcareum* como um tratamento terciário em estações de tratamento de esgoto sanitário para atender aos parâmetros da legislação ambiental.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. <http://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/> Acessado em: jan de 2023.

APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – SMEWW. American Public Health Association – APHA, 20th ed., Washington – USA, 1999.

ALFAKIT. Manual de Instruções do SPECTRO KIT FÓSFATO VANADOMOLÍBDICO, 2022.

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ANA. Agência Nacional das Águas. 2013. Bases conceituais para monitoramento de águas continentais. <https://www.capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/2227>. Acessado em: jun de 2022.

ANA. Agência Nacional das Águas. 2023. <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos> Acessado em: jun de 2022.

ANA. Agência Nacional das Águas. 2023. <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-do-singreh/comites-de-bacia-hidrografica>

BATISTA, A. A.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M. de; IZIDIO, N. S. de C.; LOPES, F. B. Sazonalidade e variação espacial do índice de estado trófico do açude Orós, Ceará, Brasil. Revista AgroAmbiente on line, v. 8, n. 1, p. 39–48, 2014.

BARON, J.S., POFF, N.L., ANGERMEIER, P.L., DAHM, C.N., GLIECK, P.H., HAIRSTON, N.G.JR., JACKSON, R.B., JOHNSTON, C.A., RICHTER, B.D. e STEINMAN, A.D. Meeting ecological and societal needs for fresh water. Ecological Applications, v.12, p.1247–1260, 2002.

BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A. A política de recursos hídricos no Brasil. BNDES, 1997. [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br). Acessado em: nov, 2022

BRACHET, C., MAGNIER, J., VALENSUELA, D., PETIT, K., FRIBOURG-BLANC, B., BERNEX, N., SCOULLOS, M. & TARLOCK, D. The handbook for management and restoration of aquatic ecosystems in river and lake basins. GWP / INBO, 2015.

BRAGA, B.; ROCHA, O.; TUNDISI, J.G. Reservoir management in South America. Water Resources Development, n. 14, p. 141–155, 1998.

BRANCO, O.E.A. Avaliação da disponibilidade hídrica: Conceitos e aplicabilidade, 2006.

BEGHELLI, F. G. S., CARVALHO, M. E. K., PECHE FILHO, A., MACHADO, F. H., MOSCHINI-CARLOS, V., POMPÊO, M.L.M., RIBEIRO, A.I., MEDEIROS, G.A. Uso do índice de estado trófico e análise rápida da comunidade de macroinvertebrados como indicadores da qualidade ambiental das águas na Bacia do Rio Jundiá-Mirim - SP, 2014.

BRASIL. Decreto Nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Rio de Janeiro-RJ, 1934.

BRASIL. Decreto-Lei nº 6.155. Reorganiza o Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônômicas, do Ministério da Agricultura, e dá outras providências., de 30 de dezembro de 1943. Rio de Janeiro, 1943.

BRASIL. Decreto Nº 1842, de 22 de março de 1996. Institui Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP, e dá outras providências. Brasília, 1996.

BRASIL. Decreto de 5 de Junho de 2001. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, localizada nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e no Distrito Federal, e dá outras providências. Brasília, 2001.

BRASIL. Decreto de 25 de Janeiro de 2002. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, localizada nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e dá outras providências. Brasília, 2002.

BRASIL. Decreto de 20 de Maio de 2002. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, localizados nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, e dá outras providências. Brasília, 2002.

BRASIL. Decreto de 16 de Julho de 2002. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, localizada nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e no Distrito Federal, e dá outras providências. Brasília, 2002.

BRASIL. Decreto de 3 de Dezembro de 2003. Institui o Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, localizada nos Estados de Minas Gerais e Bahia, e dá outras providências. Brasília, 2003.

BRASIL. Decreto de 29 de Novembro de 2006. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, com área de atuação localizada nos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, e dá outras providências. Brasília, 2006.

BRASIL. Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010.

BRASIL. Decreto de 5 de Junho de 2012. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, com área de atuação localizada nos Estados do Paraná e de São Paulo, e dá outras providências. Brasília, 2012.

BRASIL. Decreto Nº 9.335, de 5 de Abril de 2018. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, com área de atuação localizada nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará. Brasília. 2018.

BRASIL. Decreto Nº 11.310, de 26 de dezembro de 2022. Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, para dispor sobre as atividades de fiscalização e a governança federal da Política Nacional de Segurança de Barragens, institui o Comitê Interministerial de Segurança de Barragens e altera o Decreto nº 10.000, de 3 de setembro de 2019. Brasília, 2022.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília, 2000.

BRASIL. Lei Nº 10.881, de 09 de junho de 2004. Dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União. Brasília, 2004.

BRASIL. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento. Brasília, 2020.

BRASIL. Portaria Nº 377, de 19 de setembro de 2003. Aprova o Regimento Interno do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 2003.

BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Resolução CNRH Nº 5, de 10 de abril de 2000. Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Brasília, 2000.

BRASIL. Resolução CNRH Nº 12, de 19 de julho de 2000. Estabelece procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classe segundo os usos preponderantes. Brasília, 2000.

BRASIL. Resolução CNRH nº 13, de 25 de setembro de 2000. Estabelece diretrizes para a implantação do Sistema Nacional de Informações sobre recursos Hídricos. Brasília, 2000.

BRASIL. Resolução CNRH nº 15, de 11 de janeiro de 2001. Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Brasília, 2001.

BRASIL. Resolução CNRH nº 16, de 8 de maio de 2001. Estabelece diretrizes gerais para a outorga de direito de usos de recursos hídricos. Brasília, 2001.

BRASIL. Resolução CNRH nº 17, de 29 de maio de 2001. Estabelece diretrizes para elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas. Brasília, 2001.

BRASIL. Resolução CNRH n° 30, de 15 de dezembro de 2002. Adotar, para efeito de codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional, a metodologia descrita no Anexo I desta Resolução Brasília 2002.

BRASIL. Resolução CNRH n° 32, de 15 de outubro de 2003. Fica instituída a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas, nos termos dos Anexos I e II desta Resolução, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 2003.

BRASIL. Resolução CNRH n° 48, de 21 de março de 2005. Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Brasília, 2005.

BRASIL. Resolução CNRH n° 91, de 05 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Brasília, 2008.

BRASIL. Resolução CNRH n° 140, de 21 de março de 2012. Estabelecer critérios gerais para a outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais. Brasília, 2012.

Resolução CNRH n° 145, de 12 de dezembro de 2012. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas. Brasília, 2012.

BRASIL. Resolução CNRH n° 232, de 22 de março de 2022. Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 e dá outras providências

BRASIL. Resolução CONAMA n°357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

BRASIL. Resolução CONAMA n°370, de 06 de abril de 2006. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução n° 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 393, de 8 de agosto de 2007. Complementa a Resolução CONAMA n° 357/05 (art. 43, § 4°).

BRASIL. Resolução CONAMA n° 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências

BRASIL. Resolução CONAMA n°397, de 03 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4° e a Tabela X do § 5° do art. 34 da Resolução CONAMA n° 357/05 e acrescenta os §6° e 7°.

BRASIL. Resolução CONAMA n°410, de 04 de maio de 2009. Altera o art. 44 da Resolução n° 357/2005 e o art. 3° da Resolução n° 397/2008.

BRASIL. Resolução CONAMA n°430, de 13 de maio de 2011. Complementa e altera a Resolução n° 357/2005.

BURIN, R. Variabilidade da qualidade da água e do estado trófico do reservatório do Vacacaí Mirim / por Rodrigo Burin. – 2011. 120 p. : il.; 31 cm

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology Oceanography*, v.22, n.2, p.261-269, 1977

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. S. Impactos da nova política nacional de águas sobre os setores usuários de recursos hídricos. Bahia Análise & Dados, Salvador, v. 13, n. Especial, p. 467-480, 2003.

CARVALHO, S. L. Eutrofização Artificial: Um problema em Rios, Lagos e Represas. 2009.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Norma Técnica L5.306. Determinação de Clorofila *a* e feofitina *a*: Método espectrofotométrico. 3ª Edição. Fev/2014. 14 pág.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. IET – Índice do estado trófico: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2022/11/Apendice-E-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf> . Acessado em: nov. de 2022.

CETESB. Norma Técnica L5.306. 3ª Edição, São Paulo, 2014.

COELHO, L. S. Avaliação do Estado Trófico do Reservatório Lago do Amor (Campo Grande, Ms) através da Aplicação de Sensoriamento Remoto. 2010.

COOKE, G.D.; WELCH, E.; MARTIN, A.B.; FULMER, D.G.; HYDE, J.B. & SCHRIEVE, G.D. “Effectiveness of Al, Ca, and Fe salts for control of internal phosphorus loading in shallow and deep lakes”. *Hydrobiologia*, 253: 323, 1993.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais Mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo: Nota técnica. / João Alberto Oliveira Diniz, Adson Brito Monteiro, Robson de Carlo da Silva, Thiago Luiz Feijó de Paula. - Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2014. 45p. il. 3 mapas, color., 178 cm x 91.00 cm. Escala 1:5.000.000

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Conjuntura de Normas Legais. Recursos Hídricos. 6ª edição. Brasília: MMA, 2008.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Painel de Legislações.

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMDgxYmNjY2QtNTBhMC00MzI3LTk1NDMtY2VjYjVjMDc1YmZlIiwidCI6Ijk2MTFlY2UxLTM0MTQtNGMzNS1hM2YwLTdkMTAwNDI5MGNkNiJ9> Acessado em: dez, 2022.

DANTAS, S.P. 2020. Dimensionamento e gestão de reservatórios: breve discussão acerca da experiência do estado do Ceará/Brasil. *Revista Verde Grande – Geografia e Interdisciplinaridade* 2: 25–36.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária <https://www.embrapa.br/tema-manejo-de-recursos-hidricos/perguntas-e-respostas> Acessado em: mar de 2023.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Matriz Energética e Elétrica.

<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica> Acessado em: jan de 2023.

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

- FANTINEL, R. A. Susceptibilidade à ocorrência de inundações no município de Dona Francisca – RS: Uso de média ponderada e geoprocessamento para análise ambiental, 2018.
- FARION, S.R.L. 2007. Litoral do Rio Grande do Sul: rio, lago, lagoa, laguna. *Ágora*, Santa Cruz do Sul 13 (1): 167–186.
- FIA, R., MATOS T. A., CORADI, P. C., RAMIREZ, O. P. Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim,RS, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, 2009.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B. et al. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 12, n 4, p. 399-409, out./dez. 2007
- FOY, R. H. “Suppression of phosphorus release from lake sediments by addition of nitrate”. *Water Res.*, 20(11): 1345, 1986.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília 2022. Países. <https://pais.es.ibge.gov.br/#/mapa> Acessado em: jan de 2023.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=informacoes\\_ambientais/estudos\\_ambientais/bacias\\_e\\_divisoes\\_hidrograficas\\_do\\_brasil/2021/Divisao\\_Hidrografica\\_Nacional\\_DHN250/vetores/](https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=informacoes_ambientais/estudos_ambientais/bacias_e_divisoes_hidrograficas_do_brasil/2021/Divisao_Hidrografica_Nacional_DHN250/vetores/) Acessado em: jan de 2023.
- INEA. Instituto Estadual do Ambiente. Norma Operacional. NOP-INEA-37. Critérios, Definições E Condições Para Outorga De Direito De Uso De Recursos Hídricos Superficiais, 2019.
- INEA. Instituto Estadual do Ambiente. Norma Operacional. NOP-INEA-38. Critérios, Definições E Condições Para Outorga De Direito De Uso De Recursos Hídricos Subterrâneos, 2019.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1911- 2020. Instituto Nacional de Meteorologia - Brasília,2022.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Estação: SEROPEDICA-ECOLOGIA AGRICOLA A601. Data de Referência: 01/01/2022 - 31/12/2022. <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A601> Acessado em: jan, 2023.
- JACOBI, P. Políticas sociais e ampliação da cidadania. São Paulo: FGV, 2000.
- JACOBI, Pedro Roberto. Aprendizagem social, desenvolvimento de plataformas de múltiplos atores e governança da água no Brasil. *Revista Inter. Interdisc. INTERthesis*, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 69-95, jan.- jul. 2010
- JEPPESEN, E.; SØNDERGAARD, M.; JENSEN, J. P.; HAVENS, K. E.; ANNEVILLE, O.; CARVALHO, L.; COVENEY, M. F.; et al. “Lake responses to reduced nutrient loading - an analysis of contemporary long-term data from 35 case studies”. *Freshwater Biol.*, 50(10): 1747, 2005.
- JORDÃO, Eduardo Pacheco, 1939... Tratamento de Esgotos Domésticos / Eduardo Pacheco Jordão, Constantino Arruda Pessoa – 8ª Edição – Rio de Janeiro, 2017, 916 páginas.

- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
- LAMPARELLI, M. C. *Grau de trofia em corpos d'água do Estado do São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento*. São Paulo, 2004. 207 p. Tese (Doutorado em Ciências na área de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- LETSCH, H., GOTTSBERGER, B. & WARE, J.L. 2016. Not going with the flow: a comprehensive time-calibrated phylogeny of dragonflies (Anisoptera: Odonata: Insecta) provides evidence for the role of lentic habitats on diversification. *Molecular ecology* 25: 1340–1353.
- LÉVÊQUE, C. *Ecologia: do ecossistema à biosfera*. Instituto Piaget, Coleção Perspectivas Ecológicas, n.36. 2001.
- LEWIS, W.M. *Basis for the protection and management of tropical lakes*. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 5: 35–48, 2000.
- LIMBERGER, S. *Microalgas perifíticas como bioindicadores ambientais na foz do rio ocoy - tributário do lago de itaipu-PR*. 2011. Monografia (Tecnólogo) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira., Parana, 2011.
- QUEIROZ, M. B. *Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares (GLOMEROMYCOTA) em ambientes aquáticos lênticos e lóticos do Rio Grande do Norte, Brasil / Mariana Bessa de Queiroz*. - 2022.
- MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona: Omega, 1983
- MATSUMURA-TUNDISI, T. *Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil*. p. 39-54. In: R. Henry (ed.), *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Fapesp, São Paulo, 1999.
- MIRANDA, A. C. *Recursos Hídricos / Antônio Carlos de Miranda, Haroldo Pereira Gomes, Marca Oliveira da Silva - São Paulo: All Print Editora, 2006. 122p.*
- MOTA, S. *Introdução à engenharia ambiental*. 4. edição. Rio de Janeiro: Abes. 388p. 2006.
- MOZETO, A. A. *Projeto Ibirité – Relatório nº 6 – Relatório Final. Parte I: Biodisponibilidade e toxicidade de contaminantes da represa do Ibirité. Parte II: Origem e geocronologia de sedimentos da represa do Ibirité (MG). Laboratório de Biogeoquímica Ambiental. DQ/UFSCar. São Carlos - SP. 116 p, 2003.*
- NAVAL, L. P.; SILVA, C. D. F. e; SOUZA, M. A. A. *Comportamento dos índices do estado trófico de Carlson (IET) e Modificado (IETM) no reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães, Tocantins-Brasil*. Universidade Federal de Tocantins, 2003.
- NAVAL, L. P.; SILVA, C. D. F.; SOUZA, M. A. A. *Comportamento dos índices do estado trófico de Carlson (IET) e modificado (IETm) no reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães, Tocantins, Brasil*. In: *Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. San Juan, 2004.

- NOGUEIRA, P. F.; CABRAL, J. B. P.; OLIVEIRA, S. F.; ROCHA, I. R. Eutrofização No Reservatório da UHE Foz do Rio Claro (GO). Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 30 (2015).
- NOGUEIRA, V. P. Q. Qualidade da água em lagos e reservatórios. Em PORTO, M. et al. (Org.) Hidrologia Ambiental. 1991. p. 165-210.
- NOGUEIRA, P.F; CABRAL, J.B.P.; OLIVEIRA, S.F.; ROCHA, I.R. Eutrofização no Reservatório da UHE Foz do Rio Claro (GO), Revista do Departamento de Geografia – USP, v.30, p.19- 33, 2015.
- NUNES, L.S.C., UMETSU, C.A. & CAMARGO, A.F.M. 2020. Environmental heterogeneity influences life-form richness and species composition but not species richness of aquatic macrophytes in tropical coastal rivers. *Freshwater biology* 65: 1894–1905.
- OLIVEIRA, I. F. Investigação da condição trófica do reservatório de abastecimento de água Bolonha, Belém-PA. 2018.
- OSGEO. Open Source Geospatial Foundation. Disponível me: <https://www.osgeo.org/about/> Acessado em: dezembro, 2022.
- ONU. Organização das Nações Unidas. Centro Regional de Informação para a Europa Ocidental. <https://unric.org/pt/agua/> Acessado em: jun, 2022
- PANTANO, Glucia Recuperação de reservatórios eutrofizados por atividades antrópicas : estudos em microcosmos / Glucia Pantano. -- São Carlos : UFSCar, 2016. 127 p.
- PEDROTE, L. F. F. Levantamento Batimétrico do Lago do IA da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Campus Seropédica. 2018.
- PINTO-COELHO, R. M. et al. Origens e Efeitos do Aporte Externo de Nutrientes em um Reservatório Tropical de Grande Porte: Reservatório de São Simão (MG/GO). Em: Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascatas. NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Org.). São Carlos: RiMa, 2005. p. 128-164.
- PORTELLA, Aline Ramos, 1992-Coluna de leito fixo utilizando *Lithothamnium calcareum* como pós-tratamento de esgoto sanitário para a remoção de nutrientes / Aline Ramos Portella. Rio de Janeiro, 2022.
- PORTO, R. L. L.; BRANCO, S. M. (ed.). Hidrologia ambiental. São Paulo, SP, Brasil: ABRH : EDUSP, 1991.
- RAMACHANDRA, T.V., RISHIRAM, R. & KARTHICK, B. 2006. Zooplankton as bioindicators: zooplankton as bioindicators: hydro-biological investigations in selected bangalore lakes. Technical report 115.
- RAMACHANDRA T.V. & SOLANKI, M. 2007. Ecological assessment of lentic water bodies of Bangalore. ENVIS Technical Report 25.
- REBOUÇAS, A. da C. (1999). A Inserção da Água Subterrânea no Sistema Nacional de Gerenciamento. Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH -Volume 7 n.4 Out/Dez 2002, 39-50.

- REBOUÇAS, A. da C. (1999). Águas Subterrâneas, Cap. 4. p. 117-150, in Águas doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação – Rebouças, A. C., Braga, B. Tundisi, J. G. (Org. Coord. Científica), 717 p. São Paulo
- REDFIELD, A. C.; KETCHUM, B. H.; RICHARDS, F. A. The Influence of organisms on the composition of sea water. The sea. New York, Lond: Hill, Interscience, 1963
- ROSSET, V., RUHI, A., BOGAN, M.T. & DATRY, T. 2017. Do lentic and lotic communities respond similarly to drying? Ecosphere 8: e01809.
- SALAS, H.; MARTINO, P. A Simplified Phosphorus Trophic State Model for Warm-Water Tropical Lakes. Water Research, v. 25, n. 3, p. 341–350, 1991.
- SALAS, H.J.; MARTINO, P. Metodologías simplificadas para la evaluación de eutroficación en lagos cálidos tropicales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), 2001.
- SASS, G. Z. et al. (2007). Understanding variation in trophic status of lakes on the Boreal Plain: A 20 year retrospective using Landsat TM imagery. Remote Sensing of Environment, v. 109, p. 127–141.
- SILVA, J. X. da. Geoprocessamento para análise ambiental. Rio de Janeiro: J. Xavier da Silva. 228 p. 2001.
- SILVEIRA, C.; ROSA L.; MEES, J. B. R.; BORTOLI M. M.- Determinação do índice de estado trófico de um manancial receptor de efluente de estação de tratamento de esgoto. 2011.
- SILVÈRIO, P. F. O Processo de Regulamentação do uso de Fósforo em detergente em pó no Brasil. Em: TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & GALLI, C.S. (Org.). Eutrofização na América do Sul: Causas, consequências e tecnologias de gerenciamento e controle. São Carlos: IIEGA, 2006. p. 507-523.
- SMITH, V.H. Nutrient dependence of primary productivity in lakes. Limnol. Oceanogr., 24(6), p.1051-1064, 1979
- SMMA. Plano de Manejo do Parque Municipal da Pedra do Urubu (PMPNMPU). 2020.
- SOFTWARE QGIS. Versão 3.28 Frieze. Lançado em: 21 de outubro de 2022.
- TUCCI, Carlos E. M. Gestão da água no Brasil– Brasília : UNESCO, 2001.156p.
- Trata Brasil. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/esgoto/> Acessado em: outubro de 2022
- THOMANN, R. V.; MUELLER, J. A. Principles of surface water quality modeling and control. New York: Harper & Row, 1987.
- TOLEDO JR., A. P. T.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. Em: 12º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1983, Balneário Camboriú. Anais. p. 22 -34.
- TOLEDO, A. P.; AGUDO, E. G.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais.

Anais apresentado em XIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental - AIDS. Santiago, Chile, 1984.

TRINDADE, P. B. C. B. Classificação de estado trófico de reservatórios - estudo de caso: reservatório de rio bonito (es). 2011. 153f. Dissertação 189 (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

TUNDISI, J.G. Planejamento e gerenciamento de lagos e reservatórios: uma abordagem integrada ao problema da eutrofização. IETEC, 2001.

TUNDISI, J. G. Agua no século xxi: enfrentando a escassez. São Carlos, SP: RiMa : Instituto Internacional de Ecologia, 2003.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

UFRRJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Conservação de Parques e Jardins, Histórico, 2020.

<https://institucional.ufrrj.br/parquesejardins/historico/#:~:text=Um%20grande%20lago%20j%C3%A1%20foi,das%20al%C3%A9as%20n%C3%A3o%20foi%20arbitr%C3%A1ria>. Acessado em nov. 2022.

UFRRJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Jornal da Graduação de Maio/Junho de 2013 (Ano III - Número 5). Um lago para uma Universidade e uma Universidade para um lago”. [http://r1.ufrrj.br/graduacao/arquivos/docs\\_informativos/jornal/jornal\\_graduacao\\_maio-junho\\_2013.pdf](http://r1.ufrrj.br/graduacao/arquivos/docs_informativos/jornal/jornal_graduacao_maio-junho_2013.pdf). Acessado em out. 2022.

UFRRJ. Disponível em: <https://institucional.ufrrj.br/ccs/historia-da-ufrrj/#:~:text=A%20hist%C3%B3ria%20da%20Universidade%20Federal,de%201910%20pelo%20Decreto%208.319>. Acessado em: out. de 2022.

UFRRJ. Disponível em: <https://institucional.ufrrj.br/ccs/historia-da-ufrrj/> . Acessado em: nov. de 2022.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. ARCS Remediation Guidance Document. EPA 905-B94-003. Great Lakes National Program Office, 1994.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. World Meteorological Organization. 2015 Disponível em: <https://www.epa.gov/aboutepa> . Acesso em: nov. de 2022.

VENEU. D. M.; JESUS. A. R.; MAUAD. C. R.; LAZZARI. L. Determinação do Índice de Estado Trófico do Lago de Javary, Miguel Pereira/RJ. III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2015.

VOLLENWEIDER, R. A. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol, v. 33, p. 53–83, 1976.

VON SPERLING, E. Avaliação do estado trófico de lagos e reservatórios tropicais. Bio Engenharia Sanitária e Ambiental. Ano III – n°3, set/out 1994.

VON SPERLING, E. Uso de relações limnológicas para avaliação da qualidade da água em mananciais de abastecimento. In: 21o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, 2001.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de engenharia sanitária e ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, v. 1, 2005.

Winge, M. et al. 2001 -2008. Glossário Geológico Ilustrado. Publicado na Internet em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>

XU, H.; ZHANG, J. & GAO, Y. “Experiment Study on the Removal of Phosphorus in Eutrophic Water Bodies by the Utilization of Mineral Calcite”. Earth Sci. Front., 15(4):138, 2008.

# ANEXOS

## ANEXO A (Solicitação de documentos do Rural Semanal)

23/01/2023 17:30

Gmail - Solicitação de documentos do Rural Semanal - Out. 2005 a dez. 2006.



Felipe Guimarães <engenheiro.felipe93@gmail.com>

### Solicitação de documentos do Rural Semanal - Out. 2005 a dez. 2006.

2 mensagens

Felipe Guimarães <engenheiro.felipe93@gmail.com>  
Para: comunicacao@ufrj.br

17 de janeiro de 2023 às 11:28

Bom dia prezados.

Me chamo Felipe Guimarães e sou aluno do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental (PGEAAmb) com n° de matrícula 20211002083.  
Neste momento, estou elaborando minha dissertação que tem como objetivo Avaliar o atual nível trófico do Lago do IA, através das análises de Clorofila a, fósforo e turbidez, tendo como orientador o Professor Doutor Alexandre Lioi Nascentes.

Devido a isto, gostaria de solicitar, se possível, os documentos registrados como "**Rural Semanal**" em pdf de **outubro de 2005 a dezembro de 2006**, uma vez que durante esse período houve trabalho de recuperação ambiental do Lago do IA que estava praticamente eutrofizado.  
Ressalto ainda, que o envio desta documentação será de grande valia para minha dissertação.  
A fim de comprovação, encaminho em anexo a Declaração de vínculo com a Universidade.

Desde já agradeço a atenção e aguardo retorno.

-----  
Cordialmente,

**Felipe Guimarães Costa da Silva**  
Engenheiro Ambiental e Sanitarista  
Pós Graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho  
(21) 9 95116434



Sender notified by  
Mailtrack

**declaracao\_20211002083.pdf**  
51K

Mailtrack Reminder <reminders@mailtrack.io>  
Responder a: comunicacao@ufrj.br  
Para: engenheiro.felipe93@gmail.com

18 de janeiro de 2023 às 11:28

⚠ Your email to [comunicacao@ufrj.br](mailto:comunicacao@ufrj.br) has not been opened yet. Snooze for [24H](#), [48H](#) or [72H](#) (disable)

## Lago Açú

(Continuação da pág. 1)

Em particular, ingressei na Universidade Rural aos 16 anos em 1970. Ao chegar aqui, pela primeira vez, para me submeter ao processo de seleção da Escola Agrotécnica, apaixonei-me pela beleza do conjunto arquitetônico de nossa Instituição, que, especialmente, do prédio da Agrotécnica, atual Instituto de Agronomia, era extasiante pois de lá o Lago Açú se sobressaía.

Infelizmente, a partir da década de noventa, o lago teve o seu ecossistema modificado pois, com a necessidade da obra de desvio do esgoto vindo de uma parte de Seropédica sendo protelada, sobretudo, e sem a devida atenção para a infestação de gigogas, planta que revela ambientes poluídos pelo esgoto, o Lago Açú do Lago Açú virou um grande brejo. Assim, simultaneamente ao seu fim, viria o sonho em cada um de nós: "O Lago tem que ser recuperado". Como aquele que mantém seus sonhos vivos, suas utopias, jamais envelhece, hoje aos 53 anos, ao me deparar com o nosso Lago recuperado, fico extasiado, tomado de emoção, a mesma que me envolveu quando cheguei aqui há 37 anos.

A recuperação do Lago Açú não foi um compromisso de campanha de nossa Administração Superior. Esta conquista portanto é um presente da Administração "Um Novo Tempo" à comunidade que nos confiou o destino e os desafios de nossa Universidade.

A Bíblia ensina que as vitórias, as conquistas devem ser celebradas. Assim, nesta 3.ª feira, dia 5 de junho, dia Mundial do Meio Ambiente, a

partir das 16 horas, à beira do Lago, a Administração Superior da UFRRJ convida todos e todas para a festa em comemoração à recuperação do Lago Açú.

Além das festividades, merece destaque algumas pessoas e órgãos que estiveram envolvidos neste sonho. Agradecemos à MRS Logística S. A., que viabilizou financeiramente a recuperação do Lago, ao Prefeito Universitário, Sr. Josué Carlos da Silva, pela eficiência com que conduziu os trabalhos e paciência com minhas cobranças constantes, em geral visando a acelerar os trabalhos. Aos seus auxiliares, Sr. Sebastião Konkel, que, Chefe do Setor de Parques e Jardins, por muitas vezes, ao amanhecer e em finais de semana, estava atuando no Lago; o Sr. Felipe Ricardo Carias, que diariamente coordenou os trabalhos; o Sr. Kleber de Oliveira Baier (Cacá) e seu auxiliar, o Sr. Marcelo Henrique Machado, estes operadores da retro-escavadeira; o Sr. Maurício Hardy do Setor de Parques e Jardins, coordenador dos trabalhadores contratados, e a determinação e sensibilidade do nosso Reitor, Professor Ricardo Motta Miranda, em recuperar o Lago, um espaço de lazer, cultura, pesquisa e ensino.

Com mais esse sonho concretizado, a Universidade Rural continua sendo o mais belo conjunto arquitetônico e paisagístico do Brasil e também resgata mais um espaço acadêmico.

Aldo Lopes, Assessor da Reitoria, Prof. do Inst. de Agronomia/Dep.<sup>10</sup> de Fitotecnia.

## Semana Paulo Freire

Neste mês de maio de 2007, estamos há dez anos do falecimento de nosso amado Mestre Paulo Freire que tanto e tão bem nos ensinou a inventar novos caminhos para a educação popular a partir de suas práticas e do ponto de vista de onde via e se posicionava no mundo.

"A leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não possa prescindir da continuidade da leitura daquele. Linguagem e realidade se prendem dinamicamente. (...) A leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura de mundo, mas por uma certa maneira de 'reescrevê-lo, ou de 'reescrevê-lo', quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente."

A você, querido Mestre, dedicamos às ações e formações dessa nossa semana.

A Semana Paulo Freire está inserida nas atividades do Projeto Prodência financiado pelo MEC/SESu, tendo como responsável a Prof.<sup>a</sup> Nidia Majerowicz, Decana de Ensino de Graduação, e Prof.<sup>a</sup> Ana Cristina S. dos Santos, Chefe do DTPE/IE, como coordenadora geral.

O evento é organizado pelo DTPE/IE e pelo DES/IM e acontecerá simultaneamente no IE em Seropédica e IM em Nova Iguaçu. À tarde serão oferecidas oficinas, mini-cursos e cine-debates. À noite, serão realizadas mesas-redondas.

A abertura da Semana será no dia 29/5, em Seropédica, tendo a Prof.<sup>a</sup> Célia Linhares, UFF como conferencista. O encerramento será no dia 31/5, no Instituto de Filosofia e de Teologia Paulo VI em Nova Iguaçu.

Mais informações na Secretaria do Instituto de Educação/UFRRJ/Seropédica, 2682-1841; Secretaria do Instituto Multidisciplinar/Nova Iguaçu, 2667-4017 ou 2669-5661.

As inscrições em Seropédica serão realizadas no período de 29 a 31/5, de 12h às 13,30h no Bandeirão e de 16h às 18,30h no IE.

## Comunicado do Departamento de Pessoal

O Departamento de Pessoal em consonância com a Orientação Normativa n.º 03, de 18/5/2007, da Secretaria de Recursos Humanos do Ministério do Planejamento, conforme o Acórdão 2008/2006 - TCU - Plenário, de 6/11/2006, informa que adotará rotinas para atender a todos os servidores que, submetidos ao regime da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, tenham comprovadamente exercido atividades insalubres, penosas e perigosas até o advento da Lei n.º 8.112, de 1990, de 11/12/1990 ou seja, os servidores que efetivamente tenham exercido as referidas atividades até 11/12/1990 (no regime da CLT).

Outrossim, no intuito de preservar o interesse público no que tange à economicidade e de proteger direitos já adquiridos, informamos que as rotinas referidas priorizarão: 1.os servidores que atualmente recebem abono de permanência e/ou que preencham os requisitos para se aposentar a curto prazo; 2.os servidores aposentados proporcionalmente que, se regidos pela CLT, terão, conforme o caso, os atos revistos e 3.os demais servidores.

UFRRJ, 23 de maio de 2007. Walter Bragança, Diretor DP/DAA/UFRRJ, SIAPE 0387810.

## Eleições estudantis na UFRRJ

Eleições estudantis para sucessão do DCE, representação nos órgãos colegiados (CEPE, CONSU e Curadores) e delegados para o 50.º Congresso da UNE e UEE-RJ. Mais informações em c.eleitoralufrrj@yahoo.com.br

## Rural Semanal

Uma construção coletiva da comunidade universitária. Colabore enviando artigos, cartas e notas até 3.ª, às 17h, para ascom@ufrrj.br

## UFRRJ divulga Edital de Isenção

A Rural abrirá inscrições para a solicitação de isenção da taxa do Concurso de Acesso aos Cursos de Graduação - Vestibular 2008, de 11 a 24/6.

Serão oferecidas até 1.100 isenções. Os candidatos devem comprovar renda per capita da família igual ou inferior a R\$ 380,00, ter o ensino médio completo até dezembro de 2007.

Inscrições em [www.vestibular.ufrrj.br](http://www.vestibular.ufrrj.br) e nos postos cadastrados.

Etapa	Data
Período de inscrição para solicitação de isenção de taxa ao concurso vestibular 2008.	11 a 24/6/2007
Postagem de documentação comprobatória de acordo com o edital 01/2007.	Até 27/6/2007
Divulgação dos candidatos contemplados com a isenção da taxa de inscrição.	1/8/2007

## CAIC reúne Rural, Estado e Município

Também presentes ao encontro os Prof.<sup>as</sup> Marilson Santana, Chefe de Gabinete do Secretário de Educação do Estado do Rio de Janeiro, Leila Tamaki, Coordenadora da Metropolitana VI-SEE/RJ, Fábio Luiz Ferreira, Procurador do Município de Seropédica e os assessores de comunicação social da UFRRJ e PMS Teresinha Paciolo e Fabiano Laranja respectivamente.

"Este momento nos remete à proposta inicial do CAIC que previa a participação da UFRRJ, do Estado do Rio de Janeiro e do Município de Seropédica. Esta parceria demonstra o grau de sensibilidade das autoridades presentes e a soma de esforços no sentido de que a comunidade escolar do CAIC Paulo Dacorso Filho seja atendida com qualidade. Além da Unidade Escolar e dos programas que estão em andamento, direcionados às crianças e suas famílias; a alunos do Curso Normal e das Licenciaturas da UFRRJ, CEDERJ e outras Universidades, está em desenvolvimento

## Dissertações e Teses

✓ Dia 30/5, às 9h, no CPDA, defesa de dissertação de mestrado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade intitulada "Da governança local à gestão global: participação comunitária e intervenção internacional no Programa Biodiversidade Brasil-Itália", de Edson Vanda Pereira dos Santos, sob orientação do Prof. Nelson Giordano Delgado.

✓ Dia 31/5, às 9h, no IZ, defesa de dissertação de mestrado em Zootecnia intitulada "Digestão dos carboidratos em equinos", de Eliane da Silva Morgado, sob orientação do Prof. Fernando Queiroz de Almeida.

## CAIC Paulo Dacorso Filho outros projetos da Universidade, de grande relevância social, como o Projeto Caminhar - (DAA; ICHS-DED; IE-DTPE; DAE-RU; CAIC Paulo Dacorso Filho), destinado aos servidores da UFRRJ que ainda não concluíram o Ensino Fundamental e o Pré-Vestibular Comunitário - (Decanato de Extensão; IE/DTPE). Está em andamento a reforma para implantação do Laboratório de Desenvolvimento Infantil/CHS/DED, que atenderá a crianças na faixa etária de 1 a 3 anos de idade. Já iniciamos um estudo para propor a implantação do sexto ano de escolaridade, e gradativamente, atendermos até o nono ano do Ensino Fundamental, tendo como proposta a ênfase na Educação Ambiental de Desenvolvimento Sustentável. Desta forma, a UFRRJ estará oferecendo a comunidade o ensino desde a creche até a pós-graduação e esta parceria reforça esta proposta, como também acelera a possibilidade de realização" disse a Professora Marília.





# RURAL SEMANAL

Edição Especial - Junho/2007



"Quando o homem perde a capacidade de sonhar, é melhor apagar o arco-íris". Mário Lago



## Lago Açú: Patrimônio Paisagístico-Ambiental da UFRRJ

Lazer, cultura, ensino, pesquisa e extensão

(I)

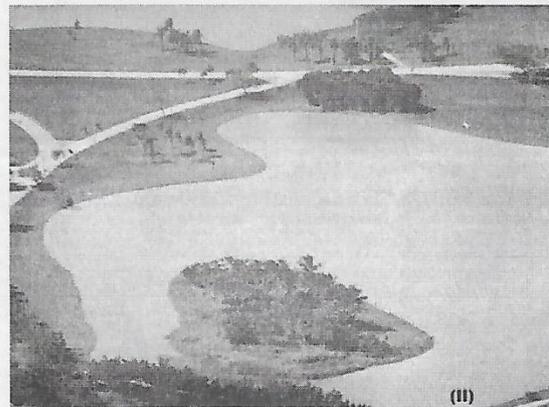
### A Paisagem Resgatada

O Lago Açú está de volta. Como por milagre, surge das cinzas, vivo e portentoso! Consta-se, claramente, uma sensação de regozijo pelo *campus* afora. A Rural, de linda, passa a ser novamente majestosa. No Brasil, quicá no planeta, não existe nada igual, nem mesmo parecido como ambiente de ensino e pesquisa científica. O astral de todos: estudantes, servidores docentes e técnico-administrativos sobe com a paisagem resgatada. Mesmo aqueles que não se envolveram diretamente com a iniciativa puderam aquilatar o esforço hercúleo, a perseverança e o carinho colocado no conjunto da obra do Lago Açú. Os que estão aqui há longo tempo talvez tenham uma percepção ainda mais intensa da importância do Lago, como um dos principais e, sem dúvida, mais belos componentes desse esplendoroso *campus* do sempre referido 'Km 47'. A Rural sem o Lago Açú seria como o Rio de Janeiro sem o Cristo, sem a sua 'Sétima Maravilha'. Oxalá as águas do Açú permaneçam incólumes e sobrevivam à nossa e às futuras gerações acadêmicas. Oxalá mantenham-se límpidas, cristalinas e aptas a contribuir para a preservação da exuberante e inspiradora biodiversidade que distingue a Rural e destaca sua reconhecida vocação ecológica. Cada um de nós terá seu quinhão de responsabilidade para que isso se concretize!

Gostaríamos de externar, temos certeza de que em nome de toda comunidade universitária, nossos sinceros agradecimentos à atual Administração Superior da UFRRJ e a todos aqueles que nos presentearam com a fantástica ressurreição do Lago Açú.

Raul de Lucena Duarte Ribeiro, Professor Associado, IA/DeFito.

(1)



(III)

(2)



5/6 - Dia Mundial do Meio Ambiente



Festival de balonismo na UFRJ em 1996

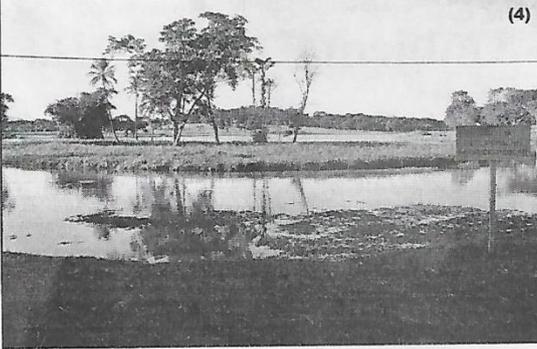
### Dedicatória

Essa edição é dedicada ao Prof. Aldo Lopes, que não mediu esforços em busca de soluções para a recuperação do Lago Açú de inquestionável importância paisagística e com papel preponderante para as atividades de ensino e pesquisa.

### Agradecimentos especiais

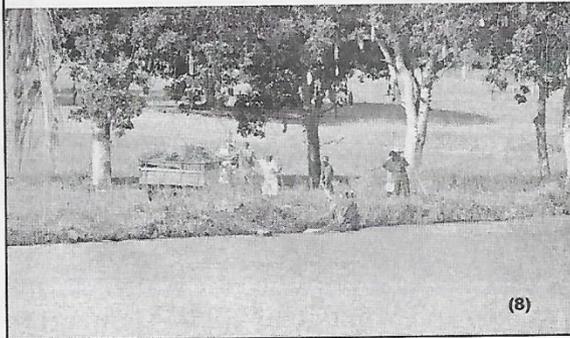
À MRS Logística S. A. que viabilizou financeiramente a recuperação do Lago e aos Sr.ºs Josué C. da Silva, Prefeito Universitário, Sebastião Konkel, Chefe do Setor de Parques e Jardins, Felipe R. Carias, Kleber de O. Baier, Marcelo H. Machado e Maurício Hardy e suas equipes, pelo trabalho eficiente e competente.

A vocês o reconhecimento da Comunidade Universitária.



### Lago Açú

- ✓ Em outubro de 1995 todo o aguapé foi retirado do lago.
- ✓ No final de 1996 foi realizada nova limpeza do lago.
- ✓ Por volta de 1999, devido à infestação de aguapés, o Lago Açú teve praticamente toda sua superfície coberta. Algumas iniciativas e tentativas foram realizadas sem sucesso, como o movimento liderado à época pelos diretores do IA e IT denominado 'Amigos do Lago Açú', cuja finalidade era reunir profissionais de diversas áreas para discutir e tentar buscar possíveis soluções para os problemas que afligiam o Lago e outra com o apoio da Light que disponibilizou maquinário.
- ✓ De 1999 a 2005 o Lago teve sua superfície coberta. Tomando-se praticamente um Lago de aguapés e salvinias. A produtividade dos peixes foi muito prejudicada, não sendo mais possível as atividades de pesca experimental, cultivo extensivo e o uso do lago como 'laboratório' para pesquisas de ecologia de peixes. (fotos 1 e 2).



(8)

"Se a situação perdurar, a tendência de médio e longo prazo é o desaparecimento do lago" Prof. Francisco Gérson Araújo, Lab. de Ecologia de Peixes/IB maio 1999.

"Se não forem tomadas providências a curto prazo, os problemas ambientais se intensificarão e a qualidade de vida no campus estará seriamente comprometida" Prof. Nelson Moura B. A. Sobrinho, diretor do IA, junho 1999.

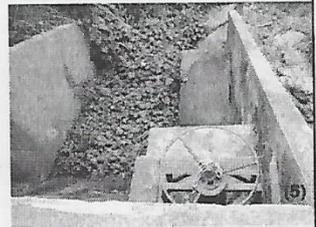
### A recuperação: passo a passo



(3)

Em outubro de 2005, tem início o Programa de Recuperação do Lago Açú (foto 3). Foram realizados, em consonância, os serviços de desassoreamento e do desvio do esgoto oriundo do Km 49/Seropédica que ali desaguava, responsável pela abundante vegetação que ali se instalou de forma agressiva por todos esses anos.

Para iniciar o enchimento do Lago, foi observada a infestação de plantas aquáticas e a fissura na comporta, o que gerou um novo esvaziamento para que fossem realizados os devidos reparos. (fotos 4, 5 e 6).



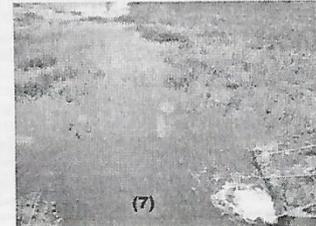
(5)



(6)

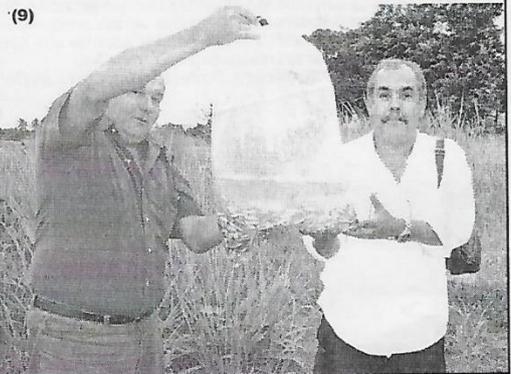
Em 2006 após esses reparos, foi realizado o enchimento do lago. Ao ser colocada a lâmina d'água, observou-se o ressurgimento das plantas aquáticas, que foram eliminadas manualmente, constituindo-se um trabalho demorado, mas bastante eficiente. (fotos 7 e 8).

No início de 2007, em consonância com esse trabalho de retirada manual foi realizado, com o apoio do Laboratório de Ecologia de Peixes do IB, um peixamento com a utilização de cinco mil alevinos de carpa capim (*ctenopharyngodon idella*) visando ao combate da vegetação emergente e invasora do Lago. (foto 9).



(7)

No dia 5/6, Dia Mundial do Meio Ambiente - Festa para o Lago Açú!



(9)

## Lago Açú: uma breve história e potencialidades

Quatro lagos artificiais foram construídos no Campus da UFRRJ/EMBRAPA, com objetivo de enriquecer a paisagem do *campus*, especialmente do enorme gramado que o permeia: o Lago Açú, o Lago do Instituto de Biologia e 2 pequenos lagos geminados conhecidos como lagos do IBA, situados em frente o Campus da UFRRJ. Destes lagos, o Lago Açú destaca-se de todos os outros por sua maior área (aproximadamente 8 hectares), e por se localizar em um espaço do Campus tendo as suas margens vários Institutos (Instituto de Agronomia, Instituto de Florestas, Instituto de Veterinária, além do antigo Órgão Suplementar Posto de Aquicultura, atual Laboratório de Ecologia de Peixes-IB, do Departamento de Parques e Jardins da Prefeitura do Campus, das Casas do Reitor e do Vice-Reitor, e de três outras residências de professores). A paisagem do gramado, das árvores dispersas ao longo do mesmo, e do lago Açú no centro deste cenário colocam o Campus da UFRRJ entre um dos mais belos do Brasil.

No final da década de 70, os quatro lagos ainda tinham como fonte de abastecimento, água proveniente do rio Guandu, que era bombeada a partir de uma casa de bombas, cujo operador era funcionário desta UFRRJ. O elevado custo de manutenção desta estrutura, associado à ausência de recursos, fizeram com que após a aposentadoria do operador da casa de bombas, nenhum outro funcionário tenha sido designado para substituí-lo; também logo em seguida, a tubulação foi se deteriorando e esse sistema de abastecimento ficou inoperante. O abastecimento do Lago Açú passou a ser feito por um pequeno riacho que percorre o subúrbio de Seropédica, atravessa o Campus à altura do Viveiro Florestal do IF. Com o passar do tempo, e com a urbanização às margens do riacho, despejos de esgotos *in natura* foram introduzidos no mesmo e iniciou-se um processo crescente de degradação do lago através da eutrofização, isto é, enriquecimento orgânico da água por elementos oriundos dos poluentes, como compostos de Fósforo e Nitrogênio.

No final da década de 80, quando o Lago já se encontrava consideravelmente eutrofizado, foi feita a introdução do aguapé (também conhecido como gigoga), uma espécie de macrófita flutuante (*Eichornia crassipes*). Essa introdução tinha duas finalidades básicas: 1) Diminuir a eutrofização do lago, uma vez que tais plantas incorporam determinados nutrientes da água em seu processo de crescimento e, 2) Utilizar as raízes flutuantes desta planta como suporte para incubação de ovos da Carpa comum (*Cyprinus carpio*), uma vez que tais ovos aderem a estas raízes, aumen-

tando a sobrevivência desses peixes. O grande problema com essas introduções foi a grande velocidade de crescimento destas plantas no ambiente muito eutrofizado, isto é, com elevadas cargas de Fósforo e Nitrogênio proveniente de esgotos domésticos, fazendo com que em períodos de elevadas temperaturas ocorra um crescimento diário de até 5% da biomassa.

Na década de 90, foram feitas várias tentativas de minimizar ou eliminar o problema, todas elas com resultados insatisfatórios. Tentou-se em vão utilizar métodos físicos (a própria Light emprestou uma máquina que ficou disponível por cerca de um mês, porém a quantidade e densidade das macrófitas aquáticas era tão grande, e a infra-estrutura de apoio da UFRRJ (homens para alimentação da máquina, caminhões para retirada da margem do lago, etc) tão pequena, que não foi obtido sucesso da remoção destas plantas. Um grande esforço foi feito no segundo semestre de 1995 quando foram retiradas todas as macrófitas flutuantes da superfície do lago,



(10)

porém três meses após, em pleno verão, época de maior crescimento das plantas, a *Salvinia* (*Salvinia auriculata*) voltou a infestar a superfície do lago, e logo após veio o aguapé (*Eichornia crassipes*) e rapidamente o lago teve sua superfície novamente coberta. Além dessas duas espécies, existe uma terceira, alface d'água (*Pistia stratioides*) que também é uma macrófita flutuante de grande ocorrência do Lago. Portanto, o potencial de recolonização destas macrófitas é muito grande e precauções devem ser mantidas para evitar re-infestação.

Neste último ano, foi feito pela administração superior desta UFRRJ um esforço para recuperação do lago jamais visto em administrações anteriores. Como resultado, obteve-se este novo quadro, em que a superfície do lago encontra-se totalmente livre das macrófitas aquáticas, porém é importante que um esforço de conservação seja mantido. O lago é muito produtivo e tem uma relação superfície/profundidade muito grande, o que permite a penetração dos raios do sol até as proximidades do fundo, ou até mesmo no fundo, o que faz com que os nutrientes, concentrados no sedimento (fundo do lago) fiquem disponíveis para cadeia produtiva, especialmente, para o fitoplâncton (microorganismos

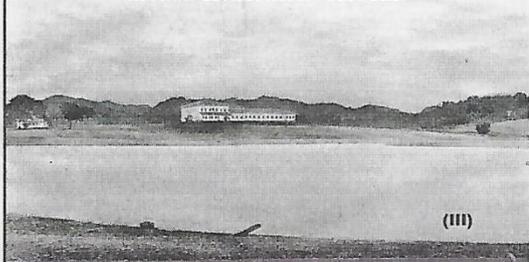
vegetais dispersos na coluna da água) e para as macrófitas. Essa situação torna o lago muito sensível a qualquer processo de enriquecimento orgânico que pode facilitar a volta da macrófitas aquáticas. Portanto, todo cuidado deve ser feito para conservação deste sistema, desde evitar a introdução de quaisquer alimentos no lago (rações, restos de comida), esgotos, etc. bem como ficar atento para eventuais 'florações' de *Salvinias* que normalmente antecedem as infestações de aguapé. O Lago Açú por suas características peculiares e pelo sistema em que se insere é fonte de produtividade sem nenhuma necessidade de *inputs* externos. A água de boa qualidade que é atualmente introduzida no Lago facilita e retarda o processo de eutrofização; a introdução de balanceadas populações de peixes de diferentes níveis tróficos (carnívoros, onívoros, herbívoros, detritívoros) também retarda e tende a minimizar o processo de eutrofização. Recentemente, foi introduzida a carpa capim

(*Ctenopharingodon idella*) uma espécie herbívora e que se alimenta na base da cadeia alimentar visando a combater as macrófitas, porém se sabe que a potencialidade de crescimento das plantas com a eutrofização é maior do que a capacidade de controle das plantas, via peixes, ou outros métodos biológicos. Métodos químicos (herbicidas e assemelhados) devem ser evitados pelo perigo de incorporação de poluentes na água, nos peixes e na população que mantiver contato com este ambiente. Várias espécies de peixes já ocorrem no lago, como lambaris, traíras, tilápias, acarás, guarus, muçum, cujos ovos ou formas jovens sobreviveram em poças de água no processo de esvaziamento do lago ou foram

introduzidas naturalmente em patas de aves, vindo de outras áreas. Um processo planejado de introduções de espécies de maior porte e rápido crescimento deve ser feito visando a exploração do grande potencial pesqueiro que o lago tem, em proveito da comunidade que mora no entorno da Universidade Rural. O lago, por sua própria estrutura, morfologia e história recente tem capacidade de sustentação de populações de peixes (sem a necessidade de alimentação artificial) que poderá proporcionar lazer no âmbito do *campus* através de atividades esportivas. Também, o conhecimento científico, nas áreas de ecologia aquática e outras mais serão beneficiados, através do treinamento e formação de pessoal especializado. Lagos, desde os primórdios da ciência moderna, têm servido como modelos de sistemas ecológicos, onde processos físicos e químicos (água, sedimento e interação terra-água) e biológicos (plâncton, bentos, peixes) têm sido estudados. Em nossa Universidade, certamente cursos de graduação e pós-graduação serão beneficiados com a recuperação do Lago e no uso do mesmo em suas linhas de pesquisas e extensão.

Prof. Francisco Gérson Araújo, CPGBA/IB, responsável pelo Laboratório de Ecologia de Peixes/IB

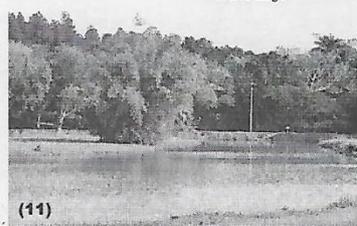
Foto: O grande Lago da nova ENA, recém-construído, no Km 47 da Rodovia Rio - São Paulo.



(III)

"Um grande lago já foi aberto, mas outro maior está sendo construído, que darão, sem dúvida muita vida ao parque, tornando-o assim ainda mais gracioso. A sua localização é tal que permitirá que suas águas reflitam algumas construções próximas e maciças de plantas ornamentais de floração". Reinaldo Dierberger, arquiteto-paisagístico, autor do plano paisagístico. (Jan. 1940)

"Penso, Lago existo"  
Mário Lago



(11)

## Depoimentos

"Importância e saudade são palavras marcadas em minha memória sobre o Lago Açu. Águas para ser batizada, significando este momento 'Morrer para o mundo e nascer para Cristo'. Data e ato muito importante na minha vida que jamais esquecerei!" *Eloiza Helena Petini, D.Ext.*

"Aos sete anos acompanhava minha irmã Edna e o seu namorado à época (hoje meu cunhado Estácio). Os dois, para namorar, me pediam "vá corra atrás das borboletas". Eu ia, mas ficava dividida entre a beleza das borboletas e a do Lago... É com alegria e o mesmo encanto de menina que reencontro a paisagem de outrora" *Eunice Salvador, BC, moradora do campus há 62 anos.*

"Ingressei na Universidade Rural em 1970, aos dezesseis anos. Ao chegar aqui, pela primeira vez, para me submeter ao processo de seleção da Escola Agrotécnica, apaixonei-me pela beleza do conjunto arquitetônico de nossa Instituição, que, especialmente, do prédio da Agrotécnica, atual Instituto de Agronomia, era extasiante, pois de lá o lago Açu se sobressaía" *Prof. Aldo Lopes, IA/DeFitto e Assessor da Reitoria.*

"Dizem que a gente nunca vai embora de uma vez. E quando se pensa ter ido de uma vez, nunca se vai inteiro. Fica sempre a lembrança de pessoas e de lugares como a Rural e os seus dois belíssimos Lagos Açu e Mirim" *Angelina Assad, egressa da UFRRJ.*



(12)

"Meu nome é Alice Viriato Rangel, nasci em 1945 e morei na década de 70 na UFRRJ, no Bairro Ecologia, pois meu pai, Porcino Viriato Rangel, era funcionário desta Universidade. Eramos membros da Igreja Batista da Universidade Rural, hoje, 1.ª Igreja Batista em Seropédica. Na época, não existia batistério na igreja e o batismo era realizado no Lago Açu, onde fui batizada com mais um grupo de pessoas, entre eles, Iracy M. Lourenço, Arlete R. Lourenço, Sidney Tunala, na década de 50, e Aurea R. Áglio na década de 60, pelo Pastor Reinaldo Purim" *Alice Viriato Rangel, ex-moradora do Bairro Ecologia.*

"Fiquei fascinado ao passar pelas margens do Lago Açu. Lembrei-me da bonita paisagem de quando fui aluno de graduação dessa Universidade. Parabéns a essa administração pela recuperação do mesmo" *Prof. Joanes de Oliveira Dias, DLCS/CHS.*

"Neste *campus* tão bonito há recantos especialmente belos e o Lago Açu é um deles. Paisagismo, ensino, pesquisa e meio ambiente resgatados em prol de uma melhor qualidade de vida" *Silvia Maria P. de Azeredo, Discente.*

"Quando cheguei à Rural em 1967, tive três impactos: o Lago Açu, a vida comunitária e a produção agropecuária". (Trecho do Discurso de Posse 'Bem-vindos a Um Novo Tempo na UFRuralRJ' em 18/3/2005) *Prof. Ricardo Motta Miranda, Reitor da UFRRJ.*

Em 1947, aos 6 anos, vi a obra do Lago Açu ser concluída e o Lago, pela primeira vez, com água". *Adejair Antunes de Sá, 66 anos, servidor técnico-administrativo aposentado*

## Valor histórico do Lago

O INEPAC – Instituto Estadual do Patrimônio Artístico e Cultural tombou, em 16/10/2001, o conjunto arquitetônico e paisagístico da UFRRJ, incluindo: P1, PQ, Biologia, residência do reitor, sede da Pesagro, sede da Embrapa, o traçado paisagístico do parque da universidade com seus jardins, lagos e vegetação circundante no entorno dos imóveis listados.

Sendo especialmente tombado o Paineis de azulejos da artista plástica Vieira da Silva, localizado na sala de estudos.

Os imóveis e o conjunto paisagístico da Rural foram tombados por sintetizarem o espírito da concepção original do projeto iniciado em 1939 e concluído em 1947.

## Sobre as águas

Os mananciais, rios e lagos do Brasil compõem uma das maiores reservas de água do mundo.

Em 2005, a ONU convocou os cidadãos de todo o mundo para 'fiscalizarem' a qualidade dos rios, lagos, mares perto dos locais onde vivem. Dia 24/4 - Dia Internacional da Terra - Água como tema central.



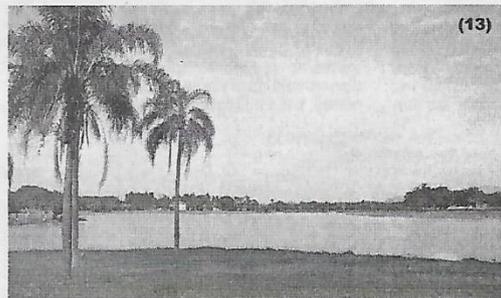
...Água que nasce na fonte serena no mundo  
É que abre um profundo grotão/ Água que  
faz inocente riacho e deságua na corrente  
do ribeirão/ Águas escuras dos rios que levam  
a fertilidade ao sertão/ Águas que banham  
aldeias e matam a sede da população/ Águas  
que caem das pedras no véu das cascatas,  
ronco de trovão/ E depois dormem tranquilas  
no leito dos lagos, no leito dos lagos/ Águas  
dos igarapés, onde lara, a mãe d'água é misteriosa  
canção/ Água que o sol evapora, pro  
céu vai embora, virar nuvens de algodão..."

*Guilherme Arantes, Planeta Água*

O Lago Açu da UFRRJ é homônimo do maior lago natural da América Latina localizado no Município de Conceição do Lago Açu, na baixada maranhense. Importante não só pelo seu potencial hídrico, mas pelo papel sócio-econômico que representa para toda população ribeirinha. No verão, são pescados até 15 toneladas de peixe por dia.

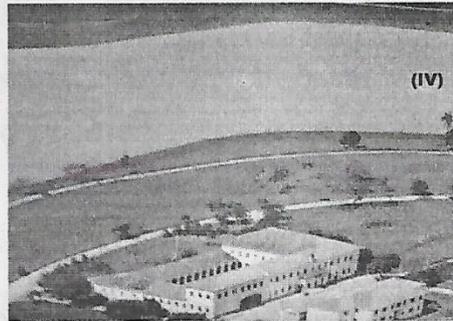
## Fotos

Celso Pimentel Cardoso (III); Centro de Memória (II, III e IV); Prof. João Araújo (3 a 9, 11 e 13); Ivan do Vale (1, 2, 10 e 12).



(13)

"Que beleza, que encanto, poder se dominar, assim tudo quando se tem realizado no quilometro 47 (...). A deslumbrar-nos com seus lagos, onde se espelham as construções em torno, todas a emergir de tufo e gramados - extensos tapetes verdes" *(Fonte: Adalberto Mário Ribeiro. Edifícios Públicos. R. do Serviço Público, maio 1944).*



(IV)

## Projetos de Pesquisa

Bara, M. A. & Serra Freire, Nicolau M. Aspectos epidemiológicos de infecção por *trypansomas* em *hiposatomus punctatus* no Lago Açu. R. Bras. Med. Vet. 1985.

D'Agosto, Marta Tavares - Aspectos Epidemiológicos da infecção por *trypansomas* em *Hypostomus Punctatus Valenciennes*, 1840 (*osteichthyes*), (*Loricaridae*) no Lago Açu da UFRRJ. (Tese de Doutorado em Medicina Veterinária - Parasitologia Veterinária, 1984).

D'Agosto, Marta Tavares & Serra Freire, Nicolau M. Taxonomia de tripanossomas parasitos de peixe-cascudo-pedra (*hipostomus punctatus*) do Lago Açu, Rio de Janeiro, Brasil Parasitologia Al Dia, 14 (1/2):14-8, 1990.

Dias Junior, C.; Oshiro, L. M. Y.; Buchas, R. M. Alimentação do cascudo *Hypostomus sp* (*Osteichthyes, Loricaridae*) no Lago Açu da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. In: III Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 1984, São Carlos. Anais do III Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 1984. p. 245-257.

## Bibliografia consultada

A Nova Escola Nacional de Agronomia In: R. do Serviço Público, v.3, set. 1940.

Memória da Rural In: R. Universidade Rural/Série Ciências Humanas. Rio de Janeiro: Edur, v.18, dez. 1966.

Rural Semanal n.ºs 15, 23, 24, 29, 30/1999 e 5, 13 e 19/2007.

UFRRJ: a base do ensino veterinário. In: R. do CRMV, jul. 1995.

## Agradecimentos

Adejair Antunes de Sá, Alice V. Rangel, Angelina Assad, Biblioteca Central, Celso Pimentel Cardoso, Centro de Memória da UFRRJ, Eloisa H. Petini, Eunice Salvador, Imprensa Universitária, Ivan do Vale, José Luiz da C. Machado, Prof.º Aldo Lopes, Francisco Gerson de Araújo, Joanes de O. Dias, João Araújo, Manlio Silvestre Fernandes, Raul Lucena D. Ribeiro, Ricardo M. Miranda, e a discente Silvia M. P. de Azeredo.

**RURAL SEMANAL:** Informativo da Reitoria da UFRuralRJ **Reitor:** Ricardo Motta Miranda **Vice-reitora:** Ana Maria Dantas Soares **Decano de Assuntos Administrativos:** Ana Lúcia dos Santos Barbosa **Assuntos Financeiros:** Eduardo Mendes Callado **Assuntos Estudantis:** Azarias Machado de Andrade **Ensino de Graduação:** Nidia Majerowicz **Extensão:** José Claudio Souza Alves **Pesquisa e Pós-Graduação:** Áurea Echevarria **Assessoria de Informação e Comunicação:** Teresinha Sena Pacio **Colaboração:** Valdomiro Neves Lima **Diagramação:** Eley Rodrigues de Moraes Carvalho **Distribuição:** Adilson Luiz Dias Alves, Aline da Silveira Figueroa, Felipe Ricardo Carias e Hudson Luis da Glória Moraes **Revisão:** Erika Souza Costa **Impressão:** Imprensa Universitária **Tiragem:** 5000 **Redação:** Assessoria de Informação e Comunicação – BR-465 – Km7, Pavilhão Central, sala 132, CEP 23890-000 Seropédica/RJ. Tel.: (21) 2682-2915 e 2682-1080/1090 e ramal 3190 fax: (21) 2682-1120 - ascom@ufrrj.br - www.ufrrj.br/comunica/rs. "A exatidão dos dados dos eventos é de responsabilidade de seus organizadores".

**ANEXO C (Termo de Compromisso entre MRS Logística S/A e UFRRJ)**

11/11/05

MRS  
Logística

---

**TERMO DE COMPROMISSO**

celebrado entre a

**MRS LOGÍSTICA S. A.**

e a

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

Juiz de Fora (MG), outubro de 2005

---

---

TERMO DE COMPROMISSO

---

*TERMO DE COMPROMISSO FIRMADO  
ENTRE A MRS LOGÍSTICA S. A. E A  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO  
RIO DE JANEIRO, TUDO CONFORME AS  
CONDIÇÕES SEGUINTE*

As partes,

**MRS LOGÍSTICA S. A.**, sediada no Estado e Capital do Rio de Janeiro, no Bairro de Botafogo, na Praia de Botafogo, 228, Grupo 1.201-E, registrada no CNPJ-MF sob o número 01.417.222/0001-77, representada conforme seu Estatuto Social, doravante designada **MRS**,

e

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**, autarquia federal, vinculada ao Ministério da Educação, com sede no Município de Seropédica, RJ, na BR 465, km 7, inscrita no CNPJ/MF sob o número 29.427.465/0001-05, aqui representada por seu Reitor, Professor Ricardo Motta Miranda, doravante designada **UFRRJ**,

considerando que

- I. a **MRS**, frente ao incremento da demanda de transporte ferroviário de carga na Região Sudeste e sobretudo para dar cumprimento às metas fixadas pelo Poder Concedente, tem identificado a crescente necessidade de ampliação e remodelação de suas linhas e pátios;

---

MRS LOGÍSTICA S.A. 

- II. dentre aquelas obras se encontra a duplicação da linha férrea situada entre as Estações de Japeri e Brisamar, sendo certo que uma parte deste trecho ferroviário está, como recebido, em regime de arrendamento, pela MRS da RFFSA, localizado dentro do *campus* da UFRRJ;
- III. a MRS sabe do interesse das autoridades locais no que concerne à necessidade de captação e desvio dos efluentes de esgoto destinados aos Lagos Açu e da Biologia, que têm gerado contaminação dos mesmos;
- IV. a MRS sensibilizada com o problema de degradação dos Lagos Açu e da Biologia, se comprometeu a participar, juntamente com a UFRRJ, da busca de uma solução para tal problema, mesmo que as obras por ela realizadas não gerem qualquer esgoto ou outro material que contribua para a contaminação daquele Lago;
- V. as partes concordaram em estabelecer uma parceria voltada à identificação e implementação de solução para a crescente contaminação dos Lago Açu e da Biologia, gerada pelo acúmulo de esgotos sanitários provenientes das comunidades vizinhas à UFRRJ; e
- VI. a MRS resolveu executar as obras e serviços de recuperação dos Lagos Açu e da Biologia, desde que especificados pela UFRRJ, até o limite máximo de recursos de que trata o presente instrumento,

resolvem firmar o presente **Termo**, que se regerá de acordo com as condições abaixo, mutuamente estipuladas entre si:



---

**CLÁUSULA PRIMEIRA: OBJETO**

---

- 1.1. O objeto do presente **Termo** é a regulamentação das relações entre a **MRS** e a **UFRRJ** no que pertine à realização, pela **MRS**, das obras e serviços de limpeza dos Lagos Açú e da Biologia, mediante a canalização do esgoto e enchimento.
- 1.2. As obras e serviços mencionados no item anterior serão limitados ao montante máximo de R\$220.000,00 (duzentos e vinte e mil Reais).

---

**CLÁUSULA SEGUNDA: MEDIDAS A ADOTAR**

---

- 2.1. Para a realização das obras de limpeza dos Lagos, objeto do presente **Termo**, as partes deverão realizar as intervenções abaixo discriminadas:
- 2.1.1. Caberá à **UFRRJ**:
- a) Obtenção das licenças ambientais das obras e serviços deste **Termo**, devendo encaminhá-la à **MRS**, tão logo a possua;
  - b) Fiscalizar a obra no seu todo, mantendo constante contato com a **MRS**, no caso de qualquer irregularidade quanto a execução da mesma;
  - c) Emissão de Atestado da Obra, quando da finalização da obra, informando se foi considerada adequada; e
  - d) Comunicar à **MRS** o término da obra, bem como encaminhar o Atestado da Obra, nos termos especificado na alínea e acima.
  - e) Garantir o livre acesso das equipes de manutenção e ou construção da **MRS** ou seus prepostos às linhas no trecho que a mesma faz divisã com a **UFRRJ**.

---



2.1.2. Caberá à MRS:

- a) A contratação de empresa para realização dos serviços definidos pela UFRRJ e especificados nas alíneas abaixo, no prazo de até 7 (sete) dias a contar da assinatura do presente:
- i) Limpeza manual de toda a vegetação instalada nas margens dos lagos (matos, galhos), com foices, enxadadas e roçadeiras;
  - ii) Limpeza manual de toda a vegetação instalada nas margens da *ilha* (matos, galhos), com foices, enxadadas e roçadeiras;
  - iii) Revitalização da *ilha* com acesso seco (por terra) até a mesma;
  - iv) Retirada de todo o material assoreado do lago, assim como a recomposição de suas cotas de declividade, tudo conforme projeto original, sempre mediante utilização de equipamentos apropriados;
  - v) Transporte de todo o material assoreado, equivalente a 76.000m<sup>3</sup> (setenta e seis mil) metros cúbicos;
  - vi) Manutenção da margem como original, nos casos em que estiver inteira;
  - vii) Nos demais casos, serão executadas rampas *praias* para acesso ao lago para eventuais descidas de barcos, pedalinhos, etc., evitando, dessa forma, futuro desbarrancamento de suas margens;
  - viii) Escavação mecânica de vala para colocação de tubos de concreto e reaterro da mesma, com recomposição de gramado, quando se fizer necessário;



- ix) Drenagem de 600m (seiscentos metros) de todo esgoto proveniente do canal a montante, até o canal natural existente a jusante, após a saída da comporta dos Lagos, através de tubos de concreto com diâmetro de 600 (seiscentos) milímetros, devendo ser executado às margens do lago, acompanhando sua sinuosidade;
- x) Instalação de caixas de inspeção a cada 50 (cinquenta) metros aproximadamente, com 1m x 1m altura variável, executadas em blocos de concreto 14x19x39, com tampas e fundos em concreto com 25 (vinte e cinco) MPA e visitas em ferro fundido circular com diâmetro de 600 (seiscentos) milímetros (tráfego pesado).
- b) Efetuar, após a emissão do Atestado da Obra pela UFRRJ, o pagamento dos serviços à empresa contratada, até o limite de R\$ 220.000,00 (duzentos e vinte mil Reais).

#### CLÁUSULA TERCEIRA: RESPONSABILIDADES

- 3.1. Será de responsabilidade integral das **Partes** as respectivas intervenções, especificadas neste **Termo**.
- 3.2. Cada parte assegura que seus empregados e contratados observarão a legislação cível, penal, ambiental, tributária e trabalhista, inclusive sobre uso de EPIs, responsabilizando-se por qualquer acidente que os atinja, ou a terceiros contratados, durante a execução das obras e serviços, isentando a outra **Parte** de qualquer responsabilidade;
- 3.3. Após o Atestado da Obra pela **UFRRJ** e pagamento pela **MRS**, as partes declaram que todos os compromissos foram cumpridos, razão pela qual não há resíduos, saldo ou parcela a exigir entre as partes, seja de que natureza for, em razão do que a **UFRRJ** dá ampla quitação em relação aos danos

MRS Engenharia S/A  
[Assinatura]

causados pela MRS, não exigindo nada mais em relação a eles e às obras definidas neste Termo.

#### CLÁUSULA QUARTA: PRAZOS

- 4.1. O presente **Termo** vigorará pelo prazo máximo de 60 (sessenta) dias corridos, que não será prorrogado ou estendido, ressalvado o disposto no item 5.2.
- 4.2. A obra definida neste **Termo** deverá ser executada no prazo de até 45 (quarenta e cinco) dias, a contar de sua assinatura, podendo tal prazo ser dilatado, mediante prévio e expresso acordo entre as partes.
- 4.3. Caso as partes assim entendam, poderá o prazo previsto no item anterior ser reduzido, desde que mediante prévio e expresso acordo entre as partes.
- 4.4. Este instrumento poderá ser extinto, revogado ou rescindido na hipótese de qualquer das partes deixar de cumprir as condições nele estabelecidas.

#### CLÁUSULA QUINTA: DAS CONDIÇÕES FINAIS

- 5.1. Não poderão as partes ceder ou transferir os direitos e obrigações deste **Termo**, sem a prévia e expressa concordância por escrito da outra.
- 5.2. O não exercício de qualquer direito não implica renúncia ou novação, devendo ser interpretado como mera tolerância, e não implicará novação, renúncia ou desistência, podendo tais direitos serem exercidos a todo tempo.

MRS Logística S.A.  


---

**CLÁUSULA SEXTA: FORO**

---

6.1. É competente para dirimir controvérsias oriundas deste **Termo** o foro da Justiça Federal do Rio de Janeiro.

*E por estarem justas e contratadas, assinam as partes este Termo em 2 (duas) vias de iguais teor e forma, na presença das testemunhas abaixo.*

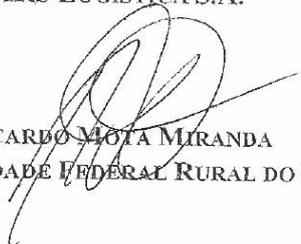
Juiz de Fora (MG), 10 de outubro de 2005



**HENRIQUE ACHÉ PILLAR**  
MRS LOGÍSTICA S.A.

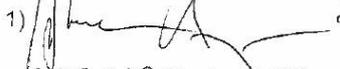


**ALYSSON BARROS PAOLINELLI**  
MRS LOGÍSTICA S.A.



**RICARDO MOTA MIRANDA**  
REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

**TESTEMUNHAS:**

1)   
CPF 279.790.758-20  
Prof. Abner Chiquini  
Chefe de Gabinete  
da UFRRJ

2)   
CPF-843.576.657-87



## ANEXO D (Memorando Eletrônico e Autorização)

26/11/2022 19:54

Webmail :: Fwd: Solicitação de Autorização!!!

Assunto **Fwd: Solicitação de Autorização!!!**  
De Alexandre Lioi <alexandrelioi@gmail.com>  
Para Felipe Guimarães <engenheiro.felipe93@gmail.com>, Felipe Guimarães Costa da Silva <felipeguimaraes@costabrazilengenharia.com.br>  
Data 21/08/2022 13:27

----- Forwarded message -----

De: **Ricardo Vilar Neves** <[ricvilar.ufrjr@gmail.com](mailto:ricvilar.ufrjr@gmail.com)>  
Date: dom., 21 de ago. de 2022 10:51  
Subject: Re: Solicitação de Autorização!!!  
To: GABINETE DA REITORIA UFRJ <[gabinete@ufrj.br](mailto:gabinete@ufrj.br)>, <[canuto@ufrj.br](mailto:canuto@ufrj.br)>, <[alexandrelioi@gmail.com](mailto:alexandrelioi@gmail.com)>

Em qui., 4 de ago. de 2022 às 09:30, GABINETE DA REITORIA UFRJ <[gabinete@ufrj.br](mailto:gabinete@ufrj.br)> escreveu:  
Prezado professor Ricardo Vilar,

Informamos que está autorizado e que encaminhamos o pleito à DGV para ciência e acompanhamento.

Atenciosamente,

José Antonio Pimenta Barros  
Chefe de Gabinete  
Gabinete da Reitoria  
Tel.: (21) 2681-4908  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRJ

Em qui., 4 de ago. de 2022 às 04:57, Ricardo Vilar Neves <[ricvilar.ufrjr@gmail.com](mailto:ricvilar.ufrjr@gmail.com)> escreveu:  
Prezado Sr. José Antônio Pimenta Barros - Chefe de Gabinete

Eu, Prof. Ricardo Vilar Neves, venho por meio deste solicitar autorização para realização de coletas de amostras de água no Lago Açu (Lago do I.A.), como etapa necessária à condução da minha Tese de Doutorado (PPGCTIA/UFRJ), intitulada: Uso de imagens de satélites e imagens adquiridas por VANT para avaliação do estado trófico de corpos d'água e reservatórios: Estudo de Caso Lago Açu, campus da UFRJ, e da Dissertação de Mestrado de Felipe Guimarães (PGEAAmb/UFRJ), Aplicação inovadora do Lithothamnium parades poluição e melhoria do estado trófico de corpos d'água e reservatórios. As coletas serão realizadas sob minha supervisão e supervisão dos Professores Dr. Alexandre Lioi Nascentes e Dr. Mauro Antunes Homem, com embarcação de alumínio, com a participação dos pós-graduandos e de bolsista de IC e está programada para ocorrer no dia 11/08/2022 (quinta-feira).

Solicito ainda que seja dada ciência aos setores da Guarda, Prefeitura Universitária. Qualquer dúvida estou à disposição!

Aguardo um retorno!

Atenciosamente.

--

Ricardo Vilar Neves  
Professor do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica - UFRJ  
Mestre em Ciências Geodésicas - Depto Geomática - UFPR  
Engenheiro Cartógrafo - UFPR CREA-PR 80.001/D  
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0492083661768127>  
Web Page: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/>

[https://webmail.skymail.net.br/?\\_task=mail&\\_safe=1&\\_uid=9841&\\_mbox=INBOX&\\_action=print&\\_extwin=1](https://webmail.skymail.net.br/?_task=mail&_safe=1&_uid=9841&_mbox=INBOX&_action=print&_extwin=1)

1/2

26/11/2022 19:54

Webmail :: Fwd: Solicitação de Autorização!!!

| e-mail: [ricvilar.ufrj@gmail.com](mailto:ricvilar.ufrj@gmail.com) / [ricvilar@ufrj.br](mailto:ricvilar@ufrj.br)

--

Ricardo Vilar Neves  
Professor do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica - UFRRJ  
Mestre em Ciências Geodésicas - Depto Geomática - UFPR  
Engenheiro Cartógrafo - UFPR CREA-PR 80.001/D  
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0492083661768127>  
Web Page: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/>  
e-mail: [ricvilar.ufrj@gmail.com](mailto:ricvilar.ufrj@gmail.com) / [ricvilar@ufrj.br](mailto:ricvilar@ufrj.br)

## ANEXO E (Lista dos principais materiais)

Quadro 5 - Lista dos principais materiais, ferramentas, equipamentos e veículos utilizados

<b>MATERIAIS</b>	Vara de bambu e nylon	Figura 34
	Garrafas de plástico de 2L e de 300 mL	Figura 35
	Cooler de 42L	Figura 36
	Proveta graduada	Figura 37
	Tubos de ensaio opacos e de vidro	Figura 38
	Funil de Büchner de vidro, garra metálica e Kitassato	Figura 39
	Micropipetas	Figura 40
	Acetona 90%;	Figura 41
	Pisete	Figura 42
	Membrana de filtração de fibra de vidro	Figura 43
<b>EQUIPAMENTOS</b>	Sistema de bomba à vácuo	Figura 44
	Drone	Figura 45
	GPS Garmin® eTrex 10	Figura 46
	Centrífuga clínica 80-2B com rotor de ângulo fixo com velocidade regulável até 4000rpm	Figura 47
	DR3900 Espectrofotômetro	Figura 48
	Turbidímetro da marca Hanna Instruments de faixa 0 a 1000 NTU	Figura 49
	Refrigerador	Figura 50
<b>VEÍCULOS</b>	Furgão	Figura 51
	Barco motorizado	Figura 52

Elaborado pelo autor



Figura 34 - Vara de bambu e Nylon



Figura 35 - Garrafas de plástico de 1,5L e de 300 mL



Figura 36 - Caixa Térmica de 42L



Figura 37 - Proveta Graduada



Figura 38 - Tubos de ensaio opacos e de vidro



Figura 39 - Funil de Büchner de vidro, garra metálica e Kitassato



Figura 40 – Micropipetas

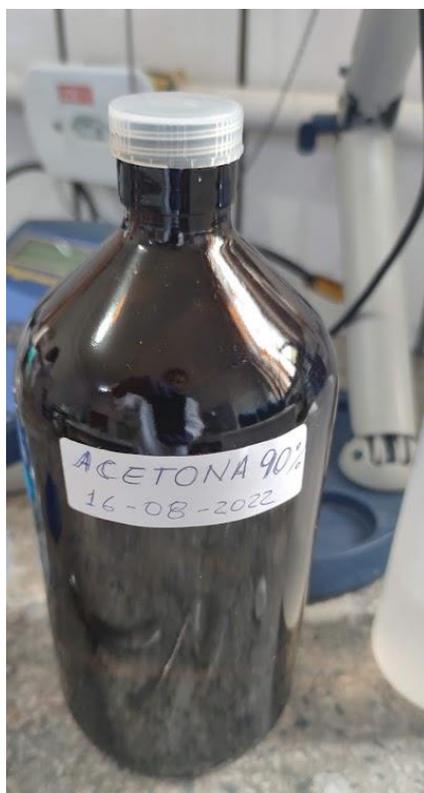


Figura 41 - Acetona 90%



Figura 42 - Pissete



Figura 43 - Membrana de filtração de fibra de vidro



Figura 44 – Bomba de sucção



Figura 45 - Drone (colocar especificação)



Figura 46 - GPS Garmin® eTrex 10



Figura 47 - Centrífuga clínica 80-2B com rotor de ângulo fixo com velocidade regulável até 4000rpm



Figura 48 - DR3900 Espectrofotômetro



Figura 49 - Turbidímetro da marca Hanna Instruments de faixa 0 a 1000 NTU



Figura 50 - Refrigerador



Figura 51 - Veículo do tipo Furgão



Figura 52 - Barco motorizado

## ANEXO F (Manual de Instruções da Alfakit - Método Vanadomolibdico)

<p style="text-align: center;"><b>RÓTULO DE SEGURANÇA PARA PRODUTOS QUÍMICOS</b></p> <p><b>PERIGO À SAÚDE</b> 4 - EXTREMAMENTE PERIGOSO 3 - MUITO PERIGOSO 2 - PERIGOSO 1 - PERIGOSO POUCO 0 - NENHUM PERIGO</p> <p><b>INFLAMMÁVEL</b> 4 - ABANDONAR DE 25°C 3 - ABANDONAR DE 50°C 2 - ABANDONAR DE 75°C 1 - ABANDONAR DE 100°C 0 - NÃO INFLAMMÁVEL</p> <p><b>REATIVIDADE</b> 5 - EXTREMAMENTE REATIVO 4 - REATIVO POR REAÇÃO DO CALOR 3 - REATIVO EM CONTAÇÃO COM O AR 2 - REATIVO EM CONTAÇÃO COM A ÁGUA 1 - REATIVO</p> <p><b>RECOMENDAÇÕES</b> OXIDANTE ACIDO CORROSIVO PERIGOSO À SAÚDE RADIOATIVO</p> <p>OXI ACID CORR PERI RADIO</p>	<p>F022 A</p> <p style="text-align: center;"><b>ALFAKIT</b> Fósforo</p>  <p><b>Procedimento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medir 5 mL de amostra com a seringa e transferir para o tubo do fotocolorímetro;</li> <li>2. Fazer uma prova em branco, medindo 5 mL de água desionizada e adicionando os reagentes paralelamente a amostra;</li> <li>3. Adicionar 12 gotas do <b>Reagente 1</b> e agitar;</li> <li>4. Aguardar 10 minutos;</li> <li>6. Zerar o equipamento com a prova em branco e fazer a leitura das amostras</li> <li>8. O resultado lido é a concentração em mg L<sup>-1</sup> de P.</li> </ol> <p><b>Observações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para expressar o resultado em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, multiplicar o valor lido por 4,58 e para expressar em PO<sub>4</sub>, multiplicar o valor lido por 3,066.</li> <li>- Comprimento de onda = 415 nm.</li> </ul> <p style="text-align: center;"></p>
<p style="text-align: center;"><b>SPECTRO KIT</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>ALFAKIT</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FÓSFORO</b> VANADOMOLÍBDICO</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>MANUAL DE INSTRUÇÕES</b></p>	

**ANEXO G (Tabelas detalhadas)**

Tabela 14 - Resultados de Clorofila *a* 1ª Campanha (26/08/2022)

Amostra	V(L)	v(mL)	L(cm)	Antes da Acidificação			Após Acidificação			Clorofila <i>a</i>
				D664(abs)	D750(abs)	D664c(abs)	D665(abs)	D750(abs)	D665c(abs)	
1	0,1	20	1,5	0,129	0,004	0,125	0,089	0,005	0,084	146,124
2	0,1	20	1,5	0,146	0,001	0,145	0,103	0,002	0,101	156,816
3	0,1	20	1,5	0,175	0,003	0,172	0,112	0,002	0,11	220,968
4	0,1	20	1,5	0,164	-0,009	0,173	0,108	-0,01	0,118	196,020
5	0,1	20	1,5	0,162	0	0,162	0,109	0,001	0,108	192,456
6	0,1	20	1,5	0,151	0,002	0,149	0,102	0	0,102	167,508
7	0,05	20	1,5	0,071	0,003	0,068	0,053	0,003	0,05	128,304
8	0,05	20	1,5	0,064	0	0,064	0,046	0,002	0,044	142,56
9	0,05	20	1,5	0,083	0	0,083	0,059	0,003	0,056	192,456
10	0,05	20	1,5	0,066	-0,002	0,068	0,046	0	0,046	156,816
11	0,05	20	1,5	0,072	-0,003	0,075	0,045	-0,001	0,046	206,712
12	0,05	20	1,5	0,063	0,001	0,062	0,042	0,002	0,04	156,816
13	0,05	20	1,5	0,049	-0,006	0,055	0,029	-0,005	0,034	149,688
14	0,05	20	1,5	0,043	-0,003	0,046	0,027	-0,002	0,029	121,176
15	0,05	20	1,5	0,056	0,001	0,055	0,032	-0,001	0,033	156,816
16	0,05	20	1,5	0,059	0,003	0,056	0,034	0,002	0,032	171,072
17	0,05	20	1,5	0,054	-0,002	0,056	0,033	0,006	0,027	206,712
18	0,05	20	1,5	0,068	0,001	0,067	0,039	-0,001	0,04	192,456
19	0,05	20	1,5	0,051	-0,007	0,058	0,032	-0,007	0,039	135,432
20	0,05	20	1,5	0,077	0,002	0,075	0,049	0	0,049	185,328
21	0,05	20	1,5	0,061	0,001	0,06	0,042	0,003	0,039	149,688
22	0,05	20	1,5	0,057	0,004	0,053	0,036	0,002	0,034	135,432
23	0,05	20	1,5	0,065	0,004	0,061	0,043	0,007	0,036	178,200
24	0,05	20	1,5	0,064	0,003	0,061	0,04	0,003	0,037	171,072
25	0,05	20	1,5	0,059	0,003	0,056	0,038	0,001	0,037	135,432
26	0,05	20	1,5	0,056	0,003	0,053	0,039	0,005	0,034	135,432
27	0,05	20	1,5	0,064	0,002	0,062	0,037	-0,002	0,039	163,944

28	0,05	20	1,5	0,074	0,0011	0,0729	0,048	0,001	0,047	184,615
29	0,05	20	1,5	0,063	0,003	0,06	0,041	0	0,041	135,432
30	0,05	20	1,5	0,069	-0,001	0,07	0,042	0	0,042	199,584
31	0,05	20	1,5	0,073	0,003	0,07	0,047	0,004	0,043	192,456
32	0,05	20	1,5	0,084	0,003	0,081	0,052	0,005	0,047	242,352
33	0,05	20	1,5	0,069	-0,001	0,07	0,045	0,001	0,044	185,328
34	0,05	20	1,5	0,071	0,004	0,067	0,047	0,004	0,043	171,072
35	0,05	20	1,5	0,071	0,001	0,07	0,043	0,006	0,037	235,224
36	0,05	20	1,5	0,071	0,008	0,063	0,051	0,002	0,049	99,792
37	0,05	20	1,5	0,02	0,045	-0,025	0,011	0,003	0,008	-235,224
38	0,05	20	1,5	0,094	0,006	0,088	0,059	0,004	0,055	235,224
39	0,05	20	1,5	0,046	0,002	0,044	0,027	0	0,027	121,176
40	0,05	20	1,5	0,046	0,002	0,044	0,031	0,002	0,029	106,92

Legenda: V = Volume, em litros, da amostra filtrada; v = Volume, em mL, da acetona 90% usada para extração; L = Caminho óptico, em cm, da cubeta espectrofotométrica usada; D664c = Densidade óptica a 664nm, corrigida; D665c = Densidade óptica a 664nm, corrigida.

Tabela 15 - Resultados de Clorofila *a* 2ª Campanha (14/12/2022)

Amostra	V(L)	v(mL)	L(cm)	Antes da Acidificação			Após Acidificação			Clorofila <i>a</i>
				D664(abs)	D750(abs)	D664c(abs)	D665(abs)	D750(abs)	D665c(abs)	
1	0,05	20	1,5	0,06	0,013	0,047	0,026	0,012	0,014	235,224
2	0,05	20	1,5	0,058	0,003	0,055	0,03	0,003	0,027	199,584
3	0,05	20	1,5	0,054	0,009	0,045	0,003	0,009	-0,006	363,528
4	0,05	20	1,5	0,03	-0,0015	0,0315	0,012	-0,011	0,023	60,588
5	0,05	20	1,5	0,045	0,02	0,025	0,022	0	0,022	21,384
6	0,05	20	1,5	0,071	0,014	0,057	0,039	0,011	0,028	206,712
7	0,05	20	1,5	0,063	0,02	0,043	0,036	0,001	0,035	57,024
8	0,05	20	1,5	0,023	0,005	0,018	0,007	0,004	0,003	106,920
9	0,05	20	1,5	0,043	0,004	0,039	0,021	0,002	0,019	142,560
10	0,05	20	1,5	0,048	-0,001	0,049	0,025	-0,002	0,027	156,816
11	0,05	20	1,5	0,044	0,002	0,042	0,022	0,003	0,019	163,944
12	0,05	20	1,5	0,049	0,007	0,042	0,0254	0,006	0,0194	161,092
13	0,05	20	1,5	0,039	0,05	-0,011	0,026	0,002	0,024	-249,48
14	0,05	20	1,5	0,057	0,009	0,048	0,034	0,0014	0,0326	109,771
15	0,05	20	1,5	0,05	0,004	0,046	0,031	0,05	-0,019	463,320
16	0,05	20	1,5	0,062	0,011	0,051	0,041	0,003	0,038	92,664
17	0,05	20	1,5	0,055	0,001	0,054	0,038	-0,003	0,041	92,664
18	0,05	20	1,5	0,047	-0,002	0,049	0,027	-0,005	0,032	121,176
19	0,05	20	1,5	0,045	0,004	0,041	0,029	0,001	0,028	92,664
20	0,05	20	1,5	0,073	0,009	0,064	0,045	0,005	0,04	171,072
21	0,05	20	1,5	0,053	0,001	0,052	0,03	0,015	0,015	263,736
22	0,05	20	1,5	0,049	0	0,049	0,03	-0,003	0,033	114,048
23	0,05	20	1,5	0,079	0,023	0,056	0,056	0,016	0,04	114,048
24	0,05	20	1,5	0,058	0	0,058	0,039	0	0,039	135,432
25	0,05	20	1,5	0,065	0,006	0,059	0,047	0,004	0,043	114,048
26	0,05	20	1,5	0,11	0,008	0,102	0,038	0,003	0,035	477,576
27	0,05	20	1,5	0,048	-0,016	0,064	0,027	-0,017	0,044	142,560
28	0,05	20	1,5	0,049	0,008	0,041	0,034	0,008	0,026	106,920

29	0,05	20	1,5	0,051	0,005	0,046	0,033	0,003	0,03	114,048
30	0,05	20	1,5	0,05	0,007	0,043	0,034	0,002	0,032	78,408
31	0,05	20	1,5	0,059	0,011	0,048	0,04	0,007	0,033	106,92
32	0,05	20	1,5	0,053	0,003	0,05	0,034	0,003	0,031	135,432
33	0,05	20	1,5	0,064	0,011	0,053	0,034	0,006	0,028	178,200
34	0,05	20	1,5	0,046	0,002	0,044	0,028	0	0,028	114,048
35	0,05	20	1,5	0,054	0,006	0,048	0,031	0	0,031	121,176
36	0,05	20	1,5	0,051	0,005	0,046	0,029	0,001	0,028	128,304
37	0,05	20	1,5	0,047	0,002	0,045	0,024	-0,001	0,025	142,560
38	0,05	20	1,5	0,05	0,002	0,048	0,028	0,003	0,025	163,944
39	0,05	20	1,5	0,05	0,002	0,048	0,026	0,002	0,024	171,072
40	0,05	20	1,5	0,226	0,043	0,183	0,036	0,013	0,023	1140,48

Legenda: V = Volume, em litros, da amostra filtrada; v = Volume, em mL, da acetona 90% usada para extração; L = Caminho óptico, em cm, da cubeta espectofotométrica usada; D664c = Densidade óptica a 664nm, corrigida; D665c = Densidade óptica a 664nm, corrigida.