

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
*Campus* UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e  
Conservação

LAGOA FEIA: MUDANÇAS NO USO DA TERRA EM SUA BACIA  
HIDROGRÁFICA E IMPLICAÇÕES SOBRE SUA HIDROQUÍMICA  
E ESTADO TRÓFICO

LEONARDO BERNARDO CAMPANELI DA SILVA

2018



UFRJ

LAGOA FEIA: MUDANÇAS DO USO DA TERRA EM SUA BACIA  
HIDROGRÁFICA E IMPLICAÇÕES SOBRE SUA HIDROQUÍMICA E  
ESTADO TRÓFICO

LEONARDO BERNARDO CAMPANELI DA SILVA

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, *campus* Macaé, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais e Conservação.

Orientador: Maurício Mussi Molisani

Macaé - RJ

Abril de 2018

LAGOA FEIA: MUDANÇAS DO USO DA TERRA EM SUA BACIA  
HIDROGRÁFICA E IMPLICAÇÕES SOBRE SUA HIDROQUÍMICA E  
ESTADO TRÓFICO

Leonardo Bernardo Campaneli da Silva

Orientador: Maurício Mussi Molisani

Tese de doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, *Campus* UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais e Conservação.

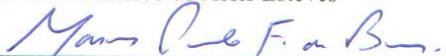
Aprovado por:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente: Prof. Dr. Maurício Mussi Molisani

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Reynaldo Tancredo Amim

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Vicente de Paulo Santos de Oliveira

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Francisco de Assis Esteves

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcos Paulo Figueiredo de Barros

Macaé – RJ

Abril de 2018

Silva, Leonardo Bernardo Campaneli da

Lagoa Feia: mudanças do uso da terra em sua bacia hidrográfica e implicações sobre sua hidroquímica e estado trófico / Leonardo Bernardo Campaneli da Silva. Macaé: UFRJ/NUPEM, 2018.

Xiii, 200 f.: il.; 31cm.

Orientador: Maurício Mussi Molisani

Tese (doutorado) – UFRJ/ NUPEM/ Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, 2018.

Referências Bibliográficas: f. 89-99.

1. Uso da terra. 2. Fluxo e Balanço de nutrientes. 3. Estado do Rio de Janeiro. 4. Parâmetros limnológicos. 5. Estado trófico. I. Molisani, Maurício Mussi. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação. III. Título.

Dedico a Deus este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força que me deu para eu desenvolver esta tese.

Agradeço a meus pais, Silvania e João Carlos, que sempre me apoiaram nas atividades acadêmicas.

Agradeço a minha irmã Thais pelas incontáveis horas juntamente comigo compilando Tabelas de dados. Sem sua ajuda, Thais, não sei se teria conseguido concluir tudo a tempo.

Agradeço ao meu cunhado Marlon pelo reforço no trabalho braçal do geoprocessamento e pela amizade sincera.

Agradeço a minha tia Vania pela revisão do português e pelo apoio sempre dado ao longo de minha vida estudantil.

Agradeço a Ronaldo e René, meus superiores no INEA, que nunca se negaram a fornecer as informações que utilizei nesta tese e por me liberarem de trabalhar nos momentos que necessitei para desenvolver as atividades acadêmicas. Obrigado pela demonstração de amizade e respeito.

Agradeço aos meus colegas do INEA que não mediram esforços em me ajudar, cobrindo minhas ausências.

Agradeço aos professores e colegas do NUPEM por me ensinarem coisas insubstituíveis.

Agradeço por fim ao meu orientador Maurício que acreditou em mim desde o início, nunca desconfiando de meu trabalho ou de minha capacidade profissional.

Ademais disto filho meu, atenta: Não há limite para  
escrever livros, e o muito estudar é enfado da carne.  
(Salomão, o sábio)

## Lista de Abreviaturas e Siglas

[N] – concentração de nitrogênio

[P] – concentração de fósforo

°C – graus Celsius

µg/L – micrograma por litro

µS/cm – microsiemens por centímetro

APHA - American Public Health Association

B – boro

BH – bacia hidrográfica

C – carbono

Ca – cálcio

CERHI – Conselho Estadual de Recurso Hídricos

Cl – cloro

Cu – cobre

Fe – ferro

g/L – grama por litro

g/s – grama por segundo

GELAB – Gerência de Laboratórios do INEA

IET – Índice de Estado Trófico

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

K – potássio

Km – quilômetro

kPa – kilopascal

m – metro

m/v – massa por volume

m<sup>3</sup>/s – metro cúbico por segundo

Mg – magnésio

mg/L – miligrama por litro

mL – mililitro

mm – milímetro

Mo – molibdênio

mol/L – mol por litro

MPS – material particulado em suspensão

N – nitrogênio

N:P – razão entre o nitrogênio inorgânico dissolvido e fósforo dissolvido

N – normal (medida de concentração)

NID – nitrogênio inorgânico dissolvido

nm – nanômetro

P – fósforo

PARNA – Parque Nacional

PCH – pequena central hidrelétrica

pH – potencial hidrogeniônico

PT – fósforo total

S – enxofre

t – tonelada

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNT – unidades nefelométricas de turbidez

## RESUMO

As mudanças de paisagem, principalmente os usos da terra, tendem a afetar os corpos d'água continentais que recebem águas com nutrientes que podem alterar seus estados tróficos. As lagoas costeiras são particularmente suscetíveis a estas mudanças, principalmente as que ocorrem no litoral fluminense por serem ambientes lênticos, com pequeno volume de água, de uso antrópico intenso e com elevado tempo de residência hidráulica. Na Lagoa Feia, situada no Norte Fluminense, a principal mudança no uso da terra da bacia hidrográfica foi a diminuição das áreas de canaviais e aumento das áreas de pastagem. A hipótese de pesquisa testada nesse estudo é a de que esta mudança no uso da terra acarretaria em alterações no aporte de nitrogênio (N) e fósforo (P), que tenderiam a apresentar suas concentrações reduzidas bem como seu estado trófico. Para isto foram feitas comparação entre os usos da terra através da técnica de geoprocessamento de classificação supervisionada de imagens dos períodos 1978-1981 e 2012-2015; estimado o aporte de nutrientes oriundos dos fatores de emissão desta bacia hidrográfica; calculado o fluxo e balanço de nutrientes entre os períodos 1978-1981 e 2012-2015 e entre o períodos chuvoso e seco; determinado os valores de 17 parâmetros limnológicos da Lagoa Feia comparando-se os resultados entre os períodos de 1978-1981 e 2012-2015 e entre período chuvoso e seco e determinado o estado trófico desta lagoa através do índice de Lamparelli comparando-se os períodos de 1978-1981 e 2012-2015 e comparando-se os períodos chuvoso e seco. Pode-se ver que a principal mudança de uso da terra foi a substituição de culturas temporárias (dominadas por canaviais) por pastagens. Através do cálculo de fatores de emissão, verificou-se que as principais fontes potenciais de nutrientes para a lagoa são a agricultura e pecuária. Através da estimativa de fluxos e balanço de nutrientes, observou-se que o manejo de comportas do Canal da Flecha é determinante no balanço de nutriente, tendendo a aumentar a retenção de nutriente durante os anos em que estas comportas estão fechadas. Os resultados mostraram que não houve mudança de estado trófico entre os períodos de 1978-1981 e 2012-2015 nem os nutrientes seguiram a predição da hipótese. Mas, na comparação sazonal, há maior concentração de nutriente no período chuvoso e, portanto, maior estado trófico neste período. Observando-se estes resultados verificou-se que a hipótese original foi negada, já que não houve mudança de estado trófico apesar de haver mudança de uso da terra na comparação entre os períodos de 1978-1981 e 2012-2015. Isto aponta que aspectos intrínsecos da Lagoa Feia, como manejo de comportas, aumento do espelho d'água, da profundidade e do tempo de residência hidráulico, podem ser mais importantes na compreensão de sua biogeoquímica que fatores exógenos, já que sua bacia hidrográfica, quando comparada a outras bacias de lagoas costeiras do Rio de Janeiro, sofreu impactos menos intensos de atividades antrópicas no período entre 1978 e 2015.

Palavras-chave: Uso da terra; Fluxo e Balanço de nutrientes; Estado do Rio de Janeiro; Parâmetros limnológicos; Estado trófico.

## ABSTRACT

Landscape changes, especially land uses, tend to affect continental water bodies that receive water with nutrients that can alter their trophic states. Coastal lagoons are particularly susceptible to these changes, especially those occurring on the coast of Rio de Janeiro because they are lentic environments, with small volumes of water, intense anthropic use and high hydraulic residence time. In Lagoa Feia, located in the northern state of Rio de Janeiro, the main change in land use in the river basin was the reduction of sugarcane areas and increase of pasture areas. The research hypothesis tested in this study is that this change in land use would lead to changes in the nitrogen (N) and phosphorus (P) inputs, which would tend to have their reduced concentrations as well as their trophic state. For this, comparisons were made between land uses through the geoprocessing technique of supervised classification of images from the periods 1978-1981 and 2012-2015; estimated the contribution of nutrients from the emission factors of this river basin; calculated the flow and nutrient balance between the periods 1978-1981 and 2012-2015 and between the rainy and dry periods; determined the values of 17 limnological parameters of the Lagoa Feia comparing the results between the periods 1978-1981 and 2012-2015 and between rainy and dry period and determined the trophic state of this lagoon through the Lamparelli index comparing the periods of 1978-1981 and 2012-2015 and comparing the rainy and dry periods. It can be seen that the main land use change was the replacement of temporary crops (dominated by cane fields) by pasture. Through the calculation of emission factors, it was verified that the main potential sources of nutrients for the lagoon are agriculture and livestock. Through the estimation of flows and nutrient balance it was observed that the management of Channel of Flecha flood-gate is determinant in the nutrient balance, tending to increase nutrient retention during the years in which these behave are closed. The results showed that there was no trophic change between the periods 1978-1981 and 2012-2015 nor did the nutrients follow the prediction of the hypothesis. But in the seasonal comparison there is a higher concentration of nutrients in the rainy season and therefore higher trophic status in this period. Observing these results, it was verified that the original hypothesis was denied, since there was no change in the trophic state, although there was a change in land use in the comparison between the periods 1978-1981 and 2012-2015. This indicates that intrinsic aspects of the Lagoa Feia, such as floodgate management, water depth, water depth and residence time, may be more important in the understanding of its biogeochemistry than exogenous factors, since its watershed, when compared to other basins of coastal lagoons of Rio de Janeiro, suffered less intense impacts of anthropic activities in the period between 1978 and 2015.

Key-words: lande use; flows and nutrient balance; Rio de Janeiro state; limnological parameters; trophic state.

## Sumário

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1.	Estado trófico de ecossistemas lênticos .....	14
1.2.	Uso da terra e a relação com o estado trófico de ambientes límnicos .....	16
1.3.	Estado trófico e lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro .....	18
1.4.	Lagoa Feia: uma breve revisão sobre sua morfoestrutura, histórico de ocupação de sua bacia hidrográfica e transformações .....	21
<b>2.</b>	<b>HIPÓTESE</b> .....	25
<b>3.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	26
3.1.	Geral .....	26
3.2.	Específicos .....	26
<b>4.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
4.1.	Área de estudo .....	27
4.2.	Mapeamento do uso da terra.....	29
	4.2.1. <i>Processamento digital de imagens</i> .....	29
	4.2.2. <i>Vetorização de mapas</i> .....	30
4.3.	Estimativa do aporte de N e P para a Lagoa Feia por fontes naturais e antrópicas através da metodologia dos fatores de emissão.....	31
4.4.	Cálculo do fluxo e balanço de nutrientes entre a bacia hidrográfica, a lagoa e a zona costeira.....	32
4.5.	Hidroquímica da Lagoa Feia .....	35
4.6.	Cálculo do índice de estado trófico .....	41
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	43
5.1.	Mapeamento do uso da terra na bacia hidrográfica da Lagoa Feia.....	43
5.2.	Estimativa do aporte de N e P por fontes naturais e antrópicas para a Lagoa Feia .....	49
5.3.	Fluxo e balanço de N e P entre a bacia hidrográfica, a Lagoa Feia e a zona costeira.....	51
	5.3.1. <i>Fluxo e balanço de N e P por quadriênio</i> .....	51
	5.3.2. <i>Fluxo e balanço agrupados por período seco e chuvoso</i> .....	62
	5.3.3. <i>Análise temporal da vazão dos afluentes e defluente da Lagoa Feia</i> .....	67
5.4.	Análise de parâmetros limnológicos da Lagoa Feia .....	69
5.5.	Determinação do estado trófico .....	74
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	75

6.1.	Hipóteses alternativas .....	78
6.2.	Mudança sazonal de estado trófico da Lagoa Feia .....	84
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>87</b>
<b>8.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>88</b>
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>89</b>
<b>10.</b>	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>100</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>200</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Estado trófico de ecossistemas lênticos

O estado trófico é uma classificação da condição de ecossistemas aquáticos associada à fertilidade do ambiente. O termo “trófico” está relacionado à disponibilidade de nutrientes a organismos. Um dos primeiros trabalhos a medir o estado trófico a partir da criação de um índice foi o de Carlson (1977). Desde então, diversos índices de estados tróficos foram elaborados, e os parâmetros limnológicos mais frequentemente utilizados para este tipo de avaliação são a concentração de clorofila *a* e a concentração de nutrientes, principalmente o fósforo (HÅKANSON; BRYHN, 2008; LAMPARELLI, 2004; MERCANTE; TUCCI-MOURA, 1999; OECD, 1982; RAST; HOLLAND, 1998; TOLEDO Jr., 1983, VOLLENWEIDER *et al.*, 1998).

Os nutrientes são conceitualmente os elementos químicos essenciais à vida. Segundo Malavolta (1980), os nutrientes podem ser compreendidos num critério direto de essencialidade como o elemento químico que participa de algum composto ou reação sem o qual o produtor primário não vive. Como os organismos fotossintetizantes constituem o primeiro nível trófico da cadeia alimentar, na maioria dos ecossistemas, os elementos essenciais para estes organismos refletem-se em sua maioria nos demais níveis tróficos. Os macronutrientes têm sua concentração na biomassa expressa em %, sendo eles C, N, P, K, Ca, Mg e S, e os micronutrientes possuem concentrações na biomassa expressas em partes por milhão (ppm) ou partes por bilhão (ppb), dentre os quais podemos citar Fe, Cu, B, Mo e o Cl (VALDEMAR, 2005). O aumento na concentração de nutrientes oriundos de diferentes fontes, principalmente as antrópicas, tem favorecido o incremento de estado trófico de corpos d’água continentais (SMITH, 2003; SMITH *et al.*, 1999).

Os corpos d’água do limnóciclo<sup>1</sup> tendem a mudar seu estado trófico naturalmente, sendo a eutrofização um fenômeno natural de “envelhecimento” dos corpos d’água (ESTEVES, 2011). Mas toda determinação de estado trófico deve ser considerada como uma “fotografia” do ambiente, sendo este estado um momento transiente da sucessão, seja num ambiente natural ou artificial (KIMMEL; GROEGER, 1986). Fatores extrínsecos aos ambientes aquáticos podem acelerar estas

---

<sup>1</sup> É o biociclo que corresponde aos ambientes de águas continentais fluentes, emergentes ou subterrâneas.

mudanças de estado trófico, havendo várias possíveis causas, todas direta ou indiretamente associadas a fatores antrópicos: *inputs* por efluentes domésticos e industriais, aumento da lixiviação de solos de áreas agrícolas por aumento de pluviosidade, mudanças climáticas e alteração do tempo de residência hidráulica (CHANG; BONNETTE, 2016; HU, *et al.*, 2016; KNOPPERS, *et al.*, 1999a; MAMUN; AN, 2017; MOLINA-NAVARRO, *et al.*, 2014; SIENSKA, *et al.*, 2016).

Fatores intrínsecos também já foram reportados como causadores de mudança de estado trófico em sistemas límnicos. Ejsmont-Karabin e colaboradores (2016) analisando 16 corpos d'água lênticos na Polônia, num intervalo de tempo de 30 anos, mostraram que o aumento do volume de água destes lagos por maior retenção hidráulica tendeu a um efeito de diminuição da ressuspensão de sedimentos e consequente redução de estado trófico. Adamovich e colaboradores (2016) também mostraram que o estado trófico é afetado por parâmetros diretamente ligados à ressuspensão de sedimentos, como a concentração de matéria orgânica, concentração de material particulado em suspensão (MPS) e fósforo (P) na coluna d'água em três lagos bielorrussos. Neste estudo que monitorou os lagos por 35 anos, concluiu-se que o estado trófico diminuiu com a diminuição do fenômeno da ressuspensão de sedimentos, já que, segundo os autores, esta é a principal fonte de matéria orgânica, MPS e P para estes sistemas. Laspidou e colaboradores (2017) provaram que, utilizando como modelo um lago na Grécia cujo volume é artificialmente controlado, o aumento da profundidade deste lago bem como a redução do seu tempo de residência hidráulico são gatilhos que rebaixam o sistema de um nível hipereutrófico para eutrófico, independentemente do mês do ano analisado. Assim, estes três trabalhos citados apontam que aspectos intrínsecos aos sistemas límnicos podem ser relevantes no estado trófico destes corpos d'água. É importante destacar também que dentro dos corpos d'água lênticos, o estado trófico pode variar no espaço tanto horizontalmente (ao longo do espelho d'água) quanto verticalmente (ao longo da coluna d'água) em função da interação com as margens, com os afluentes/defluentes e com o sedimento; podendo a variação de estado trófico não ser homogênea em toda a massa de água (XU *et al.*, 2001, SANTOS *et al.*, 2017; SIMONA, 2003).

O estado trófico de ambientes límnicos também é determinado pelas características da bacia hidrográfica, tais como a configuração de paisagem, os tipos de solo, declividade de terreno e usos da terra. Enquanto que isoladamente a configuração de paisagem é mais significativa na explicação de diferença de estado trófico entre diferentes bacias hidrográficas, a declividade do terreno e tipo de solo explicam melhor as variações sazonais de concentrações de nutrientes, já que estes dois

fatores estabelecem relação causal com a erosão, que é determinante no aporte de N e P para os corpos d'água (CASTILHO, 2010; CLÉMENT *et al.*, 2017; KOVACS; HONTI, 2008; MOLINA-NAVARRO *et al.*, 2014). Já os usos da terra incorporam todas as relevâncias apontadas na afirmação anterior, pois suas diferenças ajudam a compreender as diferenças de estado trófico entre diferentes bacias hidrográficas como também as mudanças temporais de estado trófico à medida que o homem vai redefinindo a cobertura do solo pela ocupação dos espaços (FUČÍK *et al.*, 2008; MIRAS *et al.*, 2015; SHORE *et al.*, 2016; VERHEYEN *et al.*, 2015).

## 1.2. Uso da terra e a relação com o estado trófico de ambientes límnicos

A mudança de uso da terra é um problema global, principalmente a substituição de florestas por áreas agrícolas e de pastagem, as quais ocupam atualmente cerca de 40% da superfície da terra. O aumento de terras cultivadas, nos últimos 40 anos, foi de 12%, resultando no aumento no uso de fertilizantes de ~700% e de aumento de área irrigada de ~70%. O somatório destes aspectos acarreta uma pressão sobre os recursos hídricos, tanto no aumento da quantidade de água demandada, quanto no comprometimento de sua qualidade, principalmente pela eutrofização ocasionada pelo aumento de nutrientes (FOLEY *et al.*, 2005; SMITH *et al.*, 1999).

O uso da terra é uma característica da bacia hidrográfica que tem implicação sobre diferenças espaciais e temporais de estado trófico de seus corpos d'águas. Mamun e colaboradores (2017) mostraram haver significativa diferença entre a estação seca e chuvosa na concentração de nutrientes e de clorofila *a* em corpos d'água lênticos de bacias de drenagem dominadas por agricultura na Coreia do Sul. A conclusão destes autores é que há um agravamento de estado trófico dos corpos d'água estudados em função do aumento de nutrientes que são carregados dos solos durante o período chuvoso oriundos dos *inputs* de fertilizantes que as culturas agrícolas recebem. Conclusão semelhante chegaram Shore e colaboradores (2017) trabalhando em bacias hidrográficas recobertas por pastagem e áreas agrícolas. Já Verheyen e colaboradores (2015) mostraram que, na Bélgica, áreas com uso agropecuário da terra geram até 11 vezes mais P/ha/ano que áreas recobertas por florestas, relacionando esta diferença aos *inputs* tanto dos fertilizantes da agricultura quanto dos excrementos animais da pecuária. Fučík e colaboradores (2008) mostraram que, mesmo em bacia hidrográfica de tamanhos diferentes na República Tcheca, a concentração de nitrato em corpos d'água que recebem as águas drenadas de áreas agrícolas aumenta proporcionalmente com o crescimento do tamanho destas áreas, sendo que nas bacias hidrográficas

de áreas menores este impacto é mais conspícuo. Contudo, Thomatou e colaboradores (2013), analisando um intervalo de tempo de 22 anos, não conseguiram estabelecer uma relação direta entre mudanças no uso da terra e variação de estado trófico em um lago da Grécia. Neste trabalho, a ausência desta relação foi explicada pelo fato de que, apesar de a mudança de uso da terra atingir 25% da área da bacia de drenagem, nenhuma alteração interanual de estado trófico neste lago foi observada (o lago se manteve mesotrófico ao longo dos anos), havendo apenas alterações sazonais, as quais foram explicadas em função de aspectos intrínsecos que tem caráter cíclico. Estes trabalhos mostraram que o uso do solo da bacia de drenagem é importante na compreensão das alterações temporais de estado trófico de corpos d'água, mas que pode haver contextos em que aspectos intrínsecos sejam preponderantes no grau de trofia destes sistemas límnicos.

Neill e colaboradores (2001), trabalhando na região amazônica, mostraram que em águas drenadas de solo recoberto com pastagem ou agricultura havia maior perda de P e menor de N que em áreas drenadas de floresta. Da Silva (2012), trabalhando na bacia hidrográfica do Rio Imbé, Bioma Mata Atlântica, chegou a conclusão semelhante, mostrando que numa bacia hidrográfica onde predomina o uso agropecuário da terra, as águas drenadas destas áreas são empobrecidas de N, o que limita o crescimento de fitoplâncton. Os resultados de Silvino e Barbosa (2015) também mostram uma limitação por N em uma bacia hidrográfica de cerrado cujo principal uso da terra são as pastagens. Estes trabalhos brasileiros contrastam com os resultados de regiões temperadas nos quais, mesmo em bacias hidrográficas onde o uso agropecuário é maior, o elemento limitante à produção primária é o P (ADAMOVICH, 2016; THOUMATOU *et al.*, 2013; VERHEYEN *et al.*, 2015). Estes trabalhos mostram que é possível, em ecossistemas tropicais, uma limitação à produção primária por N mesmo em condições em que o P tem concentrações suficientes para indicar eutrofização.

Esta diferença na proporção entre contribuição de N e P da bacia hidrográfica pode ser explicada pelas diferenças entre os usos agropecuários da terra existentes entre regiões tropicais e temperadas. Nas regiões temperadas, a densidade animal no campo é maior que regiões tropicais, sendo, por exemplo, a faixa de variação para densidade de gado nas pastagens da Europa entre 100 e 250 cabeças/Km<sup>2</sup>; enquanto, na América do Sul, a densidade animal varia de 20 a 100 cabeças/Km<sup>2</sup> (ROBINSON *et al.*, 2014). Já na agricultura, as regiões temperadas têm o uso mais intensivo de fertilizantes que as regiões tropicais, tendo as regiões temperadas como média a aplicação de N 6,01 t/Km<sup>2</sup>.ano; enquanto, nas regiões tropicais a média de aplicação de N é de 4,09 t/Km<sup>2</sup> (NIEDERTSCHEIDER *et al.*, 2016). Mas este uso de fertilizantes tende a variar

conforme a cultura. No Brasil, as principais culturas utilizadoras de fertilizantes são soja, milho e cana-de-açúcar, sendo elas responsáveis pelo consumo de 33%, 17% e 15% respectivamente da demanda nacional, segundo dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos de 2008 (CELLA; ROSSI, 2010). Por isto, para entender melhor a realidade local, é importante o conhecimento sobre as mudanças tróficas e de uso da terra em bacias hidrográficas semelhantes. Assim, passaremos a analisar as bacias hidrográficas de lagoas costeiras fluminenses, já que estas tendem a ser mais semelhantes à Lagoa Feia.

### 1.3. Estado trófico e lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro

As lagoas costeiras são corpos d'água continentais orientados paralelos ou perpendiculares à linha de costa, separados do mar por uma barreira de areia e podem estar conectados ao oceano por um ou mais canais. Estes ambientes possuem profundidades variadas, mas em muitos casos são ambientes rasos (<2m). As lagoas costeiras foram formadas há cerca de 10 mil anos, sendo em muitos casos oriundas dos últimos eventos de progressão e transgressão do nível do mar deste período (KJERFVE; MAGILL, 1989; KJERFVE, 1994). Deste modo, são áreas recentes em um contexto geológico; sendo influenciadas por processos meteorológicos e oceanográficos, que podem, por exemplo, abrir as barras arenosas que as separam do mar alterando suas condições limnológicas.

No Brasil, a maior concentração destes ambientes ocorre no litoral do Estado do Rio de Janeiro, existindo aproximadamente 80 lagoas costeiras fluminenses. Este fato se deve às regressões marinhas nos últimos 1,6 milhões de anos que, no litoral fluminense, originou o Domínio Hidrogeológico de Formações Cenozoicas, Subdomínio Depósitos Litorâneos. Este domínio e subdomínio hidrogeológico têm sua gênese na deposição de sedimentos fluviomarinhos, com consequente formação de restingas arenosas paralelas à linha de costa, favorecendo a formação de lagoas costeiras, conforme descreve Esteves *et al.* (2008).

Limitaremos-nos a tratar sobre as lagoas fluminenses situadas entre o Cabo de São Tomé (Norte) e a Baía de Sepetiba (Sul). Estas lagoas compõem a porção final das Bacias Hidrográficas do Atlântico Sudeste (Paralelos 22-29°) que têm como importante característica a área de drenagem reduzida ( $0,001 \text{ km}^2 < \text{Área Bacia} < 10.000 \text{ km}^2$ ) e gradiente de altitude variando de 1.500 m nas montanhas da Serra do Mar até o nível médio do oceano. Ao longo deste trecho, estão

dispostas as planícies costeiras de variadas dimensões, nas quais as lagoas se inseriram (KNOPPERS *et al.*, 1999a) (Figura 1). Esta região costeira apresenta aspectos singulares que podem possibilitar a comparação entre seus ambientes lagunares: estarem sob influência do mesmo ecossistema marinho, a Plataforma Brasileira Marítima Sul (SCHIAVETTI *et al.*, 2013); estarem sob influência da mesma corrente oceânica, a Corrente Brasileira (CASTRO; MIRANDA, 1998; KNOPPERS *et al.*, 1999b); estarem na mesma zona climática segundo a classificação climática de Köppen, Zona Tropical com Inverno Seco (ALVARES *et al.*, 2013); estarem no mesmo domínio geoambiental, Domínio Geoambiental da Região Litorânea do Rio de Janeiro (DANTAS *et al.*, 2000). Além destes aspectos, as lagoas costeiras fluminenses tiveram ocupação pelo homem de suas bacias hidrográficas mais intensificadas no mesmo período: a partir de 1980 (ESTEVES *et al.*, 2008; SOFFIATI, 2005).

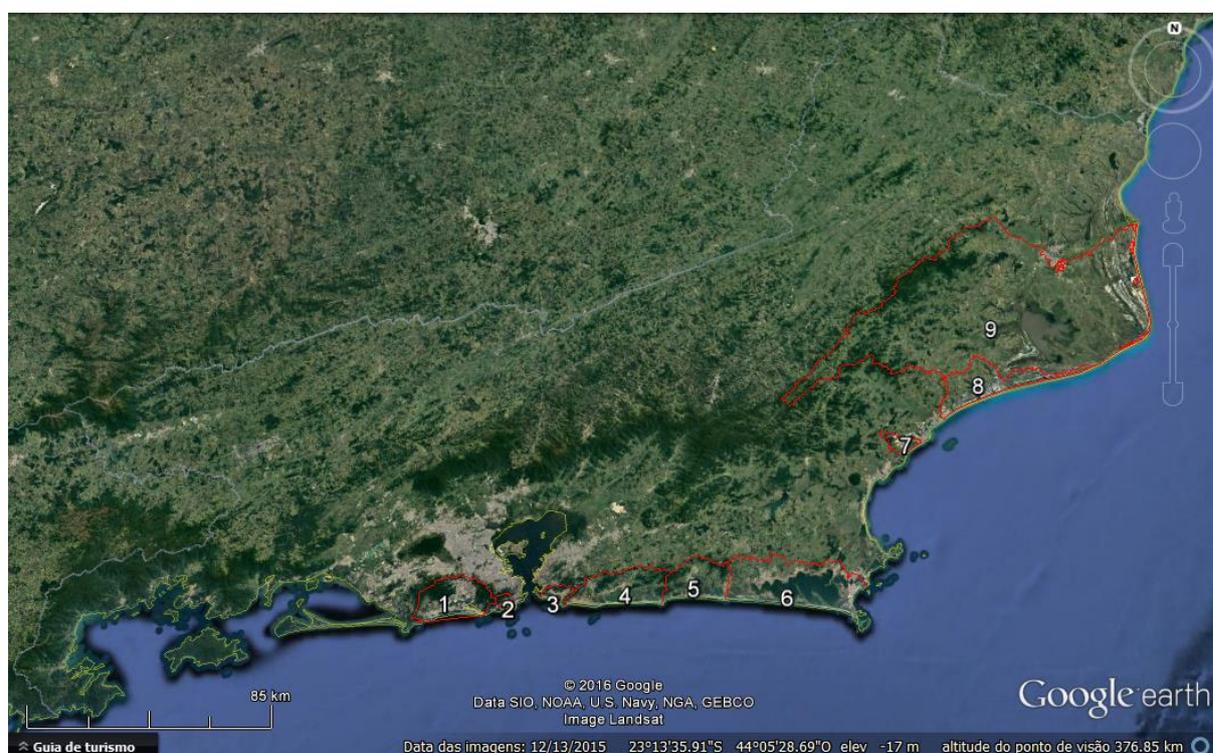


Figura 1: Bacias hidrográficas de lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro (linhas vermelhas). 1- Complexo lagunar de Jacarepaguá; 2- Lagoa Rodrigo de Freitas; 3- Lagoas de Piratininga e Itaipu; 4- Lagoas de Maricá; 5- Lagoas de Saquarema; 6- Lagoa de Araruama; 7- Lagoa de Imboassica; 8- Lagoas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba; 9- Lagoa Feia e Canal da Flecha.

Nos parágrafos a seguir, está a síntese de informações do livro que foi aceito para publicação pela Essentia Editora do IFFluminense (CAMPANELI; MOLISANI, no prelo – aceite final da editora em anexo). A redação deste livro se justifica pela carência de material bibliográfico que estabelecesse uma comparação de mudança de estado trófico de lagoas costeiras em período superior a 10 anos, o que servirá de fonte para discussão deste trabalho.

As lagoas costeiras fluminenses podem ser divididas em dois grandes grupos quanto ao uso da terra de suas bacias hidrográficas e seus estados tróficos. O Grupo 1 é formado pelas lagoas da Região Metropolitana do município do Rio de Janeiro, que possuem o maior percentual de área urbana e densidade demográfica e consequentemente possuem os mais elevados estados tróficos (Complexo Lagunar de Jacarepaguá, Lagoa Rodrigo de Freitas, Complexo Lagunar de Piratininga-Itaipu e Complexo Lagunar de Maricá). O Grupo 2 é formado por lagoas da Região dos Lagos e Norte Fluminense, as quais possuem, em geral, menores percentuais de área urbana e densidade demográficas e consequentemente menor nível trófico (Complexo Lagunar de Saquarema, a Lagoa de Araruama e a Lagoa de Imboassica).

As lagoas do Grupo 1 eram eutróficas nos anos de 1980. Contudo, o aumento significativo de densidade demográfica, em suas bacias hidrográficas, nos últimos 30 anos (nos complexos Lagunares de Piratininga-Itaipu e de Maricá este aumento chegou a 280% e 290% respectivamente entre os anos de 1980 e a segunda década do século XXI) contribuiu para o agravamento do estado trófico. Este aumento de densidade explica o aumento da concentração de P total neste período, já que historicamente há deficiência no tratamento dos efluentes domésticos (os quais são importantes fontes de P) gerados nestas bacias hidrográficas. Bitton e colaboradores (1999), em trabalho feito na década de 1990 de levantamento do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Complexo Laguna de Maricá, já apontavam a substituição em progresso de áreas rurais por áreas urbanas. Este padrão de aumento de áreas urbanas associado ao aumento de densidade populacional é um fenômeno conhecido por ser importante gerador de eutrofização em corpos d'água (RIGUETTI, 2009; SANTOS 2014; TROMBONI; DODDS, 2017).

O Grupo 2 de lagoas costeiras historicamente se mantém eutróficas, não demonstrando uma tendência de agravamento deste estado trófico, nos últimos 30 anos, mas uma oscilação próxima de um estado eutrófico na comparação entre os anos. Alguns fatores fazem com que o estado trófico oscile para cima, como o aumento de densidade demográfica (290%, 380% e 309% para as bacias hidrográficas das lagoas de Saquarema, Araruama e Imboassica respectivamente) e aumento de contribuição de efluentes sanitários não-tratados. Outros fatores fazem com que o estado trófico oscile para baixo, como as obras hidráulicas de conexão destas lagoas com o mar (que diminuem seus tempos de residência hidráulica) e como a implantação de rede de coleta e tratamento de esgoto ocorrida neste mesmo período (AZEVEDO, 2005; GOMES, 2009; KNOPPERS *et al.*, 1999a). Apesar de ainda possuírem tamanhos de área urbana em termos percentuais inferiores às lagoas do Grupo 1, o crescimento urbano nas bacias hidrográficas das

lagoas do Grupo 2 é importante na compreensão da oscilação de estado trófico destas lagoas. As obras hidráulicas sozinhas não garantem a manutenção de queda do estado trófico com o passar dos anos já que há tendência de aumento demográfico nestas bacias hidrográficas. Assim, a coleta e tratamento de esgoto passam a ser um importante fator na redução de aporte de nutrientes para estas lagoas (CARLONI *et al.*, 2010; GOMES, 2009; MELLO, 2007). Já para a Lagoa de Imboassica, as diversas aberturas temporárias de sua barra arenosa são um importante fator na compreensão das oscilações da concentração de P total, P dissolvido e clorofila *a* (BOZELLI *et al.*, 2009; FERNANDES; ESTEVES, 2003; MELO *et al.*, 2007; PANOSSO; ESTEVES, 2000; SETUBAL *et al.*, 2013) e consequentemente de seu estado trófico.

A Lagoa Feia tende a se diferenciar das demais lagoas discutidas anteriormente quanto ao uso da terra em sua bacia hidrográfica, já que apenas 0,22% da área de sua bacia é ocupada pela malha urbana, sendo a pastagem o uso mais comum da terra (56,07%), seguido das florestas (19,56%) e da agricultura (10,54%) (LIMA, 2014). Assim, é de suma importância, no caso da Lagoa Feia, compreender os potenciais impactos que os usos da terra têm sobre a disponibilização de nutrientes para esta lagoa e sobre seu estado trófico.

#### 1.4. Lagoa Feia: uma breve revisão sobre sua morfoestrutura, histórico de ocupação de sua bacia hidrográfica e transformações

A Lagoa Feia foi descrita pela primeira vez, em 1632, pelos capitães Miguel Aires Maldonado e José de Castilho Pinto que, segundo palavras de Soffiatti (2013, p.81) “pensaram que se tratava de um mar interior. O dia estava tão tempestuoso e suas águas tão revoltas que eles a batizaram de Feia, embora de feia ela não tenha nada”. Desde a sua descoberta, a Lagoa passou por mudanças em seu espelho d’água. Em 1898, sua área foi estimada em 370 km<sup>2</sup> (SOFFIATI, 2013); e, em 2008, o espelho d’água desta Lagoa foi oficialmente demarcado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro como sendo 183 km<sup>2</sup>. Mas a mudança mais recente foi a implosão de 3 diques marginais desta lagoa e 1 dique no rio Ururaí pelo Ministério Público Estadual, o que permitiu segundo Lima (2014), que a Lagoa alcançasse um máximo de espelho d’água de 408 km<sup>2</sup> (Figura 2).

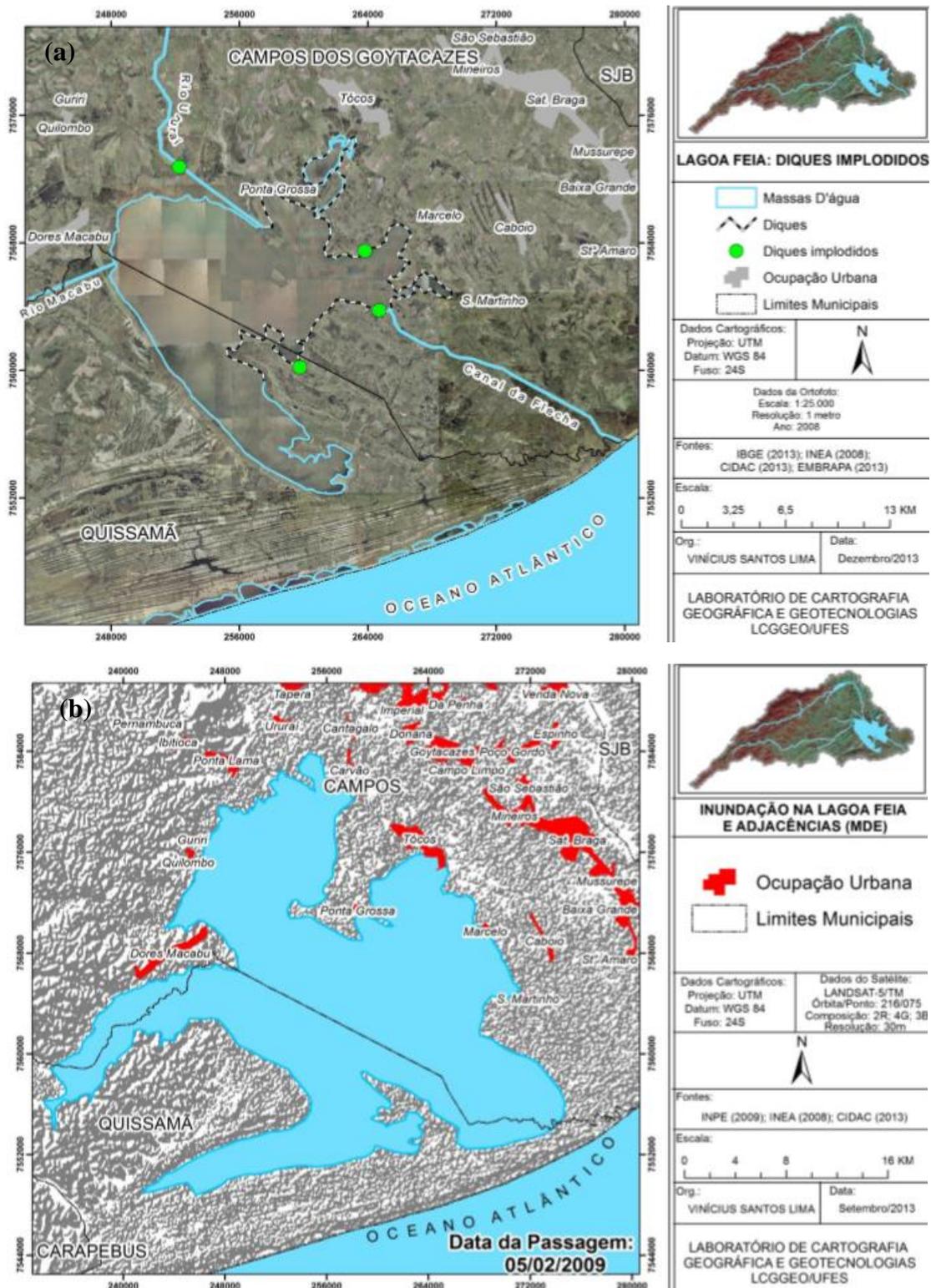


Figura 2: Mapas revelando os locais de implosão dos diques marginais em dezembro de 2008 (a) e área de alcance máximo de inundação da Lagoa Feia após implosão dos diques conforme mapeamento por satélite feito pelo Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias da UFES (b). Fonte: Lima (2014).

A ocupação com finalidade econômica do Norte Fluminense e, conseqüentemente, da bacia hidrográfica da Lagoa Feia foi iniciada pelos Sete Capitães, em 1632. Já na primeira expedição, o objetivo era encontrar pastagens naturais para gado (GABRIEL; LUZ, 2012). Esta atividade foi a principal força motriz para desmatamento e ocupação econômica da bacia hidrográfica desta lagoa. Em registro da década de 1940, Lamego já deixa claro que o uso da terra na época era dominado por pastagens e havendo alguns canaviais espalhados na planície campista, restando como remanescentes florestais significativos o maciço do Imbé, a Serra do Itaoca, as restingas do Açú e Jurubatiba e um pequeno fragmento de floresta estacional semidecidual de terras baixas conhecido como Mata do Mergulhão, em terras da antiga Fazenda dos Airises (LAMEGO, 1946). A troca de pastagem para monocultura de cana-de-açúcar começou no final do século XIX e expandiu sua área progressivamente até início da década de 80 do século passado, fomentado por incentivos do governo como empréstimos e subsídios à produção de açúcar e álcool como os que foram dados pelo programa Pró-Álcool (SMIDERLE, 2009).

As áreas ocupadas com cana-de-açúcar tradicionalmente requerem um manejo mais intensivo do solo com aplicação de corretivos e fertilizantes em relação à pecuária extensiva (COSTA, 2009; NETO, 2005). Além de manejo mais intenso do solo, a indústria sucro-alcooleira gera efluentes, como o vinhoto, que são grandes fontes de nutrientes indutores de eutrofização nos corpos d'água que drenam a bacia hidrográfica. Este fato começou a ser debatido por ecologistas na década de 1970 (SOFFIATI, 2013) e reforçado por dados da Lagoa Feia do ano de 1980 os quais já apontavam concentração de clorofila *a* de 5,0µg/L, fósforo dissolvido de 10,0µg/L, fósforo total de 70,0µg/L, nitrato de 50,0µg/L, o que permitiu aos pesquisadores desta época especular que esta lagoa era eutrófica (BIDEGAIN *et al.*, 2002). Para dirimir dúvidas sobre efeitos da cultura sucro-alcooleira na Lagoa Feia, o governo do Estado do Rio de Janeiro passou a fazer monitoramento ambiental de parâmetros limnológicos desta lagoa e de alguns corpos d'água de sua bacia hidrográfica a partir do segundo semestre de 1978 (após a conclusão das obras de instalação de comportas no Canal da Flecha) até o ano de 2015.

Apesar de a cana-de-açúcar historicamente ser uma cultura estratégica para a economia da região Norte Fluminense, as políticas públicas mal direcionadas e o esgotamento do método tradicional do cultivo canavieiro (seja por aspectos econômicos ou agrícolas) redundaram no declínio deste setor, principalmente a partir de meados da década de 80 (COSTA, 2009; SMIDERLE, 2009; RIBEIRO, 2010). O declínio na produção total do setor sucro-alcooleiro foi de  $7,0 \times 10^6$  t/safra de cana-de-açúcar entre 1978 e 1981 com 21 usinas operando (AZEVEDO,

2004) para  $1,5 \times 10^6$  t/safra para o período entre 2012 e 2015 com 3 usinas neste mesmo período (dados não publicados do monitoramento sistemático do INEA). Um dos principais motivos da diminuição da área agricultável, no Norte Fluminense, foi a perda de nutrientes pelo solo. Monteiro (2011) calculou que, para o ano de 2010, na baixada campista<sup>2</sup> perderam-se por lixiviação 8.736 t/ano de solo nas áreas de cana crua<sup>3</sup> e 548.772 t/ano de solo nas áreas de cana queimada só no município de Campos dos Goytacazes. Já nos canaviais plantados sobre o tabuleiro<sup>4</sup> deste município, foram perdidos solos em taxas de 16.548 t/ano nas áreas de cana crua e 1.037.008 t/ano nas áreas de cana queimada. No total, dos solos campistas cultivados com cana-de-açúcar, foram perdidos por lixiviação 346,37 t/ano de N e 32,07 t/ano de P. Estes dados mostram dois aspectos importantes: o impacto da cana-de-açúcar no solo é maior nas áreas de tabuleiro devido à estrutura destes solos que dos solos da baixada e que a queima da cana de açúcar é um catalizador da perda de solos e de nutrientes. Assim, por estes, valores podemos perceber que é significativo o potencial que as áreas de canavial têm para contribuir com nutrientes para os ecossistemas aquáticos.

Contudo, deve-se levar em conta que esta contribuição de nutrientes dos canaviais no Norte Fluminense tende a reduzir com o passar do tempo, já que esta atividade vem decrescendo em termos de produtividade e de ocupação do espaço físico (SMIRDELE, 2009). Segundo Mendonça e colaboradores (2011), a perda total de áreas de canaviais no Norte Fluminense entre os anos de maior produção mapeados pelo autor (1984) e o ano de menor produção (2001) foi de 73520 ha. Autores têm mostrado que há uma tendência progressiva nessa região de transformação de canaviais em pastagens (RIBEIRO, 2010; SMIRDELE, 2009, VALPASSOS, 2006).

Conforme é de conhecimento na literatura, as áreas com cobertura de pastagem tendem a perder menos nutrientes pela lixiviação das chuvas que as áreas com outras coberturas (FUČÍK *et al.*, 2008; VERHEYEN *et al.*, 2015). Especificamente, na bacia hidrográfica da Lagoa Feia, Brito (2005) revelou, fundamentado na soma de bases trocáveis<sup>5</sup>, que os solos recobertos por pastagem e floresta tendem a reter mais nutrientes em formas que podem ser disponibilizadas para as plantas.

---

<sup>2</sup> A baixada campista é constituída principalmente de Cambissolo e Argissolo de origem quaternária oriundos da deposição fluvial tendo alto teor de argila e alta concentração de elementos como Fe, Al e Mn. Geograficamente, a baixada campista abrange parcialmente o município de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e Quissamã (BIDEGAIN *et al.*, 2002, MONTEIRO, 2011).

<sup>3</sup> Cana crua é o nome que se dá à cana-de-açúcar que é colhida sem ser queimada.

<sup>4</sup> O tabuleiro é uma faixa de terra próxima ao litoral constituída principalmente de Argissolo e Latossolo de origem terciárias, tendo alto teor de areia, presença de minerais como laterita em significativa concentração e baixa disponibilidade hídrica (BIDEGAIN *et al.*, 2002, BRITO, 2005; MONTEIRO, 2011).

<sup>5</sup> A soma de bases trocáveis representa a concentração de cátions de Ca, Mg, K, Na que estão adsorvidos no solo e que podem ser incorporados pelas plantas (BRITO, 2005).

Este mesmo autor mostrou também que a acidez potencial<sup>6</sup> é sempre maior nas áreas cobertas com cana-de-açúcar e floresta que nas áreas recobertas com pastagem e que a saturação por bases (V)<sup>7</sup> foi significativamente maior nos solos recobertos por pastagem e florestas que nos solos recobertos por cana-de-açúcar até a profundidade de 20 cm. A análise destes três parâmetros pedológicos conjugadamente permitiu ao autor concluir que os solos recobertos por floresta e pastagem caracterizam-se por terem maior capacidade de retenção de nutrientes que os solos recobertos por cana-de-açúcar. Esta pesquisa revelou também que a cobertura vegetal é muito mais importante que o tipo de solo para a capacidade de retenção de nutrientes. Este autor por meio do Índice de Sensibilidade concluiu que os solos recobertos com pastagem têm menor grau de degradação que os solos recobertos por cana-de-açúcar, sendo o solo submetido a pastoreio muito mais próximo em suas características pedológicas ao solo com cobertura florestal. Isto aponta para a importância do estudo do uso da terra para a compreensão dos processos geoquímicos de maneira holística.

## 2. HIPÓTESE

A hipótese deste trabalho é que as possíveis mudanças no uso da terra da bacia hidrográfica da Lagoa Feia, principalmente a redução da área da lavoura canavieira e aumento da área de pastagem, resultou na redução do aporte de nutrientes ao longo de 37 anos induzindo à redução de seu estado trófico.

---

<sup>6</sup> A acidez potencial é a soma dos íons  $H^+$  e  $Al^{+3}$  adsorvidos ao solo que determinam o quanto da capacidade de troca do solo estão comprometidos com estes íons os quais tem potencial de toxidez para as coberturas vegetais (BRITO, 2005).

<sup>7</sup> A saturação por bases se traduz no percentual de capacidade de troca catiônica que está ocupada com a soma das bases trocáveis.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

Como objetivo principal, busca-se avaliar o estado trófico da Lagoa Feia bem como sua mudança ao longo do tempo comparando-se um período de grande produção (1978-1981) com um período de baixa produção (2012-2015) do setor sucoalcooleiro. Como objetivo secundário, busca-se avaliar se há diferença sazonal (entre período seco e chuvoso) no fluxo fluvial de nutriente e hidroquímica da Lagoa Feia e seus reflexos no estado trófico desta lagoa.

#### **3.2. Específicos**

1. Identificar as mudanças de uso da terra da bacia de drenagem da Lagoa Feia entre os quadriênios de 1978-1981 e de 2012-2015.
2. Avaliar o aporte de N e P oriundo de processos naturais e atividades humanas, incluindo a importância relativa do plantio de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica para a Lagoa Feia.
3. Mensurar os fluxos de entrada (afluentes) e saída (Canal da Flecha) de N e P na Lagoa Feia (agrupados por quadriênio e agrupados por período seco e chuvoso) visando avaliar a sua capacidade de retenção e exportação de nutrientes.
4. Avaliar parâmetros limnológicos da Lagoa Feia ao longo do tempo (agrupados por quadriênio e por período seco e chuvoso) sendo escolhidos para esta avaliação: concentração de N e P, profundidade de Secchi, profundidade da coluna d'água, oxigênio dissolvido, turbidez, concentração de MPS, temperatura da água, pH, clorofila *a*, análise quantitativa do fitoplâncton, condutividade elétrica e razão N:P.
5. Avaliar o estado trófico da Lagoa Feia comparando-o entre os quadriênios 1978-1981 e 2012-2015 e entre o período seco e chuvoso.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

A Lagoa Feia está compreendida geograficamente entre os limites latitude 22°07'19,2'' e 21°55'00'' e longitude 41°14'16,8'' e 42°26'22,56'', na região hidrográfica do Baixo Rio Paraíba do Sul e do Itabapoana conforme a Resolução CERHI 107/2013 (RIO DE JANEIRO, ESTADO, 2013). Essa Lagoa está na unidade geomorfológica da Planície de Cristas de Praia (*Beach ridge plains*) (KJERFVE; DIAS, 2009). Sua origem geológica data do Holoceno, estando associada à última regressão do nível do mar e mudança geográfica de foz do Rio Paraíba do Sul (BIDEGAIN *et al.*, 2002; LAMEGO, 1946).

A Lagoa Feia é o maior corpo hídrico lântico natural de água doce do Brasil (BIDEGAIN *et al.*, 2002), com valores de salinidade variando entre 0,05 - 0,08 (HUSZAR; ESTEVES, 1988). Apesar das mudanças que houve por intervenção antrópica, em sua massa de água, ainda mantém um espelho d'água, segundo demarcação oficial do Governo do Estado do Rio de Janeiro, de 18.285 ha ou aproximadamente 183 km<sup>2</sup>. Segundo Bidegain e colaboradores (2002), a área da bacia hidrográfica da Lagoa Feia é de aproximadamente 2.955 km<sup>2</sup> sendo sua profundidade média de 1,0 m. Contudo, a demarcação da bacia hidrográfica neste trabalho encontrou um área 3.542,94 km<sup>2</sup> (Figura 3).

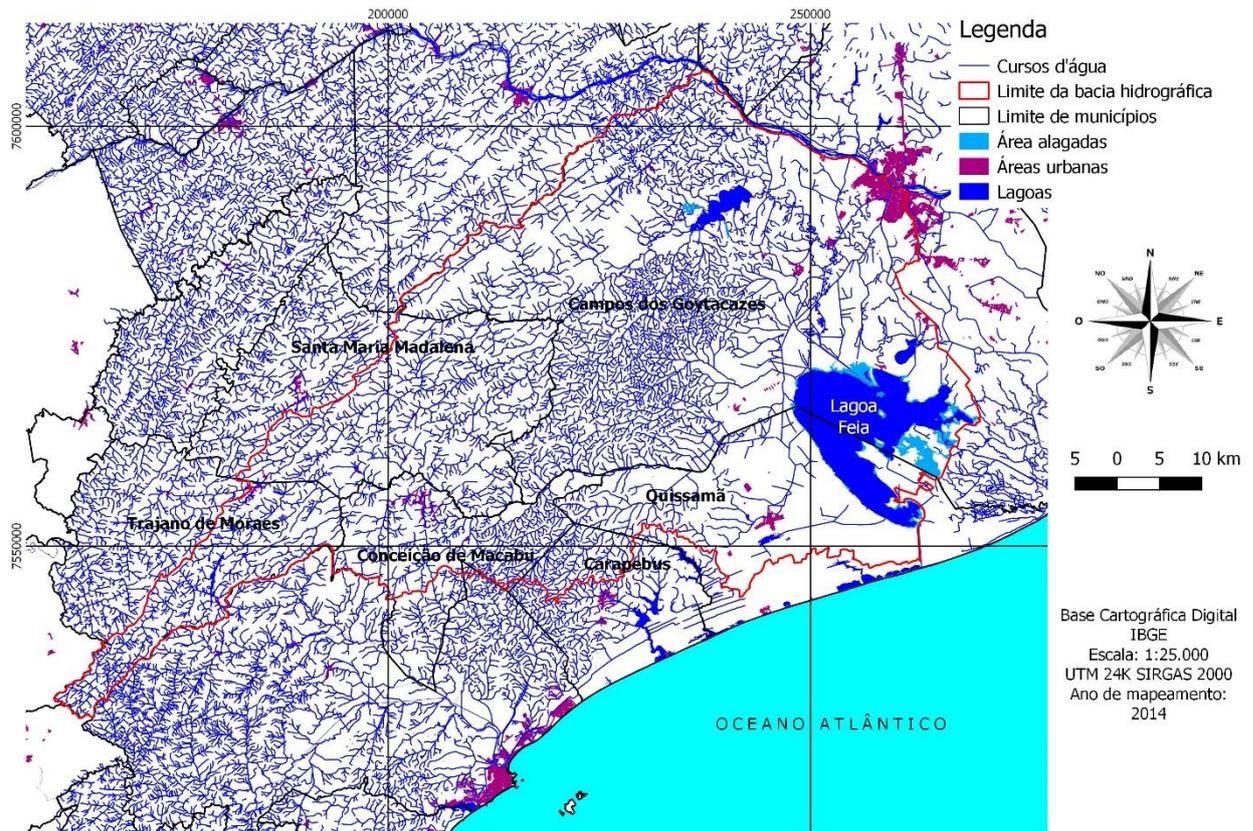


Figura 3: Bacia hidrográfica da Lagoa Feia, identificando a rede de drenagem, o espelho de água da lagoa e os limites municipais.

Os principais afluentes da Lagoa Feia são o Rio Macabu e o Rio Ururáí. O Rio Macabu possui cerca de 120 km de extensão, drenando uma bacia hidrográfica de 1.076 km<sup>2</sup>. Esse rio nasce na Serra do Macabu no município de Trajano de Moraes – RJ. A cerca de 40 km da nascente, existe uma barragem que forma o Lago de Tapera (com espelho d'água de 279 ha) o qual alimenta uma pequena central hidrelétrica inaugurada em 1950, denominada PCH Macabu, pertencente à empresa Quanta Geração SA. A água acumulada nesta represa sofre uma transposição parcial para o Rio São Pedro, que é afluente da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé. Esta transposição é realizada através da gravidade, e, ao longo do desnível topográfico, há a geração de energia elétrica (BIDEGAIN *et al.*, 2002). O Rio Ururáí nasce na Lagoa de Cima e seu traçado até a sua foz na Lagoa Feia possui 48 km de extensão. Seu principal afluente é o Rio Preto, cuja nascente localiza-se na região de Rio Preto, vertente campista da Serra do Desengano ou Imbé. A Lagoa de Cima, por sua vez, é alimentada pelas águas do Rio Urubu (com cerca de 40 km de extensão) e do Rio Imbé (com cerca de 70 km de extensão). A bacia hidrográfica da Lagoa de Cima drena uma área de 986 km<sup>2</sup> (BIDEGAIN *et al.*, 2002). A Lagoa Feia tem ligação com o mar por meio de um canal

construído pelo homem na década de 40, o Canal da Flecha (projetado pelo DNOS em 1943 e concluído em 1949), que possui aproximadamente 17,5 km de extensão e 130 m de largura, o qual é operado por comportas desde 1978, de modo a controlar o nível de água desta lagoa (BIDEGAIN *et al.*, 2002).

## 4.2. Mapeamento do uso da terra

### 4.2.1. *Processamento digital de imagens*

Esta técnica foi utilizada para o mapeamento do uso da terra nos anos de 1984 e 2015. Foi baixada gratuitamente imagem do satélite LANDSAT 5 - sensor 5/TM, de órbita/ponto 116/075 e data de passagem 07/05/1984 e também imagem do satélite LANDSAT 8 - sensor OLI, de órbita/ponto 116/075, e data de passagem de 26/03/2015 do Instituto Geológico dos Estados Unidos (USGS/2017). A resolução destas imagens é de 30 m. Foram escolhidas estas datas por estar no fim período chuvoso, evitando-se as interferências pelo excesso de umidade do solo e por serem estas datas anteriores ao início da colheita da cana-de-açúcar.

Para o tratamento das imagens orbitais foi utilizada a técnica de ajuste da iluminação das mesmas através do realce para cada período descrito. Ainda neste contexto, utilizou-se também a técnica de composição de imagens (*composite bands*), com a composição R6G5B4. Todas as técnicas de manipulação/confecção dos mapas, foram feitas no *software* ArcGIS10.1.

Foi criada uma máscara da área de estudo e adjacências com um recorte da imagem através do comando *Extractbymask*. Após isso, iniciou-se o processo de classificação supervisionada, que passa pela criação de um novo *shapefile* e, em seguida, coleta de amostras poligonais das classes de uso consideradas. Este processo de amostragem exige um refinado conhecimento de campo, pois necessita que o profissional de georreferenciamento identifique com segurança na imagem de satélite o uso da terra com base na classificação taxonômica a ser utilizada (XAVIER DA SILVA; ZAIDAN; 2011).

A partir disso, foi utilizado o método de classificação pixel a pixel, de máxima verossimilhança (*maximum likelihood classification*). Este método considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Portanto, nesse tipo de classificação, cada pixel é destinado à classe que tem a mais alta probabilidade, isto é maior semelhança a partir de cálculos estatísticos (DPI INPE, 2015). Para

isso, deve-se fazer uma ampla seleção de pixels para amostra de treinamento da classe. É importante também que a área de análise seja conhecida pelo analista para que a distribuição das classes e a seleção de amostras de treinamento possam ser o mais eficientemente possível (CRÓSTA, 1993). As classes de uso da terra utilizadas nos mapas gerados foram baseadas no nível 2 do Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra (IBGE, 2013).

#### 4.2.2. Vetorização de mapas

Esta técnica foi utilizada para o mapeamento das áreas de cana-de-açúcar do ano de 1981. Neste trabalho, esta técnica objetivou ser um método de validação da técnica de processamento digital de imagens. Para esta data não foram encontradas imagens de satélite gratuitas, por isto buscou-se junto ao acervo da UFRRJ – Campus Leonel Miranda, as cartas topográficas em escala de 1:10.000, resolução de 2 m, que foram produzidas pelo Instituto Brasileiro do Açúcar e do Alcool, por meio do Programa PROJIR, que mapeou todas as áreas de cana-de-açúcar do Norte Fluminense. Estes mapas em formato A3 foram digitalizados em extensão .tiff por esta instituição de ensino e disponibilizados gratuitamente para análise desta pesquisa.

Os arquivos foram trazidos para dentro do programa *freeware* Quantum Gis 2.4.0 por meio da ferramenta de georreferenciamento de *rasters*. Foram utilizados sempre 8 pontos de controle sobre os vértices da grade da carta nas interseções mais externas dos cantos da grade de coordenadas existentes. O tipo de transformação escolhido foi a Polinomial 1 e o método de reamostragem foi o de Vizinheiro Mais Próximo. Com esta configuração, o erro médio quadrático foi sempre inferior a 2 (XAVIER DA SILVA; ZAIDAN, 2011).

As cartas já georreferenciadas foram trazidas para o Quantum Gis através da ferramenta adicionar camada *raster*. Em seguida, criou-se uma nova camada *shapefile*, na qual foi alternada a edição para adição de feições. Com a ferramenta de adicionar feições, os polígonos das áreas de canais foram, então, desenhados sobre as cartas georreferenciadas, sempre utilizando no desenho escala de trabalho de 1:2.000.

#### 4.3. Estimativa do aporte de N e P para a Lagoa Feia por fontes naturais e antrópicas através da metodologia dos fatores de emissão

O cálculo dos fatores de emissão consiste em estimar as cargas de espécies químicas oriundas dos processos naturais e fontes antrópicas existentes na bacia hidrográfica com base em equações descritas na literatura para prever a emissão média de cada fonte (NRIAGU, *et al.*, 1988). As cargas calculadas pelos fatores de emissão são expressas em unidade de massa por período de tempo, calculadas a partir de parâmetros de produção/consumo de fontes antrópicas e balanço químico de processos naturais. Os fatores de emissão vêm sendo utilizados por diversos autores com aceitável exatidão para estimar as emissões em nível local (LACERDA; MOLISANI, 2006; MOLISANI, *et al.*, 2013b), regional (LACERDA, *et al.*, 2006; LACERDA, *et al.*, 2007; LACERDA, *et al.*, 2008) e global (BOUWMAN, *et al.*, 1997; LACERDA, 2003; NRIAGU, *et al.*, 1988).

Os fatores de emissão de fontes naturais de N e P foram calculados a partir do processo de lixiviação de solos, que levam em consideração a composição química, tipos dos solos na região e taxas de perda de nutrientes descritas na literatura para solos de áreas litorâneas com baixo desenvolvimento industrial (CANELLAS, *et al.*, 2003; GOUDIE, 2000; INÁCIO, *et al.*, 2007; MESQUITA, *et al.*, 2004; SILVA, 1996; EMBRAPA, 2017). Também foi calculada a deposição atmosférica que teve por base as taxas de concentrações de N e P já descritas para áreas litorâneas de baixo desenvolvimento industrial (JOHNSON; LINDEBERG, 1998; MELLO, 2001; MELLO; ALMEIDA, 2004) ponderada pela pluviosidade total média da bacia corrigida pelo fator de retenção de cada elemento no solo (GOLLEY, *et al.*, 1978; MALAVOLTA; DANTAS, 1980).

Para as fontes antrópicas, foram consideradas as cargas e concentrações de N e P pela adubação de culturas agrícolas, dejetos da pecuária, efluentes sanitários, rejeitos sólidos e escoamento pluvial das áreas urbanas. O aporte de nutrientes oriundo das culturas agrícolas foi calculado com base nos valores médios de aplicação de fertilizantes por hectare e taxa de retenção destes no solo (BOUWMAN *et al.*, 1997; DE PAULA *et al.*, 2010; GOLLEY *et al.*, 1978; LACERDA *et al.*, 2006; TUNDISI, 2003) multiplicado pela área ocupada por cada cultura agrícola na bacia hidrográfica da Lagoa Feia (IBGE, 1983; 2012). Como o mapeamento do uso da terra feito nesta tese permitiu calcular o tamanho das áreas de cultura permanente e temporária e, sabendo que cada cultura representa uma fração do uso da terra dentro de seu respectivo táxon, foi possível estimar a área ocupada para cada cultivo agrícola a partir do cruzamento dos dados do

IBGE com os mapeamentos de uso da terra de nosso trabalho. Já o aporte oriundo da pecuária foi calculado com base no tipo e tamanho do rebanho (DE PAULA *et al.*, 2010), produção de dejetos por animal (MENZI; KESSLER, 1998) e concentração dos elementos em dejetos (AMBRUS *et al.*, 2003). O tamanho dos rebanhos foi calculado com base nas informações oficiais do censo agropecuário do IBGE por município. Para isto, a densidade animal (número de cabeças / hectare de pastagem) de cada tipo de rebanho de cada município (IBGE, 1983; 2012) foi multiplicada pela área de pastagem por município. Para a concentração de nutrientes em efluentes sanitários, foi calculado o número de habitantes da bacia hidrográfica multiplicando esta população pelo volume per capita de rejeitos e pela concentração média do N e P em efluentes (BINNER *et al.*, 1996; IC CONSULTANTS LTD, 2001; DOLL; HAUSCHILD, 2002; VOLENWEIDER, 1968). A contribuição de nutrientes em resíduos sólidos é obtida do produto da concentração de nutrientes nestes resíduos relativos a produção de resíduos por habitantes e o número de habitantes da bacia (ABES, 1994; BINNER *et al.*, 1996; MACHADO *et al.*, 2002; NRIAGU, 1988). E por fim, a contribuição pelo escoamento superficial urbano foi obtida a partir de equação que tem como variáveis a pluviosidade anual total e concentração média de nutriente no *runoff* urbano (DAVIS, *et al.*, 2001; LACERDA *et al.*, 2006).

Os valores demográficos da bacia hidrográfica Lagoa Feia foram obtidos da seguinte forma: para o quadriênio 2012-2015, com o auxílio do software *freeware* Quantum Gis 2.4.0, foi feita a sobreposição dos limites da bacia hidrográfica como a malha digital dos setores censitários do IBGE (IBGE - CENSO DEMOGRÁFICO 2010; IBGE, 2015) somando-se a população levantada em cada setor censitário contido dentro dos limites dessa bacia hidrográfica; já para o quadriênio 1978-1981, foi realizada a soma da população dos distritos que estão contidos dentro da bacia hidrográfica Lagoa Feia conforme informações do censo demográfico por municípios e distritos apurado pelo IBGE em 1980 (IBGE 1983).

#### 4.4. Cálculo do fluxo e balanço de nutrientes entre a bacia hidrográfica, a lagoa e a zona costeira

A partir das emissões de N e P por fontes naturais e antrópicas localizadas na bacia hidrográfica da Lagoa Feia, foram medidos os fluxos de entrada para a lagoa pelos principais rios

contribuintes (Rio Ururaí e Macabu) e de saída da lagoa através do Canal da Flecha. Os fluxos foram calculados utilizando a fórmula (MOLISANI *et al.*, 2013a):

$$F = C_i \cdot Q_i$$

onde  $F$  é o fluxo instantâneo (g/s);  $C_i$  é a concentração do nutriente no instante de amostragem (mg/L) e  $Q_i$  é a vazão ou descarga instantânea (m<sup>3</sup>/s). Os fluxos foram calculados com base nas amostragens apresentadas no Apêndice 21. A partir dos fluxos de entrada e saída da Lagoa foi calculado o balanço de N e P, sendo avaliada a capacidade de retenção na Lagoa (-) ou exportação para a zona costeira (+).

Só foi possível calcular o balanço de nutriente para o quadriênio 2012 a 2015, pois não foram encontrados os dados relativos à abertura e fechamento de comportas no quadriênio 1978 a 1981, já que neste período o operador das comportas era o DNOS e o acervo deste extinto órgão foi não localizado em nossa pesquisa, o que inclui as anotações de abertura e fechamento de comportas. Contudo, foi possível calcular os fluxos de entrada dos rios Macabu e Ururaí para a Lagoa Feia, no período de 1978 a 1981, já que o banco de dados do INEA apresenta os valores de concentração e nutrientes e de vazão ou cota destes rios neste período.

Os dados de concentração de nutrientes dos rios Macabu, rio Ururaí e Canal da Flecha são monitorados pelo INEA como parte da rede hídrica de monitoramento da qualidade de água do Rio de Janeiro. Todos os procedimentos do monitoramento que incluem a coleta, transporte e processamento das amostras em laboratório seguiram a metodologia do manual da APHA (1998). Todas as análises laboratoriais foram realizadas nas instalações do INEA localizadas na Av. Salvador Allende 5500, Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro-RJ.

As vazões do rio Macabu foram obtidas diretamente do site da Agência Nacional de Águas (2017), sendo selecionada a estação de monitoramento fluviométrico denominada Macabuzinho, de código 59100000, por ser a última estação a montante da desembocadura deste rio na Lagoa Feia.

Não existe estação de monitoramento fluviométrico ativa atualmente no rio Ururaí, contudo o INEA mantém a leitura diária de cota deste rio como parte da estratégia de monitoramento de volume de água na Lagoa Feia e seus afluentes. A leitura de cota deste rio é efetuada em régua a jusante da ponte da BR101 sobre este rio, na localidade de Ururaí, Campos dos Goytacazes. Como no mesmo local no passado o DNOS manteve uma estação de monitoramento fluviométrico (estação desativada denominada Usina Cupim, código 59005500, com leituras diárias de cota e vazão), foi possível estimar a vazão deste rio a partir das leituras das cotas feitas no período entre

2012 e 2015 por meio de regressão entre as leituras de cota e de vazão estabelecida com os dados monitorados entre os anos de 1968 e 1980 (Figura 4).

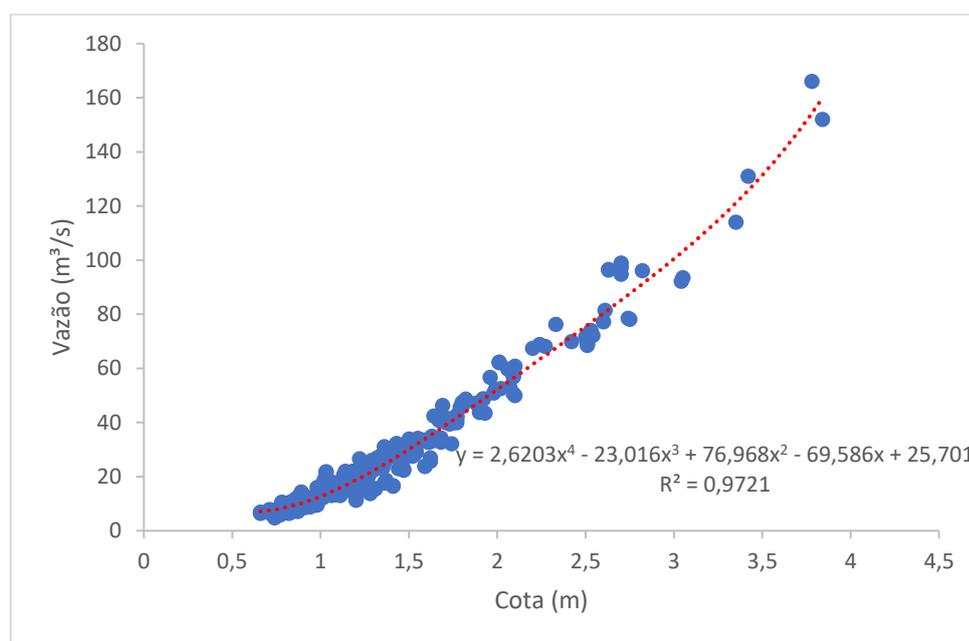


Figura 4: Regressão entre cota e vazão do rio Ururá obtida a partir dos dados mensurados pelo DNOS entre os anos de 1968 e 1980 (Apêndice 1).

Também não existe monitoramento de vazão do Canal da Flecha, contudo este canal foi projetado de tal forma que suas comportas permitissem controlar de maneira segura a vazão deste, que é o vertedouro de toda a bacia hidrográfica da Lagoa Feia para o mar (BIDEGAIN *et al.*, 2002). Assim, cada comporta aberta permite uma vazão regularizada de 14 m<sup>3</sup>/s, sendo que as 15 comportas abertas permitem uma vazão máxima de 210 m<sup>3</sup>/s. Como o INEA mantém uma planilha de controle do número de comportas abertas por dia, foi possível estimar a vazão deste canal nos dias escolhidos para o cálculo do balanço de nutriente.

A partir dos dados de fluxo, aplicou-se teste estatístico a fim de verificar se havia diferença significativa entre as médias do quadriênio 1978-1981 e do quadriênio 2012-2015 e entre as médias do período seco e chuvoso. Preliminarmente foi feito teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância (Levine), sendo que para todos os casos, não existia normalidade de distribuição dos dados, mas havia homocedasticidade de variância (nível de significância  $\alpha = 0,05$ ). Como a variância entre os grupos comparados foi sempre igual, sendo o número de amostras diferente, foi utilizado o *unpaired Student's t-test* (RUXTON, 2006; ZAR, 1996). Os graus de

liberdade foram calculados pela soma do número de amostras dos grupos comparados menos 2 (MORSEN; STEVENS, 1992). Para o tratamento estatístico, foram dispensados os valores com leitura abaixo do limite de detecção da metodologia de quantificação. Todos os cálculos estatísticos foram feitos com auxílio do software Excel 2013® que compõe o Pacote Office ©Microsoft Corporation.

#### 4.5. Hidroquímica da Lagoa Feia

Os dados dos parâmetros limnológicos foram obtidos do banco de dados do monitoramento sistemático feito pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro através da FEEMA, que realizou monitoramentos até o ano de 2007, e através do INEA a partir do ano de 2008. Para este trabalho, escolheu-se o intervalo temporal entre os anos de 1978 e 1981 e entre os anos de 2012 a 2015, por representarem respectivamente o auge da expansão canavieira na bacia hidrográfica da Lagoa Feia e o período de maior retração desta atividade agrícola nesta bacia hidrográfica. A frequência de amostragem variou nestes períodos em função de diversos fatores como disponibilidade de recursos financeiros para realização do trabalho de campo, possibilidades logísticas e condições de climatológicas. A menor frequência amostral foi de 3 coletas num ano e a maior, de 5 coletas num ano. O número total de amostragens no primeiro período foi de 196 e no segundo período, de 104.

A malha e frequência amostrais variaram entre estes períodos abordados. Entre os anos de 1978 e 1981 havia 7 pontos de coletas de amostra dentro da lagoa. Contudo, devido a vários fatores já discriminados anteriormente, entre os anos de 1978 e 1981, nunca em um mesmo dia de coleta, todos os 6 pontos foram amostrados, havendo uma certa alternância entre os pontos amostrados nas diferentes datas de coleta neste período. Neste período, eram priorizadas as coletas na superfície da coluna d'água da Lagoa Feia, havendo raras ocasiões nas quais foram amostradas água no fundo. Já no período compreendido entre 2012 e 2015, foram feitas coletas em frequência de 2 a 4 dias por ano, sempre amostrando a superfície e fundo da coluna d'água em 4 pontos dentro desta lagoa (na desembocadura dos afluentes Ururaí e Macabu, um ponto de meio da lagoa e um ponto no início de seu extravasor, o Canal da Flecha – Figura 5). As coordenadas dos pontos amostrados encontram-se detalhadas no Apêndice 31.

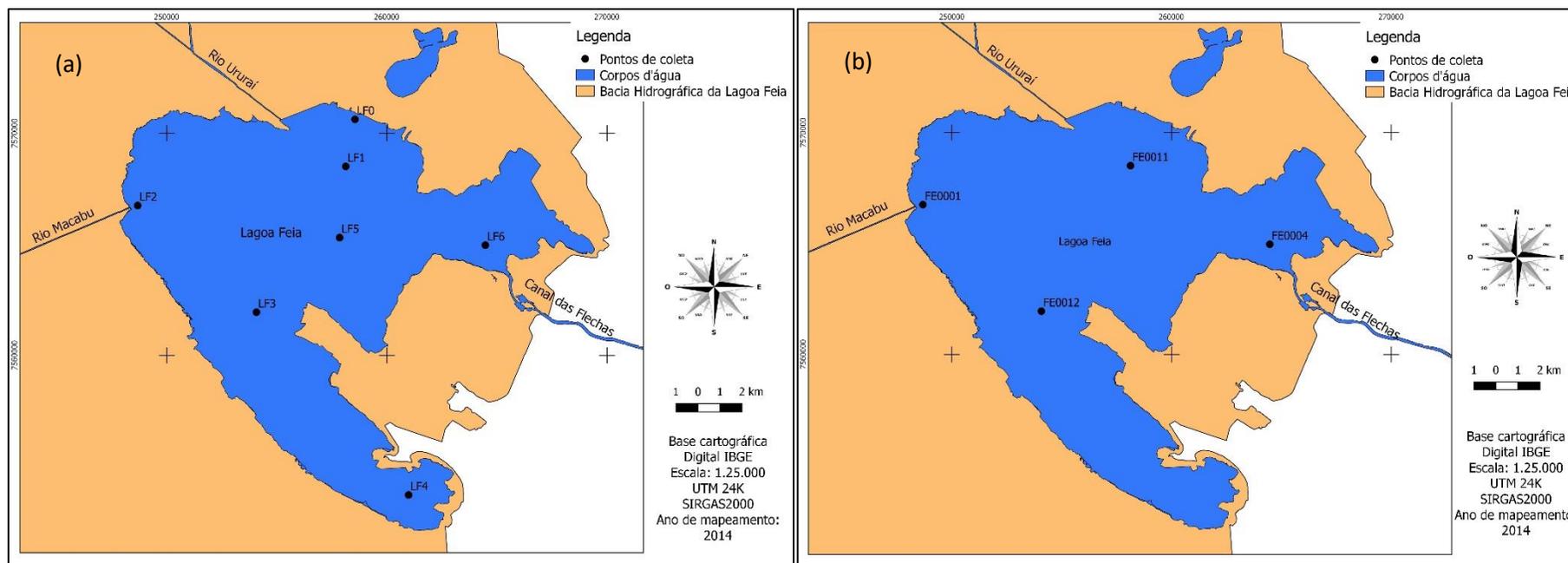


Figura 5: Mapas mostrando os pontos de amostragem de água em diferentes períodos dentro da Lagoa Feia. (a) 7 pontos amostrados no período compreendido entre 1979 e 1981. (b) 4 pontos amostrados no período entre 2012 e 2015.

Todos os procedimentos do monitoramento que incluem a coleta, transporte e processamento das amostras em laboratório seguiram a metodologia do manual da APHA (1998). Em campo, foram medidas a temperatura da água (utilizando-se termômetro de mercúrio entre 1979 e 1981 e sonda multiparamétrica modelo YSI 6820 V2 a partir de 2012), profundidade da coluna d'água e a profundidade de Secchi. O pH foi lido em campo entre 1979 e 1981 (utilizando-se potenciômetro portátil com eletrodo de Ag/AgCl, marca Micronal, modelo B – 278) e no laboratório entre 2012 e 2015 (utilizando-se potenciômetro portátil com eletrodo de Ag/AgCl, marca Digimed modelo DM – PV). A condutividade elétrica foi lida em campo entre 1979 e 1981 (utilizando-se condutivímetro portátil com eletrodo, marca Metrohm, modelo 527) e no laboratório entre 2012 e 2015 (utilizando-se condutivímetro de bancada, marca Gehaka, modelo CG2000). A turbidez foi medida em campo entre 1979 e 1981 (utilizando-se turbidímetro Du Pont, modelo 430) e no laboratório entre 2012 e 2015 (utilizando-se turbidímetro digital Hach, modelo 2100P). Os demais parâmetros (amônia, clorofila *a*, condutividade elétrica, fósforo dissolvido, fósforo total, material particulado em suspensão, turbidez, fitoplâncton total, nitrogênio inorgânico dissolvido, nitrato, nitrito, oxigênio dissolvido) foram analisados em laboratório do INEA, conforme detalhamento a seguir.

Fósforo total: colocaram-se 50 mL da amostra (para o branco utilizar 50 mL de água deionizada) em um erlenmeyer de 250 mL com 1 mL de ácido sulfúrico a 5,5 mol/L e 10 mL de persulfato de potássio a 6% (m/v). Levou-se o erlenmeyer à placa de aquecimento até que o volume se reduziu a aproximadamente de 10 mL. Após esfriar, o pH foi ajustado com NaOH a 2 mol/L até obter a coloração rósea com fenolftaleína e descolorido com gotas de ácido sulfúrico a 0,05 mol/L. Esfriou-se e diluiu-se até restabelecer o volume original de 50 mL com água deionizada. À solução foram acrescentados 8,0 mL do agente misto e agitar. Esperou-se por 10 minutos e leu-se em espectrofotômetro na absorvância de 880 nm. Fórmula do agente misto: misturaram-se 50 mL de ácido Sulfúrico (concentração inicial de 2,5 mol/L) + 5,0 mL de solução de tartarato de antimônio e potássio tetra hidratado (concentração inicial de 0,008 mol/L) + 15 mL de paramolibdato de amônio di-hidratado (concentração inicial de 0,032 mol/L) + 30 mL de ácido ascórbico (concentração inicial de 0,1 mol/L).

A curva padrão foi feita diluindo-se fosfato monobásico de potássio até as concentrações de 0,05 mgP/L, 0,10 mgP/L, 0,25 mgP/L, 0,50 mgP/L. Uma alíquota de 50 mL desta solução foi retirada para seguir todos os passos anteriormente listados. Em aparelhos modernos, o resultado já sai

expresso em mg/L sem necessidade de cálculos adicionais por parte do operador. O limite de quantificação deste método é de 0,01 mg/L.

Fósforo dissolvido: filtraram-se as amostras em filtro de membrana de celulose de 0,45 µm de porosidade. Misturaram-se 50 mL da amostra (para o branco utilizar 50 mL de água deionizada) em com solução 8,0 mL do agente misto e agitar. Após 10 min, as amostras foram lidas em espectrofotômetro na absorvância de 880 nm. Fórmula do agente misto: misturaram-se 50 mL de ácido Sulfúrico (concentração inicial de 2,5 mol/L) + 5,0 mL de solução de tartarato de antimônio e potássio tetrahidratado (concentração inicial de 0,008 mol/L) + 15 mL de paramolibdato de amônio di-hidratado (concentração inicial de 0,032 mol/L) + 30 mL de ácido ascórbico (concentração inicial de 0,1 mol/L). A curva padrão utilizada foi a mesma da leitura de fósforo total. O limite de quantificação deste método é de 0,01 mg/L.

Nitrato e nitrito: metodologia para cromatógrafo de íons capaz de trabalhar com volume de 2 a 5 mL/min de eluente a pressão de 1400 a 6900 kPa. A fase estacionária da coluna cromatográfica foi composta por estireno divinilbenzeno, assim como a pré-coluna. Toda a água utilizada nas soluções era deionizada e filtrada em membrana de 0,20 µm de porosidade. O eluente foi uma solução de bicarbonato de sódio (0,0017 mol/L) e carbonato de sódio (0,0018 mol/L). A solução de regeneração foi feita de ácido sulfúrico a 0,025 N. A solução padrão utilizada foi feita de cloreto de sódio (1,6485 g/L), cloreto de bromo (1,2876 g/L), nitrato de sódio (1,3707 g/L), nitrito de sódio 1,4998 g/L) e sulfato de potássio (1,8141 g/L). Foram feitas duas diluições da solução padrão: uma de 12 mL em 1000 mL de água deionizada e outra de 25 mL em 1000 mL de água deionizada. As amostras a serem lidas foram filtradas previamente em filtro de membrana de celulose de 0,20 µm de porosidade. Após ligar o cromatógrafo, ele foi ajustado para um fluxo de eluente de 2 mL/min. Ajustou-se o detector (geralmente numa faixa de 10 a 30 µS). Esperou-se atingir o equilíbrio. Ajustou-se o detector para ler o eluente como condutividade zero. Passaram-se as 3 amostras padrão (a concentrada e as 2 diluições) para que o aparelho estabelecesse a curva de calibração. Com o auxílio de uma seringa previamente lavada, injetou-se a solução até que o último pico calibrado, que é o do sulfato, aparecesse. Em geral, foram gastos ente 0,1 e 1,0 mL de amostra. Em aparelhos modernos, o resultado já sai expresso em mg/L sem necessidade de cálculos adicionais por parte do operador. O limite de quantificação deste método é de 0,01 mg/L para nitrato e 0,001 mg/L para nitrito.

Clorofila *a*: filtraram-se as amostras em filtro de celulose com 0,45 µm de porosidade. O volume filtrado foi aquele necessário à colmatação do filtro, anotando-se este volume para o

cálculo final. Colocaram-se os filtros em 5 mL de solução de acetona a 90% previamente refrigerada, macerando com pistilo e gral até a completa solubilização dos filtros. Depois acrescentaram-se mais 5 mL desta mesma solução de acetona. O produto da maceração foi mantido em temperatura ambiente por um período de 24 h de modo a completar o processo de extração. Todo o processo de extração da clorofila *a*, desde o início durante a fase de filtragem, foi feito em baixa temperatura (4°C) em local escuro para evitar a degradação de pigmento.

Após transcorrido o tempo de extração, centrifugaram-se as amostras e retirou-se o líquido para leitura em espectrofotômetro. A amostra foi lida no comprimento de onda de 665 nm e 750 nm. Depois destas leituras, adicionou-se 1 gota de ácido clorídrico a 0,1 N, esperaram-se 5 min e repetiram-se as leituras nos mesmos comprimentos de onda.

O cálculo da concentração de clorofila foi determinado pela fórmula expressa abaixo:

$$\text{Clorofila } a \text{ } (\mu\text{g/L}) = 26,7 \cdot (ES - EA) \cdot \frac{v}{L \cdot E}$$

na qual:

ES = Abs 665nm – Abs 750 nm antes da acidificação,

EA = Abs 665nm – Abs 750 nm após a acidificação,

*v* = volume do solvente orgânico utilizado (no caso, a acetona),

L = volume filtrado da amostra,

E = espessura (ou caminho óptico) da cubeta utilizada.

Oxigênio dissolvido: para a solução de sulfato manganoso diluíram-se 364g de sulfato manganoso hidratado em água deionizada, filtrar, completando-se o volume para 1000. Para a solução álcali-iodeto-azida dissolveram-se 500 g de hidróxido de sódio e 150 g de iodeto de potássio em 100 mL de água deionizada (o procedimento foi feito em banho de gelo). Acrescentaram-se 10 g de azida sódica diluída em 40 mL de água deionizada. Em campo, coletou-se a amostra de água num frasco de Winkler de 300 mL acrescentando-se 20 gotas da solução álcali-iodeto-azida seguido de 20 gotas da solução de sulfato manganoso. Após tampada, misturou-se por inversão no mínimo 10 vezes. No laboratório, acrescentou-se 1 mL de ácido sulfúrico (PA). O frasco fechado foi misturado por inversão até que todo o precipitado se dissolveu. Transferiram-se para um erlenmeyer 100 mL da amostra e titulou-se com uma solução de tiosulfato de sódio a 0,025 mol/L até o aparecimento de um coloração amarelo-palha (volume teórico). Acrescentaram-se, então, 3 a 5 gotas do indicador amido 1% e foi dado prosseguimento à titulação até o ponto de

viragem da cor azul para incolor (volume prático). A concentração de oxigênio dissolvido foi calculada pela fórmula:

$$\text{Oxigênio dissolvido (mg/L)} = Vg \cdot 2 \cdot fc$$

na qual:

Vg = volume de tiosulfato de sódio gasto na titulação (mL),

fc = fator de correção do tiosulfato de sódio (Volume prático / Volume teórico).

Amônia: colocaram-se 25 mL da amostra em um erlenmeyer de 50 mL e adicionou-se sob agitação 1,0 mL de solução de fenol, 1,0 mL de solução de nitroprussiato de sódio a 0,50% (m/v) e 2,50 mL de solução oxidante. Cobriu-se com parafilm, sendo a amostra deixada em local com pouca luz, com temperatura entre 22° e 27° por cerca de 1 h para que a reação se completasse. Após reação, leu-se em espectrofotômetro com comprimento de onda de 640 nm. Solução de fenol foi feita misturando-se 11,1 mL de fenol líquido ( $\geq 89\%$ ) com etanol (95%) até completar o volume de 100 mL. A solução oxidante foi feita diluindo-se 200 g citrato de sódio e 10 g de hidróxido de sódio em 100 mL de água deionizada. Desta solução, retirou-se uma alíquota de 100 mL a acrescentaram-se 25 mL de solução de hipoclorito de sódio a 5% (m/v).

A curva padrão foi feita com cloreto de amônio diluído concentrações finais entre 100  $\mu\text{g/L}$  e 1000  $\mu\text{g/L}$ . O limite de quantificação deste método é de 100  $\mu\text{g/L}$ .

O fitoplâncton total: foram coletados 100 mL de amostra em campo e preservado com 0,5 mL de lugol. Para preparar o Lugol, dissolveram-se 100 g de iodeto de potássio em 1000 mL de água destilada; adicionaram-se 50,0 g de cristais de iodo e agitou-se até dissolução completa; adicionaram-se 100 g de acetato de sódio. Quando a solução estava próxima da saturação, ela foi decantada para eliminar os possíveis precipitados. A contagem de fitoplâncton foi feita em microscópio invertido utilizando-se 2,0 mL da amostra que foi colocada em câmara de sedimentação de Utermöhl.

A razão N:P foi obtida dividindo-se a concentração do nitrogênio inorgânico total (soma do nitrato + nitrito + amônia) pela concentração de fósforo dissolvido.

Para aferir a validade das leituras do laboratório do GELAB/INEA foram feitas análises das mesmas amostras coletadas nos anos de 2014 e 2015 no campo e no laboratório do NUPEM/UFRJ. Com auxílio de sonda multiparamétrica modelo YSI 6820 V2, foram medidos em campo pH,

oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade elétrica; e, no laboratório do NUPEM/UFRJ, foram determinadas as concentrações dos nutrientes amônia, fósforo total, fósforo dissolvido e nitrogênio inorgânico dissolvido (utilizando-se as mesmas metodologias do INEA, com pequenos ajustes). Os resultados comparados dos dois laboratórios se encontram no apêndice 29.

Aos dados dos parâmetros limnológicos, aplicou-se teste estatístico para verificar se havia diferença significativa entre os quadriênios 1978-1981 e 2012-2015. Também foi aplicado teste estatístico para verificar se havia diferença entre período seco (de abril a setembro) e chuvoso (de outubro a março). Foi utilizado o *unequal variance t-test* já que o número de amostras foi diferente para todos os grupos comparados, sendo que este teste dispensa a premissa de variância homocedástica entre os grupos possuindo menores erros do tipo I e do tipo II que as análises não-paramétricas nas quais o  $n$  total é superior a 30 (RUXTON, 2006; ZAR, 1996). Já os graus de liberdade foram calculados através da equação de Welch-Satterthwaite (MORSEN; STEVENS, 1992). Para o tratamento estatístico foram dispensados os valores com leitura abaixo do limite de detecção da metodologia de quantificação. Todos os cálculos estatísticos foram feitos com auxílio do software Excel 2013® que compõe o Pacote Office ©Microsoft Corporation.

Também aplicou-se aos parâmetros limnológicos análise de Correlação de Pearson para verificar quais variáveis estão significativamente associadas ( $p < 0,05$ ) bem como esta mesma análise para os parâmetros clorofila  $a$ , P dissolvido, P total, nitrato, nitrito, amônia, NID, turbidez, turbidez, MPS e profundidade da coluna d'água correlacionando-os à vazão do Canal da Flecha e à cota da Lagoa Feia (a qual é monitorada por limnógrafo instalada na localidade de Ponta Grossa dos Fidalgos, Campos dos Goytacazes-RJ).

#### 4.6. Cálculo do índice de estado trófico

O índice de estado trófico escolhido para este trabalho foi o de Lamparelli (2004) por ter sido desenvolvido para ecossistemas lênticos tropicais. Este índice utiliza os valores de concentração de clorofila  $a$ , de fósforo total e da transparência do disco Secchi. Contudo, na nossa abordagem, não utilizaremos o parâmetro transparência de Secchi, pois este parâmetro foi estabelecido para reservatórios artificiais com profundidades médias superiores a 4,0 m, enquanto que a Lagoa Feia tem profundidade máxima inferior a 4,0 m; logo, o uso da transparência de Secchi pode gerar distorções no resultado final. Além disto, por recomendação da própria autora

(Lamparelli, comunicação pessoal), a transparência só deve ser utilizada quando há uma relação direta entre o aumento de turbidez e aumento a biomassa fitoplactônica, o que não ocorre nas lagoas costeiras fluminenses que, por serem muito rasas, têm o aumento de turbidez mais associado à ressuspensão de sedimento pela ação do vento e de maré (ALVES, 2003; CRUZ, 2010; KNOPPERS *et al.*, 1999a; MACIEL, 2007; MAROTTA, 2009). Por fim, podemos elucidar que o fósforo é incluído na equação do estado trófico como o componente que “controla” o potencial de eutrofização, enquanto que a clorofila *a* é o componente que mensura a resposta do ambiente. Assim, as duas variáveis fornecem uma relação de causa e efeito sobre o estado trófico de ambientes lacustres.

O índice de estado trófico (IET) dos ambientes lacustres pode ser calculado a partir das equações publicadas por Lamparelli (2004):

$$\text{IET (CL)} = 10 \cdot \left[ 6 - \left( 0,92 - \frac{0,34 \cdot \ln \text{CL}}{\ln 2} \right) \right]$$
$$\text{IET (PT)} = 10 \cdot \left[ 6 - \left( 1,77 - \frac{0,42 \cdot \ln \text{PT}}{\ln 2} \right) \right]$$

Onde:

IET(CL) é o índice de estado trófico de Lamparelli baseado na concentração de clorofila *a* em µg/L (CL); IET (PT) é o índice de estado trófico de Lamparelli baseado na concentração de fósforo total em µg/L (PT).

De acordo com Lamparelli (2004), os valores de IET final são obtidos pela média dos dois IET apontados nas equações acima. A média, então, permite enquadrar o estado trófico do corpo d'água lântico conforme as classificações estabelecidas (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação de índices de estado trófico para sistemas lênticos tropicais segundo Lamparelli (2004).

<b>Nível Trófico</b>	<b>Valor do índice (IET)</b>
<b>Ultraoligotrófico</b>	$IET \leq 47$
<b>Oligotrófico</b>	$47 < IET \leq 52$
<b>Mesotrófico</b>	$52 < IET \leq 59$
<b>Eutrófico</b>	$59 < IET \leq 63$
<b>Supereutrófico</b>	$63 < IET \leq 67$
<b>Hipereutrófico</b>	$IET > 67$

## **5. RESULTADOS**

### **5.1. Mapeamento do uso da terra na bacia hidrográfica da Lagoa Feia**

As Figuras 6, 7 e 8 são os produtos cartográficos relativo ao mapeamento da área cultivada de cana-de-açúcar no ano de 1981 e do uso da terra dos anos de 1984 e 2015. A área ocupada com canaviais em 1981, conforme levantamento do Projir, era de aproximadamente 44.552 ha ou 12,57% da área desta bacia hidrográfica (Figura 6).

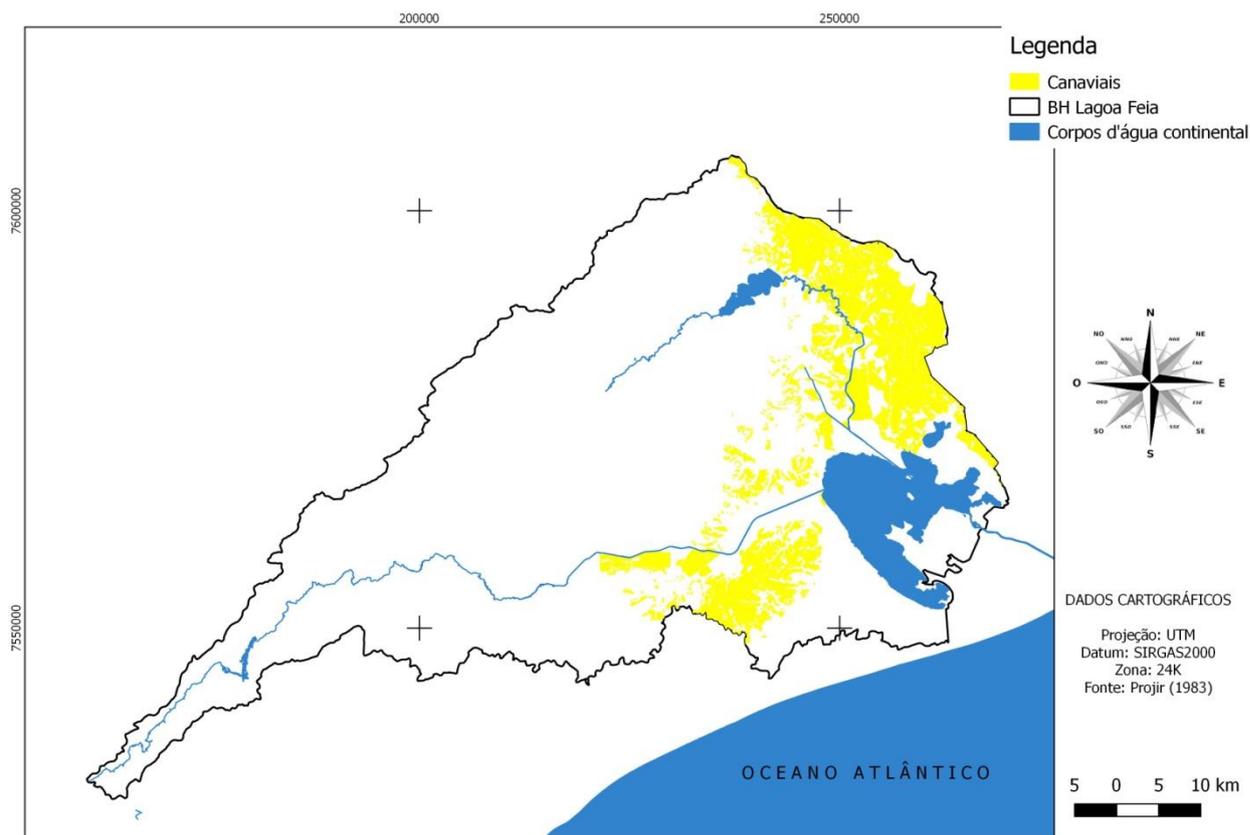


Figura 6: Mapa das áreas de cultivo de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica da Lagoa Feia, no ano de 1981, baseado nas áreas de cavanaviais mensuradas pelo PROJIR e nos corpos d'água mapeados pelo IBGE dentro dos limites da bacia hidrográfica da Lagoa Feia.

Comparando-se a Figura 6 com a 7 (a), é possível perceber que a localização espacial dos canaviais é mesma das áreas de cultura temporária. Além disto, a área dos canaviais equivale a 77,0% das áreas de cultura temporária, o que mostra que a cana-de-açúcar ocupa a maior área dentre as culturas temporárias da bacia hidrográfica da Lagoa Feia conforme já mostraram os dados censitários do IBGE (1983 e 2012) o que nos permite validar o método de classificação automática supervisionada de imagens de satélite utilizado neste trabalho.

Conforme pode ser observado na Figura 7, a área mapeada de cultura temporária sofreu uma redução entre os anos de 1984 e 2015. Esta redução foi de 18.798 ha ou, em termos percentuais, 5,31% da área da bacia hidrográfica deixou de ser recoberta por culturas temporárias, dentre as quais majoritariamente predomina a cana-de-açúcar. Contudo, em termos de distribuição espacial, este uso da terra continuou predominando em lugares mais próximos a Lagoa Feia e sobre o terreno aluvial da baixada campista.

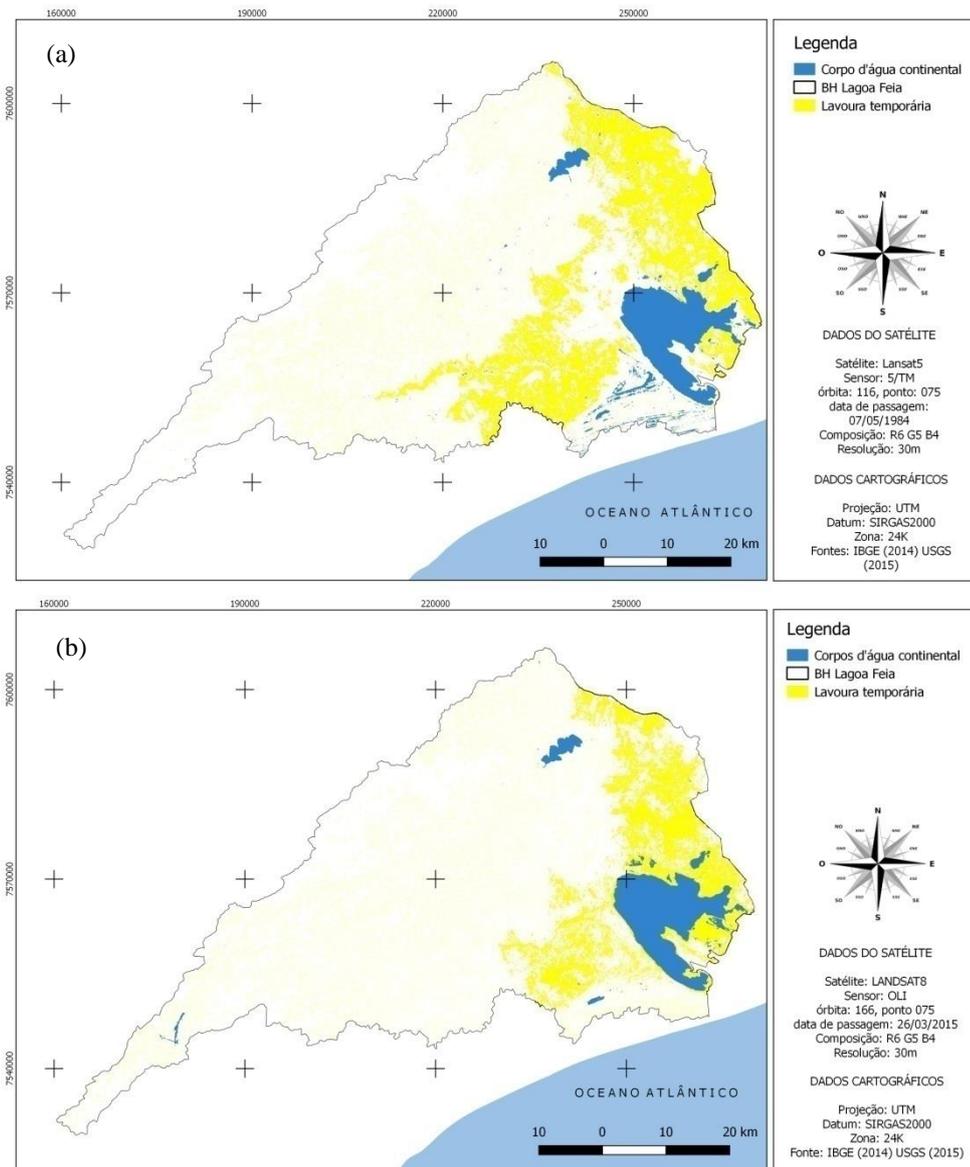


Figura 7: Mapa das áreas de cultura temporária nos anos de 1984 (a) e 2015 (b), baseado obtidos a partir de classificação automática supervisionada de imagens de satélite.

Considerando que houve uma redução na área plantada de cultura temporária entre os anos de 1984 e 2015, as Figuras 8 e 9 mostram como ficou distribuição do uso da terra neste intervalo de tempo. A análise dos mapas (Figuras 8 e 9) revela que o uso da terra preponderante na bacia hidrográfica da Lagoa Feia é a pastagem, seguida da cobertura florestal, da cultura temporária e espelho d'água. Os demais usos da terra (área descoberta, corpos d'água continental, área urbanizada e cultura permanente) representam menos de 9,0% da área da bacia hidrográfica. A pastagem teve um ganho real de área de 11.346 ha entre 1984 e 2015, o que significa que 3,2% da área da bacia passaram a servir de pasto para gado. A cobertura florestal e corpos d'água continentais tiveram pouca variação de área no período comparado. A área urbanizada teve

aumento de 28,3% em sua área, áreas descobertas tiveram aumento de 103%, enquanto que a cultura permanente teve aumento de 276% em sua área. Pelo mapeamento realizado, é possível determinar que 60,4% das áreas perdidas de culturas temporárias viraram pastagem, sendo que o restante se converteu em área descoberta, áreas urbanas, lavoura permanente e silvicultura. Estes resultados em conjunto mostram que a mudança de uso da terra mais expressiva para esta bacia hidrográfica foi a substituição de área de cultura temporária, principalmente a cana-de-açúcar, por pastagem.

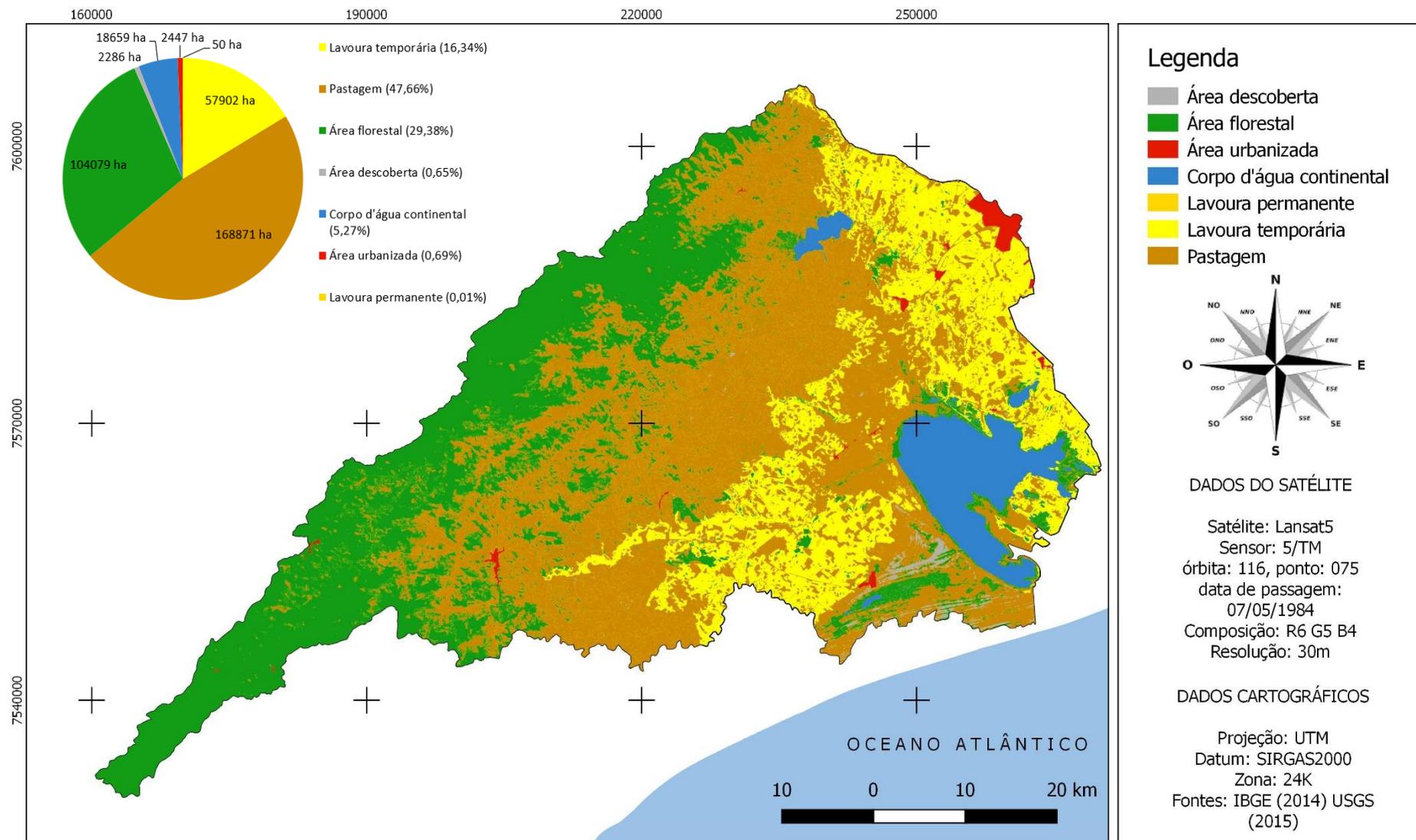


Figura 8: Mapa de usos da terra da bacia hidrográfica da Lagoa Feia obtidos a partir de classificação automática supervisionada de imagens de satélite do ano de 1984.

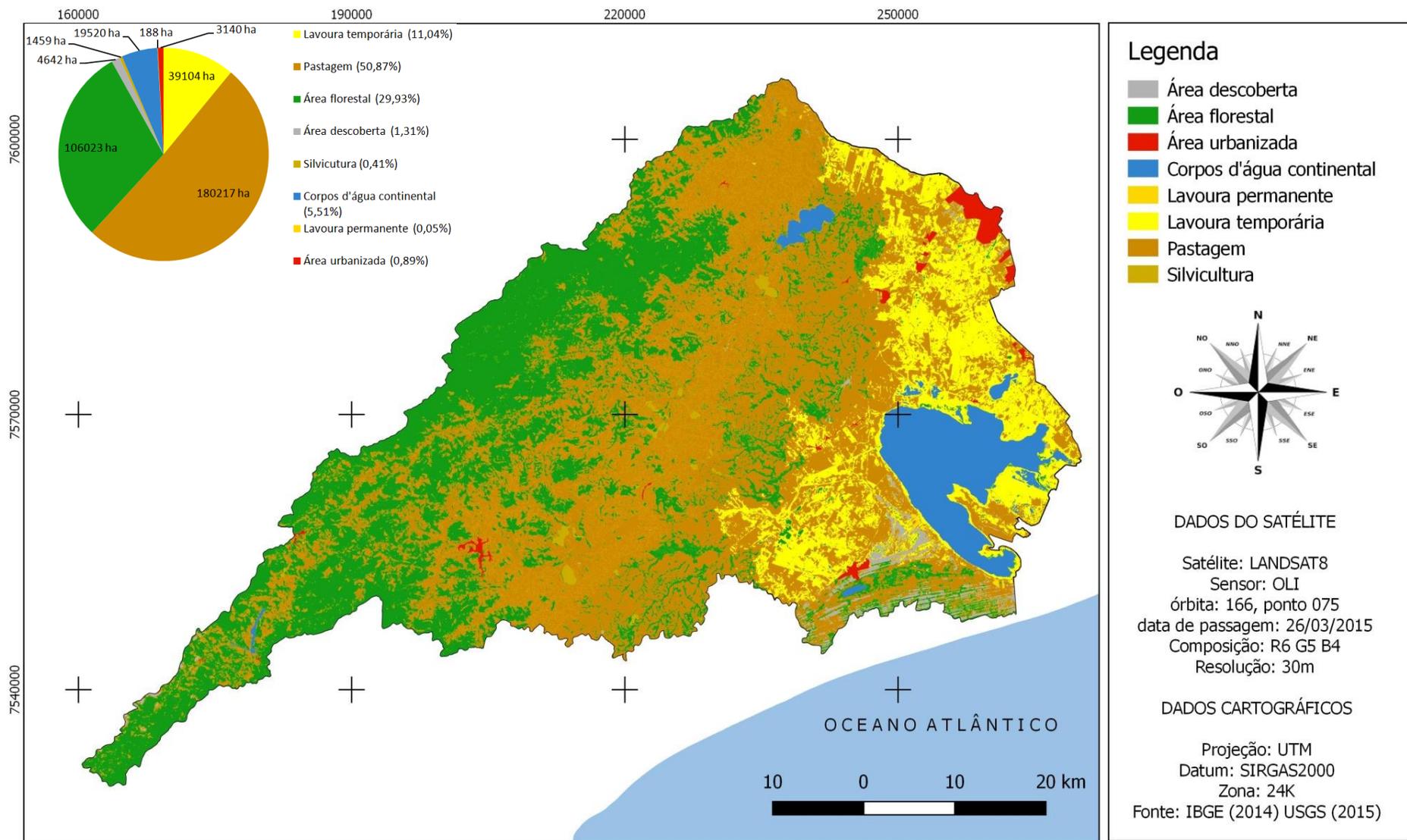


Figura 9: Mapa de usos da terra da bacia hidrográfica da Lagoa Feia obtidos a partir de classificação automática supervisionada de imagens de satélite do ano de 2015.

## 5.2. Estimativa do aporte de N e P por fontes naturais e antrópicas para a Lagoa Feia

Considerando as mudanças no uso da terra mostradas no subitem anterior, principalmente a redução da área de culturas temporárias, que é majoritariamente constituída de cana-de-açúcar, calculou-se o quanto que houve de redução de emissão de nutrientes oriundos dos canaviais na bacia hidrográfica da Lagoa Feia (Figura 10). Dos canaviais desta bacia hidrográfica no período de 1978-1981, foram emitidos 2754 t/ano de N e 203 t/ano de P. Já para o período de 2012-2015, a emissão foi de 2067 t/ano e 152 t/ano respectivamente. Assim, houve uma redução de emissão de 687 t/ano de N e 51 t/ano de P o que equivale, em termos percentuais, a uma redução de aproximadamente 25%.

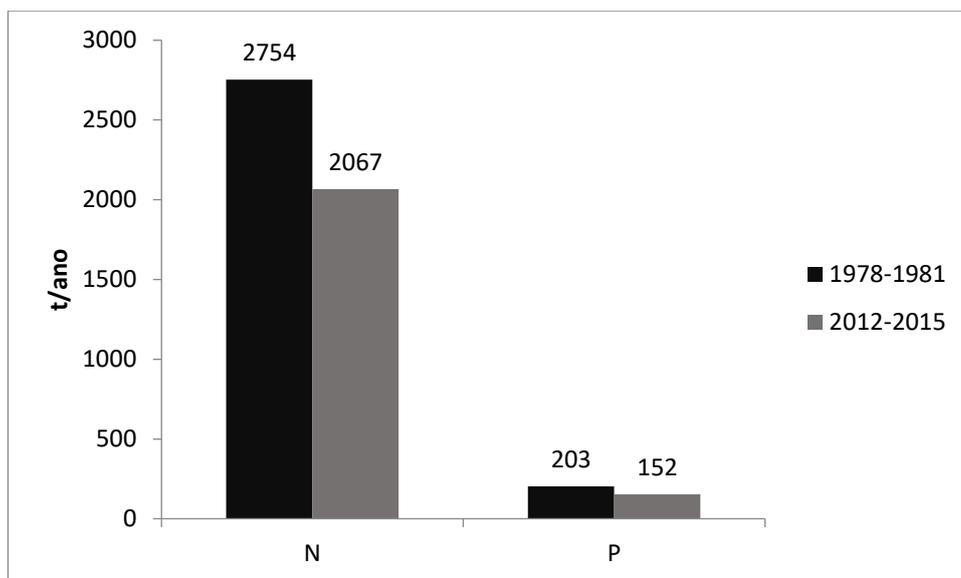


Figura 10: Estimativa do aporte de N e P oriundos dos canaviais da bacia hidrográfica da Lagoa Feia nos dois períodos abordados neste estudo.

Considerando a diminuição da emissão de N e P devido à redução da área de cultivo da cana-de-açúcar, a Tabela 2 mostra através do cálculo dos fatores de emissão a importância relativa desta atividade. Por estes dados, podemos inferir que, em relação à agricultura, a cana-de-açúcar é a principal cultura na emissão de nutrientes (respondendo por mais de 90% das emissões agrícolas), aumentando sua participação nesta emissão com o tempo (aumento de 1,49% para N e 2,86% para P). Com relação ao total, o percentual de participação nas emissões oriundas da cana-de-açúcar diminuiu com o tempo, sendo esta diminuição mais expressiva para

N (queda de 8,1%) — nutriente este em que a cana-de-açúcar tem maior contribuição relativa — e menos expressiva no P (queda de 2,9%).

Tabela 2: Estimativa de carga absoluta (t/ano) e relativa (% do total da emissão) de N e P para a Lagoa Feia a partir de fontes naturais (*runoff* dos solos e deposição atmosférica) e antrópicas (agricultura, pecuária, efluentes sanitários, resíduos sólidos e *runoff* urbano) localizadas na bacia hidrográfica nos períodos de 1978-1981 e 2013-2015. O hífen indica que o parâmetro não foi determinado.

Fontes	N		P	
	1978-1981	2012-2015	1978-1981	2012-2015
<b>Runoff de solos</b>	452 (9,30%)	453 (10,6%)	7,73 (<1%)	7,73 (<1%)
<b>Deposição atmosférica</b>	51,6 (1,10%)	56,24 (1,30%)	3,63 (<1%)	3,92 (<1%)
<b>Total de fontes naturais</b>	503,6 (10,3%)	508,7 (11,9%)	11,4 (<1%)	11,7 (<1%)
<b>Agricultura</b>	2814 (57,8%)	2081 (48,7%)	226 (15,3%)	164 (11,7%)
<b>Pecuária</b>	968 (19,9%)	855 (20,0%)	990 (66,8%)	861 (61,4%)
<b>efluentes sanitários</b>	582 (11,9%)	818 (19,2%)	254 (17,1%)	365 (26,0%)
<b>resíduos sólidos</b>	0,25 (<1%)	0,34 (<1%)	-	-
<b>runoff urbano</b>	4,13 (<1%)	5,65 (<1%)	0,84 (<1%)	0,84 (<1%)
<b>Total de fontes antrópicas</b>	4368 (89,7%)	3760 (88,1%)	1471 (99,2%)	1391 (99,1%)
<b>Total final</b>	4872	4269	1482	1403
<b>Cana-de-açúcar</b>	2753 (56,5%)	2067 (48,4%)	203 (13,7%)	152 (10,8%)

Conforme se observa na Tabela 2, houve uma redução tanto na emissão total de N (redução de 754 t/ano) quanto de P (redução de 80 t/ano) entre os dois períodos comparados. A fonte que sofreu maior redução na emissão de N foi a agricultura (redução de 733 t/ano), sendo também esta a principal fonte deste nutriente, ficando a pecuária em segundo lugar. Já para o P, a fonte com maior redução em sua emissão foi a pecuária (redução de 129 t/ano), sendo esta a principal fonte deste nutriente, seguida dos efluentes sanitários. Destacamos que para ambos os nutrientes analisados, houve redução entre os períodos comparados no aporte oriundo da agricultura e pecuária, mas ocorreu aumento no aporte oriundo dos efluentes sanitários. Em ambos os períodos analisados, as emissões antrópicas responderam por cerca de 89% da emissão total de N e 99% da emissão total de P.

A emissão média de N e P por fontes naturais para a Lagoa Feia é muito similar nos dois períodos analisados, já que os solos da bacia são um componente fixo do sistema e a precipitação pluviométrica média destes períodos foi muito próxima (779 mm/ano no primeiro quadriênio e 858 mm/ano no segundo quadriênio). Dentre as fontes naturais, a que contribui com o maior aporte de nutrientes foi o *runoff* de solos.

### 5.3. Fluxo e balanço de N e P entre a bacia hidrográfica, a Lagoa Feia e a zona costeira

Para facilitar a compreensão dos dados apresentados neste item, ele foi dividido em três subitens: o primeiro comparando-se os fluxos e balanço de nutriente entre os quadriênios 1978-1981 e 2012-2015, o segundo comparando-se os fluxos e balanço de nutrientes entre os períodos seco e chuvoso e o terceiro mostrando as vazões do Rio Ururaí e Macabu no tempo, bem como as médias de vazão destes afluentes e do Canal da Flecha nos períodos seco e chuvoso.

#### *5.3.1. Fluxo e balanço de N e P por quadriênio*

Considerando as mudanças no uso da terra da bacia da Lagoa Feia e as alterações nas emissões de N e P por processos naturais e fontes antrópicas desta bacia, neste subitem descreveremos o quanto da carga emitida é transferida pelos rios afluentes para a Lagoa Feia. Primeiramente estão expostos abaixo os valores de concentração de N e P e vazão dos rios afluentes da Lagoa Feia no período 1979 a 1981 (Figura 11), e depois os parâmetros para estes rios mais o Canal da Flecha para o período 2012 a 2015 (Figura 12). Em seguida, são apresentados os resultados do balanço (Tabelas 3 e 4).

No período de 1979 a 1981, observa-se que a concentração de N tende a ser maior no Rio Macabu que no Rio Ururaí (no Rio Macabu, os valores variam entre 0,11 mg/L e 0,39 mg/L e, no Rio Ururaí, entre 0,05 e 0,45 mg/L). Já a concentração de P tem picos alternados entre estes dois rios tendo uma faixa de variação bem parecida entre eles (no Rio Macabu, os valores variam entre <0,01 mg/L e 0,66 mg/L e, no Rio Ururaí, entre 0,02 e 0,52 mg/L). Já com relação à vazão, há uma diferença notável entre estes afluentes da Lagoa Feia, pois o Rio Ururaí relevou que sempre possuía maiores vazões que o Rio Macabu, sendo a faixa de variação do primeiro de 7,8 m<sup>3</sup>/s a 34,3 m<sup>3</sup>/s e do segundo de 3,11 m<sup>3</sup>/s a 12,7 m<sup>3</sup>/s (Figura 11).

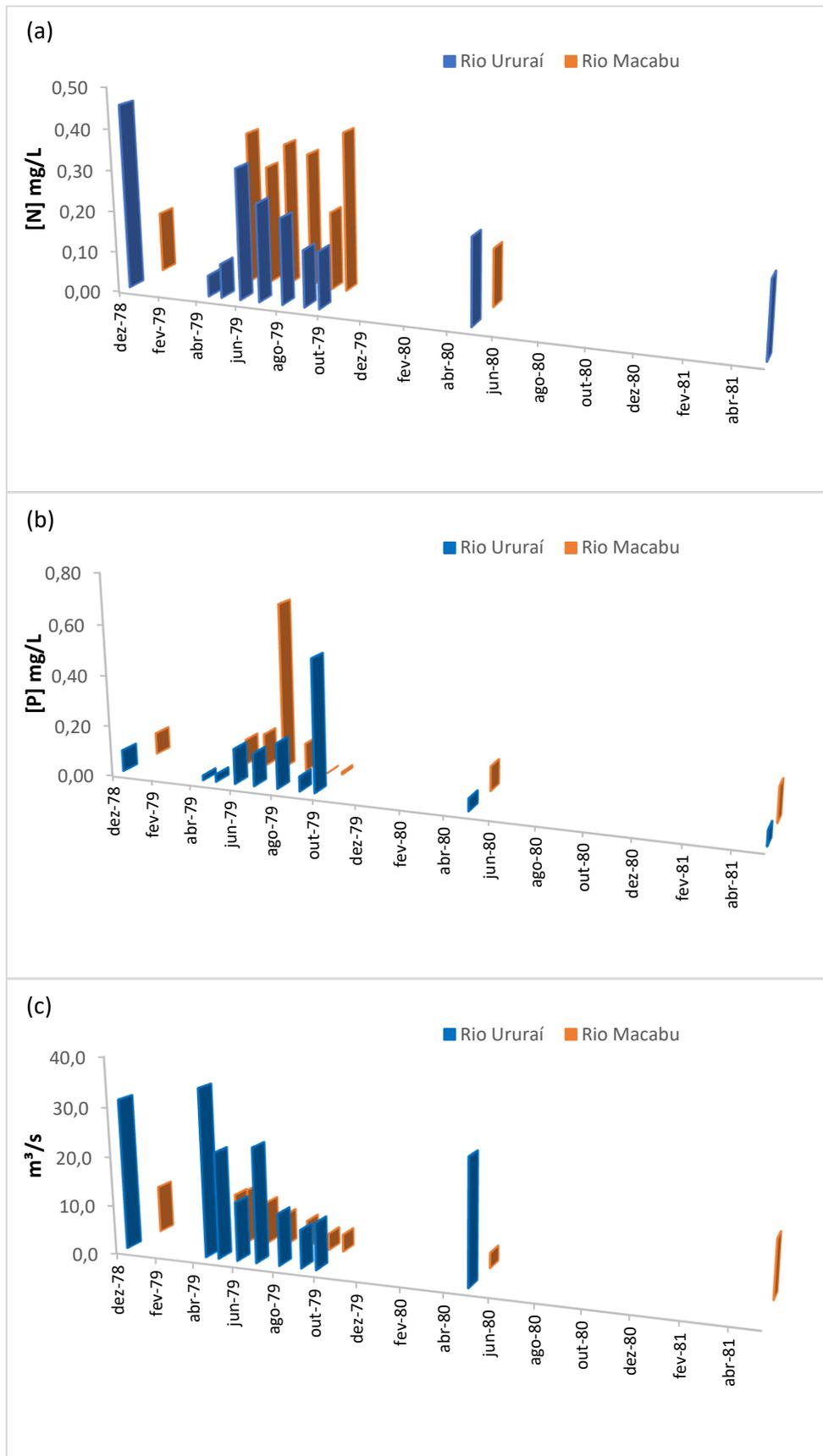


Figura 11: Concentração de N (a), concentração de P (b) e vazão (c) nos rios Ururaí e Macabu entre os anos de 1979 e 1981.

Pela observação dos resultados do quadriênio 2012 a 2015 (Figuras 12, 13 e 14), verifica-se que as concentrações de N e P tendem a seguir a seguinte ordem decrescente entre os corpos d'água analisados: Canal da Flecha > Rio Macabu > Rio Ururaí. A faixa de variação destes cursos d'água para [N] é de <0,01 a 0,29 mg/L para o Rio Ururaí, <0,01 a 1,23 mg/L para o Rio Macabu, 0,07 a 3,32 mg/L para o Canal da Flecha. Já para a [P] a variação é de <0,01 mg/L a 0,11 mg/L no Rio Ururaí, <0,01 a 0,35 mg/L para o Rio Macabu, 0,02 mg/L a 0,35 mg/L para o Canal da Flecha.

Quanto à vazão, observamos que o rio Ururaí tem vazão maior que o Macabu, enquanto a vazão do Canal da Flecha, na maior parte do tempo, é igual a zero devido ao fato de suas comportas ficarem quase que permanentemente fechadas, principalmente a partir do ano de 2014. A faixa de variação da vazão destes corpos d'água é de 26,8 a 124 m<sup>3</sup>/s para o Rio Ururaí, 1,5 a 15,4 m<sup>3</sup>/s para o Rio Macabu e 0,0 a 154 m<sup>3</sup>/s para o Canal da Flecha. Nos rios afluentes, a concentração de nutrientes se mantém estável com pequenas flutuações ao longo do tempo; já no Canal da Flecha, após o fechamento de suas comportas (vazão igual a zero), a concentração de nutrientes tendeu a aumentar.

Comparando-se o resultado dos períodos de 1978 – 1981 com 2012 – 2105, observa-se que os valores de concentração de N e P se mantêm na mesma ordem de grandeza nos afluentes da Lagoa Feia, com uma tendência de maiores concentrações de nutrientes no Rio Macabu. Já a vazão é sempre maior no Rio Ururaí que no Rio Macabu em ambos os períodos analisados.

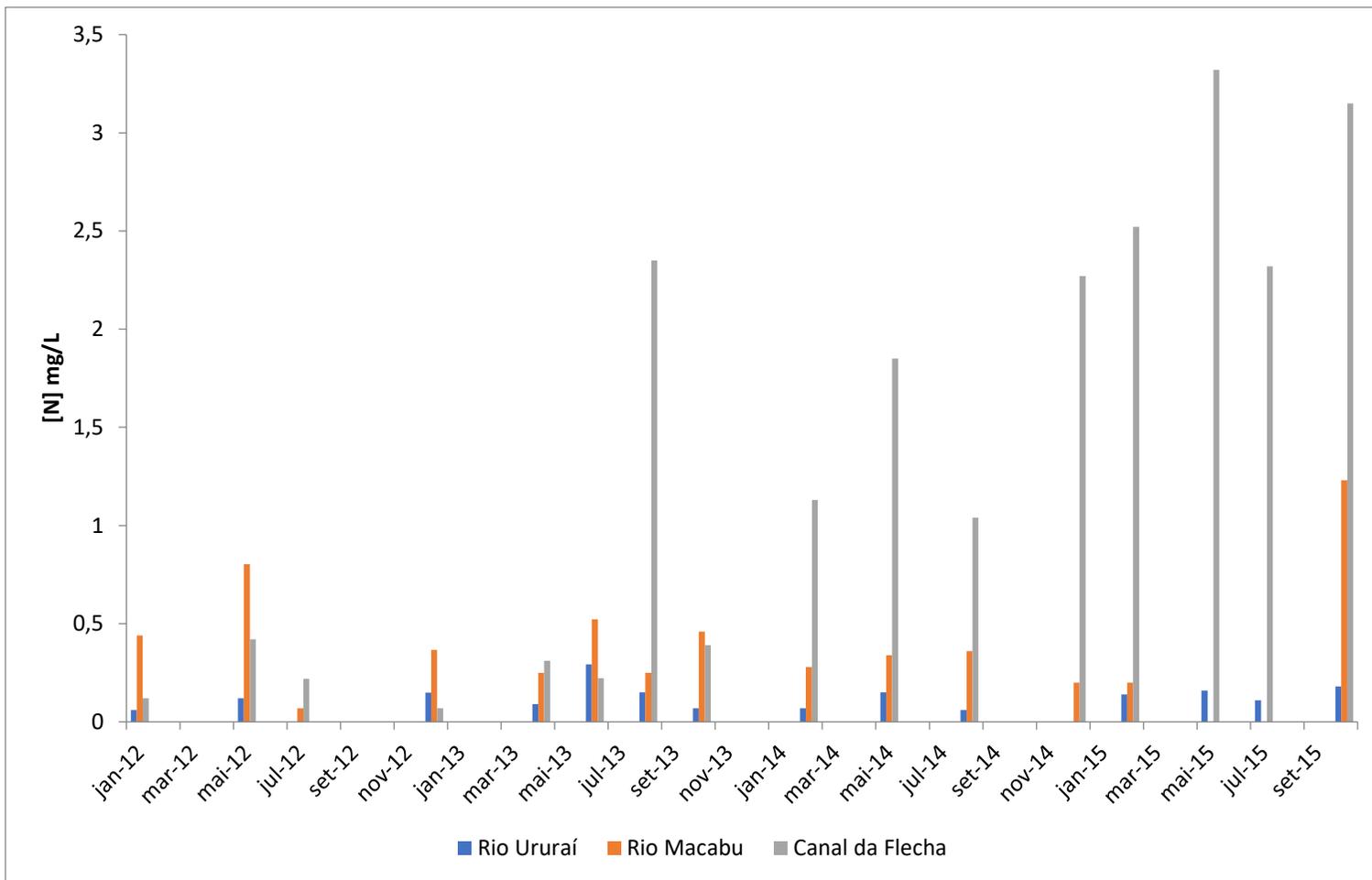


Figura 12: Concentração de N nos rios Ururaí e Macabu e no Canal da Flecha entre os anos de 2012 e 2015.

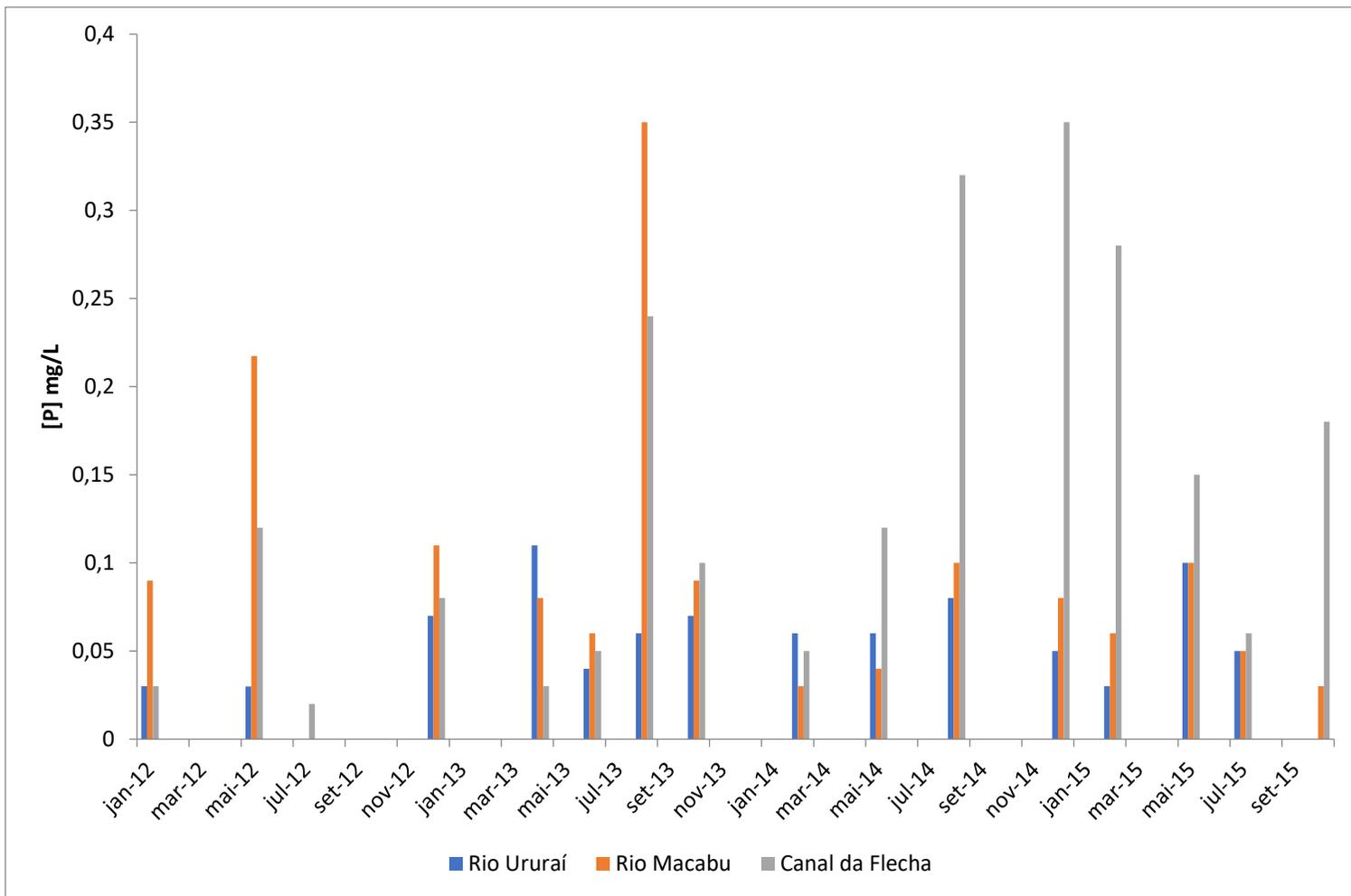


Figura 13: Concentração de P nos rios Ururaí e Macabu e no Canal da Flecha entre os anos de 2012 e 2015.

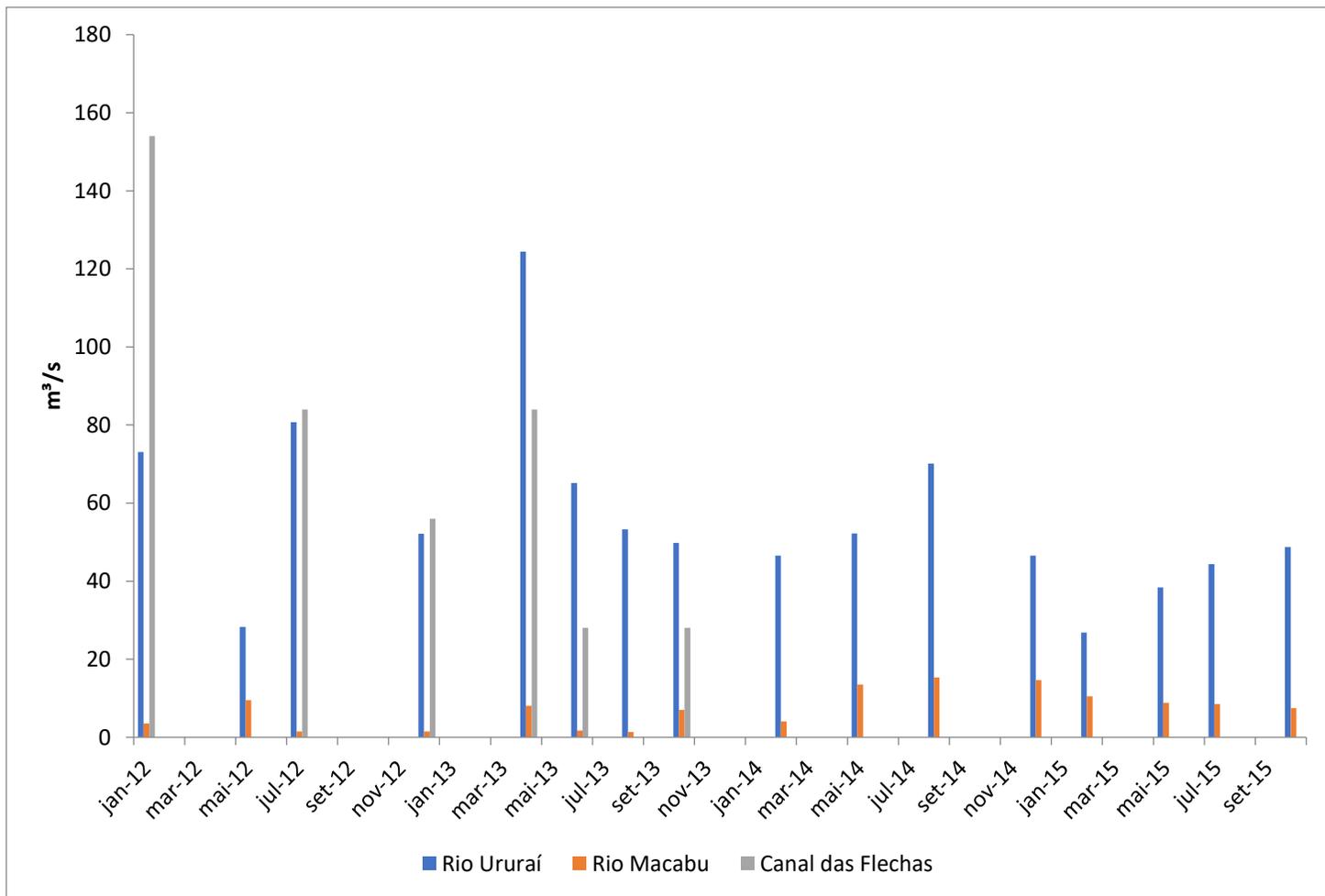


Figura 14: Vazão dos rios Ururaí e Macabu e do Canal da Flecha entre os anos de 2012 e 2015.

Apesar de não terem sido encontrados os dados relativos à abertura das comportas do Canal da Flecha no período de 1978 a 1981, com base na vazão e concentração de nutrientes dos rios Ururaí e Macabu, foi possível calcular o fluxo destes afluentes para a Lagoa Feia. Conforme se observa na Tabela 3, o Rio Ururaí possui maiores fluxos médios de nutrientes que o Rio Macabu no período de 1979 a 1981. Apesar de as Figuras 11, 12 e 13 mostrarem que em termos de concentração de nutrientes o Rio Macabu tende a ter maiores valores, no quesito fluxo, o principal aportador para a Lagoa Feia é o Rio Ururaí, já que ele possui maiores vazões e, portanto, maior capacidade de transporte. O aporte anual dos rios (somatório dos dois rios) para a Lagoa Feia neste período foi de 178 t/ano de N e 87,0 t/ano de P.

Tabela 3: Fluxo instantâneo em g/s de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID = nitrato + nitrito + amônia) e de fósforo total (PT) calculados para o Rio Ururaí e Rio Macabu nos anos de 1979 a 1981. ND: fluxo não calculado devido ao fato de a concentração de nutriente no rio estar abaixo do limite de detecção do método. O hífen indica que o parâmetro não foi determinado.

	<b>NID</b>	<b>PT</b>	
<b>Rio Ururaí</b>	12/12/1978	13,9	2,62
	17/04/1979	1,78	0,69
	07/05/1979	1,82	0,65
	05/06/1979	3,85	1,68
	04/07/1979	5,64	3,04
	08/08/1979	2,24	1,91
	10/09/1979	1,09	0,47
	02/10/1979	1,33	4,95
	06/05/1980	5,36	1,27
	18/02/1981	ND	ND
	20/05/1981	ND	ND
média	4,11	1,92	
<b>Rio Macabu</b>	12/12/1978	-	-
	17/04/1979	1,61	0,95
	07/05/1979	0,95	0,43
	05/06/1979	2,36	0,64
	04/07/1979	1,64	0,74
	08/08/1979	1,20	2,26
	10/09/1979	1,17	0,39
	02/10/1979	0,60	ND
	06/05/1980	ND	ND
	18/02/1981	2,39	0,06
	20/05/1981	1,82	1,26
média	1,53	0,84	

Diferentemente do período citado anteriormente, entre os anos de 2012 a 2015 foi possível calcular o balanço de nutrientes da Lagoa Feia já que o INEA possui e disponibilizou para este trabalho os dados da abertura das comportas do Canal da Flecha. Antes, no entanto, de falarmos do balanço, é necessário destacar que o aporte anual dos afluentes para a Lagoa Feia nesse período foi de 311 t/ano de N e 134 t/ano de P.

Conforme se observa, nas Tabelas 4 e 5, o balanço global de nutrientes na Lagoa Feia é negativo (-106 t/ano de NID e -84,4 t/ano de P), revelando que a entrada de nutrientes na lagoa pelo aporte dos rios é maior que a saída para o mar pelo Canal da Flecha. Da mesma forma como relatado para o período de 1978 – 1981, no período de 2012 – 2015 o rio Ururáí, apesar de ter menor concentração de nutrientes em suas águas, é o que mais aporta N (6,87 g/s) e P (3,6 g/s) para a Lagoa Feia devido ao fato de possuir maior vazão. O fluxo instantâneo médio de N e P do rio Macabu é respectivamente de cerca de 56% e 82% menor que o fluxo do rio Ururáí. O balanço de nutrientes da Lagoa Feia variou numa faixa de +18,4 a -17,9 g/s para N e de +2,11 a -7,15 g/s para o P; sendo o balanço médio anual de N de -106 t/ano e de P de -84,4 t/ano.

Tabela 4: Balanço de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID = nitrato + nitrito + amônia) calculado na Lagoa Feia a partir da entrada pelos seus afluentes (Rio Ururaí e Rio Macabu) e seu defluente (Canal da Flecha) nos anos de 2012 a 2015. Valores negativo indicam retenção e valores positivos indicam exportação. ND: Não detectável.

	Fluxo instantâneo NID (g/s)			Balanço NID (g/s)
	Rio Ururaí	Rio Macabu	Canal da Flecha	
<b>19/01/2012</b>	4,38	1,56	18,5	+12,5
<b>10/05/2012</b>	3,39	7,63	0,00	-11,0
<b>10/07/2012</b>	ND	0,11	18,5	+18,4
<b>12/12/2012</b>	7,77	0,55	3,92	-4,40
<b>14/04/2013</b>	11,2	2,00	26,1	+12,9
<b>26/06/2013</b>	19,1	0,92	6,22	-13,8
<b>21/08/2013</b>	8,00	0,33	0,00	-8,33
<b>16/10/2013</b>	3,49	3,24	10,9	+4,19
<b>11/02/2014</b>	3,26	1,13	0,00	-4,39
<b>28/05/2014</b>	7,83	4,60	0,00	-12,4
<b>27/08/2014</b>	4,21	5,53	0,00	-9,74
<b>03/12/2014</b>	ND	2,94	0,00	-2,94
<b>11/02/2015</b>	3,75	2,10	0,00	-5,85
<b>27/05/2015</b>	6,15	ND	0,00	-6,15
<b>29/07/2015</b>	4,88	ND	0,00	-4,88
<b>20/10/2015</b>	8,77	9,18	0,00	-17,9
<b>Média</b>	6,87	2,99	5,26	-3,37
<b>Balanço médio anual de NID (t/ano)</b>				-106

Tabela 5: Balanço de fósforo total (PT) calculado na Lagoa Feia a partir da entrada pelos seus afluentes (Rio Ururaí e Rio Macabu) e seu defluente (Canal da Flecha) nos anos de 2012 a 2015. Valores negativo indicam retenção e valores positivos indicam exportação. ND: Não detectável.

	Fluxo instantâneo de PT (g/s)			Balanço PT (g/s)
	Rio Ururaí	Rio Macabu	Canal da Flecha	
19/01/2012	2,19	0,32	4,62	+2,11
10/05/2012	0,84	2,07	0,00	-2,91
10/07/2012	ND	ND	1,68	+1,68
12/12/2012	3,65	0,17	4,48	+0,67
14/04/2013	13,68	0,64	2,52	-11,8
26/06/2013	2,61	0,11	1,40	-1,31
21/08/2013	3,20	0,47	0,00	-3,66
16/10/2013	3,49	0,63	2,80	-1,32
11/02/2014	2,79	0,12	0,00	-2,91
28/05/2014	3,13	0,54	0,00	-3,67
27/08/2014	5,61	1,54	0,00	-7,15
03/12/2014	2,33	1,18	0,00	-3,50
11/02/2015	0,80	0,63	0,00	-1,43
27/05/2015	3,84	0,89	0,00	-4,73
29/07/2015	2,22	0,43	0,00	-2,65
20/10/2015	ND	0,22	0,00	-0,20
<b>média</b>	3,60	0,66	1,09	-2,68
<b>Balanço médio anual de PT (t/ano)</b>				<b>-84,4</b>

Comparando-se os valores de fluxo instantâneo médios de NID e P total do quadriênio 1978-1981 com o quadriênio 2012-2015 contidos nas Tabelas 3, 4 e 5, verificou-se, por meio de análise estatística, que não houve diferença significativa em nenhum dos casos, ou seja, o fluxo de nutrientes que são aportados à Lagoa Feia através destes rios é o mesmo nos dois períodos comparados (Tabela 6).

Tabela 6: Comparação entre resultados de fluxo instantâneo de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) e fósforo total entre os quadriênios 1978-1981 e 2012-2015. DP = desvio-padrão, GL = graus de liberdade, p = probabilidade de erro do tipo I do resultado do Teste T. Em azul está o único valor de p obtido através do teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Conforme se observa, não houve diferença significativa em nenhuma das comparações feitas ao nível de significância de 5%.

		NID				P total			
		Média (g/s)	desvio-padrão (g/s)	graus de liberdade	p	Média (g/s)	desvio-padrão (g/s)	graus de liberdade	p
<b>Rio Ururá</b>	1978-1981	4,11	4,04	21	0,14	1,92	1,44	21	0,15
	2012-2015	6,87	4,29			3,60	3,15		
<b>Rio Macabu</b>	1978-1981	1,53	0,61	21	0,45	0,84	0,68	21	0,51
	2012-2015	2,99	2,80			0,66	0,56		

### 5.3.2. Fluxo e balanço agrupados por período seco e chuvoso

Após verificados os fluxos e balanço por quadriênio, passamos a analisar estes mesmos fluxos agrupados por período seco e chuvoso, assim como analisaremos o balanço entre os anos de 2012 a 2015 agrupados da mesma forma.

Conforme se observa na Figura 15 e 16, os fluxos tanto de NID como de P total do Rio Ururaí são maiores na média que os do Rio Macabu. Para o fluxo de NID do Rio Ururaí no período chuvoso, a média, valor mínimo e máximo são 5,2; <0,48; 13,9 e para o período seco foram 1,1; <0,8; 19,1. Já para o Rio Macabu, o fluxo de NID, no período chuvoso, tem a média, valor mínimo e máximo de 2,6; 0,60; 9,2 respectivamente, enquanto no período seco estes valores são de 2,0; <0,09; 5,5 respectivamente.

Para o fluxo de P total do Rio Ururaí, no período chuvoso, a média, valor mínimo e máximo são 2,5; <0,49 – 5,0 e para o período seco foram 2,8; <0,8 – 13,7. Já para o Rio Macabu, o fluxo de P total, no período chuvoso, tem a média, valor mínimo e máximo de 0,06; <0,03 – 1,18 respectivamente, enquanto no período seco estes valores são de 0,8; <0,02 – 2,26 respectivamente.

Conforme se observa na Tabela 7, não há diferença significativa entre os fluxos de NID e P total entre os períodos seco e chuvoso tanto para o Rio Macabu quanto para o Rio Ururaí.

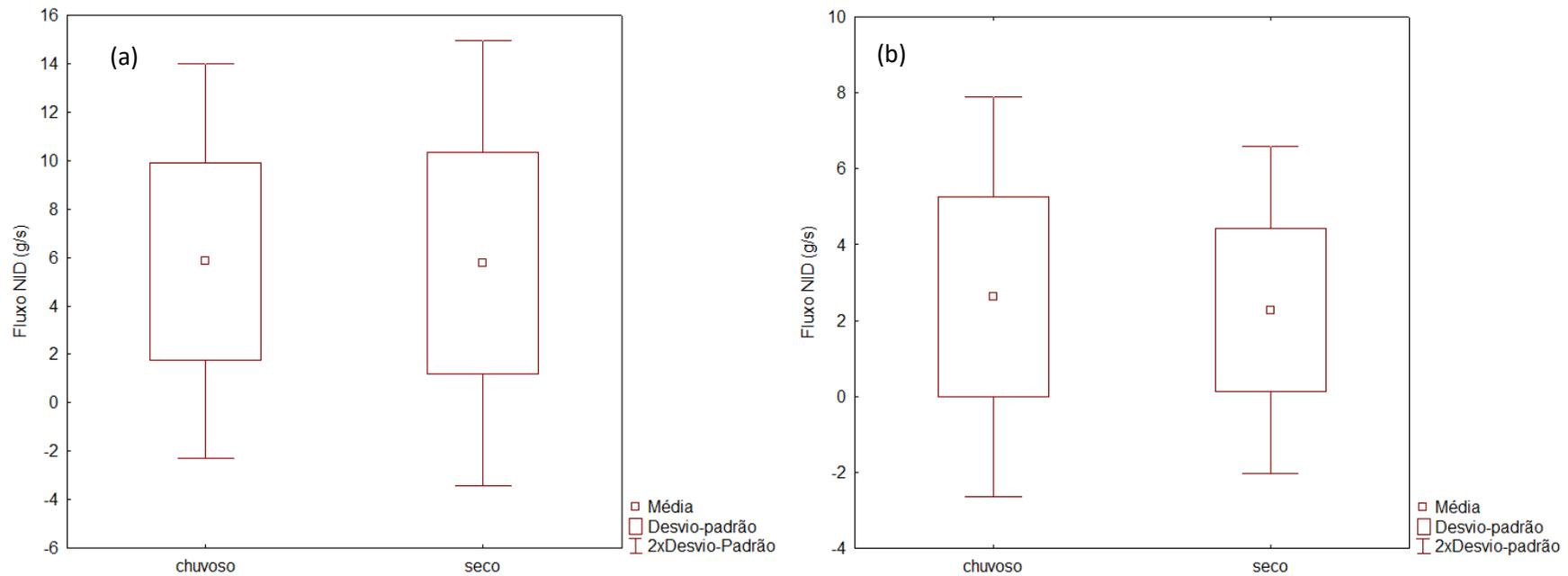


Figura 15: Variação dos fluxos instantâneos de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) dos rios Ururá (a) e Macabu (b) calculados entre os anos de 1978 e 2015 comparados entre os períodos chuvoso e seco. Não há diferença significativa entre as médias dos períodos comparados em nenhum dos rios pelo teste *unpaired Student's test-t* ( $p < 0,05$ ).

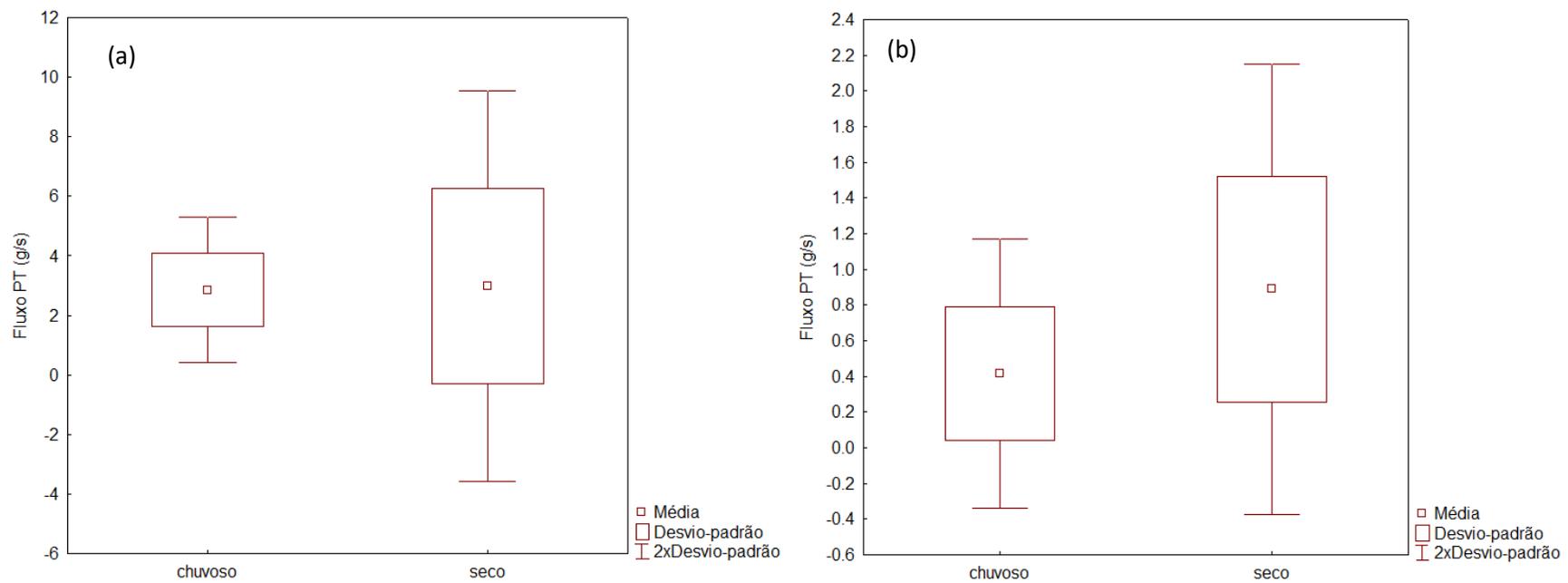


Figura 16: Gráficos de distribuição dos fluxos instantâneos de P total (PT) dos rios Ururaí (a) e Macabu (b) calculados entre os anos de 1978 e 2015 comparadas por período chuvoso e seco. Não há diferença significativa entre as médias dos períodos comparados em nenhum dos rios pelo teste *unpaired Student's test-t* ( $p < 0,05$ ).

Tabela 7: Comparação entre resultados de fluxo instantâneo de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) e fósforo total (P total) entre os períodos seco e chuvoso. DP = desvio-padrão, GL = graus de liberdade, p = probabilidade de erro do tipo I do resultado do Teste T. Conforme se observa, não houve diferença significativa em nenhuma das comparações feitas ao nível de significância de 5%.

		NID				P total (g/s)			
		Média (g/s)	desvio-padrão (g/s)	graus de liberdade	p	Média (g/s)	desvio-padrão (g/s)	graus de liberdade	p
<b>Rio Ururá</b>	Período chuvoso	5,83	4,07	21	0,975	2,85	1,22	21	0,911
	Período seco	5,77	4,59			2,99	3,28		
<b>Rio Macabu</b>	Período chuvoso	2,63	2,63	21	0,727	0,42	0,38	21	0,067
	Período seco	2,28	2,15			0,89	0,63		

O balanço de NID e P total na Lagoa Feia indica mais retenção no período seco (-122,81 t/ano e -126,89 t/ano respectivamente) que no período chuvoso (-85,0 t/ano e -29,8 t/ano respectivamente). Todavia, destaca-se que o balanço de ambos os períodos é negativo, mostrando que a entrada de nutrientes nesta lagoa é maior que a saída (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8: Balanço de fósforo total (PT) e nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) no período seco calculados na Lagoa Feia a partir da entrada pelos seus afluentes (Rio Ururaí e Rio Macabu) e seu defluente (Canal da Flecha) nos anos de 2012 a 2015. Valores negativos indicam retenção e valores positivos indicam exportação. ND: Não detectável.

	Fluxo instantâneo NID (g/s)			Balanço NID (g/s)
	Rio Ururaí	Rio Macabu	Canal da Flecha	
10/05/2012	3,39	7,63	0,00	-11,0
10/07/2012	ND	0,11	18,5	18,4
17/04/2013	11,2	2,00	26,1	12,9
26/06/2013	19,1	0,92	6,22	-13,8
21/08/2013	8,00	0,33	0,00	-8,3
28/05/2014	7,83	4,60	0,00	-12,4
27/08/2014	4,21	5,53	0,00	-9,7
27/05/2015	6,15	ND	0,00	-6,1
29/07/2015	4,88	ND	0,00	-4,9
média	8,09	3,02	5,65	-3,9
Transporte médio anual (t/ano)				-122,81
	Fluxo instantâneo de P (g/s)			Balanço P (g/s)
	Rio Ururaí	Rio Macabu	Canal da Flecha	
10/05/2012	0,84	2,07	0,00	-2,91
10/07/2012	ND	ND	1,68	1,68
17/04/2013	13,68	0,64	2,52	-11,81
26/06/2013	2,61	0,11	1,40	-1,31
21/08/2013	3,20	0,47	0,00	-3,66
28/05/2014	3,13	0,54	0,00	-3,67
27/08/2014	5,61	1,54	0,00	-7,15
27/05/2015	3,84	0,89	0,00	-4,73
29/07/2015	2,22	0,43	0,00	-2,65
média	4,39	0,83	0,62	-4,0
Transporte médio anual (t/ano)				-126,89

Tabela 9: Balanço de fósforo total (PT) e nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) no período chuvoso calculados na Lagoa Feia a partir da entrada pelos seus afluentes (Rio Ururá e Rio Macabu) e seu defluente (Canal da Flecha) nos anos de 2012 a 2015. Valores negativos indicam retenção e valores positivos indicam exportação. ND: Não detectável.

	Fluxo instantâneo NID (g/s)			Balanço NID (g/s)
	Rio Ururá	Rio Macabu	Canal da Flecha	
19/01/2012	4,38	1,56	18,5	12,5
12/12/2012	7,77	0,55	3,92	-4,4
16/10/2013	3,49	3,24	10,9	4,2
11/02/2014	3,26	1,13	0,00	-4,4
03/12/2014	ND	2,94	0,00	-2,9
11/02/2015	3,75	2,10	0,00	-5,9
20/10/2015	8,77	9,18	0,00	-17,9
média	5,24	2,96	4,76	-2,7
Transporte médio anual (t/ano)				-85
	Fluxo instantâneo de P (g/s)			Balanço P (g/s)
	Rio Ururá	Rio Macabu	Canal da Flecha	
19/01/2012	2,19	0,32	4,62	2,11
12/12/2012	3,65	0,17	4,48	0,67
16/10/2013	3,49	0,63	2,80	-1,32
11/02/2014	2,79	0,12	0,00	-2,91
03/12/2014	2,33	1,18	0,00	-3,50
11/02/2015	0,80	0,63	0,00	-1,43
20/10/2015	ND	0,22	0,00	-0,22
média	2,54	0,47	1,70	-0,9
Transporte médio anual (t/ano)				-29,8

### 5.3.3. Análise temporal da vazão dos afluentes e defluente da Lagoa Feia

As vazões dos rios Ururá e Macabu, ao longo de uma série temporal longa (mínimo de 44 anos), mostram dinâmicas diferentes. Enquanto a vazão do Rio Macabu tende a cair da média anual de 1930 para a média anual de 2015, tendo como valores máximo e mínimo 27,61 m<sup>3</sup>/s e 4,49 m<sup>3</sup>/s; a vazão do Rio Ururá e a soma da vazão destes dois rios têm uma tendência a crescer neste mesmo período, sendo a faixa de variação (máximo e mínimo) da vazão do Rio Ururá de 18,66 m<sup>3</sup>/s a 73,17 m<sup>3</sup>/s e faixa de variação (máximo e mínimo) da soma destes rios de 26,01 a 86,68 m<sup>3</sup>/s (Figura 17).

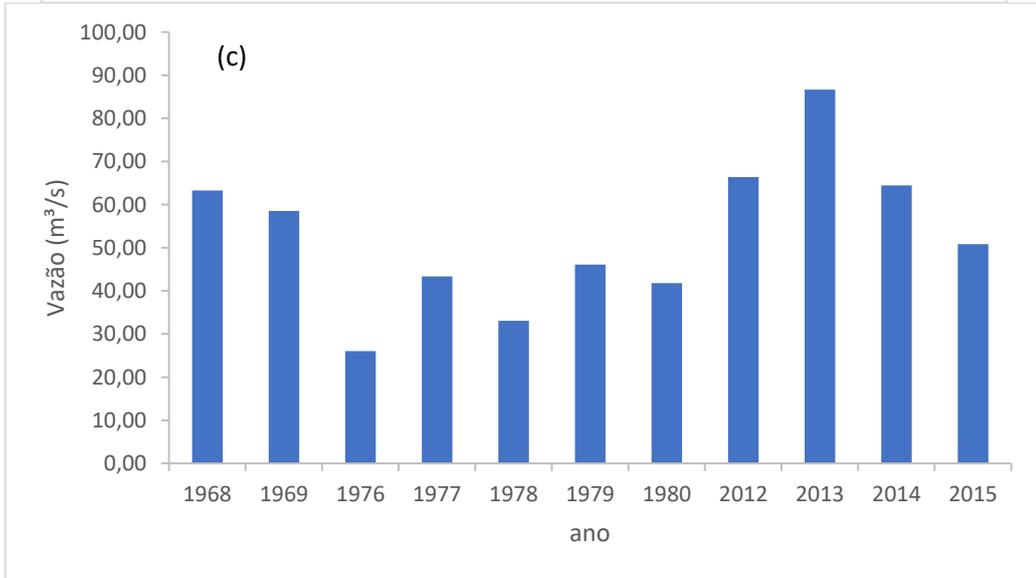
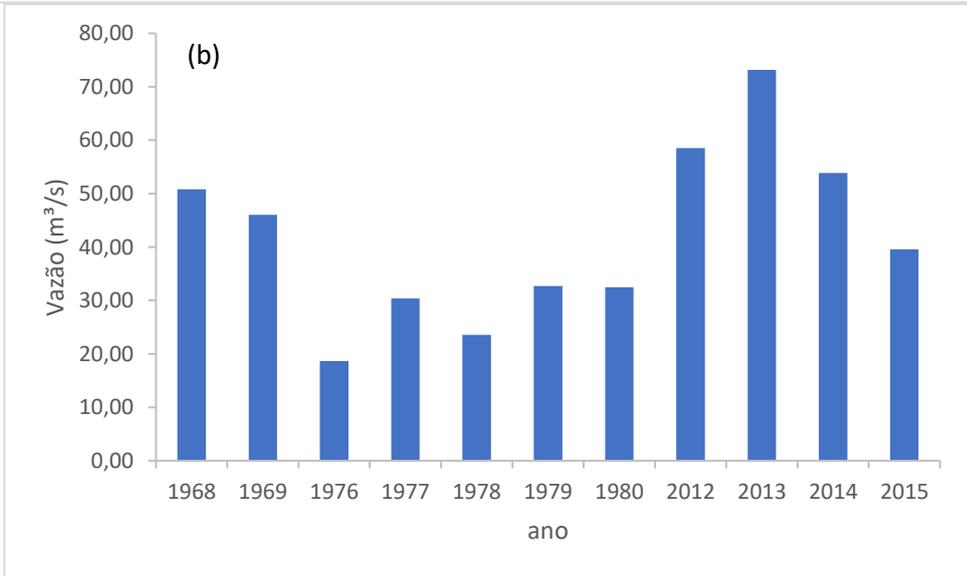
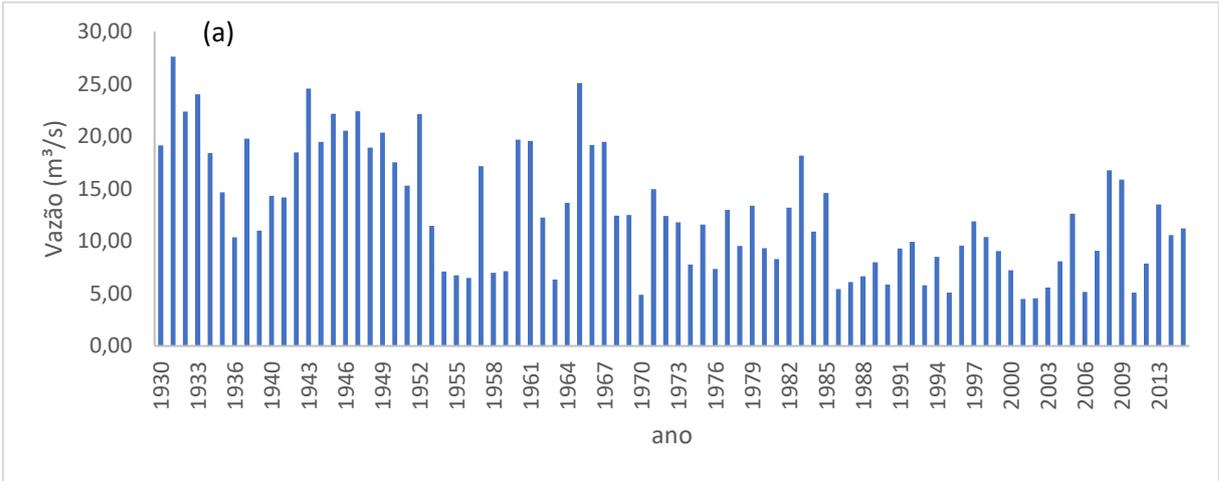


Figura 17: Vazão média anual dos rios Macabu (a), Ururá (b) e soma das vazões destes dois rios (c) ao longo dos anos.

A vazão média e o desvio-padrão do Rio Ururaí para o período de 2012 a 2015 foram de  $29,8 \pm 31,6$  m<sup>3</sup>/s, sendo a média e o desvio-padrão do período chuvoso de  $28,0 \pm 30,0$  m<sup>3</sup>/s e do período seco de  $31,7 \pm 30,3$  m<sup>3</sup>/s. A vazão média e o desvio-padrão do Rio Macabu para o período de 2012 a 2015 foram de  $11,3 \pm 9,62$  m<sup>3</sup>/s, sendo a média e o desvio-padrão do período chuvoso de  $12,1 \pm 10,5$  m<sup>3</sup>/s e do período seco de  $10,4 \pm 6,61$  m<sup>3</sup>/s. A vazão média e o desvio-padrão do Canal da Flecha para o período de 2012 a 2015 foram de  $24,0 \pm 38,5$  m<sup>3</sup>/s, sendo a média e o desvio-padrão do período chuvoso de  $31,4 \pm 39,6$  m<sup>3</sup>/s e do período seco de  $16,5 \pm 23,6$  m<sup>3</sup>/s.

Estes resultados mostram que as vazões dos afluentes da Lagoa Feia não apresentam uma variação sazonal, diferentemente do Canal da Flecha, cuja vazão no período seco é menor que no período chuvoso, devido ao fato de as comportas ficarem mais abertas no período chuvoso.

#### 5.4. Análise de parâmetros limnológicos da Lagoa Feia

A partir da análise da mudança temporal do uso dos solos, do reflexo nas emissões de N e P e do aporte das emissões transportados pelos rios, foram avaliados o efeito deste aporte na hidroquímica e aspectos biológicos da Lagoa Feia e de seus afluentes. Primeiramente serão mostrados os parâmetros limnológicos agrupados nos quadriênios 1978 a 1981 e 2012 a 2015, com seus respectivos resultados estatísticos de comparação de média. Depois, serão mostrados os parâmetros limnológicos agrupados em período seco e chuvoso, também acompanhados de seus respectivos resultados estatísticos de comparação de média.

A faixa de variação dos parâmetros limnológicos na Lagoa Feia foram: oxigênio dissolvido: 0,0 – 10,4 mg/L; temperatura da água: 17,4 – 32,0 °C; pH: 4,3 – 7,9; clorofila *a*: 0,09 – 64,9 µg/L; condutividade elétrica: 2,30 – 627 µS/cm; turbidez: 1,70 – 314 UNT; profundidade da coluna d'água: 0,23 – 2,70 m; profundidade do disco de Secchi: 0,0 – 2,0 m; P dissolvido: <10 – 110 µg/L; P total: <10 – 610 µg/L; nitrato: <10 – 440 µg/L; nitrito: <1,0 – 80 µg/L; amônia: <10 – 770 µg/L; nitrogênio inorgânico dissolvido: <10 – 870 µg/L; material particulado em suspensão: 0,7 – 241 mg/L; fitoplâncton quantitativo total: 2,6 – 25.846 organismos 10<sup>3</sup>/L e razão N:P: 0 – 87.

Os resultados limnológicos revelam que há diferenças significativas entre os quadriênios comparados para os parâmetros temperatura da água, pH, condutividade elétrica, P total, nitrato e nitrito. Os parâmetros oxigênio dissolvido, clorofila *a*, turbidez, profundidade da coluna

d'água, profundidade de Secchi, fósforo dissolvido, amônia, NID, material particulado em suspensão, fitoplâncton quantitativo total e razão N:P não apresentaram diferença entre os períodos comparados. Entre os parâmetros que apresentaram diferença, os que reduziram suas médias do primeiro para o segundo quadriênio foram: temperatura da água e condutividade elétrica. Os parâmetros que aumentaram suas médias foram: pH, P total, nitrato e nitrito. O valor médio determinado para a amônia é sempre maior que a média do nitrato e do nitrito, revelando que esta é a principal forma inorgânica de nitrogênio na fração dissolvida da coluna d'água (Tabela 10).

Tabela 10: Comparação entre os parâmetros limnológicos registrados na Lagoa Feia considerando o quadriênio de 1978-1981 e o quadriênio de 2012-2015, indicando as diferenças significativas em vermelho ( $p < 0,05$ ). MPS = material particulado em suspensão, NID = nitrogênio inorgânico dissolvido, n = número de amostras, DP = desvio-padrão, GL = graus de liberdade, p = probabilidade de erro do tipo I do resultado do Teste T.

	Quadriênio 1978-1981			Quadriênio 2012-2015			Resultados do Teste T	
	n	média	DP	n	média	DP	GL	p
<b>Oxigênio dissolvido (mg/L)</b>	27	7,17	1,88	88	6,86	2,08	47	0,462
<b>Temperatura da água (°C)</b>	61	25	2,9	80	21	2,5	116	<b>0,000</b>
<b>pH</b>	61	6,39	0,77	104	6,77	0,65	110	<b>0,002</b>
<b>Clorofila <i>a</i> (µg/L)</b>	50	12,9	12,9	48	14,3	11,8	96	0,597
<b>Condutividade elétrica (µS/cm)</b>	51	172	130	104	105	63,2	62	<b>0,001</b>
<b>Turbidez (UNT)</b>	48	68,8	57,3	96	56,7	62,0	101	0,248
<b>Profundidade da coluna d'água (m)</b>	30	1,26	0,56	52	1,46	0,27	37	0,069
<b>Profundidade de Secchi (m)</b>	32	0,38	0,37	52	0,42	0,38	66	0,649
<b>P dissolvido (µg/L)</b>	45	30,2	26,8	76	25,5	18,4	69	0,303
<b>P total (µg/L)</b>	69	93,7	65,9	102	113	113	166	<b>0,015</b>
<b>Nitrato (µg/L)</b>	66	77,3	89,0	65	111	75,0	126	<b>0,021</b>
<b>Nitrito (µg/L)</b>	53	7,40	7,1	49	16,8	15,5	66	<b>0,000</b>
<b>Amônia (µg/L)</b>	63	87,3	90,4	32	121	136	45	0,218
<b>NID (µg/L)</b>	70	156	135	84	192	175	151	0,158
<b>MPS (mg/L)</b>	48	68,1	59,8	96	48,8	49,6	80	0,057
<b>Fitoplâncton quantitativo total (organismos 10<sup>3</sup>/L)</b>	25	5123	5509	48	3118	3443	34	0,107
<b>Razão N:P</b>	45	11,6	13,7	75	10,8	16,8	107	0,580

Conforme pode-se observar, na Tabela 11, os parâmetros que apresentaram diferença sazonal (entre período seco e chuvoso) foram temperatura da água, pH, turbidez, profundidade de Secchi, P total, nitrato, nitrito e MPS. Destes parâmetros, aumentaram suas médias do período seco para o chuvoso a temperatura da água, o pH, a turbidez, o P total, o nitrato o nitrito

e o material particulado em suspensão. O único parâmetro que diminuiu seu valor do período seco para o chuvoso foi a profundidade de Secchi. Os parâmetros que não apresentaram variação sazonal foram: oxigênio dissolvido, clorofila a, condutividade elétrica, profundidade da coluna d'água, P dissolvido, amônia, nitrogênio inorgânico dissolvido, fitoplâncton quantitativo total e razão N:P.

Tabela 11: Comparação entre os parâmetros limnológicos da Lagoa Feia analisados considerando o período de chuvoso (outubro a março) e o período seco (abril a setembro), indicando as diferenças significativas em vermelho. MPS = material particulado em suspensão, NID = nitrogênio inorgânico dissolvido, n = número de amostras, DP = desvio-padrão, GL = graus de liberdade, p = probabilidade de erro do tipo I do resultado do Teste T.

	Período seco			Período chuvoso			Resultados do Teste T	
	n	média	DP	n	média	DP	GL	p
<b>Oxigênio dissolvido (mg/L)</b>	70	7,05	1,77	46	6,75	2,37	77	0,466
<b>Temperatura da água (°C)</b>	78	22	2,6	64	24	3,7	111	<b>0,000</b>
<b>pH</b>	92	6,53	0,80	74	6,75	0,59	162	<b>0,043</b>
<b>Clorofila a (µg/L)</b>	53	11,8	11,5	45	15,6	13,1	88	0,135
<b>Condutividade elétrica (µS/cm)</b>	82	132	112	74	122	76	143	0,500
<b>Turbidez (UNT)</b>	80	39,1	32,8	65	87,6	74,7	84	<b>0,000</b>
<b>Profundidade da coluna d'água (m)</b>	38	1,41	0,35	44	1,37	0,45	79	0,639
<b>Profundidade de Secchi (m)</b>	40	0,49	0,43	44	0,32	0,29	66	<b>0,034</b>
<b>P dissolvido (µg/L)</b>	60	29,0	24,0	61	26,0	20,0	114	0,349
<b>P total (µg/L)</b>	92	74,3	44,0	80	139	127,0	95	<b>0,000</b>
<b>Nitrato (µg/L)</b>	78	73,40	64,0	53	124,1	100,0	80	<b>0,002</b>
<b>Nitrito (µg/L)</b>	49	8,40	6,70	53	14,8	15,7	70	<b>0,010</b>
<b>Amônia (µg/L)</b>	54	98,0	130,0	42	99,0	74,0	87	0,976
<b>MPS (mg/L)</b>	80	36,8	34,4	65	78,3	63,9	94	<b>0,000</b>
<b>NID (µg/L)</b>	83	137,0	123,4	63	180,0	148,3	119	0,063
<b>Fitoplâncton quantitativo total (organismos 10<sup>3</sup>/L)</b>	35	3509	3467	38	4134	5044	66	0,537
<b>Razão N:P</b>	60	6,91	12,2	61	8,49	12,9	118	0,488

Comparando-se as Tabelas 10 e 11, observa-se que a temperatura da água, o pH, o P total, o nitrato e o nitrito são os parâmetros limnológicos que apresentam diferença nas duas comparações temporais feitas anteriormente. Já o oxigênio dissolvido, a clorofila a, a profundidade da coluna d'água, a amônia, o NID, o fitoplâncton quantitativo total e a razão N:P não responderam às comparações temporais feitas, revelando que estes parâmetros tendem a ser mais estáveis ao longo do tempo.

A análise de correlação entre todos os parâmetros mensurados na Lagoa Feia entre 1978 e 2015 revela que estão positivamente correlacionados entre si a temperatura da água e o fitoplâncton quantitativo total, a clorofila *a* e a amônia, a clorofila *a* e o fitoplâncton quantitativo total, a clorofila *a* e a razão N:P, a turbidez e o fósforo total, a turbidez e o MPS, o fitoplâncton quantitativo total e a razão N:P. Estão correlacionados negativamente a temperatura da água e a profundidade do disco de Secchi, o pH e a condutividade elétrica, a profundidade da coluna d'água e o fitoplâncton quantitativo total, a profundidade de Secchi e a amônia e a profundidade de Secchi e o fitoplâncton quantitativo total. Os demais parâmetros não apresentaram correlação significativa entre si (Tabela 12).

Já a análise de correlação entre a clorofila *a*, P dissolvido, P total, nitrato, nitrito, amônia, NID, turbidez, MPS, profundidade da coluna d'água, vazão do Canal da Flecha e cota da Lagoa Feia do período entre 2012 e 2015 revela que são significativas e negativas as correlações entre nitrito e vazão do Canal da Flecha e turbidez e cota da Lagoa Feia. É significativa e positiva a correlação entre a profundidade da coluna d'água e a cota da Lagoa Feia. Os demais parâmetros limnológicos não apresentaram correlação significativa (Tabela 13).

Tabela 12: Correlação de Pearson entre os parâmetros limnológicos da Lagoa Feia a partir das médias de cada coleta feita entre os anos de 1978 e 2015. Em letras vermelhas, estão destacados os coeficientes de correlação significativos ( $p < 0,05$ ). Número de amostras = 5. MPS = material particulado em suspensão; NID = nitrogênio inorgânico dissolvido; N:P = razão entre o nitrogênio inorgânico dissolvido e o fósforo dissolvido.

	Oxigênio dissolvido	Temperatura da água	pH	Clorofila a	Condutividade elétrica	Turbidez	Profundidade da coluna d'água	Profundidade de Secchi	P dissolvido	P total	Nitrato	Nitrito	Amônia	MPS	NID	Fitoplâncton quantitativo total	Razão N:P
Oxigênio dissolvido	1,000	-0,588	-0,607	-0,300	0,242	-0,387	0,364	-0,219	0,875	-0,539	-0,176	0,832	0,068	-0,199	0,389	-0,389	-0,459
Temperatura da água	-0,588	1,000	0,050	0,854	0,295	0,500	<b>-0,959</b>	-0,574	-0,847	0,269	0,349	-0,684	0,627	0,541	-0,261	<b>0,938</b>	0,762
pH	-0,607	0,050	1,000	0,111	<b>-0,914</b>	-0,355	0,173	0,180	-0,267	-0,045	0,609	-0,236	-0,016	-0,541	0,351	0,093	0,405
Clorofila a	-0,300	0,854	0,111	1,000	0,107	0,321	-0,825	-0,857	-0,611	0,091	0,708	-0,238	<b>0,924</b>	0,407	0,260	<b>0,971</b>	<b>0,942</b>
Condutividade elétrica	0,242	0,295	<b>-0,914</b>	0,107	1,000	0,642	-0,456	-0,203	-0,143	0,316	-0,580	-0,117	0,082	<b>0,787</b>	-0,571	0,164	-0,179
Turbidez	-0,387	0,500	-0,355	0,321	0,642	1,000	-0,427	-0,036	-0,692	<b>0,903</b>	-0,250	-0,337	0,085	0,963	-0,479	0,310	0,260
Profundidade da coluna d'água	0,364	<b>-0,959</b>	0,173	-0,825	-0,456	-0,427	1,000	0,675	0,682	-0,102	-0,252	0,592	-0,671	-0,538	0,279	<b>-0,923</b>	-0,648
Profundidade de Secchi	-0,219	-0,574	0,180	-0,857	-0,203	-0,036	0,675	1,000	0,139	0,288	-0,639	-0,153	<b>-0,979</b>	-0,232	-0,458	-0,801	-0,706
P dissolvido	0,875	-0,847	-0,267	-0,611	-0,143	-0,692	0,682	0,139	1,000	-0,662	-0,204	0,777	-0,263	-0,594	0,398	-0,675	-0,654
P total	-0,539	0,269	-0,045	0,091	0,316	<b>0,903</b>	-0,102	0,288	-0,662	1,000	-0,234	-0,310	-0,182	0,759	-0,411	0,054	0,169
Nitrato	-0,176	0,349	0,609	0,708	-0,580	-0,250	-0,252	-0,639	-0,204	-0,234	1,000	0,137	0,754	-0,242	0,773	0,599	0,839
Nitrito	0,832	-0,684	-0,236	-0,238	-0,117	-0,337	0,592	-0,153	0,777	-0,310	0,137	1,000	0,104	-0,247	0,722	-0,431	-0,227
Amônia	0,068	0,627	-0,016	<b>0,924</b>	0,082	0,085	-0,671	<b>-0,979</b>	-0,263	-0,182	0,754	0,104	1,000	0,238	0,510	0,851	0,831
MPS	-0,199	0,541	-0,541	0,407	0,787	<b>0,963</b>	-0,538	-0,232	-0,594	0,759	-0,242	-0,247	0,238	1,000	-0,435	0,397	0,268
NID	0,389	-0,261	0,351	0,260	-0,571	-0,479	0,279	-0,458	0,398	-0,411	0,773	0,722	0,510	-0,435	1,000	0,070	0,382
Fitoplâncton quantitativo total	-0,389	<b>0,938</b>	0,093	<b>0,971</b>	0,164	0,310	<b>-0,923</b>	<b>-0,801</b>	-0,675	0,054	0,599	-0,431	0,851	0,397	0,070	1,000	<b>0,882</b>
Razão N:P	-0,459	0,762	0,405	<b>0,942</b>	-0,179	0,260	-0,648	-0,706	-0,654	0,169	0,839	-0,227	0,831	0,268	0,382	<b>0,882</b>	1,000

Tabela 13: Correlação de Pearson entre os parâmetros limnológicos da Lagoa Feia e vazão do Canal da Flecha e cota da Lagoa Feia mensurados entre os anos de 2012 e 2015. Em letras vermelhas, estão destacados os coeficientes de correlação significativos ( $p < 0,05$ ). Número de amostras = 3.

	Vazão do Canal da Flecha	Cota da Lagoa
Clorofila a	-0,40	-0,82
P dissolvido	-0,81	0,74
P total	0,47	-0,96
Nitrato	-0,43	0,97
Nitrito	-1,00	0,28
Amônia	-0,99	0,05
MPS	0,02	-0,98
NID	-0,86	0,68
Turbidez	0,24	-1,00
Profundidade da coluna d'água	-0,14	1,00
Razão N:P	0,44	-0,97

### 5.5. Determinação do estado trófico

Baseado em dados de P total e clorofila *a* oriundos do monitoramento ambiental efetuado pelo INEA, foi possível calcular o estado trófico da Lagoa Feia comparando-se os quadriênios analisados, bem como comparando-se o período seco e chuvoso. Conforme se observa na Tabela 10, não houve mudança de estado trófico da Lagoa Feia quando as comparações são por quadriênio (a lagoa se mantém supereutrófica). Contudo, na comparação sazonal observa-se que há uma elevação do estado trófico do período seco (supereutrófico) para o chuvoso (hipereutrófico). Destaca-se que esta elevação é devida principalmente ao aumento da concentração do P total no período chuvoso, conforme já demonstrado na Tabela 11.

Tabela 14: Índices de estado trófico da Lagoa Feia calculados a partir dos valores médios dos parâmetros limnológicos clorofila *a* e P total em µg/L agrupados por quadriênio (1978-1981 e 2012-2015) e por período seco (abril a setembro) e chuvoso (outubro a março). Todos os dados foram obtidos do banco de dados do INEA sendo esta a primeira publicação destes resultados.

		Clorofila <i>a</i>	P Total	Índice de estado trófico Lampareli (2004)	
				valor do índice	estado trófico
Comparação por quadriênio	1978 a 1981	12,9	93,7	67	supereutrófico
	2012 a 2015	14,3	113	67	supereutrófico
Comparação sazonal	Seco	11,8	74,3	66	supereutrófico
	Chuvoso	15,6	139	68	hipereutrófico

Este resultado de estado trófico mostra que a Lagoa Feia é, desde 1978, supereutrofizada sendo o P o principal indicador desta eutrofização.

## 6. DISCUSSÃO

A hipótese desta tese é de que a redução da lavoura canavieira e a redução do aporte de nutrientes desta fonte no tempo levam à redução do estado trófico da Lagoa Feia, já que os solos recobertos por cultura canavieira têm o maior potencial de perda de nutrientes para os corpos d'água que outras coberturas de solo. Os resultados de mapeamento de uso da terra confirmaram a premissa desta hipótese: houve uma diminuição do táxon cultura temporária (que é majoritariamente composto por canaviais) em detrimento do aumento das áreas de pastagem. Esta mudança no uso da terra já era uma tendência apontada na literatura (COSTA, 2009, SMIRDELE, 2009), dado o desaquecimento do setor sucro-alcooleiro na região Norte Fluminense a partir dos anos 80. Contudo, esta mudança não foi suficiente para alterar o estado trófico da lagoa entre os quadriênios comparados. Assim, a hipótese inicial deste trabalho foi refutada. Entretanto, é importante destacar que o estado trófico da Lagoa Feia é elevado (supereutrófico/hipereutrófico) e que há diferença no estado trófico desta Lagoa entre os períodos seco e chuvoso.

A partir dessas considerações, a discussão desta tese será dividida em 2 eixos temáticos: discussão de hipóteses alternativas que expliquem a manutenção do estado trófico entre os períodos anuais comparados e discussão sobre causas da mudança sazonal do estado trófico

desta Lagoa. Contudo, antes de entrarmos nestes eixos temáticos, faremos algumas considerações sobre o elevado estado trófico da Lagoa Feia.

O estado supereutrófico da Lagoa Feia é algo que se destaca no resultado, principalmente por esta lagoa já se mostrar assim no período de 1978-1981. Isto indica que a eutrofização de lagoas não é fenômeno recente. Miras e colaboradores (2015), através de análise de sedimento, mostraram que as maiores mudanças na concentração de nutrientes em uma lagoa na França ocorreram no início do período neolítico, quando o homem começou a estabelecer assentamentos e dominar a agricultura. Conclusão semelhante chegou Lema (2012), em análise de sedimento da Lagoa de Itaipu, num passado mais recente que data do início do século XX, período no qual os colonizadores começaram a se instalar na bacia hidrográfica desta lagoa. Assim como ocorreu para essas lagoas, é possível que a maior transformação de estado trófico da Lagoa Feia tenha ocorrido até o início da década de 1970, período em que se encerrou um ciclo econômico baseado no desmatamento de sua bacia hidrográfica para extração de madeira e substituição de florestas por pastagem e canaviais (REZENDE, 2006). Entretanto, Chen e colaboradores (2015), em revisão sobre concentração de nutrientes em lagos e lagoas de todo mundo, mostraram, por modelos matemáticos, que há uma tendência de corpos d'água lênticos de regiões com maior temperatura do ar, com maior incidência de luz do sol e com maior precipitação pluviométrica possuírem maiores concentrações de nutrientes que seus pares localizados em regiões mais frias, com menor fotoperíodo e com menor pluviometria. Assim, parece haver um tendência natural a uma condição eutrófica em corpos d'água lênticos naturais em regiões tropicais. Um bom exemplo disto são as lagoas do PARNA da Restinga de Jurubatiba que, apesar de possuírem as bacias hidrográficas mais preservadas do litoral fluminense, por estarem recobertas majoritariamente com vegetação nativa, mostraram-se eutróficas ou supereutróficas ou hipereutróficas (CAMPANELI, MOLISANI – no prelo), o que corrobora com a modelagem de Chen *et al.* (2015).

Apesar de a Lagoa Feia possuir um estado trófico elevado, ele ainda é inferior ao estado trófico de outras lagoas costeiras fluminenses (CAMPANELI; MOLISANI – no prelo). Isto pode ser explicado em função das diferenças no uso da terra predominante entre bacias hidrográficas. Trabalhos apontam que quanto maior a área urbana numa bacia hidrográfica, mais elevado será o estado trófico dos corpos d'água que recebem os aportes da bacia hidrográfica (CAMPANELI; MOLISANI, no prelo; KNOPPERS, *et al.*, 1999a; RIGUETTI, 2009; SANTOS 2014; TROMBONI, DODDS, 2017). Tromboni e Dodds (2017) após

analisarem a concentração de nutriente, em 35 bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, e interpolando estas informações com mapeamento do uso da terra, concluíram que a urbanização é o principal fator a influenciar no estado trófico de ecossistemas aquáticos, sendo que pequenos aumentos na expansão das áreas urbanas tendem a ter grandes reflexos na concentração de nutrientes nos corpos d'água receptores. Desta forma, elaboramos a Tabela 9 para comparar os usos da terra de oito bacias hidrográficas de lagoas costeiras. Conforme se observa nessa Tabela, a Lagoa Feia é a que percentualmente possui menor ocupação com áreas urbanas entre todas as lagoas costeiras fluminenses. Daí seu estado trófico (supereutrófico), na média anual, ser menor que o das demais lagoas fluminenses as quais atingem a condição de hipereutrófica em algum momento entre o final da década de 80 e primeira década do século XXI (CAMPANELI; MOLISANI – no prelo).

Tabela 9: Uso da terra em bacias hidrográficas de lagoas costeiras fluminense no ano de 2015 (autoria própria).

Bacia Hidrográfica	Total ha	Área urbana		Agropecuária		Vegetação nativa		Espelho d'água		Outros	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Complexo Lagunar de Jacarepaguá	29334	11337	38,65	2094	7,14	12683	43,24	13	0,04	3207	10,93
Lagoa Rodrigo de Freitas	2355	812	34,48	43	1,81	1218	51,73	220	9,34	62	2,63
Complexo Lagunar de Piratininga-Itaipu	4921	1977	40,18	623	12,65	1767	35,92	490	9,96	64	1,30
Complexo Lagunar de Maricá	34420	6358	18,47	10574	30,72	13625	39,59	3770	10,95	92	0,27
Complexo Lagunar de Saquarema	26567	2991	11,26	10423	39,23	9472	35,65	2800	10,54	881	3,32
Lagoa de Araruama	67745	12978	19,16	17617	26,01	5261	7,77	25385	37,47	6504	9,60
Lagoa de Imboassica	5873	1240	21,11	3397	57,83	661	11,25	345	5,87	231	3,94
Lagoa Feia	354294	3140	0,89	220968	62,36	106023	29,93	19520	5,51	4643	1,31

Por fim, é importante considerar que os índices de estado trófico são desenvolvidos tendo como modelos os reservatórios artificiais (HÅKANSON; BRYHN, 2008; MERCANTE; TUCCI-MOURA, 1999; OECD, 1982; RAST; HOLLAND, 1998; TOLEDO, Jr., 1983, VOLLENWEIDER *et al.*, 1998), o que inclui o índice adotado nesta tese (LAMPARELLI, 2004). Possivelmente o desenvolvimento de um índice de estado trófico modelado a partir de lagoas costeiras seja necessário para acompanhar com mais acuidade as mudanças de estado trófico da Lagoa Feia.

## 6.1. Hipóteses alternativas

A refutação da hipótese deste trabalho suscita a seguinte questão: Por que a redução do estado trófico não se concretizou apesar de atendida a premissa de redução das áreas de cana-de-açúcar? Na tentativa de responder a esta indagação, faz-se necessário retornar para os resultados da estimativa de emissão de P (que, assim como a clorofila *a*, é indicador de estado trófico) comparando os quadriênios 1978-1981 com 2012-2015. A diferença no aporte de P estimado para a Lagoa Feia é de 79 t/ano que dividido pela área da bacia hidrográfica revela uma redução da contribuição específica de 22,3 Kg/Km<sup>2</sup>.ano. O mesmo cálculo aplicado a lagoas costeiras fluminenses, que tiveram redução no seu estado trófico ao longo do tempo, mostra que houve uma redução da contribuição específica de P na ordem de 130 Kg/Km<sup>2</sup>.ano para a Lagoa de Piratininga<sup>8</sup>; de 136 Kg/Km<sup>2</sup>.ano para a Lagoa de Saquarema<sup>9</sup> e de 489 Kg/Km<sup>2</sup>.ano para a Lagoa de Araruama, sendo que no cálculo desta última redução consideraram-se apenas as contribuições por esgoto (AZEVEDO, 2005; CAMPANELI e MOLISANI – no prelo; CERDA *et al.*, 2013; KNOPPERS *et al.*, 1991). Assim, pode-se notar que a redução da contribuição específica de P na Lagoa Feia foi inferior a de outros lagoas fluminenses que tiveram redução de estado trófico, indicando que talvez esta redução não seja suficiente para alterar o estado trófico desta lagoa.

Associar a estimativa de emissão de nutrientes ao fluxo dos afluentes da Lagoa Feia pode fornecer outra explicação sobre a manutenção do estado trófico entre os quadriênios comparados. A emissão estimada de nutrientes para o período de 1978-1981 foi de 4872 t/ano para N e 1482 t/ano para P, enquanto que o aporte real calculado pelos afluentes (Rio Ururaí e Rio Macabu somados) foi de 178 t/ano para N e 87 t/ano para P. Já para o período de 2012-2015, a emissão estimada de nutrientes foi de 4265 t/ano para N e 1403 t/ano para P, enquanto que o aporte real calculado pelos afluentes (Rio Ururaí e Rio Macabu somados) foi de 311 t/ano para N e 134 t/ano para P. Estes resultados mostram que o potencial de emissão não se

---

<sup>8</sup> A Lagoa de Piratininga compõe o sistema lagunar de Piratininga-Itaipu e está localizada no município de Niterói-RJ.

<sup>9</sup> A Lagoa de Saquarema, também conhecida como Lagoa de Fora, compõe o sistema lagunar de Saquarema e está localizada no município de Saquarema –RJ.

concretiza de fato nos aportes fluviais que chegam pelos afluentes da Lagoa Feia. Este fato pode ocorrer pela existência de corpos d'água lênticos ao longo do curso dos rios que afluem para ela.

Em corpos d'água lênticos, as partículas que chegam transportadas pelos afluentes tendem a sedimentar, carreando os nutrientes a elas associados. Adicionalmente, os nutrientes dissolvidos podem ser convertidos em formas particuladas pela ação da biota, incorporando-se à matéria orgânica, ou por fenômenos químicos, formando complexos ou adsorvendo-se, ou também acabarem sedimentando-se (ESTEVEZ, 2011). Souza e Knoppers (2003), em análise baseada em 13 rios da costa leste brasileira, demonstraram a relação entre existência de barragens na calha de rios e diminuição de material particulado transportado para o mar comparando-se os valores estimados e os valores reais medidos. Knoppers e colaboradores (1999a) estimaram a taxa de sedimentação para 5 lagoas costeiras fluminenses com valores entre 0,27 cm/ano até 0,76 cm/ano, sendo as taxas mais elevadas as de lagoas consideradas mais impactadas as quais eram superiores às taxas de outras lagoas ao redor do mundo (Nichols, 1989, em estudo com 22 lagoas norte-americanas estimou taxas de sedimentação variando entre 0,1 cm/ano a 0,6 cm/ano; Gu e colaboradores, 2011, estimaram a taxa de sedimentação de 4 lagunas do delta do Rio Nilo variando entre 0,22 cm/ano e 0,27 cm/ano). Na Lagoa de Cima, Almeida (1998) estimou que a taxa de sedimentação seja de 0,7 cm/ano, o que é bem elevado quando comparado a outras lagoas fluminenses. Isto aponta para o potencial que lagoas e reservatórios existentes nas bacias dos rios contribuintes têm de acumular nutrientes. Na bacia hidrográfica do Rio Macabu, existe, no distrito de Vila da Grama, município de Trajano de Moraes, uma barragem artificial que origina o Lago da Tapera; enquanto que, na bacia hidrográfica do Rio Ururaí, existe a Lagoa de Cima, localizada no distrito de Ibitioca, Campos dos Goytacazes, que recebe as águas drenadas pelo Rio Imbé e Rio Urubu. Isto permite inferir que nutrientes gerados na bacia hidrográfica da Lagoa Feia possam ser retidos ao longo de sua bacia hidrográfica, principalmente em corpos d'água lênticos, fazendo com que as mudanças de uso da terra não sejam refletidas diretamente nas águas da lagoa objeto desta tese.

A conclusão estabelecida, no parágrafo anterior, é reforçada pela ausência de diferença entre os fluxos de nutriente dos rios afluentes da Lagoa Feia na comparação entre os períodos de 1978-1981 e 2012-2015. Era esperado que com a diminuição da emissão de nutrientes oriundos da bacia hidrográfica da Lagoa Feia, principalmente a acentuada redução oriunda da

cultura da cana-de-açúcar, os rios Ururaí e Macabu também diminuíssem seus aportes. Contudo, estes aportes se mantiveram estáveis ao longo do tempo.

No que diz respeito ao aporte de nutrientes, é importante destacar que existem contribuições as quais chegam diretamente ao corpo d'água principal de uma bacia hidrográfica sem necessariamente passar pelo transporte de seus afluentes, como as contribuições via esgoto, águas subterrâneas, deposição atmosférica e *runoff* dos solos e de áreas urbanas que são marginais ao corpo d'água principal. Desta forma, o valor aportado pelos afluentes para o corpo d'água principal podem ser menores que a emissão total estimada da bacia hidrográfica. (CERDA *et al.*, 2013; MOLISANI *et al.*, 2013b; SOUZA *et al.*, 2003a). Entretanto, é notável que o aporte feito pelos rios tende a ser expressivamente maior que as outras formas de aporte de nutrientes quando não há barramento de curso d'água ao longo de seu percurso. Pelos dados de Molisani e colaboradores (2013b), podemos calcular que, na bacia hidrográfica do Rio Macaé, o transporte de N fluvial equivaleu a 84,7% do total de N gerado na bacia. Já no caso do Complexo Lagunar de Piratininga-Itaipu, o *input* de N e P via rios foi superior a 99% do total dos *inputs* (CERDA *et al.*, 2013). Para o Rio das Contas<sup>10</sup>, onde há barramento ao longo de seu curso, o aporte fluvial mensurado equivaleu a 22,4% do N e 9,1% do P gerados pela sua bacia hidrográfica (DE PAULA *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*; 2003b). No caso dos afluentes da Lagoa Feia, este percentual foi de 3,6% para N e 5,9% para P para o quadriênio de 1978-1981 e 7,3% para N e 9,6% para P no quadriênio 2012-2015. Estes percentuais aportados pelos afluentes da Lagoa Feia estão mais próximos da realidade do Rio das Contas que das outras bacias hidrográficas citadas. Isto reforça a hipótese de que nutrientes podem ser retidos nos corpos d'água lênticos existentes ao longo da bacia hidrográfica da Lagoa Feia.

Assim como o fluxo de nutrientes a um corpo hídrico é importante na compreensão de seu estado trófico, o balanço entre entrada e saída de nutriente bem como as mudanças hidroquímicas dela são também relevantes. Os resultados do balanço de nutrientes, no período de 2012-2015, para a Lagoa Feia mostram que ela reteve 106 t/ano de N e 84,4 t/ano de P; o que equivale a 34,0% do N e 62,8% do P aportados para esta lagoa por seus afluentes. Analisando os nutrientes separadamente, notamos que o percentual de P retido na Lagoa Feia está dentro da faixa de outros corpos d'água lênticos como o Complexo Lagunar de Piratininga-

---

<sup>10</sup> O Rio das Contas possui bacia hidrográfica de 55000 Km<sup>2</sup> a qual está totalmente inserida no estado da Bahia, contendo um reservatório por barramento de seu curso d'água que pertence à Usina Hidrelétrica de Funil.

Itaipu<sup>11</sup> (que reteve 11,8% do P aportado), a Lagoa de Araruama (que reteve 98,9% do P aportado), o Reservatório de Bukit Merah<sup>12</sup> (que reteve 37,2% do P aportado) e o Reservatório do Castanhão<sup>13</sup> (que reteve 98,9% do P aportado). Já o N está abaixo da retenção do Complexo Lagunar de Piratininga-Itaipu (que reteve 100% do N aportado) e do Reservatório do Castanhão (que reteve 83,3% do N). No entanto, a diferença entre a Lagoa Feia e os corpos d'água lênticos citados é de que ela não mudou seu estado trófico com o passar dos anos, enquanto eles agravaram seu estado trófico ao longo do tempo (CERDA *et al.*, 2013; MOLISANI *et al.*, 2013; NAJIB *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2003a). Para compreender este fenômeno, devemos nos atentar à proporção entre NID e P dissolvido na Lagoa Feia. No quadriênio 1978-1981, esta proporção foi na média de 11,6; enquanto, no quadriênio 2012-2015, esta proporção foi na média de 10,8. Estes valores estão abaixo das razões de Redfield (1963) de 16:1 e de Wetzel (2001) de 12:1 que são reconhecidas como proporções ideais para crescimento de organismos fitoplanctônicos em ambientes costeiros e águas interiores respectivamente. Logo, a baixa razão N:P da Lagoa Feia indica que há uma deficiência de N dissolvido que pode estar limitando o crescimento de fitoplâncton. E, conforme demonstrado, na Tabela 10, esta baixa razão N:P se mantém entre os quadriênios comparados, assim como se mantém a concentração de clorofila *a* e o fitoplâncton quantitativo total. Isto reforça a hipótese de que o N pode ser uma limitante da produção primária da Lagoa Feia. Esta hipótese é também corroborada pela correlação positiva entre a razão N:P, a concentração e clorofila *a* e o fitoplâncton quantitativo total, indicando que no caso da Lagoa Feia o crescimento primário está limitado por N.

A limitação de crescimento de fitoplâncton em lagoas costeiras por N não se caracteriza por um fato inédito, tendo sido reportada em outros estudos (ELSER, *et al.*, 2007; FELLER, *et al.*, 2003; NEILL, *et al.*, 2001; OCHOA-IZAGUIRRE, 2017; SCHINDLER, *et al.*, 2008). Especificamente na região costeira do estado do Rio de Janeiro, Knoppers e colaboradores (1999a) analisando a proporção de N:P de 8 lagoas costeiras fluminenses entre os anos de 1985 e 1992, concluíram que sete delas tinham crescimento fitoplanctônico limitado por N (Lagoa de Piratininga, Lagoa de Itaipu, Lagoa de Maricá, Lagoa da Barra, Lagoa de Guarapina, Lagoa de Urussanga e Lagoa de Saquarema). Segundo estes autores, a baixa concentração de N foi devida a aportes por esgoto (que têm razão N:P em torno de 10) para estas lagoas e também foi

---

<sup>11</sup> A Lagoa de Itaipu compõe o sistema lagunar de Piratininga-Itaipu e está localizada no município de Niterói-RJ.

<sup>12</sup> O Reservatório de Bukit Merah localiza-se na península malaia e possui 8,23 Km<sup>2</sup> de espelho d'água e 8,5 m de profundidade média.

<sup>13</sup> O Reservatório do Castanhão localiza-se na bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe, localizado no Estado do Ceará.

devida a perda de N por desnitrificação a partir da decomposição da matéria orgânica depositada na camada mais superficial do sedimento. Em pesquisa mais recente, Lema (2012) encontrou limitação por N, nas Lagoas do Complexo de Piratininga-Itaipu, nos anos de 2005 a 2010, com razões N:P média de 5,5, tendo o autor associado este fato também ao aporte de efluentes sanitários. Já Carloni e colaboradores (2010) verificaram que, com o passar dos anos, as lagoas do Complexo Lagunar de Saquarema<sup>14</sup> passaram de limitadas por N para limitadas por P (a razão N:P chegou a aproximadamente 40), associando os autores esta mudança à entrada de água do mar neste sistema após a abertura de um canal vertedouro que estabeleceu uma comunicação perene com o oceano (o que diminuiu o tempo de residência hidráulica das lagoas e causou uma diluição principalmente na concentração de P). Santos (2014) mostrou que as lagoas do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, em amostragens feitas entre 2009 e 2014, são limitadas por N, apresentando razão N:P inferior a 10 em 84% das amostras realizadas. Este trabalho apontou que a baixa razão N:P nestes anos se deve à alta carga de P que estas lagoas recebem e não mais ao baixo aporte de N como ocorria no passado, sendo esta alta carga de P oriunda principalmente de efluentes sanitários. Estes trabalhos mostram que lagoas costeiras fluminenses podem ser limitadas por N havendo várias causas desta limitação, mas que a proporção de N e P pode sofrer alterações em função das diversas interferências antrópicas.

Na bacia hidrográfica do Rio Imbé<sup>15</sup>, Da Silva (2012) mostrou que as águas drenadas de paisagens dominadas por pastagem tendem a ser limitadas por N, possuindo razão N:P dissolvidos de 5,6. Este resultado está abaixo da razão de Redfield (1963) e de Wetzel (2001), assim como ocorre com a Lagoa Feia, e é coerente com as estimativas de fontes de emissão de nutrientes calculadas nesta tese, já que a pecuária responde exclusivamente por cerca de 60% das emissões de P, mas apenas por aproximadamente 30% das emissões de N. O mesmo resultado foi encontrado por Neill e colaboradores (2001), em pesquisa realizada em 2 bacias hidrográficas amazônicas, nas quais as águas drenadas de áreas de pastagens possuíam baixa razão N:P. Da Silva (2012), em experimentos laboratoriais com água da Lagoa de Cima, comprovou que a adição de N teve como consequência o crescimento de fitoplâncton. Destacamos que a concentração do NID e P dissolvido não aumentou na Lagoa Feia com o passar do tempo, o que explica a manutenção da razão N:P. Assim, é possível que o baixo valor da razão N:P seja fruto da deficiência de N drenado da bacia hidrográfica da Lagoa Feia, que,

---

<sup>14</sup> O Complexo Lagunar de Saquarema localiza-se no município de Saquarema-RJ e é composto pelas lagoas de Urussanga ou Mombaça, Lagoa Jardim, Lagoa Boqueirão e Lagoa de Saquarema ou de Fora.

<sup>15</sup> O Rio Imbé é afluente da Lagoa de Cima que por sua vez deflui suas águas pelo Rio Ururá à Lagoa Feia.

na janela temporal analisada neste trabalho, sempre foi majoritariamente recoberta com pastagens.

É relevante destacar que a ausência de mudança de estado trófico num corpo d'água lênticos, mesmo após a mudança do uso da terra em sua bacia de drenagem, não é uma novidade. Thomatou e colaboradores (2013) encontraram esta mesma resposta num intervalo de tempo de 22 anos em um lago profundo da Grécia, sendo que neste caso aspectos intrínsecos ao lago, como a ressuspensão de sedimentos anual por quebra da estratificação térmica, foram as principais fontes de nutrientes para a coluna d'água, sendo relatadas mudanças de estado trófico apenas entre os meses do ano. Já Laspidou e colaboradores (2017), estudando uma lagoa rasa da Grécia que possui controle artificial de seu volume de água, observaram que os aspectos intrínsecos a esta lagoa, como a mudança da profundidade e mudança do tempo de residência de suas águas tiveram como efeito a mudança de estado trófico enquanto que aspectos extrínsecos, como mudanças climáticas, não alteraram o grau de trofia. O sedimento lacustre, segundo estes autores, é a principal fonte de nutrientes, principalmente P, para esta mudança que tem forte caráter sazonal. Santos e colaboradores (2017), monitorando o estado trófico de um reservatório do semiárido brasileiro, também mostraram que a mudança de profundidade do reservatório por um período de seca extrema tende a elevar seu estado trófico o que fica mais conspícuo nas partes mais rasas deste reservatório. Segundo estes autores, a principal fonte de nutrientes são os sedimentos, que, em condições de baixa profundidade do reservatório, são ressuspensos por quebra da termoclina. Estes três trabalhos mostram que o sedimento pode ser uma importante fonte de nutrientes para a coluna d'água superando inclusive as fontes externas (já que em alguns casos, o material exógeno que entra nos corpos d'água lênticos tende a se depositar nos sedimentos). E assim, as mudanças de profundidade podem facilitar a sua ressuspensão.

No caso da Lagoa Feia, é notável como a profundidade da coluna d'água está positivamente correlacionada com o fitoplâncton quantitativo total e este fitoplâncton também positivamente correlacionado com a razão N:P e a temperatura da água. Assim como a clorofila *a* está positivamente correlacionada à amônia e razão N:P. Desta forma, é possível que a ressuspensão de sedimentos, nos meses mais quentes (que coincidem com o período chuvoso), produza um efeito sazonal de mudanças nesta lagoa que seja muito mais consistente que as variações entre os anos que não foram detectadas nesta tese.

## 6.2. Mudança sazonal de estado trófico da Lagoa Feia

Conforme observado nos resultados, não houve mudança de estado trófico na Lagoa Feia na comparação entre quadriênio, mas entre os períodos seco e chuvoso, sendo mais elevado o estado trófico no período chuvoso. Considerando aspectos intrínsecos da Lagoa, uma hipótese que pode explicar o seu maior estado trófico no período chuvoso é a de que a maior variação de sua profundidade no período chuvoso pode facilitar, em certos momentos, a ressuspensão de sedimentos devido a maior movimentação de sua massa de água. A relação entre profundidade e MPS da Lagoa Feia pode ser percebida na correlação negativa entre turbidez e a cota da Lagoa Feia, e na correlação positiva entre turbidez e MPS, o que indica que quanto mais rasa a lagoa, maior tende a ser a concentração de partículas em suspensão na água. É importante frisar neste ponto que os parâmetros concentração de P total, nitrato, nitrito, MPS e turbidez foram maiores no período chuvoso que no seco. É relatado que em lagoas com pequeno ou nenhum aporte N oriundo de esgoto (no caso da Lagoa Feia, o N de efluente sanitários foi estimado como menor que 20% em quaisquer dos cenários analisados), o sedimento tende a ser uma importante fonte N (ENRICH-PRAST, *et al.*, 2016; JONES, *et al.*, 1982; KNOPPERS, *et al.*, 1991).

A maior variação de profundidade desta lagoa no período chuvoso pode ser explicada pela maior vazão do Canal da Flecha neste período, bem como pelo maior desvio-padrão desta vazão. Como a vazão do Canal da Flecha está diretamente ligada à abertura de comportas deste canal e as comportas são abertas em função da cota da lagoa (quando a lagoa está com a cota alta suas comportas são abertas para baixar o seu volume e evitar a inundação de áreas marginais), infere-se que a maior vazão do Canal da Flecha no período chuvoso bem como seu maior desvio-padrão podem ser indicativos de que a profundidade e o volume de água da Lagoa Feia tenham oscilado mais neste período e, conforme discutido anteriormente, a redução do volume da água da lagoa pode facilitar a ressuspensão de sedimentos, redundando no aumento de concentração de nutrientes e de fitoplâncton. Este fato é reforçado pela correlação negativa entre a profundidade da coluna d'água e a temperatura da água, o que aponta que nos meses mais quentes a lagoa tende a estar mais rasa. Apesar de não ser significativa a diferença sazonal para a profundidade da coluna d'água, a concentração de clorofila *a* e o fitoplâncton quantitativo total, o desvio-padrão destes parâmetros é maior no período chuvoso que no período seco, reforçando a hipótese deste parágrafo.

É importante destacar que Odilon e colaboradores (2003) mostraram, através de estudo de longo prazo, que a região Norte Fluminense é a que tem maior velocidade média de ventos do estado o Rio de Janeiro, sendo que os ventos mais rápidos ocorrem nos meses de outubro, novembro e dezembro. Assim, é possível que a ressuspensão de sedimentos e disponibilização de nutrientes seja mais intenso no período chuvoso também pela maior incidência de ventos neste período. É necessário destacar que, outras pesquisas em lagoas costeiras fluminenses, também apontaram para a relação direta entre ação do vento e ressuspensão de sedimentos, que afeta a turbidez, a profundidade de Secchi e a oxigenação da coluna d'água, em lagoas rasas fluminenses (ALVES, 2003; CRUZ, 2010; KNOPPERS, *et al.*, 1999a; MACIEL, 2007; MAROTTA, 2009)

Outra explicação para o aumento de estado trófico no período chuvoso pode estar relacionada a aspectos extrínsecos da lagoa. De acordo com os resultados de fluxo de nutrientes pelos rios Macabu e Ururaí, não há diferença significativa nestes fluxos entre estes períodos. Contudo, é sabido que a cultura da cana-de-açúcar é fortemente marcada pela sazonalidade, já que o plantio e os tratos culturais são realizados no período chuvoso, enquanto a colheita, no período seco (COSTA, 2009; MONTEIRO, 2011). Assim, tendo em vista que os rios afluentes da Lagoa Feia contribuem com menos de 10% dos aportes estimados de N e P, em toda a bacia hidrográfica, conforme demonstrado nesta tese, é possível que as outras formas de aporte (via precipitação pluviométrica, via *runoff* superficial dos solos, via águas subterrâneas) estejam carreando estes nutrientes a esta lagoa. Monteiro (2011) mostrou que a queima de cana-de-açúcar aumenta significativamente a concentração de particulados na atmosfera no período seco. Já Miro e colaboradores (2012) relataram que o balanço hídrico-climatológico, em Campos dos Goytacazes-RJ, é positivo no período chuvoso e negativo no período seco. Isto nos leva a concluir que é possível que durante o período seco, onde ocorre a colheita da cana-de-açúcar, a queima dos canaviais possa lançar material particulado na atmosfera que irá se depositar mais intensamente no período chuvoso.

Outra possibilidade de aporte são o *runoff* superficial dos solos e *inputs* por águas subterrâneas. É conhecido, desde os levantamentos do DNOS na década de 1940, que a Lagoa Feia tem um déficit hídrico no balanço anual considerando-se precipitação pluviométrica, fluxo de afluentes, saída do Canal da Flecha e evaporação o que levou esse órgão a crer que Lagoa Feia não secava em caráter intermitente (isto antes da implantação das comportas do Canal da Flecha) por estar sendo compensada com aportes de água subterrânea (BIDEGAN *et al.*, 2002).

Este déficit hídrico anual foi confirmado pelo balanço hídrico-climatológico negativo calculado para o município de Campos dos Goytacazes em publicação mais recente (MIRO *et al.*, 2012). Já Santos e Pereira (2011) mostraram que as águas subterrâneas na porção entre o Rio Paraíba do Sul e a Lagoa Feia fluem no sentido noroeste-sudoeste, ou seja, do rio para a lagoa, sendo que a lagoa recebe parte das águas subterrâneas que fluem por sua bacia hidrográfica (a outra parte vai direto para o mar). Estes autores demonstraram que as condutividades hidráulicas mais altas e lençol freático mais próximo da superfície do solo ocorrem nos terrenos mais próximos à Lagoa Feia, o que levou os autores a classificar os terrenos ao redor dessa lagoa como de vulnerabilidade alta ou extremamente alta. Tendo em vista que conforme o mapeamento de uso da terra efetuado nesta tese, em qualquer dos quadriênios analisados, as culturas temporárias (majoritariamente constituídas por canaviais) estão concentradas nas áreas mais próximas da Lagoa Feia, é razoável inferir que os tratamentos culturais os quais são feitos aos canaviais no período chuvoso podem estar disponibilizando, neste período, mais nutrientes para as águas subterrâneas e, por fim, para Lagoa Feia (Monteiro, 2011, estimou que só nos canaviais da baixada campista são utilizados 362,35 t/ano de sulfato de amônio para repor as perdas por N do solo pela lixiviação e 102,2 t/ano de superfosfato simples para repor as perdas por P).

Uma última explicação na diferença sazonal pode se dar em função do aumento do espelho d'água da lagoa no período chuvoso. Lima (2014) calculou que em função da implosão dos diques marginais em 2008, a Lagoa Feia, que tem segundo este autor 200 Km<sup>2</sup> de espelho d'água, pode chegar a 408 km<sup>2</sup> durante seus ápices de alagamento na estação chuvosa. Assim, é possível que áreas alagadas, durante a estação chuvosa, possam implicar a solubilização de nutrientes do solo para a coluna d'água, aumentando suas concentrações.

A discussão aqui redigida aponta para a importância da visão holística na compreensão de fenômenos limnológicos, já que tanto aspectos exógenos quanto endógenos às lagoas têm relevância na dinâmica biogeoquímica delas, revelando que hipóteses baseadas apenas em aspectos exógenos podem falhar em suas previsões.

## 7. CONCLUSÕES

A hipótese inicial deste trabalho não pôde ser aceita, uma vez que suas predições não se confirmaram. Apesar de ter havido mudança de uso da terra entre os quadriênios 1978-1981 e 211-2015, não houve mudança de trófico da Lagoa Feia neste período analisado.

Em média, a Lagoa Feia mantém um estado trófico elevado (supereutrófico); contudo, inferior a outras lagoas fluminenses, possivelmente devido ao fato de que o uso da terra predominante em sua bacia hidrográfica é a agropecuária, diferentemente de outras bacias do Rio de Janeiro cujo principal uso do solo são as áreas urbanas.

O uso da terra predominante, na bacia hidrográfica da Lagoa Feia nos últimos 37 anos, são as pastagens seguido das florestas e áreas de cultivo de cana-de-açúcar. As principais mudanças de uso da terra que ocorreram foram a diminuição da área de cultivo de cana-de-açúcar e aumento da área de pastagens.

O fato de a pastagem, dentro da janela temporal deste trabalho, ter se mantido como o principal uso da terra parece ser o fator determinante para a manutenção do estado trófico ao longo do tempo, já que o menor aporte de N oriundo dela, e consequentemente a baixa razão N:P, parecem limitar o crescimento de fitoplâncton na Lagoa Feia, o que tende a manter o estado trófico inalterado.

A diferença de estado trófico entre período seco (supereutrófico) e chuvoso (hipereutrófico) pode ser devida a flutuações mais intensas da coluna d'água (que facilitarão a ressuspensão de sedimentos pela maior movimentação das massas de água), ao aporte oriundo de deposição atmosférica (com a deposição pela chuva de partículas que foram lançadas durante o período da queima da cana-de-açúcar), ao aporte de água subterrânea e *runoff* dos solos, principalmente das áreas marginais à Lagoa que são recobertas por canaviais) e as contribuições oriundas das áreas alagadas no período das cheias.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A regulação da profundidade e volume da Lagoa Feia por operações de abertura e fechamento de comportas parecem ter grande impacto sobre a hidroquímica e estado trófico desta lagoa, principalmente nas comparações entre período seco e chuvoso. Contudo, como nesta tese só obtivemos dados destas operações de comportas entre os anos de 2012 e 2015 e só foi possível um número amostral de 3 para fazer correlações entre cota da Lagoa, vazão do Canal da Flecha e parâmetros limnológicos da Lagoa Feia, preferimos não fazer nenhuma conclusão quanto a isto. Mas este tema mostrou-se relevante na compreensão da dinâmica desta Lagoa. Logo, sugere-se que trabalhos futuros explorem mais este tema e, a partir de um número amostral maior, possam revelar com mais acurácia os reais impactos que as operações de comportas têm sobre a Lagoa Feia e, a partir disto, possa-se melhorar a gestão que o homem faz deste ecossistema.

A retenção de nutrientes, ao longo da bacia hidrográfica da Lagoa Feia, principalmente no Lago da Tapera e na Lagoa de Cima, foram apontados nesta tese como possível explicação para a rejeição da hipótese inicialmente formulada. Assim, é de suma importância que trabalhos futuros possam fazer análise de perfis sedimentares extraídos destes corpos d'água bem como da Lagoa Feia para melhor compreensão de como é a relação entre produção de nutrientes na bacia hidrográfica e como é seu caminho até a Lagoa Feia. Esta análise de perfil sedimentar também ajudará na melhor compreensão histórica das mudanças ocorridas nesta bacia hidrográfica.

Por fim, sugere-se que a partir dos dados desta tese e do livro que escrevemos (CAMPANELI e MOLISANI – no prelo) pesquisas futuras desenvolvam ou adaptem algum índice de estado trófico com base nas peculiaridades das lagoas costeiras, já que os índices atualmente desenvolvidos no Brasil tiveram por bases dados limnológicos de reservatórios artificiais que são diferentes em sua hidroquímica e hidrodinâmica das lagoas costeiras.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABES. **Catálogo brasileiro de engenharia sanitária e ambiental: guia do saneamento ambiental no Brasil - 1992/1993**. 17.ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1994. Paginação irregular.
- ADAMOVICH, B.V.; ZHUKOVA, T.V.; MIKHEEVA, T.M.; KOVALEVSKAYA, R.Z.; LUK'YANOVA, E.V. Long-term variations of the trophic state index in the Narochanskies lakes and its relation with the major hydroecological parameters. **Water resources**, Varsóvia, v. 43, n. 5, p. 809-817, 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Sistema Nacional de Informações sobre Recurso Hídricos - HidroWeb. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb>> Acesso em: 03 de ago. 2017.
- ENRICH-PRAST, A.; SANTORO, A.L.; COUTINHO, R.S.; NIELSEN, L.P.; ESTEVES, F.A. Sediment Denitrification in Two Contrasting Tropical Shallow Lagoons. **Estuaries and Coasts**, Linköping, v.39, n.3, p. 657-663, 2016.
- ALMEIDA, M. G. **Geoquímica de metais pesados na Lagoa de Cima, RJ**. 1998. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, J. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVES, A.R. **Modelagem numérica como ferramenta de gestão ambiental: aplicação ao sistema lagunar de Saquarema – RJ**. 2003, 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental), Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- AMBRUS, A.; HAMILTON, D.J.; KUIPER, H.A.; RACKE, K.D.; Significance of impurities in the safety evaluation of crop protection products. **Pure and Applied Chemistry**, v.75, p. 937, 2003.
- APHA. 20 ed. **Standard methods for examination of water and wastewater**. Washington: American Public Health Association, 1998, 1325 p.
- AZEVEDO, H. J. Uma análise da cadeia produtiva da cana-de-açúcar na região Norte Fluminense. In: PESSANHA, R. M.; NETO, R. S. (Orgs). **Economia e Desenvolvimento do Norte Fluminense: da cana-de-açúcar aos royalties do petróleo**. Campos dos Goytacazes: WTC Editora, 2004. p. 117-172.
- AZEVEDO, F.B. **Modelagem da capacidade de suporte da Lagoa de Saquarema – RJ após a abertura de uma conexão permanente com o mar**. 2005. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- BIDEGAIN, P.; BIZERRIL, C; SOFFIATI, A. **Lagoas do Norte Fluminense**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2002, 148 p.
- BINNER E.; LECHNER P.; ZIEGLER C. **Breitenau Landfill – Water Balance, Emissions and a look into the landfill body**. Viena: Breitenau Landfill Co, 1996, 12 p.

- BITTON, C.C.; CARMOUZE, J.P.; KNOPPERS, B. A preliminary assessment of land cover and use in the Piratininga and Guarapina coastal lagoon systems, State of Rio de Janeiro, Brazil. *In*: KNOPPERS, B., BIDONE, E.D.; ABRÃO, J.J. (Eds.). **Environmental Geochemistry of coastal lagoon systems, Rio de Janeiro, Brasil**. Niterói: UFF – Programa de Geoquímica Ambiental, 1999, p.115-122.
- BOUWMAN, A.F.; LEE, D.S.; ASMAN, A.H.; DENTENER, F.J.; van der HOERK, K.W.A.; OLIVIER, J.G.J. A global high-resolution emission inventory for ammonia. **Global Biogeochemistry cycles**, Washington, v. 11, p. 561, 1997.
- BOZELLI, R.L.; CALIMAN, A.; GUARIENTO, R.D.; CARNEIRO, L.S.; SANTANGELO, J.M.; FIGUEIREDO-BARROS, M.P.; LEAL, J.J. F; ROCHA, A.M.; QUESADO, L.B.; LOPES, P.M.; FARJALLA, V.F.; MARINHO, C.C.; ROLAND, F. ESTEVES, F.A. Interactive effects of environmental variability and human impacts on the long-term dynamics of an Amazonian floodplain lake and a South Atlantic coastal lagoon. **Limnologia: Ecology and Management of Inland Waters**, Cidade do México, v. 39, n. 4, p. 306-313, 2009.
- BRITO, R.J. **Indicadores de qualidade do solo em ambiente de tabuleiros costeiros na região Norte Fluminense, RJ**. 2005. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- CAMPANELI, L. B.; MOLISANI, M. M. **Revisão histórica sobre o estado trófico de lagoas costeiras do estado do Rio de Janeiro**. Campos dos Goytacazes: Essentia, 102 p. (no prelo).
- CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHAO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E.; SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.27, n.5, p.935-944, 2003.
- CARLONI, F.B.B.A; WASSERMAN, C.J.; PEREIRA, L.F.M.; MOREIRA, M.M. Mudanças na qualidade da água de uma laguna do leste fluminense, geradas pela abertura permanente de conexão com o mar. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 29-40, 2010.
- CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. **Limnology and oceanography**, Minneapolis, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977.
- CASTILLO, M.M. Land use and topography as predictors of nutrient levels in a tropical catchment. **Limnologia**, Amsterdam, v.40, p. 322-329, 2010.
- CASTRO, B.M.; MIRANDA, L.B. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. *In*: ROBINSON, A.R.; BRINK, K.H. (Eds), **The Sea: Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas**, v. 11. New York: John Wiley & Sons, 1998. p. 209-252.
- CELLA, D.; ROSSI, M.C.L. Análise do mercado de fertilizantes no Brasil. **Interface tecnológica**, v.7, n.1, p. 41-50, 2010.
- CERDA, M.; NUNES-BARBOZA, C.D.; SCALI-CARVALHO, C.M.; ANDRADE-JANDRE, K.; MARQUES JR, A. Nutrient budgets in the Piratininga-Itaipu lagoon system (southeastern Brazil): effects of sea-exchange management. **Latin American Journal of Aquatic Research**, Valparaiso, v. 41, n. 2, p. 226-238, 2013.
- CHANG, H.; BONNETTE, M. R. Climate change and water-related ecosystem services: impacts of drought in California, USA. **Ecosystem health and sustainability**, Washington, v.2, n.12, 1-19, 2016.

CHEN, M.; ZENG, G.; ZHANG, J.; XU, P.; CHEN, A.; LU, L. Global landscape of total organic carbon, nitrogen and phosphorus in lake water. **Scientific reports**, 5, 15043; doi: 10.1038/srep15043, 2015.

CLÉMENT, F.; RUIZ, J.; RODRÍGUEZ, M.A.; BLAIS, D.; CAMPEAU. Landscape diversity and forest edge density regulate stream water quality in agricultural catchments. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 72, p. 627-639, 2017.

COSTA, J.A.B. **Competitividade da agroindústria canavieira na região Norte Fluminense**. 2009. 166 f. Tese (Doutorado em produção vegetal), Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

CRUZ, A.C. **Análise de intervenções no sistema lagunar de Maricá-RJ com auxílio de modelagem hidrodinâmica ambiental**. 2010. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

DA SILVA, A. M. G. **Relações entre paisagens ambientais (mata atlântica e pastagens) e a biogeoquímica de C, N e P em águas superficiais na bacia hidrográfica do Rio Imbé, RJ**. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

DANTAS, M.E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A.I.M.; DA SILVA, C.R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J.F.; CALDERANO, S.B.; FILHO, A.C.; OLIVEIRA, R.P.; MANSUR, K.; FERREIRA, C.E.O. **Diagnóstico geoambiental do estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2000. 24 p.

DAVIS, A.P.; SHOKOUHIAN, M.; SHUBEI, M. Loading estimates of lead, copper, cadmium, and zinc in urban runoff from specific sources. **Chemosphere**, Amsterdam, v.44, n.5, p.997-1009, 2001.

DE PAULA, F.C.F.; LACERDA, L.D.; MARINS, R.V.; AGUIAR, J.E. Emissões naturais e antrópicas de metais e nutrientes para a bacia inferior do Rio das Contas, Bahia. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 70-75, 2010.

DÖLL, P.; SIEBERT, S. Model-based scenarios of water use in two semi-arid Brazilian states. **Regional Environmental Change**, Aix-en-Provence, v. 2, p. 150-162, 2002.

EJSMONT-KARABIN, J.; GÓRNIACK, A.; JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK, E.; KARPOWICZ, M.; WIECKO, A. Long-term changes in the trophic state of Suwalki lakes – an analysis by means of indices based on abundance and composition of their rotifer fauna. **Limnological Review**, Gdańsk, v. 16, n. 4, p. 199-205, 2016.

ELSER, J.J., BRACKEN, M.E.S., CLELAND, E.E., GRUNER, D.S., HARPOLE, W.S., HILLEBRAND, H., NGAI, J.T., SEABLOOM, E.W., SHURIN, J.B., & SMITH, J.E. Global analysis of nitrogen and phosphorus limitation of primary producers in freshwater, marine and terrestrial ecosystems. **Ecology Letters**, Medford, v. 10, p. 1135–1142, 2007.

EMBRAPA: banco de dados. Disponível em: <<https://www.sisolos.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em 25 de abril de 2017.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos da limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciências, 2011. 826 p.

ESTEVEES, F.A.; CALIMAN, A.; SANTANGELO, J.M.; GUARIENTO, R.D.; FARJALLA, V.F.; BOZELLI, R.L. Neotropical coastal lagoons: an appraisal of their biodiversity,

functioning, threats and conservation management. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.68, n. 4, suppl, p. 967-981, nov. 2008.

FELLER, I.C.; WHIGHAM, D.F.; MCKEE, K.L.; LOVELOCK, C.L. Nitrogen limitation of growth and nutrient dynamics in a disturbed mangrove forest, Indian River Lagoon, Florida. **Oecologia**, v. 134, n. 3, p. 404-4014, 2003.

FERNANDES, V.O.; ESTEVES, F. A. The use of indices for evaluating the periphytic community in two kinds of substrate in imboassica lagoon, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 63, n. 2, p. 233-243, 2003.

FOLEY, J.A.; DeFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, G.B.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.C.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.A.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P.K. Global consequences of land use. **Science**, Washington, v. 309, p. 570-574, 2005.

FUČÍK, P.; KVÍTEK, T.; LEXA, M.; NOVÁK, P.; BÍLKOVÁ, A. Assessing the stream water quality dynamics in connection with land use in agricultural catchments of different scales. **Soil & Water Research**, Praga, v. 3, n. 3, p. 98-112, 2008.

GABRIEL, A.; LUZ, M. (organizadores) **O roteiro dos sete capitães: documentos e ensaios**. Macaé: FUNEMAC, 2012. 125 p.

GODIE, A. **The human impact: on the Natural Environment**. 5 ed. Cambridge: MIT Press, 2000, 511 p.

GOLLEY, F. B.; MC GUINNESS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G.I.; DUEVER, M. J.; **Ciclagem de Minerais em um Ecossistema de Floresta Tropical Úmida**. EDUSP: São Paulo, 1978, 111 p.

GOMES, N.F. **Análises de circulação hidrodinâmica e de transporte de sal em um estuário hipersalino: Lagoa de Araruama – RJ**. 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GU, J.; CHENG, Z.; SALEM, A. Post-Aswan dam sedimentation rate of lagoons of the Nile Delta, Egypt. **Environmental Earth Sciences**, Washington, v. 67, n. 7, p. 1807-1813, 2011.

HÅKANSON, L.; BRYHN, A.C. **Tools and criteria for sustainable coastal ecosystem management. examples from the Baltic Sea and other aquatic systems**. Berlin: Springer-Verlag, 2008, 292 pp.

HU, Z.; CAI, Y.; GUO, L.; CHEN, Q.; LIU, T.; CHI, F.; YANG, L. The habitat type and trophic state determine benthic macroinvertebrate assemblages in lowland shallow lakes of China. **Journal of limnology**, Nanjing, v. 75, n.2, p. 330-339, 2016.

HUSZAR, V.L.M.; ESTEVES, F.A. Considerações sobre o fitoplâncton de rede de 14 lagoas costeiras do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 11, p.323-345, 1988.

IBGE - CENSO DEMOGRÁFICO 2010: características da população e dos domicílios. [2011]. 1 CD-ROM. Base estatística de informações do censo demográfico 2010: resultado do universo por setor censitário.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo Agropecuário: 2006: Brasil, grandes regiões e unidades da federação: segunda apuração**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012, 484p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo Agropecuário: 1980: Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983, 778p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Manual técnico de uso da terra**. 3 ed, Rio de Janeiro: IBGE, 2013, 156 p.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Séries históricas e estatísticas: nível geográfico - população dos municípios das capitais (população presente e residente). Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=1&vcodigo=CD79&t=populacao-municipios-capitais-populacao-presente-residente>> Acesso em: 21 de maio 2015.

IC CONSULTANTS LTD. **Pollutants in urban waste water and sewage sludge**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001. 278 p.

INÁCIO, E. S. B.; CANTALICE, J. R. B.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, Q. R.; BARRETO, A. C. Quantificação da erosão em pastagens com diferentes declividades na microbacia do Ribeirão Salomea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.355-360, 2007.

JOHNSON, D.W.; LINDBERG, S.E. **Atmospheric deposition and forest nutrient cycling**. Berlin: Springer-Verlag, 1998, 707 p.

JONES, J.G.; SIMON, B. M.; HORSLEY, R. W. Microbiological Sources of Ammonia in Freshwater Lake Sediments. **Journal of General Microbiology**, Cumbria, v. 128, p. 2823-2831, 1982.

KIMMEL, B.L.; GROEGER, A.W. Limnological and ecological changes associated with reservoir aging. *In*: HALL, G.E.; VAN DEN AVYLE, M.J. (Eds.). **Reservoir fisheries management: strategies for the 80's**. Bethesda: Reservoir Committee, 1986. p. 103-109.

KJERFVE, B. Coastal Lagoons Processes. *In*: KJERFVE, B. (Ed.). **Coastal Lagoons Processes**, Berlin: Elsevier Oceanography Series, 1994. p. 1-8.

KJERFVE, B.; DIAS, G.T.M. Barrier and beach ridge systems of Rio de Janeiro coast. *In*: DILLENBURG, S.R.; HESP, P.A. (Eds.). **Geology and Geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil**, 1. ed. Berlin: Springer, 2009. p. 225-252.

KJERFVE, B.; MAGILL, K.E. Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. **Marine Geology**, Amsterdam, v.88, p. 187-199, 1989.

KNOPPERS, B.; EKAU, W.; FIGUEIREDO, A.G. (b) The coast and shelf of east and northeast Brazil and material transport. **Geo-Marine Letters**, Londres, v. 19, n. 3, p. 171-178, dez. 1999.

KNOPPERS, B.; KJERFVE, B.; CARMOUZE, J.P. Trophic state and water turn-over time in six choked coastal lagoons in Brazil. **Biogeochemistry**, Nova York, v. 14, p. 149-166, 1991.

KNOPPERS, B.; CARMOUZE, J.P.; MOREIRA-TURCQ, P.F. (a) Nutrient dynamics, metabolism and eutrophication of lagoons along the east fluminense coast, state of Rio de Janeiro, Brazil. *In*: KNOPPERS, B., BIDONE, E.D.; ABRÃO, J.J. (Eds.). **Environmental Geochemistry of coastal lagoon systems, Rio de Janeiro, Brasil**. Niterói: UFF – Programa de Geoquímica Ambiental, 1999, p.123-154.

KOVACS, A.; HONTI, M. Estimation of diffuse phosphorus emissions at small catchment scale by GIS-based pollution potential analysis. **Desalination**, Amsterdam, v.226, p. 72-80, 2008.

- LACERDA, L. D. Updating global Hg emissions from small-scale gold mining and assessing its environmental impacts. **Environmental Geology**, New York, v. 43, n.3, p. 308-314, 2003.
- LACERDA, L.D.; MOLISANI, M.M. Three decades of Cd and Zn contamination in Sepetiba Bay, SE Brazil: Evidence from the mangrove oyster *Crassostreaa rhizophorae*. **Marine Pollution Bulletin**, v.52, p.969-987, 2006.
- LACERDA, L.D.; MOLISANI, M.M.; SENA, D.; MAIA, L.P. Estimating the importance of natural and anthropogenic sources on N and P emission to estuaries along the Ceará State Coast NE Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, Berlin, v. 141, p.149–164, 2008.
- LACERDA, L.D.; SANTOS, A.F.; MARINS, R.V. Emissão de mercúrio para a atmosfera pela queima de gás natural no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n.2, p. 366-369, 2007.
- LACERDA, L.D.; VAISMAN, A.G.; MAIA, L.P.; CUNHA, E.; SILVA, C.A.R. Relative importance of nitrogen and phosphorus emissions from shrimp farming and other anthropogenic sources for six estuaries along the NE Brazilian coast. **Aquaculture**, Amsterdam, vol. 253, p. 433-446, 2006.
- LAMEGO, A. R. **O Homem e a restinga**. Rio de Janeiro: IBGE, 1946, 227 p.
- LAMPARELLI, M.C. **Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. 238 f. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- LASPIDOU, C.; KOFINAS, D.; MELLIOS, N.; LATINOPOULOS, D.; PAPADIMITRIOU, T. Investigation of factors affecting the trophic state of shallow Mediterranean reconstructed lake. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 103, p. 154-163, 2017.
- LEMA, M.L.C. **Biogeoquímico do C, N, P; hidrodinâmica de particulados e evolução da eutrofização na região costeira de Niterói, RJ**. 2012. 225 f. Tese (Doutorado em Biologia Marinha) – Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- LIMA, V.S. **Variação espaço-temporal do espelho d'água da Lagoa Feia, RJ**. 2014, 114 f, Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- MACHADO, W.; MOSCATELLI, M.; REZENDE, L.G. & LACERDA, L.D. Mercury, zinc and copper accumulation in mangrove sediments surrounding a large landfill in southeast Brazil. **Environmental Pollution**, Oxford, v.120, n.2, p.455-461, 2002.
- MACIEL, G.L.R. **Análise de dados hidrodinâmicos e estratificação na Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ: Relação com a concentração de Oxigênio Dissolvido**. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980, 251p.
- MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. *In*: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1980. cap. 13, p.539-593.
- MAMUN, Md.; AN, K-G. Major nutrients and chlorophyll dynamics in Korean agricultural reservoirs along with an analysis of trophic state index deviation. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity**, Amsterdam, v. 10, n. 2, p. 183-191, 2017.

- MAROTTA, H. **Dióxido de carbono em lagos tropicais: De controles locais a padrões globais**. 2009, 96 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MELLO, T.B.M. **Caracterização Biogeoquímica da Lagoa de Araruama, RJ**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica Ambiental) – Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- MELLO, W. Z. Precipitation chemistry in the coast of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Pollution**, Oxford, v.114, p.235-242, 2001.
- MELLO, W. Z.; ALMEIDA, M. D. Rainwater chemistry at the summit and southern flank of the Itatiaia massif, Southeastern Brazil. **Environmental Pollution**, Oxford, v.129, p.63-68, 2004
- MELO, S.; BOZELLI, R.L.; ESTEVES, F.A. Temporal and spatial fluctuations of phytoplankton in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.67, n.3, p. 475-483, 2007.
- MENDONÇA, J.C.; FREITAS, R.M; AGUIAR, D.A.; SOUSA, E.F.; MUNIZ, R.A.; ESTEVES, B.S. Mapeamento das áreas de cana-de-açúcar na região Norte Fluminense-RJ por uso de técnicas de sensoriamento remoto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.561-571, 2011.
- MENZI, H.; KESSLER, J. **Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference of the FAO Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture**, Rome, Itália, 1998.
- MERCANTE, C.T.; TUCCI-MOURA, A. Comparação entre os índices de Carlson e de Carlson modificado aplicados a dois ambientes subtropicais, São Paulo, SP. **Acta Limnológica Brasiliensia**, Rio Claro, v.12, p.1-14, 1999.
- MESQUITA, E.E.; PINTO, J.C.; FURTINI NETO, A.E.; SANTOS, I.P.A.; TAVARES, V.B. Teores críticos de fósforo no solo em três solos para o estabelecimento de capim-Mombaça, capim-Marandu e capim-Andropogon em vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.290-301, 2004.
- MIRAS, Y.; BEAUGER, A.; LAVRIEUX, M.; BERTTHON, V.; SERIEYSSOL, K.; ANDRIEU-PONEL, V.; LEDGER, P.M. Tracking long-term human impact on landscape, vegetal biodiversity and water quality in the Lake Aydat catchment (Auvergne, France) using pollen, non-pollen palynomorphs and diatom assemblages. **Paleogeography, Paleoclimatology, Peleocology**, Amsterdam, v. 424, p. 79-90, 2015.
- MIRO, J.M.R; LIMA, V.S.; CORREA, W.S.C; COELHO, A.L.N. O balanço hídrico-climatológico como subsídio ao planejamento e gestão da Lagoa Feia na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.1, n.5, p.1060 – 1069, 2012.
- MOLINA-NAVARRO, E., D. TROLLE, S. MARTINEZ-PEREZ, A. SASTRE-MERLIN, AND E. JEPPESEN. 2014. Hydrological and water quality impact assessment of a Mediterranean limno-reservoir under climate change and land use management scenarios. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 509, p. 354–366, 2014.
- MOLISANI, M.M.; BECKER, H.; BARROS, H.S.; HIJO, C.A.G.; MONTE, T.M.; VASCONCELLOS, G.H.; LACERDA, L.D.(a) The influence of Castanhão reservoir on nutrient and suspended matter transport during rainy season in the ephemeral Jaguaribe river (CE, Brasil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 73, n. 7, p. 115-123, 2013.

MOLISANI, M.M.; ESTEVES, F.A.; LACERDA, L.D.; REZENDE, C.E. (b) Emissões e antrópicas de nitrogênio, fósforo e metais para a bacia do Rio Macaé (Macaé, RJ, Brasil) sob influência das atividades de exploração de petróleo e gás na Bacia de Campos. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n.1, p.27-33, 2013.

MONTEIRO, A. C. G. **Avaliação dos impactos ambientais e socio-econômicos da queima de cana-de-açúcar no município de Campos dos Goytacazes-RJ**. 2011, 81 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

MOSER, B.K.; STEVENS, G.R. Homogeneity of variance in the two-sample means test. **The American Statistician**, Alexandria, v. 46, n. 1, p. 19-21, 1992.

NAJIB, S. A. M.; ISMAIL, W. R.; OMAR, M. A. Suspended sediment and phosphorus budget and trophic status of Bukit Merah Reservoir, Perak, Malaysia. **Journal of Environmental Geography**, v. 10, n. 3-4. p. 1-8, 2017.

NEILL, C.; DEEGAN, L. D.; CERRI, C. C.; THOMAZ, S. Deforestation for pasture alter nitrogen and phosphorus in small Amazonian streams. **Ecological Applications**, Washington, v.11, n.6, p.1817-1828, 2001.

NETO, A. F. P. **Transformações sócio-espaciais no Norte Fluminense: da cana-de-açúcar aos hidrocarbonetos**. 2005, 116 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais), Escola Nacional de Ciência e Estatística do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

NIEDERTSCHEIDER, M.; KASTNER, T.; FEZTEL, T.; HABERL, H.; KROISLEITNEIR, C.; PLUTZAR, C.; ERB, K-H. Mapping and analysing cropland use intensity from a NPP perspective. **Environmental Research Letters**, Berkeley, v. 11, p. 1-12, 2016.

NICHOLS, M.M. Sediment accumulation rates and relative sea level rise in lagoons. **Marine Geology**, Amsterdam, v. 88, p. 201-219, 1989.

NRIAGU, J.O.; PACYNA, J.M. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. **Nature**, v. 333, p. 134-139, 1988.

OCHOA-IZAGUIRRE, M.J.; VOLTOLINA, D.; VICTORINO-SÁNCHEZ, G. Nitrogen, Phosphorus and N: P Ratio in Macroalgae of Two Lagoon Systems of NW Mexico. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Trabzon, v. 17, p. 911-919, 2017.

ODILON, A. C. A; SILVA; F. J. L.; FILHO, L. G. R. (organizadores). **Atlas eólico do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2003, 83 p.

OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT). **Eutrophication of water: Monitoring, assessment and control**. Paris: OECD, 1982. 154p.

PANOSSO, R.; ESTEVES, F. A. Effects of disturbance on phosphorus turnover and plankton dynamics. **Journal of Plankton Research**, Oxford, v.22, n. 3, p. 589–595, 2000.

REDFIELD, A.C.; KETCHUM, B.H.; RICHARDS, F.A. (1963b) The influence of organisms on the composition of sea-water. *In*: Hill MN (ed) **The Sea**. New York: Interscience Publishers, 1963, p. 26-77.

RAST, W.; HOLLAND, M. Eutrophication in lakes and reservatoirs: a framework for making management decisions. **Ambio**, Londres, v. 17, n. 1, p. 1-12, 1988.

REZENDE, C.E (org). **Diagnóstico Ambiental da Área de Proteção Ambiental da Lagoa de Cima**. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006, p. 144.

RIBEIRO, R.V. **Desafios ao desenvolvimento regional do Norte Fluminense**. 2010, 71 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RIGUETTI, A.L. **Avaliação espaço-temporal do grau de trofia em lagoas costeiras da cidade do Rio de Janeiro: Aplicação de índices de estado trófico**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Química Ambiental) – Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (Estado). Conselho Estadual de Recurso Hídricos (CERHI). Resolução n. 107, de 2013. Aprova nova definição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI n. 18, de 08 de nov. de 2006. **Base legal para gestão das águas do estado do Rio de Janeiro**, 2. Ed. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente, p. 409-415, maio 2013.

ROBINSON, T.P.; WINT, G.R.W.; CONCHEDDA, G.; BOECKEL, T.P.; ERCOLI, V.; PALAMARA, E.; CINARDI, G.; D'AIETTI, L; HAY, S.I.; GILBERT, M. Mapping the global distribution of livestock. **PLOS one**, Liverpool, v. 9, n.5, p. 1-13, 2014.

RUXTON, G.D. The unequal variance *t*-test is an underused alternative to Student's *t*-test and the Mann-Whitney *U* test. In: Forum of Behavioral Ecology; 2006, Londres. doi:10.1093/beheco/ark016. p. 688-690, 2006.

SANTOS, J. A.; MARINS, R. V.; AGUIAR, J. E.; CHALAR, G.; SILVA, F. A. T. F. Hydrochemistry and trophic state change in a large reservoir in the Brazilian northeast region under intense drought conditions. **Journal of limnology**, Nanjing, v. 76, n.1, p. 41-51, 2017.

SANTOS, M.G.; PEREIRA, S.Y. Método AVI (Aquifer Vulnerability Index) para a classificação da vulnerabilidade das águas subterrâneas na região de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Campinas, v.16, n.13, p.281-290, 2011.

SANTOS, M.R. **Evolução temporal da eutrofização no Complexo Laguna de Jacarepaguá**. 2014. 126 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SCHIAVETTI, A.; MANZ, J.; DOS SANTOS Z.C.; MAGRO, T.C.; PAGANI, M.I. Marine Protected Areas in Brazil: An ecological approach regarding the large marine ecosystems. **Ocean & Coastal Management**, Oxford, v. 76, p. 96 – 104, 2013.

SCHINDLER, D.W., HECKY, R. E., FINDLAY, D.L, STANTON, M.P., PARKER, B.R., PATERSON, M.J., BEATY, K.G, LYNG, M.& KASIAN S.E.M. Eutrophication of lakes cannot be controlled by reducing nitrogen input: Results of a 37-year whole-ecosystem experiment. **PNAS**, Washington, vol. 32 pp.11254–11258, p. 2008.

SETUBAL, R.B.; SANTANGELO, J.M.; ROCHA, A.M.; BOZELLI, R.L. Effects of sandbar openings on the zooplankton community of coastal lagoons with different conservation status. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 25, n. 3, p. 246-256, 2013.

SIENSKA, J.; DUNALSKA, J.; LOPATA, M.; PARSZUTO, K.; TANDYRAK, R. Trophic state and recreational value of Lake Mikołajskie. **Limnological Review**, Gdańsk, v. 16, n. 3, p. 147-153, 2016.

SILVA, L.F. Solos tropicais: aspectos pedológicos, ecológicos e de manejo. **Terra Brasilis**: São Paulo, 1996, 137 p.

SILVINO, R.F.; BARBOSA, F.A.R. Eutrophication potential of lakes: an integrated analysis of trophic state, morphometry, land occupation and land use. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.75, n.3, p. 607-615, 2015.

SIMONA, M. Winter and spring mixing depths affect the trophic status and composition of phytoplankton in the northern meromictic basin of Lake Lugano. **Journal of limnology**, Nanjing, v. 62, n.2, p. 190-206, 2003.

SHORE, M.; JORDAN, P.; MELLAND, A. R.; MELLANDER, P-E; McDONALD; SHORTLE, G. Incidental nutrient transfers: assessing critical time in agricultural catchments using high-resolution data. **Science of Total Environment**, Amsterdam, v. 553, p. 404-415, 2016.

SMIDERLE, D.A.V. **O Multifforme desafio do setor sucroalcooleiro de Campos dos Goytacazes (RJ)**. 2009, 104 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

SMITH, V.H. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem. **Environmental Science and Pollution Research**, Londres, v. 10, n. 2, p. 126-139, mai. 2003.

SMITH, V.H.; TILMAN, G.D.; NEKOLA, J.C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**, Oxford, v. 100, p. 179-196, mar. 1999.

SOFFIATI, A. A. História das ações antrópicas sobre os ecossistemas vegetais nativos das regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Perspectivas on-line**, Campos dos Goytacazes, v.4, n.7, p. 67-79, 2005.

SOFFIATI, A. **As lagoas do Norte Fluminense: uma contribuição à história de uma luta**. Campos dos Goytacazes: Essentia Editora, 2013. 203p.

SOUZA, M.F.L.; KJERFVE, B.; KNOPPERS, B.; SOUZA, W.F.L.; DAMASCENO, R.N. (a) Nutrient budgets and trophic state in a hypersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Oxford, v. 57, p. 843-858, 2003a.

SOUZA, W.F.L.; KNOPPERS, B. Fluxo de água e sedimento a costa leste do Brasil: relações entre a tipologia e as pressões antrópicas. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.17, n.1, p. 057-074, 2003.

SOUZA, W.F.L.; KNOPPERS, B; BALZER, W.; LEIPE, T. (b) Geoquímica e fluxo de nutrientes, ferro e manganês para a costa leste do Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.17, n.2, p. 130-144, 2003.

THOMATOU, A-A.; TRIANTAFYLLIDOU, M.; CHALKIA, E.; KEHAYIAS, G.; KONSTANTINOU, I.; ZACHARIAS, I. Land use change do not rapidly change the trophic state of a deep lake. Amvrakia Lake, Greece. **Journal of Environmental Protection**, v. 4, p. 426-434, 2013.

TOLEDO Jr., A.P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J.; AGUDO, E.G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação e processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12.; 1983, Comboriú. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1983. p. 1-34.

- TROMBONI, F; DODDS, W.K. Relationship between land use and stream nutrient concentrations in a highly urbanized tropical region of Brazil: Thresholds and riparian zones. **Environmental management**, Cham, v. 60, n. 1, p. 30-40, 2017.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, 248p, 2003, 248 p.
- VALDEMAR, F. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. 186p.
- VALPASSOS, C.A.M. **Quando a lagoa vira pastagem: um estudo sobre os conflitos em torno das diferentes formas de apropriação e concepção dos espaços marginais da Lagoa Feia – RJ**. 2006. 139f. Dissertação (Mestrado em Antropologia) – Instituto de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- VERHEYEN, D.; GAELLEN, N. V.; RONCHI, B.; BATELAAN, O.; STRUYF, E.; GOVERS, G.; MERCKX, R.; DIELS, J. Dissolved phosphorus transport from soil to surface water in catchments with different land use. **Ambio**, Londres, v. 44, suppl. 2, p. S228-S240, 2015.
- VOLLENWEIDER R.A.; GIOVANARDI F.; MONTANARI G.; RINALDI A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. **Environmetrics**, Santa Lucia, v.9; p. 329-357, 1998.
- WETZEL, R.G. **Limnology, lake and rivers ecosystems**. 3. Ed. San Diego: Academic Press, 2001, 1006 p.
- XAVIER DA SILVA, J.; ZAIDAN, R.T (organizadores). **Geoprocessamento & Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 328 p.
- XU, F-L.; TAO, S.; DAWSON, R. W.; LI, B-G. A GIS-Based method of lake eutrophication assessment. **Ecological modeling**, Amsterdam, v. 144, p. 231-244, 2001.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 3. ed. London: Prentice Hall International, 1996, 662 p.

## 10. APÊNDICES

Apêndice 1: Dados de cota e vazão obtidos do Site HidroWeb da ANA (código da estação 59005500) a partir dos quais se estabeleceu a regressão  $y = 2,6203x^4 - 23,016x^3 + 76,968x^2 - 69,586x + 25,701$ ,  $R^2 = 0,9721$  a qual melhor ajustou os valores de vazão do Rio Ururá a partir da leitura de cota.

Data	Cota (m)	Vazão (m³/s)
30/01/1968	1,77	42,6
07/02/1968	1,67	40,8
19/02/1968	1,43	31,1
28/02/1968	2,01	62,3
04/03/1968	2,63	96,3
11/03/1968	2,70	98,9
29/04/1968	1,14	22
18/06/1968	0,89	13,8
02/08/1968	1,03	21,8
20/11/1968	1,69	46,3
23/11/1968	2,20	67,4
25/11/1968	2,33	76,3
26/12/1968	2,24	68,8
20/01/1969	1,36	31,1
12/02/1969	1,96	56,7
03/03/1969	1,79	45,7
21/05/1969	1,22	26,6
18/06/1969	1,02	18,8
01/07/1969	3,78	166
21/08/1969	1,32	27
22/09/1969	1,13	20,7
17/10/1969	0,98	16
22/10/1969	1,64	42,4
12/11/1969	1,82	48,7
29/12/1969	2,02	52,6
05/01/1976	1,35	23,2
12/01/1976	1,17	16,2
24/01/1976	0,97	11,2
24/10/1976	0,97	10,8
28/01/1976	0,94	8,77
03/02/1976	1,12	15,5
10/02/1976	1,35	24,4
20/02/1976	1,21	18,5
23/02/1976	1,15	15,3
05/03/1976	0,91	8,51
10/03/1976	0,82	7,03
17/03/1976	0,77	5,82
25/03/1976	0,81	6,92

01/04/1976	1,26	22,1
12/04/1976	1,22	18,4
21/04/1976	1,09	15
26/04/1976	1,06	13
06/05/1976	1,01	12,1
29/05/1976	1,10	15,1
08/06/1976	0,90	8,99
29/06/1976	0,74	4,76
07/07/1976	1,14	17,3
30/07/1976	1,08	13,3
10/08/1976	0,87	7,39
27/08/1976	1,11	13
15/09/1976	1,22	18,2
27/09/1976	1,27	20,9
16/10/1976	1,72	41,5
16/11/1976	1,80	45,9
26/11/1976	2,06	59,7
09/12/1976	1,75	39,9
23/12/1976	2,27	68,1
05/01/1977	2,70	94,8
19/01/1977	1,88	47,1
26/01/1977	2,10	60,8
07/02/1977	1,77	41,8
14/02/1977	1,53	28,1
18/02/1977	1,45	23,2
25/02/1977	1,37	18,7
08/03/1977	1,20	11,2
15/03/1977	1,20	13
22/03/1977	1,28	14,4
29/03/1977	1,31	15,5
09/04/1977	1,77	40,9
14/04/1977	1,61	32,7
21/04/1977	1,47	22,7
30/04/1977	1,73	39,5
06/05/1977	1,92	48,5
11/05/1977	1,74	32,1
16/05/1977	1,62	25,7
20/05/1977	1,59	23,9
02/06/1977	1,41	16,7
28/06/1977	0,98	9,45
09/07/1977	0,93	9,42
22/07/1977	0,83	6,8
05/08/1977	0,80	8,27
22/08/1977	0,80	8,06

06/09/1977	0,85	9,99
12/09/1977	1,06	17
01/10/1977	1,16	18,7
18/10/1977	2,09	56,8
21/10/1977	1,99	52,3
10/11/1977	1,55	34,2
22/11/1977	2,82	96,1
04/12/1977	3,42	131
28/01/1978	2,60	77,2
23/02/1978	2,42	69,9
06/03/1978	2,07	53
18/03/1978	1,63	34,8
29/03/1978	1,30	22,9
11/04/1978	1,29	23,6
15/04/1978	1,24	21,8
20/04/1978	1,43	28,6
24/04/1978	1,42	28,9
09/05/1978	1,25	23,8
17/05/1978	1,07	17,7
30/01/1968	1,77	42,2
07/02/1968	1,67	41,5
19/02/1968	1,43	32,3
28/02/1968	2,01	62,1
04/03/1968	2,63	96,5
11/03/1968	2,70	97,3
29/04/1968	1,14	21,8
18/06/1968	0,89	14,3
02/08/1968	1,03	21,8
05/01/1976	1,35	23
28/01/1976	0,94	9,19
03/02/1976	1,12	14,8
10/02/1976	1,35	25
20/02/1976	1,21	18,4
05/03/1976	0,90	8,61
10/03/1976	0,82	6,42
17/03/1976	0,76	5,92
25/03/1976	0,81	7,02
01/04/1976	1,26	22,8
12/04/1976	1,22	19,2
21/04/1976	1,09	15,5
06/05/1976	1,01	12,6
29/05/1976	1,10	15,1
08/06/1976	0,90	9,57
29/06/1976	0,74	4,96

07/07/1976	1,14	17
30/07/1976	1,08	13,3
10/08/1976	0,87	7,08
27/08/1976	1,10	14,3
15/09/1976	1,22	19,6
27/09/1976	1,27	20
16/10/1976	1,71	39,9
16/11/1976	1,80	47,5
09/12/1976	1,77	39,9
26/01/1977	2,09	59,7
14/02/1977	1,52	27,5
18/02/1977	1,44	22,9
25/02/1977	1,36	17,6
08/03/1977	1,20	11,8
15/03/1977	1,20	13,6
22/03/1977	1,28	13,7
29/03/1977	1,31	15,5
09/04/1977	1,76	41,4
14/04/1977	1,61	32,7
21/04/1977	1,47	22,3
06/05/1977	1,92	48,8
16/05/1977	1,62	27
20/05/1977	1,59	23,8
02/06/1977	1,41	16,5
28/06/1977	0,97	9,52
09/07/1977	0,93	9,26
22/07/1977	0,83	7,7
06/09/1977	0,85	8,78
01/10/1977	1,16	19,3
18/10/1977	2,09	57,5
21/10/1977	1,98	50,9
10/11/1977	1,50	33,9
18/03/1978	1,63	34,5
29/03/1978	1,30	22,5
11/04/1978	1,29	24
15/04/1978	1,24	21
20/04/1978	1,43	29,8
24/04/1978	1,42	27,4
09/05/1978	1,25	23,8
17/05/1978	1,07	17,9
05/06/1978	1,13	19,8
12/07/1978	1,29	25,2
18/07/1978	1,20	21,8
07/08/1978	0,98	13,6

16/08/1978	0,90	9,7
06/09/1978	0,76	7,43
20/09/1978	0,71	6,85
03/10/1978	0,74	7,08
07/11/1978	1,00	14,9
22/11/1978	1,01	16,6
04/12/1978	1,43	30,5
12/12/1978	1,47	30,4
20/12/1978	1,49	30,4
26/12/1978	1,44	30,5
03/01/1979	1,35	25
10/01/1979	1,51	32
15/01/1979	1,63	34,7
26/01/1979	2,54	72,1
02/02/1979	3,05	93,5
05/03/1979	2,74	78,5
21/03/1979	2,51	69,5
04/04/1979	2,09	50,6
18/04/1979	1,68	34,3
23/04/1979	1,54	29,2
07/05/1979	1,25	21,7
16/05/1979	1,17	18,5
08/06/1979	0,97	12
21/06/1979	0,90	10,3
02/07/1979	1,30	23,5
16/07/1979	1,21	20,2
03/08/1979	0,86	10,4
17/08/1979	0,83	10,6
08/09/1979	0,71	7,6
18/09/1979	0,85	11
01/10/1979	0,78	9,12
20/10/1979	0,66	6,85
01/11/1979	0,79	10,3
19/11/1979	1,01	16,7
04/12/1979	1,34	27,6
10/12/1979	1,18	21,6
28/01/1980	2,53	74
05/02/1980	2,51	68,5
20/02/1980	1,90	43,9
26/02/1980	1,63	33,1
04/03/1980	1,29	23,2
10/03/1980	1,10	17
18/03/1980	0,98	12
02/04/1980	0,96	9,55

11/04/1980	1,10	14,9
17/04/1980	1,24	19,1
24/04/1980	1,58	33,6
05/05/1980	1,46	25
21/05/1980	1,16	14,9
22/06/1978	0,91	12,8
12/07/1978	1,29	26
18/07/1978	1,20	22
07/08/1978	0,99	13
16/08/1978	0,90	9,48
06/09/1978	0,76	7,12
20/09/1978	0,71	6,56
03/10/1978	0,74	7,57
23/10/1978	0,94	11,3
07/11/1978	1,00	14,2
22/11/1978	1,02	16,1
04/12/1978	1,44	29,5
12/12/1978	1,47	30,8
20/12/1978	1,50	29,8
26/12/1978	1,45	30,4
03/01/1979	1,36	25
10/01/1979	1,51	31,6
15/01/1979	1,63	34,8
26/01/1979	2,53	72,9
02/02/1979	3,04	92,2
12/02/1979	3,84	152
19/02/1979	3,35	114
05/03/1979	2,75	78,1
21/03/1979	2,51	69,2
04/04/1979	2,10	50
11/04/1979	1,93	43,5
18/04/1979	1,68	32,7
23/04/1979	1,54	28,9
07/05/1979	1,26	22,1
16/05/1979	1,17	18,8
08/06/1979	0,97	11,9
21/06/1979	0,90	9,61
02/07/1979	1,30	23,4
16/07/1979	1,21	20,1
03/08/1979	0,86	11,9
17/08/1979	0,83	10,7
08/09/1979	0,71	7,8
18/09/1979	0,85	10,7
01/10/1979	0,79	9,52

20/10/1979	0,66	6,37
01/11/1979	0,78	10,5
19/11/1979	1,01	17,1
04/12/1979	1,34	27,5
10/12/1979	1,18	22
18/12/1979	0,88	12,9
27/12/1979	1,48	30,6
07/01/1980	2,50	71,6
21/01/1980	2,61	81,4
28/01/1980	2,53	73,8
05/02/1980	2,51	70,3
20/02/1980	1,90	43,7
26/02/1980	1,63	34,1
04/03/1980	1,29	24,5
10/03/1980	1,10	16,7
18/03/1980	0,98	12,1
27/03/1980	0,90	8,95
02/04/1980	0,96	9,78
11/04/1980	1,10	14,5
17/04/1980	1,24	17,9
24/04/1980	1,58	33,1
05/05/1980	1,45	25,3
21/05/1980	1,17	15,2
05/06/1978	1,13	19,7

Apêndice 2: Estimativa de vazão do Rio Ururaí a partir dos seus valores de cota lidos, com base na equação  $y = 2,6203x^4 - 23,016x^3 + 76,968x^2 - 69,586x + 25,701$  obtida dos dados do apêndice 1.

<b>Data</b>	<b>Cota (m) lida no Rio Ururaí</b>	<b>Vazão (m³/s) estimada Rio Ururaí</b>
19/01/2012	2,45	73,05
10/05/2012	1,46	28,26
10/07/2012	2,61	80,69
12/12/2012	2,00	52,13
17/04/2013	3,40	124,40
26/06/2013	2,28	65,17
21/08/2013	2,02	53,30
16/10/2013	1,95	49,83
11/02/2014	1,88	46,52
28/05/2014	2,00	52,20
27/08/2014	2,39	70,16
03/12/2014	1,88	46,52
11/02/2015	1,42	26,80
27/05/2015	1,69	38,42
29/07/2015	1,83	44,39
20/10/2015	1,92	48,71

Apêndice 3: Estimativa de fluxo de Nitrogênio Inorgânico Total (nitrito+nitrato+amônia) e Fósforo Total feita pelo Rio Ururaí nos anos de 2012 a 2015. A concentração de nutrientes (Ci) foi obtida do monitoramento sistemático de corpos d'água interiores do INEA e a vazão do rio (Qi) foi estimada a partir dos valores de cota lidos pelo INEA (veja apêndice 2).

	<b>Nitrogênio Inorgânico Total</b>			<b>Fósforo Total</b>		
	<b>Ci(mg/L)</b>	<b>Qi (m³/s)</b>	<b>Fluxo (kg/dia)</b>	<b>Ci(mg/L)</b>	<b>Qi (m³/s)</b>	<b>Fluxo (kg/dia)</b>
19/01/2012	0,06	73,1	37,9	0,03	73,1	18,9
10/05/2012	0,12	28,3	29,3	0,03	28,3	7,29
10/07/2012	0,00	80,7	0,00	0,00	80,7	0,00
12/12/2012	0,15	52,1	67,1	0,07	52,1	31,5
17/04/2013	0,09	124	96,7	0,11	124	118
26/06/2013	0,29	65,2	165	0,04	65,2	22,5
21/08/2013	0,15	53,3	69,1	0,06	53,3	27,6
16/10/2013	0,07	49,8	30,1	0,07	49,8	30,1
11/02/2014	0,07	46,5	28,1	0,06	46,5	24,1
28/05/2014	0,15	52,2	67,7	0,06	52,2	27,1
27/08/2014	0,06	70,2	36,4	0,08	70,2	48,5
03/12/2014	0,00	46,5	0,00	0,05	46,5	20,1
11/02/2015	0,14	26,8	32,4	0,03	26,8	6,9
27/05/2015	0,16	38,4	53,1	0,1	38,4	33,2
29/07/2015	0,11	44,4	42,2	0,05	44,4	19,2
20/10/2015	0,18	48,7	75,8	0,00	48,7	0,00

Apêndice 4: Estimativa de fluxo de Nitrogênio Inorgânico Total (nitrito+nitrato+amônia) e Fósforo Total feita pelo Rio Macabu nos anos de 2012 a 2015. A concentração de nutrientes (Ci) foi obtida do monitoramento sistemático de corpos d'águas interiores do INEA e a vazão do rio (Qi) foi obtida do site HidroWeb da ANA (código da estação 59100000).

	Nitrogênio Inorgânico Total			Fósforo Total		
	Ci(mg/L)	Qi (m³/s)	Fluxo (kg/dia)	Ci(mg/L)	Qi (m³/s)	Fluxo (kg/dia)
19/01/2012	0,44	3,54	13,5	0,09	3,54	2,75
10/05/2012	0,80	9,51	65,9	0,22	9,51	17,9
10/07/2012	0,07	1,54	0,93	0,00	1,54	0,00
12/12/2012	0,37	1,5	4,76	0,11	1,5	1,43
17/04/2013	0,25	8,05	17,3	0,08	8,05	5,6
26/06/2013	0,52	1,75	7,9	0,06	1,75	0,91
21/08/2013	0,25	1,33	2,87	0,35	1,33	4,02
16/10/2013	0,46	7,05	28,0	0,09	7,05	5,48
11/02/2014	0,28	4,05	9,80	0,03	4,05	1,05
28/05/2014	0,34	13,5	39,7	0,04	13,5	4,67
27/08/2014	0,36	15,4	47,8	0,10	15,4	13,3
03/12/2014	0,20	14,7	0,00	0,08	14,7	10,2
11/02/2015	0,20	10,5	18,2	0,06	10,5	5,45
27/05/2015	0,00	8,87	0,00	0,10	8,87	7,66
29/07/2015	0,00	8,57	0,00	0,05	8,57	3,70
20/10/2015	1,23	7,46	79,28	0,03	7,46	0,00

Apêndice 5: Estimativa de fluxo de Nitrogênio Inorgânico Total (nitrito + nitrato + amônia) e Fósforo Total feita para o Canal da Flecha nos anos de 2012 a 2015. A concentração de nutrientes (Ci) foi obtida do monitoramento sistemático de corpos d'águas interiores do INEA e a vazão do rio (Qi) foi obtida multiplicando-se o número de comportas abertas pela vazão regularizadas das comportas que é de 14 m³/s.

	Nitrogênio Inorgânico Total			Fósforo Total		
	Ci(mg/L)	Qi (m³/s)	Fluxo (kg/dia)	Ci(mg/L)	Qi (m³/s)	Fluxo (kg/dia)
19/01/2012	0,12	154	159,7	0,03	154	39,9
10/05/2012	0,42	0,00	0,00	0,12	0,00	0,0
10/07/2012	0,22	84,0	159,7	0,02	84,0	14,5
12/12/2012	0,07	56,0	33,9	0,08	56,0	38,7
17/04/2013	0,31	84,0	226	0,03	84,0	21,8
26/06/2013	0,22	28,0	53,7	0,05	28,0	12,1
21/08/2013	2,35	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00
16/10/2013	0,39	28,0	94,3	0,10	28,0	24,2
11/02/2014	1,13	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
28/05/2014	1,85	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00
27/08/2014	1,04	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00
03/12/2014	2,27	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00
11/02/2015	2,52	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00
27/05/2015	3,32	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00

29/07/2015	2,32	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
20/10/2015	3,15	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00

Apêndice 6: Valores de oxigênio dissolvidos (mg/L) mensurado na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	3,6	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	6,4	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	5,5	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	9,0	-
		-	Canal da Flecha	7,6	7,6
	18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	7,9	-
		-	Canal da Flecha	6,7	-
	12/12/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	8,5	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	1,4	-
		LF2	Meio da lagoa	6,7	-
		LF3	Meio da lagoa	9,0	-
		LF4	Enseada do tatu	8,4	-
LF5		Meio da lagoa	6,4	-	
LF6		Início da Canal da Flecha	-	-	
-		Canal da Flecha	7,0	-	
1979	17/04/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	8	-
		LF2	Meio da lagoa	5,6	-
		LF3	Meio da lagoa	6,6	-
		LF4	Enseada do tatu	8,2	-
		LF5	Meio da lagoa	6,6	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	8,9	-
		-	Canal da Flecha	8,2	-

		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	05/06/1979	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	4,6	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	8,8	-
		LF4	Enseada do tatu	9,0	-
		LF5	Meio da lagoa	8,6	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	9,0	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	5,4	-
		LF2	Meio da lagoa	7,5	-
	xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	8,2	-
		LF5	Meio da lagoa	8,2	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	7,6	-
		-	Canal da Flecha	-	-

1980

		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-

1981

2012	27/03/2012	FE0001	Rio Macabu	-	-
		FE0004	Canal da Flecha	-	-
		FE0011	Rio Ururaí	-	-
		FE0012	Meio da lagoa	-	-
	03/07/2012	FE0001	Rio Macabu	7,0	6,8
		FE0004	Canal da Flecha	7,5	7,6
		FE0011	Rio Ururaí	6,8	6,5
		FE0012	Meio da lagoa	6,9	7,1
	23/10/2012	FE0001	Rio Macabu	6,4	7,2
		FE0004	Canal da Flecha	7,4	7,8
		FE0011	Rio Ururaí	0,0	6,6
		FE0012	Meio da lagoa	7,8	7,8
19/12/2012	FE0001	Rio Macabu	-	-	
	FE0004	Canal da Flecha	-	-	
	FE0011	Rio Ururaí	-	-	
	FE0012	Meio da lagoa	-	-	
2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	3,0	2,4
		FE0004	Canal da Flecha	7,6	7,8
		FE0011	Rio Ururaí	5,8	5,4
		FE0012	Meio da lagoa	7,6	8,0
	27/05/2013	FE0001	Rio Macabu	5,2	4,6
		FE0004	Canal da Flecha	8,4	8,4
		FE0011	Rio Ururaí	5,4	5,6
		FE0012	Meio da lagoa	8,4	8,4
	27/08/2013	FE0001	Rio Macabu	6,0	6,0
		FE0004	Canal da Flecha	8,4	8,4
		FE0011	Rio Ururaí	4,2	4,0
		FE0012	Meio da lagoa	7,8	7,8
2014	05/02/2014	FE0001	Rio Macabu	4,0	3,8
		FE0004	Canal da Flecha	7,0	7,0
		FE0011	Rio Ururaí	3,4	4,0
		FE0012	Meio da lagoa	7,4	7,0
	22/07/2014	FE0001	Rio Macabu	4,4	2,4
		FE0004	Canal da Flecha	9,0	9,0
		FE0011	Rio Ururaí	3,6	2,8
		FE0012	Meio da lagoa	7,8	8,0
	07/10/2014	FE0001	Rio Macabu	8,2	7,9
		FE0004	Canal da Flecha	9,1	9,0
		FE0011	Rio Ururaí	10,4	10,3
		FE0012	Meio da lagoa	9,2	9,0

		FE0001	Rio Macabu	2,8	3,4	
	16/12/2014	FE0004	Canal da Flecha	7,8	8,2	
		FE0011	Rio Ururaí	8,4	8,4	
		FE0012	Meio da lagoa	8,0	7,8	
2015	28/04/2015	FE0001	Rio Macabu	1,8	8,4	
		FE0004	Canal da Flecha	8,4	8,0	
		FE0011	Rio Ururaí	7,8	8,0	
		FE0012	Meio da lagoa	8,4	7,4	
	30/09/2015	FE0001	Rio Macabu	7,8	7,4	
		FE0004	Canal da Flecha	9,0	8,2	
		FE0011	Rio Ururaí	8,2	8,4	
		FE0012	Meio da lagoa	8,2	7,6	

Apêndice 7: Valores de temperatura da água (°C) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo	
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-	
		LF1	Foz do rio Ururaí	23,5	23,5	
		LF2	Meio da lagoa	-	-	
		LF3	Meio da lagoa	26,0	23,5	
		LF4	Enseada do tatu	-	-	
		LF5	Meio da lagoa	-	-	
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-	
		-	Canal da Flecha	22,0	-	
		18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	26,0	-
			LF1	Foz do rio Ururaí	26,0	-
	LF2		Meio da lagoa	-	-	
	LF3		Meio da lagoa	-	-	
	LF4		Enseada do tatu	-	-	
	LF5		Meio da lagoa	-	-	
	LF6		Início da Canal da Flecha	-	-	
	-		Canal da Flecha	26,0	-	
	12/12/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	30,0	-	
		LF1	Foz do rio Ururaí	31,0	-	
		LF2	Meio da lagoa	30,5	-	
		LF3	Meio da lagoa	30,0	-	
		LF4	Enseada do tatu	30,0	-	
		LF5	Meio da lagoa	30,0	-	
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-	

	-	Canal da Flecha	30,0	-	
17/04/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-	
	LF1	Foz do rio Ururaí	25,0	-	
	LF2	Meio da lagoa	24,0	-	
	LF3	Meio da lagoa	26,0	-	
	LF4	Enseada do tatu	-	-	
	LF5	Meio da lagoa	-	-	
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-	
	-	Canal da Flecha	-	-	
	07/05/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	25,0	-
LF2		Meio da lagoa	-	-	
LF3		Meio da lagoa	-	-	
LF4		Enseada do tatu	-	-	
LF5		Meio da lagoa	24,5	-	
LF6		Início da Canal da Flecha	-	-	
-		Canal da Flecha	26,0	-	
05/06/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-	
	LF1	Foz do rio Ururaí	25,0	-	
	LF2	Meio da lagoa	-	-	
	LF3	Meio da lagoa	25,0	-	
	LF4	Enseada do tatu	22,0	-	
	LF5	Meio da lagoa	25,0	-	
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-	
	-	Canal da Flecha	-	-	
04/07/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-	
	LF1	Foz do rio Ururaí	21,0	-	
	LF2	Meio da lagoa	-	-	
	LF3	Meio da lagoa	22,0	-	
	LF4	Enseada do tatu	20,5	-	
	LF5	Meio da lagoa	23,0	-	
	LF6	Início da Canal da Flecha	22,0	-	
	-	Canal da Flecha	-	-	
02/10/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-	
	LF1	Foz do rio Ururaí	32,0	-	
	LF2	Meio da lagoa	26,5	-	
	LF3	Meio da lagoa	30,0	-	
	LF4	Enseada do tatu	26,0	-	
	LF5	Meio da lagoa	27,5	-	
	LF6	Início da Canal da Flecha	27,5	-	

		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	25,5	-
		LF2	Meio da lagoa	26,0	-
	xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	25,0	-
		LF4	Enseada do tatu	25,0	-
		LF5	Meio da lagoa	27,0	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	29,0	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	23,0	-
		LF2	Meio da lagoa	23,0	-
	30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	24,0	-
		LF4	Enseada do tatu	23,0	-
		LF5	Meio da lagoa	24,0	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	24,0	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	22,0	-
		LF2	Meio da lagoa	23,0	-
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	22,0	-
		LF4	Enseada do tatu	22,0	-
		LF5	Meio da lagoa	22,0	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	23,5	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		FE0001	Rio Macabu	24,0	24,0
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	24,5	24,5
		FE0011	Rio Ururaí	25,0	25,0
		FE0012	Meio da lagoa	25,0	25,0
		FE0001	Rio Macabu	21,0	-
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	21,0	-
		FE0011	Rio Ururaí	22,0	-
		FE0012	Meio da lagoa	21,0	-
		FE0001	Rio Macabu	24,0	-
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	23,0	-
		FE0011	Rio Ururaí	25,0	-
		FE0012	Meio da lagoa	24,0	-
		FE0001	Rio Macabu	26,1	-
	19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	25,4	-
		FE0011	Rio Ururaí	26,6	-

		FE0012	Meio da lagoa	25,7	-
2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	25,0	-
		FE0004	Canal da Flecha	25,0	-
		FE0011	Rio Ururaí	26,0	-
		FE0012	Meio da lagoa	25,0	-
	27/05/2013	FE0001	Rio Macabu	20,0	-
		FE0004	Canal da Flecha	20,0	-
		FE0011	Rio Ururaí	21,0	-
		FE0012	Meio da lagoa	20,0	-
	27/08/2013	FE0001	Rio Macabu	23,0	23,0
		FE0004	Canal da Flecha	21,0	21,0
		FE0011	Rio Ururaí	21,0	21,0
		FE0012	Meio da lagoa	21,0	21,0
2014	05/02/2014	FE0001	Rio Macabu	22,0	-
		FE0004	Canal da Flecha	21,0	-
		FE0011	Rio Ururaí	24,0	-
		FE0012	Meio da lagoa	21,0	-
	22/07/2014	FE0001	Rio Macabu	19,5	19,0
		FE0004	Canal da Flecha	19,0	18,5
		FE0011	Rio Ururaí	20,5	19,4
		FE0012	Meio da lagoa	19,6	18,7
	07/10/2014	FE0001	Rio Macabu	19,9	18,7
		FE0004	Canal da Flecha	18,4	18,3
		FE0011	Rio Ururaí	19,3	18,0
		FE0012	Meio da lagoa	19,2	18,7
16/12/2014	FE0001	Rio Macabu	20,6	20,4	
	FE0004	Canal da Flecha	20,6	20,3	
	FE0011	Rio Ururaí	21,0	21,0	
	FE0012	Meio da lagoa	20,6	19,4	
2015	28/04/2015	FE0001	Rio Macabu	20,6	20,3
		FE0004	Canal da Flecha	20,5	20,2
		FE0011	Rio Ururaí	20,6	20,5
		FE0012	Meio da lagoa	22,5	22,3
	30/09/2015	FE0001	Rio Macabu	18,2	17,8
		FE0004	Canal da Flecha	18,7	17,8
		FE0011	Rio Ururaí	18,3	18,2
		FE0012	Meio da lagoa	17,4	17,4

Apêndice 8: Valores de pH mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi realizada.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	9,15	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	6,45	6,45
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	6,40	6,40
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	6,20	-
	18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	7,60	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	7,25	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	7,22	-
	12/12/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	7,25	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	5,95	-
		LF2	Meio da lagoa	6,45	-
		LF3	Meio da lagoa	6,30	-
		LF4	Enseada do tatu	6,65	-
		LF5	Meio da lagoa	6,40	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	6,75	-
1979	17/04/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	4,85	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	4,96	-
		LF2	Meio da lagoa	5,35	-
		LF3	Meio da lagoa	6,42	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	6,82	-
		-	Canal da Flecha	6,42	-
	07/05/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	5,10	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	4,90	-
		LF2	Meio da lagoa	4,70	-
		LF3	Meio da lagoa	5,00	-

	LF4	Enseada do tatu	5,80	-
	LF5	Meio da lagoa	5,80	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	6,68	-
	-	Canal da Flecha	6,66	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	7,20	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	6,20	-
	LF2	Meio da lagoa	6,50	-
05/06/1979	LF3	Meio da lagoa	6,10	-
	LF4	Enseada do tatu	6,50	-
	LF5	Meio da lagoa	6,54	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	6,12	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	7,41
	LF1	Foz do rio Ururaí	5,65	5,65
	LF2	Meio da lagoa	-	5,94
04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	6,03	-
	LF4	Enseada do tatu	5,00	-
	LF5	Meio da lagoa	5,99	6,33
	LF6	Início da Canal da Flecha	5,89	5,51
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	6,60	-
	LF2	Meio da lagoa	6,58	-
02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	6,05	-
	LF4	Enseada do tatu	4,70	-
	LF5	Meio da lagoa	6,50	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	6,50	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	6,83	-
	LF2	Meio da lagoa	7,10	-
xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	7,50	-
	LF4	Enseada do tatu	5,30	-
	LF5	Meio da lagoa	7,23	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	7,33	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
30/07/1980	LF1	Foz do rio Ururaí	6,64	-
	LF2	Meio da lagoa	7,13	-
	LF3	Meio da lagoa	7,21	-

1980

		LF4	Enseada do tatu	6,91	-
		LF5	Meio da lagoa	6,94	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	7,19	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	6,98	-
		LF2	Meio da lagoa	7,05	-
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	6,92	-
		LF4	Enseada do tatu	6,64	-
		LF5	Meio da lagoa	7,21	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	7,02	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	7,15	-
	19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	7,02	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	6,80	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	6,60	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		FE0001	Rio Macabu	7,50	7,50
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	7,00	7,00
		FE0011	Rio Ururaí	7,60	7,50
		FE0012	Meio da lagoa	7,50	7,50

		FE0001	Rio Macabu	7,00	6,80
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	7,50	7,70
		FE0011	Rio Ururaí	7,00	7,40
		FE0012	Meio da lagoa	7,60	7,60
		FE0001	Rio Macabu	6,60	6,50
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	6,20	6,30
		FE0011	Rio Ururaí	6,70	6,70
		FE0012	Meio da lagoa	6,50	6,40
		FE0001	Rio Macabu	7,50	7,50
	19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	7,00	7,00
		FE0011	Rio Ururaí	7,60	7,50
		FE0012	Meio da lagoa	7,50	7,50
2013		FE0001	Rio Macabu	7,20	7,10
	23/01/2013	FE0004	Canal da Flecha	6,80	6,80
		FE0011	Rio Ururaí	7,10	7,10
		FE0012	Meio da lagoa	6,80	6,90
		FE0001	Rio Macabu	7,10	7,00
	27/05/2013	FE0004	Canal da Flecha	7,90	7,70
		FE0011	Rio Ururaí	7,10	7,00
		FE0012	Meio da lagoa	7,40	7,20
		FE0001	Rio Macabu	6,20	6,20
	27/08/2013	FE0004	Canal da Flecha	6,30	6,30
		FE0011	Rio Ururaí	6,20	6,00
		FE0012	Meio da lagoa	6,20	6,20
2014		FE0001	Rio Macabu	6,30	6,40
	05/02/2014	FE0004	Canal da Flecha	6,60	6,60
		FE0011	Rio Ururaí	6,20	6,30
		FE0012	Meio da lagoa	6,70	6,50
		FE0001	Rio Macabu	4,60	4,30
	22/07/2014	FE0004	Canal da Flecha	7,00	6,70
		FE0011	Rio Ururaí	6,20	6,00
		FE0012	Meio da lagoa	6,50	6,40
		FE0001	Rio Macabu	5,70	5,60
	07/10/2014	FE0004	Canal da Flecha	5,60	5,50
		FE0011	Rio Ururaí	7,40	7,30
		FE0012	Meio da lagoa	5,70	5,70
	FE0001	Rio Macabu	7,00	6,60	
16/12/2014	FE0004	Canal da Flecha	7,20	7,10	
	FE0011	Rio Ururaí	6,70	6,80	
	FE0012	Meio da lagoa	7,10	7,00	

2015	28/04/2015	FE0001	Rio Macabu	7,20	7,20
		FE0004	Canal da Flecha	7,40	7,40
		FE0011	Rio Ururaí	7,30	7,10
		FE0012	Meio da lagoa	7,30	7,20
	30/09/2015	FE0001	Rio Macabu	6,30	6,30
		FE0004	Canal da Flecha	6,20	6,20
		FE0011	Rio Ururaí	6,40	6,50
		FE0012	Meio da lagoa	6,20	6,30

Apêndice 9: Valores de clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita. Em vermelho, são os valores que foram estimados a partir da regressão com a quantidade total de organismos fitoplanctônico. A equação que melhor se ajustou foi:  $y = 0,047x^{0,709}$ , na qual o  $R^2 = 0,663$ .

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	7,08
		LF2	Meio da lagoa	20,70
		LF3	Meio da lagoa	18,59
		LF4	Enseada do tatu	26,42
		LF5	Meio da lagoa	8,96
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	3,57
	18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	3,87
		LF2	Meio da lagoa	-
		LF3	Meio da lagoa	-
		LF4	Enseada do tatu	-
		LF5	Meio da lagoa	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
	12/12/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	34,38
		LF1	Foz do rio Ururaí	64,90
		LF2	Meio da lagoa	-
		LF3	Meio da lagoa	-
		LF4	Enseada do tatu	43,15
		LF5	Meio da lagoa	13,87
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
1979	17/04/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	2,20
		LF1	Foz do rio Ururaí	2,60
		LF2	Meio da lagoa	2,60
		LF3	Meio da lagoa	2,60
		LF4	Enseada do tatu	6,50
		LF5	Meio da lagoa	0,70
		LF6	Início da Canal da Flecha	8,40

	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	4,30
	LF1	Foz do rio Ururaí	6,60
	LF2	Meio da lagoa	7,80
07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	6,00
	LF4	Enseada do tatu	4,80
	LF5	Meio da lagoa	4,80
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	6,03
	LF1	Foz do rio Ururaí	4,20
	LF2	Meio da lagoa	-
05/06/1979	LF3	Meio da lagoa	8,10
	LF4	Enseada do tatu	3,60
	LF5	Meio da lagoa	3,60
	LF6	Início da Canal da Flecha	5,10
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	2,20
	LF2	Meio da lagoa	-
04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	12,83
	LF4	Enseada do tatu	-
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	8,10
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	6,10
	LF2	Meio da lagoa	21,10
02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	24,20
	LF4	Enseada do tatu	2,00
	LF5	Meio da lagoa	15,10
	LF6	Início da Canal da Flecha	7,80
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	-
	LF2	Meio da lagoa	-
xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	-
	LF4	Enseada do tatu	-
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	15,43
	LF2	Meio da lagoa	37,00
30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	26,17
	LF4	Enseada do tatu	7,00
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-

1980

	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	15,4
	LF2	Meio da lagoa	21,8
01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	38,6
	LF4	Enseada do tatu	7,70
	LF5	Meio da lagoa	20,0
	LF6	Início da Canal da Flecha	15,4
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	-
	LF2	Meio da lagoa	8,90
16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	-
	LF4	Enseada do tatu	-
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	-
	LF2	Meio da lagoa	4,60
19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	-
	LF4	Enseada do tatu	2,10
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	-
	LF2	Meio da lagoa	-
07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-
	LF4	Enseada do tatu	-
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	FE0001	Rio Macabu	14,03
27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	6,69
	FE0011	Rio Ururaí	1,62
	FE0012	Meio da lagoa	6,48
	FE0001	Rio Macabu	-
03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	-
	FE0011	Rio Ururaí	-
	FE0012	Meio da lagoa	-
	FE0001	Rio Macabu	24,25
23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	22,66
	FE0011	Rio Ururaí	13,09
	FE0012	Meio da lagoa	14,71
	FE0001	Rio Macabu	8,07
19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	7,18
	FE0011	Rio Ururaí	7,72

		FE0012	Meio da lagoa	8,90
2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	0,29
		FE0004	Canal da Flecha	5,89
		FE0011	Rio Ururaí	21,70
		FE0012	Meio da lagoa	33,24
	27/05/2013	FE0001	Rio Macabu	8,43
		FE0004	Canal da Flecha	11,00
		FE0011	Rio Ururaí	2,60
		FE0012	Meio da lagoa	23,05
	27/08/2013	FE0001	Rio Macabu	22,47
		FE0004	Canal da Flecha	19,87
		FE0011	Rio Ururaí	3,79
		FE0012	Meio da lagoa	49,10
2014	05/02/2014	FE0001	Rio Macabu	35,20
		FE0004	Canal da Flecha	6,53
		FE0011	Rio Ururaí	19,91
		FE0012	Meio da lagoa	9,09
	22/07/2014	FE0001	Rio Macabu	1,03
		FE0004	Canal da Flecha	13,16
		FE0011	Rio Ururaí	1,90
		FE0012	Meio da lagoa	10,54
	07/10/2014	FE0001	Rio Macabu	21,09
		FE0004	Canal da Flecha	18,72
		FE0011	Rio Ururaí	9,24
		FE0012	Meio da lagoa	21,88
16/12/2014	FE0001	Rio Macabu	1,30	
	FE0004	Canal da Flecha	1,14	
	FE0011	Rio Ururaí	2,48	
	FE0012	Meio da lagoa	0,09	
2015	28/04/2015	FE0001	Rio Macabu	23,23
		FE0004	Canal da Flecha	14,49
		FE0011	Rio Ururaí	6,24
		FE0012	Meio da lagoa	30,34
	30/09/2015	FE0001	Rio Macabu	18,98
		FE0004	Canal da Flecha	50,16
		FE0011	Rio Ururaí	7,63
		FE0012	Meio da lagoa	23,86

Apêndice 10: Valores de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	52,7	51,7
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	57,0	57,0

	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	-	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	150,6	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	231,0	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	101,6	-
	LF2	Meio da lagoa	-	-
18/09/1978	LF3	Meio da lagoa	-	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	-	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	183,0	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	105,0	-
	LF2	Meio da lagoa	99,0	-
12/12/1978	LF3	Meio da lagoa	107,0	-
	LF4	Enseada do tatu	131,0	-
	LF5	Meio da lagoa	30,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	173,0	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	341,8	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	118,2	-
	LF2	Meio da lagoa	106,6	-
17/04/1979	LF3	Meio da lagoa	110,4	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	579,4	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	174,0	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	85,0	-
	LF2	Meio da lagoa	-	-
07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	-	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	169,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
05/06/1979	LF1	Foz do rio Ururaí	86,0	-
	LF2	Meio da lagoa	-	-
	LF3	Meio da lagoa	356,0	-

1979

	LF4	Enseada do tatu	627,0	-
	LF5	Meio da lagoa	130,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	256,0	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	110,0	-
	LF2	Meio da lagoa	-	-
04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	239,0	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	123,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	207,0	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	105,0	-
	LF2	Meio da lagoa	274,0	-
02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	253,0	-
	LF4	Enseada do tatu	590,0	-
	LF5	Meio da lagoa	274,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	274,0	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
	LF2	Meio da lagoa	-	-
xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	-	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	150,0	-
	LF2	Meio da lagoa	108,0	-
30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	100,0	-
	LF4	Enseada do tatu	185,0	-
	LF5	Meio da lagoa	129,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	136,0	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	100,0	-
01/10/1980	LF2	Meio da lagoa	140,0	-
	LF3	Meio da lagoa	133,0	-

		LF4	Enseada do tatu	180,0	-
		LF5	Meio da lagoa	140,0	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	140,0	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	60,0	-
	19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	124,0	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	76,0	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	157,0	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		FE0001	Rio Macabu	92	100
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	117	118
		FE0011	Rio Ururaí	46	49
		FE0012	Meio da lagoa	114	120
		FE0001	Rio Macabu	270	268
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	63	56
		FE0011	Rio Ururaí	55	56
		FE0012	Meio da lagoa	99	104
		FE0001	Rio Macabu	117	117
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	154	153
		FE0011	Rio Ururaí	56	57
		FE0012	Meio da lagoa	165	164

		FE0001	Rio Macabu	92	100
	19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	117	118
		FE0011	Rio Ururaí	46	49
		FE0012	Meio da lagoa	114	120
		FE0001	Rio Macabu	52	51
	23/01/2013	FE0004	Canal da Flecha	111	112
		FE0011	Rio Ururaí	52	53
		FE0012	Meio da lagoa	134	134
2013		FE0001	Rio Macabu	4,1	4,1
	27/05/2013	FE0004	Canal da Flecha	3,2	3,1
		FE0011	Rio Ururaí	2,3	2,3
		FE0012	Meio da lagoa	4,3	4,3
		FE0001	Rio Macabu	117	123
	27/08/2013	FE0004	Canal da Flecha	131	131
		FE0011	Rio Ururaí	46	46
		FE0012	Meio da lagoa	162	164
		FE0001	Rio Macabu	173	168
	05/02/2014	FE0004	Canal da Flecha	112	112
		FE0011	Rio Ururaí	58	60
		FE0012	Meio da lagoa	128	124
2014		FE0001	Rio Macabu	278	432
	22/07/2014	FE0004	Canal da Flecha	89	87
		FE0011	Rio Ururaí	75	70
		FE0012	Meio da lagoa	119	118
		FE0001	Rio Macabu	87	98
	07/10/2014	FE0004	Canal da Flecha	109	109
		FE0011	Rio Ururaí	87	82
		FE0012	Meio da lagoa	122	119
		FE0001	Rio Macabu	53	84
	16/12/2014	FE0004	Canal da Flecha	126	122
	FE0011	Rio Ururaí	60	60	
		FE0012	Meio da lagoa	162	162
2015		FE0001	Rio Macabu	79,0	90,0
	28/04/2015	FE0004	Canal da Flecha	167,0	161,0
		FE0011	Rio Ururaí	45,0	46,0
		FE0012	Meio da lagoa	196,0	192,0
		FE0001	Rio Macabu	122,0	122,0
	30/09/2015	FE0004	Canal da Flecha	132,0	130,0
		FE0011	Rio Ururaí	88,0	86,8
		FE0012	Meio da lagoa	138,0	137,0

Apêndice 11: Valores de turbidez (UNT) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita. Em vermelho, são os valores que foram estimados a partir da regressão com a concentração de MPS. A equação que melhor se ajustou foi  $y = 0,972x + 4,817$ , na qual o  $R^2 = 0,723$ .

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	43,9	36,1
		LF2	Meio da lagoa	28,3	71,3
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	43,9	-
	18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	92,8	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	53,7	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
	12/12/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	80,1	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	41,0	-
		LF2	Meio da lagoa	142,6	-
		LF3	Meio da lagoa	63,4	-
		LF4	Enseada do tatu	108,4	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	102,5	-
1979	17/04/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	14,6	-
		LF2	Meio da lagoa	14,6	-
		LF3	Meio da lagoa	14,6	-
		LF4	Enseada do tatu	24,4	-
		LF5	Meio da lagoa	14,6	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-

		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	16,5	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	22,4	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	40,0	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	05/06/1979	LF3	Meio da lagoa	51,7	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	49,8	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	54,7	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	19,5	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	170,9	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	10,7	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	107,4	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	28,3	-
		LF2	Meio da lagoa	142,6	-
	02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	239,3	-
		LF4	Enseada do tatu	26,3	-
		LF5	Meio da lagoa	151,4	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	172,9	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-

1980

		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	14,6	-
		LF2	Meio da lagoa	138,7	-
	30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	43,9	-
		LF4	Enseada do tatu	22,4	-
		LF5	Meio da lagoa	48,8	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	66,4	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	43,9	-
		LF2	Meio da lagoa	161,2	-
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	144,6	-
		LF4	Enseada do tatu	64,4	-
		LF5	Meio da lagoa	158,2	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	161,2	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	20,4	-
	19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	24,4	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	53,2	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	26,6	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-

1981

2012	27/03/2012	FE0001	Rio Macabu	28,0	29
		FE0004	Canal da Flecha	12,0	88
		FE0011	Rio Ururaí	5,0	5
		FE0012	Meio da lagoa	13,0	87
	03/07/2012	FE0001	Rio Macabu	31,0	5,9
		FE0004	Canal da Flecha	9,6	9,2
		FE0011	Rio Ururaí	6,0	5,9
		FE0012	Meio da lagoa	69,0	67
	23/10/2012	FE0001	Rio Macabu	202,0	205
		FE0004	Canal da Flecha	143,0	156
		FE0011	Rio Ururaí	5,4	13
		FE0012	Meio da lagoa	166,0	225
19/12/2012	FE0001	Rio Macabu	-	-	
	FE0004	Canal da Flecha	-	-	
	FE0011	Rio Ururaí	-	-	
	FE0012	Meio da lagoa	-	-	
2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	36,0	31
		FE0004	Canal da Flecha	6,8	84
		FE0011	Rio Ururaí	22,0	34
		FE0012	Meio da lagoa	81,0	87
	27/05/2013	FE0001	Rio Macabu	8,5	18
		FE0004	Canal da Flecha	52,0	56
		FE0011	Rio Ururaí	7,7	8,3
		FE0012	Meio da lagoa	26,0	25
	27/08/2013	FE0001	Rio Macabu	29,0	28
		FE0004	Canal da Flecha	66,0	51
		FE0011	Rio Ururaí	4,9	6
		FE0012	Meio da lagoa	49,0	45
2014	05/02/2014	FE0001	Rio Macabu	50,0	60
		FE0004	Canal da Flecha	31,0	33
		FE0011	Rio Ururaí	14,0	15
		FE0012	Meio da lagoa	110,0	109
	22/07/2014	FE0001	Rio Macabu	1,7	2,8
		FE0004	Canal da Flecha	36,0	38
		FE0011	Rio Ururaí	3,9	5,2
		FE0012	Meio da lagoa	28,0	30
	07/10/2014	FE0001	Rio Macabu	65,0	29
		FE0004	Canal da Flecha	39,0	46,4
		FE0011	Rio Ururaí	2,7	17,6
		FE0012	Meio da lagoa	108,0	154

	16/12/2014	FE0001	Rio Macabu	128,0	54
		FE0004	Canal da Flecha	314,0	299
		FE0011	Rio Ururaí	12,0	16
		FE0012	Meio da lagoa	147,0	146
2015	28/04/2015	FE0001	Rio Macabu	20,0	48
		FE0004	Canal da Flecha	68,0	65
		FE0011	Rio Ururaí	5,2	12,9
		FE0012	Meio da lagoa	59,0	58
	30/09/2015	FE0001	Rio Macabu	86,0	90
		FE0004	Canal da Flecha	67,0	65
		FE0011	Rio Ururaí	3,0	3,38
		FE0012	Meio da lagoa	102,0	93

Apêndice 12: Valores de profundidade da coluna d'água (m) e profundidade de Secchi (m) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	profundidade da coluna d'água	profundidade de Secchi
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	0,25
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	-	0,46
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	0,32
	18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	1,00	0,25
		LF1	Foz do rio Ururaí	1,30	0,30
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-

	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	1,40	0,05
	LF0	Praia de Ponta Grossa	0,42	0,15
	LF1	Foz do rio Ururaí	2,70	0,20
	LF2	Meio da lagoa	0,23	0,15
12/12/1978	LF3	Meio da lagoa	0,90	0,15
	LF4	Enseada do tatu	0,37	0,25
	LF5	Meio da lagoa	-	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	1,50	0,30
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	-	2,00
	LF2	Meio da lagoa	-	-
17/04/1979	LF3	Meio da lagoa	-	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	-	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	-	1,20
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
1979	LF1	Foz do rio Ururaí	-	0,80
	LF2	Meio da lagoa	-	-
07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	-	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	-	0,60
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	-	0,50
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
05/06/1979	LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
	LF2	Meio da lagoa	-	-

		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	0,60
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	-	0,20
		LF4	Enseada do tatu	-	0,90
		LF5	Meio da lagoa	-	0,20
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	0,20
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	0,50
		LF2	Meio da lagoa	-	0,20
	02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	-	0,10
		LF4	Enseada do tatu	-	1,00
		LF5	Meio da lagoa	-	0,20
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	0,20
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-

1980

		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	0,15
		LF2	Meio da lagoa	-	0,25
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	-	0,25
		LF4	Enseada do tatu	-	0,40
		LF5	Meio da lagoa	-	0,30
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
	19/05/1981	LF2	Meio da lagoa	-	0,20
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	0,20

1981

		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	0,20
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	0,30
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		FE0001	Rio Macabu	1,10	0,39
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	1,60	0,16
		FE0011	Rio Ururaí	1,20	1,08
		FE0012	Meio da lagoa	1,20	0,16
		FE0001	Rio Macabu	1,40	0,20
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	1,70	0,80
		FE0011	Rio Ururaí	1,50	1,00
		FE0012	Meio da lagoa	1,80	0,25
2012		FE0001	Rio Macabu	1,25	0,10
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	1,40	0,10
		FE0011	Rio Ururaí	0,90	0,84
		FE0012	Meio da lagoa	1,40	0,00
		FE0001	Rio Macabu	1,40	0,50
	19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	1,60	0,60
		FE0011	Rio Ururaí	1,60	1,00
		FE0012	Meio da lagoa	1,60	0,30
2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	1,50	0,30
		FE0004	Canal da Flecha	1,50	0,10

		FE0011	Rio Ururaí	1,30	0,40
		FE0012	Meio da lagoa	1,70	0,10
		FE0001	Rio Macabu	1,60	0,69
	27/05/2013	FE0004	Canal da Flecha	1,80	0,13
		FE0011	Rio Ururaí	1,40	0,90
		FE0012	Meio da lagoa	2,00	0,43
		FE0001	Rio Macabu	1,50	0,25
	27/08/2013	FE0004	Canal da Flecha	1,70	0,20
		FE0011	Rio Ururaí	1,30	0,75
		FE0012	Meio da lagoa	1,10	0,20
		FE0001	Rio Macabu	1,70	0,12
	05/02/2014	FE0004	Canal da Flecha	1,50	0,34
		FE0011	Rio Ururaí	0,80	0,66
		FE0012	Meio da lagoa	1,60	0,00
		FE0001	Rio Macabu	1,70	1,70
	22/07/2014	FE0004	Canal da Flecha	1,60	0,30
		FE0011	Rio Ururaí	1,30	1,30
		FE0012	Meio da lagoa	1,45	0,40
		FE0001	Rio Macabu	1,60	0,15
	07/10/2014	FE0004	Canal da Flecha	1,40	0,30
		FE0011	Rio Ururaí	1,30	0,90
		FE0012	Meio da lagoa	1,80	0,10
		FE0001	Rio Macabu	1,50	0,10
	16/12/2014	FE0004	Canal da Flecha	1,50	0,10
		FE0011	Rio Ururaí	1,30	0,67
		FE0012	Meio da lagoa	1,80	0,00
		FE0001	Rio Macabu	1,50	0,30
2015	28/04/2015	FE0004	Canal da Flecha	1,80	0,05
		FE0011	Rio Ururaí	1,00	0,90

	FE0012	Meio da lagoa	1,80	0,10
	FE0001	Rio Macabu	1,40	0,25
30/09/2015	FE0004	Canal da Flecha	1,50	0,25
	FE0011	Rio Ururaí	0,60	0,60
	FE0012	Meio da lagoa	1,50	0,15

Apêndice 13: Valores de fosfato dissolvido (mg/L) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,040	0,050
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	0,050	0,030
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,030	0,020
	18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	0,010	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-

		LF6	Início da Canal da Flecha	0,010	-
		-	Canal da Flecha	0,020	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	0,010	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	0,010	-
	12/12/1978	LF3	Meio da lagoa	0,010	-
		LF4	Enseada do tatu	0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	<0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,010	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	<0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	<0,010	-
	17/04/1979	LF3	Meio da lagoa	<0,010	-
		LF4	Enseada do tatu	0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	<0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,010	-
		-	Canal da Flecha	0,010	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,010	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	<0,010	-
	07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	<0,010	-
		LF4	Enseada do tatu	<0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,010	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	05/06/1979	LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-

		LF3	Meio da lagoa	0,010	-
		LF4	Enseada do tatu	0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,010	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	<0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	<0,010	-
	04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	0,030	-
		LF4	Enseada do tatu	<0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	<0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,010	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	<0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	0,010	-
		LF3	Meio da lagoa	0,010	-
	02/10/1979	LF4	Enseada do tatu	0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	<0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,010	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	<0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	<0,010	-
		LF3	Meio da lagoa	<0,010	-
1980	xx/05/1980	LF4	Enseada do tatu	<0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	<0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,010	-
		-	Canal da Flecha	-	-

		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,040	-
		LF2	Meio da lagoa	0,090	-
	30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	0,080	-
		LF4	Enseada do tatu	0,060	-
		LF5	Meio da lagoa	0,075	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,070	-
		-	Canal da Flecha	-	-
<hr/>					
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,060	-
		LF2	Meio da lagoa	0,055	-
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	0,075	-
		LF4	Enseada do tatu	0,100	-
		LF5	Meio da lagoa	0,060	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,060	-
		-	Canal da Flecha	-	-
<hr/>					
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	0,010	-
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	0,015	-
		LF4	Enseada do tatu	0,020	-
		LF5	Meio da lagoa	0,020	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,010	-
		-	Canal da Flecha	-	-
<hr/>					
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
	19/05/1981	LF2	Meio da lagoa	<0,010	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	<0,010	-

1981

		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	0,020	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	0,030	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		FE0001	Rio Macabu	0,03	0,02
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,04	0,02
		FE0011	Rio Ururaí	0,03	0,02
		FE0012	Meio da lagoa	0,03	0,02
		FE0001	Rio Macabu	0,03	<0,01
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,03	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	0,03	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	0,03	0,01
2012		FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,01	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		FE0001	Rio Macabu	0,03	0,02
	19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,04	0,02
		FE0011	Rio Ururaí	0,03	0,02
		FE0012	Meio da lagoa	0,03	0,02
2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	0,01	<0,01
		FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01

		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	0,04
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	0,01
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	0,04
	27/05/2013	FE0004	Canal da Flecha	0,02	0,04
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	0,01	<0,01
		FE0001	Rio Macabu	0,06	0,03
	27/08/2013	FE0004	Canal da Flecha	0,11	0,03
		FE0011	Rio Ururaí	0,02	0,02
		FE0012	Meio da lagoa	0,06	0,09
		FE0001	Rio Macabu	0,040	0,020
	05/02/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,010	0,030
		FE0011	Rio Ururaí	0,010	0,010
		FE0012	Meio da lagoa	0,010	0,010
		FE0001	Rio Macabu	0,03	0,01
	22/07/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,02	0,03
		FE0011	Rio Ururaí	0,02	0,03
		FE0012	Meio da lagoa	0,01	0,02
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	0,01
	07/10/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,06	0,06
		FE0011	Rio Ururaí	0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	0,05	0,05
		FE0001	Rio Macabu	0,02	0,01
	16/12/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,01	0,02
		FE0011	Rio Ururaí	0,01	0,02
		FE0012	Meio da lagoa	0,02	0,02
		FE0001	Rio Macabu	0,01	0,02
	28/04/2015	FE0004	Canal da Flecha	0,02	0,01
		FE0011	Rio Ururaí	0,01	0,01

	FE0012	Meio da lagoa	0,01	0,02
	FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
30/09/2015	FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
	FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
	FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01

Apêndice 14: Valores de fosfato total (mg/L) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,130	0,070
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	11/07/1978	LF3	Meio da lagoa	0,070	0,070
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,070	0,100
		LF0	Praia de Ponta Grossa	0,090	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,180	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
1978	18/09/1978	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,040	-
		-	Canal da Flecha	0,260	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	0,116	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,085	-
		LF2	Meio da lagoa	0,206	-
	12/12/1978	LF3	Meio da lagoa	0,105	-
		LF4	Enseada do tatu	0,134	-
		LF5	Meio da lagoa	0,130	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,140	-
1979	17/04/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,020	-
		LF2	Meio da lagoa	0,051	-

		LF3	Meio da lagoa	0,020	-
		LF4	Enseada do tatu	0,041	-
		LF5	Meio da lagoa	0,020	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,050	-
		-	Canal da Flecha	0,040	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	0,020	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,030	-
		LF2	Meio da lagoa	0,030	-
	07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	0,030	-
		LF4	Enseada do tatu	0,020	-
		LF5	Meio da lagoa	0,030	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,020	-
		-	Canal da Flecha	0,040	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,050	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	05/06/1979	LF3	Meio da lagoa	0,060	-
		LF4	Enseada do tatu	0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	0,040	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,030	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,040	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	0,180	-
		LF4	Enseada do tatu	0,020	-
		LF5	Meio da lagoa	0,220	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,140	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,190	-
		LF2	Meio da lagoa	0,010	-
	02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	0,290	-
		LF4	Enseada do tatu	0,020	-
		LF5	Meio da lagoa	0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,010	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
1980	xx/05/1980	LF1	Foz do rio Ururaí	0,090	-
		LF2	Meio da lagoa	0,060	-

	LF3	Meio da lagoa	0,070	-
	LF4	Enseada do tatu	0,030	-
	LF5	Meio da lagoa	0,040	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	0,060	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
	LF2	Meio da lagoa	0,120	-
30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	0,120	-
	LF4	Enseada do tatu	0,100	-
	LF5	Meio da lagoa	0,100	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	0,090	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	0,080	-
	LF2	Meio da lagoa	0,280	-
01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	0,180	-
	LF4	Enseada do tatu	0,120	-
	LF5	Meio da lagoa	0,190	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	0,170	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	0,050	-
	LF2	Meio da lagoa	0,118	-
16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	0,020	-
	LF4	Enseada do tatu	0,109	-
	LF5	Meio da lagoa	0,029	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	0,010	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	0,054	-
	LF2	Meio da lagoa	0,081	-
19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
	LF4	Enseada do tatu	0,075	-
	LF5	Meio da lagoa	-	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
07/07/1981	LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
	LF2	Meio da lagoa	0,155	-

1981

		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	0,134	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
2012	27/03/2012	FE0001	Rio Macabu	0,080	0,090
		FE0004	Canal da Flecha	0,070	0,070
		FE0011	Rio Ururaí	0,050	0,050
		FE0012	Meio da lagoa	0,180	0,190
	03/07/2012	FE0001	Rio Macabu	0,080	0,040
		FE0004	Canal da Flecha	0,050	0,030
		FE0011	Rio Ururaí	0,060	0,040
		FE0012	Meio da lagoa	0,150	0,120
	23/10/2012	FE0001	Rio Macabu	0,430	0,400
		FE0004	Canal da Flecha	0,350	0,380
		FE0011	Rio Ururaí	0,050	0,150
		FE0012	Meio da lagoa	0,490	0,610
	19/12/2012	FE0001	Rio Macabu	0,080	0,090
		FE0004	Canal da Flecha	0,070	0,070
		FE0011	Rio Ururaí	0,050	0,050
		FE0012	Meio da lagoa	0,180	0,190
2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	0,070	0,090
		FE0004	Canal da Flecha	0,140	0,090
		FE0011	Rio Ururaí	0,060	0,110
		FE0012	Meio da lagoa	0,110	0,150
	27/05/2013	FE0001	Rio Macabu	0,100	0,080
		FE0004	Canal da Flecha	0,090	0,100
		FE0011	Rio Ururaí	0,050	0,070
		FE0012	Meio da lagoa	0,080	0,070
	27/08/2013	FE0001	Rio Macabu	0,090	0,080
		FE0004	Canal da Flecha	0,160	0,130
		FE0011	Rio Ururaí	0,040	0,040
		FE0012	Meio da lagoa	0,110	0,100
2014	05/02/2014	FE0001	Rio Macabu	0,060	0,060
		FE0004	Canal da Flecha	0,080	0,070
		FE0011	Rio Ururaí	0,020	0,030
		FE0012	Meio da lagoa	0,200	0,200
	22/07/2014	FE0001	Rio Macabu	0,040	0,020
		FE0004	Canal da Flecha	0,080	0,060
		FE0011	Rio Ururaí	0,030	0,040

		FE0012	Meio da lagoa	0,040	0,050
		FE0001	Rio Macabu	0,020	0,020
	07/10/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,100	0,120
		FE0011	Rio Ururaí	0,020	0,020
		FE0012	Meio da lagoa	0,220	0,200
		FE0001	Rio Macabu	0,130	0,110
	16/12/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,410	0,510
		FE0011	Rio Ururaí	0,050	0,040
		FE0012	Meio da lagoa	0,230	0,310
2015		FE0001	Rio Macabu	0,060	0,080
	28/04/2015	FE0004	Canal da Flecha	0,090	0,110
		FE0011	Rio Ururaí	0,040	0,020
		FE0012	Meio da lagoa	0,060	0,060
		FE0001	Rio Macabu	0,130	0,130
	30/09/2015	FE0004	Canal da Flecha	0,090	0,090
		FE0011	Rio Ururaí	<0,010	<0,010
		FE0012	Meio da lagoa	0,150	0,150

Apêndice 15: Valores de nitrato (mg/L) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo	
1978		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-	
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,018	0,023	
		LF2	Meio da lagoa	-	-	
	11/07/1978	LF3	Meio da lagoa	0,013	0,012	
		LF4	Enseada do tatu	-	-	
		LF5	Meio da lagoa	-	-	
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-	
		-	Canal da Flecha	0,040	-	
			LF0	Praia de Ponta Grossa	0,022	-
			LF1	Foz do rio Ururaí	0,027	-
			LF2	Meio da lagoa	-	-
	18/09/1978		LF3	Meio da lagoa	-	-
			LF4	Enseada do tatu	-	-
			LF5	Meio da lagoa	-	-
			LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
			-	Canal da Flecha	1,343	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	0,437	-	

1979	12/12/1978	LF1	Foz do rio Ururaí	0,250	-
		LF2	Meio da lagoa	0,189	-
		LF3	Meio da lagoa	0,104	-
		LF4	Enseada do tatu	0,161	-
		LF5	Meio da lagoa	0,428	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,050	-
	17/04/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,040	-
		LF2	Meio da lagoa	0,040	-
		LF3	Meio da lagoa	0,040	-
		LF4	Enseada do tatu	0,080	-
		LF5	Meio da lagoa	0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	0,080	-	
	07/05/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	0,062	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,050	-
		LF2	Meio da lagoa	0,073	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	0,080	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	0,050	-	
	05/06/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
LF1		Foz do rio Ururaí	0,030	-	
LF2		Meio da lagoa	-	-	
LF3		Meio da lagoa	0,053	-	
LF4		Enseada do tatu	0,105	-	
LF5		Meio da lagoa	0,023	-	
LF6		Início da Canal da Flecha	0,075	-	
-	Canal da Flecha	-	-		
04/07/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-	
	LF1	Foz do rio Ururaí	0,014	-	
	LF2	Meio da lagoa	-	-	
	LF3	Meio da lagoa	0,014	-	
	LF4	Enseada do tatu	0,103	-	
	LF5	Meio da lagoa	0,022	-	
	LF6	Início da Canal da Flecha	0,017	-	
-	Canal da Flecha	-	-		
LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-		

		LF1	Foz do rio Ururaí	0,014	-
		LF2	Meio da lagoa	0,098	-
		LF3	Meio da lagoa	0,015	-
	02/10/1979	LF4	Enseada do tatu	0,026	-
		LF5	Meio da lagoa	0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,016	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,030	-
		LF2	Meio da lagoa	0,010	-
	xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	0,010	-
		LF4	Enseada do tatu	0,095	-
		LF5	Meio da lagoa	0,018	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,031	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,032	-
		LF2	Meio da lagoa	0,017	-
		LF3	Meio da lagoa	0,058	-
	30/07/1980	LF4	Enseada do tatu	0,053	-
		LF5	Meio da lagoa	0,086	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,036	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,030	-
		LF2	Meio da lagoa	0,040	-
		LF3	Meio da lagoa	0,030	-
	01/10/1980	LF4	Enseada do tatu	0,110	-
		LF5	Meio da lagoa	0,030	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,040	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,080	-
		LF2	Meio da lagoa	0,148	-
		LF3	Meio da lagoa	0,240	-
	16/02/1981	LF4	Enseada do tatu	0,239	-
		LF5	Meio da lagoa	0,210	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,200	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-

		LF1	Foz do rio Ururaí	0,088	-
		LF2	Meio da lagoa	0,136	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
	19/05/1981	LF4	Enseada do tatu	0,156	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	0,022	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	0,031	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		FE0001	Rio Macabu	0,12	0,12
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	<0,01	0,01
		FE0011	Rio Ururaí	0,14	0,13
		FE0012	Meio da lagoa	0,08	0,07
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,1	0,08
		FE0011	Rio Ururaí	0,15	0,15
		FE0012	Meio da lagoa	0,15	0,11
		FE0001	Rio Macabu	-	-
	19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	-	-
		FE0011	Rio Ururaí	-	-
		FE0012	Meio da lagoa	-	-
		FE0001	Rio Macabu	0,11	0,1
	23/01/2013	FE0004	Canal da Flecha	0,03	0,03
		FE0011	Rio Ururaí	0,23	0,23
		FE0012	Meio da lagoa	0,03	0,03
		FE0001	Rio Macabu	0,32	0,32
	27/05/2013	FE0004	Canal da Flecha	0,17	0,14
		FE0011	Rio Ururaí	0,2	0,19
		FE0012	Meio da lagoa	0,08	0,08
		FE0001	Rio Macabu	0,16	0,17

2014	27/08/2013	FE0004	Canal da Flecha	0,07	0,08
		FE0011	Rio Ururaí	0,13	0,12
		FE0012	Meio da lagoa	0,13	0,12
	05/02/2014	FE0001	Rio Macabu	0,200	0,060
		FE0004	Canal da Flecha	0,040	0,050
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	0,030
		FE0012	Meio da lagoa	0,020	0,050
	22/07/2014	FE0001	Rio Macabu	0,100	0,100
		FE0004	Canal da Flecha	0,030	0,040
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	0,020
	07/10/2014	FE0012	Meio da lagoa	0,020	0,020
		FE0001	Rio Macabu	0,13	0,09
FE0004		Canal da Flecha	0,18	0,30	
FE0011		Rio Ururaí	0,21	0,18	
16/12/2014	FE0012	Meio da lagoa	0,19	0,18	
	FE0001	Rio Macabu	-	-	
	FE0004	Canal da Flecha	-	-	
	FE0011	Rio Ururaí	-	-	
2015	28/04/2015	FE0012	Meio da lagoa	-	-
		FE0001	Rio Macabu	-	-
		FE0004	Canal da Flecha	-	-
		FE0011	Rio Ururaí	-	-
	30/09/2015	FE0012	Meio da lagoa	-	-
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	0,03
		FE0004	Canal da Flecha	0,09	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	0,02	0,02
		FE0012	Meio da lagoa	0,06	0,07

Apêndice 16: Valores de nitrito (mg/L) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,001	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,002	-

		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,001	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	<0,001	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	18/09/1978	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	0,004	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,008	-
		LF2	Meio da lagoa	0,007	-
	12/12/1978	LF3	Meio da lagoa	0,002	-
		LF4	Enseada do tatu	0,005	-
		LF5	Meio da lagoa	0,005	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,004	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,001	-
		LF2	Meio da lagoa	0,002	-
	17/04/1979	LF3	Meio da lagoa	0,001	-
		LF4	Enseada do tatu	0,003	-
		LF5	Meio da lagoa	0,003	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,003	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,002	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	0,001	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,003	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,002	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	05/06/1979	LF3	Meio da lagoa	0,001	-
		LF4	Enseada do tatu	<0,001	-
		LF5	Meio da lagoa	0,001	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,001	-
		-	Canal da Flecha	-	-

1979

		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,007	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	0,009	-
		LF4	Enseada do tatu	0,009	-
		LF5	Meio da lagoa	0,009	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,008	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,003	-
		LF2	Meio da lagoa	0,005	-
	02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	0,007	-
		LF4	Enseada do tatu	0,001	-
		LF5	Meio da lagoa	0,005	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,008	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,026	-
		LF2	Meio da lagoa	0,019	-
	xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	0,020	-
		LF4	Enseada do tatu	0,025	-
		LF5	Meio da lagoa	0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,015	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,003	-
		LF2	Meio da lagoa	0,009	-
	30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	0,002	-
		LF4	Enseada do tatu	0,015	-
		LF5	Meio da lagoa	0,003	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,001	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	<0,001	-
		LF2	Meio da lagoa	<0,001	-
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	<0,001	-
		LF4	Enseada do tatu	0,001	-
		LF5	Meio da lagoa	0,003	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,001	-
		-	Canal da Flecha	-	-

1980

		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,006	-
		LF2	Meio da lagoa	0,006	-
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	0,036	-
		LF4	Enseada do tatu	0,012	-
		LF5	Meio da lagoa	0,009	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,010	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,002	-
		LF2	Meio da lagoa	0,003	-
	19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	0,006	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	0,003	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	0,006	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		FE0001	Rio Macabu	0,030	0,020
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,030	0,080
		FE0011	Rio Ururaí	0,020	0,020
		FE0012	Meio da lagoa	0,040	0,020
		FE0001	Rio Macabu	<0,001	<0,001
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,020	<0,001
		FE0011	Rio Ururaí	<0,001	<0,001
		FE0012	Meio da lagoa	0,020	<0,001
		FE0001	Rio Macabu	0,010	0,007
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,010	0,008
		FE0011	Rio Ururaí	0,007	0,007
		FE0012	Meio da lagoa	0,010	0,010
		FE0001	Rio Macabu	-	-
	19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	-	-
		FE0011	Rio Ururaí	-	-
		FE0012	Meio da lagoa	-	-

2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	0,009	0,008
		FE0004	Canal da Flecha	0,009	0,008
		FE0011	Rio Ururaí	0,010	0,009
		FE0012	Meio da lagoa	0,007	0,007
	27/05/2013	FE0001	Rio Macabu	0,007	0,010
		FE0004	Canal da Flecha	0,020	0,007
		FE0011	Rio Ururaí	0,010	0,009
		FE0012	Meio da lagoa	0,009	0,010
	27/08/2013	FE0001	Rio Macabu	<0,001	0,010
		FE0004	Canal da Flecha	0,010	0,010
		FE0011	Rio Ururaí	<0,001	<0,001
		FE0012	Meio da lagoa	0,010	0,010
2014	05/02/2014	FE0001	Rio Macabu	<0,001	<0,001
		FE0004	Canal da Flecha	<0,001	<0,001
		FE0011	Rio Ururaí	<0,001	<0,001
		FE0012	Meio da lagoa	<0,001	0,02
	22/07/2014	FE0001	Rio Macabu	<0,001	<0,001
		FE0004	Canal da Flecha	<0,001	<0,001
		FE0011	Rio Ururaí	<0,001	<0,001
		FE0012	Meio da lagoa	<0,001	<0,001
	07/10/2014	FE0001	Rio Macabu	0,010	0,005
		FE0004	Canal da Flecha	0,030	0,040
		FE0011	Rio Ururaí	0,009	0,010
		FE0012	Meio da lagoa	0,060	0,060
16/12/2014	FE0001	Rio Macabu	-	-	
	FE0004	Canal da Flecha	-	-	
	FE0011	Rio Ururaí	-	-	
	FE0012	Meio da lagoa	-	-	
2015	28/04/2015	FE0001	Rio Macabu	-	-
		FE0004	Canal da Flecha	-	-
		FE0011	Rio Ururaí	-	-
		FE0012	Meio da lagoa	-	-
	30/09/2015	FE0001	Rio Macabu	<0,001	<0,001
		FE0004	Canal da Flecha	0,010	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,001	<0,001
		FE0012	Meio da lagoa	<0,001	<0,001

Apêndice 17: Valores de amônia (mg/L) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,270	0,180
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	0,230	0,150
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	0,210	0,080
	18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	0,180	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,250	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,240	-
		-	Canal da Flecha	0,320	-
	12/12/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	0,114	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,193	-
LF2		Meio da lagoa	0,328	-	
LF3		Meio da lagoa	0,096	-	
LF4		Enseada do tatu	0,264	-	
LF5		Meio da lagoa	0,240	-	
LF6		Início da Canal da Flecha	-	-	
-		Canal da Flecha	0,143	-	
1979	17/04/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,040	-
		LF2	Meio da lagoa	0,090	-
		LF3	Meio da lagoa	0,070	-
		LF4	Enseada do tatu	0,030	-
		LF5	Meio da lagoa	0,400	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,050	-
		-	Canal da Flecha	-	-
	07/05/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	0,010	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
LF2		Meio da lagoa	0,110	-	
		LF3	Meio da lagoa	0,090	-

		LF4	Enseada do tatu	0,020	-
		LF5	Meio da lagoa	0,020	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,070	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	05/06/1979	LF3	Meio da lagoa	0,053	-
		LF4	Enseada do tatu	0,040	-
		LF5	Meio da lagoa	0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,040	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,040	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	0,014	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,010	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	0,060	-
	02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	0,015	-
		LF4	Enseada do tatu	0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	0,010	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,010	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	30/07/1980	LF1	Foz do rio Ururaí	0,040	-
		LF2	Meio da lagoa	0,100	-
		LF3	Meio da lagoa	0,040	-

1980

		LF4	Enseada do tatu	0,020	-
		LF5	Meio da lagoa	0,110	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,060	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,090	-
		LF2	Meio da lagoa	0,090	-
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	0,120	-
		LF4	Enseada do tatu	0,060	-
		LF5	Meio da lagoa	0,180	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,140	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	0,010	-
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	0,020	-
		LF4	Enseada do tatu	0,101	-
		LF5	Meio da lagoa	0,020	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,020	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,010	-
		LF2	Meio da lagoa	0,010	-
	19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	0,040	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	0,100	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	0,010	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		FE0001	Rio Macabu	0,110	0,060
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,130	0,140
		FE0011	Rio Ururaí	0,060	0,060
		FE0012	Meio da lagoa	0,060	0,100

		FE0001	Rio Macabu	0,220	0,280
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,030	0,040
		FE0011	Rio Ururaí	0,040	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	0,110
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,050	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		FE0001	Rio Macabu	-	-
	19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	-	-
		FE0011	Rio Ururaí	-	-
		FE0012	Meio da lagoa	-	-
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
	23/01/2013	FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	0,010
2013	27/05/2013	FE0004	Canal da Flecha	0,020	0,040
		FE0011	Rio Ururaí	0,010	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	0,030	0,100
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
	27/08/2013	FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
	05/02/2014	FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		FE0001	Rio Macabu	0,23	0,77
	22/07/2014	FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		FE0001	Rio Macabu	0,16	0,19
2014	07/10/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,11	0,13
		FE0011	Rio Ururaí	0,08	0,09
		FE0012	Meio da lagoa	0,10	0,13
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
	16/12/2014	FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	0,17

2015	28/04/2015	FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
		FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
	30/09/2015	FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
		FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01

Apêndice 18: Valores de material particulado em suspensão (mg/L) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	40,0	32,0
		LF2	Meio da lagoa	24,0	68,0
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	40,0	-
	18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	90,0	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	50,0	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
12/12/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	77,0	-	
	LF1	Foz do rio Ururaí	37,0	-	
	LF2	Meio da lagoa	141,0	-	
	LF3	Meio da lagoa	60,0	-	

	LF4	Enseada do tatu	106,0	-
	LF5	Meio da lagoa	-	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	100,0	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	10,0	-
	LF2	Meio da lagoa	10,0	-
17/04/1979	LF3	Meio da lagoa	10,0	-
	LF4	Enseada do tatu	20,0	-
	LF5	Meio da lagoa	10,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	12,0	-
	LF2	Meio da lagoa	-	-
07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	-	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	18,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	36,0	-
	LF2	Meio da lagoa	-	-
05/06/1979	LF3	Meio da lagoa	48,0	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	46,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	51,0	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	15,0	-
	LF2	Meio da lagoa	-	-
04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	170,0	-
	LF4	Enseada do tatu	-	-
	LF5	Meio da lagoa	6,0	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	105,0	-
	-	Canal da Flecha	-	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
02/10/1979	LF1	Foz do rio Ururaí	24,0	-
	LF2	Meio da lagoa	141,0	-
	LF3	Meio da lagoa	240,0	-

1979

		LF4	Enseada do tatu	22,0	-
		LF5	Meio da lagoa	150,0	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	172,0	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	10,0	-
		LF2	Meio da lagoa	137,0	-
	30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	40,0	-
		LF4	Enseada do tatu	18,0	-
		LF5	Meio da lagoa	45,0	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	63,0	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	40,0	-
		LF2	Meio da lagoa	160,0	-
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	143,0	-
		LF4	Enseada do tatu	61,0	-
		LF5	Meio da lagoa	157,0	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	160,0	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	-	-
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	-	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
	19/05/1981	LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	51,0	-
		LF3	Meio da lagoa	-	-

		LF4	Enseada do tatu	22,0	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-	-
		LF2	Meio da lagoa	155,0	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-	-
		LF4	Enseada do tatu	6,6	-
		LF5	Meio da lagoa	-	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-	-
		-	Canal da Flecha	-	-
2012	27/03/2012	FE0001	Rio Macabu	25,0	27,0
		FE0004	Canal da Flecha	15,0	17,0
		FE0011	Rio Ururaí	9,0	9,0
		FE0012	Meio da lagoa	86,0	96,0
	03/07/2012	FE0001	Rio Macabu	48,0	37,0
		FE0004	Canal da Flecha	11,0	17,0
		FE0011	Rio Ururaí	11,0	8,0
		FE0012	Meio da lagoa	79,0	66,0
	23/10/2012	FE0001	Rio Macabu	159,0	172,5
		FE0004	Canal da Flecha	141,1	117,2
		FE0011	Rio Ururaí	1,0	0,7
		FE0012	Meio da lagoa	191,0	118,0
	19/12/2012	FE0001	Rio Macabu	-	-
		FE0004	Canal da Flecha	-	-
		FE0011	Rio Ururaí	-	-
		FE0012	Meio da lagoa	-	-
2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	30,0	16,0
		FE0004	Canal da Flecha	59,0	49,0
		FE0011	Rio Ururaí	9,0	24,0
		FE0012	Meio da lagoa	40,0	47,0
	27/05/2013	FE0001	Rio Macabu	12,0	11,0
		FE0004	Canal da Flecha	8,0	6,0
		FE0011	Rio Ururaí	12,0	10,0
		FE0012	Meio da lagoa	13,0	10,0
	27/08/2013	FE0001	Rio Macabu	23,0	35,0
		FE0004	Canal da Flecha	44,0	45,0
		FE0011	Rio Ururaí	2,0	2,0
		FE0012	Meio da lagoa	35,0	25,0

2014	05/02/2014	FE0001	Rio Macabu	44,6	52,1
		FE0004	Canal da Flecha	30,5	32,0
		FE0011	Rio Ururaí	17,9	18,6
		FE0012	Meio da lagoa	89,3	88,5
	22/07/2014	FE0001	Rio Macabu	1,4	1,2
		FE0004	Canal da Flecha	35,4	36,5
		FE0011	Rio Ururaí	6,2	11,0
		FE0012	Meio da lagoa	22,0	33,4
	07/10/2014	FE0001	Rio Macabu	67,0	91,3
		FE0004	Canal da Flecha	39,8	37,0
		FE0011	Rio Ururaí	6,4	9,0
		FE0012	Meio da lagoa	107,8	116,0
16/12/2014	FE0001	Rio Macabu	102,7	47,6	
	FE0004	Canal da Flecha	241,0	229,8	
	FE0011	Rio Ururaí	16,4	19,4	
	FE0012	Meio da lagoa	116,8	116,0	
2015	28/04/2015	FE0001	Rio Macabu	20,3	40,2
		FE0004	Canal da Flecha	61,3	55,6
		FE0011	Rio Ururaí	9,1	18,2
		FE0012	Meio da lagoa	52,2	47,7
	30/09/2015	FE0001	Rio Macabu	78,0	73,5
		FE0004	Canal da Flecha	63,9	57,2
		FE0011	Rio Ururaí	3,7	7,3
		FE0012	Meio da lagoa	82,8	96,8

Apêndice 19: Valores de nitrogênio inorgânico dissolvido (mg/L) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita. Os números em vermelho foram lidos no laboratório do NUPEM/UFRJ, pois os equipamentos do INEA estavam com defeito para leitura de nitrato e nitrito.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	valor de superfície	valor do fundo
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,289	0,203
		LF2	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		LF3	Meio da lagoa	0,243	0,162
		LF4	Enseada do tatu	<0,01	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	<0,01	<0,01

		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		-	Canal da Flecha	0,252	0,080
		LF0	Praia de Ponta Grossa	0,202	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,277	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
	18/09/1978	LF3	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	<0,01	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,240	<0,01
		-	Canal da Flecha	1,663	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	0,555	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,451	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,524	<0,01
	12/12/1978	LF3	Meio da lagoa	0,202	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,430	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,673	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		-	Canal da Flecha	0,197	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,081	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,132	<0,01
	17/04/1979	LF3	Meio da lagoa	0,111	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,113	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,413	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,050	<0,01
		-	Canal da Flecha	0,083	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	0,072	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,062	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,183	<0,01
	07/05/1979	LF3	Meio da lagoa	0,090	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,020	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,101	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		-	Canal da Flecha	0,053	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,102	<0,01
	05/06/1979	LF2	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		LF3	Meio da lagoa	0,107	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,145	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,034	<0,01

1979

		LF6	Início da Canal da Flecha	0,115	<0,01
		-	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,061	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
	04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	0,037	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,112	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,041	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,035	<0,01
		-	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,027	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,163	<0,01
	02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	0,037	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,037	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,025	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,034	<0,01
		-	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,056	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,029	<0,01
	xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	0,030	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,120	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,028	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,046	<0,01
		-	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,075	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,126	<0,01
	30/07/1980	LF3	Meio da lagoa	0,100	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,088	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,199	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,097	<0,01
		-	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,120	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,130	<0,01
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	0,150	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,171	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,213	<0,01

1980

		LF6	Início da Canal da Flecha	0,180	<0,01
		-	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,096	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,164	<0,01
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	0,296	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,352	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	0,239	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	0,230	<0,01
		-	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	0,100	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,149	<0,01
	19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,202	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		-	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		LF0	Praia de Ponta Grossa	<0,01	<0,01
		LF1	Foz do rio Ururaí	<0,01	<0,01
		LF2	Meio da lagoa	0,125	<0,01
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		LF4	Enseada do tatu	0,047	<0,01
		LF5	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
		LF6	Início da Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		-	Canal da Flecha	<0,01	<0,01
		FE0001	Rio Macabu	0,140	0,080
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,160	0,220
		FE0011	Rio Ururaí	0,080	0,080
		FE0012	Meio da lagoa	0,100	0,120
		FE0001	Rio Macabu	0,340	0,400
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,050	0,050
		FE0011	Rio Ururaí	0,180	0,130
		FE0012	Meio da lagoa	0,100	0,180
		FE0001	Rio Macabu	0,010	0,007
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	0,160	0,088
		FE0011	Rio Ururaí	0,157	0,157
		FE0012	Meio da lagoa	0,160	0,120
	19/12/2012	FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
		FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01

		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01
		FE0012	Meio da lagoa	<0,01	<0,01
2013	23/01/2013	FE0001	Rio Macabu	0,119	0,108
		FE0004	Canal da Flecha	0,039	0,038
		FE0011	Rio Ururaí	0,240	0,239
		FE0012	Meio da lagoa	0,037	0,037
		FE0001	Rio Macabu	0,327	0,340
	27/05/2013	FE0004	Canal da Flecha	0,210	0,187
		FE0011	Rio Ururaí	0,220	0,199
		FE0012	Meio da lagoa	0,119	0,190
		FE0001	Rio Macabu	0,160	0,180
	27/08/2013	FE0004	Canal da Flecha	0,080	0,090
		FE0011	Rio Ururaí	0,130	0,120
		FE0012	Meio da lagoa	0,140	0,130
FE0001		Rio Macabu	0,200	0,060	
2014	05/02/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,040	0,050
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	0,030
		FE0012	Meio da lagoa	0,020	0,070
		FE0001	Rio Macabu	0,330	0,870
	22/07/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,030	0,040
		FE0011	Rio Ururaí	<0,01	0,020
		FE0012	Meio da lagoa	0,020	0,020
		FE0001	Rio Macabu	0,300	0,280
	07/10/2014	FE0004	Canal da Flecha	0,320	0,465
		FE0011	Rio Ururaí	0,300	0,279
		FE0012	Meio da lagoa	0,351	0,373
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	<0,01
16/12/2014	FE0004	Canal da Flecha	<0,01	<0,01	
	FE0011	Rio Ururaí	<0,01	<0,01	
	FE0012	Meio da lagoa	<0,01	0,170	
	FE0001	Rio Macabu	0,547	0,580	
2015	28/04/2015	FE0004	Canal da Flecha	0,572	0,567
		FE0011	Rio Ururaí	0,551	0,517
		FE0012	Meio da lagoa	0,528	0,512
		FE0001	Rio Macabu	<0,01	0,030
	30/09/2015	FE0004	Canal da Flecha	0,100	<0,01
		FE0011	Rio Ururaí	0,020	0,020
		FE0012	Meio da lagoa	0,060	0,070

Apêndice 20: Valores de fitoplâncton quantitativo total (organismos 10<sup>3</sup>/L) mensurados na Lagoa Feia nos anos de 1978, 1979, 1980, 1981, 2012, 2013, 2014, 2015. O traço significa que a amostragem não foi feita.

Ano	Data	Código do Ponto	Local da Coleta	Valor de superfície
1978	11/07/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	1139,70
		LF2	Meio da lagoa	5167,90
		LF3	Meio da lagoa	4440,90
		LF4	Enseada do tatu	7286,70
		LF5	Meio da lagoa	1587,00
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	434,30
	18/09/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	487,32
		LF2	Meio da lagoa	-
		LF3	Meio da lagoa	-
		LF4	Enseada do tatu	-
		LF5	Meio da lagoa	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
	12/12/1978	LF0	Praia de Ponta Grossa	10557,60
		LF1	Foz do rio Ururaí	25846,00
		LF2	Meio da lagoa	-
		LF3	Meio da lagoa	-
		LF4	Enseada do tatu	14541,60
		LF5	Meio da lagoa	2938,20
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
1979	17/04/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-
		LF2	Meio da lagoa	-
		LF3	Meio da lagoa	-
		LF4	Enseada do tatu	-
		LF5	Meio da lagoa	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
	07/05/1979	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	806,76
		LF2	Meio da lagoa	-

	LF3	Meio da lagoa	-
	LF4	Enseada do tatu	-
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	1071,00
	LF2	Meio da lagoa	-
05/06/1979	LF3	Meio da lagoa	4598,00
	LF4	Enseada do tatu	-
	LF5	Meio da lagoa	1116,00
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	1830,00
	LF2	Meio da lagoa	-
04/07/1979	LF3	Meio da lagoa	2633,90
	LF4	Enseada do tatu	-
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	3137,40
	LF2	Meio da lagoa	2514,90
02/10/1979	LF3	Meio da lagoa	2241,00
	LF4	Enseada do tatu	-
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
	LF1	Foz do rio Ururaí	-
	LF2	Meio da lagoa	-
xx/05/1980	LF3	Meio da lagoa	-
	LF4	Enseada do tatu	-
	LF5	Meio da lagoa	-
	LF6	Início da Canal da Flecha	-
	-	Canal da Flecha	-
	LF0	Praia de Ponta Grossa	-
30/07/1980	LF1	Foz do rio Ururaí	3415,00
	LF2	Meio da lagoa	6807,90

1980

		LF3	Meio da lagoa	7187,30
		LF4	Enseada do tatu	-
		LF5	Meio da lagoa	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	5229,00
		LF2	Meio da lagoa	3834,60
	01/10/1980	LF3	Meio da lagoa	9805,20
		LF4	Enseada do tatu	-
		LF5	Meio da lagoa	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-
		LF2	Meio da lagoa	-
	16/02/1981	LF3	Meio da lagoa	-
		LF4	Enseada do tatu	-
		LF5	Meio da lagoa	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-
		LF2	Meio da lagoa	-
	19/05/1981	LF3	Meio da lagoa	-
		LF4	Enseada do tatu	-
		LF5	Meio da lagoa	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
		LF0	Praia de Ponta Grossa	-
		LF1	Foz do rio Ururaí	-
		LF2	Meio da lagoa	-
	07/07/1981	LF3	Meio da lagoa	-
		LF4	Enseada do tatu	-
		LF5	Meio da lagoa	-
		LF6	Início da Canal da Flecha	-
		-	Canal da Flecha	-
		FE0001	Rio Macabu	2986,30
	27/03/2012	FE0004	Canal da Flecha	1052,00
		FE0011	Rio Ururaí	142,35

		FE0012	Meio da lagoa	1006,40
		FE0001	Rio Macabu	-
	03/07/2012	FE0004	Canal da Flecha	-
		FE0011	Rio Ururaí	-
		FE0012	Meio da lagoa	-
		FE0001	Rio Macabu	6458,30
	23/10/2012	FE0004	Canal da Flecha	5868,00
		FE0011	Rio Ururaí	2708,30
		FE0012	Meio da lagoa	3194,40
		FE0001	Rio Macabu	1371,50
	19/12/2012	FE0004	Canal da Flecha	1163,00
		FE0011	Rio Ururaí	1288,10
		FE0012	Meio da lagoa	1572,80
		FE0001	Rio Macabu	12,70
	23/01/2013	FE0004	Canal da Flecha	879,32
		FE0011	Rio Ururaí	5520,80
		FE0012	Meio da lagoa	10069,96
		FE0001	Rio Macabu	1458,30
2013	27/05/2013	FE0004	Canal da Flecha	2121,40
		FE0011	Rio Ururaí	277,76
		FE0012	Meio da lagoa	6012,69
		FE0001	Rio Macabu	5798,90
	27/08/2013	FE0004	Canal da Flecha	4878,40
		FE0011	Rio Ururaí	472,19
		FE0012	Meio da lagoa	17447,80
		FE0001	Rio Macabu	10916,60
	05/02/2014	FE0004	Canal da Flecha	1017,30
		FE0011	Rio Ururaí	4890,60
		FE0012	Meio da lagoa	1620,40
		FE0001	Rio Macabu	34,70
	22/07/2014	FE0004	Canal da Flecha	277,80
		FE0011	Rio Ururaí	269,00
		FE0012	Meio da lagoa	1649,00
2014		FE0001	Rio Macabu	3613,03
	07/10/2014	FE0004	Canal da Flecha	3232,67
		FE0011	Rio Ururaí	1672,07
		FE0012	Meio da lagoa	3739,28
		FE0001	Rio Macabu	104,20
	16/12/2014	FE0004	Canal da Flecha	86,80
		FE0011	Rio Ururaí	260,40

2015		FE0012	Meio da lagoa	2,60
	28/04/2015	FE0001	Rio Macabu	6076,40
		FE0004	Canal da Flecha	3125,00
		FE0011	Rio Ururaí	954,87
		FE0012	Meio da lagoa	8854,00
	30/09/2015	FE0001	Rio Macabu	3993,00
		FE0004	Canal da Flecha	3298,00
		FE0011	Rio Ururaí	677,00
		FE0012	Meio da lagoa	5555,00

Apêndice 21: Fluxo instantâneo de nutrientes calculados para afluentes (Rio Ururaí e Rio Macabu) e defluente (Canal da Flecha) da Lagoa Feia com base nos dados de concentração de nutrientes ( $C_i$ ), vazão ( $Q_i$ ) monitorados pelo INEA nos anos de 2012, 2013, 2014, 2015.

	Nitrogênio Inorgânico Total			Fósforo Total			
	$C_i$ (mg/L)	$Q_i$ (m <sup>3</sup> /s)	Fluxo (g/s)	$C_i$ (mg/L)	$Q_i$ (m <sup>3</sup> /s)	Fluxo (g/s)	
	<b>Rio Ururaí</b>						
	1/19/2012	0,06	73,1	4,4	0,03	73,1	2,2
	5/10/2012	0,12	28,3	3,4	0,03	28,3	0,8
	7/10/2012	0,00	80,7	0,0	0,00	80,7	0,0
	12/12/2012	0,15	52,1	7,8	0,07	52,1	3,6
	4/17/2013	0,09	124	11,2	0,11	124	13,7
	6/26/2013	0,29	65,2	19,1	0,04	65,2	2,6
	8/21/2013	0,15	53,3	8,0	0,06	53,3	3,2
	10/16/2013	0,07	49,8	3,5	0,07	49,8	3,5
	2/11/2014	0,07	46,5	3,3	0,06	46,5	2,8
	5/28/2014	0,15	52,2	7,8	0,06	52,2	3,1
	8/27/2014	0,06	70,2	4,2	0,08	70,2	5,6
	12/3/2014	0,00	46,5	0,0	0,05	46,5	2,3
	2/11/2015	0,14	26,8	3,8	0,03	26,8	0,8
	5/27/2015	0,16	38,4	6,1	0,1	38,4	3,8
	7/29/2015	0,11	44,4	4,9	0,05	44,4	2,2
	10/20/2015	0,18	48,7	8,8	0,00	48,7	0,0

	Nitrogênio Inorgânico Total			Fósforo Total		
	<i>Ci</i> (mg/L)	<i>Qi</i> (m³/s)	Fluxo (kg/dia)	<i>Ci</i> (mg/L)	<i>Qi</i> (m³/s)	Fluxo (kg/dia)
	1/19/2012	0,44	3,54	1,6	0,09	3,54
5/10/2012	0,80	9,51	7,6	0,22	9,51	2,07
7/10/2012	0,07	1,54	0,1	0,00	1,54	0,00
12/12/2012	0,37	1,5	0,6	0,11	1,5	0,17
4/17/2013	0,25	8,05	2,0	0,08	8,05	0,64
6/26/2013	0,52	1,75	0,9	0,06	1,75	0,11
8/21/2013	0,25	1,33	0,3	0,35	1,33	0,47
10/16/2013	0,46	7,05	3,2	0,09	7,05	0,63
2/11/2014	0,28	4,05	1,1	0,03	4,05	0,12
5/28/2014	0,34	13,5	4,6	0,04	13,5	0,54
8/27/2014	0,36	15,4	5,5	0,10	15,4	1,54
12/3/2014	0,20	14,7	2,9	0,08	14,7	1,18
2/11/2015	0,20	10,5	2,1	0,06	10,5	0,63
5/27/2015	0,00	8,87	0,0	0,10	8,87	0,89
7/29/2015	0,00	8,57	0,0	0,05	8,57	0,43
10/20/2015	1,23	7,46	9,2	0,03	7,46	0,22

	Nitrogênio Inorgânico Total			Fósforo Total		
	<i>Ci</i> (mg/L)	<i>Qi</i> (m³/s)	Fluxo (g/s)	<i>Ci</i> (mg/L)	<i>Qi</i> (m³/s)	Fluxo (g/s)
	1/19/2012	0,12	154	18,5	0,03	154
5/10/2012	0,42	0,00	0,0	0,12	0,00	0,0
7/10/2012	0,22	84,0	18,5	0,02	84,0	1,7
12/12/2012	0,07	56,0	3,9	0,08	56,0	4,5
4/17/2013	0,31	84,0	26,1	0,03	84,0	2,5
6/26/2013	0,22	28,0	6,2	0,05	28,0	1,4
8/21/2013	2,35	0,00	0,0	0,24	0,00	0,0
10/16/2013	0,39	28,0	10,9	0,10	28,0	2,8
2/11/2014	1,13	0,00	0,0	0,05	0,00	0,0
5/28/2014	1,85	0,00	0,0	0,12	0,00	0,0
8/27/2014	1,04	0,00	0,0	0,32	0,00	0,0
12/3/2014	2,27	0,00	0,0	0,35	0,00	0,0
2/11/2015	2,52	0,00	0,0	0,28	0,00	0,0
5/27/2015	3,32	0,00	0,0	0,15	0,00	0,0
7/29/2015	2,32	0,00	0,0	0,06	0,00	0,0
10/20/2015	3,15	0,00	0,0	0,18	0,00	0,0

Apêndice 22: Áreas de culturas agrícolas no ano de 1980.

<b>cultura</b>	<b>município</b>	<b>área (ha) segundo IBGE (1983)</b>	<b>área (ha) na BH da Lagoa Feia</b>	<b>Percentual de área ocupada em relação ao total do mesmo táxon</b>
Goiaba	Campos dos Goytacazes	3,00	0,12	0,69%
	Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00%
	Macaé	1,00	0,29	1,02%
	Santa Maria Madalena	0,00	0,00	0,00%
	Trajano de Moraes	1,00	0,00	0,35%
	Total	5,00	0,41	0,83%
Limão	Campos dos Goytacazes	2,00	0,08	0,46%
	Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00%
	Macaé	1,00	0,29	1,02%
	Santa Maria Madalena	0,00	0,00	0,00%
	Trajano de Moraes	0,00	0,00	0,00%
	Total	3,00	0,37	0,74%
Laranja	Campos dos Goytacazes	191	7,40	43,81%
	Conceição de Macabu	2,00	0,04	33,33%
	Macaé	52,0	15,16	53,06%
	Santa Maria Madalena	5,00	0,16	5,38%
	Trajano de Moraes	4,00	0,02	1,41%
	Total	254,0	22,78	45,73%
Manga	Campos dos Goytacazes	10,0	0,39	2,29%
	Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00%
	Macaé	1,00	0,29	1,02%
	Santa Maria Madalena	0,00	0,00	0,00%
	Trajano de Moraes	0,00	0,00	0,00%
	Total	11,00	0,68	1,36%
Abóbora	Campos dos Goytacazes	281	86,3	0,22%
	Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00%
	Macaé	48,0	26,9	0,17%
	Santa Maria Madalena	29,00	3,67	0,87%
	Trajano de Moraes	41,0	3,27	1,31%
	Total	399,0	120,1	0,21%
Arroz	Campos dos Goytacazes	3388	1040	2,62%
	Conceição de Macabu	19,0	13,3	0,83%
	Macaé	128	71,8	0,45%
	Santa Maria Madalena	275	34,8	8,26%
	Trajano de Moraes	39,0	3,11	1,24%
	Total	3849	1163,00	2,01%
Batata-doce	Campos dos Goytacazes	6,00	1,84	0,00%
	Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00%
	Macaé	9,00	5,05	0,03%

	Santa Maria Madalena	2,00	0,25	0,06%
	Trajano de Moraes	75,0	5,98	2,39%
	Total	92,00	13,12	0,02%
Mandioca	Campos dos Goytacazes	606	186,0	0,47%
	Conceição de Macabu	20,0	14,0	0,88%
	Macaé	176	98,7	0,62%
	Santa Maria Madalena	54,0	6,84	1,62%
	Trajano de Moraes	19,0	1,51	0,61%
	Total	875,0	307,08	0,53%
Milho	Campos dos Goytacazes	5280	1621	4,09%
	Conceição de Macabu	95	66,4	4,16%
	Macaé	626	351	2,19%
	Santa Maria Madalena	1200	152	36,03%
	Trajano de Moraes	1191	94,9	37,95%
	Total	8392	2285	3,95%
Cana-de-açúcar	Campos dos Goytacazes	118240	36295	91,58%
	Conceição de Macabu	2049	1431	89,75%
	Macaé	25358	14227	88,89%
	Santa Maria Madalena	524	66,4	15,73%
	Trajano de Moraes	99,0	7,89	3,15%
	Total	146270	52027	89,85%
Tomate	Campos dos Goytacazes	11,0	3,38	0,01%
	Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00%
	Macaé	2,00	1,12	0,01%
	Santa Maria Madalena	9,00	1,14	0,27%
	Trajano de Moraes	251	20,01	8,00%
	Total	273,0	25,64	0,04%
Feijão	Campos dos Goytacazes	1048	321,7	0,81%
	Conceição de Macabu	17	11,9	0,74%
	Macaé	729	409	2,56%
	Santa Maria Madalena	752	95,2	22,58%
	Trajano de Moraes	706	56,3	22,50%
	Total	3252	894,1	1,54%
Banana	Campos dos Goytacazes	249	76,43	0,19%
	Conceição de Macabu	83	57,98	3,64%
	Macaé	1450	813,51	5,08%
	Santa Maria Madalena	486	61,56	14,59%
	Trajano de Moraes	717	57,15	22,85%
	Total	2985	1066,62	1,84%
Café	Campos dos Goytacazes	223	8,64	51,15%
	Conceição de Macabu	4,00	0,09	66,67%
	Macaé	35,0	10,21	35,71%
	Santa Maria Madalena	88,0	2,81	94,62%
	Trajano de Moraes	278	1,23	98,23%

	Total	628	22,98	46,12%
Coco	Campos dos Goytacazes	7,00	0,27	1,61%
	Conceição de Macabu	0,00	0,00	0,00%
	Macaé	8,00	2,33	8,16%
	Santa Maria Madalena	0,00	0,00	0,00%
	Trajano de Moraes	0,00	0,00	0,00%
	Total	15,0	2,60	5,23%

Táxon	município	área (ha) segundo IBGE (1983)	área (ha) na BH da Lagoa Feia	Percentual de área ocupada em relação ao total do mesmo táxon
Culturas temporárias	Campos dos Goytacazes	129109	39631	30,70%
	Conceição de Macabu	2283	1595	69,85%
	Macaé	28526	16004	56,10%
	Santa Maria Madalena	3331	422	12,67%
	Trajano de Moraes	3138	250	7,97%
	Total	166387	57902	34,80%
Culturas permanentes	Campos dos Goytacazes	436	16,89	3,87%
	Conceição de Macabu	6,00	0,13	2,17%
	Macaé	98,0	28,579	29,16%
	Santa Maria Madalena	93,0	2,972	3,20%
	Trajano de Moraes	283,0	1,256	0,44%
	Total	916	49,824	5,44%

Apêndice 23: Áreas de culturas agrícolas no ano de 2015.

total	área na BH da Lagoa Feia (ha)
abacaxi	81,12
banana	45,60
café	52,08
cana-de-açúcar	66741
coco	1885
eucalipto	869,0
feijão	2,610
goiaba	106,7
laranja	0,1400
limão	0,6900
mandioca	18,32
manga	121,0
milho	4,980

Apêndice 24: Áreas de pastagem e rebanho animal no ano de período 1978-1981. A densidade animal foi calculada dividindo-se o número de cabeças pela área total de pastagens no município. O total de animais, na Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia, foi obtido a partir da multiplicação da densidade animal pelo total recenseado em 1980.

Municípios	Área total em ha de pastagem segundo IBGE (1983)	Área total de pastagem na Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia (ha)	total recenseado em 1980	bovino + bubalino	Equino + asinino + muares	caprino	ovino	Suíno	aves + outras aves	Gado leiteiro
Campos dos Goytacazes	129737	97597	total recenseado em 1980	103583	8846	682	1841	15500	231204	72674
			densidade animal em 1980	0,798	0,068	0,005	0,014	0,119	1,782	0,560
			total na BH da Lagoa Feia	77922	6655	513	1385	11660	173928	54671
Macaé	93757	27607	total recenseado em 1980	75892	4918	642	1328	5366	56736	18883
			densidade animal em 1980	0,809	0,052	0,007	0,014	0,057	0,605	0,201
			total na BH da Lagoa Feia	22347	1448	189	391	1580	16706	5560
Conceição de Macabu	18465	18465	total recenseado em 1980	8703	633	36	132	931	5500	8126
			densidade animal em 1980	0,471	0,034	0,002	0,007	0,050	0,298	0,440
			total na BH da Lagoa Feia	8703	633	36	132	931	5500	8126
Trajano de Moraes	31280	1361	total recenseado em 1980	19658	1300	667	408	4671	143318	9085
			densidade animal em 1980	0,628	0,042	0,021	0,013	0,149	4,582	0,290
			total na BH da Lagoa Feia	856	57	29	18	203	6238	395

			total recenseado em 1980	22684	1839	709	238	3912	51331	20504
Santa Maria Madalena	49137	23841	densidade animal em 1980	0,462	0,037	0,014	0,005	0,080	1,045	0,417
			total na BH da Lagoa Feia	11006	892	344	115	1898	24905	9948
<b>Total</b>				<b>120840</b>	<b>9685</b>	<b>1111</b>	<b>2041</b>	<b>16273</b>	<b>227284</b>	<b>78703</b>

Apêndice 25: Áreas de pastagem e rebanho animal no ano período 2012-2015. A densidade animal foi calculada dividindo-se o número de cabeças pela área total de pastagens no município. O total de animais, na Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia, foi obtido a partir da multiplicação da densidade animal pelo total recenseado em 2006.

<b>Municípios</b>	<b>Área total de pastagem (ha)</b>	<b>Área total de pastagem na Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia (ha)</b>	<b>total recenseado em 2006</b>	<b>bovino + bubalino</b>	<b>Equino + asinino + muares</b>	<b>caprino</b>	<b>ovino</b>	<b>suino</b>	<b>aves + outras aves</b>	<b>Gado leiteiro</b>
			total recenseado em 2006	212595	8173	915	164	6734	79564	19472
Campos dos Goytacazes	185160	103819	densidade animal em 2006	1.148	0.044	0.005	0.001	0.036	0.430	0.105
			total na BH da Lagoa Feia	119202	4583	513	92	3776	44611	10918
			total recenseado em 2006	12913	638	36	1003	411	3887	1066
Quissamã	34141	23814	densidade animal em 2006	0.378	0.019	0.001	0.029	0.012	0.114	0.031
			total na BH da Lagoa Feia	9007	445	25	700	287	2711	744
			total recenseado em 2006	12919	290	63	155	276	4024	2336
Conceição de Macabu	20387	17861	densidade animal em 2006	0.634	0.014	0.003	0.008	0.014	0.197	0.115
			total na BH da Lagoa Feia	11318	254	55	136	242	3525	2047

			total recenseado em 2006	7248	435	259	406	433	7006	575
Carapebus	18317	5008	densidade animal em 2006	0.396	0.024	0.014	0.022	0.024	0.382	0.031
			total na BH da Lagoa Feia	1982	119	71	111	118	1915	157
			total recenseado em 2006	19952	947	123	268	1374	32896	2225
Trajano de Moraes	31923	6900	densidade animal em 2006	0.625	0.030	0.004	0.008	0.043	1.030	0.070
			total na BH da Lagoa Feia	4313	205	27	58	297	7110	481
			total recenseado em 2006	43031	1370	79	457	1003	8077	5547
Santa Maria Madalena	44154	22815	densidade animal em 2006	0.975	0.031	0.002	0.010	0.023	0.183	0.126
			total na BH da Lagoa Feia	22235	708	41	236	518	4173	2866
Total	334082	180217		168056	6313	732	1332	5238	64047	17212

Apêndice 26: Áreas de solo e perda de nutrientes na Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia.

	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>Perda de solo (kg/ano)</b>	<b>N (T/ano)</b>	<b>P (T/ano)</b>	<b>área (%)</b>
Latosolos	868,0	111104000	66,7	0,82	<b>26,5</b>
Cambissolos	183,9	23543040	37,7	0,7	<b>5,62</b>
Podsolos (Argissolos)	1305	167059200	100	1,67	<b>39,9</b>
Areias (Espodolssolos, Neossolos)	333,3	42666240	5,76	0,24	<b>10,2</b>
Gleissolos (aluviais/regossolos)	583,1	74632960	44,8	0,55	<b>17,8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3273</b>	<b>301706240</b>	<b>205</b>	<b>3,20</b>	<b>100,0</b>

Apêndice 27: População residente, na Bacia Hidrográfica, no período de 1978-1981, calculada com base nos distritos municipais. \*População calculada com base na proporção de área do distrito existente dentro da Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia.

<b>Município</b>	<b>Distrito</b>	<b>População total</b>	<b>População Urbana</b>	<b>População Rural</b>
Campos dos Goytacazes	Sede	117815	89229	28587
	Dores de Macabu	6066	1471	4595
	Ibitioca	2285	74	2211
	Morangaba	4283	684	3599
	Serrinha	1236	120	1116
	Tocos	8209	2707	5502
	Total	139894	94285	45610
Conceição de Macabu	Sede	9448	9448	2475*
	Macabuzinho	996	214	782
	Total	10444	9662	3257
Macaé	Quissamã	3240	3240	4498*
	Carapebus	0	0	858*
	Total	3240	3240	5356
Santa Maria Madalena	Dr. Loreti	1466	27	1439
	Sossego do Imbé	578	130	448
	Santo Antônio do Imbé	2477	159	2318
	Total	4521	316	4205
Trajano de Moraes	Sede	2254	1387	867*
	Vila da Grama	2646	402	2244
	Sodrelândia	980	372	608
	Total	5880	2161	3719
<b>Total</b>		<b>163979</b>	<b>109664</b>	<b>62147</b>

Apêndice 28: População residente, na Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia, no período 2012-2015, calculada com base nos setores sensíveis do IBGE (2011; 2015). Em letras vermelhas, está destacada a população calculada com base na proporção de área do setor sensível existente dentro da Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia.

<b>Município</b>	<b>Código IBGE</b>	<b>População</b>	<b>Área urbana/rural</b>
Campos dos Goytacazes	330100905060001	813	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060002	842	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060003	722	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060004	968	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060005	1169	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060006	1042	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060007	862	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060008	409	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060009	509	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060010	1181	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060011	839	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060012	600	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060013	536	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060014	344	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060015	1057	Urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060016	777	Urbano

Campos dos Goytacazes	330100905060017	498	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060018	108	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060019	409	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060020	802	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060021	408	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060022	409	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060023	763	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060024	760	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060025	376	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060026	331	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060027	556	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060028	808	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060029	936	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060030	463	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060031	706	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060032	392	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060033	226	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060034	632	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060035	694	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060036	1016	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060037	459	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060038	644	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060039	781	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060040	536	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060041	2050	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060042	899	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060043	998	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060044	765	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060045	794	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060046	405	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060047	674	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060048	223	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060049	147	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060050	557	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060051	892	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060052	843	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060053	670	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060054	972	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060055	890	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060056	1121	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060057	779	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060058	1102	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060059	866	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060060	1419	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060061	1003	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060062	642	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060063	1267	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060064	1237	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060065	763	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060066	916	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060067	617	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060068	815	urbano

Campos dos Goytacazes	330100905060069	969	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060070	1193	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060071	562	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060072	956	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060073	865	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060074	825	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060075	352	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060076	1404	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060077	618	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060078	892	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060079	1574	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060080	1107	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060081	524	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060082	732	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060083	886	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060084	802	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060085	903	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060086	2075	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060087	1202	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060088	6	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060089	632	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060090	377	rural
Campos dos Goytacazes	330100905060091	294	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060092	461	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060093	957	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060094	158	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905060095	1347	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070001	480	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070002	113	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070003	586	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070004	243	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070005	666	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070006	522	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070007	815	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070008	360	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070009	1100	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070010	782	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070011	416	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070012	691	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070013	582	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070014	804	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070015	426	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070016	519	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070017	325	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070018	423	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070019	515	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070020	439	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070021	1073	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070022	802	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070023	805	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070024	848	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070025	609	urbano

Campos dos Goytacazes	330100905070026	779	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070027	86	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070028	550	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070029	462	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070030	909	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070031	508	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070032	641	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070033	382	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070034	637	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070035	804	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070036	348	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070037	959	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070038	657	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070039	549	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070040	908	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070041	852	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070042	913	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070043	105	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070044	521	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070047	668	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070048	681	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070049	451	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070050	645	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070051	586	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070052	778	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070053	881	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070054	573	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070055	769	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070056	502	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070057	1067	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070058	625	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070059	946	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070060	568	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070061	856	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070062	798	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070063	347	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070064	724	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070065	1079	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070071	571	rural
Campos dos Goytacazes	330100905070075	618	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070076	875	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070077	479	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070078	457	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070079	64	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070080	1625	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070082	1055	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070083	741	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070084	574	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070085	911	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070094	1045	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070095	747	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070096	846	urbano

Campos dos Goytacazes	330100905070097	1046	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070098	821	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070099	1068	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070100	884	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070101	1580	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070102	1016	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070120	6	rural
Campos dos Goytacazes	330100905070125	1242	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070133	387	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070134	292	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070135	337	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070136	320	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070137	554	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070138	585	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070139	508	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070140	432	rural
Campos dos Goytacazes	330100905070141	363	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070142	980	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070146	435	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070147	501	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070154	500	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905070155	298	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905090027	1539	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905090028	227	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905090029	795	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905090030	1307	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905090031	1379	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905090043	1687	urbano
Campos dos Goytacazes	330100905090044	1421	rural
Campos dos Goytacazes	330100905090049	278	rural
Campos dos Goytacazes	330100905090053	179	urbano
Campos dos Goytacazes	330100915000001	577	urbano
Campos dos Goytacazes	330100915000002	645	urbano
Campos dos Goytacazes	330100915000003	1407	urbano
Campos dos Goytacazes	330100915000004	931	urbano
Campos dos Goytacazes	330100915000005	974	rural
Campos dos Goytacazes	330100915000006	141	rural
Campos dos Goytacazes	330100915000007	544	rural
Campos dos Goytacazes	330100915000009	152	rural
Campos dos Goytacazes	330100915000010	297	rural
Campos dos Goytacazes	330100915000011	236	rural
Campos dos Goytacazes	330100915000012	744	rural
Campos dos Goytacazes	330100915000013	474	rural
Campos dos Goytacazes	330100915000013	476	rural
Campos dos Goytacazes	330100915000014	1046	rural
Campos dos Goytacazes	330100920000001	966	urbano
Campos dos Goytacazes	330100920000002	35	rural
Campos dos Goytacazes	330100920000003	636	rural
Campos dos Goytacazes	330100920000004	553	rural
Campos dos Goytacazes	330100920000005	287	rural
Campos dos Goytacazes	330100920000006	178	rural
Campos dos Goytacazes	330100920000007	347	rural

Campos dos Goytacazes	330100930000001	1616	urbano
Campos dos Goytacazes	330100930000002	722	rural
Campos dos Goytacazes	330100930000003	193	rural
Campos dos Goytacazes	330100930000004	449	rural
Campos dos Goytacazes	330100930000005	216	rural
Campos dos Goytacazes	330100930000006	359	rural
Campos dos Goytacazes	330100930000007	20	rural
Campos dos Goytacazes	330100930000008	93	rural
Campos dos Goytacazes	330100930000009	4	rural
Campos dos Goytacazes	330100950000017	115	rural
Campos dos Goytacazes	330100950000018	148	rural
Campos dos Goytacazes	330100950600009	509	rural
Campos dos Goytacazes	330100950700077	479	rural
Campos dos Goytacazes	330100950700080	1625	rural
Campos dos Goytacazes	330100950700081	488	rural
Campos dos Goytacazes	330100965000022	587	rural
Campos dos Goytacazes	330100970000001	555	urbano
Campos dos Goytacazes	330100970000002	447	rural
Campos dos Goytacazes	330100970000003	189	rural
Campos dos Goytacazes	330100975000001	608	urbano
Campos dos Goytacazes	330100975000002	661	urbano
Campos dos Goytacazes	330100975000003	587	urbano
Campos dos Goytacazes	330100975000004	1086	urbano
Campos dos Goytacazes	330100975000005	1025	urbano
Campos dos Goytacazes	330100975000006	152	rural
Campos dos Goytacazes	330100975000007	34	rural
Campos dos Goytacazes	330100975000008	468	urbano
Campos dos Goytacazes	330100975000009	829	urbano
Campos dos Goytacazes	330100975000010	305	rural
Campos dos Goytacazes	330100975000011	430	rural
Campos dos Goytacazes	330100975000013	678	urbano
Campos dos Goytacazes	330100975000014	427	urbano
Total		174765	

<b>Município</b>	<b>Código IBGE</b>	<b>População</b>	<b>Área urbana/rural</b>
Quissamã	330415105000026	145	rural
Quissamã	330415105000025	567	rural
Quissamã	330415105000024	334	rural
Quissamã	330415105000023	684	rural
Quissamã	330415105000039	191	rural
Quissamã	330415105000040	445	rural
<b>Quissamã</b>	<b>330415105000021</b>	<b>134</b>	<b>rural</b>
Quissamã	330415105000032	184	rural
Quissamã	330415105000038	332	rural
Quissamã	330415105000009	845	urbano
Quissamã	330415105000014	245	rural
Quissamã	330415105000037	0	rural
Quissamã	330415105000013	726	urbano
Quissamã	330415105000008	584	urbano
Quissamã	330415105000011	784	urbano
Quissamã	330415105000005	1141	urbano
Quissamã	330415105000035	446	rural

Quissamã	330415105000034	565	urbano
Quissamã	330415105000006	746	urbano
Quissamã	330415105000003	560	urbano
Quissamã	330415105000007	699	urbano
Quissamã	330415105000012	622	urbano
Quissamã	330415105000001	926	urbano
Quissamã	330415105000010	989	urbano
Quissamã	330415105000004	1126	urbano
Quissamã	330415105000002	856	urbano
Quissamã	330415105000036	168	rural
Quissamã	330415105000030	476	rural
Quissamã	330415105000031	0	rural
Quissamã	330415105000029	475	rural
Quissamã	330415105000016	574	rural
Quissamã	330415105000015	865	rural
Quissamã	330415105000028	680	rural
Quissamã	330415105000027	79	rural
total		18193	

Município	Código IBGE	População	Área urbana/rural
Santa Maria Madalena	330460725000003	2	rural
Santa Maria Madalena	330460725000002	100	rural
Santa Maria Madalena	330460725000001	91	rural
Santa Maria Madalena	330460720000005	220	rural
Santa Maria Madalena	330460720000004	136	rural
Santa Maria Madalena	330460720000003	1	rural
<b>Santa Maria Madalena</b>	<b>330460705000008</b>	<b>175</b>	<b>rural</b>
Santa Maria Madalena	330460730000002	198	rural
<b>Santa Maria Madalena</b>	<b>330460710000004</b>	<b>238</b>	<b>rural</b>
Santa Maria Madalena	330460710000001	39	rural
Santa Maria Madalena	330460710000002	350	rural
Santa Maria Madalena	330460730000001	731	rural
Santa Maria Madalena	330460720000002	602	rural
Santa Maria Madalena	330460720000001	192	rural
Santa Maria Madalena	330460720000006	367	rural
Santa Maria Madalena	330460720000007	179	rural
total		3621	

Município	Código IBGE	População	Área urbana/rural
<b>Trajano de Moraes</b>	<b>330590105000006</b>	<b>432</b>	<b>urbano</b>
Trajano de Moraes	330590105000004	113	rural
Trajano de Moraes	330590105000001	561	urbano
<b>Trajano de Moraes</b>	<b>330590105000002</b>	<b>358</b>	<b>urbano</b>
Trajano de Moraes	330590105000007	815	urbano
Trajano de Moraes	330590105000003	658	urbano
<b>Trajano de Moraes</b>	<b>330590105000005</b>	<b>226</b>	<b>rural</b>
Trajano de Moraes	330590120000004	364	rural

Trajano de Moraes	330590120000003	258	rural
Trajano de Moraes	330590120000002	1011	rural
Trajano de Moraes	330590120000001	605	urbano
Trajano de Moraes	330590115000002	107	rural
Trajano de Moraes	330590115000001	492	urbano
Trajano de Moraes	330590115000003	79	rural
total		6079	

<b>Município</b>	<b>Código IBGE</b>	<b>População</b>	<b>Área urbana/rural</b>
Conceição de Macabu	330140505000035	133	rural
Conceição de Macabu	330140505000036	52	rural
Conceição de Macabu	330140505000007	468	rural
Conceição de Macabu	330140505000026	297	urbano
Conceição de Macabu	330140505000006	603	urbano
Conceição de Macabu	330140505000025	776	urbano
Conceição de Macabu	330140505000005	1008	urbano
Conceição de Macabu	330140505000004	595	urbano
Conceição de Macabu	330140505000008	514	urbano
Conceição de Macabu	330140505000027	811	urbano
Conceição de Macabu	330140505000010	634	rural
Conceição de Macabu	330140505000011	741	urbano
Conceição de Macabu	330140505000013	510	urbano
Conceição de Macabu	330140505000012	663	urbano
Conceição de Macabu	330140505000009	730	urbano
Conceição de Macabu	330140505000024	423	urbano
Conceição de Macabu	330140505000002	412	rural
Conceição de Macabu	330140505000003	534	urbano
Conceição de Macabu	330140505000023	51	rural
Conceição de Macabu	330140505000034	154	rural
Conceição de Macabu	330140505000020	901	urbano
Conceição de Macabu	330140505000001	549	urbano
Conceição de Macabu	330140505000019	584	urbano
Conceição de Macabu	330140505000021	959	urbano
Conceição de Macabu	330140505000018	347	urbano
Conceição de Macabu	330140505000029	326	rural
Conceição de Macabu	330140505000017	793	rural
Conceição de Macabu	330140505000014	1054	urbano
Conceição de Macabu	330140505000015	689	rural
Conceição de Macabu	330140505000039	411	rural
Conceição de Macabu	330140505000037	675	rural
Conceição de Macabu	330140505000016	304	rural
Conceição de Macabu	330140505000028	416	rural
Conceição de Macabu	330140505000022	871	urbano
Conceição de Macabu	330140505000030	201	rural
Conceição de Macabu	330140505000033	152	rural

Conceição de Macabu	330140505000032	320	rural
<b>Conceição de Macabu</b>	<b>330140505000038</b>	<b>202</b>	<b>rural</b>
Conceição de Macabu	330141010000002	842	rural
Conceição de Macabu	330141010000003	52	rural
Conceição de Macabu	330141010000001	162	rural
total		20919	
<b>Município</b>	<b>Código IBGE</b>	<b>População</b>	<b>Área urbana/rural</b>
Carapebus	330093605010015	201	rural
Carapebus	330093605010010	2	rural
<b>Carapebus</b>	<b>330093605020006</b>	<b>45</b>	<b>rural</b>
Carapebus	330093605010016	21	rural
<b>Carapebus</b>	<b>330093605010014</b>	<b>20</b>	<b>rural</b>
Carapebus	330093605010012	84	Rural
<b>Carapebus</b>	<b>330093605010011</b>	<b>36</b>	<b>Rural</b>
<b>Carapebus</b>	<b>330093605030004</b>	<b>116</b>	<b>Rural</b>
total		525	

Apêndice 29: Comparação entre resultados de análise do laboratório do INEA com os dados mensurados em campo (pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido) e por meio de análise no laboratório do NUPEM (amônia, fósforo total, fósforo dissolvido, nitrogênio inorgânico dissolvido). O traço representa dados que não puderam ser lidos por problemas no equipamento ou falta de reagente.

<b>Rio Ururá - superfície 22/07/2014</b>				<b>Rio Ururá - fundo 22/07/2014</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	6,25	6,20	-	pH	6,18	6,00	-
condutividade	0,070	0,075	mS/cm	Condutividade	0,068	0,07	mS/cm
turbidez	1,10	3,90	NTU	Turbidez	2,41	5,20	NTU
Oxigênio dissolvido	3,40	3,60	mg/L	Oxigênio dissolvido	2,38	2,80	mg/L
Amônia	-	<0,01	mg/L	Amônia	-	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,020	0,03	mg/L	Fósforo total	0,031	0,04	mg/L
Fosfato dissolvido	0,027	0,02	mg/L	Fosfato dissolvido	0,024	0,03	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,020	<0,01	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,020	0,020	mg/L
<b>Rio Macabu - superfície 22/07/2014</b>				<b>Rio Macabu - fundo 22/07/2014</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	5,10	4,60	-	pH	4,66	4,30	-
condutividade	0,270	0,278	mS/cm	Condutividade	0,430	0,432	mS/cm
turbidez	0,60	1,70	NTU	Turbidez	0,20	2,80	NTU
Oxigênio dissolvido	4,58	4,40	mg/L	Oxigênio dissolvido	1,96	2,40	mg/L
Amônia	-	0,230	mg/L	Amônia	-	0,770	mg/L
Fósforo total	0,021	0,040	mg/L	Fósforo total	0,027	0,020	mg/L
Fosfato dissolvido	0,017	0,030	mg/L	Fosfato dissolvido	0,018	0,010	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,380	0,330	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,930	0,870	mg/L
<b>Meio da lagoa - superfície 22/07/2014</b>				<b>Meio da Lagoa - fundo 22/07/2014</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	6,94	6,50	-	pH	6,76	6,40	-
condutividade	0,117	0,119	mS/cm	Condutividade	0,114	0,118	mS/cm
turbidez	33,0	28,0	NTU	Turbidez	33,1	30,0	NTU
Oxigênio dissolvido	8,94	7,80	mg/L	Oxigênio dissolvido	8,17	8,00	mg/L

Amônia	-	<0,01	mg/L	Amônia	-	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,104	0,04	mg/L	Fósforo total	0,131	0,050	mg/L
Fosfato dissolvido	0,022	0,01	mg/L	Fosfato dissolvido	0,043	0,020	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,023	0,020	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,034	0,020	mg/L
<b>Canal da Flecha - superfície 22/07/2014</b>				<b>Canal da Flecha - fundo 22/07/2014</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	7,25	7,00	-	pH	7,20	6,70	-
condutividade	0,083	0,089	mS/cm	Condutividade	0,082	0,087	mS/cm
turbidez	41,1	36,0	NTU	Turbidez	42,6	38,0	NTU
Oxigênio dissolvido	9,71	9,0	mg/L	Oxigênio dissolvido	9,47	9,0	mg/L
Amônia	-	<0,01	mg/L	Amônia	-	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,138	0,080	mg/L	Fósforo total	0,208	0,060	mg/L
Fosfato dissolvido	0,027	0,020	mg/L	Fosfato dissolvido	0,026	0,030	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,050	0,030	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,052	0,040	mg/L
<b>Rio Ururaí - superfície 07/10/2014</b>				<b>Rio Ururaí - fundo 07/10/2014</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	7,50	7,4	-	pH	7,32	7,3	-
condutividade	0,091	0,087	mS/cm	Condutividade	0,090	0,082	mS/cm
turbidez	2,61	2,70	NTU	Turbidez	17,3	17,6	NTU
Oxigênio dissolvido	10,4	10,4	mg/L	Oxigênio dissolvido	9,99	10,3	mg/L
Amônia	0,10	0,08	mg/L	Amônia	0,10	0,09	mg/L
Fósforo total	0,070	0,02	mg/L	Fósforo total	0,079	0,02	mg/L
Fosfato dissolvido	0,060	0,01	mg/L	Fosfato dissolvido	0,050	<0,01	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,362	0,300	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,373	0,279	mg/L
<b>Rio Macabu - superfície 07/10/2014</b>				<b>Rio Macabu - fundo 07/10/2014</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	5,69	5,70	-	pH	6,00	5,60	-
condutividade	0,089	0,087	mS/cm	Condutividade	0,100	0,098	mS/cm

turbidez	60,0	65,0	NTU	Turbidez	32,00	29,0	NTU
Oxigênio dissolvido	8,10	8,20	mg/L	Oxigênio dissolvido	7,60	7,90	mg/L
Amônia	0,18	0,16	mg/L	Amônia	0,22	0,19	mg/L
Fósforo total	0,068	0,020	mg/L	Fósforo total	0,072	0,020	mg/L
Fosfato dissolvido	0,040	<0,01	mg/L	Fosfato dissolvido	0,031	0,01	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,368	0,300	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,364	0,280	mg/L
<b>Meio da lagoa - superfície 07/10/2014</b>				<b>Meio da Lagoa - fundo 07/10/2014</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	5,63	5,70	-	pH	5,60	5,70	-
condutividade	0,122	0,122	mS/cm	Condutividade	0,130	0,119	mS/cm
turbidez	108,00	108,0	NTU	Turbidez	160,00	154,0	NTU
Oxigênio dissolvido	9,29	9,20	mg/L	Oxigênio dissolvido	9,20	9,00	mg/L
Amônia	0,10	0,10	mg/L	Amônia	0,15	0,13	mg/L
Fósforo total	0,210	0,220	mg/L	Fósforo total	0,204	0,200	mg/L
Fosfato dissolvido	0,076	0,050	mg/L	Fosfato dissolvido	0,084	0,050	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,394	0,351	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,418	0,373	mg/L
<b>Canal da Flecha - superfície 07/10/2014</b>				<b>Canal da Flecha - fundo 07/10/2014</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	5,57	5,60	-	pH	5,50	5,50	-
condutividade	0,111	0,109	mS/cm	Condutividade	0,109	0,109	mS/cm
turbidez	39,5	39,0	NTU	Turbidez	45,20	46,4	NTU
Oxigênio dissolvido	9,11	9,10	mg/L	Oxigênio dissolvido	9,00	9,00	mg/L
Amônia	0,09	0,11	mg/L	Amônia	0,12	0,13	mg/L
Fósforo total	0,114	0,100	mg/L	Fósforo total	0,099	0,120	mg/L
Fosfato dissolvido	0,082	0,060	mg/L	Fosfato dissolvido	0,085	0,060	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,449	0,320	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,453	0,465	mg/L
<b>Rio Ururaí - superfície 28/04/2015</b>				<b>Rio Ururaí - fundo 28/04/2015</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	7,20	7,30	-	pH	7,00	7,10	-

condutividade	0,060	0,045	mS/cm	Condutividade	0,060	0,046	mS/cm
turbidez	6,00	5,20	NTU	Turbidez	8,10	12,9	NTU
Oxigênio dissolvido	7,90	7,80	mg/L	Oxigênio dissolvido	9,00	8,0	mg/L
Amônia	0,036	<0,01	mg/L	Amônia	0,034	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,067	0,040	mg/L	Fósforo total	0,053	0,020	mg/L
Fosfato dissolvido	0,025	0,010	mg/L	Fosfato dissolvido	0,019	0,010	mg/L
Nitrogênio dissolvido	-	<0,01	mg/L	Nitrogênio dissolvido	-	<0,01	mg/L
<b>Rio Macabu - superfície 28/04/2015</b>				<b>Rio Macabu - fundo 28/04/2015</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	7,40	7,2	-	pH	7,30	7,2	-
condutividade	0,090	0,079	mS/cm	Condutividade	0,093	0,09	mS/cm
turbidez	15,1	20,0	NTU	Turbidez	26,7	48,0	NTU
Oxigênio dissolvido	2,20	1,80	mg/L	Oxigênio dissolvido	8,30	8,40	mg/L
Amônia	0,035	<0,01	mg/L	Amônia	0,038	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,074	0,060	mg/L	Fósforo total	0,091	0,080	mg/L
Fosfato dissolvido	0,021	0,010	mg/L	Fosfato dissolvido	0,017	0,020	mg/L
Nitrogênio dissolvido	-	<0,01	mg/L	Nitrogênio dissolvido	-	<0,01	mg/L
<b>Meio da lagoa - superfície 28/04/2015</b>				<b>Meio da Lagoa - fundo 28/04/2015</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	7,05	7,3	-	pH	7,02	7,2	-
condutividade	0,179	0,196	mS/cm	Condutividade	0,188	0,192	mS/cm
turbidez	63,0	59,0	NTU	Turbidez	59,00	58,0	NTU
Oxigênio dissolvido	8,80	8,40	mg/L	Oxigênio dissolvido	7,30	7,40	mg/L
Amônia	0,031	<0,01	mg/L	Amônia	0,021	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,059	0,060	mg/L	Fósforo total	0,076	0,060	mg/L
Fosfato dissolvido	0,037	0,010	mg/L	Fosfato dissolvido	0,038	0,020	mg/L
Nitrogênio dissolvido	-	<0,01	mg/L	Nitrogênio dissolvido	-	<0,01	mg/L
<b>Canal da Flecha - superfície 28/04/2015</b>				<b>Canal da Flecha - fundo 28/04/2015</b>			

Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	7,06	7,40	-	pH	7,15	7,40	-
condutividade	0,159	0,167	mS/cm	Condutividade	0,158	0,161	mS/cm
turbidez	70,20	68,0	NTU	Turbidez	70,00	65,0	NTU
Oxigênio dissolvido	10,00	8,40	mg/L	Oxigênio dissolvido	9,30	8,00	mg/L
Amônia	0,034	<0,01	mg/L	Amônia	0,030	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,087	0,090	mg/L	Fósforo total	0,111	0,110	mg/L
Fosfato dissolvido	0,017	0,020	mg/L	Fosfato dissolvido	0,012	0,010	mg/L
Nitrogênio dissolvido	-	<0,01	mg/L	Nitrogênio dissolvido	-	<0,01	mg/L
<b>Rio Ururá - superfície 30/09/2015</b>				<b>Rio Ururá - fundo 30/09/2015</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	5,00	6,40	-	pH	4,86	6,50	-
condutividade	0,094	0,088	mS/cm	Condutividade	0,095	0,087	mS/cm
turbidez	0,00	3,00	NTU	Turbidez	0,00	3,38	NTU
Oxigênio dissolvido	10,10	8,20	mg/L	Oxigênio dissolvido	10,50	8,40	mg/L
Amônia	0,075	<0,01	mg/L	Amônia	0,066	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,253	<0,01	mg/L	Fósforo total	0,207	<0,01	mg/L
Fosfato dissolvido	0,0100	<0,01	mg/L	Fosfato dissolvido	0,0095	<0,01	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,022	0,020	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,033	0,020	mg/L
<b>Rio Macabu - superfície 30/09/2015</b>				<b>Rio Macabu - fundo 30/09/2015</b>			
Parâmetros				Parâmetros			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	5,29	6,30	-	pH	5,11	6,30	-
condutividade	0,129	0,122	mS/cm	Condutividade	0,127	0,122	mS/cm
turbidez	90,0	86,0	NTU	Turbidez	100,0	90,0	NTU
Oxigênio dissolvido	9,21	7,80	mg/L	Oxigênio dissolvido	8,68	7,40	mg/L
Amônia	0,097	<0,01	mg/L	Amônia	0,147	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,306	0,130	mg/L	Fósforo total	0,460	0,130	mg/L

Fosfato dissolvido	0,0085	<0,01	mg/L	Fosfato dissolvido	0,0129	<0,01	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,023	<0,01	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,028	0,030	mg/L
<b>Meio da lagoa - superfície 30/09/2015</b>				<b>Meio da Lagoa - fundo 30/09/2015</b>			
	Campo-NUPEM	INEA	Unidade		Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	5,85	6,20	-	pH	5,69	6,30	-
condutividade	0,143	0,138	mS/cm	Condutividade	0,143	0,137	mS/cm
turbidez	165,40	102,0	NTU	Turbidez	165,3	93,0	NTU
Oxigênio dissolvido	9,33	8,20	mg/L	Oxigênio dissolvido	9,33	7,60	mg/L
Amônia	0,036	<0,01	mg/L	Amônia	0,047	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,025	0,150	mg/L	Fósforo total	0,052	0,150	mg/L
Fosfato dissolvido	0,005	<0,01	mg/L	Fosfato dissolvido	0,0067	<0,01	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,090	0,060	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,071	0,070	mg/L
<b>Canal da Flecha - superfície 30/09/2015</b>				<b>Canal da Flecha - fundo 30/09/2015</b>			
Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade	Parâmetros	Campo-NUPEM	INEA	Unidade
pH	5,02	6,2	-	pH	4,62	6,2	-
condutividade	0,140	0,132	mS/cm	Condutividade	0,136	0,130	mS/cm
turbidez	167,2	67,0	NTU	Turbidez	166,0	65,0	NTU
Oxigênio dissolvido	10,50	9,00	mg/L	Oxigênio dissolvido	10,15	8,20	mg/L
Amônia	0,062	<0,01	mg/L	Amônia	0,060	<0,01	mg/L
Fósforo total	0,280	0,090	mg/L	Fósforo total	0,338	0,090	mg/L
Fosfato dissolvido	0,006	<0,01	mg/L	Fosfato dissolvido	0,010	<0,01	mg/L
Nitrogênio dissolvido	0,103	0,100	mg/L	Nitrogênio dissolvido	0,030	<0,01	mg/L

Apêndice 30: Média das vazões anuais dos rios afluentes da Lagoa Feia em m<sup>3</sup>/s.

<b>ano</b>	<b>Rio Ururaí</b>	<b>Rio Macabu</b>	<b>Soma de vazões dos rios</b>
1968	50,83	12,45	63,27
1969	46,03	12,51	58,54
1976	18,66	7,35	26,01
1977	30,38	13,00	43,38
1978	23,55	9,54	33,09
1979	32,73	13,38	46,11
1980	32,47	9,32	41,79
2012	58,53	7,88	66,41
2013	73,17	13,51	86,68
2014	53,85	10,59	64,43
2015	39,58	11,23	50,81

Apêndice 31: Coordenadas em UTM SIRGAS2000 24K dos pontos de amostragem dentro da Lagoa Feia. Os pontos com inicial FE são da malha amostral do período entre 2012-2015 e os pontos com as inicial LF são da malha amostral do período entre 1978-1981. Conforme se observa, 4 pontos amostrais coincidem entre estes períodos.

<b>Pontos</b>	<b>E (m)</b>	<b>N (m)</b>
FE0001 = LF2	248682	7566747
FE0004 = LF6	264478	7564961
FE0011 = LF1	258135	7568507
FE0012 = LF3	254078	7561944
LF0	258559	7570627
LF4	257857	7565303
LF5	260991	7553715

## 11.ANEXOS



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE  
REITORIA

### DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que **MAURICIO MUSSI MOLISANI E LEONARDO BERNARDO CAMPANELI DA SILVA** apresentaram, de acordo com o **Edital Externo N° 16, de 03 de fevereiro de 2017**, a proposta de livro intitulada **“REVISÃO HISTÓRICA SOBRE O ESTADO TRÓFICO DE LAGOAS COSTEIRAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO”**, que foi aprovada para publicação e encontra-se em fase de editoração pela Essentia Editora.

Campos dos Goytacazes, 12 de março de 2018

Cláudia Márcia Alves Ferreira (1673217)  
Coordenação da Essentia Editora