

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
ENGENHARIA AMBIENTAL**

**MATEUS CONDE FEITOSA**

**ANALISE DA ESTRUTURA LIMNOLÓGICA E PROPOSTA DE  
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO RESERVATÓRIO DO PARQUE ARTHUR  
THOMAS (LONDRINA – PR)**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LONDRINA**

**2019**

**MATEUS CONDE FEITOSA**

**ANALISE DA ESTRUTURA LIMNOLÓGICA E PROPOSTA DE  
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO RESERVATÓRIO DO PARQUE ARTHUR  
THOMAS (LONDRINA – PR)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira.

**LONDRINA**

**2019**



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

**ANALISE DA ESTRUTURA LIMNOLÓGICA E PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO  
AMBIENTAL DO RESERVATÓRIO DO PARQUE ARTHUR THOMAS  
(LONDRINA – PR)**

Por

**MATEUS CONDE FEITOSA**

Monografia apresentada no dia 27 de junho de 2019 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho:

---

(aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

---

Prof. Dr. Mauricio Moreira dos Santos  
(UTFPR)

---

Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira  
(UTFPR)  
Orientador

---

Profa. Dra. Edilaine Regina Pereira  
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Hércules de Araújo Feitosa e Lourdes Madalena Gazarini Conde Feitosa, pelo apoio, do começo ao fim, na longa caminhada universitária, pelo amor incondicional, carinho e ajuda em todas as dificuldades.

Registro também os meus agradecimentos ao Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira, pelo apoio como orientador, professor e como um guia na jornada da realização deste trabalho.

Agradeço à Profa. Dra. Edilaine Regina Pereira, ao Prof. Dr. Mauricio Moreira dos Santos e a Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro, que se dispuseram a participar de minha banca e auxiliaram-me com valiosas dicas e sugestões que enriqueceram o desenvolvimento desta pesquisa.

Meu reconhecimento aos alunos do laboratório de pesquisa LETA (Laboratório de Ecologia Teórica e Aplicada) - Barbara, Loueverton e Maria, pela ajuda no trabalho de campo.

Por fim, agradeço à UTFPR-LD e aos seus professores, pelo apoio e ensino durante toda essa jornada da graduação no curso de Engenharia Ambiental.

## RESUMO

FEITOSA, M. C. **Análise da estrutura limnológica e proposta de recuperação ambiental do reservatório do Parque Arthur Thomas (Londrina – PR)**. 88 p. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

Os ambientes aquáticos urbanos têm sofrido inúmeros impactos, principalmente associados à poluição química, supressão da vegetação ripária, erosão das margens e assoreamento. Este trabalho tem como objetivo avaliar as condições limnológicas do reservatório do Parque Municipal Arthur Thomas, em Londrina, no Paraná, e, em caso de diagnóstico de degradação, propor um procedimento para a sua recuperação. O reservatório encontra-se degradado e com grave assoreamento no seu corpo hídrico. Analisou-se preliminarmente a estrutura limnológica física e química da água: temperatura, PH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos, a granulometria do material sedimentado, e estrutura da zona litorânea, margem e vegetação ripária do reservatório. Os resultados mostraram que o principal problema do reservatório é o assoreamento, com disposição de materiais de elevada granulometria, sendo pedregulhos (>2mm) o material mais encontrado no segundo e terceiro transecto, em mais de 50% do material coletado, e Areia Média (0,6mm a 0,2mm) no restante dos transectos, junto com a larga disposição de resíduos sólidos urbanos, principalmente sacos plásticos, garrafas PET, latinhas e pedaços de isopor. Porém, a qualidade da água está de acordo normas técnicas e padrões indicados na legislação. Temperatura máxima de 27,5°C, OD mínimo de 8,5 mg/L, pH próximo a 7,5, turbidez máxima de 4,59 NTU, condutividade elétrica máxima de 220 µS/cm e TDS máximo de 71,5mg/L. Por fim, está indicada uma sequência de ações para a recuperação e preservação do reservatório do parque. As ações foram divididas em *in situ* e exteriores. Entre as propostas interiores ao parque, estão: dragagem, recuperação das margens, barragens sucessivas, recuperação da mata ripária, ecobarreira e programas ambientais. Exteriormente, foi proposto a recuperação das margens do Cambézinho e instalação de bocas-de-lobo ecológicas.

**Palavras chave:** Bacia do Ribeirão Cambé, Parque Municipal, sistema semi-lêntico, assoreamento, recuperação ambiental.

## ABSTRACT

FEITOSA, M. C. **Analysis of the limnological structure and proposal for environmental recovery of Park Arthur Thomas reservoir (Londrina – PR)**. 88 p. 2019. Graduation work in Environmental Engineering, Technological Federal University of Paraná, Londrina, 2019.

The urban aquatic environments have been suffered so many impacts, principally due to chemical pollution, suppression of riparian vegetation, marginal erosion, and silting. This paper has as aim to evaluate the limnological conditions of the reservoir of Municipal Park Arthur Thomas, in Londrina, Paraná. If the diagnosis indicate degradation, then it must to propose a procedure for the space recuperation. The reservoir is degraded and with a severe silting in its hydric body. In a first moment, it was analyzed the limnological physical and chemical conditions of water: temperature, Ph, electrical conductivity, turbidity, dissolved oxygen and total solid dissolved solids, the granulometry of the sedimented material, and the structure of the coastal zone, margins and the riparian vegetation of lake. The results show that the principal problem with the reservoir is the silting, due the storage of particles with high granulometry, being boulders (>2mm) the most found material in the second and third, in more than 50% of the material collected, and medium size sand (0,6mm to 0,2mm) in the rest of the transects, along with the broad amount of urban solid wastes, mainly plastic bags, PET bottles, cans and pieces of styrofoam. However, the water quality is in according to normal technics and law parameters. Maximum temperature of 27,5°C, DO minimum of 8,5 mg/L, pH close to 7,5, maximum turbidity of 4,59 NTU, maximum electrical conductivity of 220  $\mu$ S/cm and TDS maximum of 71,5mg/L. By the end, it is indicated a sequence of actions for the recuperation and preservation of the park reservoir. The actions were split in: *in situ* and exterior. Among the interior proposals are: dredging, marginal recuperation, successive barrages, riparian forest recuperation, eco-barriers, and environmental programs. For the exterior, it is proposed the marginal recuperation of the Cambézinho and the installing of ecological manholes.

**Keywords:** Water catchment area of the Ribeirão Cambé, Municipal Park, semi-lentic system, silting, environmental recovery.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Barragem da antiga Usina Hidroelétrica Cambézinho.....	10
Figura 2: Mapa hidrográfico do Parque Municipal Arthur Thomas.....	11
Figura 3: Entrada do parque Arthur Thomas. ....	12
Figura 4: Comparação da vegetação do Parque Municipal Arthur Thomas em 1970 e 2018. ....	13
Figura 5: Ilha de sedimentos a frente das tubulações pluviais. ....	15
Figura 6: Resíduos sólidos presentes na margem do reservatório: (A) Bloco de isopor; (B) Barril metálico; (C) Embalagens e garrafas plásticas. ....	15
Figura 7: Mapa da espessura dos sedimentos ao longo do reservatório.....	16
Figura 8: Vista aérea do parque antes e pós dragagem no estudo de caso: Parque Cesamar. A: Antes da Dragagem; B: Após a dragagem.....	18
Figura 9: Processo de restauração da margem com a membrana Nicospan no estudo de caso: Business Park. ....	19
Figura 10: Comparação antes (A) e pós (B) revitalização do parque no estudo de caso: Business Park. ....	20
Figura 11: Disposição do material dragado no estudo de caso: Reservatórios Igapó. ....	21
Figura 12: Draga de caçamba (garras).....	22
Figura 13: Muro de arrimo de pedras construído em uma lagoa. ....	24
Figura 14: Esquemática de um muro de arrimo de concreto.....	25
Figura 15: Localização do reservatório do Parque Municipal Arthur Thomas na cidade de Londrina, estado do Paraná.....	28
Figura 16: Comprimento do reservatório do Parque Arthur Thomas. ....	29
Figura 17: Transectos e pontos de coleta delineados na primeira (A) e na segunda (B) metade do reservatório. ....	30
Figura 18: Demarcação do corte esquemático transversal do reservatório do Parque Arthur Thomas. ....	31
Figura 19: Corte esquemático da área do reservatório do Parque Arthur Thomas. ....	32
Figura 20: Estufa com as amostras de solo.....	34
Figura 21: Croqui dos quadrantes a serem sorteados.....	36

Figura 22: Localização das ilhas/penínsulas de sedimentos e pontos de lançamento do sistema de drenagem urbano. ....	37
Figura 23: Ilhas de sedimentos de maior dimensão. A- Ilha 2; B- Ilha 5.....	38
Figura 24: Resíduos urbanos presentes no reservatório do parque: A. Sacolas plásticas presas em um galho; B. Garrafa PET; C. Pedaco de isopor; D. Embalagem de detergente; E. Varal de ferro; F. Tanque de lavar roupas. ....	39
Figura 25: Península 1 coberta de resíduos plásticos. ....	40
Figura 26: Distribuição de temperaturas ao longo do reservatório. ....	41
Figura 27: Distribuição de OD ao longo do reservatório. ....	42
Figura 28: Distribuição de pH ao longo do reservatório. ....	43
Figura 29: Distribuição de turbidez ao longo do reservatório.....	45
Figura 30: Distribuição de condutividade ao longo do reservatório. ....	46
Figura 31: Distribuição de STD ao longo do reservatório. ....	47
Figura 32: Porcentagem acumulada da granulometria de sedimentos nos pontos coletados. ....	50
Figura 33: Visão superior do Ribeirão Cambé a montante do reservatório. .	51
Figura 34: Galeria pluvial a esquerda do reservatório. ....	52
Figura 35: Macrófita <i>Pistia Stratiotes</i> . ....	53
Figura 36: Verificação da quantidade de árvores nos quadrantes sorteados. ....	54
Figura 37: Média do diâmetro das árvores nos quadrantes sorteados .....	54
Figura 38: Tabela de comparação dos impactos ambientais gerados pelos dois sistemas.....	59
Figura 39: Funcionamento das barragens de contenção de sedimentos .....	62
Figura 40: Ecobarreira caseira. ....	63
Figura 41: Boca-de-lobo inteligente. ....	66



# Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivo geral.....	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
3.1 Contextualização de formação do reservatório do Parque Arthur Thomas.....	10
3.2 Histórico do Parque Arthur Thomas (Bacia do ribeirão Cambé).....	11
3.3 Impactos ambientais detectados no parque e em seu reservatório.....	13
3.4 Referencial de trabalhos COM recuperação de sistemas aquáticos em parques..	17
3.4.1 Parque Cesamar (Palmas -TO).....	17
3.4.2 Business Park (Chertsey – Inglaterra).....	18
3.4.3 Reservatórios Igapós (Londrina - PR).....	20
3.5 Principais técnicas de recuperação de sistemas aquáticos semi-lênticoS.....	22
3.5.1 Técnicas de Desassoreamento.....	22
3.5.1.1 Método de dragagem mecânica.....	22
3.5.1.2 Método de dragagem hidráulica.....	23
3.5.2 Recuperação da Margem Erodida.....	23
3.5.2.1 Muro de arrimo.....	23
3.5.2.2 Mantas e Biomantas.....	25
3.5.2.3 Recomposição da mata ciliar nas margens.....	26
3.5.3 Contenção de Resíduos Sólidos.....	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.1 Local de estudo.....	28
4.2 Base para a coleta de dados.....	29
4.2.1 Definição dos transectos de amostragem e pontos de coleta.....	29
4.2.2 Corte Esquemático do gradiente Zona Ripária - Margem - Zona Litorânea - Zona Pelágica.....	31
4.3 Aálises realizadas em campo.....	32
4.3.1 Parâmetros limnológicos (químicos e físicos).....	32
4.3.2 Granulometria e caracterização dos sedimentos.....	34
4.3.3 Análises qualitativas da Margem e Zona Litorânea do Reservatório.....	35
4.3.4 Estrutura da Vegetação Ripária.....	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1 Análise preliminar dos problemas ambientais visualizados no parque.....	37
5.2 Parâmetros limnológicos físicos e químicos.....	40

5.2.1 Temperatura da água.....	41
5.2.2 Oxigênio Dissolvido.....	42
5.2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	43
5.2.4 Turbidez.....	44
5.2.5 Condutividade Elétrica .....	45
5.2.6 Sólidos Dissolvidos Totais.....	47
5.2.7 Outros parâmetros dispostos na Resolução CONAMA 357/05 .....	48
5.3 Análise granulométrica dos sedimentos.....	48
5.4 Análise qualitativa da zona litorânea, margem e mata ripária. ....	52
6. PROPOSTA PARA RECUPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO.....	56
6.1 Medidas <i>IN SITU</i> .....	56
6.1.1 Dragagem dos sedimentos .....	57
6.1.2 Recuperação e proteção das margens do reservatório .....	60
6.1.3 Barragens sucessivas de contenção de sedimentos .....	61
6.1.4 Recuperação da vegetação ripária.....	62
6.1.5 Ecobarreira .....	63
6.1.6 Adequação e instrução para visitantes.....	64
6.1.7 Programas ambientais .....	64
6.2 Medidas externas ao parque.....	65
6.2.1 Recuperação das margens do Ribeirão Cambé.....	65
6.2.2 Instalação de bocas-de-lobo ecológicas.....	66
7. CONCLUSÃO .....	67
REFERÊNCIAS .....	69
APÊNDICES.....	75

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento das civilizações fez com que as ocupações das cidades ocorressem de forma acelerada e desordenada, resultando em uma série de problemas aos ambientes explorados. Esses problemas têm demonstrado evolução rápida e progressiva, trazendo degradação crescente ao meio ambiente e precarização aos recursos naturais (CMB CONSULTORIA LTDA, 2006).

O Brasil tem um alto potencial hídrico por causa da sua rica malha hidrográfica, e usa desse recurso como sua principal fonte de produção de energia. Todavia, essa atividade gera grandes impactos à fauna, à flora e, principalmente, aos próprios ambientes aquáticos nos quais as barragens são instaladas.

Nas últimas décadas, a exploração insustentável de recursos naturais tem gerado previsões cada vez mais pessimistas sobre a exaustão até mesmo dos recursos mais abundantes e elementares, como a água para consumo humano e irrigação (MOULTON; SOUZA, 2006, p. 2).

As altas descargas de sedimentos nas bacias hidrográficas pelas cidades, devido a construção de edifícios, pavimentações, limpezas dos ambientes ou ainda pelo lançamento irregular de resíduos nos dutos de água pluvial, são agentes causadores de assoreamentos nesses corpos receptores. Quando somados às características das barragens, que modificam as condições naturais do curso d'água e reduzem a sua velocidade de escoamento, cria-se uma área de reservatório de água, com reduzido tempo de residência e condições ideais para deposição dos sedimentos carreados, o que leva ao assoreamento do ambiente aquático ao longo do tempo (CARVALHO, 2000).

Segundo Guilhon, Carvalho e Trindade (2000), o assoreamento de pequenos reservatórios pode ocorrer rapidamente, com exemplos em que o efeito pode ser observado em menos de 10 anos. A Usina Cambé, hidroelétrica responsável pelo reservatório investigado pelo presente estudo, foi inaugurada em 1939 e após 79 anos de acúmulo de sedimentos em seu interior, trabalhos como o de CMB consultoria LTDA (2006) e Tsuchida (2017) mostram um caso avançado de assoreamento, com ilhas de sedimentos aparentes fora do corpo de água.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo o levantamento atual das condições ambientais do reservatório do Parque Municipal Arthur Thomas, na cidade de Londrina/PR, a partir de pesquisas de campo, com a coleta de material pertinente

à abordagem deste trabalho, sondagens sobre o material coletado e análise de parâmetros físicos e químicos de qualidade da água. Além disso, foram discutidos métodos e técnicas de recuperação de ambientes aquáticos semi-lênticos degradados por processos de assoreamento.

A partir da análise da estrutura limnológica, do sedimento e da zona litorânea do reservatório, bem como da margem e da vegetação ripária do entrono, propomos um método de recuperação do Parque Municipal Arthur Thomas e mitigação dos impactos ambientais identificados, principalmente aqueles relacionados ao assoreamento do sistema.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Identificar os principais problemas ambientais que permeiam o reservatório e vegetação ripária do Parque Arthur Thomas do município de Londrina no estado do Paraná e propor um método de recuperação dos impactos encontrados.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar análises de limnologia física e química ao longo do gradiente longitudinal do reservatório.
- Verificar a granulometria ao longo do reservatório.
- Analisar qualitativamente a estrutura da zona litorânea do reservatório, bem como da margem e da vegetação ripária do entorno.
- Discutir a viabilidade de aplicação de diferentes técnicas de recuperação de sistemas aquáticos para problemas relacionados ao assoreamento.
- Propor um protocolo de recuperação específico para a recuperação do reservatório do Parque Arthur Thomas.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DE FORMAÇÃO DO RESERVATÓRIO DO PARQUE ARTHUR THOMAS

O crescimento acelerado de Londrina na década de 1930, unido à precária fonte de energia de motores a diesel, levou à busca por novas fontes para suprir a crescente demanda da cidade. A companhia energética da época, a CTPN, optou então pela construção de uma Usina Hidrelétrica em um dos rios próximos à cidade, posteriormente denominada Usina Cambé ou Cambézinho (Figura 1; BALLAROTTI, 2010).

Segundo Leão (1996), a hidrelétrica do Ribeirão Cambé foi a primeira na região do norte do Paraná, sendo construída totalmente com dinheiro privado da Companhia de Terras Norte do Paraná. A obra foi inaugurada no dia 8 de fevereiro de 1939, contando com a responsabilidade técnica dos engenheiros Gastão de Mesquita Filho e André Kotchetkoff, além de mais cinquenta operários no seu desenvolvimento.

Figura 1: Barragem da antiga Usina Hidroelétrica Cambézinho.



Fonte: Ballarotti (2010).

Instalada sob uma queda de aproximadamente 50 metros, a represa recebe, além do Ribeirão Cambé, as águas dos córregos Piza e Carambeí, que contribuem com o volume armazenado em seu reservatório (Figura 2).

Figura 2: Mapa hidrográfico do Parque Municipal Arthur Thomas.



Fonte: Adaptado de (BALLAROTTI, 2010).

Segundo Ballarotti (2010), esta usina produzia em torno de 200 a 400 kW de energia elétrica, operou durante 28 anos e abastecia metade da cidade de Londrina na época. Foi desativada em 10 de outubro de 1967, quando seus custos se tornaram muito mais elevados do que os da Usina Apucarantina, que produzia em torno de 9000 kW de energia, o que inviabilizava o negócio.

Em 1975, a Prefeitura tinha interesse nas áreas adjacentes à usina para o loteamento e expansão da cidade, e pediu para que a então proprietária das terras da região, a Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, doasse o território ao município. Sob uma condição de preservação da mata remanescente, recuperação da Usina às suas condições originais e, ainda, em transformar o local em um parque municipal, a área foi, então, cedida à Prefeitura (LONDRINA, 2018).

### 3.2 HISTÓRICO DO PARQUE ARTHUR THOMAS (BACIA DO RIBEIRÃO CAMBÉ)

Doada pela CMNP à Prefeitura de Londrina e homologada pela Lei Municipal nº 2.564 de 17 de setembro de 1975, a área de mata ao redor da usina hidrelétrica

desativada, Cambézinho, passou a ser nomeada como Parque Municipal Arthur Thomas (PMAT), Lei essa que obrigou a Prefeitura a tornar essa região em uma área de preservação ambiental (LONDRINA, 2018).

Arthur Hugh Miller Thomas era escocês, nascido em Edimburgo. Foi convidado por Lord Lovat para chefiar no Brasil a empresa “Brasil Plantations Syndicate”. Em 1929, passou a chefiar a Companhia de Terras do Norte do Paraná. O parque recebe o nome de Arthur Thomas em sua homenagem (PARQUE MUNICIPAL ARTHUR THOMAS).

Em dezembro de 1987 o parque foi finalmente aberto ao público, após restaurações do ambiente e adequações de infraestrutura para visitantes (Figura 3). Em 1994, com a intenção de pleitear o ICMS ecológico, a Prefeitura encaminhou ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) uma solicitação para tornar o parque uma Unidade de Conservação, a qual foi aceita no mesmo ano (LONDRINA, 2018).

Figura 3: Entrada do parque Arthur Thomas.



**Fonte:** Londrina (2018).

Este parque foi enquadrado como Unidade de Conservação na categoria de Parque Natural Municipal pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, Art. 11, § 4º, que estabeleceu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. O parque Arthur Thomas é hoje, além de um ambiente de lazer no qual as pessoas têm contato com a natureza, uma importante área reguladora do equilíbrio da natureza, seja dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do ribeirão Cambé, seja como restaurador da fauna e flora remanescente da Mata Atlântica na região do Norte do Paraná.



Dessa forma, a área de estudo desse trabalho está no interior do Parque Municipal Arthur Thomas, um parque urbano localizado no centro da cidade de Londrina. O enfoque do trabalho foi o reservatório que foi construído para dar potência hidráulica para a Usina Cambézinho, e que hoje enfrenta sérios problemas de deterioração em sua estrutura.

### 3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DETECTADOS NO PARQUE E EM SEU RESERVATÓRIO

Os impactos exercidos sobre o ribeirão Cambé ocorrem de longa data. Com a expansão de Londrina no século passado, a cidade já se aproveitava desse recurso natural e de suas matas ao redor como base para seu crescimento, seja pela utilização de árvores na construção civil, ou para a descarga de esgoto doméstico, lazer a partir dos lagos Igapó I, II, III e IV, ou para a geração de energia com a hidrelétrica Cambézinho.

Uma das primeiras fotos da região, tirada em 1970, mostrava, na região, o que posteriormente seria o Parque Arthur Thomas, uma mata suprimida pela urbanização ao seu redor e um córrego sem nenhuma proteção por matas ciliares, conforme visto na Figura 4 (A). Hoje ele se encontra em melhores condições, porém ainda carrega as consequências do grande impacto recebido no passado.

Figura 4: Comparação da vegetação do Parque Municipal Arthur Thomas em 1970 e 2018.



**Fontes:** Arquivo do CDPH/UEL, apresentada na Dissertação de (BALLAROTTI, 2010), para a Figura 4A; Editada de Google Imagens (2018) para a Figura 4B.

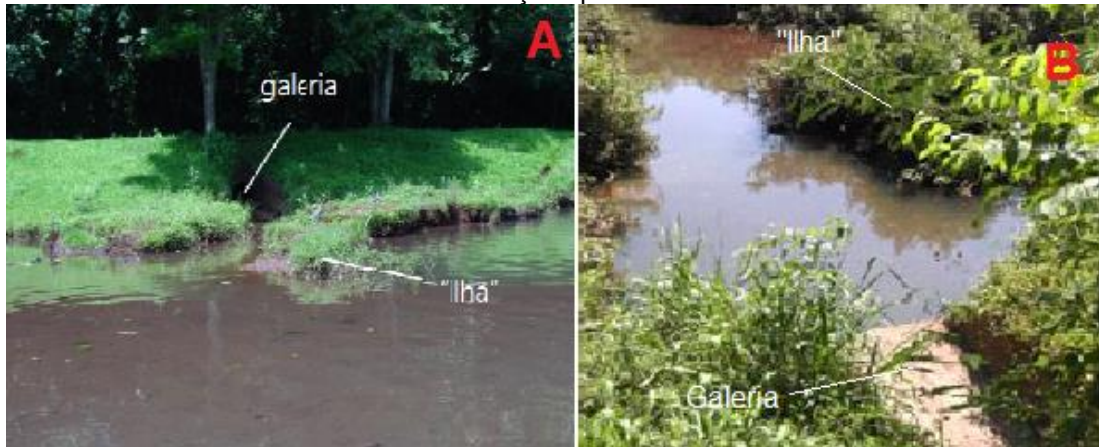
O parque encontra-se em uma região sensível a processos erosivos, com encaixe em formato de V, como indicado na Figura 4B, em um vale com larga urbanização, áreas de pastagens e plantações na região ao seu redor. Em épocas de chuva, a impermeabilização e compactação do solo na cidade e pastos direcionam toda a água da região para o PMAT, seja pelas vias pluviais ou pelas correntezas formadas sobre os asfaltos. Com grande velocidade, em uma região de declive, as enxurradas vencem a barreira imposta pela vegetação do parque e causam a destruição das trilhas e o assoreamento do reservatório (PLANO DE MANEJO, 2004).

No final do século passado, Costa (1999) relatou no jornal Folha de Londrina que o parque já sofria com o assoreamento de seu reservatório. Os pedalinhas instalados na abertura do parque já não conseguiam se locomover por todo o reservatório e havia regiões da “lagoa” com peixes presos pelos sedimentos. Esse processo de assoreamento foi agravado com o passar do tempo. Em 2006, a Prefeitura contratou a empresa CMB Consultoria Ltda para fazer uma avaliação das condições físicas do parque, analisar os parâmetros químicos da água do reservatório, bem como elaborar um projeto de desassoreamento.

Segundo a CMB Consultoria Ltda (2006), o acúmulo de sedimentos dentro do reservatório provém de três fontes principais: das margens, galerias pluviais e do próprio ribeirão. As margens, com pouca cobertura vegetal, sofrem com ações erosivas ao longo de toda a margem do reservatório. O pisoteamento das margens pelas capivaras, que frequentam o reservatório, é responsável por causar buracos e retirar do solo as poucas gramíneas dessa região. As intempéries e o solapamento realizado pela ação das ondas formadas na zona litorânea do ribeirão, geradas pelos ventos, tende a aumentar a chance de deslizamento dessa terra para dentro do reservatório.

Quatro galerias pluviais levam à drenagem da água pluvial da cidade para o reservatório do parque Arthur Thomas, duas instaladas na margem esquerda e duas na margem direita. A ausência de mata ciliar em volta dessa área de desagüe, somada à grande quantidade de partículas lançadas por um sistema que não passa por manutenção e não possui gradeamento de contenção de resíduos sólidos, forma pequenas ilhas de sedimentos adiante das tubulações de descarga (Figura 5).

Figura 5: Ilha de sedimentos a frente das tubulações pluviais.



Fonte: A: adaptado de CMB CONSULTORIA LTDA (2006); B: adaptado de Tsuchida (2017).

A montante do parque, o Ribeirão Cambé percorre grande distância dentro da zona urbana de Londrina, onde foi formado quatro reservatórios, os quais servem para o desfrute paisagístico e de recreação da população local. Entretanto, os quatro reservatórios Igapós são acometidos de casos similares de assoreamento que, conseqüentemente, levam o ribeirão a carrear parte dessas partículas ao longo de seu percurso até o reservatório do parque Arthur Thomas, incrementando seu processo de assoreamento (CMB CONSULTORIA LTDA, 2006).

Resíduos sólidos também são comumente encontrados boiando nas águas do reservatório, causando mau cheiro, liberando substâncias tóxicas para a fauna e flora, aumentando o acúmulo de materiais e promovendo a proliferação de vetores de doenças (Figura 6).

Neste ponto, percebemos o mau cheiro das águas de que tantos visitantes e moradores do entorno reclamam. Também constatamos muitos barulhos provenientes das residências próximas ao parque, juntamente com o som dos carros em alta velocidade na Rua Charles Lindemberg. Encontramos capivaras tomando sol em pequenas ilhas no meio do lago (BALLAROTTI, 2010).

Figura 6: Resíduos sólidos presentes na margem do reservatório: (A) Bloco de isopor; (B) Barril metálico; (C) Embalagens e garrafas plásticas.

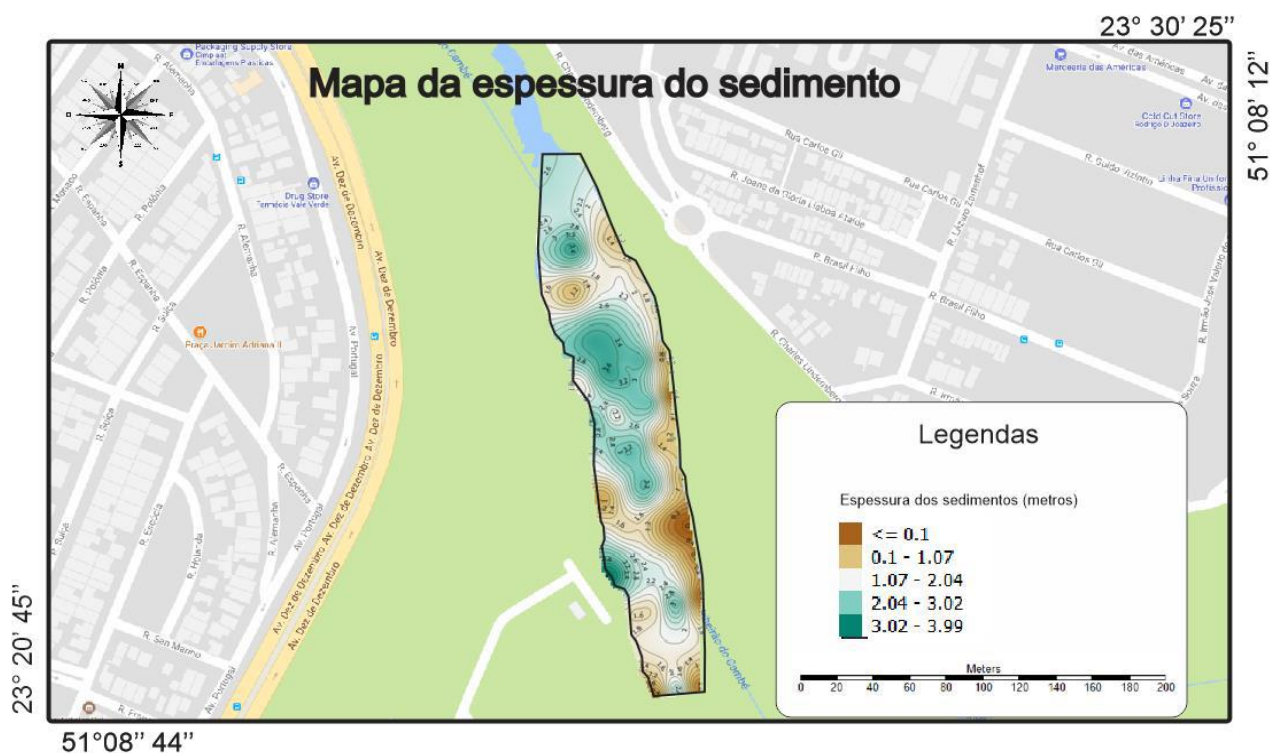


Fonte: Tsuchida (2017).

Bertho (2012) discorre sobre a proliferação de vetores dentro do Parque Municipal, citando casos de Leishmaniose transmitidos pelo mosquito pólvora infectado, o que foi confirmado em crianças que passaram pelo local. Além disso, há um alerta de risco de febre amarela, devendo ocorrer monitoramento dos macacos pregos no interior do parque.

Tsuchida (2017) expõe como estava a situação do reservatório do Parque Municipal quanto ao assoreamento. As regiões mais impactadas com o assoreamento foram aquelas próximas do início do reservatório, principalmente em frente ao local de descarga de uma das quatro galerias pluviométricas, com bancos de sedimentos aparentes para fora do corpo d'água, enquanto próximo à barragem a profundidade se revelou maior, atingindo dois metros. Outra análise mostra que a região do reservatório próxima à estrada de acesso de veículos sofreu com a maior quantidade de sedimentos acumulados, chegando a quatro metros sob a lâmina de água. Podemos ver as zonas indicadas com maior espessura de sedimentação na Figura 7:

Figura 7: Mapa da espessura dos sedimentos ao longo do reservatório.



Fonte: Tsuchida (2017).

Essa baixa profundidade pode impedir que se ocorra estratificação térmica no reservatório, pois o aquecimento tende a ser uniforme ao longo da coluna de água,



com formação de apenas uma camada de água com temperatura homogênea. Os parâmetros químicos tendem a apresentar pequenas variações, o que afeta a biodiversidade do local e inibe a colonização de algumas espécies.

Somando todos esses impactos sobre o Parque Arthur Thomas, urge a necessidade de se tomar medidas de remediação e recuperação dessa pequena mancha verde no interior da cidade, com programas de desassoreamento e de reparo das margens, que devem ser realizados com urgência para a proteção e conservação do ribeirão.

### 3.4 REFERENCIAL DE TRABALHOS COM RECUPERAÇÃO DE SISTEMAS AQUÁTICOS EM PARQUES

#### 3.4.1 Parque Cesamar (Palmas -TO)

O parque Cesamar foi fundado em 18 de março de 1988 e se localiza na área urbana da cidade de Palmas, capital do Estado de Tocantins. Trata-se de um parque municipal utilizado como fonte de lazer e práticas esportivas pela população da cidade. Encontra-se inserido no bioma Cerrado e apresenta características típicas desse sistema. O solo é disposto em camadas, com muito material particulado, poroso e seco, predominantemente areia e areno-argiloso, que quando exposto às chuvas, é facilmente carregado, o que torna esse solo propenso à erosão (PEREIRA, 2015).

A dragagem do material assoreado foi utilizada como técnica de recuperação do ambiente. A técnica foi aplicada por uma draga flutuante, de sucção e recalque, impulsionada por um motor-bomba a óleo diesel. Os sedimentos dragados foram dispostos em bacias de sedimentação, que foram responsáveis por separar o sedimento da água. Materiais grosseiros, como galhos e raízes, que boiavam, foram retirados manualmente. Foi retirado um total de 90.000 m<sup>3</sup> de sedimentos (Figura 8), que foram reservados para obras posteriores na cidade. Durante o processo, para a proteção dos peixes, foram utilizadas redes de contenção<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> TOCANTINS, 2014, *apud* PEREIRA, 2015.

Figura 8: Vista aérea do parque antes e pós dragagem no estudo de caso: Parque Cesamar. A: Antes da Dragagem; B: Após a dragagem.



**Fonte:** Adaptado de Pereira (2015).

O trabalho também afirma que a fonte dos sedimentos foi o rompimento de um talude existente na região. Porém, no dia 04 de fevereiro de 2016, o jornal G1 – Tocantins realizou uma matéria que mostrava novos bancos de sedimentos no reservatório. Isso evidencia que apenas desassorear um corpo d’água, sem realizar medidas preventivas de combate à erosão, principalmente em uma região de cerrado, desdobra na volta do problema inicial pouco tempo depois.

### 3.4.2 Business Park (Chertsey – Inglaterra)

O parque Business fica localizado na região urbana da cidade de Chertsey, Inglaterra. O bioma típico desse país é a Floresta Temperada, que tem como forte característica a perda total das folhas das árvores durante os períodos de frio, além de solo com pouca atividade microbiana, por conta do excesso de frio ao longo de alguns meses do ano.

Após sete anos abandonado, o lago do parque encontrava-se negligenciado, com as árvores com galhos cobrindo a vista e imersos no lago, e com uma larga camada de lodo em seu fundo, que foi formada ao receber a biomassa das folhas e galhos das árvores. Por oferecer um método de reutilização do lodo após a dragagem, a empresa Aquatic Solutions UK foi contratada para a revitalização do parque (AQUATIC SOLUTIONS, 2012).

A solução proposta pôde ser dividida em quatro partes: na proteção do rio contra a inserção de biomassa causada pelas árvores, em um sistema que auxilia a movimentação natural do lago, na remoção do lodo por dragagem e, por fim, a aeração do corpo d’água.

Segundo a Aquatic Solutions (2012), as árvores foram as primeiras a serem operadas. O excesso de galhos na região baixa da copa da árvore foi cortado, os galhos secos que estavam soltos no solo e sobre a água foram retirados, realçando a estética e diminuindo a carga orgânica sobre o lago.

Foi instalada em toda a margem do lago uma membrana chamada Nicospan, como mostra a Figura 9. Trata-se de uma membrana leve e permeável, que tem como função reter o solo que deslizar para dentro do lago e, ao mesmo tempo, manter a troca de líquidos do lago em direção ao solo, necessária para o ciclo biológico local. A membrana foi cuidadosamente moldada com a ajuda de estacas presas ao solo, no fundo do lago, de modo a auxiliar que a movimentação natural da água seja benéfica para todas as áreas do lago (AQUATIC SOLUTIONS, 2012).

Figura 9: Processo de restauração da margem com a membrana Nicospan no estudo de caso: Business Park.



**Fonte:** Aquatic Solutions (2012).

Aquatic Solutions (2012) informou que para a remoção do lodo sedimentado no fundo do lago foi utilizada dragagem mecânica, realizada pela máquina Truxor DM5000, que a partir de uma garra em formato de balde, escavou e retirou o lodo do lago, que foi depositado em pilhas para ser, posteriormente, utilizado como adubo. O lodo proveniente da decomposição da própria biota local, rico em material orgânico e sem poluentes, foi distribuído pelo parque para enriquecer o solo e adubar uma série de plantas que foram semeadas no próprio parque. Foi utilizada também uma rede de cobertura das áreas onde ocorreu o plantio para resguardar esses vegetais de pássaros e roedores até o seu crescimento, a qual foi posteriormente retirada.

Para a aeração do lago, pensando também na paisagem, foram instaladas três fontes de oxigenação da oxigenar a água. Também foram plantados Lírios d'Água

(*Nymphaea*) em algumas margens para dar proteção e alimento aos peixes e outros animais do ecossistema local (AQUATIC SOLUTIONS, 2012).

Comparando as fotos A e B na Figura 10, é provável que estivesse ocorrendo o processo de eutrofização no lago antes da restauração, um indicativo do excesso de algas na água, que se mostra na coloração verde do lago naquele momento. Porém, análises mais detalhadas deveriam ser realizadas para confirmação do caso.

Figura 10: Comparação antes (A) e pós (B) revitalização do parque no estudo de caso: Business Park.



Fonte: Aquatic Solutions, 2012.

### 3.4.3 Reservatórios Igapós (Londrina - PR)

Nas águas do mesmo Ribeirão Cambé, poucos quilômetros a montante do reservatório do Parque Municipal Arthur Thomas, objeto deste trabalho, estão localizados os reservatórios Igapós. São quatro reservatórios em cadeia, represados antropicamente, inseridos diretamente no meio urbano londrinense.

O principal impacto observado nos reservatórios Igapós é o assoreamento e, por isso, em 2015, a prefeitura da cidade contratou a empresa RDR Consultores Associados, em conjunto com o Instituto das Águas do Paraná, para elaboração de um relatório técnico das condições dos reservatórios e elaboração de uma proposta de protocolo de retirada dos sedimentos.

A RDR Consultores Associados (2015) levantou dados históricos que apontavam as causas do assoreamento do lago: as erosões das margens, as obras da construção civil ao redor dos reservatórios, o lançamento da rede pluvial e o



lançamento de redes de esgoto clandestinas. Assim, foram estipuladas análises para se verificar a possível contaminação dos sedimentos, e indicar o correto destino do material retirado. Após testes de lixiviação, foi constatado excesso de ferro e manganês nos quatro lagos, e excesso de alumínio nos lagos I e II, caracterizando o material depositado como Classe II A (não inerte), que podem ser reutilizados ou dispostos em aterros sanitários.

O projeto de desassoreamento dos quatro reservatórios foi dividido em duas etapas, mas apenas a primeira etapa foi realizada. Esta se consistiu na dragagem dos reservatórios III e IV, e um canal lateral entre os lagos II e III, no chamado aterro. Foi estipulado para o lago IV, que é o menor, uma profundidade mínima de 2 metros após 2 metros da margem, e para o lago III e canal do aterro, uma lâmina de água mínima de 2,5 metros (RDR CONSULTORES ASSOCIADOS, 2015).

As dragagens foram realizadas por dragas hidráulicas de sucção e recalque, uma 10" x 8" para os reservatórios e outra de 6" x 6" para a sucção dos sedimentos no canal. Foram retirados 51.000 m<sup>3</sup> de sedimentos, o que contabilizou 21% de toda a quantidade de sedimentos calculada para os quatro reservatórios (RDR CONSULTORES ASSOCIADOS, 2015).

Para a destinação dos sedimentos, a RDR Consultores Associados (2015) informou que alocou, provisoriamente, uma área de 40% do aterro (Figura 11). Após a conclusão da obra, uma parte da areia foi usada no próprio aterro do lago e outra parte foi destinada ao Aterro Sanitário do Distrito de Maravilha, na própria cidade. Apesar do relatório técnico constatar erosão em vários pontos da margem dos lagos, nenhum trabalho de revitalização desses trechos foi implementado.

Figura 11: Disposição do material dragado no estudo de caso: Reservatórios Igapó.



Fonte: RDR Consultores Associados (2015).

### 3.5 PRICIPAIS TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE SISTEMAS AQUÁTICOS SEMI-LÊNTICOS

A partir dos impactos ambientais descritos no parque e em seu reservatório, fica evidente que os maiores problemas encontrados são o assoreamento do reservatório, que ocorre de longa data, e a erosão das margens, que estão expostas e degradadas.

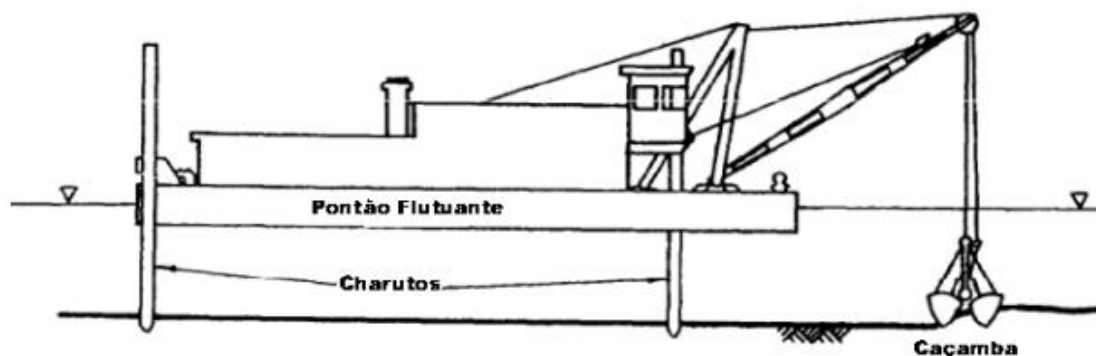
#### 3.5.1 Técnicas de Desassoreamento

##### 3.5.1.1 Método de dragagem mecânica

O método de dragagem é o processo de retirada dos sedimentos e solos do fundo de corpos d'água por equipamentos mecânicos, hidráulicos ou híbridos, que têm como finalidade o aprofundamento, manutenção e recuperação de vias aquáticas (GOES FILHO, 2004).

As dragas mecânicas são aparatos que removem os sedimentos do fundo dos corpos d'água por meio de uma força mecânica que escava o material. São construídas com pás escavadeiras, frontal ou retro, ou garras, e um ponto de apoio fixado no solo para dar torque e estabilidade ao movimento das pás, como pode ser observado na Figura 12. São utilizadas principalmente para a retirada de cascalhos, areia e sedimentos coesivos, como a argila (TORRES, 2000).

Figura 12: Draga de caçamba (garras).



Fonte: Ellicott Machine, *apud* Goes Filho (2004).

De acordo com Goes Filho (2004), esse método é utilizado principalmente em locais onde não há grandes profundidades, com preferência por locais em que o sedimento tenha formado ilhas, sendo usada para a retirada da parte grosseira dos sedimentos com posterior uso das dragas hidráulicas.

### *3.5.1.2 Método de dragagem hidráulica*

As dragas hidráulicas se diferenciam das mecânicas em seu mecanismo que, ao invés de escavar o material, usa bombas de dragagem que fazem a sucção e bombeamento do material sedimentado. A partir de uma diferença de pressão, a bomba forma vácuo na entrada da tubulação de sucção e faz com que a pressão da coluna de água force a entrada do sedimento a ser sugado pela draga (TORRES, 2000). Segundo Goes Filho (2004), as dragas hidráulicas são mais eficientes, versáteis e econômicas. Por terem dimensões menores, elas são indicadas para locais de difícil acesso.

Após a sucção dos sedimentos, esses são dispostos em uma cisterna, que é responsável pela separação do material mais pesado da água. A areia retirada é depositada no fundo da cisterna e, a partir de vertedores na região superior, a água sugada no processo é devolvida para o meio. As cisternas cheias, então, são enviadas para a disposição final do sedimento retirado.

Devem ser realizadas análises do material retirado do fundo do reservatório, visando sua correta destinação final de acordo com a norma Resolução nº 344/2004 do CONAMA, responsável pelas diretrizes e procedimentos de avaliação e disposição final do material dragado.

## 3.5.2 Recuperação da Margem Erodida

### *3.5.2.1 Muro de arrimo*

Os muros de arrimo por gravidade são barreiras que se opõem ao empuxo horizontal dos solos. São usados para conter desníveis pequenos, de no máximo

cinco metros, e podem ser construídos com diferentes materiais, como pedras, concreto, gabiões, pneus usados, geotêxtis e outros materiais (GERSCOVICH, 2009).

Segundo Lozano (2016), o excesso de água nos solos superficiais durante as chuvas pode levar ao efeito de “franja de umedecimento”, que é o aumento do peso desse solo e a perda da resistência ao cisalhamento, que auxiliados pela inclinação do solo, acaba provocando o deslizamento dessa camada superior.

Gerscovich (2009) informa que os tipos de muro de arrimo mais utilizados para pequenos taludes são os feitos com pedras ou com concreto. Os muros de pedra, que podem ser visualizados na Figura 13, possuem a vantagem da simplicidade de construção, que além de ser mais barata, dispensa a construção de dispositivos de drenagem na contenção de taludes de até dois metros, pois a água consegue passar pelos espaços vazios entre as pedras, funcionando como drenante.

Figura 13: Muro de arrimo de pedras construído em uma lagoa.

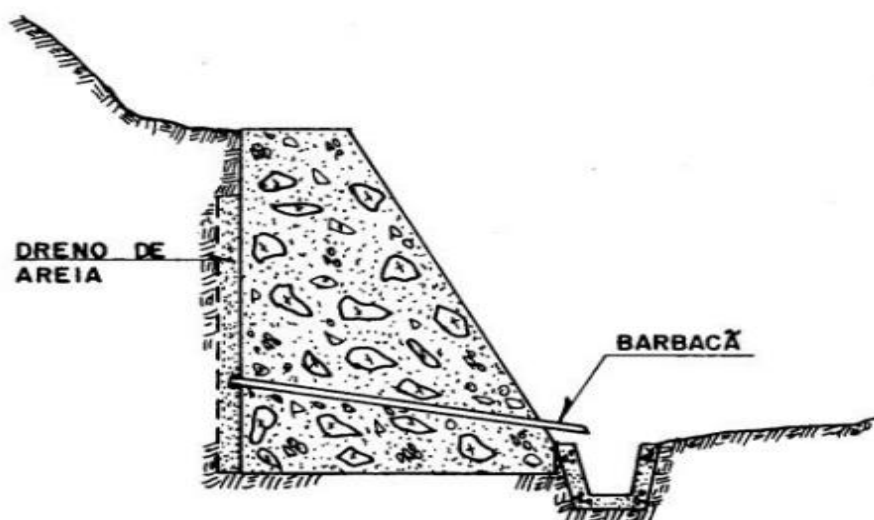


**Fonte:** Bizzarri Pedras (2018).

Os muros de arrimo de concreto também são simples de serem construídos, geralmente na forma de blocos de concreto trapezoidais, que podem ser pré-fabricados. Porém, por serem impermeáveis, é necessária a construção de um sistema de drenagem para descarregar a água acumulada no solo. Esse sistema pode ser construído por uma camada externa ao muro de areia grossa ou geotêxtis

esponjosos, que absorvem a água e a conduzem para uma tubulação transversal (Figura 14).

Figura 14: Esquemática de um muro de arrimo de concreto.



Fonte: Gerscovich (2009).

### 3.5.2.2 Mantas e Biomantas

Mantas são redes compostas de polipropileno, material plástico e degradável de médio a longo prazo. Já as biomantas são redes de fibras de coco entrelaçadas, totalmente biodegradáveis no curto prazo. Seus principais objetivos são fornecer proteção da margem em curto prazo, gerando condições ideais para que a vegetação plantada junto com a sua instalação se estabeleça, pois protege o solo contra erosões e retém a umidade por mais tempo, o que auxilia na germinação das sementes da vegetação regenerante (PROJAR, 2018).

A proteção realizada pelas biomantas provém da dissipação da energia cinética da chuva ao se chocar com o solo e, também, como obstáculo mecânico ao escoamento superficial da água, reduzindo a velocidade das enxurradas e, conseqüentemente, diminuindo o arraste de solo pela água para dentro do reservatório (SILVA *et. al.*, 2005).

### 3.5.2.3 *Recomposição da mata ciliar nas margens*

Apesar do parque ser densamente arborizado, a região da margem do reservatório não apresenta elevada densidade de plantas arbóreas, sendo as gramíneas predominantes na maior parte da área.

Assim, a revegetação das margens mais íngremes e que sofrem mais impactos dos processos erosivos, daria, a longo prazo, a sustentação e cobertura necessárias para este solo, sem comprometer o aspecto de relação física e visual dos visitantes do parque com as trilhas próximas ao reservatório.

Para isso, devem ser plantadas espécies nativas das matas ciliares (APP) da região ou espécies do próprio parque, garantindo a recuperação da mata sem gerar outros tipos de impactos nesse ambiente.

Poester (2012), apresenta técnicas de nucleação, que podem ser utilizadas para acelerar e qualificar os processos de regeneração natural através do estímulo às interações entre as espécies presentes. Essas técnicas consistem em levar ao ambiente degradado, incentivos para a sua recuperação, como a transposição de Serrapilheira e transposição de Galharia, gerando um ambiente mais suscetível a recuperação.

### 3.5.3 *Contenção de Resíduos Sólidos*

A contenção dos resíduos sólidos, apesar de não tão urgente como as questões anteriores, é, dependendo do caso, de difícil solução completa. As fontes do surgimento de resíduos no reservatório podem ser: do próprio carreamento pelo riacho, que foi lançado nas regiões a montante ao parque; lançado dentro do próprio parque pelos visitantes ou das lixeiras remexidas por animais; ou trazido pelas galerias pluviais que são lançadas no reservatório.

Ballarotti (2010) destaca que poderiam ser instaladas grades de contenção de resíduos sólidos na saída da galeria pluvial, juntamente com a limpeza desse material acumulado sempre que necessário. Uma limpeza periódica do reservatório também é indicada.

A troca ou instalação de bocas-de-lobo ecológicas nas entradas da galeria pluvial de toda a região também pode contribuir com a redução de resíduos sólidos e sedimentos lançados pelas galerias no reservatório. Pela determinação da CONSEMMA de Londrina, Resolução 19, de 31 de agosto de 2009, Art 1º, elas são compostas por uma caixa coletora de água pluvial acoplada de caixa de areia, para a sedimentação de partículas finas, e grelhas removíveis, que impedem a entrada de grandes resíduos na galeria e que podem ser coletadas pela rede de coleta pública do município.

A implementação de mais condicionadores, com tampas fechadas ou com pequenas aberturas, são mais propícias para parques, pois impedem que animais remexam esses resíduos.

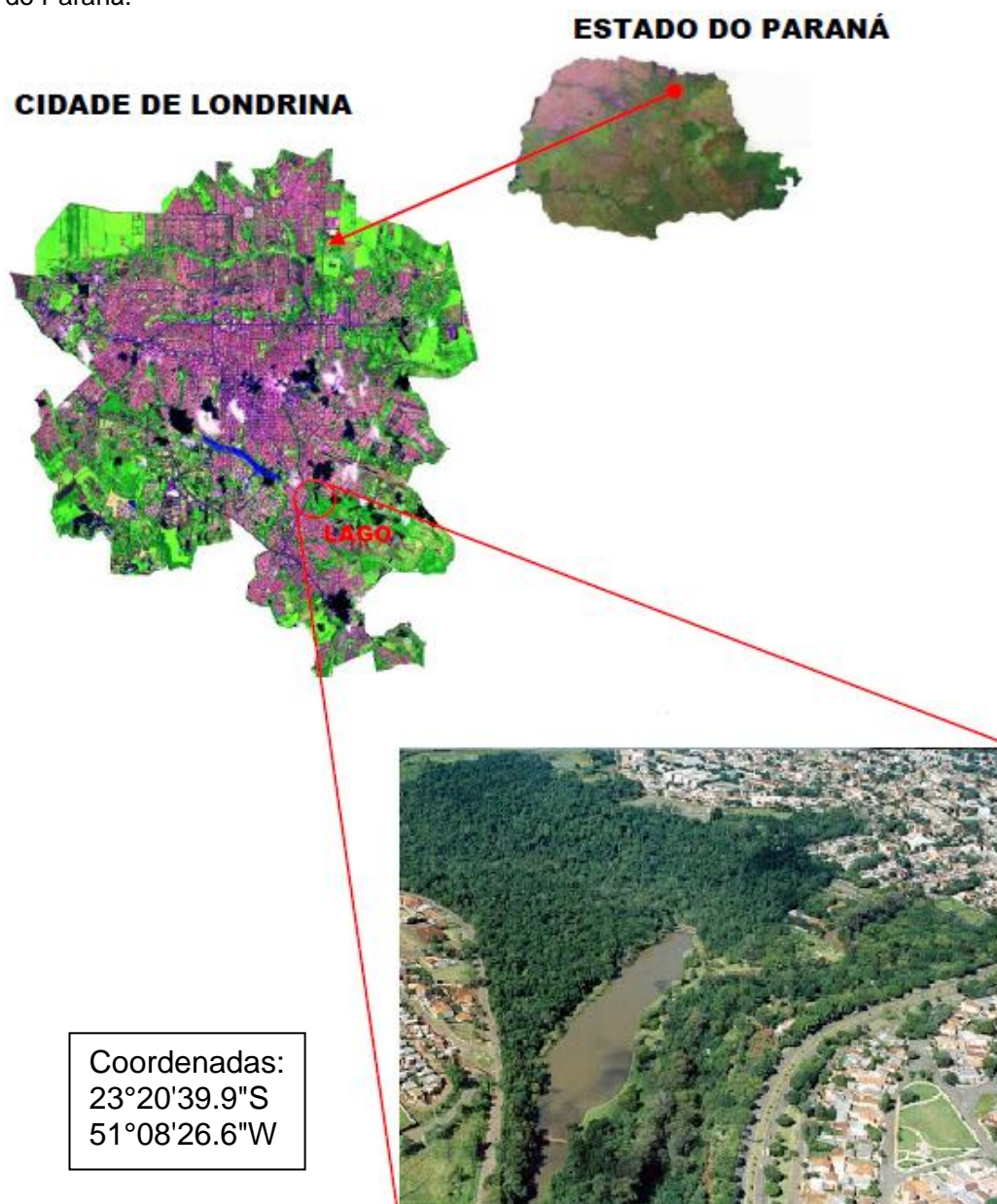


## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

O Parque Municipal Arthur Thomas localiza-se na zona sudeste da região metropolitana da cidade de Londrina - PR (entre as Latitudes: 23°15' e 23°30' e Longitudes: 51°15' e 51°00'). A localização do parque pode ser observada na Figura 15.

Figura 15: Localização do reservatório do Parque Municipal Arthur Thomas na cidade de Londrina, estado do Paraná.



**Fonte:** Adaptado de CMB consultoria LTDA (2006) e André (2008).



O parque possui uma área legal total de aproximadamente 85,47 ha, sendo o comprimento longitudinal do reservatório próximo de 460m (Figura 16). A investigação desse trabalho foca aspectos sobre algumas condições do reservatório e seu entorno imediato.

Figura 16: Comprimento do reservatório do Parque Arthur Thomas.



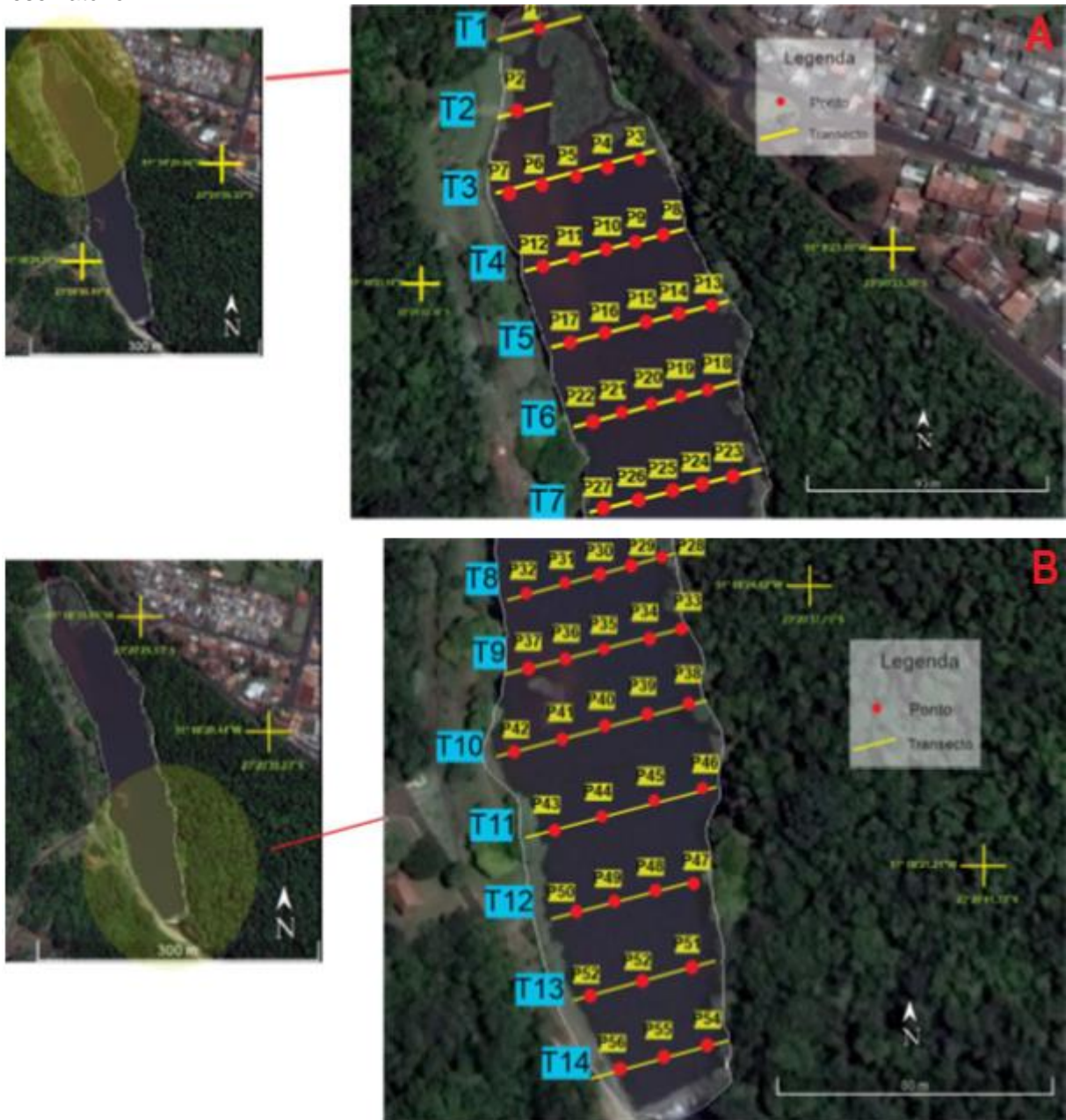
Fonte: SIGLON (2018).

## 4.2 BASE PARA A COLETA DE DADOS

### 4.2.1 Definição dos transectos de amostragem e pontos de coleta

A partir do estabelecimento de 14 transectos transversais delineados *a priori* por Tsuchida (2017), foram demarcados pontos equidistantes para realização da amostragem de dados. Manteve-se uma distância de 35 metros entre os transectos, cobrindo os 460 metros do reservatório (Figura 17).

Figura 17: Transectos e pontos de coleta delineados na primeira (A) e na segunda (B) metade do reservatório.



Fonte: Tsuchida (2017).

Foram sorteados 10 pontos de coleta (aproximadamente 20% do total de pontos) ao longo dos transectos e pontos estipulados *a priori*. Todas as coletas foram realizadas em duplicata, e a coleta 1 e 2 foram separadas por um período de 10 dias.

Para melhor sorteio dos pontos de coleta, o reservatório foi dividido em 3 trechos: inicial (T1 a T5), meio (T6 a T10) e final (T11 a T14). Inicialmente foram sorteados três pontos em cada trecho. Um décimo ponto foi sorteado considerando

todos os demais pontos do reservatório. Através de um aplicativo de sorteio pelo celular, os pontos obtidos foram:

- Trecho inicial: P1, P2, P6 e P15;
- Trecho do meio: P20, P22 e P27;
- Trecho final: P45, P47 e P51.

#### 4.2.2 Corte Esquemático do gradiente Zona Ripária - Margem - Zona Litorânea - Zona Pelágica

Com o objetivo de melhor compreender a contribuição relativa do entorno do reservatório para o processo de assoreamento, foi realizada uma análise quantitativa e qualitativa das margens e zona ripárias ao longo dos transectos estabelecidos transversalmente, da margem direita à esquerda do reservatório (Figura 18). O esquema apresentado na Figura 19 traz um corte transversal do reservatório, mostrando as interações entre as zonas ripária e marginal, bem como a litorânea e pelágica do reservatório do Parque Arthur Thomas.

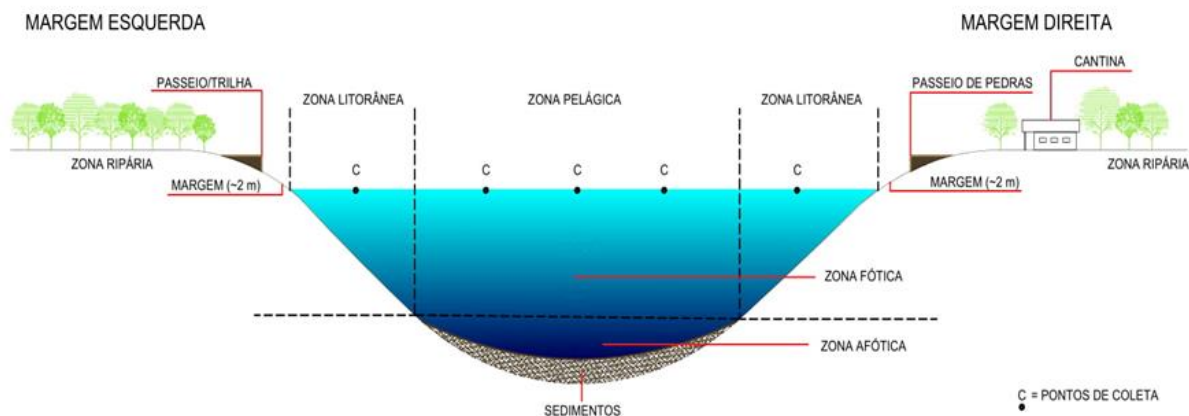
Figura 18: Demarcação do corte esquemático transversal do reservatório do Parque Arthur Thomas.



Fonte: Adaptado de Google Imagens (2018).



Figura 19: Corte esquemático da área do reservatório do Parque Arthur Thomas.



Fonte: Autoria Própria.


### 4.3 ANÁLISES REALIZADAS EM CAMPO

Nesta seção serão descritas as análises técnicas e laboratoriais realizadas com material amostrado no reservatório do Parque Arthur Thomas.

#### 4.3.1 Parâmetros limnológicos (químicos e físicos)

Foram selecionados alguns parâmetros básicos de limnologia para serem analisados na coleta da água do reservatório, tendo em vista os equipamentos presentes nos laboratórios da UTFPR-Londrina, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Análises físicas e químicas da água realizadas no reservatório do Parque Arthur Thomas

Parâmetro	Definição	Equipamento
Temperatura	Relacionado com agitação entre moléculas e deslocamento da energia cinética (BOYDE, 2015). Tem relação direta na maioria das reações físico-químicas do corpo hídrico, além de influenciar na fisiologia dos organismos ali presentes (CETESB, 2018).	Termômetro 
pH	Negativo do logaritmo comum da concentração do íon de hidrogênio na água (RICKLEFS, 2010). Possui influência direta sobre a fisiologia das diversas espécies existentes no meio.	pHmetro de bancada pHB 500

		
Condutividade elétrica	Capacidade de conduzir corrente elétrica, associado à presença de íons dissolvidos provenientes de substâncias polares, como os sais inorgânicos (cloretos, sulfetos, carbonatos, fosfatos) (BOYDE, 2015). A partir da condutividade é possível inferir indiretamente a presença, ou não, de poluentes no meio.	Condutivímetro portátil CD-860 
Turbidez	É a medida do potencial que a água possui de conduzir corrente elétrica, relacionado com os íons dissolvidos, como os íons de cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos, entre outros. Através da condutividade é possível inferir, indiretamente, a presença ou não de poluentes no meio (CETESB, 2018).	Turbidímetro AP2000 
Oxigênio dissolvido	Mede a concentração de oxigênio presente na água, parâmetro fundamental em vários processos no ecossistema aquático (GOLDMAN e HORNE, 1983).	Método Winkler 
Sólidos Dissolvidos Totais	Mede a concentração total de substâncias em formas moleculares, ionizadas ou microgranulares, dissolvidas na água. É usado como indicador da qualidade geral de água (ORAM, 2019).	Medidor TDS-3 

Fonte: Autoria própria.

Nas amostragens foram utilizados frascos de plásticos pretos e com tampa para dificultar alterações nos parâmetros físicos e químicos em função da variação da temperatura. As coletas foram realizadas na lâmina superior de água do reservatório, especificamente na subsuperfície.

Após a coleta da água, foi realizada a medição da temperatura. Posteriormente, os frascos foram armazenados em uma caixa isopor com gelo para

manutenção dos parâmetros físicos e químicos das amostras até a sua análise nos laboratórios da UTFPR-Londrina.

Com os resultados da primeira e segunda coletas, dias 27/04/19 e 07/05/19 respectivamente, fez-se uma média. Os dados obtidos, então, foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela Resolução do CONAMA n° 357/2005.

#### 4.3.2 Granulometria e caracterização dos sedimentos

Com o objetivo de caracterizar a granulometria do sedimento encontrado no leito assoreado do reservatório, foi usada a Draga de Van Veen 3L para coleta das amostras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o laboratório de Solos da UTFPR-Londrina para a realização das análises.

As amostras foram coletadas nos mesmos pontos descritos anteriormente, junto com a coleta das amostras de água. Nas amostras de solo, *a priori*, foi avaliado se havia a presença de resíduos urbanos, como vidros, plásticos, metais, tijolos ou outros materiais descartados. Posteriormente, as amostras foram colocadas em sacos de papel e postas para secar em estufa a 60°C por cinco dias (Figura 20).

Figura 20: Estufa com as amostras de solo.



**Fonte:** Autoria própria.

Após serem retiradas da estufa, cada amostra passou por um processo manual de moagem e quebra de torrão de solo formado na estufa, com o objetivo de separar, ao máximo, as partículas de solo. Em seguida, foi realizado o peneiramento mecânico, utilizando os tamanhos de retenção e a classificação estabelecida pela norma ABNT NBR 6502 (1995):

- Mínimo de 2 mm para **Pedregulhos** (Peneira N10);
- Entre 2 mm e 0,6 mm para **Areia Grossa** (Peneira N30);
- Entre 0,6 e 0,2 mm para **Areia Média** (Peneira N100);
- Entre 0,2 e 0,06 mm para **Areia Fina** (Peneira N200);
- Menor que 0,06 mm para **Silte + Argila**.

#### 4.3.3 Análises qualitativas da Margem e Zona Litorânea do Reservatório

Na margem do reservatório foram analisados qualitativamente o grau de declividade, o potencial de erodibilidade, a presença e caracterização nas áreas marginais (presença e área relativa de áreas alagáveis e presença de serapilheira). Na zona litorânea investigou-se a estrutura, considerando a sua profundidade média, declividade, presença de rochas, areia e húmus, além da sua integridade ambiental, como a presença de resíduos urbanos e de macrófitas aquáticas. Além disso, foi analisada a estrutura da vegetação ripária (até 10 m da margem). Essas informações qualitativas foram registradas em formulário próprio (formulário presente no apêndice C) . Para isso, foi desenvolvido um questionário qualitativo sobre as zonas litorâneas, margens e vegetação ripária próxima (até 10m de distância).

As análises foram desenvolvidas em seis transectos (T2, T4, T7, T10, T11 e T14, aproximadamente 40% do total de transectos), com dois transectos sorteados para cada um dos três trechos descritos anteriormente.

#### 4.3.4 Estrutura da Vegetação Ripária

Na zona ripária, com o intuito de avaliar a integridade desta zona, buscou-se analisar parâmetros de estrutura da vegetação, tais como: presença de vegetação ripária primária ou secundária, percentual de cobertura de serapilheira, densidade arbórea e circunferência média de árvores na altura do peito, além da presença de lianas, cipós e bromélias (RODRIGUES, LEITÃO-FILHO, 2000).

As análises foram realizadas nos mesmos seis transectos sorteados (T2, T4, T7, T10, T11 e T14), tanto na margem esquerda como na direita, nos locais em que havia vegetação ripária até 10 m de distância do reservatório.

A avaliação da estrutura da vegetação ripária foi baseada no método proposto por Freitas e Magalhães (2012) e Gambarotto (2014), em que, a partir do transecto sorteado, um plano cartesiano foi traçado com 6 m x 6 m, começando no início da vegetação.

Esse plano foi dividido em quatro quadrantes idênticos de 3 m x 3 m (Q1, Q2, Q3 e Q4), enumerados no sentido horário (Figura 21). As análises foram realizadas em um dos quadrantes, sorteado *a priori*. A circunferência das árvores foi medida com fita métrica, considerando apenas os indivíduos com a altura do peito (aproximadamente a 150 cm do chão). A porcentagem de serapilheira foi estimada visualmente e a densidade arbórea foi estipulada visualmente pela quantidade de árvores, de arbustos e se a mata estava com o dossel fechado dentro do quadrante analisado.

Figura 21: Croqui dos quadrantes a serem sorteados.



Fonte: Autoria própria.

No quadrante sorteado também foram analisados, de forma empírica, os seguintes aspectos:- estrutura vegetacional (primária ou secundária); presença de bromélias, lianas, principalmente os cipós e epífitas.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE PRELIMINAR DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS VISUALIZADOS NO PARQUE

A urbanização tem grande influência sobre as características biogeofísicas, limnológicas e ecossistêmicas das bacias hidrográficas. Ternus (2011) evidencia que corpos hídricos em regiões metropolitanas apresentam diversas alterações em seus parâmetros limnológicos, uma vez que a retirada de matas ciliares, junto com o lançamento de resíduos urbanos, facilita a entrada de agentes poluidores que impactam diretamente os ambientes aquáticos.

À primeira vista, percebe-se no reservatório do parque o intenso acúmulo de sedimentos em seu leito. Troncos presos aparentes saindo do corpo d'água, ilhas arborizadas e aves com pés dentro das águas ao centro do reservatório identificam um processo de assoreamento em grande extensão do reservatório.

O acúmulo massivo de sedimentos se mostra na formação de três ilhas e duas penínsulas ao longo do reservatório do parque. A partir da análise de fotos dos trabalhos de CMB Consultoria LTDA (2006) e Tsuchida (2017), bem como a comparação entre elas, no presente trabalho nota-se um grande aumento do tamanho das ilhas, como também a formação de outras novas. A localização das ilhas pode ser visualizada na Figura 23.

Figura 22: Localização das ilhas/penínsulas de sedimentos e pontos de lançamento do sistema de drenagem urbano.



Fonte: Adaptado de Google Maps (2019).

Pode ser observado na Figura 22, que a maior concentração de sedimentos está localizada no trecho inicial do reservatório, criando as ilhas 2 e 4, e penínsulas 1 e 3. Uma hipótese provável para tal é que as partículas carregadas pelo rio em rápida velocidade, ao se chocarem com as águas mais lentas do reservatório, levam a uma condição ideal para a sedimentação desses grânulos nesse trecho inicial.

É possível, também, visualizar, uma grande mancha de sedimentos se espalhando pelo reservatório após as ilhas e a Tubulação B, o que indica avanço do assoreamento para o resto do reservatório (Figura 22). Dentre os acúmulos de sedimentos que levaram à formação de ilhas e penínsulas, as ilhas 2 e 5 se destacam por seus tamanhos e formação (Figura 23).

Figura 23: Ilhas de sedimentos de maior dimensão. A- Ilha 2; B- Ilha 5.



**Fonte:** Autoria Própria.

A ilha 2, a maior do reservatório, possui aproximadamente 75 metros de comprimento e, provavelmente, é a mais antiga do reservatório. Além de ser a maior, também é a mais arborizada, contendo algumas árvores que chegam a 4 metros de altura. Ela divide o corpo d'água em 2, formando um canal do lado esquerdo, com profundidade aproximada de 15 a 20 centímetros e largura de 90 centímetros. Se não for realizada a retirada dessa ilha, ao mesmo tempo que seja mantido o lançamento de sedimentos no reservatório, a tendência é que ocorra uma junção com a margem.

A ilha 5 possui aproximadamente 20 metros de comprimento e aparenta ser mais recente que as demais. Sua peculiaridade está na grande quantidade de pedras e pedregulhos que apresenta, o que sugere que sua formação se deu pelo lançamento recente de resíduos de construção, pois a maneira como estão dispostas as pedras, em cima dos pedregulhos (Figura 23 - B). É possível visualizar uma grande mancha de sedimentos ao redor da ilha, e quando comparada com a foto tirada e apresentada

no trabalho de Tsuchida (2017), percebe-se que houve um crescimento considerável da mesma nos últimos dois anos.

Tsuchida (2017) destaca que o grande acúmulo de sedimentos presente no leito do reservatório do parque Arthur Thomas fez com que não haja a estratificação normalmente encontrada em corpos de água semi-lênticos. Com a diminuição da profundidade, o epilímnio e hipolímnio apresentaram-se homogêneos, provavelmente sem formação de estratificação térmica. Tundisi (2008) pontifica que sistemas semi-lênticos com baixas profundidades criam processos de estratificação térmica instáveis, levando a uma frágil zonação vertical de parâmetros abióticos e bióticos, o que pode gerar impactos para a fauna e a flora locais.

Outro ponto de impacto ambiental, facilmente perceptivo, é a grande quantidade de resíduos sólidos urbanos presentes por todo o parque. Resíduos plásticos e detritos de construção das mais variadas formas foram encontrados no reservatório, em suas margens e na mata ripária. O catálogo de resíduos encontrados é largo, como garrafas PET e de outros materiais, rótulos, isopor, sacolas plásticas, latinhas de alumínio. Dentre os resíduos de construção, pequenos pedaços de azulejos, tijolos, telhas, concreto e lata de tinta foram também observados. Objetos maiores também foram evidenciados, como pneus, tanque de lavar roupa e até um carrinho de bebê, encontrados junto aos sedimentos no reservatório. A Figura 24 evidencia alguns dos resíduos encontrados no reservatório do Parque Arthur Thomas durante a realização deste trabalho.

Figura 24: Resíduos urbanos presentes no reservatório do parque: A. Sacolas plásticas presas em um galho; B. Garrafa PET; C. Pedaço de isopor; D. Embalagem de detergente; E. Varal de ferro; F. Tanque de lavar roupas.



Fonte: Autoria própria.



A quantidade de sacolinhas plásticas e rótulos de garrafas PET era tão grande que cobria a Península 1, como mostra a Figura 25.

Figura 25: Península 1 coberta de resíduos plásticos.



**Fonte:** Autoria própria.

## 5.2 PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Tendo em vista o padrão de qualidade da água, segundo a norma da Resolução do CONAMA nº 357/2005, o Ribeirão Cambé é considerado como Águas Doces Classe 2, que estabelece uma série de parâmetros para se determinar a qualidade do recurso estudado. Os parâmetros limnológicos físicos e químicos também levam a um melhor entendimento da dinâmica do reservatório do Parque Arthur Thomas e evidenciam alguns dos problemas que devem ser ajustados.

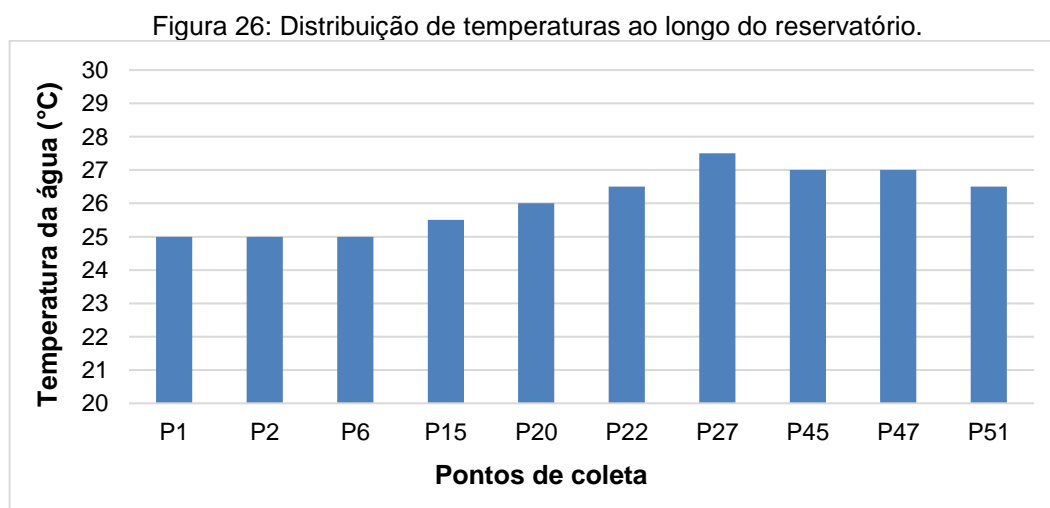
As coletas foram realizadas em duplicata, sendo a Coleta 2 dez (10) dias após a Coleta 1, dias 27/04/19 e 07/05/19. Ocorreram no período da manhã, entre 8h00 e 12h00. Segundo IAPAR CLIMA, 2019, a temperatura do ar no momento da Coleta 1 era de 31°C, com máxima de 32,03°C, enquanto a umidade relativa do ar era de 79,5%. No momento da Coleta 2, a temperatura marcava 29°C, com máxima de 30,48°C, enquanto a umidade relativa do ar era de 78,1%, de acordo com o Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). As coletas foram iniciadas no ponto P1 e encerradas no ponto P51, sendo coletados nos 10 pontos selecionados a priori.

### 5.2.1 Temperatura da água

Este tópico apresenta os resultados referentes à temperatura da água ao longo do reservatório. Os resultados obtidos nas Coletas 1 e 2, bem como a média e o desvio padrão calculados encontram-se no Apêndice A1.

A resolução CONAMA 357/05 não determina um padrão a ser seguido quanto à temperatura da água. A CETESB (2018) indica que a elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais e usinas termoelétricas. Os despejos, ao serem lançados sem o devido resfriamento, aquecem indiscriminadamente o ambiente. Dessa forma, foi estipulada uma temperatura média natural da água em contato com a temperatura ambiente, entre 0°C e 30°C, e/ou próximo da temperatura ambiente, pois temperaturas maiores que a ambiente, são características possíveis de lançamentos indevidos. A temperatura marcada no início da Coleta 1 era de 31°C, e a marcada no início da Coleta o dia 2 era de 29°C.

A Figura 26 mostra a média da distribuição de temperaturas ao longo dos pontos analisados no reservatório. As medidas foram tomadas exatamente no momento da coleta da água.



Fonte: Autoria própria.

Na análise da Figura 26, temos uma variação de aproximadamente 2°C entre a menor e maior temperaturas medidas, sendo ambas esperadas e próximas da temperatura ambiente marcada.

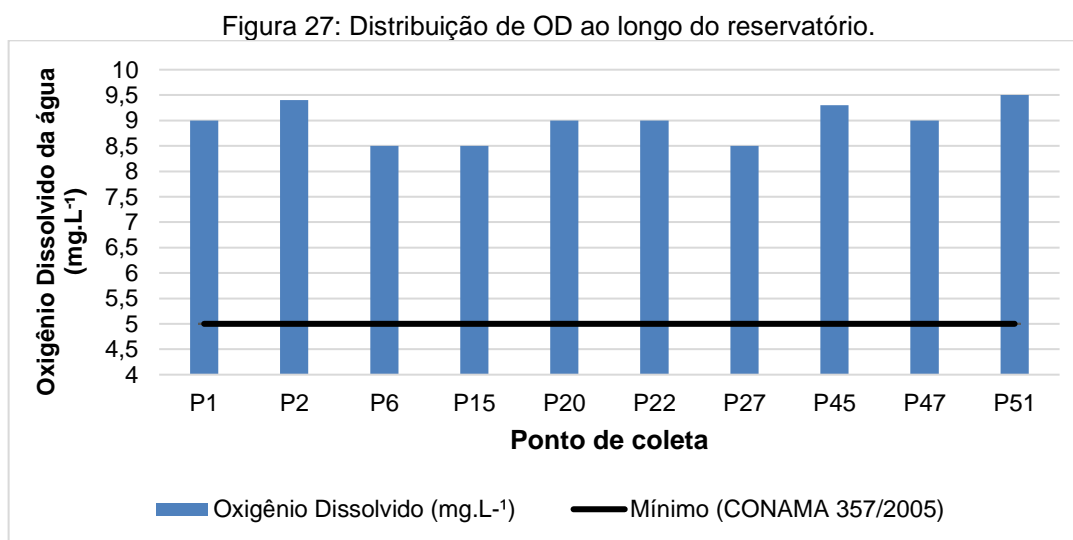
Explica-se o aumento da temperatura ao longo do gradiente longitudinal do reservatório em razão da alta taxa de assoreamento do reservatório, onde havia

pontos até o transecto 10 em que se via claramente o sedimento em seu leito, com baixa profundidade. Em geral, ambientes aquáticos com profundidades reduzidas tendem a apresentar grande variação da temperatura diária (MEES, 2011). Ao mesmo tempo, no trecho final do reservatório (P45, P47 e P51), o maior aquecimento gradual detectado pode estar relacionado ao horário da tomada de temperatura, mais próximo das 12h00.

### 5.2.2 Oxigênio Dissolvido

Esse tópico apresenta os resultados referentes ao parâmetro químico de Oxigênio Dissolvido (OD) da água ao longo do reservatório. Os resultados obtidos na Coleta 1 e Coleta 2, bem como a média e o desvio padrão calculados encontram-se no Apêndice A2.

Como indicado na Resolução CONAMA 357/2005, Art. 15, inciso VI, o oxigênio dissolvido em qualquer amostra em um rio de águas doces de classe 2 não pode ser inferior a 5mg/L. A Figura 27 indica a média dos ODs encontrados nos pontos de coleta distribuídos no reservatório.



Fonte: Autoria própria.

Com variações entre 8,5 a 9,5, bem acima do limite estabelecido, verifica-se que não há problemas urgentes com relação a esse parâmetro químico. Corpos de água com eutrofização podem tender a um aumento explosivo do OD durante o dia. Porém, como não havia quantidades consideráveis de macrófitas no reservatório,

essa hipótese pode ser descartada. Um possível aliado da boa oxigenação encontrada é a pequena faixa por onde o Ribeirão Cambé passa na entrada do Parque Arthur Thomas, com uma boa integridade da vegetação ciliar, rápida velocidade de água e pequenas quedas, que ajudam a aumentar a difusão do oxigênio atmosférico no corpo d'água.

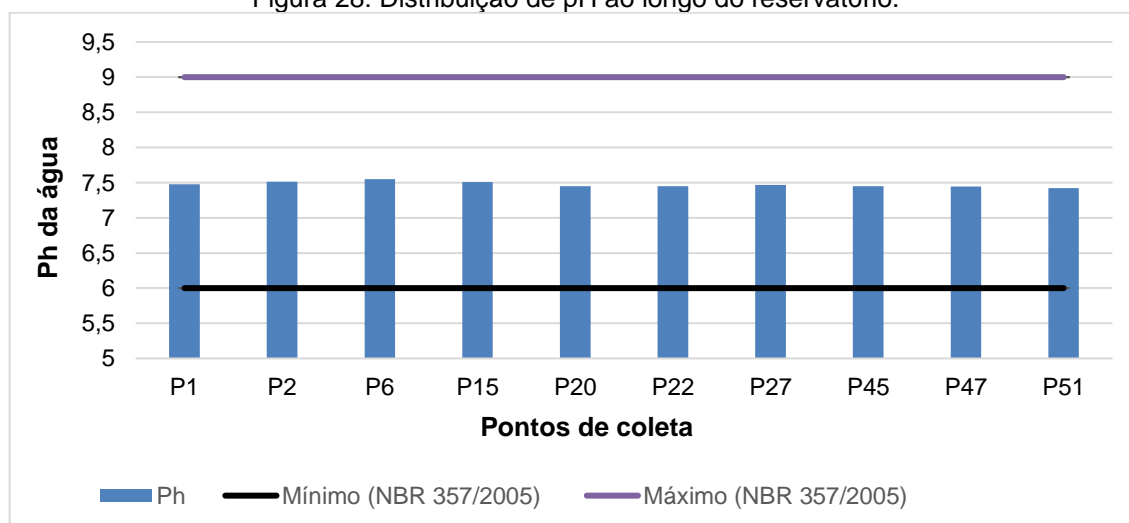
### 5.2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Esse tópico apresenta os resultados referentes ao parâmetro químico de pH da água ao longo do reservatório. Os resultados obtidos na Coleta 1 e Coleta 2, bem como a média e o desvio padrão calculados encontram-se no Apêndice A3.

O pH tem influência direta nos organismos presentes em um meio aquático, afetando diretamente a fisiologia de diversas espécies. Para isso, o ideal é que esse parâmetro se mantenha entre 6 e 8,5 (ESTEVES, 2011). Em corpos de água com grandes quantidades de rochas, principalmente rochas calcáreas, é comum o aumento do pH pela alcalinização da água. Isso se dá pelo aumento de carbonatos dissolvidos na água, que absorvem os íons  $H^+$ , elevando o pH (WATER RESEARCH CENTER, 2014).

Como indicado na resolução CONAMA 357/2005, Art. 14, inciso I (m), o pH encontrado em qualquer amostra em um rio de águas doces de classe 1 e 2 deve estar dentro da faixa de 6,0 a 9,0. A Figura 28 mostra as médias dos pHs encontrados nos pontos de coleta distribuídos no reservatório.

Figura 28: Distribuição de pH ao longo do reservatório.



Fonte: Autoria própria.



Com os dados obtidos, observa-se uma proximidade ao pH 7,5 em todo o reservatório, estando, assim, dentro do valor determinado pela legislação. A uniformidade do pH por todo o reservatório é um bom indício da qualidade da água, pois, mesmo havendo quatro pontos de descarga de galerias pluviais e grande impacto pelo assoreamento, um pH neutro e constante mostra um bom equilíbrio para o ecossistema aquático local. Além disso, é indicativo de que não há constante ou grandes descargas de matéria orgânica introduzida pelas galerias urbanas, o que reduziria o pH em sua decomposição.

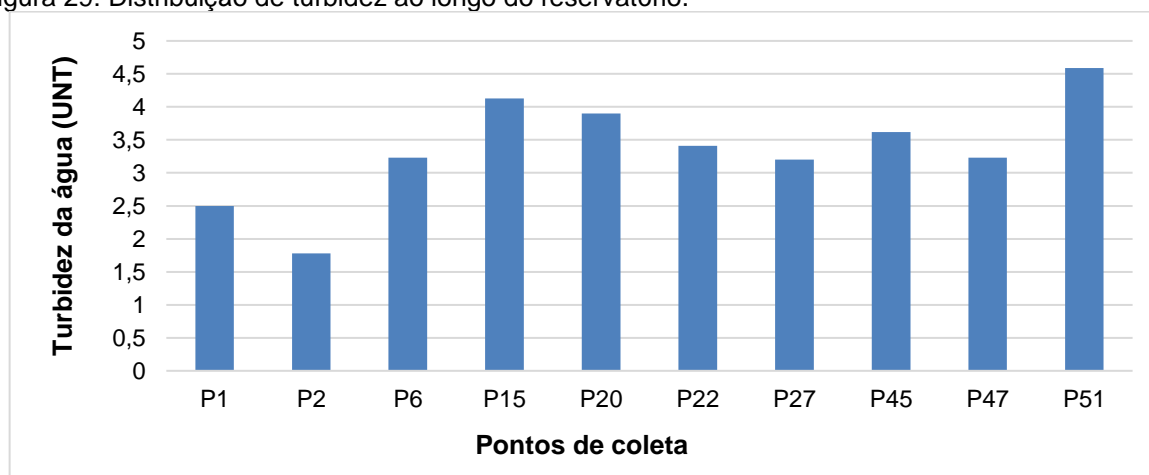
#### 5.2.4 Turbidez

Esse tópico apresenta os resultados referentes ao parâmetro físico de turbidez da água ao longo do reservatório. Os resultados obtidos na Coleta 1 e na Coleta 2, bem como a média e o desvio padrão calculados encontram-se no Apêndice A4.

A turbidez é caracterizada pelo enfraquecimento dos feixes de luz, que ao passarem pela água, são absorvidos por sólidos suspensos, como algas, detritos, argila, silte e outros materiais coloidais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA, 2017). Uma água muito túrbida causa danos ecológicos como a redução da visibilidade dos animais, diminui a disponibilidade de alimentos bentônicos por soterramento, causa entupimento das brânquias de animais filtradores, reduz a produção fotossintética de algas, causa um aumento da temperatura da camada superficial da água, pela menor capacidade térmica específica dos sólidos e, por fim, influencia toda a comunidade biológica aquática (BRUTON, 1985; CETESB, 2018).

A resolução CONAMA 357/2005, Art. 15, inciso IV, admite que a turbidez em qualquer amostra em um rio de águas doces de classe 2 deve ter um máximo de até 100 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT). A Figura 29 mostra as médias de turbidez encontradas nos pontos de coleta distribuídos no reservatório.

Figura 29: Distribuição de turbidez ao longo do reservatório.



Fonte: Autoria própria.

Dado o máximo de 100 UNT de turbidez vigente na legislação CONAMA 357/2005, pode-se caracterizar a água em todo o reservatório como de turbidez bem baixa, sendo o ponto com menor valor o P2, com Turbidez igual a 1,75 NTU, e o ponto de maior valor, o P51, com turbidez de aproximadamente 4,5 NTU; ambos bem abaixo do limite vigente.

Destaca-se que os ventos eram fracos nos dias das coletas, não havia chovido no dia anterior, o corpo d'água estava visivelmente translúcido, sem presença de algas ou sólidos visíveis.

As coletas sempre foram realizadas com o mínimo de distúrbio do solo. Outro fator que pode ter influenciado a diminuição da turbidez foi que as amostras foram armazenadas após as coletas, para serem analisadas nos laboratórios da UTFPR horas depois, o que pode ter decantado parte da matéria em suspensão. Para minimizar esse efeito, as amostras foram levemente agitadas antes das análises.

### 5.2.5 Condutividade Elétrica

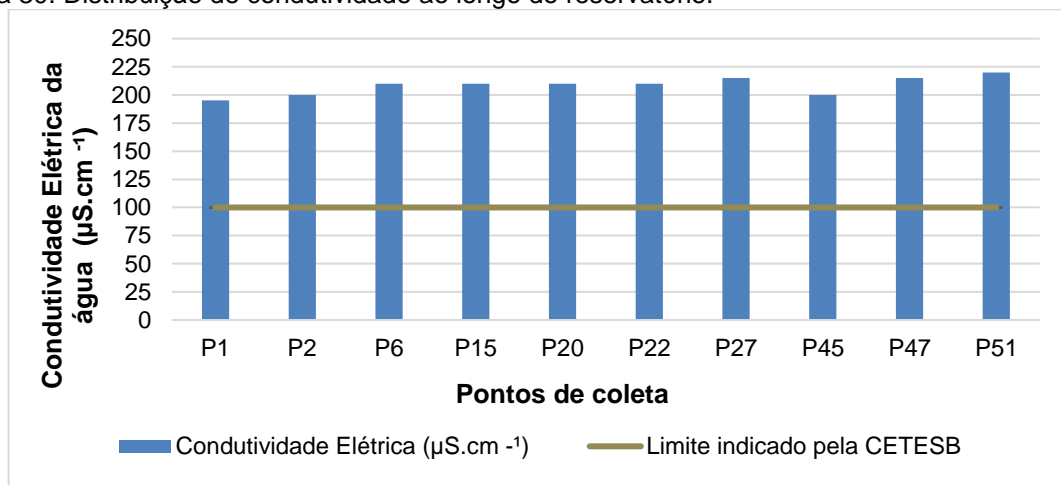
Esse tópico apresenta os resultados referentes ao parâmetro físico de condutividade elétrica da água ao longo do reservatório. Os resultados obtidos na Coleta 1 e na Coleta 2, bem como a média e o desvio padrão calculados encontram-se no Apêndice A5.

A resolução CONAMA 357/05 não determina padrões a serem seguidos quanto à condutividade elétrica das águas doces continentais. De acordo com a

CETESB (2018), a condutividade elétrica é uma medida indireta da concentração de poluentes, pois depende das concentrações iônicas e da temperatura. Este parâmetro indica a concentração de sais na água que conduzem corrente elétrica, sendo que altos valores podem indicar características corrosivas. Assim, a CETESB indica que valores superiores a  $100 \mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados.

A Figura 30 mostra as médias das condutividades elétricas encontradas nos pontos de coleta distribuídos ao longo do reservatório.

Figura 30: Distribuição de condutividade ao longo do reservatório.



Fonte: Autoria própria.

A análise de condutividade elétrica encontrada pode ser considerada como alarmante para águas doces, apesar de não se ter base legal para os níveis desse parâmetro. Quando comparada com os valores indicados pela CETESB, obtemos o dobro do valor indicado, de aproximadamente  $200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  em quase todos os pontos de coleta, o que indica um ambiente impactado por sais dissolvidos.

Corpos d'água que passam por cidades tendem a serem negativamente impactados por descargas de galerias pluviais, que despejam nos rios a poeira das cidades lavadas pelas chuvas. Esse material pode ser carregado junto com uma grande quantidade de resíduos sólidos, como latas de metal, tijolos, telhas e outros materiais comumente encontrados durante as coletas de sedimentos realizadas por esse trabalho.

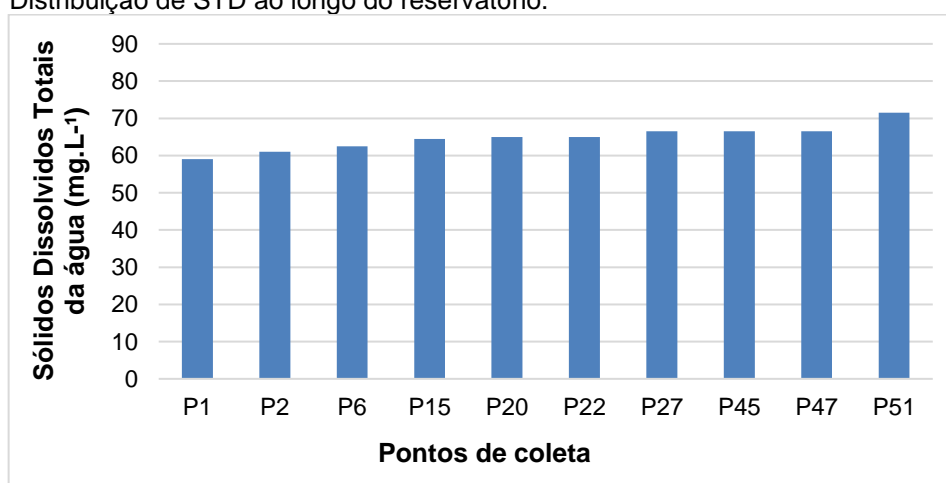
### 5.2.6 Sólidos Dissolvidos Totais

Esse tópico apresenta os resultados referentes ao parâmetro físico de Sólidos Dissolvidos Totais (STD) da água ao longo do reservatório. Os resultados obtidos nas Coletas 1 e 2, bem como a média e o desvio padrão calculados encontram-se no Apêndice A6.

Os STD estão diretamente relacionados com a condutividade elétrica (Esteves, 2011). Os STD incluem todos os sais gerados por processos de intemperismo nas rochas e sedimentos, e que geram produtos que são encontrados nos corpos d'água na forma iônica e em componentes não iônicos. Uma alta concentração de sólidos dissolvidos pode causar diferentes danos à vida aquática, além de sedimentar no leito, soterrando organismos microscópios e promovendo a decomposição anaeróbica, bem como danificar os leitos, aumentando processos de erosão e, ainda, impactar na desova de peixes (CETESB, 2018).

A resolução CONAMA 357/2005, Art. 14, inciso II, admite que sólidos dissolvidos totais encontrados em qualquer amostra em um rio de águas doces de classe 1 e 2 deve ter um máximo de até 500 mg/L. A Figura 31 mostra as médias dos STD encontrados nos pontos de coleta distribuídos no reservatório.

Figura 31: Distribuição de STD ao longo do reservatório.



Fonte: Autoria própria.

A quantidade de sólidos dissolvidos totais encontrados nas amostras está dentro do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, bem abaixo de seu limite. Encontra-se, também, um leve e constante aumento dos STD ao longo do reservatório, se elevando de 59 mg.L<sup>-1</sup> no ponto inicial P1, até 71,5 mg.L<sup>-1</sup> no ponto

P51, que pode ter sido influenciado pela diminuição da granulometria de material depositado ao longo do reservatório.

### 5.2.7 Outros parâmetros dispostos na Resolução CONAMA 357/05

Outros parâmetros descritos pela resolução CONAMA 357/05, Art. 14/Art. 15, Inciso I, podem ser analisados, dentre eles:

“b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes”. Não foi encontrada formação de espumas em nenhum momento das visitas e coletas no reservatório, porém garrafas e sacos plásticos, pedaços de isopor, latinhas de alumínio foram encontradas constantemente.

“c) óleos e graxas: virtualmente ausentes”. Não havia visivelmente óleos e graxas sob o corpo d’água em nenhum momento das visitas e coletas.

“d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes”. Não havia sensorialmente odores pungentes em nenhuma das visitas e coletas.

“e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes”. Não havia visualmente regiões do reservatório com coloração diferente das demais, porém, pela fácil diluição dos corantes em um grande montante de água, outras análises devem ser realizadas.

“f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes”. Um problema enfrentado pelo reservatório é a grande quantidade de resíduos sólidos encontrados em seu ambiente, desde pequenos objetos como latinhas de alumínio e pedaços de azulejos, a grandes objetos como pneus, latas de tinta, carrinho de bebê e escorredor de pia.

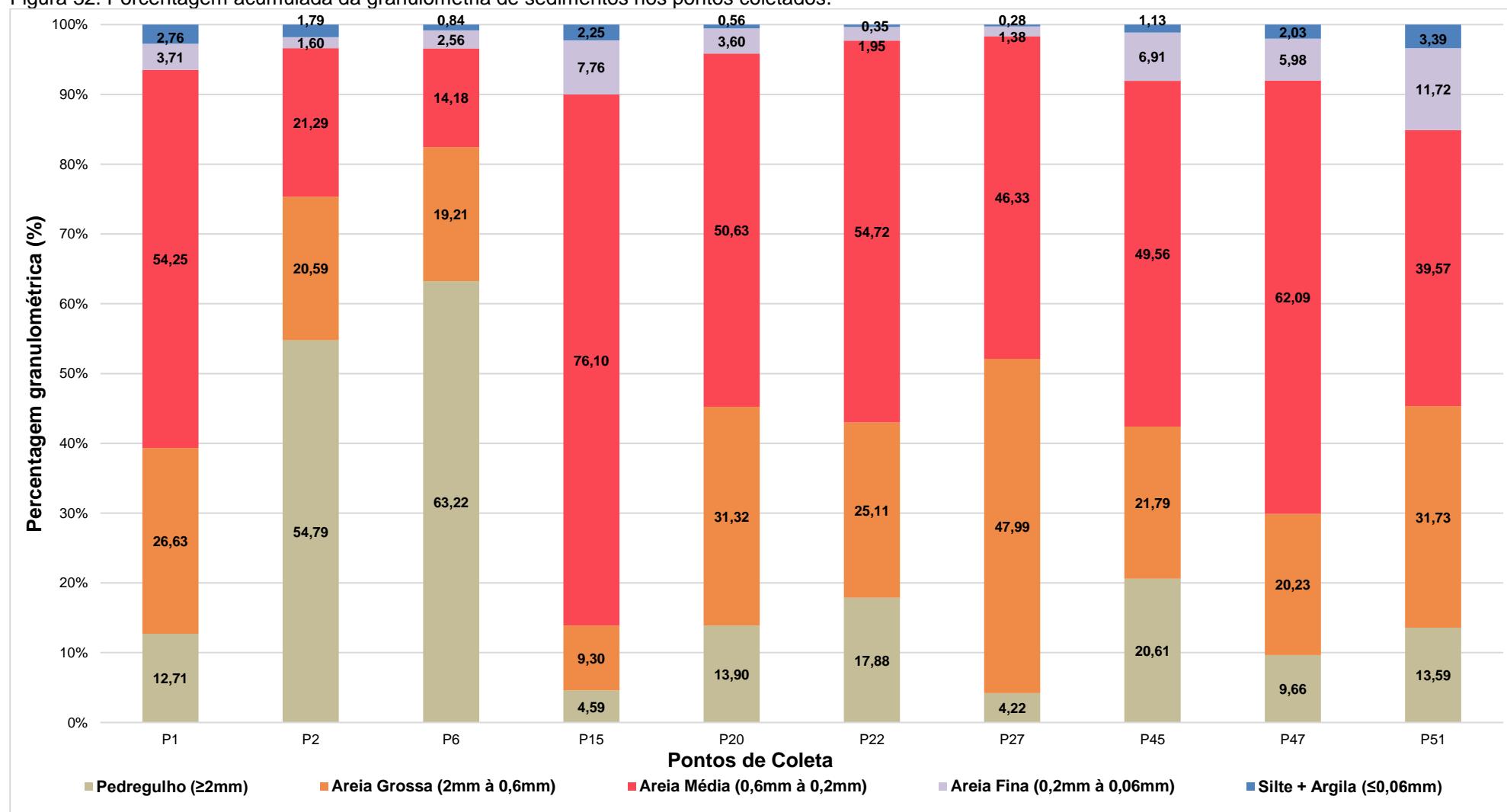
## 5.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DOS SEDIMENTOS

A granulometria separa e quantifica as amostras de sedimentos em categorias diferentes quanto aos diâmetros das partículas e mostra-se diretamente relacionada às características mineralógicas de uma investigação limnológica (CETESB, 2018). À medida que se reduz o tamanho das partículas, aumenta-se a área superficial de contato e, conseqüentemente, a capacidade de troca iônica, facilitando a concentração de poluentes.

As análises granulométricas também permitem melhor entendimento da dinâmica da deposição dos sedimentos presentes no reservatório do Parque Arthur Thomas. Essa análise evidencia os pontos mais impactados pela chegada de sedimentos urbanos, bem como a disposição dos mesmos ao longo do reservatório, fornecendo subsídios para a investigação dos agentes causadores de impacto. As amostragens em uma camada de sedimentos, e suas composições granulométricas, também permitem verificar contaminações temporais e espaciais do corpo hídrico por outros agentes.

Segundo a norma ABNT NBR 6502 (1995), a classificação granulométrica de solos é realizada a partir das dimensões dos seus grãos ou partículas e suas diferentes percentagens de ocorrência. Dessa forma, foram realizadas coletas dos sedimentos depositados no leito do reservatório, e, a partir das classificações propostas pela norma, foi determinado a ocorrência de cada tipo de solo ao longo dos pontos de amostra sorteados (Figura 32). Os resultados obtidos nas Coletas 1 e 2, bem como a média e o desvio padrão calculados encontram-se no Apêndice B1.

Figura 32: Porcentagem acumulada da granulometria de sedimentos nos pontos coletados.



Fonte: Autoria própria.



A distribuição granulométrica de um corpo hídrico reflete o uso e a ocupação desse local. Características marcantes do reservatório do Parque Arthur Thomas podem ser apontadas a partir do estudo granulométrico realizado por este trabalho. A primeira delas é o baixo teor de grânulos finos (silte + argila) em todo o reservatório, sendo o maior valor encontrado no ponto do transecto mais próximo a barragem, P51, com uma pequena quantidade de 3,39% (Figura 33).

A segunda característica se mostra nos pontos P2 e P6, que apresentaram grande percentual de pedregulhos (+50%) e os mais baixos percentuais de grânulos finos. A ocorrência desse evento pode estar ligada à saída da galeria de drenagem pluvial B (Figura 23), que existe próxima ao transecto 3 (margem direita), indicando que foi um material recém lançado ao reservatório vindo da galeria. Porém, quando analisadas fotos da chegada do Ribeirão Cambé ao reservatório (Figura 33), constata-se elevado nível de assoreamento e grande quantidade de materiais grosseiros de construção urbana, fator mais provável para a chegada dos grânulos mais espessos encontrados nesses pontos.

Figura 33: Visão superior do Ribeirão Cambé a montante do reservatório.



**Fonte:** Autoria própria.

Outra característica de destaque se dá no ponto P15, que se diferenciou de todas as outras amostras. Este ponto fica logo após às ilhas 2, 3 e 4 (nomeadas anteriormente), na mesma direção da saída de outra galeria pluvial (Figura 34) localizada na margem esquerda do reservatório. Há indicativos que nesse ponto ocorria intensa decomposição de matéria orgânica. Quando foi lançada a draga, subiram grandes quantidades de bolhas de ar, com cheiro pungente de enxofre, característica de decomposição anaeróbia de matéria orgânica. Neste ponto foi encontrado a menor quantidade de pedregulhos e a maior quantidade de areia média de todos os pontos analisados, e pode ter tido influência direta do sedimento disposto nas ilhas de assoreamento próximas.

Figura 34: Galeria pluvial a esquerda do reservatório.



Fonte: Autoria Própria.

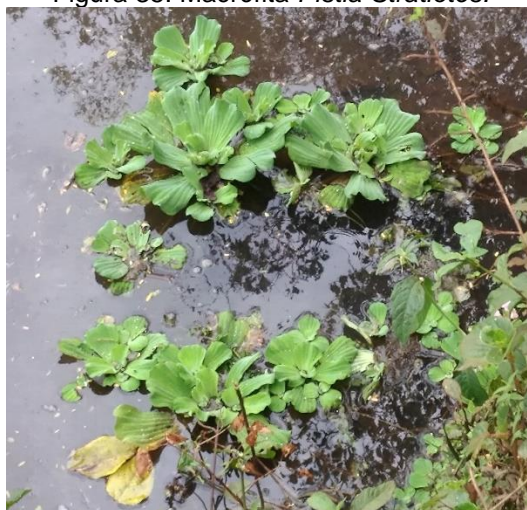
Por fim, os teores de areia fina e silte + argila se elevaram nos transectos finais do reservatório, onde havia maior profundidade. A partir disso, pode-se inferir que os materiais de granulometria maiores tendem a ser depositados no trecho inicial do reservatório, em razão de suas densidades mais elevadas, enquanto o material mais fino tende a ser deslocado ao longo do gradiente longitudinal até na região próxima à barragem. Entretanto, dependendo da localização das saídas das galerias de água pluvial, esse padrão pode se alterar ao longo do reservatório.

#### 5.4 ANÁLISE QUALITATIVA DA ZONA LITORÂNEA, MARGEM E MATA RIPÁRIA.

Esse tópico apresenta os resultados referentes à análise qualitativa realizada na da zona litorânea, margem e mata ripária em seis transectos sorteados ao longo do reservatório. Os resultados obtidos nas análises encontram-se no Apêndice C1 a C6.

Pode-se observar o impacto das ilhas de sedimentos, principalmente no início do reservatório, onde estão zonas litorâneas com baixa profundidade (15cm ao lado da ilha no transecto 2) e que vai, gradualmente, se aprofundando ao longo do reservatório, até chegar a aproximadamente 55cm na mesma margem, no transecto 14.

Nas zonas litorâneas, foi encontrada a macrófita *Pistia stratiotes* (Figura 35) ao longo de toda a margem do reservatório. Porém, em baixas densidades ou ausente em pontos isolados.

Figura 35: Macrófita *Pistia Stratiotes*.

**Fonte:** Autoria Própria.

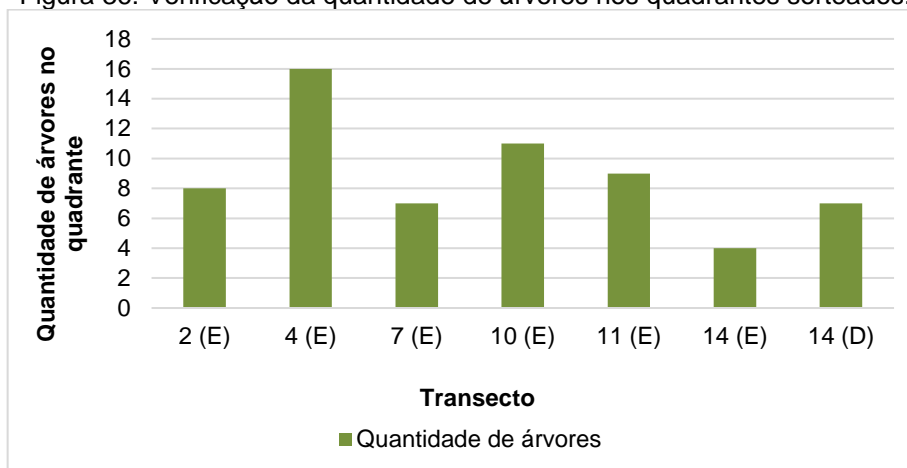
Segundo Kissmann e Groth (1997), *Pistia Stratiotes*, também chamada de alface-d'água, da família Araceae, é uma espécie invasora que está entre as principais plantas aquáticas flutuantes causadoras de danos aos ecossistemas aquáticos brasileiros.

Elas apresentam rápida capacidade de multiplicação vegetativa, ocupando e se multiplicando rapidamente em locais com boa incidência de luz solar. Além disso, possuem capacidade de se regenerar a partir de pequenas porções do seu talo, pela independência das estruturas sexuais de reprodução e, dessa forma, conseguem colonizar rios e lagos com facilidade. Potencial protagonista na eutrofização de rios e lagos, a alface-d'água é um ótimo abrigo para animais indesejados e vetores de doenças, como mosquitos.

Ao longo de praticamente todo o reservatório foi observada uma margem com um alto grau de declividade, a partir de 60%, chegando a uma descida brusca de 90% em alguns locais. Isso faz com que não ocorra áreas alagáveis marginais. Elevado grau de declividade tende a aumentar o potencial de erodibilidade.

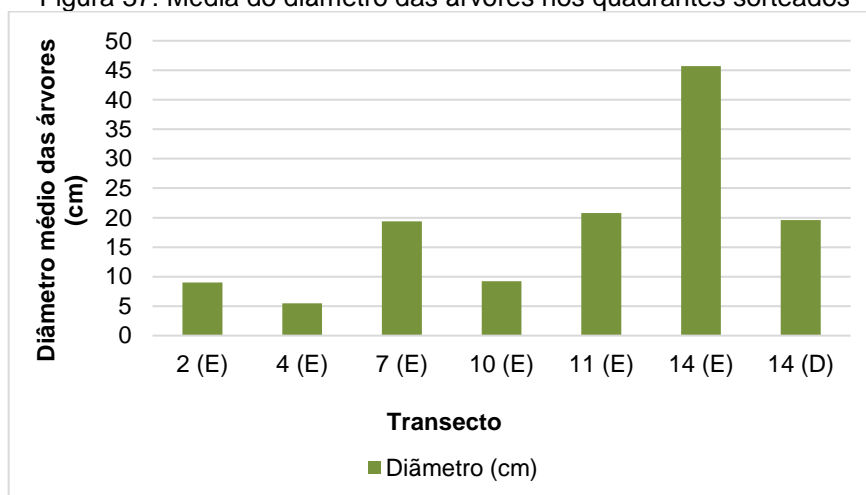
Por ser um parque destinado a passeio da população da cidade, a mata ripária foi afastada das margens, dando espaço para uma pista de passeio ao redor do reservatório, o que levou, na margem direita, a mata ripária ser afastada mais de 60m de distância, e a aproximadamente 10m de distância no lado esquerdo. Apenas foi considerada como mata ripária vegetação à um mínimo de 10 metros do reservatório. As Figuras 36 e 37 apresentam análises da mata ripária quanto a quantidade de árvores e média dos seus diâmetros.

Figura 36: Verificação da quantidade de árvores nos quadrantes sorteados.



Fonte: Autoria Própria.

Figura 37: Média do diâmetro das árvores nos quadrantes sorteados



Fonte: Autoria Própria.

Na margem esquerda do reservatório tem-se a proteção por mata ripária por toda sua extensão. Nota-se que é uma mata em recuperação, com grandes quantidades de indivíduos novos, com pequeno diâmetro. Os transectos da parte inicial do parque, 2 e 4, mostra-se mais impactado, com indivíduos de menor diâmetro, porém com maior quantidade de árvores. No transecto 4, havia uma trilha que ligava o reservatório a grade exterior, impactando bastante a densidade arbórea dessa região (Figuras 37 e 38). Por outro lado, os transectos finais, 11 e 14, estão em uma fase mais estável de recuperação, com a presença de indivíduos com maior diâmetro (Figuras 37 e 38; Apêndices C5 a C6).

Já na margem direita do reservatório, apenas no transecto 14 a mata ripária se aproximava do reservatório e possuía características de vegetação em recuperação, com índices parecidos dos encontrados na margem esquerda.

Dentre as espécies escolhidas para avaliar a integridade da vegetação, apenas as lianas estavam presentes, o que indica sinais de stress ambiental e áreas em processo de recuperação. As ausências de bromélias e epífitas reforçam essa resposta, na medida em que são sensíveis à poluição, e, por isso, suas ausências indicam um impacto na integridade ecológica da mata.

## 6. PROPOSTA PARA RECUPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Esse tópico apresenta uma proposta para a recuperação do reservatório do Parque Municipal Arthur Thomas a partir da análise dos resultados obtidos previamente e de suas possíveis soluções. Leva em conta que o reservatório se localiza em um parque público, que deve ser mantido como um local de lazer e entretenimento, onde as pessoas buscam uma relação mais próxima com a natureza.

Os reservatórios são sistemas complexos que são submetidos a funções de forças naturais e artificiais que determinam suas características dinâmicas. Cada reservatório tem a sua própria dinâmica, próprias espécies, fluxos unidirecionais e respostas à entrada de energia solar e cinética provinda dos ventos (Tundisi, 2006). Isso se implica na necessidade de se propor medidas singulares para a recuperação de reservatórios diferentes, apesar de apresentarem problemas parecidos.

Tendo em vista que o Ribeirão Cambé passa diretamente pelo centro urbano de Londrina-PR, deve-se levar em conta não apenas o que ocorre dentro do Parque Arthur Thomas, mas também em toda a sua extensão a montante e em seu entorno. O estudo de caso 3, apresentado neste trabalho, evidencia que o acelerado assoreamento que ocorre no reservatório também ocorre na sua parte antecessora, nos reservatórios Igapó I, II, III e IV.

Assim, a proposta de recuperação deve ser elaborada considerando duas frentes: (1) medidas tomadas no local (*in situ*), dentro do Parque Arthur Thomas; (2) medidas tomadas fora do local (*ex situ*), com ações que devem ser realizadas fora da área do parque, mas que também resultam direta ou indiretamente na melhora de sua qualidade ecológica.

### 6.1 MEDIDAS *IN SITU*

As medidas realizadas diretamente no ambiente impactado, em sua maioria, resultam em mudanças eficientes a curto prazo. São mais fáceis de serem executadas e monitoradas, porém, por causar uma rápida e drástica mudança no ecossistema, também podem causar outros impactos ambientais ao serem aplicadas.



### 6.1.1 Dragagem dos sedimentos

Comumente usadas no Brasil, existem duas técnicas para a retirada dos sedimentos de um lago assoreado. A primeira delas é a drenagem da água do lago, seguida da dragagem mecânica dos sedimentos, com uso de tratores e pás. A segunda técnica é a partir do uso de uma draga hidráulica flutuante.

Independentemente do método utilizado para a retirada dos sedimentos, haverá consequências negativas para a fauna e flora que utiliza o ambiente lacustre. A retirada do leito presente no reservatório levará consigo uma parte da gama de microrganismos decompositores, que levará um tempo relativamente longo para se estabilizar novamente após as obras.

Medidas podem e devem ser tomadas para a recuperação mais rápida do ecossistema aquático. Dentre elas, podemos listar: (1) A separação da primeira camada de solo retirada e sua reintrodução após a dragagem, pois nessa camada se encontra o material humidificado (com nutrientes e microorganismos) presente no leito do rio, essencial para a ciclagem de nutrientes; (2) A introdução de sedimentos do leito do ribeirão, retirada de outras regiões a montante ou jusante, com o mesmo propósito do apontamento anterior; (3) A construção e introdução de novos habitats para a fauna, seguindo da reintrodução dos peixes e macrófitas nativos retirados durante a dragagem, procurando a reintrodução das espécies no reservatório.

Previamente, deve ser realizada uma coleta da fauna e flora, para futura reintrodução, buscando manutenção da riqueza de espécies original. Esses indivíduos devem ser reservados em aquários ou em seções antecessoras do ribeirão, e devem ser novamente introduzidos ao reservatório após as reformas.

Abaixo discuti e compara-se a utilização das técnicas no reservatório do Parque Arthur Thomas.

#### a) Drenagem do reservatório e dragagem mecânica

Nesse processo, deve ser realizada previamente a drenagem da água do reservatório. Ao se abrir as comportas da barragem, o nível de água se drenaria quase completamente, formando apenas uma fina camada de água, com a vazão natural do ribeirão correndo em seu leito original.

Após a drenagem da água, deve-se esperar pelo menos 30 dias para secagem da camada superior do solo exposto, para melhor estabilidade dos tratores.

Tratores esteira então começariam a cavar e retirar as ilhas formadas. A profundidade desejada deve ser calculada a partir do projeto estrutural da barragem construída, pois se escavado demais, o peso da água pode gerar problemas estruturais para a barragem posteriormente.

O solo retirado deve ser empilhado em um método conhecido como caixote. No próprio leito seco do reservatório, se formam grandes pilhas de solo próximo às margens do rio, e a pressão do solo junto com o efeito de aquecimento e secagem pelo sol e vento, ajudam no desaguamento desse material, que escoar novamente para o rio. Após alguns dias secando, o solo deve ser coletado por caminhões e levado para seu destino no aterro municipal.

Após a retirada de todo o material, deve ser refeita a margem usada para a entrada dos tratores ao reservatório. Em seguida se fecham as comportas da barragem restaurando o formato de reservatório.

#### b) Dragagem hidráulica

No método da dragagem hidráulica dos sedimentos, deve-se montar uma balsa flutuante na parte jusante do reservatório, próxima a barragem. Sobre ela, ficará a draga hidráulica e a cisterna de sedimentos.

Um projeto de batimetria e barra mina deve ser realizado previamente, para permitir cálculos mais próximos da altura da pilha de sedimentos a ser retirada. Por se tratar de um método sem contato visual, acaba-se tendo um resultado menos homogêneo e eficiente que a retirada mecânica.

A sucção dos sedimentos deve sempre ser realizada no sentido de jusante para montante, para evitar ao máximo o espalhamento das partículas suspensas pelo revolvimento do solo. Porém, inevitavelmente, esse processo eleva intensamente a turbidez do reservatório, sendo esse, um grande ponto negativo pontual.

Os sedimentos coletados são então dispostos em uma cisterna que é responsável por separar o solo da água através de vertedores. A água é devolvida ao reservatório durante o processo de secagem. O solo mais seco é então transferido para caminhões caçamba que o levarão para o aterro sanitário.

O processo se torna mais demorado pelo fato de a cisterna não ter volume muito grande e o processo de desague ser mais lento, tornando esse método mais caro e moroso de se realizar. Outro ponto a se considerar é a necessidade da

utilização de um trator com garra em pinça, para a retirada da vegetação das ilhas de sedimentos.

A Figura 38 compara diversos impactos ambientais e sociais gerados por ambos processos.

Figura 38: Tabela de comparação dos impactos ambientais gerados pelos dois sistemas.

Aspectos Ambientais			Drenagem do reservatório + dragagem mecânica	Dragagem hidráulica	
IMPACTOS AMBIENTAIS	Meio Físico	Solo	Compactação do solo por caminhões	Alta	Média
			Uso do solo para desague	Alta	Ausente
		Água	Alteração da qualidade da água	Baixa	Alta
			Repercussão a jusante do reservatório	Baixa	Alta
			Alteração do regime de escoamento	Ausente	Baixa
		Ar	Poluição sonora	Alta	Alta
			Deterioração da qualidade do ar	Baixa	Baixa
		Meio Biótico	Morte de peixes	Alta	Média
	Interferência na fauna aquática local		Alta	Média	
	Interferência na fauna terrestre local		Alta	Alta	
	Interferência na comunidade microbiana do reservatório		Alta	Alta	
	Destruição e perda de habitats		Alta	Alta	
	Atropelamento de animais silvestres		Baixa	Baixa	
	Deslocamento/fuga de animais e plantas		Alta	Alta	
	Alteração do ecossistema local		Alta	Alta	
	Alteração do ecossistema da bacia		Baixa	Baixa	
	Tempo de recuperação do reservatório		Média	Alta	
	Meio Antrópico	Impacto nas vias de transporte	Alta	Alta	
		Alteração do tráfego das vias locais	Média	Média	
		Alteração da rotina de funcionamento do parque	Alta	Alta	
Incomodo para a vizinhança		Baixa	Baixa		
Alteração da qualidade paisagística final		Alta	Alta		
Geração de empregos		Média	Média		
Tempo de execução da obra		Baixa	Alto		
Custo monetário		Médio	Alto		

**Legenda 1:** Intensidades do impacto ambiental gerado pelas técnicas de drenagem do reservatório com dragagem mecânica e dragagem hidráulica: alto, médio, baixo e ausente.

**Fonte:** CMB Consultoria Ltda (2006), Cardoso; Fiorani; Deganl (2019), RDR Consultores Associados (2015).

Ambos os métodos possuem pontos a favor e contra. Recomendamos aqui a utilização do método de drenagem do reservatório com dragagem mecânica, por ser

mais barato, rápido e com menos impacto sobre a bacia do ribeirão, apesar de estar relacionada a uma maior quantidade de danos ao ecossistema do reservatório. Por trazer melhor eficiência no processo de remoção dos sedimentos, considerando o constante crescimento da cidade e do contínuo lançamento de sedimentos no rio, esse processo resultará em um período mais longo para que ocorra um novo processo de assoreamento.

O sucesso de toda a operação depende do contínuo controle de entrada dos sedimentos, a manutenção e construção contínua de barreiras de contenção de sedimentos e controle pelas entradas pluviais, descritas na sequência, é essencial para que não ocorra novamente o processo de assoreamento do reservatório.

Segundo a Resolução CONAMA nº 344/2004, a disposição do sedimento dragado de rios que seja livre de metais pesados e poluentes, pode ser realizada no próprio rio e suas margens em pontos ecologicamente mais equilibrados. Caso tenha contaminação, ele pode ser disposto em aterros regulamentados e autorizado.

Pela grande quantidade de material que seria retirado do reservatório, recomendamos a sua disposição no aterro sanitário municipal de Londrina, para que não seja causado assoreamento em outros pontos do ribeirão Cambé.

#### 6.1.2 Recuperação e proteção das margens do reservatório

As margens do reservatório, apesar de não se apresentarem como um ponto crítico para o processo de assoreamento no estágio atual, apresentam características que potencialmente podem agravar o processo erosivo. A elevada inclinação coberta apenas com gramíneas, pode não dar o resguardo necessário para assegurar a estabilidade mecânica da margem em meses mais chuvosos.

Uma opção viável é a cobertura das margens com mantas. As biomantas são fabricadas industrialmente a partir de fibras vegetais, como palha agrícola e de coco, junto a fibras sintéticas. São dispostas de modo a cobrir a margem e, com o passar do tempo, se decompõem, fornecendo nutrientes e auxiliando no crescimento da vegetação regenerante (PROJAR, 2018). Associado ao uso das biomantas, indicamos o plantio de pequenos arbustos naturais da região, com o objetivo de cobrir e fixar as biomantas nas margens.

Outra alternativa viável é a construção de um muro de arrimo em toda a margem, porém essa opção é mais custosa, demorada e com maior impacto visual ao reservatório. A escolha da proteção das margens a partir da utilização de biomantas e plantio de plantas arbustivas se dá pela necessidade de manter o ambiente do parque o mais natural possível, tendo em vista a melhor conexão dos visitantes com a natureza ali presente.

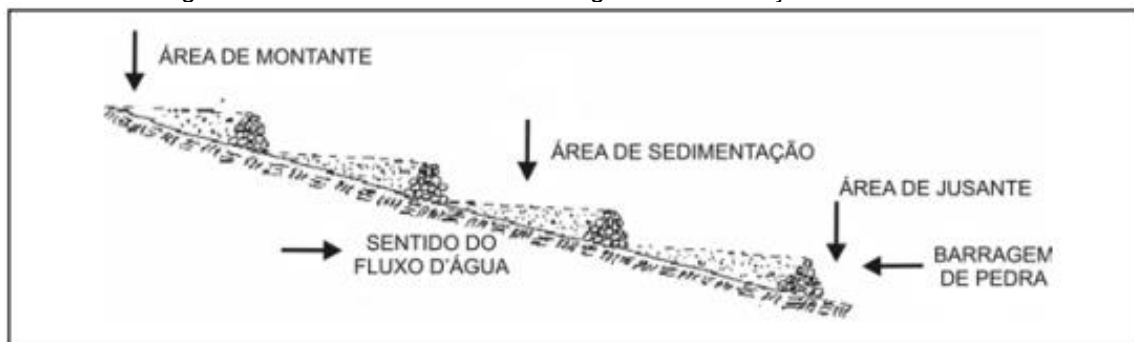
### 6.1.3 Barragens sucessivas de contenção de sedimentos

A partir dos resultados obtidos durante o trabalho, chega-se à conclusão que o assoreamento acontece principalmente a partir do canal do próprio rio e da galeria pluvial A. Pode-se então considerar medidas para a redução da entrada alóctone de sedimentos no reservatório, porém, se o corpo hídrico continuar trazendo grande quantidade de sedimentos, mesmo após as reformas, não será possível observar uma eficiência muito boa a longo prazo.

Uma medida eficiente que pode ser usada para segurar a entrada de sedimentos pelo corpo principal do rio é o uso de barragens sucessivas de contenção de sedimentos. São pequenas barragens intervaladas, muitas vezes abaixo ou no nível da água, construídas de pedras soltas e cuidadosamente colocadas em um formato de arco deitado. A formação dos pequenos reservatórios auxilia na sedimentação do material em suspensão presentes no corpo d'água, pela diminuição da velocidade da água, junto ao choque das partículas as parreiras (FORTALEZA, 2010).

Elas seriam construídas próximo a entrada do ribeirão ao reservatório, onde há uma pequena cascata a aproximadamente 50 m do reservatório que poderia auxiliar o processo da formação de uma barragem. A Figura 39 exemplifica a montagem e o funcionamento das barragens de contenção de sedimentos.

Figura 39: Funcionamento das barragens de contenção de sedimentos



Fonte: Oliveira (1997).

O grande problema desse método se dá na retirada dos sedimentos nesses reservatórios. Por ficarem em uma região de difícil acesso, seria complicada a limpeza por tratores sem grande impacto à mata ciliar do ribeirão, tendo assim a necessidade de se usar manualmente pequenas dragas hidráulicas.

#### 6.1.4 Recuperação da vegetação ripária

A partir das análises realizadas por esse trabalho, chega-se à conclusão que a vegetação ripária presente no Parque Arthur Thomas é deficitária, sem a presença de indicadores de integridade como as bromélias e epífitas e baixo diâmetro médio dos indivíduos. Entretanto, a área ripária apresenta uma quantidade razoável de novos indivíduos em crescimento. Aponta para uma mata danificada, porém em recuperação.

Como indicado no item 5.4 deste trabalho, foram identificadas trilhas abertas que ligam o reservatório à grade que cerca o parque e que provocam grande diminuição da densidade vegetacional nesses pontos.

O plantio das espécies arbóreas é o método principal e mais rápido para a recuperação de florestas (POESTER, 2012). A utilização de espécies presentes na própria mata e o plantio de novas árvores nas regiões desmatadas, aliados à supressão das trilhas, corresponde ao método mais eficiente para a recuperação da mata. Ao mesmo tempo que se implementa o plantio, deve ser recuperada a grade externa do parque e ser intensificada a vistoria desses locais, de modo a evitar a abertura ilegal de novas trilhas.



Segundo Poester (2012), técnicas de nucleação podem ser utilizadas para acelerar e qualificar os processos de regeneração natural através do estímulo às interações entre as espécies presentes. Técnicas de nucleação como a transposição de serapilheira e de galharia, com o intuito de se criar micro-habitats, melhorariam as características do solo descoberto. Essa melhora qualitativa se dá a partir do banco de sementes, nutrientes, matéria orgânica, microrganismos, insetos e fungos presentes nesses materiais, que tenderiam a impulsionar o crescimento das mudas.

#### 6.1.5 Ecobarreira

Ecobarreira consiste na instalação de uma barreira flutuante, transversal à corrente do rio, responsável pela coleta de resíduos sólidos flutuantes, recicláveis e não recicláveis, descartados nos corpos hídricos (BERNARDINO, 2016). Elas podem ser construídas de vários materiais flutuantes, como bombonas plásticas, ligadas por uma corda e presa às margens do rio. A Figura 40 ilustra um modelo de Ecobarreira caseira.

Figura 40: Ecobarreira caseira.



**Fonte:** Saldanha, 2018.

A ecobarreira pode ser instalada junto à ponte presente na entrada do reservatório. A menor largura desse local diminuiria o seu custo de produção e facilitaria o recolhimento periódico dos resíduos sólidos coletados.

### 6.1.6 Adequação e instrução para visitantes

Ao percorrermos a pista de passeio ao redor do reservatório, é notável sua precariedade. A falta de condicionadores de resíduos sólidos dificulta o descarte correto dos lixos pelos visitantes. Lixeiras abertas, mesmo que recolhidos os resíduos ao fim do expediente, atraem animais e insetos que buscam o alimento fácil ali disposto.

Uma forma de evitar que animais, como macacos, sejam atraídos pelos restos alimentícios jogados fora, são as lixeiras Anti-Fauna. A lixeira possui uma tampa com sistema de trava, que impede a abertura pelos animais (BRASIL, 2017). Também possuem rodas, que facilita seu posicionamento em pontos estratégicos e é de fácil manuseio, podendo ter apenas a troca dos sacos de lixo em seu interior, ou também pode ser levada para uma central de descarte de resíduos ao fim do dia.

A divisão dos resíduos entre rejeitos/orgânicos e recicláveis é simples e necessária. Assim, devem ser adicionados coletores de resíduos com ambas as finalidades, com a devida sinalização, e realizar a coleta dos dois tipos de lixos descartados.

Placas com sinalização, além de serem obrigatórias, também podem ser um aliado na manutenção do espaço físico do parque em boas condições. A sinalização deve ser eficiente, com enfoque de atender as necessidades dos usuários, orientar e alertar sobre aspectos ligados à segurança, delimitar espaços, valorizar o patrimônio natural e incentivar a conservação (BRASIL, 2018).

### 6.1.7 Programas ambientais

Durante os dias de coleta presentes nesse trabalho foi possível observar aulas de campo de escolas municipais às margens do reservatório, o que evidencia uma preocupação por parte das escolas com a educação ambiental na sociedade.

A criação de um programa como instrumento de Educação Ambiental com preocupação em atrair, incentivar e educar a população por meio do uso do parque e do pequeno museu/anfiteatro da SEMA ali presente, visa garantir um comportamento humano atento ao bem-estar da natureza, de tal modo a favorecer a melhora da qualidade de vida nos ecossistemas. Além de um projeto educativo para as crianças, o parque deve estar aberto à instrução de toda a população, pois é na interação do

homem com o ambiente natural que se cria a consciência para a mudança de seu comportamento (BERRY, 1991).

Um maior fluxo de pessoas no parque, junto a um programa de conscientização ambiental, leva a uma melhora indireta na sua proteção. Pessoas mais conscientes com seu dever ambiental poluem menos e tendem a realizar menos ações prejudiciais ao ambiente em frequentam. Além disso, com maior frequência da comunidade no parque, cria-se naturalmente uma pressão social sobre as autoridades e órgãos públicos, para que realizem a sua adequada manutenção.

## 6.2 MEDIDAS EXTERNAS AO PARQUE

Diferente das medidas internas, os resultados das medidas externas não serão imediatos, porém, não causam impactos ambientais negativos significantes. Tratam-se de pequenas e constantes medidas que devem ser tomadas ao longo de toda a bacia do Ribeirão Cambé. O monitoramento dos dados ao longo do tempo será crucial para termos uma adequada reversão do quadro atual do parque.

### 6.2.1 Recuperação das margens do Ribeirão Cambé

Segundo ICOLD (1989), a mais importante medida preventiva no controle de sedimentos se mostra nas regiões das cabeceiras dos rios, no trecho superior da bacia, que têm grande contribuição de escoamento, mas pequena proporção de carga sólida. Preservar as florestas, principalmente na região em volta da nascente, é de suma importância para que esta não se torne responsável por grande produção de sedimentos.

O mapeamento e recuperação de pontos impactados por processos de erosão e assoreamento a montante do reservatório pode causar um impacto positivo no reservatório do parque a longo prazo. A reestruturação das margens do rio com a construção de muros de arrimo ou implementação de biomantas, é uma medida significativa contra os processos de erosão, principalmente em regiões centrais como os lagos Igapó, que usam o espaço do ribeirão como lazer e não possuem mata ciliar protetora.

Alunos do curso de engenharia ambiental da UTFPR já fazem estudos sobre a bacia do Ribeirão Cambé. Uma parceria entre a Secretaria do Meio Ambiente e a

Universidade Federal pode ser uma solução eficiente para a análise e descoberta dos pontos críticos ao longo de todo o ribeirão, que necessitam de reparos mais urgentes ou a longo prazo. A parceria poderá garantir análises periódicas da qualidade da água, descobertas mais rápidas de lançamentos ilegais, de pontos de erosão e assoreamento e de buscas por soluções de recuperação ambiental necessárias para a recuperação do local. Essas análises devem ser realizadas inclusive no reservatório do parque, para melhor entendimento do ciclo sazonal de toda a bacia.

### 6.2.2 Instalação de bocas-de-lobo ecológicas

Como levantado ao longo do trabalho, há quatro tubulações de drenagem pluvial que desaguam no reservatório do parque. Junto com a água das chuvas, essas tubulações trazem resíduos sólidos urbanos, pedras e outros materiais poluentes que foram “lavados” das ruas durante as chuvas, e que acabam lançados ao rio.

As bocas-de-lobo ecológicas possuem caixa de areia e grades removíveis de fácil acesso para limpeza, que coletam os materiais graúdos carreados pelas chuvas, que ficam guardados até a realização da limpeza pública no local. A Figura 41 mostra um exemplo de boca de lobo ecológica que pode ser implantada em regiões estratégicas da cidade ou mesmo em toda a cidade.

Figura 41: Boca-de-lobo inteligente.



**Fonte:** Instalação de bueiros inteligentes, 2016.

## 7. CONCLUSÃO

A partir da análise prévia do reservatório, observamos forte influência do processo de urbanização sobre as características biogeofísicas da bacia hidrográfica. A grande quantidade de resíduos sólidos presente boiando no rio, o carreamento irrestrito de sedimentos pelas tubulações de rede de drenagem, o afastamento da mata ciliar e as ilhas de sedimentos são todos fatores impactantes causados pela cidade que envolve o parque.

Evidentemente, das características analisadas, a mais preocupante é o nível do assoreamento encontrado do parque. Com cinco ilhas e penínsulas formadas, e uma redução drástica da profundidade, principalmente na parte inicial do reservatório. Quando comparadas as imagens do estudo realizado há dois anos com o momento atual, percebemos que o crescimento das ilhas indica um processo acelerado de assoreamento.

Na análise dos resultados obtidos sobre os parâmetros limnológicos da água do reservatório, temos: temperatura próxima a ambiente, com rápido aquecimento do reservatório à medida que a temperatura ambiente se eleva; bons níveis de Oxigênio Dissolvido, entre 8,5 a 9,5 mg/L O<sub>2</sub> em todos os pontos coletados.; valores de pH estáveis e próximos a neutralidade; turbidez estava bem abaixo do limite permitido pela legislação, próximo a 2 UNT no ponto menos turbido, e próximo a 4,5 UNT no mais turbido, o que pode ser considerada uma amplitude baixa; a condutividade elétrica se mostrou o parâmetro mais peculiar durante as análises. Apesar da legislação não propor um limite legal, se comparada ao limite indicado pela CETESB, de 100 µS/cm, obtivemos em todo o reservatório o dobro do indicado, com valores entre 190 e 220 µS/cm. Quanto a distribuição de sólidos dissolvidos totais, temos um gradual aumento dos níveis de STD ao longo do gradiente longitudinal do reservatório, porém, bem abaixo da permitida pela legislação, com valor máximo de aproximadamente 72 mg/L.

Quanto à análise granulométrica dos sedimentos, observou-se que a maior parcela de material sedimentado no reservatório é formada por pedregulhos, areia grossa e média. Na entrada do reservatório, próxima a galeria pluvial A, obteve-se a maior concentração de pedregulhos (>2mm) observada, com mais de 50% da amostra

sendo desse material, demonstrando entrada significativa de material alóctone, principalmente via galerias de coleta de água pluvial.

A vegetação ripária se revelou em um processo de recuperação. Os baixos diâmetros médios dos indivíduos, a inexistência de espécies indicativas de integridade ecológica e a existência de trilhas ilegais são os desafios a serem superados pela Unidade de Conservação. As margens se encontram descampadas e com grande potencial de erodibilidade, mas sem notórios processos de erosão.

Por fim, em vista do objetivo principal deste trabalho, foi descrita uma proposta para a recuperação e manutenção do reservatório do Parque. A sugestão foi dividida entre medidas a serem realizadas dentro e fora do parque municipal.

Entre as medidas *in situ*, são indicadas a drenagem do lago + dragagem mecânica e a dragagem hidráulica, com destaque de seus pontos positivos e negativos e de seus impactos ambientais. Contra a entrada de sedimentos pelo canal do rio, propõe-se a metodologia de barragens sucessivas. Para evitar a entrada de resíduos sólidos no reservatório, indica-se o uso de uma Barreira Ecológica. Na mata ripária, a recuperação das trilhas e clareiras e a reparação das grades externas são as soluções recomendadas. Por fim, é indicado os métodos de conservação do parque, a melhora do sistema de lixeiras e o incentivo à educação ambiental dos visitantes.

A respeito das medidas externas, propõe-se a recuperação das margens em todo o Ribeirão Cambé e a instalação de bocas-de-lobo ecológicas, visando a redução da carga de sedimentos originada pelas galerias pluviais da cidade.



## REFERÊNCIAS

ANDRÉ. **Parque Arthur Thomas**. 2008. Disponível em: <<http://arquiteturalondrina.blogspot.com.br/2008/>>. Acesso em: 08 maio 2018.

AQUATIC SOLUTIONS (United Kingdom). **Business Park, Chertsey - Case Study**. 2012. Disponível em: <<http://aquatic-solutions.co.uk/wp-content/uploads/2012/06/Business-Park-Case-Study.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2018.

BALLAROTTI, C. R. **PARQUE MUNICIPAL ARTHUR THOMAS EM LONDRINA - PR: conflitos políticos e socioambientais em um território de diversidade (1975-2009)**. 2010. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de História, Centro de Ciências Humanas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

BERNARDINO, D. FRANZ, B. **Lixo flutuante na Baía de Guanabara: passado, presente e perspectivas para o futuro**. DeMA, Niterói, v. 38, n. 1, p.1-22, 15 ago. 2016.

BERRY, T. **O Sonho da Terra**. Petrópolis: Vozes, 1991.

BERTHO, S. A. Resgate Histórico e Ambiental de Parques Municipais - O Caso do Parque Arthur Thomas. In: SILVA, Claudia; MORAES, Vanda de. **Encontro Cidades Novas: A Construção de Políticas patrimoniais**. Londrina: Edições Humanidades, 2012. p. 59.

BRASIL. ICMBIO. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de sinalização: unidades de conservação federais do brasil**. 2. ed. Brasil, 2018. 138 p. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/manual\\_de\\_sinalizacao\\_unidades\\_de\\_conservacao\\_federais\\_do\\_brasil\\_2018.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/manual_de_sinalizacao_unidades_de_conservacao_federais_do_brasil_2018.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BRASIL. ICMBIO. **Parque da Tijuca testa lixeiras anti-fauna**. 2017. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/8815-parque-da-tijuca-experimenta-lixeriras-anti-fauna>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Unidades de Conservação**. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao>>. Acesso em: 18 maio 2018.

BRUTON, M. N. The effects of suspensoids on fish. **Hydrobiologia**. v. 125, n. 1, p. 221-241. 1985.

BOYD, C. E. **Water Quality: An Introduction**. [S.l.]: Springer, 2015.

CARDOSO, F. F; FIORANI, V. M. A.; DEGANI, C. M. **Impactos ambientais dos canteiros de obras: uma preocupação que vai além dos resíduos**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/impactos-ambientais-dos-canteiros-de-obras>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

CARVALHO, N.O. FILIZOLA JUNIOR, N.P; SANTOS, P.M.C; LIMA, J.E.F.W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, Superintendência de Estudos e Avaliação Hidrológicas. 107p. 2000.

CETESB. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade**. São Paulo. Série relatórios, Apêndice E, 2018.

CMB CONSULTORIA LTDA (Brasil). **PROJETO DE DESASSOREAMENTO DO LAGO DO PARQUE MUNICIPAL ARTHUR THOMAS, MUNICÍPIO DE LONDRINA-PR**. Londrina, 2006. 62 p.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, (2004) **Resolução nº 344**. Ministério do Meio Ambiente. Brasil.

CONSEMA, CONSELHO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE, (2009) **Resolução nº19**. Conselho Municipal do Meio Ambiente de Londrina. Disponível em: <

[http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/consemma/Resolucoes/resolucao\\_consemma\\_19\\_bocas\\_lobo.pdf](http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/consemma/Resolucoes/resolucao_consemma_19_bocas_lobo.pdf) > Acesso em: 26 maio 2018.

COSTA, O. Parque faz o clima ficar suportável em Londrina. **Folha de Londrina**. Londrina, p. 1-1. 18 ago. 1999.

FORTALEZA. Secretaria dos Recursos Hídricos. Governo do Estado do Ceará. **BARRAGENS SUCESSIVAS DE CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS**. Fortaleza, 2010. 33 p.

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação métodos e parâmetros para estudo da vegetação. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 520-540, 2012.

G1 (Tocantins). **Assoreamento no lago do Parque Cesamar segue sem solução**. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2016/02/apos-prefeitura-gastar-r-13-mi-lago-volta-ficar-assoreado-em-palmas.html>>. Acesso em: 26 maio 2018.

GAMBAROTTO, B. L. **Proposta de índice de integridade ambiental aplicado a riachos de mata atlântica e aplicação de teste de validação com parâmetros da assembleia de peixes**. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental) - UTFPR. Londrina, p. 94. 2014.

GERSCOVICH, D M S. UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Faculdade de Engenharia. Departamento de Estruturas e Fundações. **Estruturas de Contenção de Muros de Arrimo**. 2009. Disponível em: <<http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2018.

GOES FILHO, H. A. **DRAGAGEM E GESTÃO DOS SEDIMENTOS**. 2004. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

GOLDMAN, C. R.; HORNE, A. J. **Limnology**. California: McGraw-Hill Book Company, 1983.

GUILHON, L; CARVALHO, N; TRINDADE, P. O Assoreamento de um Pequeno Reservatório - Itiquira, Um Estudo de Caso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.69-79, 2000. Associação Brasileira de Recursos Hidricos - ABRH. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v5n1.p69-79>.

IAPAR. **IAPAR Clima**. Londrina, 2019.

ICOLD, International Commission on Large Dams (1989). **Sedimentation control of reservoirs/Maîtrise de l'alluvionnement des retenues**. Committee on Sedimentation of Reservoirs. Paris.

INSTALAÇÃO BUEIROS INTELIGENTES. Poços de Caldas: Tv Poços, 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8y-GEVVakv0>>. Acesso em: 13 jun. 2019.

KISSMANN, K.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. Tomo I. 824 p

LEÃO. M. C. **O parque Arthur Thomas e a Usina do Ribeirão Cambé**. Monografia. História. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 1996, pp.13.

LONDRINA. SECRETARIA MUNICIPAL DE AMBIENTE. (Org.). **Parque Municipal Arthur Thomas**. Disponível em: <[http://www1.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=250&Itemid=196](http://www1.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=250&Itemid=196)>. Acesso em: 08 maio 2018.

LOZANO. M. H. **Temporadas de chuva problemas previsto**. Disponível em: <<http://dynamisbr.com.br/2016/07/01/temporada-de-chuvas-problemas-previstos/#more-1184>> Acesso em: 26 maio 2018.

MOULTON, T. P. and SOUZA, ML., 2006. Conservação com base em bacias hidrográficas. In ROCHA, CFD., BERGALLO, HG., van SLUYS, M., and ALVES, MAS. (Ed.). **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: Rima Editora. Cap 7. p. 1-25.

OLIVEIRA, J. B. Informações sobre conservação do solo. Fortaleza: Ematerce, 1997. 70 p.

ORAM, B. **Water Testing Total Dissolved Solids Drinking Water Quality**. 2019. Disponível em: <<http://www.water-research.net/index.php/water-treatment/tools/total-dissolved-solids>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

PEREIRA, J. P. C. **A DRAGAGEM COMO MÉTODO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**. 2015. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Minas, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2015.

POESTER, G. C; CASTRO, D; MELLO, R. S. P. **PRÁTICAS PARA RESTAURAÇÃO DA MATA CILIAR**. Porto Alegre: Catarse, 2012. 64 p.

PROJAR. **O QUE É BIOMANTA VEGETAL E PARA QUE SERVE?** Disponível em: <<https://projar.com.br/teste-do-blog/>>. Acesso em: 25 maio 2018.

RDR CONSULTORES ASSOCIADOS. **ESTUDO METODOLÓGICO E PROJETO PARA SERVIÇOS DE LIMPEZA E DESASSOREAMENTO DOS LAGOS IGAPÓ, NO MUNICÍPIO DE LONDRINA – PR**. Curitiba, 2015. 447 p.

RICKLEFS, R. **A Economia da Natureza**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

RODRIGUES; R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000

SALDANHA, D. **Ecobarreira**. 2018. Disponível em: <<https://twitter.com/Ecobarreira>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

Secretaria Municipal do Ambiente (Org.). **PARQUE MUNICIPAL ARTHUR THOMAS**: Plano de Manejo. Londrina, 2004. 392 p. Disponível em: <[http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec\\_ambiente/planos\\_de\\_manejo/plano\\_manejo\\_arthur\\_thomas.pdf](http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_ambiente/planos_de_manejo/plano_manejo_arthur_thomas.pdf)>. Acesso em: 08 maio 2018.

SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; AMORIM, R.S.S. & PAIVA, K.W.N. **Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva**. Eng. Agríc., 25:409-419, 2005.

TERNUS, R.Z.; SOUZA-FRANCO, G.M.; ANSELMINI, M.E.K.; MOCELLIN, D.J.C.; DAL MAGRO, J. **Influence of urbanization on water quality in the basin of the upper Uruguay River in western Santa Catarina, Brazil**. Acta Limnologica Brasiliensia. Vol. 23, n. 2, p. 189-199. 2011.

TORRES, R. J. **Uma Análise Preliminar dos Processos de Dragagem do Porto de Rio Grande, RS**. 2000. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2000.

TSUCHIDA, E. L. **DIAGNÓSTICO LIMNOLÓGICO PRELIMINAR E DO PROCESSO DE ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO DO PARQUE MUNICIPAL ARTHUR THOMAS (LONDRINA-PR)**. 2017. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2008. 631 p.

WATER RESEARCH CENTER. 2014. Disponível em: <<http://www.water-research.net/index.php/the-role-of-alkalinity-citizen-monitoring>>. Acesso em: 04 de junho de 2019.

## APÊNDICES

APÊNDICE A - DADOS FÍSICO-QUÍMICOS.....	76
Apêndice A1 - Temperaturas observadas nos pontos coletados e suas médias.....	76
Apêndice A2 - Oxigênio dissolvido (OD) observados nos pontos coletados e suas médias.....	76
Apêndice A3 - Potencial Hidrogeniônico (pH) observados nos pontos coletados e suas médias.....	76
Apêndice A4 - Turbidez observados nos pontos coletados e suas médias.....	77
Apêndice A5 - Condutividade elétrica observadas nos pontos coletados e suas médias.....	77
Apêndice A6 - Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) observados nos pontos coletados e suas médias.....	77
APÊNDICE B – GRANULOMETRIA DO SOLO.....	78
Apêndice B1: Tabela de granulometria do solo obtido nos pontos de coleta.....	78
APÊNDICE C – PESQUISA QUALITATIVA.....	79
Apêndice C1: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 2.....	79
Apêndice C2: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 4.....	80
Apêndice C3: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 7.....	82
Apêndice C4: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 10.....	83
Apêndice C5: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 11.....	85
Apêndice C6: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 14.....	86



## APÊNDICE A – DADOS FÍSICO-QUÍMICOS

### Apêndice A1: Temperaturas observadas nos pontos coletados e suas médias.

<i>Pontos</i>	<i>Temperatura da superfície da água na Coleta 1 (°C)</i>	<i>Temperatura da superfície da água na Coleta 2 (°C)</i>	<i>Média das temperaturas (°C)</i>
1	26	24	25
2	26	24	25
6	26	24	25
15	26	25	25,5
20	27	25	26
22	28	25	26,5
27	30	25	27,5
45	28	26	27
47	28	26	27
51	27	26	26,5

Fonte: Autoria própria (2019).

### Apêndice A2: Oxigênio dissolvido (OD) observados nos pontos coletados e suas médias.

<i>Pontos</i>	<i>OD na água na Coleta 1 (mg.L<sup>-1</sup>)</i>	<i>OD na água na Coleta 2 (mg.L<sup>-1</sup>)</i>	<i>Média do OD (mg.L<sup>-1</sup>)</i>
1	9,2	8,8	9,0
2	9,8	9,0	9,4
6	8,6	8,4	8,5
15	8,8	8,2	8,5
20	9,2	8,8	9,0
22	9,0	9,0	9,0
27	8,6	8,4	8,5
45	9,4	9,2	9,3
47	9,4	8,6	9
51	10	9,0	9,5

Fonte: Autoria própria (2019).

### Apêndice A3: Potencial Hidrogeniônico (pH) observados nos pontos coletados e suas médias.

<i>Pontos</i>	<i>pH da água na Coleta 1</i>	<i>pH da água na Coleta 2</i>	<i>Média da pH</i>
1	7,47	7,48	7,475
2	7,52	7,51	7,515
6	7,54	7,56	7,55
15	7,49	7,53	7,51
20	7,41	7,49	7,45
22	7,38	7,52	7,45
27	7,40	7,54	7,47
45	7,39	7,51	7,45
47	7,41	7,48	7,445
51	7,40	7,44	7,42

Fonte: Autoria própria (2019).

**Apêndice A4: Turbidez observados nos pontos coletados e suas médias.**

<i>Pontos</i>	<i>Turbidez da água na Coleta 1 (UNT)</i>	<i>Turbidez da água na Coleta 2 (UNT)</i>	<i>Média da turbidez (UNT)</i>
1	2,85	2,15	2,5
2	2,46	1,1	1,78
6	4,33	2,13	3,23
15	5,01	3,25	4,13
20	2,57	5,24	3,90
22	4,53	2,29	3,41
27	4,52	1,89	3,20
45	3,99	3,25	3,62
47	3,57	2,90	3,23
51	5,54	3,65	4,59

Fonte: Autoria própria (2019).

**Apêndice A5: Condutividade elétrica observadas nos pontos coletados e suas médias.**

<i>Pontos</i>	<i>Condutividade elétrica na água na Coleta 1 (<math>\mu\text{S.cm}^{-1}</math>)</i>	<i>Condutividade elétrica na água na Coleta 2 (<math>\mu\text{S.cm}^{-1}</math>)</i>	<i>Média da condutividade elétrica (<math>\mu\text{S.cm}^{-1}</math>)</i>
1	180	210	195
2	190	210	200
6	200	220	210
15	200	220	210
20	200	220	210
22	200	220	210
27	210	220	215
45	210	190	200
47	210	220	215
51	220	220	220

Fonte: Autoria própria (2019).

**Apêndice A6: Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) observados nos pontos coletados e suas médias.**

<i>Pontos</i>	<i>TDS na água na Coleta 1 (<math>\text{mg.L}^{-1}</math>)</i>	<i>TDS na água na Coleta 2 (<math>\text{mg.L}^{-1}</math>)</i>	<i>Média dos TDS (<math>\text{mg.L}^{-1}</math>)</i>
1	54	64	59
2	56	66	61
6	56	69	62,5
15	57	72	64,5
20	59	71	65
22	60	70	65
27	62	71	66,5
45	62	71	66,5
47	62	71	66,5
51	68	75	71,5

Fonte: Autoria própria (2019).

## APÊNDICE B – GRANULOMETRIA DO SOLO

**Apêndice B1: Tabela de granulometria do solo obtido nos pontos de coleta.**

		<b>Pedregulho (%)</b>	<b>Areia Grossa (%)</b>	<b>Areia Média (%)</b>	<b>Areia Fina (%)</b>	<b>Silte + Argila (%)</b>
<b>P1</b>	Coleta 1	16,36	27,79	46,25	4,07	5,53
	Coleta 2	9,06	25,47	62,26	3,35	0
	<b>Média</b>	<b>12,71</b>	<b>26,63</b>	<b>54,25</b>	<b>3,71</b>	<b>2,76</b>
<b>P2</b>	Coleta 1	50,81	21,50	22,14	1,98	3,57
	Coleta 2	58,77	19,68	20,45	1,21	0
	<b>Média</b>	<b>54,79</b>	<b>20,59</b>	<b>21,29</b>	<b>1,60</b>	<b>1,79</b>
<b>P6</b>	Coleta 1	76,04	11,40	9,77	1,85	0,95
	Coleta 2	50,40	27,02	18,60	3,26	0,72
	<b>Média</b>	<b>63,22</b>	<b>19,21</b>	<b>14,18</b>	<b>2,56</b>	<b>0,84</b>
<b>P15</b>	Coleta 1	3,71	7,53	77,31	10,17	1,28
	Coleta 2	5,48	11,08	74,89	5,34	3,22
	<b>Média</b>	<b>4,59</b>	<b>9,30</b>	<b>76,10</b>	<b>7,76</b>	<b>2,25</b>
<b>P20</b>	Coleta 1	13,90	31,32	50,63	3,60	0,56
	Coleta 2	AMOSTRA	DANIFICADA	/	DESCARTADA	-
	<b>Média</b>	<b>13,90</b>	<b>31,32</b>	<b>50,63</b>	<b>3,60</b>	<b>0,56</b>
<b>P22</b>	Coleta 1	15,87	27,79	53,80	1,90	0,64
	Coleta 2	19,88	22,43	55,64	2,00	0,06
	<b>Média</b>	<b>17,88</b>	<b>25,11</b>	<b>54,72</b>	<b>1,95</b>	<b>0,35</b>
<b>P27</b>	Coleta 1	3,90	34,51	58,86	2,18	0,55
	Coleta 2	4,55	61,48	33,81	0,58	0
	<b>Média</b>	<b>4,22</b>	<b>47,99</b>	<b>46,33</b>	<b>1,38</b>	<b>0,28</b>
<b>P45</b>	Coleta 1	32,46	23,84	39,22	4,02	0,45
	Coleta 2	8,75	19,74	59,90	9,81	1,81
	<b>Média</b>	<b>20,61</b>	<b>21,79</b>	<b>49,56</b>	<b>6,91</b>	<b>1,13</b>
<b>P47</b>	Coleta 1	7,67	24,27	56,55	9,44	2,07
	Coleta 2	11,65	16,20	67,63	2,52	1,99
	<b>Média</b>	<b>9,66</b>	<b>20,23</b>	<b>62,09</b>	<b>5,98</b>	<b>2,03</b>
<b>P51</b>	Coleta 1	19,23	34,44	36,82	8,40	1,11
	Coleta 2	7,95	29,02	42,32	15,03	5,68
	<b>Média</b>	<b>13,59</b>	<b>31,73</b>	<b>39,57</b>	<b>11,72</b>	<b>3,39</b>

Fonte: Autoria própria (2019).

## APÊNDICE C – PESQUISA QUALITATIVA

Apêndice C1: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 2.

### LADO ESQUERDO

#### ZONA LITORÂNEA

PROFUNDIDADE MÉDIA: 15cm

#### MATERIAL SEDIMENTADO

Areia:(  ) – Rochas:(  ) – Resíduos Urbanos:(  ) – Húmus:(  )

#### PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )

#### GRAU DE DECLIVIDADE

Baixo (1-30°):(  ) – Médio (30-60°):(  ) – Alto (60-90°):(  )

#### MARGEM

#### GRAU DE DECLIVIDADE

Baixo (1-30°):(  ) – Médio (30-60°):(  ) – Alto (60-90°):(  )

#### POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)

Baixo:(  ) – Médio:(  ) – Alto:(  )

#### PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS

Sim:(  ) – Não:(  )

#### PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:

Nenhuma:(  ) – Pouca(0-30%):(  ) – Média(30-70%):(  ) – Alta(70-100%):(  )

#### TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM

Gramínea:(  ) – Arbustos:(  ) – Árvores:(  )

#### ZONA RIPÁRIA

Quadrante da Análise: 02

#### ESTRUTURA VEGETACIONAL

Vegetação Primária (  ) – Vegetação Secundária (  )

#### PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:

Nenhuma:(  ) – Pouca(0-30%):(  ) – Média(30-70%):(  ) – Alta(70-100%):(  )

#### DENSIDADE ARBÓREA

Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )

#### PRESENÇA DE LIANAS (Cipós)

Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )

#### PRESENÇA DE BROMÉLIAS

Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )

#### PRESENÇA DE EPÍTICAS

Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )

#### QUANTIDADE DE ÁRVORES NA ALTURA DO PEITO E SUAS CIRCUNFERÊNCIAS:

- 1º: 8cm
- 2º: 9cm
- 3º: 6cm
- 4º: 5,5cm
- 5º: 12cm
- 6º: 8cm
- 7º: 15cm

8 °:9cm

**MÉDIA DAS LARGURAS:** 9cm**LADO DIREITO****ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 25cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**Areia:(  ) – Rochas:(  ) – Resíduos Urbanos:(  ) – Húmus:(  )**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )**GRAU DE DECLIVIDADE**Baixo (1-30°):(  ) – Médio (30-60°):(  ) – Alto (60-90°):(  )**MARGEM****GRAU DE DECLIVIDADE**Baixo (1-30°):(  ) – Médio (30-60°):(  ) – Alto (60-90°):(  )**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**Baixo:(  ) – Médio:(  ) – Alto:(  )**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**Sim:(  ) – Não:(  )**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**Nenhuma:(  ) – Pouca(0-30%):(  ) – Média(30-70%):(  ) – Alta(70-100%):(  )**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**Gramínea:(  ) – Arbustos:(  ) – Árvores:(  )**ZONA RIPÁRIA***NÃO HÁ (mata está a mais de 10m de distância da margem)***Apêndice C2: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 4.****LADO ESQUERDO****ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 50cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**Areia:(  ) – Rochas:(  ) – Resíduos Urbanos:(  ) – Húmus:(  )**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )**GRAU DE DECLIVIDADE**Baixo (1-30°):(  ) – Médio (30-60°):(  ) – Alto (60-90°):(  )**MARGEM****GRAU DE DECLIVIDADE**Baixo (1-30°):(  ) – Médio (30-60°):(  ) – Alto (60-90°):(  )**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**Baixo:(  ) – Médio:(  ) – Alto:(  )**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**Sim:(  ) – Não:(  )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( **X** ) – Média(30-70%):( ) – Alta(70-100%):( )

**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**

Gramínea:( **X** ) – Arbustos:( ) – Árvores:( )

**ZONA RIPÁRIA**

Quadrante da Análise: 01

**ESTRUTURA VEGETACIONAL**

Vegetação Primária ( ) – Vegetação Secundária ( **X** )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( **X** ) – Média(30-70%):( ) – Alta(70-100%):( )

**DENSIDADE ARBÓREA**

Nenhuma:( ) – Pouca:( **X** ) – Média:( ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE LIANAS (Cipós)**

Nenhuma:( ) – Pouca:( **X** ) – Média:( ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE BROMÉLIAS**

Nenhuma:( **X** ) – Pouca:( ) – Média:( ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE EPÍTICAS**

Nenhuma:( **X** ) – Pouca:( ) – Média:( ) – Alta:( )

**QUANTIDADE DE ÁRVORES NA ALTURA DO PEITO E SUAS CIRCUNFERÊNCIAS:**

1º: 3cm	11º: 2,5cm
2º: 11cm	12º: 3cm
3º: 3,5cm	13º: 1,5cm
4º: 6cm	14º: 2,5cm
5º: 31cm	15º: 3cm
6º: 3cm	16º: 4cm
7º: 3,5cm	
8º: 6cm	
9º: 2cm	
10º: 3cm	

**MÉDIA DAS LARGURAS: 5,5cm**

**LADO DIREITO****ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 30cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**

Areia:( **X** ) – Rochas:( ) – Resíduos Urbanos:( ) – Húmus:( )

**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

Nenhuma:( ) – Pouca:( **X** ) – Média:( ) – Alta:( )

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30º):( ) – Médio (30-60º):( **X** ) – Alto (60-90º):( )

**MARGEM****GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30º):( ) – Médio (30-60º):( ) – Alto (60-90º):( **X** )

**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**

Baixo:( ) – Médio:( ) – Alto:( **X** )

**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**

Sim:( ) – Não:( **X** )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( **X** ) – Média(30-70%):( ) – Alta(70-100%):( )

**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**

Gramínea:( **X** ) – Arbustos:( ) – Árvores:( )

**ZONA RIPÁRIA**

*NÃO HÁ (mata está a mais de 10m de distância da margem)*

---

**Apêndice C3: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 7.****LADO ESQUERDO****ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 50cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**

Areia:( **X** ) – Rochas:( ) – Resíduos Urbanos:( **X** ) – Húmus:( )

**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

Nenhuma:( ) – Pouca:( **X** ) – Média:( ) – Alta:( )

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( ) – Médio (30-60°):( **X** ) – Alto (60-90°):( )

**MARGEM****GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( ) – Médio (30-60°):( **X** ) – Alto (60-90°):( )

**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**

Baixo:( ) – Médio:( **X** ) – Alto:( )

**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**

Sim:( ) – Não:( **X** )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( **X** ) – Média(30-70%):( ) – Alta(70-100%):( )

**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**

Gramínea:( **X** ) – Arbustos:( ) – Árvores:( )

**ZONA RIPÁRIA**

Quadrante da Análise: 03

**ESTRUTURA VEGETACIONAL**

Vegetação Primária ( ) – Vegetação Secundária ( **X** )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( ) – Média(30-70%):( **X** ) – Alta(70-100%):( )

**DENSIDADE ARBÓREA**

Nenhuma:( ) – Pouca:( ) – Média:( **X** ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE LIANAS (Cipós)**

Nenhuma:( ) – Pouca:( ) – Média:( **X** ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE BROMÉLIAS**

Nenhuma:( **X** ) – Pouca:( ) – Média:( ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE EPÍTICAS**

Nenhuma:( **X** ) – Pouca:( ) – Média:( ) – Alta:( )



**QUANTIDADE DE ÁRVORES NA ALTURA DO PEITO E SUAS CIRCUNFERÊNCIAS:**

1º: 4cm  
 2º: 3cm  
 3º: 5,5cm  
 4º: 3cm  
 5º: 4,5cm  
 6º: 6cm  
 7º: 110cm

**MÉDIA DAS LARGURAS: 19,4 cm**

**LADO DIREITO****ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 35cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**

Areia:(  ) – Rochas:(  ) – Resíduos Urbanos:(  ) – Húmus:(  )

**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):(  ) – Médio (30-60°):(  ) – Alto (60-90°):(  )

**MARGEM****GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):(  ) – Médio (30-60°):(  ) – Alto (60-90°):(  )

**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**

Baixo:(  ) – Médio:(  ) – Alto:(  )

**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**

Sim:(  ) – Não:(  )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:(  ) – Pouca(0-30%):(  ) – Média(30-70%):(  ) – Alta(70-100%):(  )

**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**

Gramínea:(  ) – Arbustos:(  ) – Árvores:(  )

**ZONA RIPÁRIA**

*NÃO HÁ (está mais de 10m de distância da margem)*

**Apêndice C4: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 10.****LADO ESQUERDO****ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 45cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**

Areia:(  ) – Rochas:(  ) – Resíduos Urbanos:(  ) – Húmus:(  )

**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):(  ) – Médio (30-60°):(  ) – Alto (60-90°):(  )

**MARGEM**

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( ) – Médio (30-60°):( ) – Alto (60-90°):( X )

**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**

Baixo:( ) – Médio:( ) – Alto:( X )

**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**

Sim:( ) – Não:( X )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( X ) – Média(30-70%):( ) – Alta(70-100%):( )

**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**

Gramínea:( X ) – Arbustos:( ) – Árvores:( )

**ZONA RIPÁRIA**

Quadrante da Análise: 04

**ESTRUTURA VEGETACIONAL**

Vegetação Primária ( ) – Vegetação Secundária ( X )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( ) – Média(30-70%):( X ) – Alta(70-100%):( )

**DENSIDADE ARBÓREA**

Nenhuma:( ) – Pouca:( ) – Média:( X ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE LIANAS (Cipós)**

Nenhuma:( ) – Pouca:( ) – Média:( X ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE BROMÉLIAS**

Nenhuma:( X ) – Pouca:( ) – Média:( ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE EPÍTICAS**

Nenhuma:( X ) – Pouca:( ) – Média:( ) – Alta:( )

**QUANTIDADE DE ÁRVORES NA ALTURA DO PEITO E SUAS CIRCUNFERÊNCIAS:**

1º:4cm                      11º:2cm

2º:8cm

3º:7cm

4º:5cm

5º:35,5cm

6º:7cm

7º:5cm

8º:11cm

9º:13cm

10º:4cm

**MÉDIA DAS LARGURAS: 9,2cm****LADO DIREITO****ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 30cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**

Areia:( X ) – Rochas:( X ) – Resíduos Urbanos:( X ) – Húmus:( )

**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

Nenhuma:( ) – Pouca:( X ) – Média:( ) – Alta:( )

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( ) – Médio (30-60°):( X ) – Alto (60-90°):( )

**MARGEM****GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( ) – Médio (30-60°):( ) – Alto (60-90°):( X )

**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**

Baixo:( ) – Médio:( ) – Alto:( X )

**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**

Sim:( ) – Não:( X )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( X ) – Média(30-70%):( ) – Alta(70-100%):( )

**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**

Gramínea:( X ) – Arbustos:( ) – Árvores:( )

**ZONA RIPÁRIA**

*NÃO HÁ (está mais de 10m de distância da margem)*

**Apêndice C5: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 11.**

**LADO ESQUERDO**

**ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 55cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**

Areia:( X ) – Rochas:( ) – Resíduos Urbanos:( X ) – Húmus:( )

**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

Nenhuma:( ) – Pouca:( X ) – Média:( ) – Alta:( )

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( ) – Médio (30-60°):( X ) – Alto (60-90°):( )

**MARGEM**

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( ) – Médio (30-60°):( ) – Alto (60-90°):( X )

**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**

Baixo:( ) – Médio:( ) – Alto:( X )

**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**

Sim:( ) – Não:( X )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( X ) – Média(30-70%):( ) – Alta(70-100%):( )

**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**

Gramínea:( X ) – Arbustos:( ) – Árvores:( )

**ZONA RIPÁRIA**

Quadrante da Análise: 03

**ESTRUTURA VEGETACIONAL**

Vegetação Primária ( ) – Vegetação Secundária ( X )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( ) – Média(30-70%):( X ) – Alta(70-100%):( )

**DENSIDADE ARBÓREA**

Nenhuma:( ) – Pouca:( X ) – Média:( ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE LIANAS (Cipós)**

Nenhuma:( ) – Pouca:( ) – Média:( X ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE BROMÉLIAS**Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )**PRESENÇA DE EPÍTICAS**Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )**QUANTIDADE DE ÁRVORES NA ALTURA DO PEITO E SUAS CIRCUNFERÊNCIAS:**

1º:6cm

2º:3cm

3º:65cm

4º:7cm

5º:59cm

6º:6cm

7º:6cm

8º:7cm

9º:28cm

**MÉDIA DAS LARGURAS: 20,8cm****LADO DIREITO****ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 40cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**Areia:(  ) – Rochas:(  ) – Resíduos Urbanos:(  ) – Húmus:(  )**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )**GRAU DE DECLIVIDADE**Baixo (1-30º):(  ) – Médio (30-60º):(  ) – Alto (60-90º):(  )**MARGEM****GRAU DE DECLIVIDADE**Baixo (1-30º):(  ) – Médio (30-60º):(  ) – Alto (60-90º):(  )**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**Baixo:(  ) – Médio:(  ) – Alto:(  )**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**Sim:(  ) – Não:(  )**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**Nenhuma:(  ) – Pouca(0-30%):(  ) – Média(30-70%):(  ) – Alta(70-100%):(  )**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**Gramínea:(  ) – Arbustos:(  ) – Árvores:(  )**ZONA RIPÁRIA***NÃO HÁ (está mais de 10m de distância da margem)***Apêndice C6: Questionário sobre as condições da zona litorânea, margem e zona ripária do transecto 14.****LADO ESQUERDO****ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 40cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**Areia:(  ) – Rochas:(  ) – Resíduos Urbanos:(  ) – Húmus:(  )**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

Nenhuma:( ) – Pouca:( **X** ) – Média:( ) – Alta:( )

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( ) – Médio (30-60°):( **X** ) – Alto (60-90°):( )

**MARGEM**

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( **X** ) – Médio (30-60°):( ) – Alto (60-90°):( )

**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**

Baixo:( ) – Médio:( **X** ) – Alto:( )

**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**

Sim:( ) – Não:( **X** )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( **X** ) – Média(30-70%):( ) – Alta(70-100%):( )

**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**

Gramínea:( **X** ) – Arbustos:( ) – Árvores:( )

**ZONA RIPÁRIA**

Quadrante da Análise: 03

**ESTRUTURA VEGETACIONAL**

Vegetação Primária ( ) – Vegetação Secundária ( **X** )

**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**

Nenhuma:( ) – Pouca(0-30%):( ) – Média(30-70%):( **X** ) – Alta(70-100%):( )

**DENSIDADE ARBÓREA**

Nenhuma:( ) – Pouca:( **X** ) – Média:( ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE LIANAS (Cipós)**

Nenhuma:( ) – Pouca:( **X** ) – Média:( ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE BROMÉLIAS**

Nenhuma:( **X** ) – Pouca:( ) – Média:( ) – Alta:( )

**PRESENÇA DE EPÍTICAS**

Nenhuma:( **X** ) – Pouca:( ) – Média:( ) – Alta:( )

**QUANTIDADE DE ÁRVORES NA ALTURA DO PEITO E SUAS CIRCUNFERÊNCIAS:**

1º:1,7cm

2 º:50cm

3 º:18cm

4 º:113cm

**MÉDIA DAS LARGURAS: 45,7cm**

**LADO DIREITO**

**ZONA LITORÂNEA**

PROFUNDIDADE MÉDIA: 60cm

**MATERIAL SEDIMENTADO**

Areia:( **X** ) – Rochas:( **X** ) – Resíduos Urbanos:( **X** ) – Húmus:( )

**PRESENÇA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

Nenhuma:( ) – Pouca:( **X** ) – Média:( ) – Alta:( )

**GRAU DE DECLIVIDADE**

Baixo (1-30°):( ) – Médio (30-60°):( **X** ) – Alto (60-90°):( )

**MARGEM****GRAU DE DECLIVIDADE**

HÁ UMA BARREIRA DE CONCRETO

**POTENCIAL DE ERODIBILIDADE (presença de cobertura fixadora)**Baixo:(  ) – Médio:(  ) – Alto:(  )**PRESENÇA DE ÁREAS ALAGÁVEIS MARGINAIS**Sim:(  ) – Não:(  )**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**Nenhuma:(  ) – Pouca(0-30%):(  ) – Média(30-70%):(  ) – Alta(70-100%):(  )**TIPO DE VEGETAÇÃO PREDOMINANTE NA COBERTURA DA MARGEM**Gramínea:(  ) – Arbustos:(  ) – Árvores:(  )**ZONA RIPÁRIA**

Quadrante da Análise: 02

**ESTRUTURA VEGETACIONAL**Vegetação Primária (  ) – Vegetação Secundária (  )**PRESENÇA DE SERRAPILHEIRA:**Nenhuma:(  ) – Pouca(0-30%):(  ) – Média(30-70%):(  ) – Alta(70-100%):(  )**DENSIDADE ARBÓREA**Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )**PRESENÇA DE LIANAS (Cipós)**Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )**PRESENÇA DE BROMÉLIAS**Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )**PRESENÇA DE EPÍTICAS**Nenhuma:(  ) – Pouca:(  ) – Média:(  ) – Alta:(  )**QUANTIDADE DE ÁRVORES NA ALTURA DO PEITO E SUAS CIRCUNFERÊNCIAS:**

1º:16cm

2 º:10cm

3 º:4cm

4 º:20cm

5 º:14cm

6 º:26cm

7 º:47cm

**MÉDIA DAS LARGURAS: 19,6cm**

---