

**UNIVERSIDADE TECNÓLOGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**MARIA CLARA DOS SANTOS LOPES**

**EFEITOS DA URBANIZAÇÃO NO USO E COBERTURA DO SOLO E NA  
TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO  
CAMBÉ - PARANÁ**

LONDRINA

2024

MARIA CLARA DOS SANTOS LOPES

**EFEITOS DA URBANIZAÇÃO NO USO E COBERTURA DO SOLO E NA  
TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO  
CAMBÉ - PARANÁ**

**EFFECTS OF URBANIZATION ON SOIL USE AND COVER AND ON THE  
SURFACE TEMPERATURE OF THE RIBEIRÃO CAMBÉ BASIN - PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental

Área de Concentração: Monitoramento Ambiental

Linha de Pesquisa: Monitoramento Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Kátia Valéria Marques Cardoso Prates

Coorientador: Prof. Dr. Mauricio Moreira dos Santos

LONDRINA

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Londrina



MARIA CLARA DOS SANTOS LOPES

**EFEITOS DA URBANIZAÇÃO NO USO E COBERTURA DO SOLO E NA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CAMBÉ – PARANÁ**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Engenharia Ambiental.

Data de aprovação: 27 de Maio de 2024

Katia Valeria Marques Cardoso Prates, – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Adriana Castreghini De Freitas Pereira, Doutorado – Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Dra. Ligia Flavia Antunes Batista, Doutorado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 27/05/2024,

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a CAPES e Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Londrina pelo apoio financeiro e institucional, respectivamente e aos professores Kátia e Maurício pela orientação.

Agradeço também para todos aqueles que me apoiaram ao longo desta jornada acadêmica, em especial a minha família (Rita, Brasilei, Luis e Eclair) pelo constante incentivo e apoio, aos meus amigos por terem aceitado ir a campo comigo (Karine, Andreia e Bianca), pelas palavras de ânimo nos momentos difíceis (Bruna, Thiago, Johicy, Toma, João, Kath e Keyty), ao Leandro por ter acompanhado essa trajetória, e aos professores, pela orientação e conhecimento compartilhado. Obrigada por fazerem parte desta conquista.

LOPES, Maria Clara dos Santos. **Efeitos da urbanização no uso e cobertura do solo e na temperatura de superfície da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé - Paraná.** 2024. 120p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2024.

## RESUMO

Para atenuar os impactos da urbanização em uma bacia hidrográfica, é necessário a implementação de práticas de monitoramento destas áreas, partindo de diferentes abordagens para o desenvolvimento sustentável. O objetivo deste trabalho foi analisar os impactos da urbanização na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé (BHRC), com técnicas de geoprocessamento para mapear as mudanças no uso e cobertura do solo e avaliar sua influência na temperatura de superfície terrestre (TST) e possíveis impactos ambientais. Para isso, foi feita uma revisão sistemática da literatura para mapear trabalhos associados a influência da urbanização na área, a partir de três focos de análise: análise bibliométrica, análise InOrdinathio e análise de conteúdo. Realizou-se análises ambientais na bacia como caracterização morfométrica, monitoramento do padrão de uso e cobertura do solo em quatro classes analisadas (área urbana, rural, formação florestal e ambiente aquático), pelos dados disponibilizados pelo MapBiomas, aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos (PARU) e identificou-se as TST, a partir dos dados obtidos pela série de satélites Landsat e a emissividade extraída a partir do NDVI e fator de cobertura, para que fosse possível realizar uma análise estatística para compreender se há diferença de temperatura em diferentes tipos de uso e cobertura do solo. Com a revisão sistemática da literatura foi possível identificar os estudos voltados para questões de urbanização, assim como reconhecer suas métricas, identificar os artigos mais relevantes e compreender os temas mais estudados. Pela caracterização morfométrica foi possível constatar que a bacia possui predominância de relevo ondulado, com baixa tendência de enchentes e de drenagem regular. A análise multitemporal dos padrões de uso e cobertura do solo em um intervalo de 36 anos permitiu constatar que a bacia passou por uma transição de predominância rural (63%) em 1985 para uma bacia urbana, totalizando 49% em 2021. A partir do resultado da aplicação do PARU foi possível classificar a BHRC em uma condição geral boa (59,1), embora apresente pontos com presença de resíduos sólidos. Com a análise da TST, pode-se identificar os pontos de temperatura extremas na BHRC, em que os valores máximos (37°C em 1985, 38°C em 2005, 36°C em 2015 e 45°C em 2021) estavam associados a coberturas rurais, enquanto os valores mínimos (19°C em 1985, 20°C em 2005, 15°C em 2015 e 27°C em 2021) em locais de formação florestal. O teste de Kruskal Wallis identificou que há diferença significativa entre os valores de temperatura de superfície e índice de vegetação normalizada e com o teste de correlação múltipla Dwass Steel Critchlow Fligner foi possível identificar que as temperaturas são estatisticamente diferentes para as classes de solo estudadas (área rural, área urbana, formação florestal e ambiente aquático). Dessa forma, entende-se a importância da existência de áreas verdes em ambientes rurais, para amenizar as elevadas temperaturas de superfície e proporcionar conforto térmico.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; análise morfométrica; uso e cobertura do solo; temperatura de superfície terrestre.

Lopes, Maria Clara dos Santos. **Effects of urbanization on soil use and cover and on the surface temperature of the Ribeirão Cambé Basin - Paraná.** 2024. 120p. Dissertation (Master's in Environmental Engineering) – Federal Technological University of Paraná, Londrina, 2024.

## ABSTRACT

Implementing monitoring practices in these areas, based on different approaches to sustainable development, is necessary to mitigate the impacts of urbanization in a watershed. This study aimed to analyze the impacts of urbanization on the Ribeirão Cambé Watershed (RCW), using geoprocessing techniques to map changes in land use and land cover and assess their influence on land surface temperature (LST) and potential environmental impacts. For this purpose, a systematic literature review was conducted to map studies associated with the influence of urbanization in the area, focusing on three analysis approaches: bibliometric analysis, InOrdinathio analysis, and content analysis. Environmental analyses were performed in the watershed, including morphometric characterization, monitoring of land use and land cover patterns in four analyzed classes (urban area, rural area, forest formation, and aquatic environment), using data provided by MapBiomias, application of a Rapid Assessment Protocol for Urban Rivers (PARU), and identification of LST using data obtained from Landsat satellite series and emissivity extracted from NDVI and coverage factor, to enable statistical analysis to understand if there is a temperature difference in different types of land use and land cover. Through the systematic literature review, it was possible to identify studies focused on urbanization issues, recognize their metrics, identify the most relevant articles, and understand the themes that were most studied. Morphometric characterization revealed that the watershed predominantly has undulating relief, with a low tendency for floods and regular drainage. The multi-temporal analysis of land use and land cover patterns over a 36-year interval showed that the watershed transitioned from predominantly rural (63%) in 1985 to urban, totaling 49% in 2021. Based on the results of the PARU application, the RCW could be classified as having an overall good condition (59.1), although there are areas with solid waste presence. Through LST analysis, extreme temperature points in the RCW were identified, with maximum values (37°C in 1985, 38°C in 2005, 36°C in 2015, and 45°C in 2021) associated with rural areas, while minimum values (19°C in 1985, 20°C in 2005, 15°C in 2015, and 27°C in 2021) were found in forested areas. The Kruskal Wallis test identified a significant difference between surface temperature values and normalized vegetation index, and the Dwass Steel Critchlow Fliqner multiple correlation test identified that temperatures are statistically different for the studied land use classes (rural area, urban area, forest formation, and aquatic environment). Thus, the importance of green areas in rural environments is understood to mitigate high surface temperatures and provide thermal comfort.

**Key-words:** Geoprocessing; morphometric analysis; land use and cover; Earth surface temperature

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hierarquia fluvial. A) Horton (1945), B) Strahler (1952) .....	20
Figura 2 - Etapas de extração da Temperatura de Superfície Terrestre .....	29
Figura 3 - Planta Original da Cidade de Londrina, projetada em 1932 .....	34
Figura 4 – Divisão territorial de Londrina do perímetro urbano de acordo com a Lei Municipal 13.728/2023 – Londrina .....	35
Figura 5 - Percentual da população rural e urbana residente no Brasil (1950, 1970 e 2010).....	36
Figura 6 – Percentual da população rural e urbana residente no município .....	37
Figura 7 - Bacias hidrográficas do perímetro urbano de Londrina .....	38
Figura 8 - Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé.....	39
Figura 9 - Construção da barragem do Lago Igapó I.....	40
Figura 10 - Etapas metodológicas realizadas no trabalho de pesquisa .....	42
Figura 11 - Procedimentos iniciais para a análise sistemática da literatura .....	43
Figura 12 - Procedimentos metodológicos realizados para análise sistemática da literatura .....	44
Figura 13 - Procedimentos para determinação do Índice InOrdinatio .....	46
Figura 14 - Processos de delimitação da bacia .....	47
Figura 15 - Divisão da BHRC de acordo com a Lei Municipal 13.728/2023.....	49
Figura 16 - Localização dos pontos para aplicação do PARU na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé .....	51
Figura 17 - Análise temporal das publicações e trabalhos acadêmicos.....	58
Figura 18 - Rede de interação de autores .....	58
Figura 19 - Nuvem das palavras-chaves utilizadas nos títulos dos trabalhos .....	59
Figura 20 - Mapa de classes de declividade do relevo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé .....	66
Figura 21 - Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé.....	67
Figura 22 - Perfil longitudinal da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé .....	68
Figura 23 – Mapa de hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé ...	69
Figura 24 - Diagrama de Sankey. R = Área rural; U = Área urbana e F = Formação florestal construído para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé....	70
Figura 25 - Uso e cobertura do solo em 1985 .....	72
Figura 26 - Uso e cobertura do solo em 1995 .....	72

Figura 27 - Uso e cobertura do solo em 2005 .....	73
Figura 28 - Uso e cobertura do solo em 2015 .....	73
Figura 29 - Uso e cobertura do solo em 2021 .....	74
Figura 30 – Ponto 1 (P1) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaques em círculos vermelhos os resíduos sólidos dispostos nas margens .....	77
Figura 31 - Ponto 2 (P2) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaques em círculos vermelhos os resíduos sólidos dispostos no solo .....	78
Figura 32 - Ponto 3 (P3) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaque em círculo vermelho a zona de passeio e margens .....	79
Figura 33 - Ponto 4 (P4) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaque para as alterações na morfologia do curso d'água .....	80
Figura 34 - Ponto 5 (P5) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaque para a cobertura vegetal no entorno do corpo hídrico .....	81
Figura 35 - Ponto 6 (P6) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaque em círculo vermelho processo erosivo de margem .....	82
Figura 36 - Distribuição espacial do PARU na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé .....	83
Figura 37 – Recorte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé na data de 12/01/1985, com destaque em preto para os locais que apresentaram os valores máximos e mínimos de (a) temperatura de superfície e (b) composição colorida .....	85



Figura 38 – Recorte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé na data de 20/02/2005 com destaque em preto para os locais que apresentaram os valores máximos e mínimos de (a) temperatura de superfície e (b) composição colorida .....	86
Figura 39 – Recorte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé na data de 23/01/2015 com destaque em preto para os locais que apresentaram os valores máximos e mínimos de (a) temperatura de superfície e (b) composição colorida .....	87
Figura 40 – Recorte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé na data de 12/01/2021 com destaque em preto para os locais que apresentaram os valores máximos e mínimos de (a) temperatura de superfície e (b) composição colorida .....	88
Figura 41 - Box-plot dos valores de NDVI de acordo com as classes de uso e cobertura do solo com o resultado teste de Dwass Steel Critchlow Fligner .....	92
Figura 42 – Box-plot dos valores de temperatura de superfície de acordo com as classes de uso e cobertura do solo com o resultado teste de Dwass Steel Critchlow Fligner. TST = Temperatura de Superfície Terrestre, Temp. = Temperatura. W = Valor do teste de Shapiro-Wilk, p = significância .....	94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intervalos de avaliação geral do rio com auxílio do Protocolo de Avaliação Rápido Urbano.....	28
Tabela 2 - Valores de emissividade .....	29
Tabela 3 - Número de resultados retornados por palavra-chave em cada base de dados .....	56
Tabela 4 - Resultado da caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé (BHRC).....	65
Tabela 5 - Classes de declividade do relevo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé .....	65
Tabela 7 - Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Cambé (%) ....	70
Tabela 8 – Valor médio do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. Sendo: P = Pontos, O = Ótima, B= boa, R= regular. ....	76
Tabela 9 – Teste de Shapiro-Wilk para análise de NDVI e TST na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. TST = Tempertura de Superfície Terrestre, Temp. = Temperatura. W = Valor do teste de Shapiro-Wilk, p = significância .....	91

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Intervalo de declividade de relevo em uma bacia hidrográfica.....	18
Quadro 2 - Intervalos de densidade de drenagem .....	21
Quadro 3 - Atribuições de uso e cobertura do solo de acordo com o projeto MapBiomas .....	23
Quadro 4 - Critérios de análises do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos (PARU) .....	26
Quadro 5 – Fórmulas utilizadas na caracterização morfométrica na BHRB .....	50
Quadro 6 – Pontos de aplicação do PARU na BHRC.....	51
Quadro 7 – Descrição das categorias, subcategorias e formação de uso e ocupação do solo .....	53
Quadro 8 – Satélites Landsat utilizados e suas respectivas bandas. ....	54
Quadro 9 – Etapas para cálculo da TST .....	54
Quadro 10 - Metadados das imagens de satélites utilizadas .....	55
Quadro 11 - Etapas e resultados do processo de filtragens utilizados na revisão ....	57
Quadro 12 - Disposição dos artigos de acordo com o Índice InOrdinatio .....	60
Quadro 13 - Classificação dos arquivos referentes as categorias .....	62

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1.1 Objetivo geral .....	16
2.1.2 Objetivos específicos .....	16
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
3.1 MORFOMETRIA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	17
3.2 USO E COBERTURA DO SOLO .....	22
3.3 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÕES RÁPIDAS .....	24
3.4 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE (TST).....	28
<b>4 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>33</b>
4.1 URBANIZAÇÃO DE LONDRINA .....	33
4.1.1 Dados populacionais de Londrina de 1950, 1970 e 2010 .....	36
4.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS EM LONDRINA.....	37
4.2.1 Bacias do município .....	37
4.2.2 Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé (BHRC) .....	38
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>42</b>
5.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	42
5.1.1 Análise bibliométrica .....	45
5.1.2 Análise InOrdinatio .....	45
5.1.3 Análise de Conteúdo .....	46
5.2 PADRONIZAÇÃO DOS DADOS E DELIMITAÇÃO DA BACIA PARA AS ANÁLISES AMBIENTAIS.....	47
5.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA .....	49
5.4 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS URBANOS (PARU).....	50
5.5 USO E COBERTURA DO SOLO .....	52
5.6 ANÁLISE DE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE (TST).....	53
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>56</b>
6.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	56
6.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA .....	64
6.3 USO E COBERTURA DO SOLO .....	69
6.4 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA URBANA .....	75
6.5 ANÁLISE DE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE .....	84

<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>96</b>
7.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	97
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE 1 – PONTOS DE CONTROLE PARA EXTRAÇÃO DO NDVI E TST .</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE 2 – ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS E TESTE DE SHAPIRO-WILK ..</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE 3 – RESULTADOS DO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS E TESTE DE SHAPIRO-WILK.....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE 4 – RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLAS DE Dwass-Steel-Critchlow-Fligner .....</b>	<b>119</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento de uma área urbana no entorno de uma bacia hidrográfica tende a ocasionar um conjunto de efeitos que propende a simplificação do ambiente aquático. Tucci (1997) salienta que as principais alterações no ciclo hidrológico de uma área urbanizada referem-se à alteração da cobertura de superfície, canalização do escoamento, aumento de poluição atmosférica, alteração no microclima, aumento de resíduos sólidos disposto pela população. Walsh *et al.*, (2005) descreve esse efeito como “Síndrome do rio urbano”, onde as bacias que estão inseridas no meio urbano estão mais propensas a um aumento da concentração de nutrientes (fósforo e nitrogênio), alterações na morfologia do canal, redução da riqueza de espécies aquáticas e aumento da abundância de espécies tolerantes.

A urbanização de uma área intensifica os processos de impermeabilização do solo e canalização do escoamento pluvial e conseqüentemente altera a capacidade de infiltração do solo, com isso contribui com um aumento da velocidade de escoamento devido à sobrecarga no sistema de microdrenagem (Santos *et al.*, 2017).

Para atenuar as pressões urbanas e impulsionar o desenvolvimento de políticas de gestão sustentável, torna-se necessário utilizar metodologias para o monitoramento dessas áreas (Coelho *et al.*, 2014). O uso de dados históricos (exemplo: uso e cobertura do solo, relevo, temperatura, entre outros) podem auxiliar a entender e quantificar o processo de evolução do efeito dos impactos urbanos na bacia. Complementarmente há também dados pontuais (tais como protocolos de avaliação rápida) que auxiliam na compreensão da saúde ambiental no período em que foi feita a análise.

A partir disso, surge a necessidade de estudos voltados para o monitoramento ambiental de áreas que estão expostas a diferentes tipos de perturbações, como análises da morfometria da bacia em razão do processo de urbanização (Santos *et al.*, 2021; Estevam e Maia, 2022), alteração na paisagem devido a diferentes usos e cobertura do solo (Vaeza *et al.*, 2010, Silveira *et al.*, 2023), variação de temperatura em diferentes uso e cobertura do solo (Guilherme *et al.*, 2020; Ferraz, Pires e Souza, 2023), entre outros estudos que exploram as modificações dos ambientes.

A rede pluvial do município de Londrina é composta por nove bacias, sendo sete inseridas no contexto urbano. Para este trabalho, foi selecionado a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé (BHRC), localizada entre Londrina e Cambé.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar os impactos da urbanização na BHRC, utilizando técnicas avançadas de geoprocessamento para mapear as mudanças no uso e cobertura do solo e avaliar sua influência na temperatura de superfície terrestre e possíveis impactos ambientais. Os resultados visam fornecer dados essenciais para subsidiar futuros planejamentos urbanos e a gestão ambiental da área.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1.1 Objetivo geral

Compreender os efeitos da urbanização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé (BHRC) em relação às alterações no uso e cobertura do solo e nas variações da temperatura de superfície, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e análise espacial.

### 2.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar uma revisão sistemática da literatura para mapear trabalhos relacionados a BHRC, associados a influência da urbanização.
- ✓ Realizar a caracterização morfométrica da BHRC;
- ✓ Realizar a análise multitemporal da BHRC, identificando o padrão de uso e cobertura da superfície;
- ✓ Diagnosticar os impactos ambientais na BHRC por meio da aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos (PARU);
- ✓ Realizar a análise de temperaturas de superfície da bacia e identificar os pontos extremos;
- ✓ Avaliar o impacto do uso e cobertura do solo na temperatura de superfície terrestre.



### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 MORFOMETRIA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

As bacias hidrográficas são definidas como áreas de captação natural de água formadas nas regiões mais altas do relevo a partir de um conjunto de redes de drenagem originadas dos cursos d'água que confluem até o canal principal (Tucci, 1997) ou infiltram no solo para a formação de nascentes e lençol freático (Barrella, 2001). As bacias hidrográficas são separadas pelas linhas divisórias do interflúvio, as quais, por sua vez, são determinadas pelo sentido de fluxo da rede de drenagem.

O formato de uma bacia tem efeitos sobre o comportamento hidrológico. Uma mesma quantidade de chuva pode ou não provocar inundação sobre a bacia, devido a influência do seu tamanho, formato, potencial de escoamento e infiltração. Ademais, compreender a morfometria de bacias hidrográficas auxiliam na gestão e gerenciamento de recursos hídricos (Oliveira *et al.*, 2010), visto que a morfometria se trata de um procedimento realizado para conhecer a dinâmica hidrológica de uma bacia (Salis, 2020).

Além disso, para o contexto ambiental, a caracterização de uma bacia, pode ser aplicada para diferentes propostas, que podem ser utilizados para identificar áreas de vulnerabilidade ambiental (Klais, *et al.*, 2012; Medeiros *et al.*, 2023), identificação de áreas suscetíveis à erosão (Ribeiro *et al.*, 2023), indicadores de enchentes (Negri e Fill, 2023; Estevam e Maia, 2022)

No entanto, Estevam e Maia (2022) identificaram que os atributos morfológicos devem ser analisados considerando também os padrões de ocupação da bacia, assim como alterações no canal. O estudo realizado na bacia do Rio Jaguaribe (Salvador, BA) constata que a bacia tem tendências de escoamento rápido, no entanto as alterações no entorno tornaram-na propensa às enchentes urbanas. O padrão também foi observado por Lorenzon *et al.*, (2015), em que a bacia hidrográfica do rio Benevente do município Alfredo Chaves-ES, embora seus fatores morfométricos contribuam para uma bacia com bom escoamento superficial a intensificação do uso e ocupação do solo, exerceu uma influência expressiva na bacia, aumentando as chances de ocorrência de picos de enchente.

Vale ressaltar que algumas alterações antrópicas na bacia são necessárias e realizadas para um bem comum, tais como construção de sistemas de abastecimento,

usinas hidrelétricas, sistemas de drenagem urbana, construções de pontes, entre outras. No entanto estas alterações antrópicas devem visar ações e métodos que possam minimizar impactos negativos na bacia hidrográfica e no ecossistema local.

As análises de caracterização física de bacias são avaliadas por meio de análise do relevo (hipsometria e declividade) e pela morfometria da rede de drenagem. Para isso, utiliza-se as informações de relevo com auxílio de Sistema de Informação Geográfica (SIG), podendo ser realizada por meio de cartas topográficas (Silva; Santos; Leal, 2016) ou por cartas altimétricas (Araújo; Silva; Nazar, 2022).

A hipsometria consiste numa técnica visual de representação que demonstra a elevação de um local específico em relação ao nível médio do mar. Normalmente, utiliza-se tons gradativos no gradiente marrom-branco, sendo marrom grandes elevações e branco baixas altitudes (Francischett, 2020).

A declividade do terreno refere-se à inclinação em relação ao plano horizontal (Florenzano, 2008). Os resultados podem ser expressos em graus (variando de 0° a 90°) ou em porcentagem. O Sistema de Classificação dos Solos disponibilizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos (EMBRAPA) distingue as declividades em seis classes, com base em seus intervalos (Quadro 1), sendo:

Quadro 1 - Intervalo de declividade de relevo em uma bacia hidrográfica

<b>Declividade (%)</b>	<b>Discriminação</b>
0 – 3	Plano
3 – 8	Suavemente ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Fortemente ondulado
45 – 75	Montanhoso
>= 75	Fortemente montanhoso

Fonte: EMBRAPA (1979)

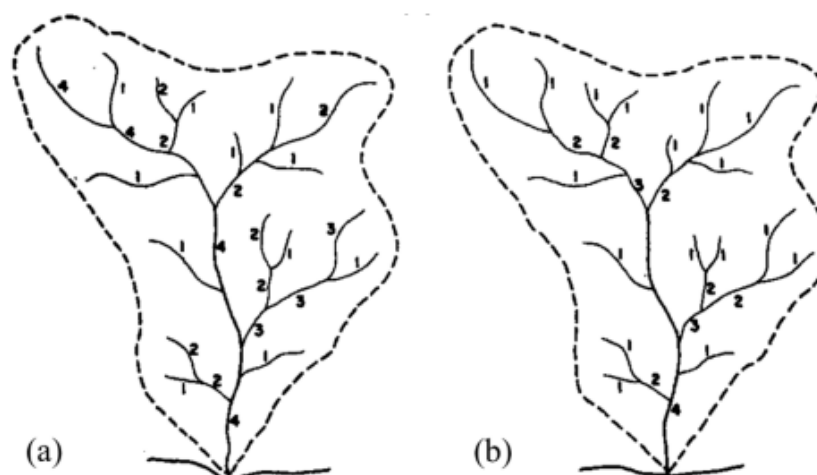
- a) Plano – superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos
- b) Suave ondulado – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros.
- c) Ondulado – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados.

- d) Forte ondulado – superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros e raramente colinas, com declives fortes.
- e) Montanhoso – superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes.
- f) Fortemente montanhoso – áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes.

A hierarquia fluvial é considerada um dos parâmetros principais da análise morfométrica, por estabelecer a ordem e grau dos cursos fluviais dentro da bacia. Horton (1945) e Strahler (1957) definem a hierarquia fluvial considerando as nascentes e cursos d'água. Horton (1945), estabeleceu na metodologia de ordenação considerando que os canais de primeira ordem não possuem tributários (Figura 1a), enquanto Strahler (1957) estabelece que todos os canais que não possuem tributários, são de primeira ordem (Figura 1b).

Na ordenação proposta por Horton, o rio principal é consignado pelo mesmo número de ordem desde a sua nascente, enquanto Strahler elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda extensão, evitando ter que refazer a ordenação a cada confluência.

Figura 1 - Hierarquia fluvial. A) Horton (1945), B) Strahler (1952)



Fonte: Christofolletti (1974)

O fator de forma (Horton, 1945; Equação 1) associa a forma da bacia com um retângulo. Um fator de forma baixo ( $>0,5$ ) possui uma menor propensão a enchentes, devido a bacia ser considerada estreita e longa, reduzindo a possibilidade de chuva intensa que cobre sua extensão de forma simultânea (Villela, Mattos 1975).

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

Onde:

A = Área de drenagem ( $m^2$ )

L = Comprimento do eixo da bacia, (m)

Em contrapartida, o coeficiente de compacidade (Lima, 1996 Equação 2) relaciona a forma da bacia com a circunferência de um círculo com área igual à da bacia. Os valores de "Kc" próximo a 1, indica que a bacia é susceptível a enchentes mais acentuadas (Villela, Mattos 1975).

$$Kc = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

Onde:

P = Perímetro (m)

A = Área de drenagem (m<sup>2</sup>)

O índice de circularidade (Equação 3) quanto mais próximo de 1, mais próxima da forma circular será a bacia hidrográfica (Christofolletti, 1974) e diminui à medida que a forma da bacia se torna alongada.

$$Ic = \frac{12,57 * A}{P^2} \quad (3)$$

Onde:

P = Perímetro (m)

A = Área de drenagem (m<sup>2</sup>)

A densidade de drenagem (Dd), Equação 4, indica a velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, expressando o grau do sistema de drenagem da bacia. Dessa forma, a análise de densidade de drenagem permite compreender a eficiência na concentração do escoamento superficial, sendo que quanto maior a densidade de drenagem, maior a capacidade da bacia fazer escoamentos rápidos. Villela e Matos (1975) estabeleceram intervalos de densidade de drenagem, conforme disposto no Quadro 2.

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (4)$$

Onde:

Lt = Comprimento total de todos os canais (km)

A = Área de drenagem (m<sup>2</sup>)

Quadro 2 - Intervalos de densidade de drenagem

Atributo de drenagem	Limite (km/km <sup>2</sup> )
Pobre	< 0,5
Regular	0,5 – 1,5
Boa	1,5 – 2,5
Muito boa	2,5 – 3,5
Excepcionalmente bem drenada	≥ 3,5

Fonte: Villela, Matos (1975)

### 3.2 USO E COBERTURA DO SOLO

A análise da dinâmica espaço-temporal da paisagem possibilita acompanhar as trajetórias de uso e cobertura do solo e dessa forma, permite a compreensão e quantificação das mudanças. As análises do uso e cobertura do solo apresentam uma grande importância ambiental, uma vez que possui diversas aplicações possíveis, como o desenvolvimento de modelos numéricos para quantificação de produção de sedimentos (Jovino, 2022), compreender a influência do uso do solo nos recursos hídricos (Vanzela, 2010), controle da perda de solo (Lima, 2020), influência do solo na temperatura de superfície (Hendges, 2020), entre outras.

Para atingir esses objetivos, pode-se utilizar a base de dados do Projeto MapBiomas (Souza *et al.*, 2023), que disponibiliza ao uso público seus produtos de mapeamento anual do uso e cobertura do solo brasileiro desde 1985, além de dispor também as informações mensais a respeito do monitoramento de água e cicatrizes do fogo. O projeto é uma iniciativa do SEEG/OC (Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima), que engloba uma rede colaborativa de Organizações não Governamentais (ONGs), universidades e empresas.

Os mapas anuais de uso e cobertura do solo são produzidos pela classificação de imagens do satélite Landsat e seu produto final consiste nas combinações do resultado do processamento de classificação para cada bioma junto com a extração de informações a partir do uso de índices espectrais (Mapbiomas, 2023). A classificação do uso e cobertura do solo, disponibilizados pelo projeto, consiste em seis grandes níveis de uso do solo (Quadro 3).

Quadro 3 - Atribuições de uso e cobertura do solo de acordo com o projeto MapBiomias

<b>Classe</b>	<b>Subclasse</b>	<b>Intervenção</b>
<b>Floresta</b>		<b>Natural</b>
	Formação Florestal	Natural
	Formação Savânica	Natural
	Mangue	Natural
	Floresta Alagável	Natural
	Restinga Arbórea	Natural
<b>Formação Natural não Florestal</b>		<b>Natural</b>
	Campo Alagado e Área Pantanosa	Natural
	Formação Campestre	Natural
	Apicum	Natural
	Afloramento Rochoso	Natural
	Restinga Herbácea	Natural
	Outras Formações não Florestais	Natural
<b>Agropecuária</b>		<b>Antrópica</b>
	Pastagem	Antrópica
	Agricultura	Antrópica
	Silvicultura	Antrópica
	Mosaico de usos	Antrópica
<b>Área não vegetada</b>		<b>Natural/Antrópico</b>
	Praia, Duna e Areal	Natural
	Área Urbanizada	Antrópica
	Mineração	Antrópica
	Outras Áreas não vegetadas	Antrópica
<b>Corpo D'água</b>		<b>Natural/Antrópico</b>
	Rio, Lago e Oceano	Natural
	Aquicultura	Antrópico
Não observado	-	-

Fonte: MapBiomias (2023)

A classe “*Floresta*” refere-se a áreas naturais com a presença de vegetação. É necessário conhecer o bioma em que a área de estudo se encontra para conseguir observar qual tipo de floresta está presente na área. Por exemplo, no caso do bioma Mata Atlântica, a *formação florestal* é composta por floresta ombrófila densa, aberta e mista e floresta estacional semi-decidual, floresta estacional decidual e formação pioneira arbórea

A “*Agropecuária*” divide-se em quatro categorias. A área de *pastagem* contempla áreas predominantemente plantadas destinadas à agropecuária. As áreas de pastagem natural normalmente são classificadas como formação campestre ou campo alagado. A *agricultura* divide-se em lavouras perenes e lavouras temporárias. As lavouras perenes têm um ciclo de duração maior, sendo destinadas para café, citrus, dendê e outras espécies que exigem um ciclo vegetativo longo. As lavouras temporárias são destinadas para plantações de soja, arroz, cana, algodão e outras

espécies de ciclo curto e médio. A *silvicultura* são espécies arbóreas comerciais, tais como pinus e eucalipto, e por fim o *Mosaico de usos* que são áreas onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.

A “Área não vegetada” está distribuída em quatro classes. As praias, dunas e areal são locais naturais de coloração branco brilhante sem o predomínio de nenhum tipo de vegetação. As áreas urbanizadas são locais de edificações e vias. As áreas de mineração são locais de extração mineral industrial ou artesanal (garimpo), com clara exposição do solo. Por fim, outras áreas não vegetadas refere-se as áreas não permeáveis, podendo ser devido a infraestrutura, expansão urbana ou mineração.

Os corpos d’água em “Rios, Lago e Oceano” podem ser rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d’água e em “Aqüicultura” são identificados como lagos artificiais, onde predominam atividades aquícolas e/ou de salicultura.

### 3.3 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÕES RÁPIDAS

Os protocolos de avaliação rápidas (PARs) são documentos que estabelecem etapas metodológicas de fácil aplicação e avaliação (Callisto *et al.*, 2002). O uso desses protocolos permite realizar uma análise visual da paisagem em pontos pré-estabelecidos e quando aplicado de forma contínua, podem registrar as condições ambientais de determinada área, podendo ser de forma descritiva ou qualitativa.

As aplicações dos PARs podem ser feitas de formas unitária, onde o objetivo é realizar a caracterização visual e quali-quantitativa, como Bizzo *et al.*, (2014), Campos e Nucci (2021), Pontini e Coelho (2019) ou associados a outras variáveis ambientais, como qualidade da água (Urata *et al.*, 2023), estruturas hidráulicas (Segantim, 2023), análise morfométrica (Pedroso e Colesanti, 2017), educação ambiental (Machado, 2019) entre outros. Campos e Nucci (2019) aplicaram uma técnica de espacialização dos resultados do PAR, onde os autores associaram as condições ambientais (boa, regular e ruim) com cores (verde, amarelo e vermelho) e critérios de análises (margem, leito fluvial, coluna d’água e fundo) diferentes com símbolos gráficos (tais como triângulos e círculos) para melhorar a representatividade visual dos resultados.

O Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos (PARU), conforme proposto por Campos (2020), tem como objetivo realizar uma caracterização visual do local, a partir de uma lista de critérios pré-estabelecidos (Quadro 4), que exploram as



particularidades da paisagem, atribuindo métricas numérica em uma escala de 0 a 10, interpretadas como “ótimo, bom, regular e ruim”, sendo ótimo (10) e ruim (0) (Quadro 4) e depois interpretados conforme a Tabela 1 (Campos; Nucci, 2021).

Os três primeiro critérios (estabilidade da margem, presença e estado de conservação da mata ciliar e ocupação das margens do rio) avaliam as condições das margens do rio, ocorrendo separadamente em margem direita e margem esquerda. A escala gradativa das notas amplia a avaliação do campo e favorece a diferenciação das condições observadas.

Quadro 4 - Critérios de análises do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos (PARU)

Critério/nota	Ótimo		Bom			Regular			Ruim		
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>Estabilidade da margem</b>	Margem estável, sem evidência de erosão		Margem moderadamente estável, com pequena evidência de erosão somente nas curvas ou com erosão em menos de ¼ do trecho observado			Margem moderadamente estável, com deslizamentos nas curvas ou erosão em menos da metade dos trechos observados			Margem instável, com evidência de erosão em mais da metade de sua extensão. Margens canalizadas ou retificadas sem vegetação restabelecida		
<b>Presença e estado de conservação da mata ciliar</b>	A vegetação ocupa quase toda margem e é composta predominantemente por espécies arbustivas e arbóreas, sem sinais de degradação causadas por atividades humanas		A vegetação ocupa mais de ¾ da margem e as espécies arbóreas e arbustivas são predominantemente em relação as herbáceas			A vegetação ocupa mais da metade da margem e a vegetação herbácea é abundante			A vegetação é praticamente inexistente. O solo está exposto a intempéries naturais ou está impermeabilizado ou ocupado por edificações		
<b>Ocupação das margens do rio</b>	A mata ciliar compreende toda (ou quase toda) margem do rio e é composta principalmente por espécies arbóreas e arbustivas		Mais da metade da vegetação é composta por mata ciliar, independentemente do tipo de vegetação			Mais da metade da margem tem solo exposto ou é ocupada por estruturas urbanas, como residências, comércios, indústrias, etc			A margem é ocupada prioritariamente por estruturas urbanas, como residências, comércios, indústrias, etc		
<b>Resíduos sólidos</b>	Não se observam resíduos sólidos no fundo nem nas margens do rio		Existem resíduos sólidos em poucas quantidades nas margens, que aparentemente ainda não alcançaram o canal fluvial. São em geral recentes e estão próximos às pontes e ruas.			Existem resíduos sólidos em pequenas quantidades no fundo do rio ou nas margens. Podem estar concentrados em pequenas porções ou dispersos			Existe uma grande quantidade de resíduos sólidos no fundo e/ou nas margens do rio		
<b>Esgoto doméstico e efluente natural</b>	Não se observa canalização, odor, presença de espuma, mancha escura, óleo ou sedimento na água		Existem uma das seguintes evidências: 1) canalização das margens, 2) espuma na água ou sedimento, 3) odor característico de esgoto doméstico ou outro odor forte na água.			Existem duas das seguintes evidências: 1) canalização das margens, 2) espuma na água ou sedimento, 3) odor característico de esgoto doméstico ou outro odor forte na água.			Existem três ou mais das seguintes evidências: 1) canalização das margens, 2) espuma na água ou sedimento, 3) odor característico de esgoto doméstico ou outro odor forte na água.		

Continua

Continuação

Critério/nota	Ótimo		Bom			Regular			Ruim		
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>Alterações antrópicas no canal fluvial</b>	Ausência de alterações antrópicas no canal fluvial, como dragagens, pontes, diques, estabilização artificial de margens		Pouca modificação presente, em geral em áreas de apoio de pequenas pontes ou evidências de canalização antigas, mas com ausência de canalização recentes.			Presença de pontes com grandes estruturas que dificultam o fluxo de água no rio (dique, tubos) ou de escoamento nas margens e evidências de dragagem			O rio encontra-se retificado e canalizado, com margens totalmente (ou quase totalmente) cimentadas		
<b>Deposição de sedimentos</b>	Ausência de bancos de areia (feições deposicionais que podem aparecer na forma de ilhas ou barras que se desenvolvem ao longo das margens). As águas correm normalmente		Há pequenos bancos de areia recentes ou pequenos alargamentos existentes que não afetam as condições de escoamento da água			Os bancos de areia são extensos e podem interferir no escoamento da água no rio. A deposição de novos sedimentos mostra que os bancos estão se desenvolvendo			Há muito sedimento depositado no rio, indicando alto nível de assoreamento. Os bancos de areia se estendem ao longo das margens e do rio e atrapalham o escoamento da água.		
<b>Substratos e/ou habitat disponíveis</b>	Existem vários tipos e tamanhos de substratos e habitats estáveis para a biota aquática, tais como galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquática		Existem muitos galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, mas estão totalmente disponíveis			Existem poucos galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, e não estão totalmente disponíveis			Ausência de substratos e habitats estáveis disponíveis. Não existem galhos ou troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, ou estão soterrados		
<b>Soterramento</b>	Não se observa acúmulo de lama ou areia no fundo do ribeirão		Pouca quantidade de lama e areia cobrem o fundo do ribeirão, sendo possível ver bastante substratos e habitats disponíveis			Boa parte do fundo do córrego está coberto por lama ou areia, mas ainda é possível ver substratos e habitats disponíveis			O fundo do ribeirão apresenta muita lama ou areia, cobrindo os substratos e habitats disponíveis		
<b>Animais</b>	Observam-se com facilidade peixes, insetos aquáticos, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas)		Observam-se poucos peixes, insetos aquáticos, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou mamíferos silvestres (como a capivara) no córrego ou nas margens			Observam-se apenas aves no córrego ou nas margens			Não é visível nenhum animal aquático ou silvestre no ribeirão ou margens		

Fonte: Campos; Nucci, (2021)

Tabela 1 - Intervalos de avaliação geral do rio com auxílio do Protocolo de Avaliação Rápido Urbano

<b>Pontuação</b>	<b>Condição geral</b>
81-100	Ótimo (recuperado)
51-80	Boa (alterado)
21-50	Regular (impactado)
0-20	Ruim (muito impactado)

Fonte: Campos; Nucci, (2021)

### 3.4 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE (TST)

A TST é uma variável resposta do fluxo de calor dado em função da energia que chega e sai do corpo, tendo uma importância para o entendimento de interações entre superfície e atmosfera (Pereira *et al.*, 2012). Os estudos sobre as interações da radiação com a cobertura do solo, podem servir de subsídios para o planejamento urbano e melhora da qualidade de vida (Sousa e Junior, 2012).

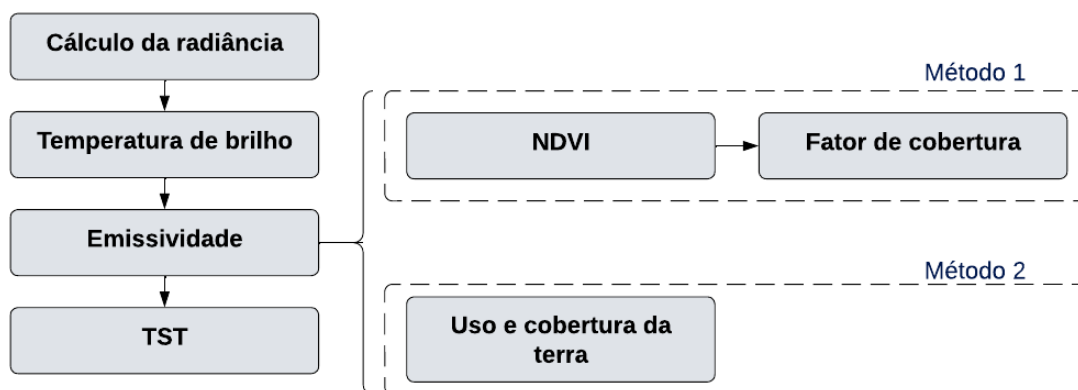
A redução de áreas verdes e o aumento de áreas impermeabilizadas por pavimentação e edificação alteram os padrões climáticos locais, devido ao aumento do aquecimento das superfícies e redução de superfícies capazes de realizar trocas térmicas por meio da evapotranspiração, além das propriedades térmicas e emissão de calor (Mascaró e Mascaró, 2010; Shinzato e Duarte 2018).

Gartland (2008) destaca que as temperaturas em áreas rurais e urbanas tendem a apresentar diferenças, pois as áreas urbanas costumam ser construídas com materiais escuros, o que aumenta a absorção e armazenamento de calor, além de serem impermeabilizantes, dificultando dissipar calor por meio da evaporação.

Em contrapartida, a vegetação funciona como um termorregulador microclimático, pois ameniza a radiação solar na estação quente, alterando o potencial de umidade e temperatura relativa do ar, além de promover um sombreamento, que reduz a carga térmica de veículos e edifícios (Mascaró, Mascaró, 2010).

Na análise de TST, é necessário realizar o cálculo da emissividade. Esse processo, conforme indicado na literatura, pode ser realizado de duas formas, utilizando os dados pré-estabelecidos do uso e cobertura do solo (Silva *et al.*, 2022; Santos, 2023) ou por meio de índices de vegetação, como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI) (Figura 2).

Figura 2 - Etapas de extração da Temperatura de Superfície Terrestre



Fonte: Autoria própria (2024)

As análises de TST realizadas a partir dos dados de uso e cobertura do solo utiliza uma reclassificação da camada com os valores de emissividade propostos por Jensen (2009), dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de emissividade

<b>Material</b>	<b>Emissividade</b>
Água destilada	0,99
Água	0,92 – 0,98
Água com filme de óleo	0,972
Concreto	0,71 – 0,90
Asfalto	0,95
Cimento/pedra	0,97
Solo siltoso seco	0,92
Solo siltoso úmido	0,95
Solo arenoso	0,90
Solo arenoso	0,90
Tijolo, vermelho e áspero	0,93
Vegetação, dossel fechado	0,98
Vegetação, dossel aberto	0,96
Gramma	0,97
Madeira, carvalho aplainado	0,90
Floresta decídua	0,97 – 0,98
Floresta de coníferas	0,97 – 0,99
Aço inoxidável	0,16
Alumínio, folha	0,05
Alumínio, pintura	0,08
Alumínio, polido	0,55
Metais polidos	0,16 – 0,21
Aço anodizado	0,70
Granito	0,86
Basalto, grosseiro	0,95
Neve	0,83 – 0,85
Pintura	0,90 – 0,96
Pele humana	0,98

Fonte: Jensen (2009)

O outro método é pelo NDVI. Esse método leva em consideração o estado de vegetação do local, tendo em vista que o índice indica o estado da vegetação por meio de um indicador numérico, podendo indicar valores diferentes de acordo com a concentração de vegetação local. Os valores variam de -1 a +1, representando que valores positivos altos (maior que 0,5) tendem apresentar uma vegetação densa, valores de 0,2 a 0,5 grama e vegetação esparsa e solo exposto entre 0,1 e 0,2 e podendo atingir valores negativos, de acordo com o tipo do solo. As nuvens, assim como corpos hídricos tendem apresentar valores próximos de zero ou negativos (Fiocruz - Observatório de clima e saúde, 2023).

A metodologia de obtenção do TST a partir do NDVI proposta por Sobrinho *et al.*, (2004) e Avdan e Jovanovska (2016) envolve as seguintes etapas: Cálculo da radiância em números digitais, conversão em temperatura de brilho, cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), fator de cobertura ( $f_c$ ), emissividade ( $\epsilon$ ) e Temperatura de superfície terrestre (TST). Para a realização destas etapas, é necessário extrair os metadados dos sensores ( $M_i$ ,  $A_i$ , K1 e K2) que estão disponibilizados junto com as imagens em formato de texto (*Landsat metadata file*).

A radiância é emitida por qualquer objeto (ou porção de matéria) com temperatura maior do que o zero absoluto e o fluxo radiante é proporcional a temperatura, então quanto maior a temperatura, maior o fluxo (Lorenzetti, 2015). Para a conversão de números digitais para radiância espectral no sensor ( $Q_{cal}$  para  $L_\lambda$ ), utiliza-se a banda termal, devido ao seu intervalo do espectro infravermelho termal (Equação 4).

$$L_\lambda = M_l Q_{cal} + A_l \quad (4)$$

Sendo:

$L_\lambda$  = radiância ( $\frac{W}{m^2 sr \cdot \mu m}$ );

$M_l$  = fator multiplicativo;

$Q_{cal}$  = produto padrão quantificado e calibrado por valores de pixel da banda termal em estudo

$A_l$  = fator aditivo;

A temperatura de brilho é a temperatura que um corpo negro deveria ter para emitir a mesma quantidade de radiação espectral de um corpo real (Rosa, 2007), para a conversão de radiância espectral para temperatura do brilho utiliza-se a equação 5.

$$T_b = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (5)$$

Onde:

$T_b$  = Temperatura de brilho;

$K_1$  = fator multiplicativo;

$K_2$  = fator aditivo;

$L_\lambda$  = radiância;

Em seguida, é necessário realizar o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (Equação 6).

$$NDVI = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad (6)$$

Onde:

$\rho_{iv}$  = reflectância da banda do infravermelho próximo;

$\rho_v$  = reflectância da banda do vermelho.

Em seguida, calcula-se o fator de cobertura definido pela Equação 7 e em seguida, calcula-se a emissividade (Equação 8).

$$F_c = \left( \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (7)$$

$F_c$  = Fator de cobertura

$NDVI_{max}$  possível igual a 01

$NDVI_{min}$  possível igual a -01

$$\varepsilon = 0,004 * Fc + 0,986 \text{ (Eq. 7)} \quad (8)$$

Onde:

$\varepsilon$  = Emissividade

$F_c$  = Fator de cobertura.

Após a obtenção da temperatura de brilho ( $T_b$ ) e da emissividade ( $\varepsilon$ ), calcula-se a TST em Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), conforme a Equação 9.

$$TST = \frac{Tb}{1 + \left(\frac{0,0015 * tb}{0,4388}\right) * \ln(e)} - 273,15 \quad (9)$$

Onde:

$TST$  = Temperatura de superfície terrestre ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_b$  = Temperatura de brilho

$e$  = Emissividade

As análises de variação na temperatura de superfície podem ser correlacionadas com os diferentes tipos de uso e cobertura do solo (Souza *et al.*, 2016; Hendges *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2019; Guilherme *et al.*, 2020). Oliveira e Salles (2020) ressaltam a importância destes estudos, pois servem de auxílio para propostas de intervenções mais sustentáveis no meio urbano construído, para regenerar espaços, visando minimizar os impactos no meio urbano, com o intuito de aumentar o conforto térmico urbano.



## 4 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1 URBANIZAÇÃO DE LONDRINA

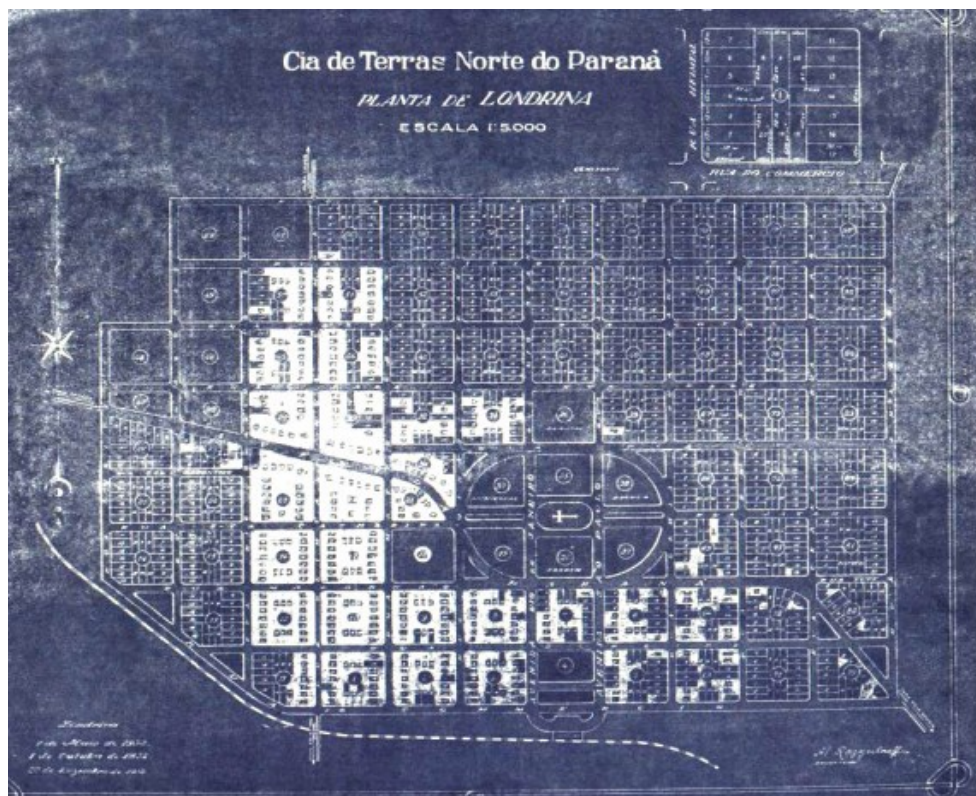
O processo de expansão e urbanização da região norte do estado do Paraná esteve associado as boas condições do solo para o cultivo do café e contou com a vinda de imigrantes para impulsionar os empreendimentos na região (Lima, 2014).

Em 1927, a Companhia de Terras do Norte do Paraná (CTNP), fundada por empresários britânicos, comprou meio milhão de alqueires do governo do Estado e revendeu em lotes para pequenos e médios fazendeiros, interessados em cultivar o café, com isso, muitas famílias foram impulsionadas a se instalarem no chamado “Norte Novo”, uma área que abrange Cornélio Procópio até a região de Londrina (Oliveira, 2017).

Oliveira (2017) ainda ressalta que o café viabilizou as atividades de suporte, tais como comércio, transporte do produto, prestação de serviços entre outros que levaram ao surgimento de cidades importantes para a região, tais como Londrina e Maringá.

Com o decreto estadual assinado por Manoel Ribas, em dezembro de 1934, o município de Londrina foi criado. O plano de urbanização da cidade baseava-se em uma malha em forma de xadrez (Figura 3), com aproximadamente quatro quilômetros quadrados e ruas no sentido norte-sul e leste-oeste (Câmara Municipal de Londrina, 2024). Inicialmente a expectativa da cidade era comportar 30 mil habitantes e que Londrina iria servir de apoio para cidades da região. A escolha da área foi devido a disponibilidade de água, suavidade topográfica e pela posição central nas terras adquiridas (UEL, 2024).

Figura 3 - Planta Original da Cidade de Londrina, projetada em 1932



Fonte: YAMAKI, Humberto, 2003

Após a sua fundação, Londrina passa por um período de fortalecimento comercial, com a instalação de empresas na região. Com isso, fortifica o processo de ocupação da área central, marcada pela presença de migrantes de outros estados brasileiros e imigrantes estrangeiros (ALVEZ, 2005).

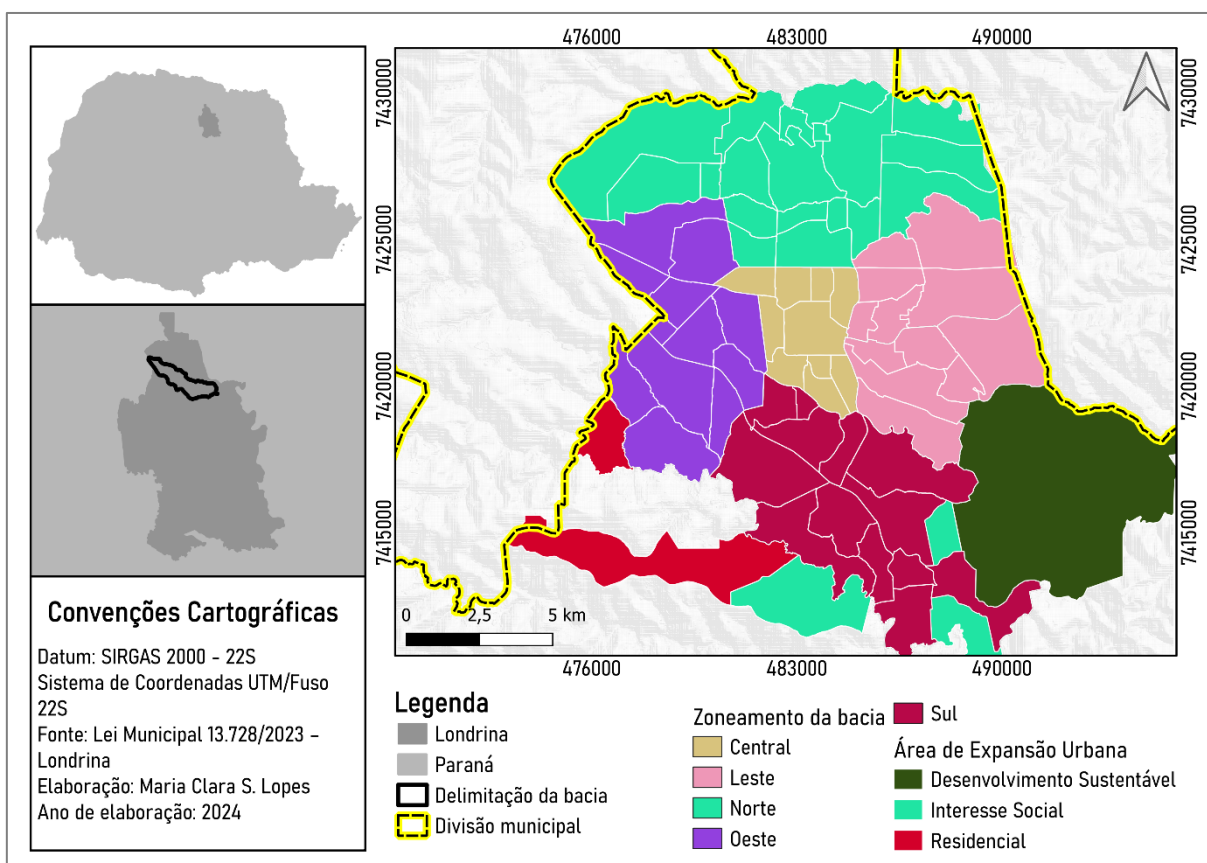
Na década de 60, o centro da cidade começa um processo de adensamento da população de média e alta renda, ocasionando o processo de verticalização da área e uma expansão periférica proveniente da população rural, vindo a trabalho (Januzzi, 2005).

Em 1935, a ferrovia de Londrina é inaugurada devido ao projeto de construção de rodovias propostos pela CTNP. Com isso, Londrina passa a ser área de intermediação de mercadoria da região para o país, especialmente Santos e São Paulo (Januzzi, 2005). A rodovia Leste-Oeste (atual BR-369) também foi planejada para auxiliar o processo de venda e transporte da mercadoria (UEL, 2024). Prandini (1954) ressalta que essas construções foram essenciais para acelerar o crescimento urbano destas áreas.

Em 1956, inaugurou-se o aeroporto de Londrina, no auge do movimento cafeeiro, que na época foi considerado o terceiro mais movimentado do país (CCR Aeroporto, 2024). Devido a movimentação, iniciou-se novos loteamento para ocupação de novas áreas.

A divisão territorial da área urbana de Londrina segue a Lei Municipal nº 13.718, de 21 de dezembro de 2023 que determina os distritos administrativos, perímetros das áreas urbanas, áreas de expansão urbana e delimitação de bairros e regiões (Figura 4).

Figura 4 – Divisão territorial de Londrina do perímetro urbano de acordo com a Lei Municipal 13.728/2023 – Londrina

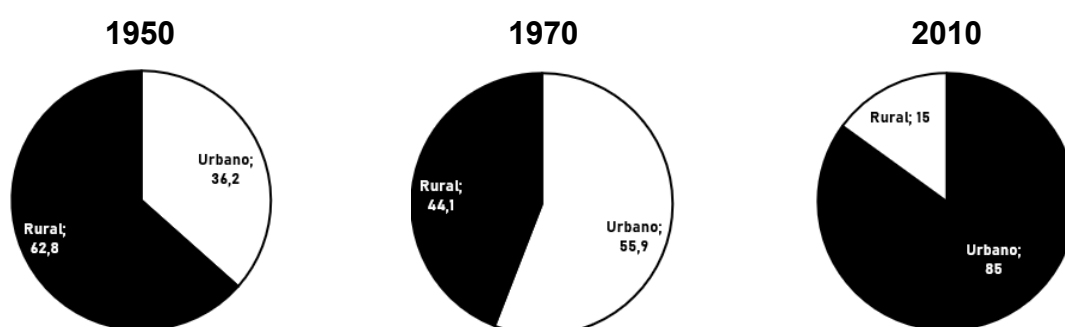


Fonte: Autoria própria (2024)

#### 4.1.1 Dados populacionais de Londrina de 1950, 1970 e 2010 <sup>2</sup>

A segunda metade do século XX foi marcada por um intenso crescimento populacional urbano brasileiro, em que o Censo Demográfico de 1970 evidencia pela primeira vez o movimento migratório acentuado da população urbana superior a população rural. Esse processo de transição foi considerado rápido quando se comparado a outros países (Brito e Souza, 2005). A partir dos anos 2000, a população urbana atinge sua constância em torno de 80% (IBGE, 2010, Figura 5).

Figura 5 - Percentual da população rural e urbana residente no Brasil (1950, 1970 e 2010)

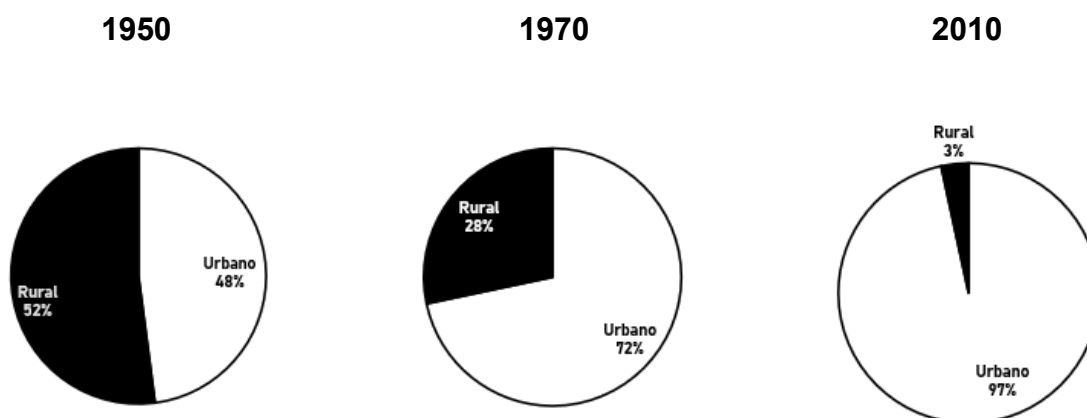


Fonte: IBGE - Censos Demográficos 1950, 1970, e 2010.

No contexto regional de Londrina, o processo da transição rural – urbana foi intensificado a partir de 1970, onde mais de 70% da população já estava distribuída na porção urbana da cidade, conforme ilustrado na Figura 6. Ao comparar os valores percentuais de Londrina com o panorama brasileiro, percebe-se que a urbanização na região foi intensa, assim como observado por Mendonça (1994).

Em 2010, a população contabilizava cerca de 506.000 habitantes, o que representou um crescimento de 778% quando comparado a contagem de 1950, com 71.412 habitantes. No censo de 2022, Londrina totalizou cerca de 556.000 habitantes, tendo uma taxa de crescimento anual de 0,78 % (IBGE, 2022).

<sup>2</sup> Até o momento da entrega da dissertação, os dados censitários (divididos por cotas censitárias) do último censo realizado (2022) contendo a informação de cada setor ainda não havia sido disponibilizado, apenas o valor médio de cada município.

Figura 6 – Percentual da população rural e urbana residente no município<sup>3</sup>

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1950, 1970, e 2010.

O levantamento populacional por bairro realizado pelo Caderno Censitário do Perfil de Londrina com base no ano de 2010 (Prefeitura Municipal de Londrina, 2010) relata que a região norte da cidade (bairro Vivi Xavier, Cinco Conjuntos, Heimtal, Cidade Industrial I, Pacaembu, Alpes, Coliseu, Ouro Verde, Parigot de Souza e Perobinha) contemplava 26% da população em 2010, e no âmbito geral da cidade, os dois bairros com maiores números de população residente eram o Cinco Conjuntos (41.285) (região norte) e o Centro Histórico (32.601), que contemplavam juntos 15,50% da população total.

Os dados de primeiros resultados da população residentes por domicílios, realizados pelo censo de 2022 (IBGE, 2024), indicam que os bairros com os maiores números de população residente continuam sendo o Cinco Conjuntos (42.698) (região norte), Centro Histórico (37.696) e os bairros Vivi Xavier e Palhano apresentaram um crescimento expressivo de 46% (35.958) e 77% (30.903), respectivamente.

## 4.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS EM LONDRINA

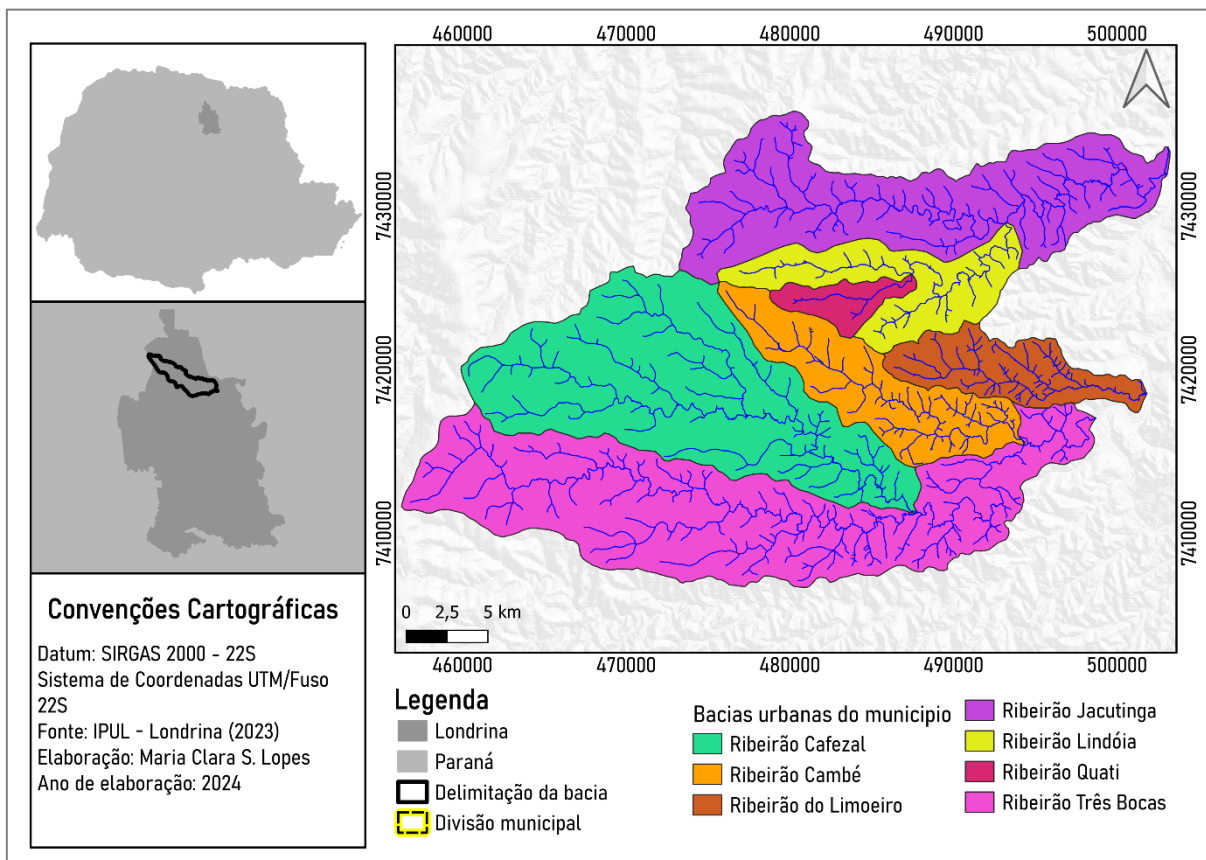
### 4.2.1 Bacias do município

A rede pluvial do município de Londrina é formada por nove bacias hidrográficas e contendo sete inseridas na área urbana, sendo as bacias: Jacutinga, Lindóia, Cambé, Limoeiro, Cafezal, Três Bocas e Quati (Figura 7), correspondem a

<sup>3</sup> Para cálculo dos percentuais de 1970, já está subtraída a população de Tamarana, que era distrito do Município de Londrina e foi desmembrado deste, por meio da Lei Estadual nº 11.224, de 13/12/1995.

uma área de 245,52 km<sup>2</sup> e extensão total dos cursos de água é de cerca de 240 km. Dentre estas bacias, destaca-se a bacia do Ribeirão Cambé, localizada nos municípios de Londrina e Cambé (área de estudo deste trabalho).

Figura 7 - Bacias hidrográficas do perímetro urbano de Londrina



Fonte: Autoria própria (2024).

#### 4.2.2 Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé (BHRC)

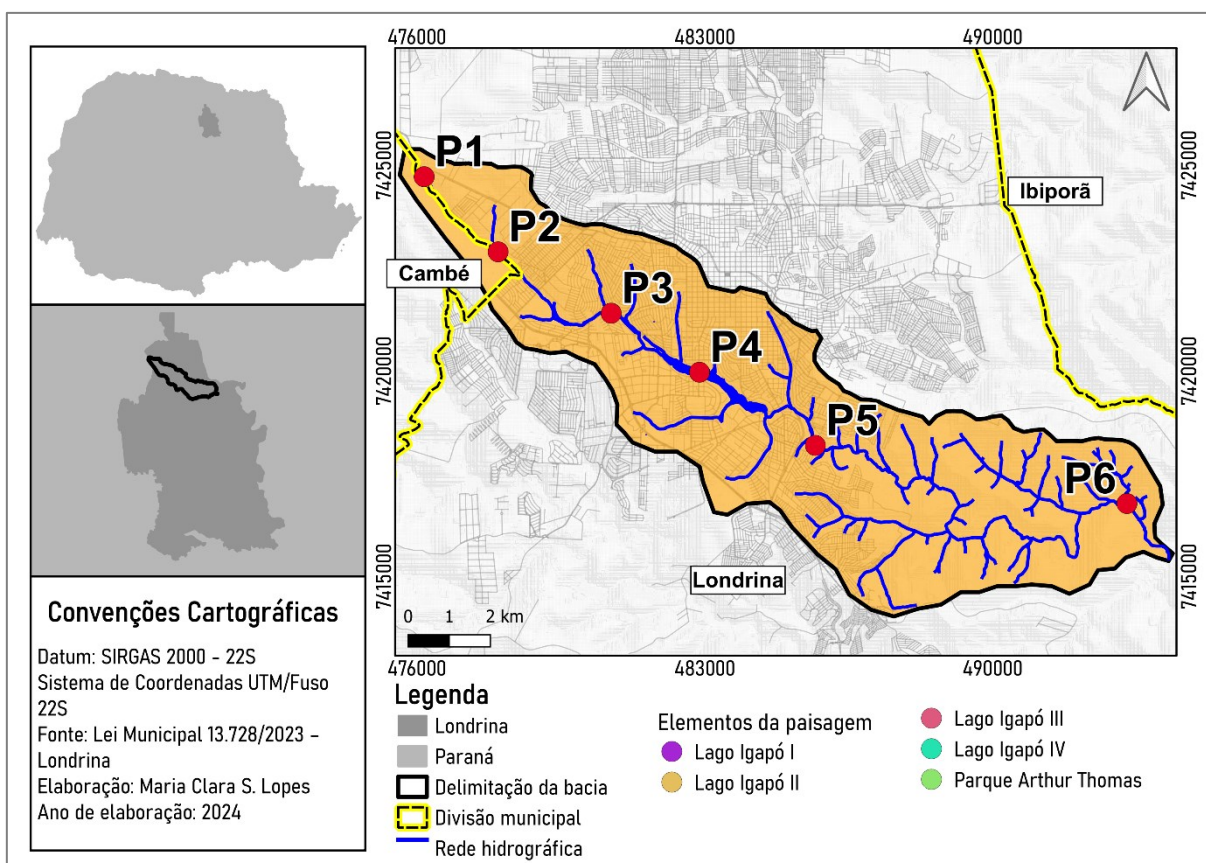
Os municípios que abrangem a bacia contêm uma população de aproximadamente 588.000 e 107.000 habitantes, respectivamente em cada município (IBGE, 2024), e estão a 381 km (Londrina) e 411 km (Cambé) de distância da capital do estado do Paraná (Curitiba). A bacia totaliza uma área de aproximadamente 74 km<sup>2</sup>, sendo Londrina 97% e Cambé 3%.

A formação geológica da área tem origem no período jurássico-cretácio, inseridas no grupo Serra Geral. A geomorfologia da área é marcada pela Bacia Sedimentar do Paraná do Terceiro Planalto Paranaense. O solo da região é de origem basáltica, com os principais tipos sendo latossolo e nitossolo vermelho. O clima é

caracterizado como subtropical quente (Cfa) com chuvas ocorrendo ao longo de todo ano. A estação chuvosa compreende os meses de dezembro a fevereiro (verão), enquanto de junho a agosto (inverno) o período de seca. O bioma de ocorrência predominante é o Mata Atlântica (IAT, 2023).

Ao longo da BHRC, situam-se dois elementos importantes o conjunto de lagos que formam os Lagos Igapó e o Parque Estadual Arthur Thomas (Figura 8).

Figura 8 - Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: Autoria própria (2024)

O Lago Igapó I surge a partir do represamento do Ribeirão Cambé, cujo objetivo inicial foi de solucionar o problema de drenagem da bacia (Bortolo, 2011). O processo de construção da barragem (Figura 9) iniciou em 1958, com supervisão dos engenheiros da prefeitura Amilcar Neves Ribas e José Augusto de Queiróz, que concebeu o projeto estrutural da barragem.

Figura 9 - Construção da barragem do Lago Igapó I



Fonte: Acervo do Museu de Londrina (UEL)

O Lago Igapó I foi inaugurado em 1959 em uma atividade comemorativa ao Jubileu de Prata da cidade de Londrina. No entanto, após a construção o lago sofreu um processo de desvalorização, ocasionado pelo abandono da área. Na gestão seguinte (1969 a 1973), liderada por Danton Paranaguá, iniciou-se um projeto de revitalização do Lago Igapó I, e em torno de 1970, o projeto melhorou as condições ambientais do local, proporcionando a população uma qualidade de vida melhor, devido a eliminação de focos de contaminação existentes no local, principalmente os focos de mosquitos e caramujos (Bortolo, 2010), e conseqüentemente a área passou por uma intensa urbanização com residências de classe alta, seguido de um período repentino de adensamento populacional na área oeste da bacia (Zanon, 2021).

Posteriormente outros trechos foram represados, resultando nos lagos Igapó II, Igapó III, Igapó IV, tornando-se uma importante área para a cidade, destinada principalmente ao lazer e turismo (Silva, 2017).

O outro elemento citado é o Parque Florestal Arthur Thomas, foi criado pela Lei Municipal nº 2.564 de 17 de setembro de 1975 e inaugurado em 1982. O Parque



está localizado na área urbana de Londrina e contempla uma área de 85,47 hectares de mata, sendo um dos últimos pontos de mata atlântica no norte do Paraná. Além de ser um importante local para regulação hídrica da BHRC (Correa, 2008)

O parque contém espécies nativas como peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), pau d'alho (*Gallesia integrifolia*), paineiras (*Chorisia speciosa*), a gurucaia (*Parapiptadeia rígida*), o ingá (*Inga sp*) e o alecrim-de-campinas (*Holocalix balansae*), entre outras espécies que complementam a alimentação dos animais que o parque abriga (SILVA, 2000).

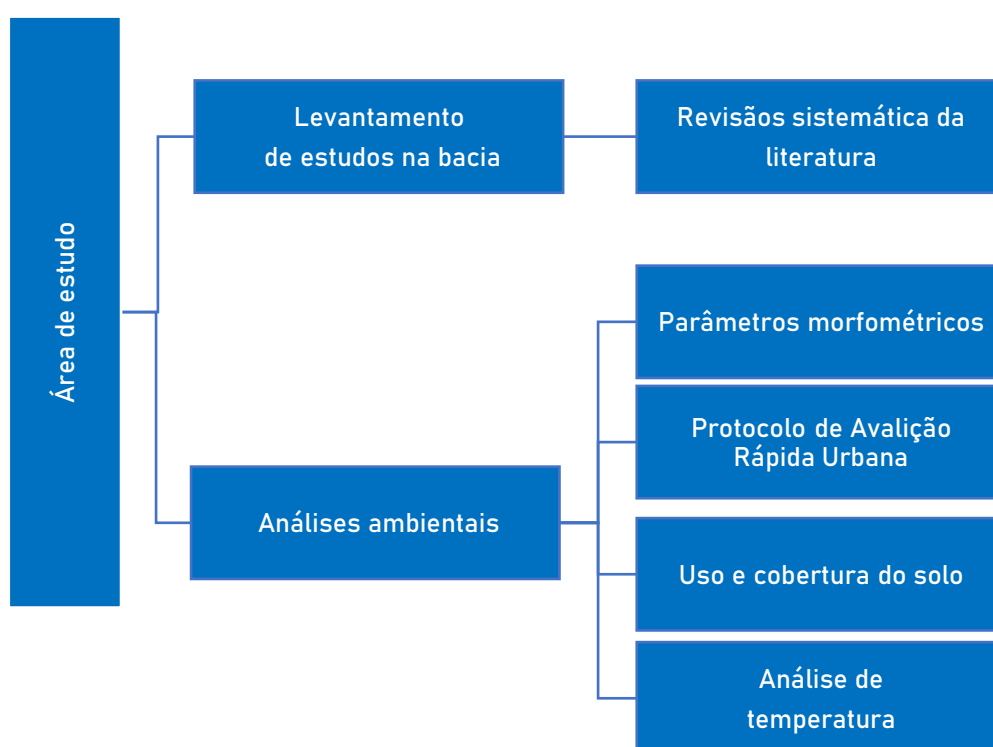
O potencial hidráulico do parque foi aproveitado para a geração de energia com a construção da Usina Cambé, que ficou ativa por 28 anos (1939 – 1967), sendo substituída pela Usina Apucarantina com potencial de geração de 9.000 kW.

Devido a sua importância no contexto do município, em 1996 tornou-se uma Unidade de Conservação, reconhecida pelo Instituto Ambiental do Paraná, com objetivo de ser uma área de proteção da fauna, da flora e das nascentes dos rios e córregos da região, além de criar condições ao desenvolvimento de pesquisas e estudos científicos.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

As etapas metodológicas aplicadas a este trabalho de pesquisa estão apresentadas na Figura 10.

Figura 10 - Etapas metodológicas realizadas no trabalho de pesquisa



Fonte: Autoria própria (2024)

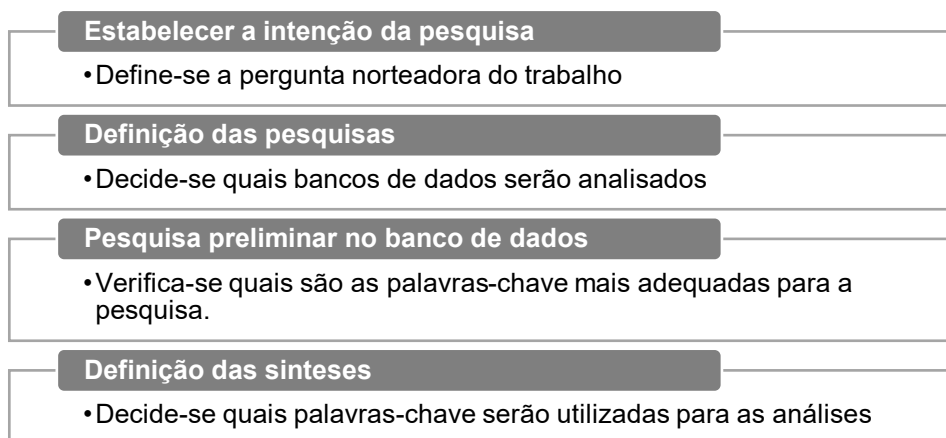
### 5.1 Revisão sistemática da literatura

A revisão sistemática da literatura teve como objetivo realizar um mapeamento de estudos ambientais na BHRC que estão associados com a influência da urbanização, buscando avaliar quais os tipos de trabalhos publicados considerando as alterações devido a urbanização na área de estudo. Para isso, realizou-se a busca de dados da literatura em artigos e trabalhos acadêmicos. Neste estudo considerou-se como “artigos” os trabalhos publicados em periódicos e os “trabalhos acadêmicos” apenas teses (doutorado) e dissertações (mestrado).

Os procedimentos iniciais para levantamento de dados para a análise sistemática da literatura foram: i) Intenção de pesquisa, ii) Pesquisa preliminar no

banco de dados, iii) Definição das sínteses e iv) Definição das pesquisas, conforme dispostos na Figura 11.

Figura 11 - Procedimentos iniciais para a análise sistemática da literatura



Fonte: Autoria própria (2024)

A pergunta norteadora do trabalho foi: “*Quais são os estudos realizados na BHRC que englobam fatores associados a urbanização?*” e a partir dessa pergunta, responder as seguintes questões relacionadas: “*Quais são os estudos que englobam diagnósticos e caracterização ambiental?*”, “*Quais são as métricas desses artigos e trabalhos acadêmicos?*”, “*Quais são os artigos mais relevantes*” e “*Quais são os temas mais estudados?*”.

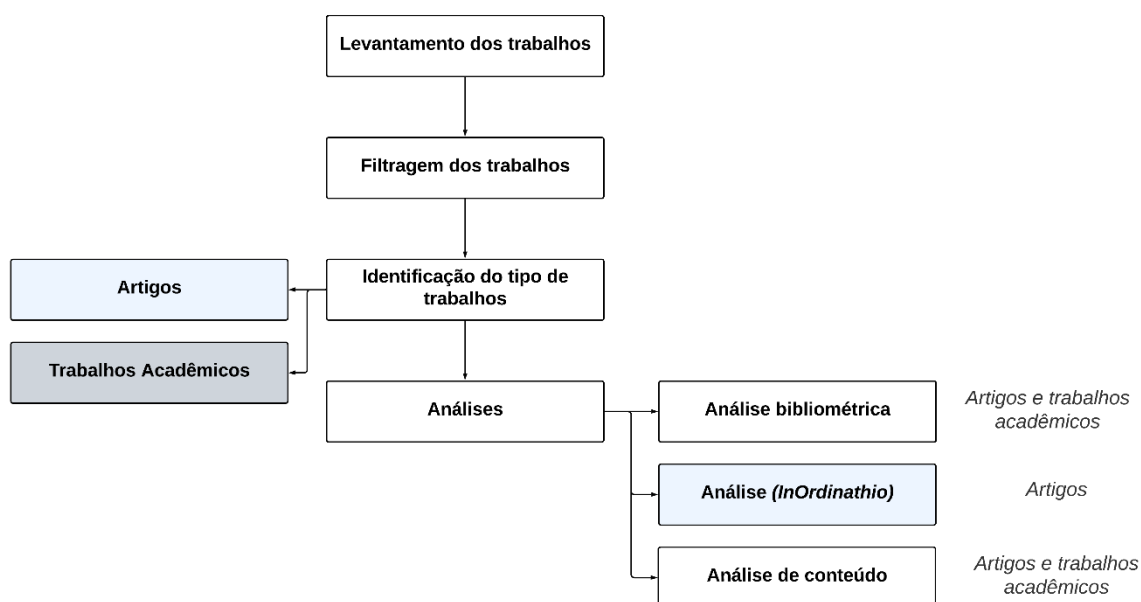
Para o levantamento de artigos, utilizou-se as bases de dados do Periódico CAPES, Scopus e Scielo, enquanto para trabalhos acadêmicos utilizou-se o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Pinto e Pedroso (2021) recomendam realizar buscas nas plataformas Scielo e Scopus de forma isolada, mesmo que o Portal Periódico Capes contemple estas bases, pois cada base utiliza algoritmos diferentes de compreensão de busca, então uma mesma combinação de termos, pode apresentar diferentes resultados entre as bases de dados.

Em seguida, realizou-se a busca preliminar nos bancos de dados, para compreender as palavras-chave que seriam utilizadas na pesquisa. A partir disso, decidiu-se pelas combinações de palavras-chave (Rio, River, Lake, Lago, Ribeirão, Cambé e Igapó), sendo uma combinação de buscas em inglês e português, alterando com diferentes tipos de lógicas booleanas, sendo: AND com o objetivo de filtrar os

trabalhos que contivessem as palavras desejadas simultaneamente, e com \*, pois este permite abranger variações da palavra.

Os procedimentos metodológicos realizados após o levantamento dos artigos e trabalhos acadêmicos estão apresentados na Figura 12.

Figura 12 - Procedimentos metodológicos realizados para análise sistemática da literatura



Fonte: Autoria própria (2024)

Após o levantamento dos artigos e trabalhos acadêmicos publicados, estes foram exportados para o Mendeley Reference Manager (2.102.0) e o JabRef (5.10) com o objetivo de realizar a etapa de filtragem dos arquivos. Esta etapa permite realizar a eliminação de arquivos duplicados, sem dados básicos (ano, autor, revista e sem título) e que não estão relacionados a BHRC. O resultado desse procedimento foi exportado para o excel e tabelados.

Após o processo de levantamento dos trabalhos, iniciou-se a etapa de filtragem. Esse passo é necessário para evitar trabalhos fora do escopo desejado. Para isso, estabeleceu-se os critérios de filtragem, sendo: i) Duplicados, ii) Fora da área de estudo, iii) Não contemple a temática da pesquisa e iv) Publicações em locais diferentes da área de estudo. Posteriormente, os arquivos foram identificados e classificados de acordo com seu tipo, sendo artigo ou trabalhos acadêmicos.

Após a identificação do tipo de trabalho, foram realizadas as análises. Para esta etapa, foram adotados três métodos de Revisão Sistemática da Literatura, sendo

Análise Bibliométrica, Análise InOrdinatio (Pagani, Kovaleski, Resende, 2015 e atualizado por Pagani *et al.*, 2022) e Análise de Conteúdo (Bardin, 1977).

### 5.1.1 Análise bibliométrica

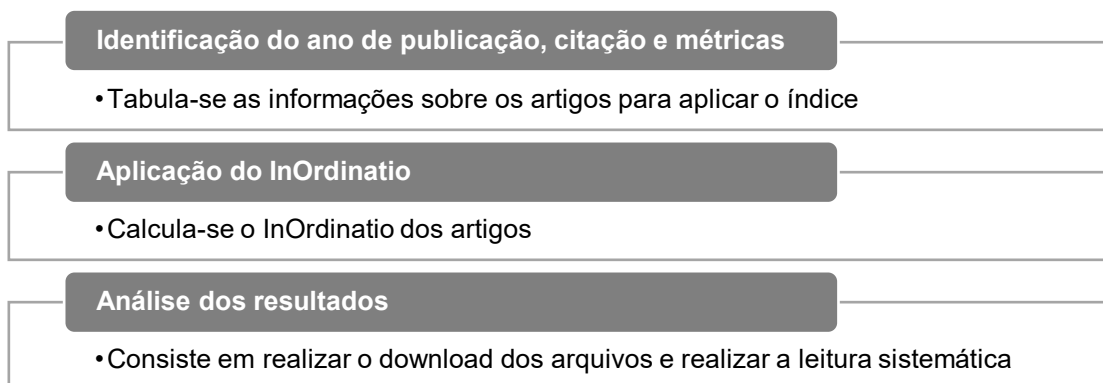
A análise bibliométrica permite a compreensão do estado da ciência e tecnologia registrada em um determinado repositório (Soares *et al.*, 2016). Para isso, utilizou-se a combinação dos arquivos de artigos e trabalhos acadêmicos, pois o objetivo foi realizar o levantamento das informações de: i) ano de ocorrência, ii) veículo de publicação, iii) rede de interação dos autores, iv) ocorrência de palavras-chave nos títulos. As informações foram tratadas utilizando o software Microsoft Excel e VOSviewers.

### 5.1.2 Análise InOrdinatio

Com o conjunto de dados referentes aos artigos, foi realizado a análise do Índice Ordinatio (InOrdinatio), conforme proposto inicialmente por Pagani, Kovaleski e Resende (2015) e atualizado por Pagani *et al.* (2022). O processo de classificação dos periódicos com este método permite classificar de acordo com sua relevância científica, ou seja, quanto maior o valor do InOrdinatio, maior sua relevância para o portfólio.

A técnica conta com as etapas ilustradas na Figura 13. A análise InOrdinatio é uma sistemática da literatura baseada em fator de impacto, ano de publicação e número de citações do artigo (Equação 10). Vale ressaltar que o índice permite que o pesquisador defina o valor dos pesos de cada atributo ( $\Delta$ ,  $\lambda$ ,  $\Omega$ ), levando em conta qual métrica considerada é mais importante, sendo 10 extremamente importante e 0 nada importante. Aplicou-se o peso 10 para todos os atributos, para compreender os artigos mais relevantes e atuais.

Figura 13 - Procedimentos para determinação do Índice InOrdinatio



Fonte: Autoria própria (2024)

$$InOrdinathio = \left\{ [\Delta * (IF)] - \left[ \lambda * \left( \frac{RY - PY}{CHL} \right) \right] + \Omega * \left[ \frac{Ci}{(RY + 1) - PY} \right] \right\} \quad (10)$$

Onde:

$\Delta$ : valor de 0 a 10

$\lambda$ : valor de 0 a 10

$\Omega$ : valor de 0 a 10

RYr: ano em que a pesquisa foi desenvolvida;

PY: ano em que o documento foi publicado;

CHY: Quantidade de citações

A partir da classificação, o pesquisador pode definir quantos trabalhos utilizará em sua pesquisa para discutir. No presente estudo, os artigos serão mostrados a partir de um intervalo contínuo e os que apresentaram o InOrdinatio maior que 40%, foram analisados na íntegra.

### 5.1.3 Análise de Conteúdo

A análise qualitativa do material foi realizada a partir da proposta de Análise de Conteúdo (Bardin, 1977), que consiste na leitura do material, identificação das classes, ou seja, identificação do material de acordo com sua classificação e tratamento e análise do material. A partir desse resultado, foi possível compreender a variedade de estudos realizados na BHRC.

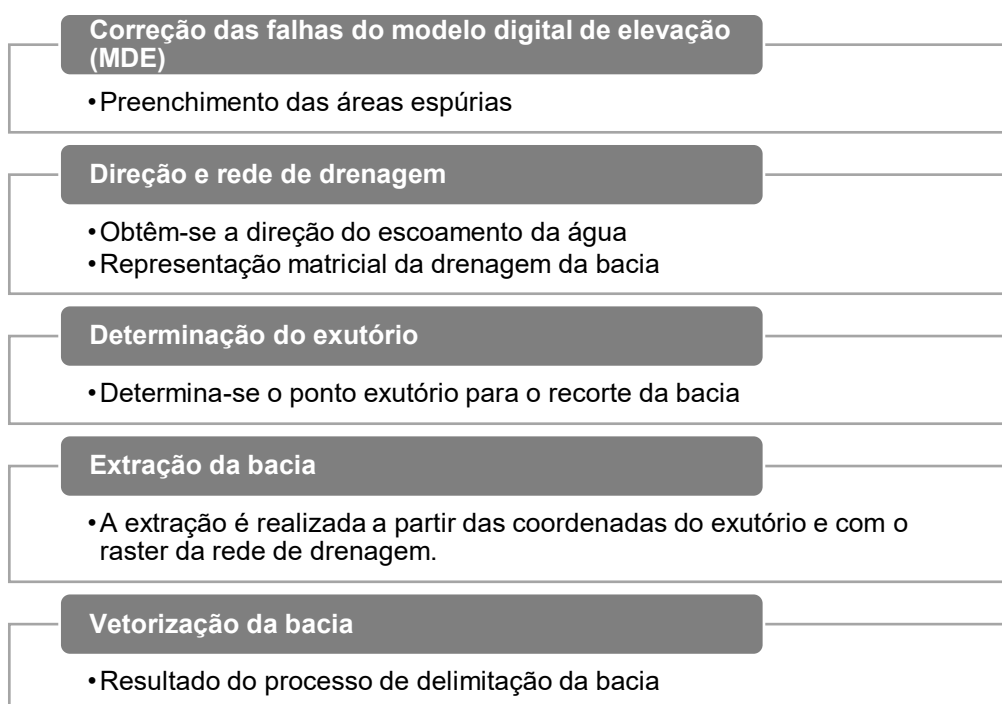
## 5.2 PADRONIZAÇÃO DOS DADOS E DELIMITAÇÃO DA BACIA PARA AS ANÁLISES AMBIENTAIS

Esta etapa consiste em um procedimento que tem como objetivo realizar a padronização e delimitação da área de estudo. Estes dados foram utilizados para a realização das análises de caracterização morfométrica, espacialização dos resultados do PARU, análise de uso e cobertura do solo e análises da TST.

Os dados de Sistema de Informação Geográfica (SIG) foram padronizados no Datum de Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS - 2000), conforme a recomendação sugerida no “Wokshop Internacional para Implementação do Quadro de Referência Geodésica Global da América Latina” (SIRGAS, 2019). Para este estudo, foi utilizado o Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) no fuso da região de Londrina (22S).

A delimitação da área da bacia do BHRC foi realizada no software Qgis (Versão Desktop 3.23.3) com auxílio do plugin Grass-Project (2013). A técnica de delimitação conta com as etapas ilustradas no diagrama da Figura 14.

Figura 14 - Processos de delimitação da bacia



Fonte: O autor (2024), adaptado de Sobrino *et al.*, (2010)

Como dado de entrada, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) (Hawker *et al.*, 2022). O MDE é uma representação matricial, onde cada pixel tem um

valor de altitude referente a superfície topográfica considerando seus elementos geográficos existentes, tais como edificações (IBGE, 2018). A atualização do MDE pelo FABDEM (*Forest And Buildings removed Copernicus DEM*) (Hawker *et al.*, 2022) desconsidera valores de altitudes dos edifícios e florestas e apresenta uma resolução espacial de 30 metros.

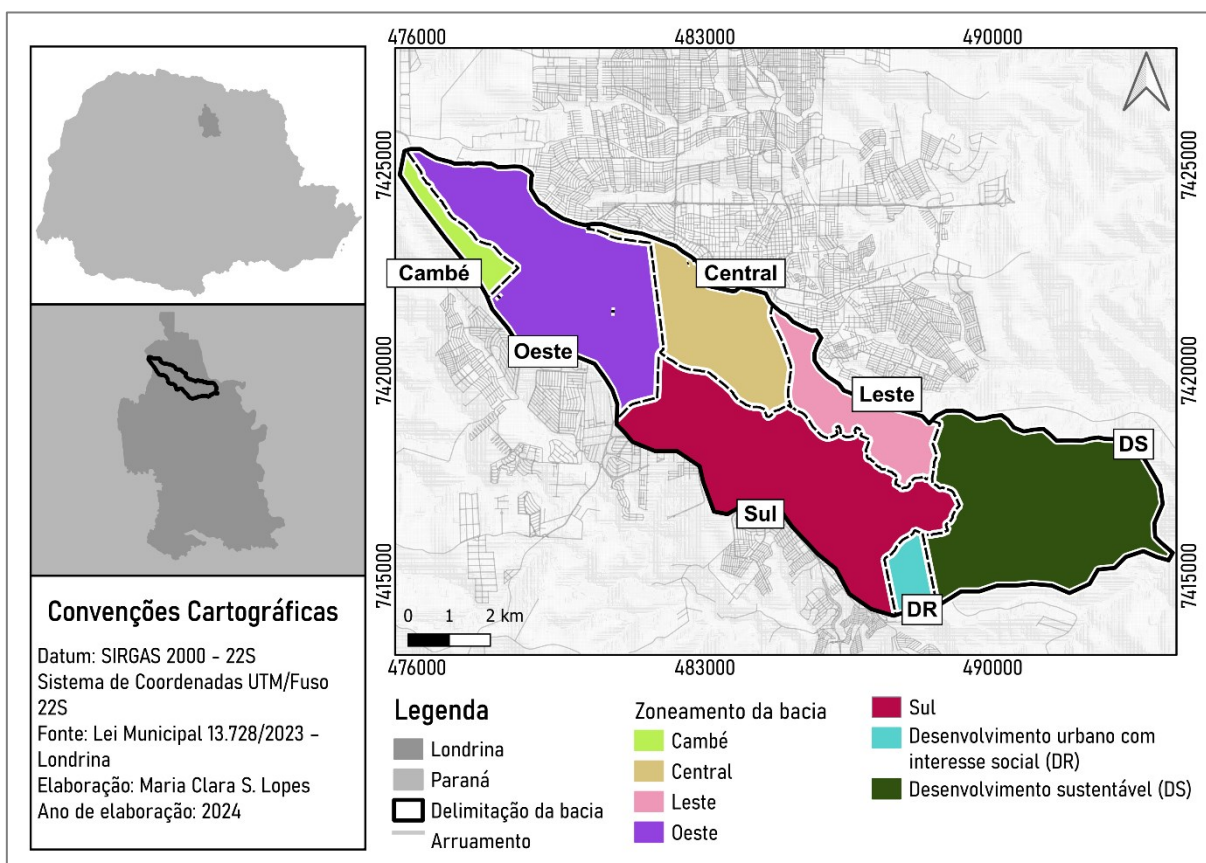
Inicialmente, realizou-se o processo de correção das falhas do MDE. As falhas ocorrem pela diferença de elevação e cota, assemelhando-se a uma depressão, esse processo é realizado pela função “*r.fill.dir*”, que utiliza a interpolação de vizinho mais próximo (Sobrinho *et al.*, 2010).

A direção e rede de drenagem foram determinadas pelo “*r.watershed*”, onde tem-se os produtos de direção do escoamento da água e a representação matricial da drenagem, respectivamente (Santos; Lollo; Mauad, 2014). Com o produto da rede de drenagem, determina-se o ponto-coordenada do exutório para a delimitação da bacia para o processo de extração “*r.water.outlet*” e por fim, a bacia foi vetorizada.

Para facilitar a localização dos locais que sofreram alterações na paisagem, a bacia foi dividida de acordo com a Lei Municipal 13.728/2023, recortando para a BHRC, tendo como produto sete regiões: Cambé (referente a porção da cidade que está inserida na bacia), Oeste, Central, Sul, Leste, DS (área de expansão de desenvolvimento sustentável) e DR (área de expansão de desenvolvimento urbano com interesse social). A divisão está representada na Figura 15 e será utilizada para as análises de uso e cobertura do solo e TST.



Figura 15 - Divisão da BHRC de acordo com a Lei Municipal 13.728/2023



Fonte: Autoria própria (2024)

### 5.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA

A partir dos produtos gerados pelo item 5.2, realizou-se os cálculos morfométricos da BHRC com o software Qgis (Versão Desktop 3.26.3). Calculou-se área, perímetro, declividade (Embrapa), hipsometria, amplitude altimétrica máxima, perfil longitudinal, comprimento do curso principal, comprimento total do curso d'água e hierarquia fluvial e em seguida as demais características morfométricas descritas no Quadro 5.

Quadro 5 – Fórmulas utilizadas na caracterização morfométrica na BHRC

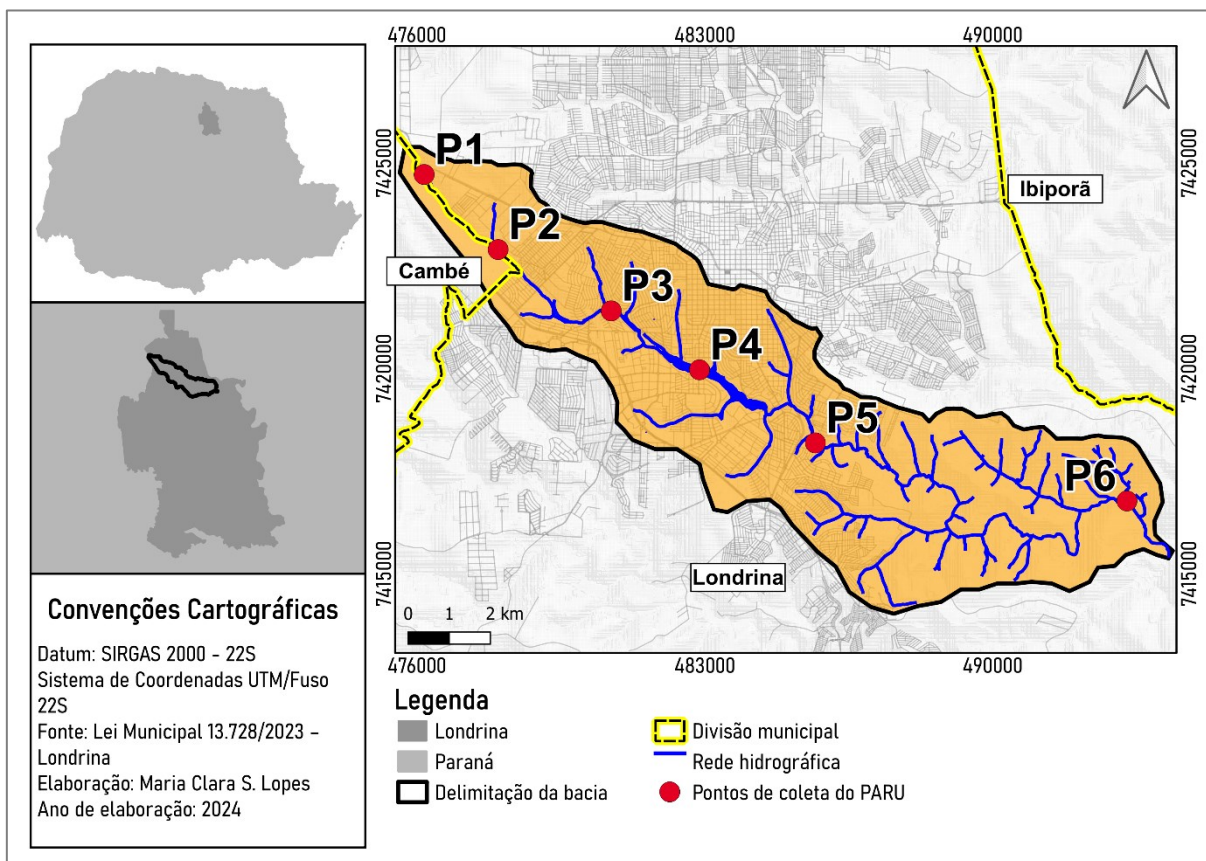
Parâmetro	Característica morfométrica	Fórmula	Referência
Geometria	Fator de forma	$Kf = \frac{A}{L^2}$ A = Área de drenagem (m <sup>2</sup> ) L = Comprimento do eixo da bacia, (m)	Horton (1945)
	Coefficiente de compacidade	$Kc = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$ P = Perímetro (m) A = Área de drenagem (m <sup>2</sup> )	Lima (1996)
Rede de drenagem	Índice de Circularidade	$Ic = \frac{12,57 * A}{P^2}$ P = Perímetro (m) A = Área de drenagem (m <sup>2</sup> )	Christofolletti (1974)
	Densidade de drenagem	$Dd = \frac{Lt}{A}$ Lt = Comprimento total de todos os canais (km) A = Área de drenagem (m <sup>2</sup> )	Villela, Matos (1975)

#### 5.4 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS URBANOS (PARU)

Para a aplicação do formulário do PARU, utilizou-se os critérios estabelecidos no Quadro 4, em que foi possível avaliar *in loco* a estabilidade da margem, presença e estado de conservação da mata ciliar, ocupação das margens do rio, resíduos sólidos, esgoto doméstico e efluente natural, alterações antrópicas no canal fluvial, deposição de sedimentos, substratos e/ou habitat disponíveis, soterramento e presença de animais.

Os dados foram anotados em uma planilha e realizou-se registros fotográficos dos locais em que foram aplicados o PARU. A escolha dos pontos de amostragem para o PARU foi realizada em seis locais distribuídos ao longo do perfil longitudinal da bacia (Figura 16).

Figura 16 - Localização dos pontos para aplicação do PARU na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: Autoria própria (2024)

A escolha dos pontos foi realizada a partir de visitas prévias na área em estudo. Os pontos escolhidos para amostragem foram: área de nascente, local com alta influência urbana, Lago Igapó III, Lago Igapó IV, área com formação florestal (Parque Estadual Arthur Thomas) e área rural (Quadro 6).

Quadro 6 – Pontos de aplicação do PARU na BHRC

Ponto	Coordenadas		Características
	E	N	
P1	476177,850	7424717,745	Nascente
P2	477976,197	7422892,325	Alta influência urbana
P3	480724,285	7421400,422	Lago Igapó III/Alta influência urbana
P4	482872,476	7419966,681	Lago Igapó IV/Alta influência urbana
P5	485646,815	7418297,181	Parque Arthur Thomas/Formação florestal
P6	493266,919	7416775,971	Área rural

Com o objetivo espacializar a visualização das métricas atribuídas para a bacia, aplicou-se a técnica de interpolação das variáveis pelo método Inverso da Distância Ponderada (IDW) (Equação 11), a partir dos parâmetros observados e a posição geográfica do ponto amostral. Para isso, utilizou-se o software Qgis (Versão desktop 3.26.3).

$$\hat{Z} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^p} * Z_i \right)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \quad (11)$$

Onde

$\hat{Z}$  – Valor interpolado

Z – Valor medido no ponto i

d – Distância ao ponto i

p – Expoente de ponderação

n – Número de pontos usados no cálculo

## 5.5 USO E COBERTURA DO SOLO

O uso e cobertura do solo foi realizado a partir dos mapas de cobertura do solo disponíveis na plataforma MapBiomas (Coleção 7.0) para o uso público, no período de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2021. Após a aquisição das imagens, realizou-se o recorte da bacia a partir do resultado do processo de delimitação (item 5.2) e calculou-se a área de cada classificação da cobertura do solo.

As classes originais de uso do solo do MapBiomas foram agrupadas em quatro categorias principais: Área urbana, Ambiente Aquático, Área rural e Formação florestal (Quadro 7).

Quadro 7 – Descrição das categorias, subcategorias e formação de uso e ocupação do solo

<b>Categorias</b>	<b>Subcategoria</b>
Área Urbana	Área urbana
Ambiente aquático	Rio, lagos
Área rural	Outras lavouras perenes
	Outras lavouras temporárias
	Café
	Soja
	Silvicultura
	Pastagem
	Cana
	Mosaico de usos
Outras áreas não vegetadas	
Formação florestal	Formação florestal

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2023)

Para ilustrar a dinâmica do uso e cobertura do solo ao longo dos trinta e seis anos, utilizou-se o Diagrama de Sankey que permite expressar um fluxo de transição (ganhos e perdas) a partir da representação de linhas e setas semelhantes a intensidade das transições. As barras representam a quantidade de área de imagem que permanecem ou mudam de classe ao longo do tempo analisado, sendo a largura expressa pela quantificação de mudança de classe. Dessa forma, o diagrama representa a quantidade de pixels na imagem que mudou ou permaneceu na mesma classe no intervalo temporal analisado (Sena-Souza *et al.*, 2022).

## 5.6 ANÁLISE DE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE (TST)

Para a elaboração do produto de TST, utilizou-se como fonte de dados as bandas vermelho, infravermelho próximo e termal da série de satélites Landsat, disponibilizados pelo United States Geological Survey (USGS, 2024).

As imagens de satélites foram escolhidas seguindo os critérios de: uso da série de satélite mais recente dentro do ano analisado, baixa cobertura de nuvem, e dentro das mesmas estações do ano.

A escolha dos anos para análise da TST seguiu os anos escolhidos para análise de uso e cobertura do solo (1985, 1995, 2005, 2015 e 2021).

No entanto duas imagens apresentaram conflitos, sendo a de 1995 e 2015. Para o ano de 1995, não foi possível encontrar imagens com uma baixa cobertura de nuvens próximos as datas escolhidas, então este ano não foi analisado no contexto de temperatura de superfície. Para o ano de 2015, as imagens do Landsat 8 também apresentavam alta cobertura de nuvem, impedindo sua utilização, mas foi possível utilizar a série Landsat 7. A relação de satélite e ano são apresentados no Quadro 8, seguido das informações de suas respectivas bandas.

Quadro 8 – Satélites Landsat utilizados e suas respectivas bandas.

Satélite	Ano	Resolução espectral ( $\mu\text{m}$ )		
		Vermelho	Infravermelho próximo	Infravermelho termal
Landsat 5	1985	0,63 – 0,69	0,760 – 0,900	10,4 – 12,5
Landsat 7	2005 e 2015	0.63 – 069	0.760 - 0.900	10.4 - 12.5
Landsat 8	2021	0.63 - 0.68	0.845 - 0.885	10.3 - 11.3

Fonte: Autoria própria (2024)

Para o cálculo da TST, utilizou-se a metodologia conforme proposto por Sobrino *et al.*, (2004) e Avdan e Jovanovska (2016), que utilizam o NDVI e o Fator de cobertura para o cálculo da emissividade. Este método foi escolhido para evitar a homogeneidade dos resultados referentes ao uso e cobertura do solo. As etapas realizadas estão indicadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Etapas para cálculo da TST

Etapa	Método (Item 3.5)
1 Radiância em números digitais	Equação 4
2 Conversão em temperatura de brilho	Equação 5
3 Cálculo do NDVI	Equação 6
4 Fator de Cobertura (Fc)	Equação 7
5 Emissividade	Equação 7
6 Temperatura de superfície terrestre	Equação 8

Fonte: Autoria própria (2024)

Os coeficientes de conversão estão organizados no Quadro 10. Os coeficientes são metadados disponibilizados pela USGS, junto com as bandas espectrais.

Quadro 10 - Metadados das imagens de satélites utilizadas

Datas	Banda termal		K	
	Radiância Multiplicativa	Radiância Aditiva	K1	K2
12/01/1985	5,54E-02	1,18243	607,76	1260,56
20/02/2005	6,71E-02	-0,06709	666,09	1282,71
23/01/2015	6,71E-02	-0,06709	666,09	1282,71
12/01/2021	3,34E-04	0,1	774,885	1321,0789

Fonte: Autoria própria (2024)

Após a elaboração das figuras com os dados de TST espacializados na BHRC, foi identificado os valores extremos de TST. Estes locais foram destacados e comparados, visualmente, com suas respectivas imagens com uma composição de “falsa cor”, para identificar conjuntos alvos da imagem (como agricultura, água, mata, pastagem e vegetação).

A fim de verificar estatisticamente a correlação entre o uso e cobertura do solo com a temperatura, foram cruzadas as informações preestabelecidas pelos pontos amostrais aleatórios na bacia formados pelo comando “*Pontos aleatórios em polígonos*” do Qgis 3.23.3, respeitando o valor mínimo de pelo menos 25 pontos amostrais em cada classe do solo (Apêndice 1).

O teste Kruskal-Wallis foi aplicado para verificar se houve diferença significativa entre as medianas dos grupos de classe de solo (área rural, área urbana, formação florestal e ambiente aquático). O teste de Kruskal-Wallis é um método não paramétrico utilizado para comparar três ou mais populações. Ele é usado para testar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes. Se o valor- $p \leq 0,05$ , então a hipótese nula pode ser rejeitada. Como teste de *pos hoc* foi utilizado o teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner para identificar os grupos diferentes. A análise foi realizada no *software* Jamovi (2022).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Os resultados das buscas pelas palavras-chave estão dispostos na Tabela 3, em que inicialmente foram encontrados 440 arquivos, sendo 267 artigos e 173 trabalhos acadêmicos.

Tabela 3 - Número de resultados retornados por palavra-chave em cada base de dados

Combinação das palavras chaves	Repositórios				
	Artigos			Trabalhos acadêmicos	
	Periódico CAPES	Scielo	Scopus	Mestrado	Doutorado
Ribeirão Cambé	12	1	1	26	5
Bacia Cambé	11	1	2	21	8
Lago Igapó	44	3	10	32	10
Cambé Lake	6	0	1	0	0
Igapó Lake	76	2	43	5	0
Lago AND Cambé AND Londrina	6	0	0	3	0
Lake AND Cambé AND Londrina	5	0	1	0	0
Ri* AND Cambé AND Londrina	46	2	6	51	12
<b>Total</b>	<b>194</b>	<b>9</b>	<b>64</b>	<b>138</b>	<b>35</b>

Fonte: Autoria própria (2024)

A partir da revisão sistemática da literatura foi possível identificar “*Quais são os estudos realizados na BHRC que englobam fatores associados a urbanização*” e que englobam diagnósticos e caracterização ambiental.

As etapas e os resultados do processo de filtragem utilizados na revisão sistemática estão dispostos no Quadro 11. Foram identificados 69 trabalhos para leitura, sendo 32 artigos e 37 trabalhos acadêmicos, divididos em 35 dissertações e 4 teses.



Quadro 11 - Etapas e resultados do processo de filtragens utilizados na revisão

	<b>Artigos</b>	<b>Trabalhos acadêmicos</b>
Pesquisa	Referências identificadas: 267, sendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periódico Capes: 194</li> <li>• <i>Scielo</i>: 9</li> <li>• <i>Scopus</i>: 64</li> </ul>	Referências identificadas: 173, sendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mestrado: 138</li> <li>• Doutorado: 35</li> </ul>
Filtragem	Excluídas: 235, sendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Duplicados: 138</li> <li>• Livro: 1</li> <li>• Local de estudo: 93</li> <li>• Tema: 3</li> </ul>	Excluídas: 136, sendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Duplicados: 61</li> <li>• Local de estudo: 39</li> <li>• Tema: 36</li> </ul>
Análise	Selecionados: 32	Selecionados: 37, sendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mestrado: 33</li> <li>• Doutorado: 4</li> </ul>

Fonte: Autoria própria (2024)

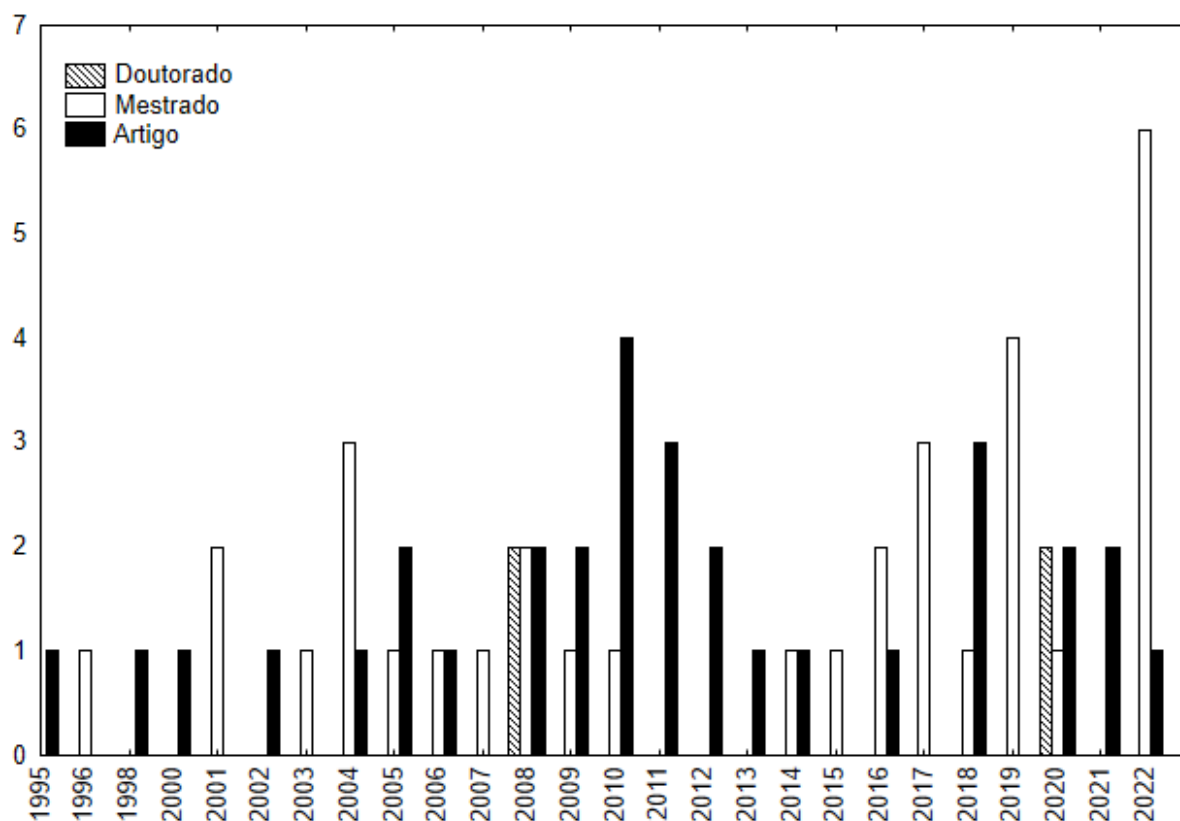
### 6.1.1 Análise Bibliométrica

Ao realizar a análise temporal dos artigos e trabalhos acadêmicos selecionados (Figura 17) foi encontrado como o mais antigo a publicação de 1995, com o artigo Carta de solos da BHRC na área urbano-rural de Londrina, Paraná, publicado por Geraldo César Rocha na Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas (Rocha, 1995). O trabalho teve como objetivo realizar o detalhamento dos tipos de solos presentes na BHRC, seguidos das suas análises físicas e químicas.

Cerca de 90% dos trabalhos acadêmicos são provenientes de dissertações de mestrado, sendo 45% da Universidade Estadual de Londrina (UEL), 27% da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 12% da Universidade de São Paulo (USP), 6% da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) e os demais da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Universidade Federal do Paraná – (UFPR) e Instituto Água e Terra (IAT). Enquanto os demais 10% de teses da UEL (75%) e UEM (25%). Destaca-se o ano de 2022, que se totalizou 6 trabalhos acadêmicos de mestrado, realizados na UTFPR (4) e UEL (2).

Entre as publicações em periódicos, 13% são de revistas internacionais (Environmental Toxicology and Pharmacology, Comparative Cytogenetics e Ecological Modelling). Dentre as revistas nacionais, a revista Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, vinculada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG) da UEL, conta com 15,56% das publicações levantadas a partir da revisão.

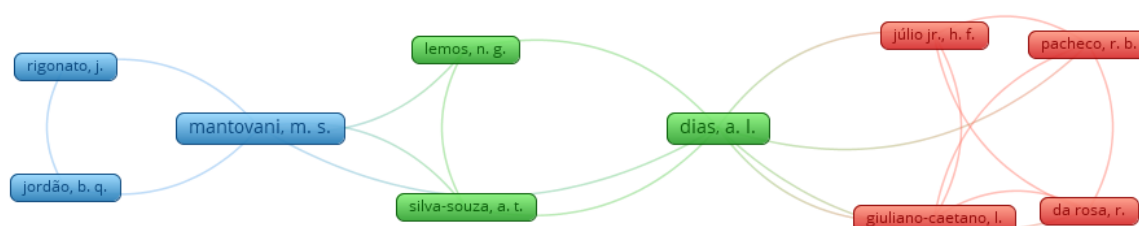
Figura 17 - Análise temporal das publicações e trabalhos acadêmicos



Fonte: Autoria própria (2024)

Com o auxílio do Vosviwers, foi possível observar as redes de interações de autores (Figura 18) A rede de interação de coautoria foi realizada a partir dos artigos e trabalhos acadêmicos contendo o nome dos autores de cada material. A rede de interação de autores ilustra a existência de três cluster (grupos) de redes, e os autores Mantovani, M. S e Dias, A. L são os responsáveis por interligar os três grupos de pesquisadores, ambos do Departamento de Biologia Geral, do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina.

Figura 18 - Rede de interação de autores

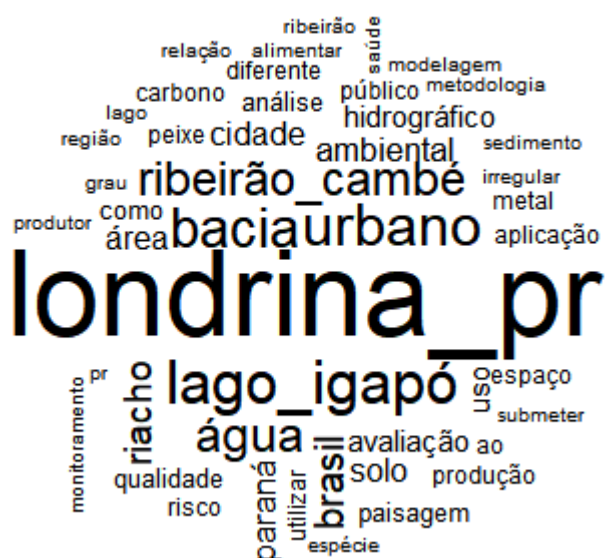


Fonte: Autoria própria (2024)

Extraiu-se as palavras-chave que apareceram nos títulos, resultando em uma nuvem de palavras (Figura 19). Nesse processo, as palavras-chave foram agrupadas e organizadas graficamente de acordo com a sua frequência, facilitando sua identificação, no entanto as palavras foram organizadas de forma aleatória, mas as mais frequentes aparecem maiores do que as outras, demonstrando seu destaque nos títulos utilizados na análise (Kami *et al.*, 2016).

As palavras mais empregadas nos artigos e trabalhos acadêmicos foram termos de localização, sendo: Londrina (37), Lago\_Igapó (17), Ribeirão\_Cambé (13) e Brasil (10) caracterização da área de estudo, tais como: Urbano (16), Bacia (15) e Água (10). Os títulos com o termo “Lago Igapó”, “Londrina” e “Ribeirão Cambé” foram transcritos para “Lago\_Igapó”, “Londrina\_PR” e “Ribeirão\_Cambé”, por pertencerem a uma mesma sentença.

Figura 19 - Nuvem das palavras-chaves utilizadas nos títulos dos trabalhos



Fonte: Autoria própria (2024)

Com a análise bibliométrica dos trabalhos, respondeu-se à pergunta “*Quais são as métricas desses artigos e trabalhos acadêmicos?*”, destacou-se o ano de 2022 por apresentar 7 publicações, sendo 1 artigo e 6 trabalhos acadêmicos. A rede de autores identificou a parceria de publicações entre pesquisadores do Departamento de Biologia Geral, do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, sendo responsáveis por interligar grupos de pesquisas. Com a nuvem de

palavras, percebe-se que a palavra-chave mais utilizada nos títulos foi “Londrina”, referindo-se à localização geográfica da bacia.

### 6.1.2 Análise InOrdinatio

Com os dados referentes aos artigos publicados, foi realizado o cálculo do InOrdinatio. A disposição dos artigos de acordo com o Índice InOrdinatio pode ser visualizada no Quadro 12.

Quadro 12 - Disposição dos artigos de acordo com o Índice InOrdinatio

InOrdinatio	Referências
100 a 80	Lemos <i>et al.</i> , (2005); Oliveira & Bennemann (2005)
80 a 60	-
60 a 40	Romeiro <i>et al.</i> , (2011); Winkaler <i>Et al.</i> , (2008) e Rigonato, Mantovani & Jordão (2009)
40 a 20	Yabe & Oliveira (1998)
20 a 0	Dias <i>et al.</i> , (2011); Ferraz <i>et al.</i> , (2021); Soares <i>et al.</i> , (2011); Pardo <i>et al.</i> , (2012); Romeiro <i>et al.</i> , (2018); Ishikawa <i>et al.</i> , (2009); Schuroff, <i>et al.</i> , (2014); Alves Junior E Osvaldo (2020)
0 a -20	Dalto, <i>et al.</i> , (2022); Oricolli & Bennemann (2006); Olak, <i>et al.</i> , (2020); Lopes, <i>et al.</i> , (2002); Santos E Lopes (2010); Bortolo, (2010); Usso, <i>et al.</i> , (2018); Santos, Deus e Grizio-Orita (2018); Polidoro & Barros (2012); Bortolo (2016); Andrello, Appoloni e Guimarães (2004); Jebai <i>et al.</i> , (2009); Pantaleão (2013); Bortolo E Fresca (2010) e Melquiades <i>et al.</i> , (2008)
-20 a -40	Aragão, P. (2000) e Rocha (1995).

Fonte: Autoria própria (2024)

Os artigos com maiores índices InOrdinatio (>40) foram:

a) *Evaluation of environmental waters using the comet assay in Tilapia rendalli*, (InOrdinatio = 94,73) publicado por Lemos *et al.*, (2005) na Environmental Toxicology and Pharmacology em 2005, em que foi realizado o biomonitoramento de *Tilapia rendalli*, coletadas no Lago Igapó II, para testar se a espécie é um bom indicador de genotoxicidade ambiental.

b) Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil (InOrdinatio = 91,36) de Oliveira & Bennemann (2005) publicados na Biota neotropical. O trabalho avaliou as variações qualitativas e quantitativas das espécies de peixes e seus respectivos recursos alimentares consumidos e comparou-se com as alterações ambientais de cada ponto amostrado na BHRC.

c) *Local calibration of coliforms parameters of water quality problem at Igapó I Lake, Londrina, Paraná, Brazil* (InOrdinatio = 59,51) de Romeiro *et al.*, (2010) disponível em Ecological Modelling. No trabalho, apresentou-se os resultados relativos à calibração de parâmetros de qualidade da água do Lago Igapó I, com o uso de coliforme totais.

d) *Biomarcadores histológicos e fisiológicos para o monitoramento da saúde de peixes de ribeirões de Londrina, Estado do Paraná* (InOrdinatio = 57,01) de Winkaler *et al.*, (2008) disponível na Acta Scientiarum: Biological Sciences, analisou duas espécies de peixes (*Astyanax altiparanae* e *Astyanax fasciatus*), coletadas nos ribeirões Cambé, Três Bocas, Apertados e córrego Capivara. O estudo identificou alterações histológicas e fisiológicas nos lambaris da BHRC e do córrego Capivara, comprometendo tanto a saúde dos lambaris como a qualidade da água

e) *Detection of genotoxicity of water from an urbanized stream, in Corbicula fluminea (Mollusca) (in vivo) and CHO-K1 cells (in vitro) using comet assay* (InOrdinatio = 42,46) de Rigonato, Mantovani & Jordão (2009) publicado na *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. O estudo detectou a genotoxicidade da água e a partir disso identificou danos no DNA de células *in vivo* e *in vitro*, indicando presença de contaminantes em todos os pontos da bacia que foram estudados.

### 6.1.3 Análise de conteúdo

Ao realizar a análise de conteúdo dos trabalhos selecionados, foi possível identificar seis categorias de trabalhos, conforme apresentado no Quadro 13.

A categoria “*Microrganismos e fauna*” abrangem os estudos que utilizaram microrganismos ou animais como fonte de estudo, tal como Araújo (2020), que identificou espécies de peixes bioindicadoras de riachos com diferentes graus de urbanização e avaliou os atributos ecomorfológicos e tróficos destes peixes. Também há estudos com ênfases para espécies invasoras, como o caso de Ferraz *et al.*, (2021) que identificou a presença de mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*, Dunker, 1857). Estes trabalhos servem de base para propostas de ações de manejo para a conservação da fauna local e permitem a compreensão de como os processos de urbanização podem afetar as relações ecológicas das espécies.

Quadro 13 - Classificação dos arquivos referentes as categorias

<b>Categoria</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Referências</b>
Microrganismos e fauna	20	Alves (2019); Araújo (2020); Camargo (2004); Castro (2022); Ferraz <i>et al.</i> , (2021); (Bennemann & Oricolli, 2006); Jebai <i>et al.</i> , (2009); Lemos, Dias, Souza, Mantovani (2005); Lopes, Zequi, Nunes, Oliveira, Neto, Rodrigues (2002); Oliveira & Bennemann (2005); Oliveira (2004); Oricolli (2003); Pacheco <i>et al.</i> , (2011); Pacheco (2008); Rigonato, Mantovani, Jordão (2010); Schuroff <i>et al.</i> , (2014); Silva (2017); Soares <i>et al.</i> , (2011); Usso <i>et al.</i> , (2018) e Winkaler, Silva, Galindo, Martinez (2008)
Geoprocessamento, modelagem ou aplicações de métodos numéricos	16	Junior & Osvaldo (2020); Andrello, Appoloni, Guimarães (2004); Santana (2014); Aragão (2000); Chang (2016); Duarte (2022); Galvao (2019); Gatzke (2017); Ishikawa <i>et al.</i> , (2009); Pardo, Natti, Romeiro, Cirilo (2012); Pardo (2009); Romeiro, Mangili, Costanzi, Cirilo, Natti (2018); Santos (2006); Sowinski (2019) e Venturin (2022);
Gestão ambiental	13	Amanthea (2004); Arantes (2020); Bortolo, Fresca (2010); Bortolo (2010); Bortolo (2016); Faria (2008); Acosta (2015); Vacário (2022); Santos & Lopes (2010); Pantaleão (2013); Peterlini (2022); Polidoro & Barros (2012) e Santos, Deus, Grizio-Orita (2018)
Qualidade da água	10	Curioni (2022); Gaspar (2016); Gibotti (1996); Guimaraes (2020); Marcucci (2017); Melquiades <i>et al.</i> , (2008); Noale (2007); Romeiro, Castro, Cirilo, Natti (2011); Soares (2008) e Yabe & Oliveira (1998);
Aspectos de paisagem	6	Buchmann (2001); Dalto <i>et al.</i> , (2022); Faria (2001); Maeda (2008); Olak, Leão, Cifuentes, Meneguetti (2020) e Uehara (2005);
Outros	4	Bortolo (2010); Oliveira (2018); Rocha (1995); Santos (2019)

Fonte: Autoria própria (2024)

A categoria relacionada a área “*geoprocessamento, modelagem ou aplicação de métodos numéricos*” abrange os trabalhos cujo objetivo é realizar análises físicas ou multitemporais na bacia, que exigem *software* de processamento de dados. São exemplos dessa categoria Chang (2016), que realizou uma análise do uso e cobertura do solo no período de 1975 a 2015 e correlaciona esses dados com atributos morfológicos da bacia para entender a relação com os processos de inundações urbanas. Também há trabalhos que consideram simulações, como Alves-Junior & Osvaldo (2022) que mapeiam as áreas de riscos da bacia, caso haja um rompimento da barragem. Dessa forma, esta categoria apresenta estudos que propuseram diferentes formas de modelagens para entender as alterações na bacia em razão dos processos de urbanização.

Na “*gestão ambiental*”, considerou-se os trabalhos que construíram análises de intervenções ambientais (Polidoro, 2012), monitoramento de resíduos sólidos (Santos, 2018), diferentes aspectos sobre o crescimento urbano da cidade (Polidoro

& Barros, 2012; Pantaleão, 2013; Bartolo, 2016). Estes estudos servem como subsídios para guiar formas de desenvolvimento urbano de forma sustentável, trazendo diferentes abordagens levando em considerações as diferenças ambientais, sociais e econômicas da região.

Os arquivos categorizados em “*Qualidade da água*” envolve as pesquisas que tiveram como objetivo realizar ou propor metodologias que possibilitam a análises físico-químicas realizadas na bacia, tais como os autores Melquiades *et al.*, (2008), onde realizaram o monitoramento de metais pesados com a metodologia EDXRF e Curioni (2022), que realizou a avaliação da qualidade da água dos lagos que compõem o Igapó e seus respectivos tributários, considerando os parâmetros: temperatura, condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais, nitrogênio total, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Estes estudos são importantes para o monitoramento da qualidade do corpo hídrico, uma vez que este está propenso as alterações antrópicas.

Os trabalhos referentes a categoria relacionada aos “aspectos de paisagem” visam propostas de intervenções e manejo nas áreas verdes da bacia, destinando para espaço urbanos para fortalecer os convívios sociais com a natureza, conforme as propostas de Olak *et al.*, (2020).

Por fim, a categoria “outros” abrange os trabalhos como o de Rocha (1995) que realizou um estudo de carta de solos da BHRC na área urbano-rural, Santos (2019) que analisou diferentes formas de fósforo no solo e abordagens do Lago Igapó como um componente cultural para a cidade destinado ao lazer (Oliveira, 2018; Bortolo, 2010).

Entre os artigos, foi possível identificar “*Quais são os artigos mais relevantes*” a partir do Índice InOrdinatio e com o auxílio da Análise de Conteúdo e Análise Bibliométrica identificou-se quais temas estes artigos foram classificados e verificar as métricas do artigo.

O maior InOrdinatio foi o artigo *Evaluation of environmental waters using the comet assay in Tilapia rendalli* (InOrdinatio = 91,36). Este foi publicado na revista internacional Environmental Toxicology And Pharmacology, cujo o fator de impacto atual é 8. Vale ressaltar também que esse artigo está presente na rede de interação dos autores, tendo em vista que o autor Mantovani também esteve presente no artigo *Detection of genotoxicity of water from an urbanized stream, in Corbicula fluminea*

*(mollusca) (in vivo) and cho-k1 cells (in vitro) using comet assay* de Rigonato, Mantovani e Jordão (2010), cujo InOrdinatio foi de 42,46, ranqueando-o como quinto artigo com maior InOrdinatio. Ambos se enquadram na categoria “Microrganismos e fauna”, por utilizar espécies indicadoras da genotoxicidade da água.

O segundo artigo com maior InOrdinatio (Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil) dos autores Oliveira, D.C. e Bennemann, S.T., também presente na categoria “Microrganismos e fauna” é uma publicação em uma revista nacional, *Biota Neotropica*, com o fator de impacto 2. O terceiro artigo com maior InOrdinatio (59,51) *Local calibration of coliforms parameters of water quality problem at Igapó I Lake, Londrina, Paraná, Brazil* de Romeiro *et al.*, (2011) enquadrou-se em “Geoprocessamento, modelagem ou aplicações de métodos numéricos” na revista internacional *Ecological Modelling* com fator de impacto 3.1. Embora o artigo de Romeiro *et al.*, (2011) tenha sido publicado em uma revista com maior fator de impacto do que a da revista “*Biota Neotropica*”, o artigo de Oliveira e Benneman (2005) totalizou 175 citações, enquanto no de Romeiro *et al.*, (2011) foram 29 citações, fator que contribuiu para a diferença de InOrdinatio, tendo em vista que os parâmetros fator de impacto, ano e número de citações tiveram o mesmo peso (10).

O quarto artigo “*Biomarcadores histológicos e fisiológicos para o monitoramento da saúde de peixes de ribeirões de Londrina, Estado do Paraná*” de Winkaler, Silva, Galindo, Martinez (2008) foi publicado na *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, de pesquisadores do Departamento de Ciências Fisiológicas da UEL. O estudo também consta na categoria “Microrganismos e fauna”, por se tratar de uma pesquisa a respeito da saúde destes peixes.

Sendo assim, pode-se dizer que os estudos realizados na BHRC que englobam os fatores associados a urbanização apresentam uma ampla variedade, trazendo diferentes perspectivas e correlações entre as mais diversas variáveis. Esta diversidade permite uma compreender a área em relação as perspectivas geofísicas e ecológicas.

## 6.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA

Os resultados da caracterização morfométrica da BHRC estão dispostos na Tabela 4.



Tabela 4 - Resultado da caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé (BHRC)

<b>Característica</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Resultado</b>
Geometria	Área	73,89 km <sup>2</sup>
	Perímetro	50,48 km
	Fator de forma (Kf)	0,18
	Coefficiente de compacidade (Kc)	1,64
Relevo	Declividade	Tabela 5 e Figura 20
	Hipsometria	Figura 21
	Amplitude altimétrica máxima	249 m
	Perfil longitudinal	Figura 22
Rede de drenagem	Comprimento do curso principal	27,49 km
	Comprimento total do curso d'água	85,73 km
	Hierarquia fluvial	Figura 23
	Índice de Circularidade (Ic)	0,36
	Densidade de drenagem (Dd)	1,16

Fonte: Autoria própria (2024)

A bacia tem predominância de relevo ondulado (suavemente ondulado e ondulado) totalizando 68,5% da área e apenas 1% da área montanhosa (montanhoso e fortemente montanhoso). O relevo ondulado da bacia indica que o escoamento superficial, para maior parte dos solos, tende a ser médio ou rápido. É importante atrelar as condições de relevo da região com o contexto histórico de ocupação da região, conforme descritos no item 4.2, uma vez que estes fatores influenciaram as áreas de ocupação em busca das melhores condições para o cultivo do café.

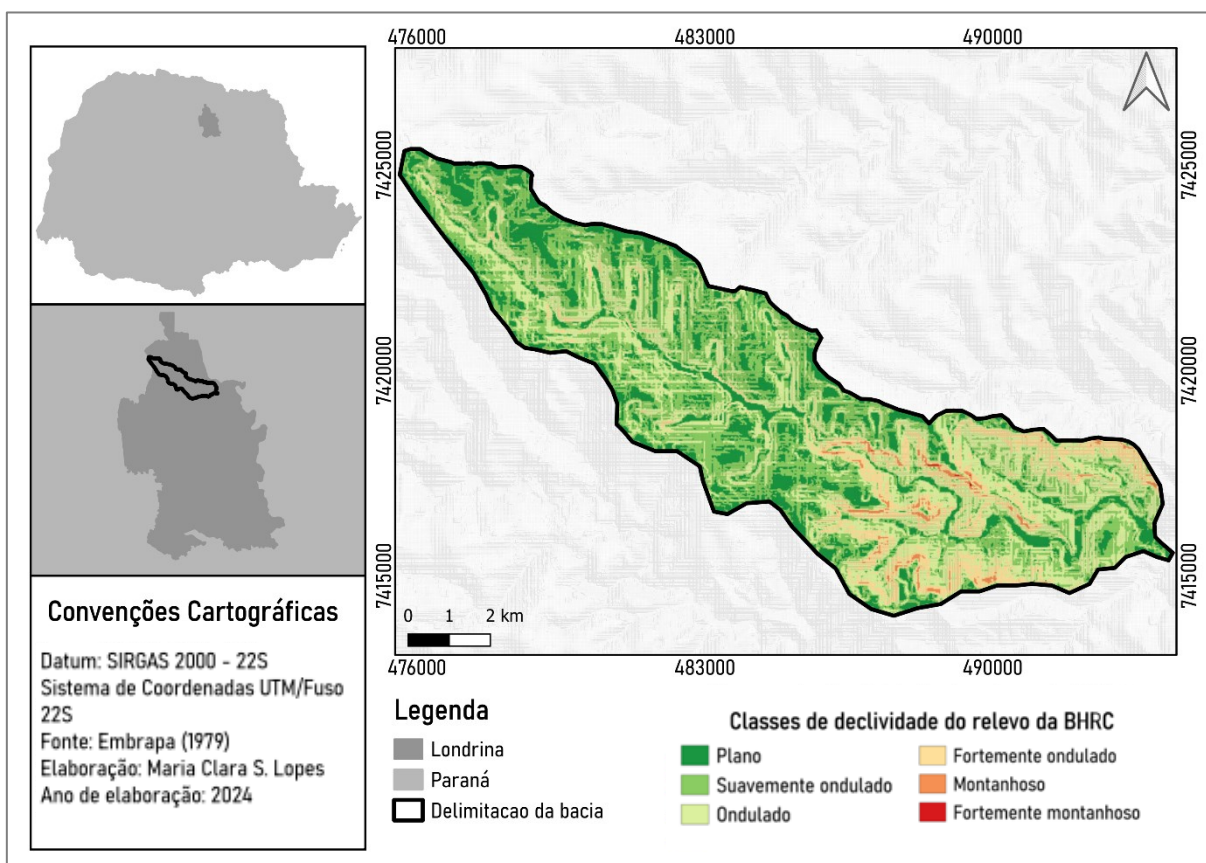
As distribuições das classes do relevo estão dispostas na Tabela 5 e espacializados na Figura 20.

Tabela 5 - Classes de declividade do relevo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé

<b>Classe de declividade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>
0 – 3	Plano	15,43
3 – 8	Suavemente ondulado	27,3
8 – 20	Ondulado	23,38
20 – 45	Fortemente ondulado	7,11
45 – 75	Montanhoso	0,72
≥ 75	Fortemente montanhoso	0,02

Fonte: Autoria própria (2024)

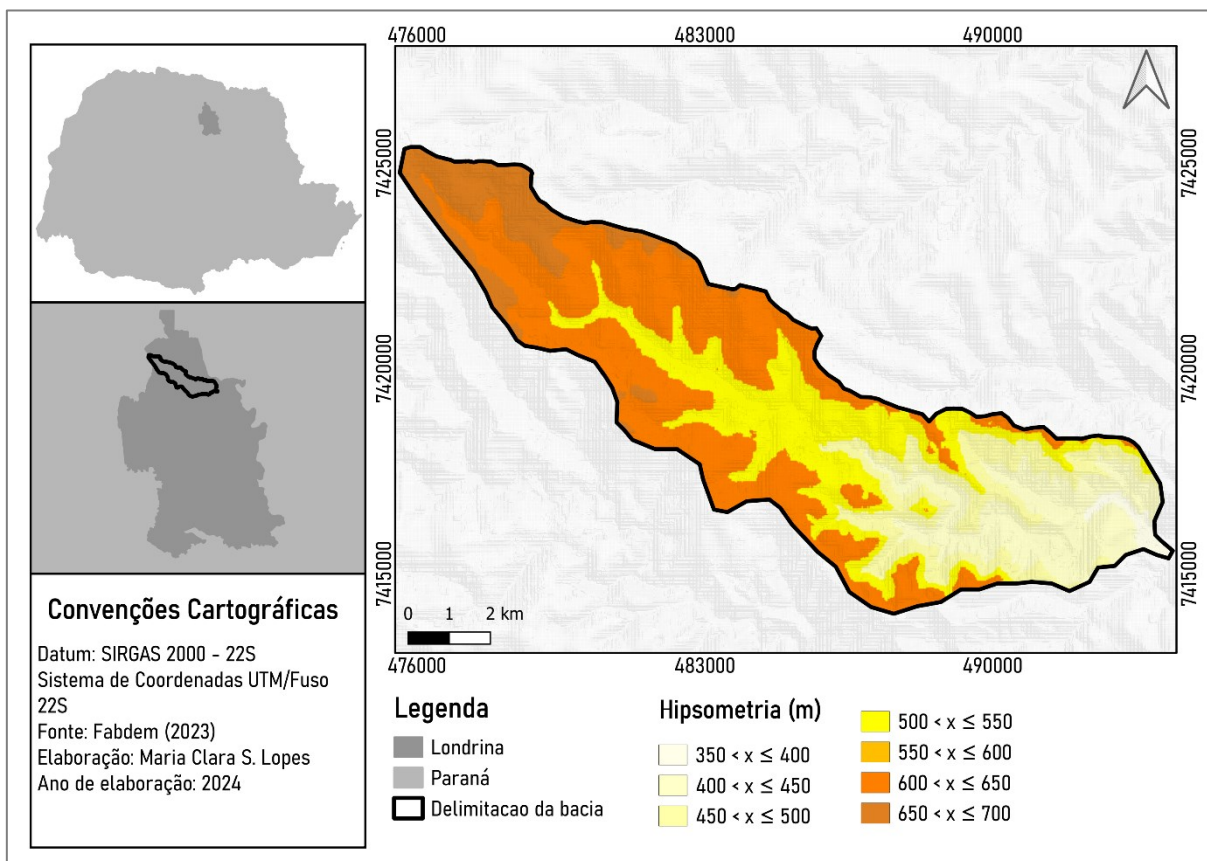
Figura 20 - Mapa de classes de declividade do relevo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: Autoria própria (2024)

Ainda em relação ao relevo, a BHRC tem uma amplitude altimétrica máxima de 249 m de altura considerando o MDE, sendo seu ponto mais alto a nascente (634m) na direção oeste e seu valor mais baixo na foz (385m) no sentido sudeste (Figura 21).

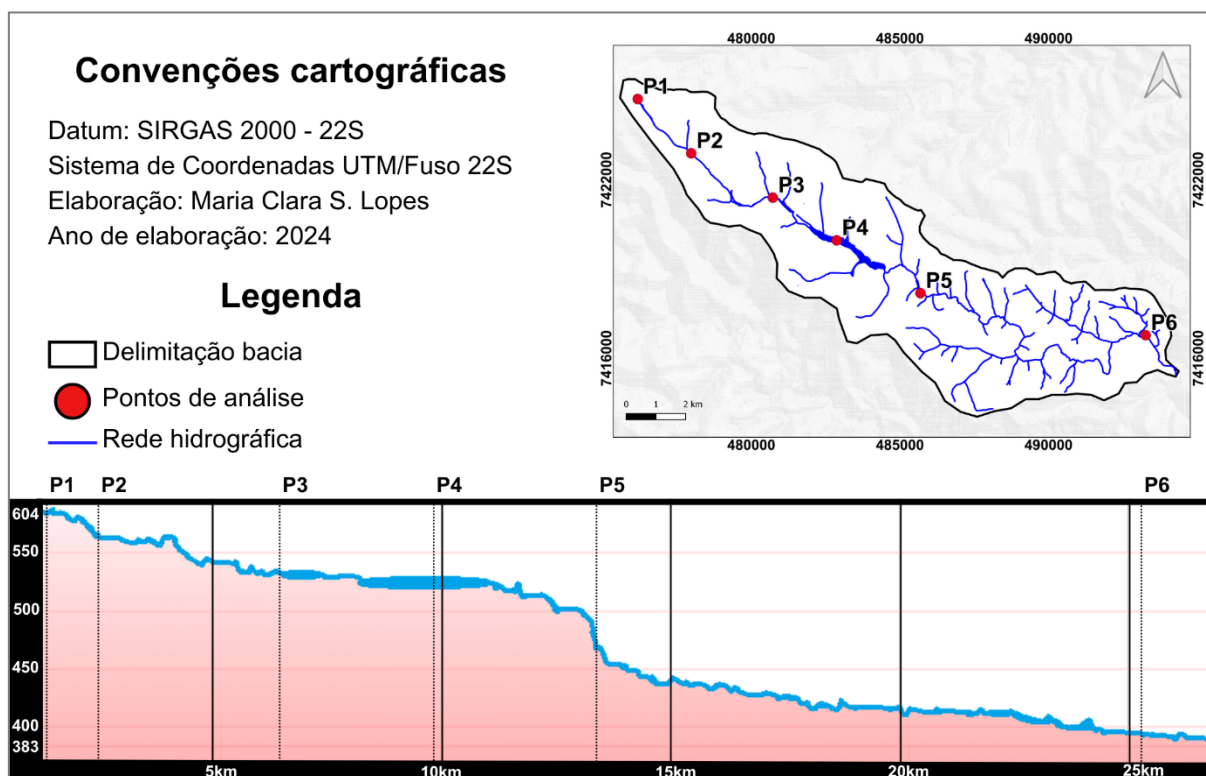
Figura 21 - Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: Autoria própria (2024)

O perfil longitudinal extraído a partir do curso hídrico da bacia do BHRC está ilustrado na Figura 22.

Figura 22 - Perfil longitudinal da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé

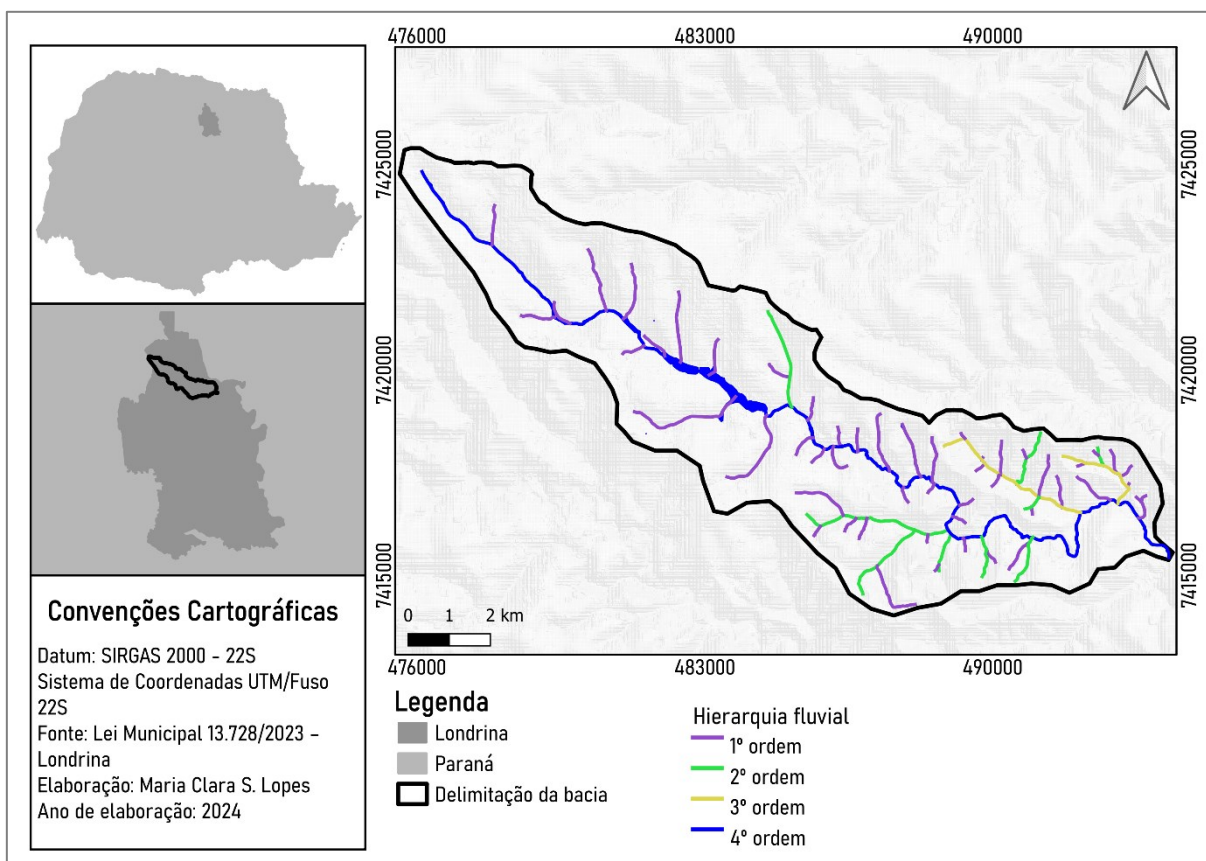


Fonte: Autoria própria (2024)

O ponto 1 (P1) pertence a nascente da BHRC, localizado na cota 604 m. No ponto 4 (P4) tem-se o trecho referente a área alagada do Lago Igapó (entre 5 e 10 km). O ponto 5 (P5) apresenta uma variação de altitude de aproximadamente 50m, referente a uma queda d'água localizada no Parque Estadual Arthur Thomas, onde situa-se a Usina Cambé.

Relacionado a característica de rede de drenagem, têm-se a hierarquia fluvial da BHRC. Pode-se observar cinco tipos de ramificações, conforme ilustrados na Figura 23. A ramificação de 4ª ordem (também sendo o comprimento do curso principal) contém uma extensão de 27,49 km, seguido da 3ª ordem com 6,4 km, a 2ª ordem com 14,15 km e a 1ª ordem, com 53 ramificações, com 37,69 km, totalizando um comprimento total do curso d'água de 85,73 km.

Figura 23 – Mapa de hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: Autoria própria (2024)

Os índices fator forma ( $K_f$ ) e coeficiente de compacidade ( $K_c$ ) indicam que a bacia tende a uma forma mais alongada, corroborando com o valor baixo do índice de circularidade ( $I_c$ ), por isso a bacia, de forma geral, tem tendências a baixas ocorrências de grandes enchentes. Além disso, o resultado da densidade de drenagem ( $D_d$ ) indicam uma bacia com densidade de drenagem regular (1,16), conforme indicado por Villela e Mattos (1975).

Os resultados dos índices morfométricos analisados apresentam semelhanças com os resultados de Araujo (2004) em que os dados foram extraídos a partir da folha topográfica de Londrina.

### 6.3 USO E COBERTURA DO SOLO

Os resultados quantitativos para os valores encontrados para cada classe de cobertura do solo para a BHRC no intervalo de 36 anos analisados, compreendido entre os anos de 1985 e 2021, estão dispostos na Tabela 7 e representados na Figura

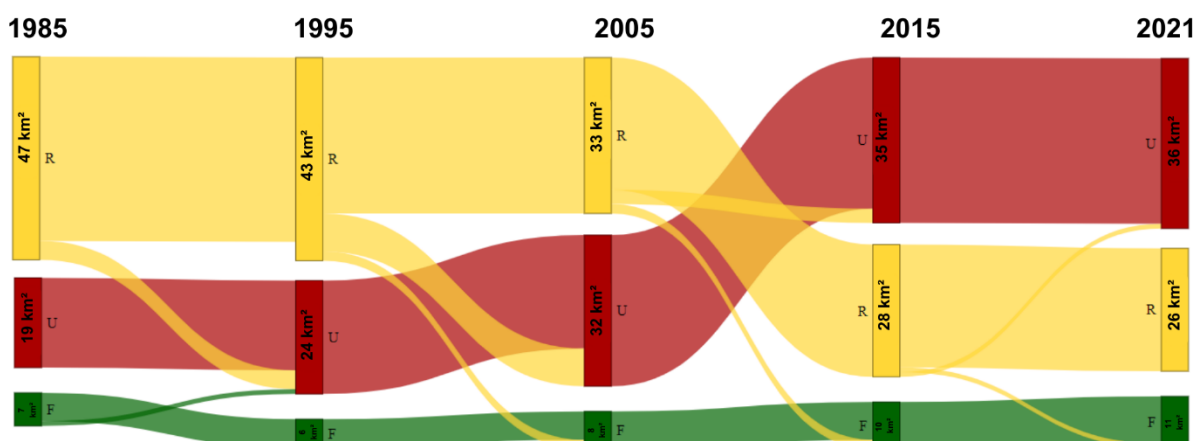
24. A classe de corpos d'água apresentaram uma pequena variação média ( $1,15 \pm 0,07$ ) na dinâmica entre as classes e por isso foi desconsiderada no diagrama.

Tabela 6 - Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Cambé (%)

Uso e cobertura	Ano				
	1985	1995	2005	2015	2021
Área Rural	63,23	57,84	45,24	38,32	34,69
Área Urbana	26,3	32,29	43,17	47,73	49,54
Formação Florestal	9,44	8,66	10,46	12,87	14,62
Ambiente aquático	1,03	1,21	1,13	1,08	1,15
Total	100	100	100	100	100

Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 24 - Diagrama de Sankey. R = Área rural; U = Área urbana e F = Formação florestal construído para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: Autoria própria (2024)

A “Área Rural” da BHRC em 1985 representava uma área de aproximadamente 46km<sup>2</sup>, totalizando 63% da bacia. Esse valor foi reduzindo gradativamente até chegar em 2021 com 35%, equivalente a 25,65km<sup>2</sup>. Nota-se que a área foi reduzida para dar espaço a duas outras classes, majoritariamente pela classe “urbana” e seguido da classe “formação florestal”.

A “Área urbana” teve um comportamento inversamente proporcional a classe “Área rural”, visto que em 1985 representava 26% da bacia (19km<sup>2</sup>) e apresentou um aumento expressivo de 49,54% (totalizando 37km<sup>2</sup>) em 2021. Em 2005 é notório o fluxo de transição de área, marcando então a transformação da BHRC saindo de bacia de predominância rural para uma bacia de predominância urbana.

A “Formação florestal” teve um aumento de 55% no período analisado, em que em 1985 contemplava 9,44% da bacia (7km<sup>2</sup>) e em 2021 totalizou 14,62% da área

da BHRC (10,81km<sup>2</sup>). É importante ressaltar que, exceto para o ano de 1985, a principal área que contribuiu para o aumento da área de formação florestal foram locais que antes eram ocupados pela “área rural”.

Essa transição ocorre devido as políticas que visavam práticas de adensamento florestal na zona leste da bacia, na área que se refere a Zona Especial de Interesse Turístico, Cultural e Ambiental (ZEITCA) estabelecido pela Lei municipal nº 12.236, de 29 de janeiro de 2015, atualizado pela Lei Municipal nº 13.718, de 21 de dezembro de 2023 que dispõe sobre o Uso e a Ocupação do Solo no Município de Londrina e dá outras providências, além dos programas de incentivo ao plantio de árvores em parceria municipal e institucional, atrelados a práticas alusivas de Educação Ambiental e revitalização das áreas, cumprindo com o Plano Diretor de Arborização Urbana (Lei Municipal nº 11.996, de 30 de dezembro de 2013), que tem como um de seus objetivos promover a arborização e incentivar a participação da população e de entidades da sociedade civil organizada.

Os resultados de uso e cobertura do solo da BHRC apresentaram similaridades com as análises de Chang (2016), realizadas em um período de 1975 a 2015, pela classificação supervisionada com o algoritmo de Maxima Verossimilhança (MAXVER). Os resultados do autor também apontaram a transição da BHRC como uma bacia rural para uma bacia urbana e o ano de 2005 marca a inflexão desse comportamento.

A representação visual do uso e cobertura do solo da BHRC nos anos de 1985, 2005, 2015 e 2021 estão nas Figuras 25 a 29. Para facilitar e padronizar a identificação das áreas, optou-se por utilizar o zoneamento urbano da Lei Municipal 13.728/2023 como referência, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 25 - Uso e cobertura do solo em 1985

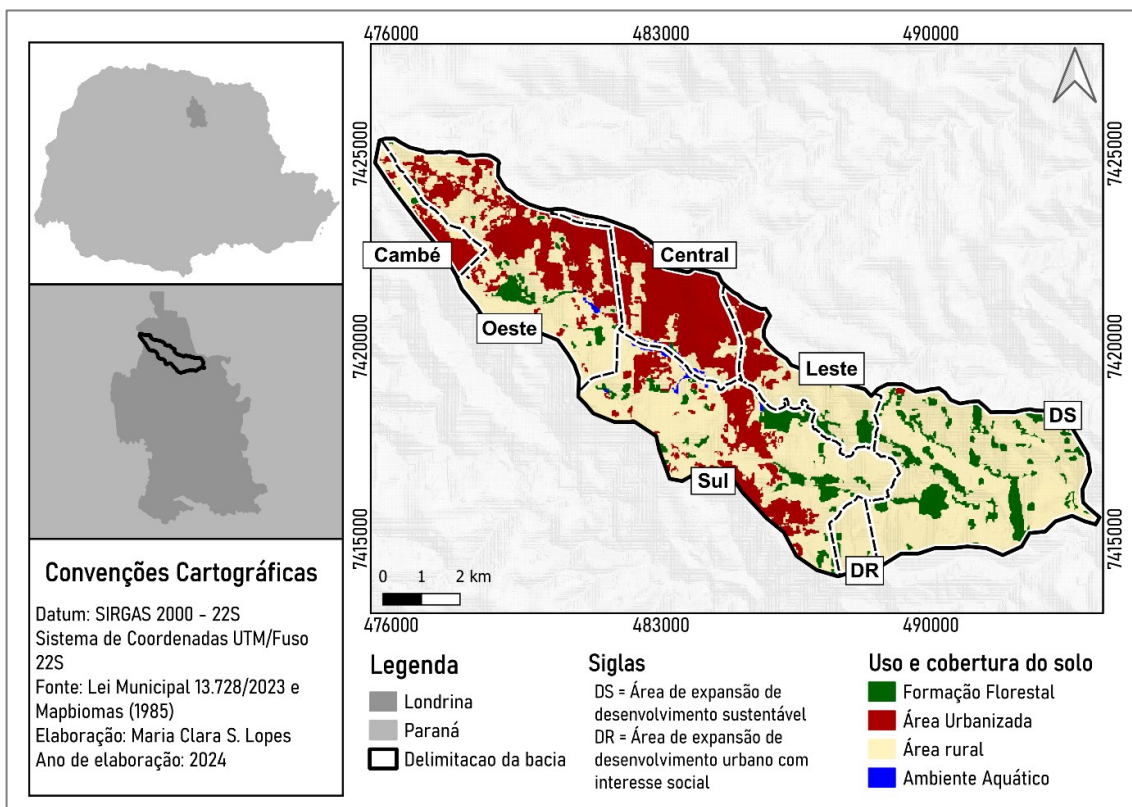


Figura 26 - Uso e cobertura do solo em 1995

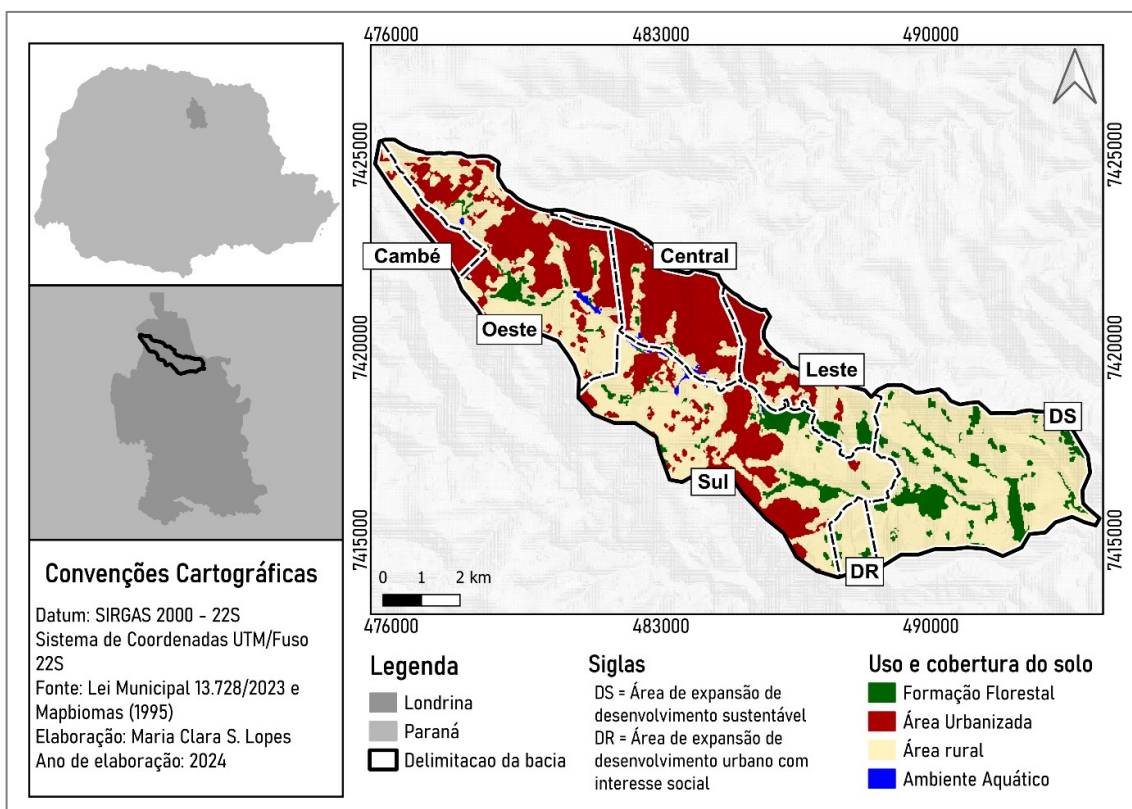




Figura 27 - Uso e cobertura do solo em 2005

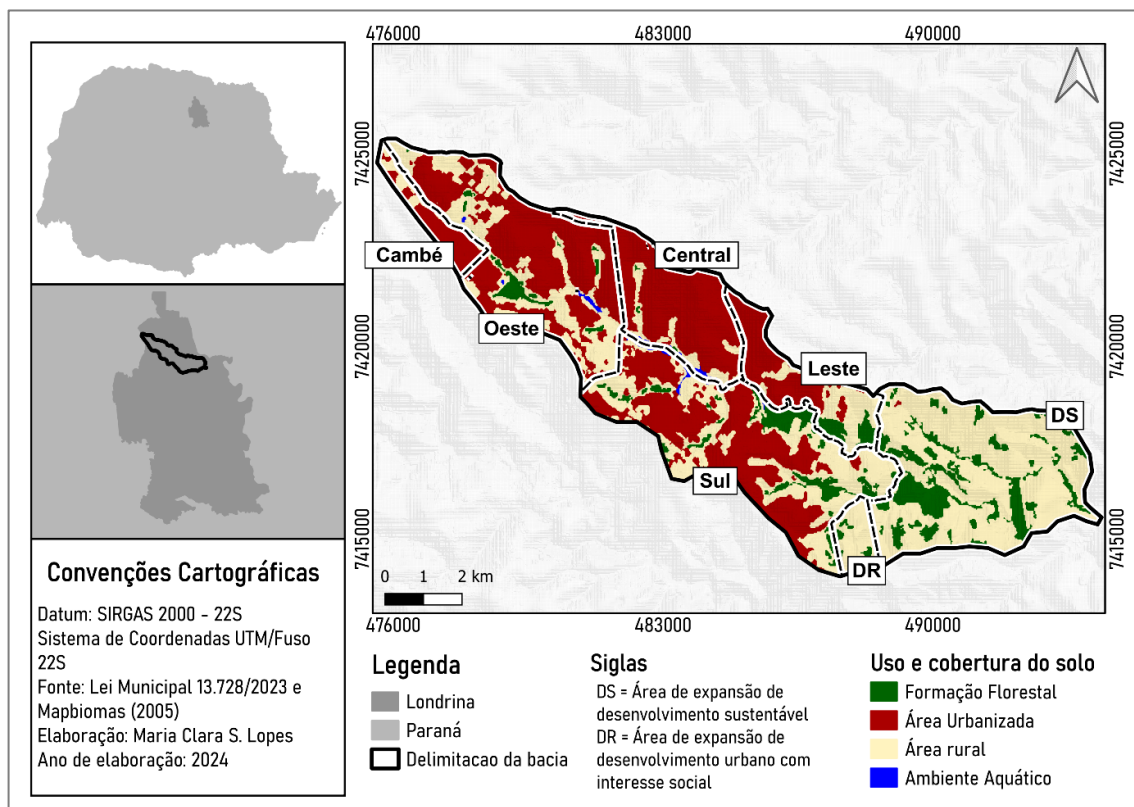


Figura 28 - Uso e cobertura do solo em 2015

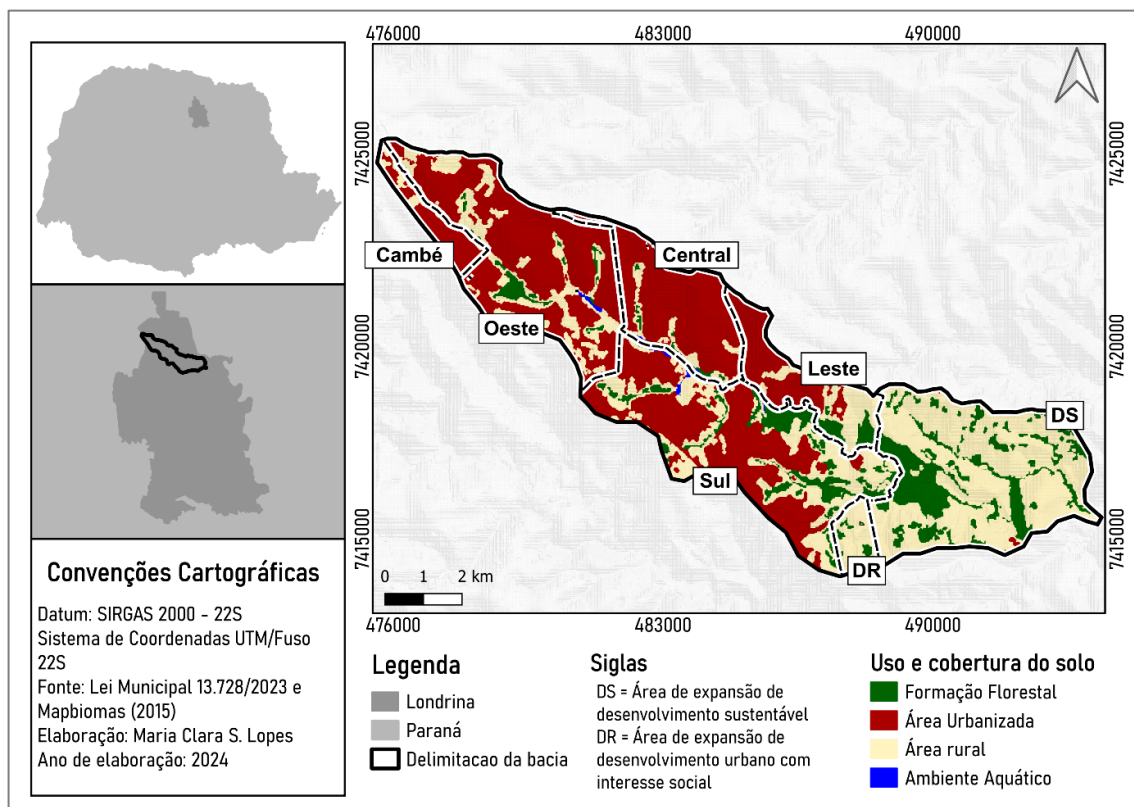
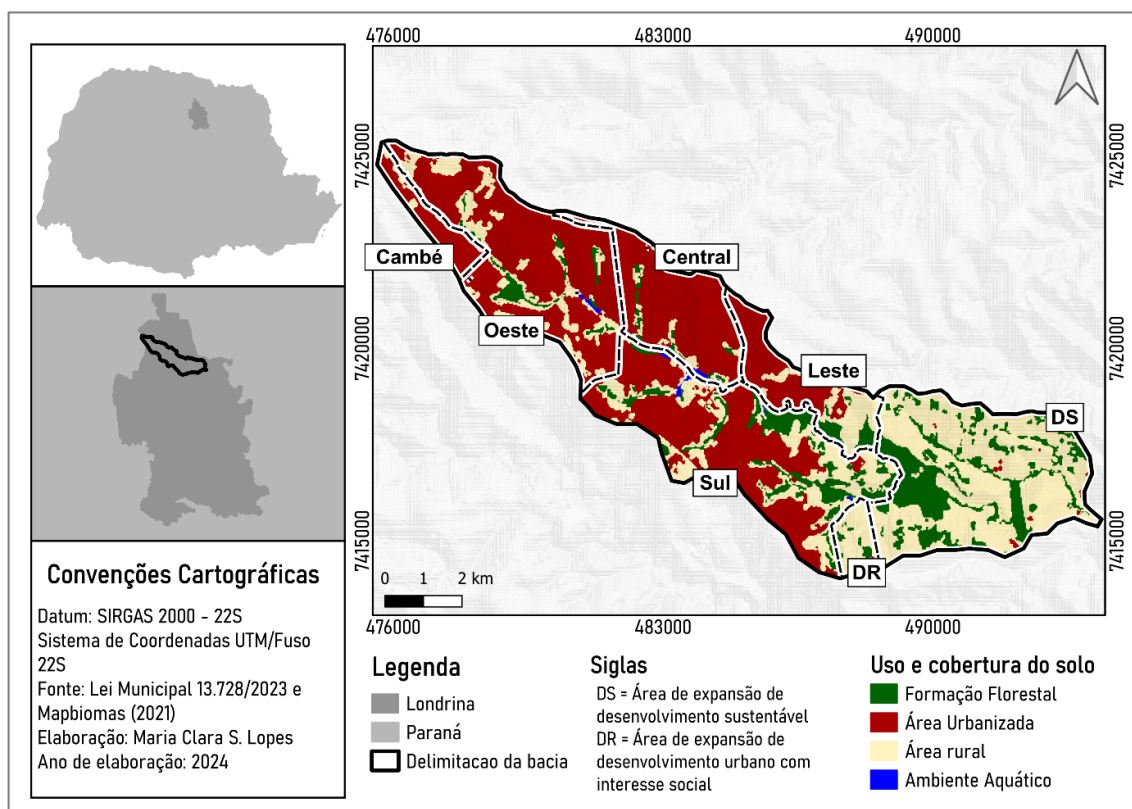


Figura 29 - Uso e cobertura do solo em 2021



Destacam-se duas áreas com modificações mais marcantes, a área sul e a área de expansão de desenvolvimento sustentável (DS).

A ocupação urbana na área sul da bacia avança a partir de 2005. A área, que até então possuía uma urbanização rarefeita, passa a se tornar um grande polo atrativo da cidade, devido a construção do Shopping Catuaí, proporcionando a valorização do local e conseqüentemente, o surgimento de condomínios horizontais fechados e verticalização do bairro gleba Palhano e a implementação de duas universidades (Unopar e Pitágoras) somados a UEL, que ocupava a área desde a década de 1970 (Moreira, 2022).

Oliveira (2018) ressalta que o Lago Igapó II passou por uma importante revitalização, por pressões populares e comerciais em 2001. O projeto então foi dividido em quatro etapas, reforma da ponte, barragem, urbanização das margens e desassoreamento do lago.

Além das construções de novos empreendimentos, o Lago Igapó também foi utilizado como incentivo imobiliário, com o discurso de proximidade a um espaço natural e destinado ao lazer dentro de uma região urbana, valorizando a área e intensificando a urbanização da área (Bortolo, 2010)

A porção referente a área de DS apresenta uma característica de ocupação diferente das demais localidades, tendo em vista que inicialmente (1985 e 1995) a área tinha uma predominância rural, com pequenos trechos de remanescentes florestais e depois em 2005 a 2021 percebe-se um adensamento das manchas florestais e no período de 2015 a 2021 a interligação destes remanescentes florestais, aumentando a porcentagem de área florestal.

Vale ressaltar que o Parque Estadual Arthur Thomas (zona sul) em 1985 representava aproximadamente 16% da formação florestal da bacia, confirmando a importância do parque para proteção da paisagem natural.

Em 1994, o foi criado uma Unidade de Conservação referente à área do Parque Municipal Arthur Thomas, por meio do Ofício n. 376 de 26 de abril de 1994.

Quando se tem uma área de Unidade de Conservação, tem-se a necessidade de ter uma zona de amortecimento conforme exigido pela Lei Federal nº 9.985/ 2000, Art. 25. Entretanto, como o Parque foi criado em uma área urbana, não foi possível delimitar a zona de amortecimento, então foi necessário a implementação de ações preventivas de controle ambiental, tendo em vista que somente o lado leste e parte da região sudeste do Parque não tinham sido ocupados pela urbanização. Então como medida, a área foi classificada como Zona de Fundo de Vale e Proteção Ambiental e Zona Especial de Interesse Turístico, Cultural e Ambiental, tendo sua ocupação restringida.

Feri (2017) em seu estudo também constata um aumento da vegetação na área do Parque Arthur Thomas, ao fazer uma análise multitemporal no período de 1975 a 2017, onde foi relatado um aumento de 57% de mata dentro do Parque e 16% no seu entorno.

É importante salientar que a região central não apresentou uma modificação visual no período analisado pois a ocupação da área foi realizada antes de 1985. Historicamente a região foi uma das primeiras a ser ocupada, a partir da planta original da cidade (Figura 3) e ao Plano Diretor vigente da época.

#### 6.4 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA URBANA

Os resultados da aplicação do PARU nos pontos ao longo da BHRC distribuíram-se entre três classes: ótima, boa e regular. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7 – Valor médio do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. Sendo: P = Pontos, O = Ótima, B= boa, R= regular.

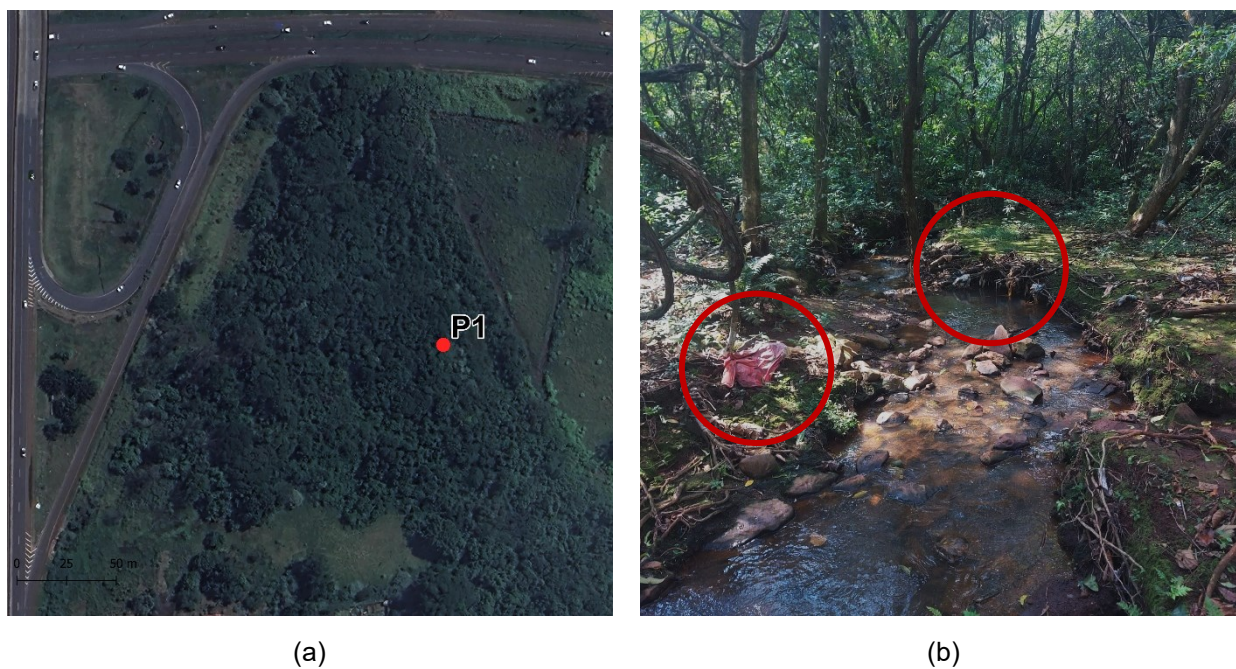
Descrição	Valor médio das margens					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Estabilidade da margem	6,0	5,5	5,5	3,0	9,0	4,5
Presença e estado de conservação da mata ciliar	8,0	6,0	3,5	1,5	10	5,0
Ocupação das margens do rio	8,0	5,5	5,0	2,0	10	3,0
Resíduos sólidos	5,0	0,0	7,5	5,0	9,0	6,0
Esgoto doméstico e efluente natural	9,0	9,0	8,0	4,0	9,0	7,0
Alterações antrópicas no canal fluvial	10,0	10,0	9,0	4,0	7,0	6,0
Deposição de sedimentos	10,0	5,0	6,0	6,0	8,0	8,0
Substratos e/ou habitat disponíveis	10,0	5,0	5,0	8,0	10	2,0
Soterramento	7,0	5,0	4,0	3,0	9,0	2,0
Animais	6,0	3,0	5,0	8,0	9,0	3,0
<b>Total</b>	<b>79,0</b>	<b>54</b>	<b>58,5</b>	<b>44,5</b>	<b>90</b>	<b>48,5</b>
<b>Condição geral</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>O</b>	<b>R</b>

Fonte: Autoria própria (2024)

O primeiro ponto (P1) está localizado próximo à nascente. O ponto encontra-se na vizinhança de uma área residencial de Cambé e também perto do trevo da Rodovia BR-369 e da Rodovia Celso Garcia Cid (PR-445) (Figura 30 - a).

O ponto apresenta uma cobertura vegetal boa, mas com pequenos trechos alterados sendo evidenciadas por clareiras. Encontram-se resíduos sólidos no corpo hídrico e nas margens, tais como plásticos, pedaços de tecidos e latinhas (Figura 30 - b). Sendo assim, o P1 totalizou uma pontuação de 79, classificando-o como “bom”.

Figura 30 – Ponto 1 (P1) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaques em círculos vermelhos os resíduos sólidos dispostos nas margens

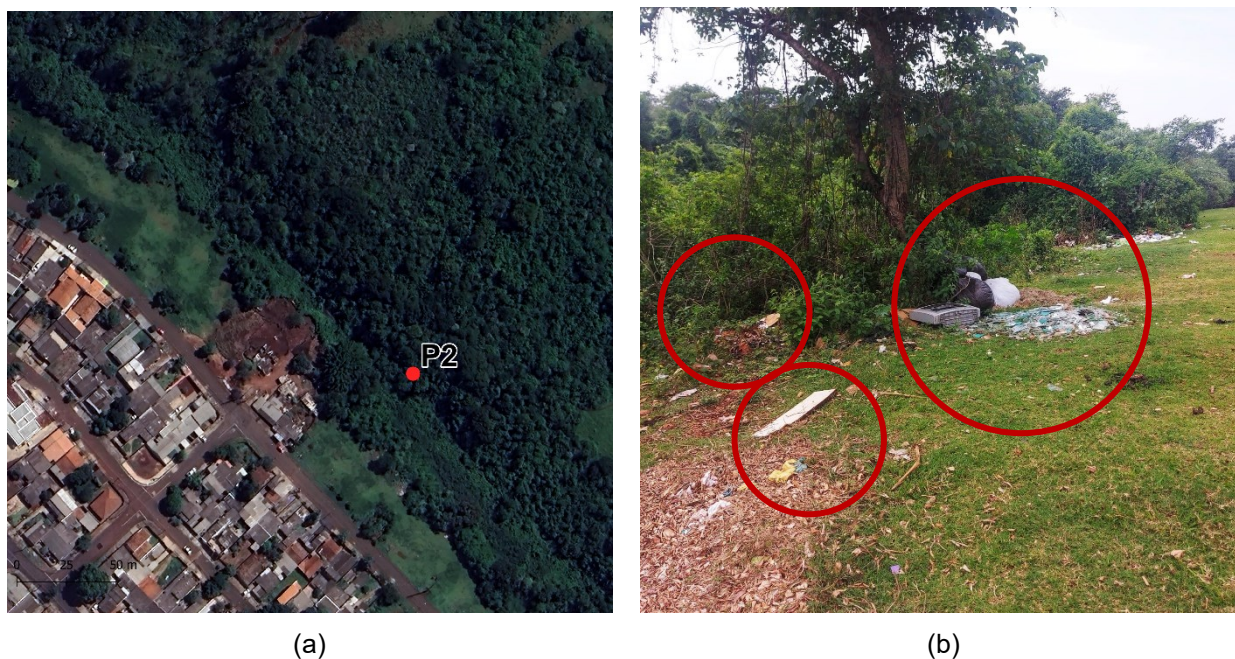


Fonte: A) Google Earth, B) Autoria própria (2024)

O segundo ponto (P2) está localizado entre os municípios de Cambé-PR e zona oeste de Londrina-PR. As margens deste ponto analisado apresentam características distintas, enquanto a esquerda possui uma vegetação densa e de difícil acesso humano, a margem direita está próxima a áreas residenciais (Figura 31 – a). Devido a essas diferenças os parâmetros avaliados — estabilidade da margem, presença e estado de conservação da mata ciliar, e ocupação das margens do rio — foram baseados em valores médios.

A margem direita foi marcada pela quantidade volumosa de resíduos sólidos antecedendo a entrada no corpo hídrico, contendo diversos tipos de resíduos, tais como eletrônicos, resíduos de construção, resíduos orgânicos, recicláveis e entre outros (Figura 31 – b). O P2 totalizou uma pontuação de 54, classificando-o como “bom”.

Figura 31 - Ponto 2 (P2) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaques em círculos vermelhos os resíduos sólidos dispostos no solo



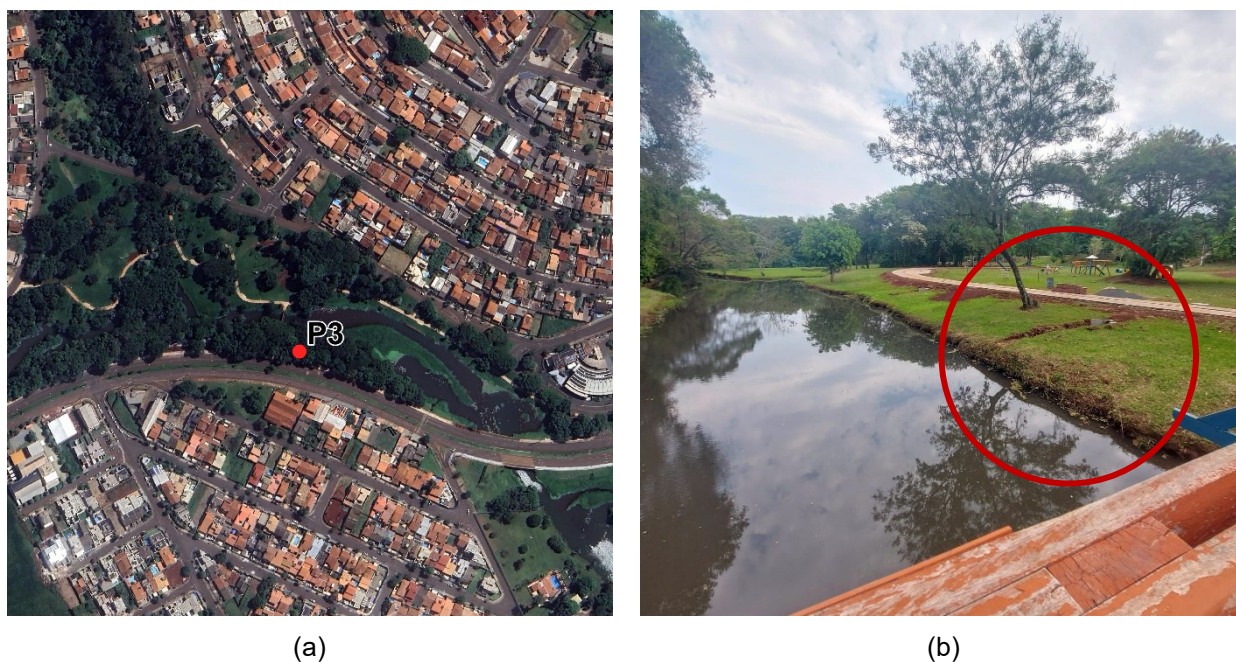
Fonte: A) Google Earth, B) Autoria própria (2024)

O terceiro ponto (P3) está localizado as margens do Lago Igapó IV na cidade de Londrina-PR, com acesso pela Avenida Castelo Branco, circunvizinho aos bairros Palhano, Tóquio e Presidente.

Neste ponto, durante a aplicação do protocolo, notou-se que as margens apresentavam pequenas erosões e uma notável falta de cobertura vegetal, conforme ilustrado na Figura 32. Contudo, a presença de áreas concretadas e com menos vegetação já era esperada, uma vez que o local é destinado ao lazer incluindo zonas de passeio e parque.

Além disso, observou-se alteração no canal fluvial devido a ponte que conecta as duas margens e a presença de pequenos bancos de sedimentos que assoreiam o lago. É importante destacar que durante a aplicação do protocolo, o local encontrava-se em manutenção em sua área de passeio, por isso as margens estavam com solo exposto. O P3 totalizou uma pontuação de 58,5, classificando-o como “bom”.

Figura 32 - Ponto 3 (P3) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaque em círculo vermelho a zona de passeio e margens



Fonte: A) Google Earth, B) Autoria própria (2024)

O ponto 4 (P4) está localizado entre a Avenida Higienópolis e as rotatórias das avenidas Ayrton Sena e Maringá e entre os bairros Guanabara (região Sul) e Higienópolis (região Central) na cidade de Londrina-PR. Este ponto refere-se ao Lago Igapó II (Figura 33-a).

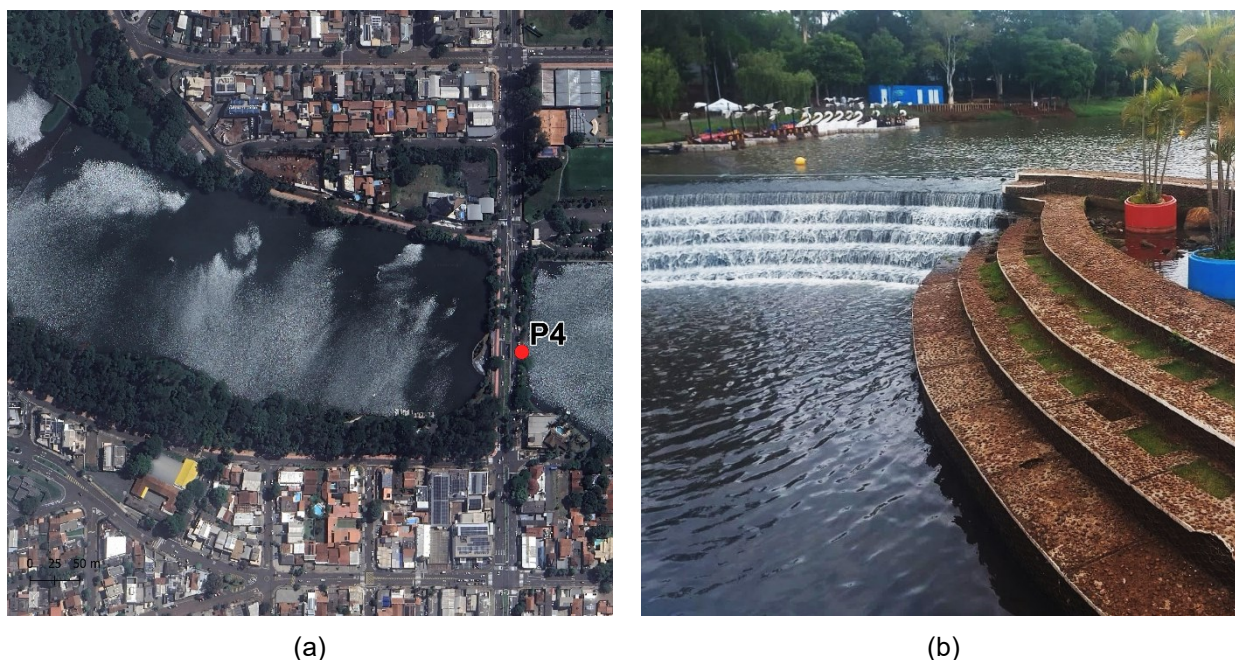
O local, assim como o P3, também é destinado a uma área de lazer da cidade. No entanto o Lago Igapó II é considerado um dos cartões postais da cidade, sendo envolto por residências, comércios (tais como bares, pizzarias, quiosques, entre outros) e atividades como pedalinhos, ciclovias e áreas para corrida.

Devido a este local ser destinado a uso público e estar inserido em área urbana com alta densidade de ocupação e comercial, foi observado este apresenta um canal hídrico (Figura 33-b), uma mata ciliar comprometida, devido a construção das áreas para passeio, bancos de sedimento.

Além disso, há locais com soterramento que comprometem a visibilidade de substratos (tais como galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquática) no corpo hídrico. Há presença de animais como patos, passarinhos e peixes.

Por conta das alterações neste trecho, o ponto totalizou uma pontuação de 44,5, classificando-o como regular e tendo a menor pontuação, quando comparado com os demais pontos.

Figura 33 - Ponto 4 (P4) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaque para as alterações na morfologia do curso d'água



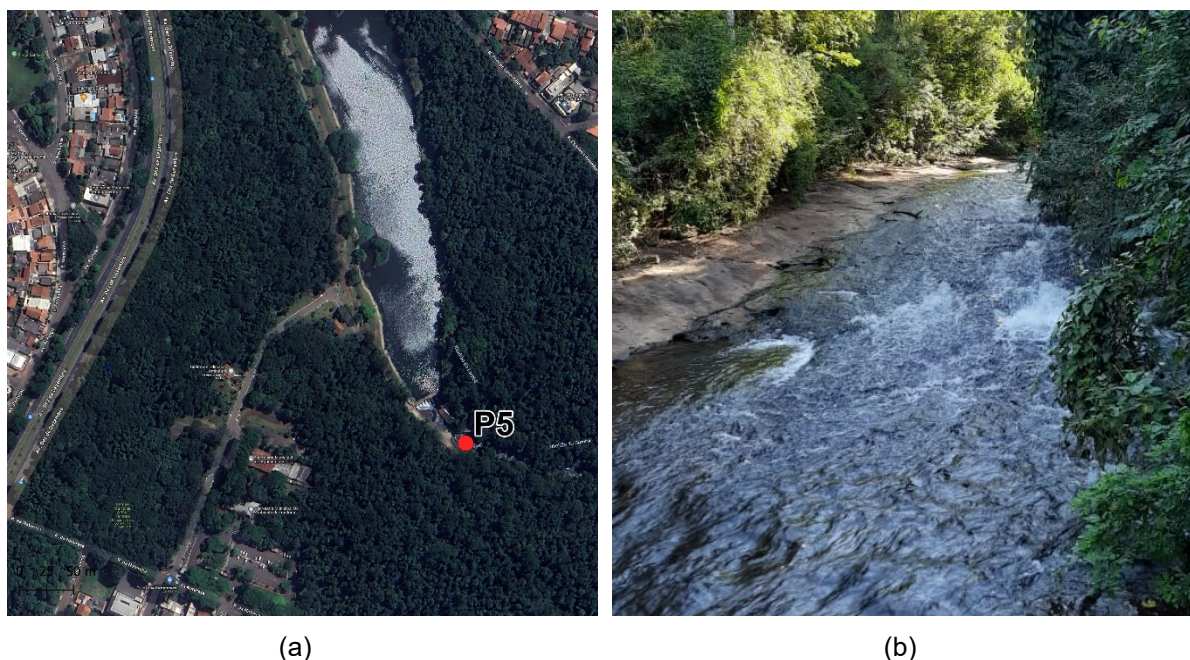
Fonte: A) Google Earth, B) Autoria própria (2024)

O ponto 5 (P5) está localizado próximo à Avenida Dez de Dezembro, no bairro Pizza (região sul). O ponto refere-se à Unidade de Conservação - Parque Estadual Arthur Thomas (Figura 34 – a)

Este ponto foi o único a apresentar uma pontuação acima de 80, classificando-o como “Ótimo”. É interessante observar que mesmo o Parque estando dentro de uma área urbana de Londrina, os valores de estabilidade da margem, presença e estado de conservação da mata ciliar e ocupação das margens do rio apresentaram valores acima de 9, devido a existência de uma área de preservação e com vegetação densa e que conseqüentemente, acarretou os demais resultados obtidos.



Figura 34 - Ponto 5 (P5) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaque para a cobertura vegetal no entorno do corpo hídrico



Fonte: A) Google Earth, B) Autoria própria (2024)

O ponto 6 (P6) está localizado próximo à estrada Shalon, no bairro Limoeiro, (Figura 35 - a). O ponto refere-se a uma área rural, onde há um predomínio de lotes de chácaras destinados a produção agrícola.

Neste ponto, durante a aplicação do protocolo notou-se que as margens apresentam pouca cobertura vegetal e trechos com erosão (Figura 35 - b).

Além disso observou-se que a área apresentava um soterramento que comprometem a visibilidade de substratos (tais como galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquática) no corpo hídrico, podendo ter sido acarretado pelo solo descoberto e pela passagem de automóveis no local, tendo em vista que o ponto é próximo a uma ponte. Este ponto totalizou 48,5 pontos, sendo classificado como “regular”.

Figura 35 - Ponto 6 (P6) de amostragem do Protocolo de Avaliação Rápida Urbana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. A) Localização espacial do ponto. B) Registro fotográfico com destaque em círculo vermelho processo erosivo de margem

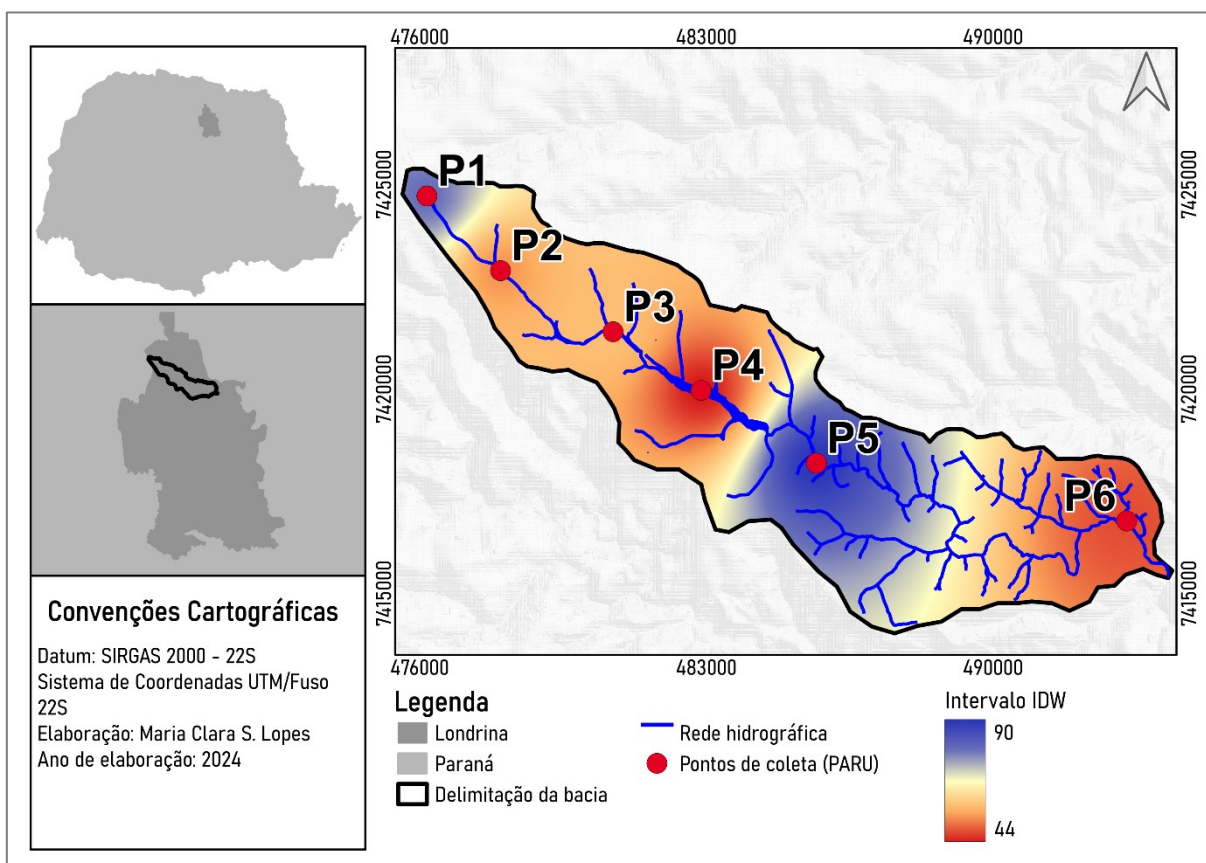


Fonte: A) Google Earth, B) Autoria própria (2024)

Os dados médios da avaliação do PARU foram especializados por meio da interpolação IDW conforme ilustrados na Figura 36. Por meio da análise, percebe-se que os pontos com melhores resultados foram o P5 e P1, por se tratarem de uma Unidade de Conservação e a nascente da bacia, ambos com uma cobertura vegetal mais ampla, quando se comparado com os demais pontos. Os pontos mais críticos da análise são os pontos P4 e P6, sendo uma área de grande influência urbana e uma área rural, respectivamente.

De forma geral, a BHRC apresenta uma condição média “boa” com uma pontuação média de 62. Embora a condição geral seja considerada boa, é importante ressaltar que o valor médio é influenciado por dois pontos significativos, o Parque Estadual Arthur Thomas e a nascente.

Figura 36 - Distribuição espacial do PARU na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: Autoria própria (2024)

Um fator a ser notado, é que ao longo da BHRC no dia de aplicação do protocolo, exceto o P5, nos demais pontos foram observados evidência de resíduos sólidos, em diferentes volumes, sendo nos pontos P1 e P4 menos volumosos e no P2 a característica mais marcante do ponto. A presença de resíduos ao longo da BHRC é uma realidade que já foi relatada e quantificada em outros estudos ambientais no local (Abdurahiman, 2021, Beninca, 2021, Santos *et al.*, 2018, Sousa, 2023).

Pedroso e Colesanti (2017) aplicaram um protocolo em uma bacia hidrográfica com características rurais, onde predominavam atividades de pastagem e diferentes culturas agrícolas. Os autores notaram que em praticamente todos os trechos a cobertura vegetal estava com baixa densidade, assim como na área rural da BHRC.

Rosa e Junior (2019) implementaram um protocolo em uma bacia que apresenta gradientes de urbanização similares ao da BHRC, tendo uma área com alta influência urbana e uma área de preservação. Os autores relataram resultados semelhantes, uma vez que na unidade de conservação (PARNA Gandarela – MG) os

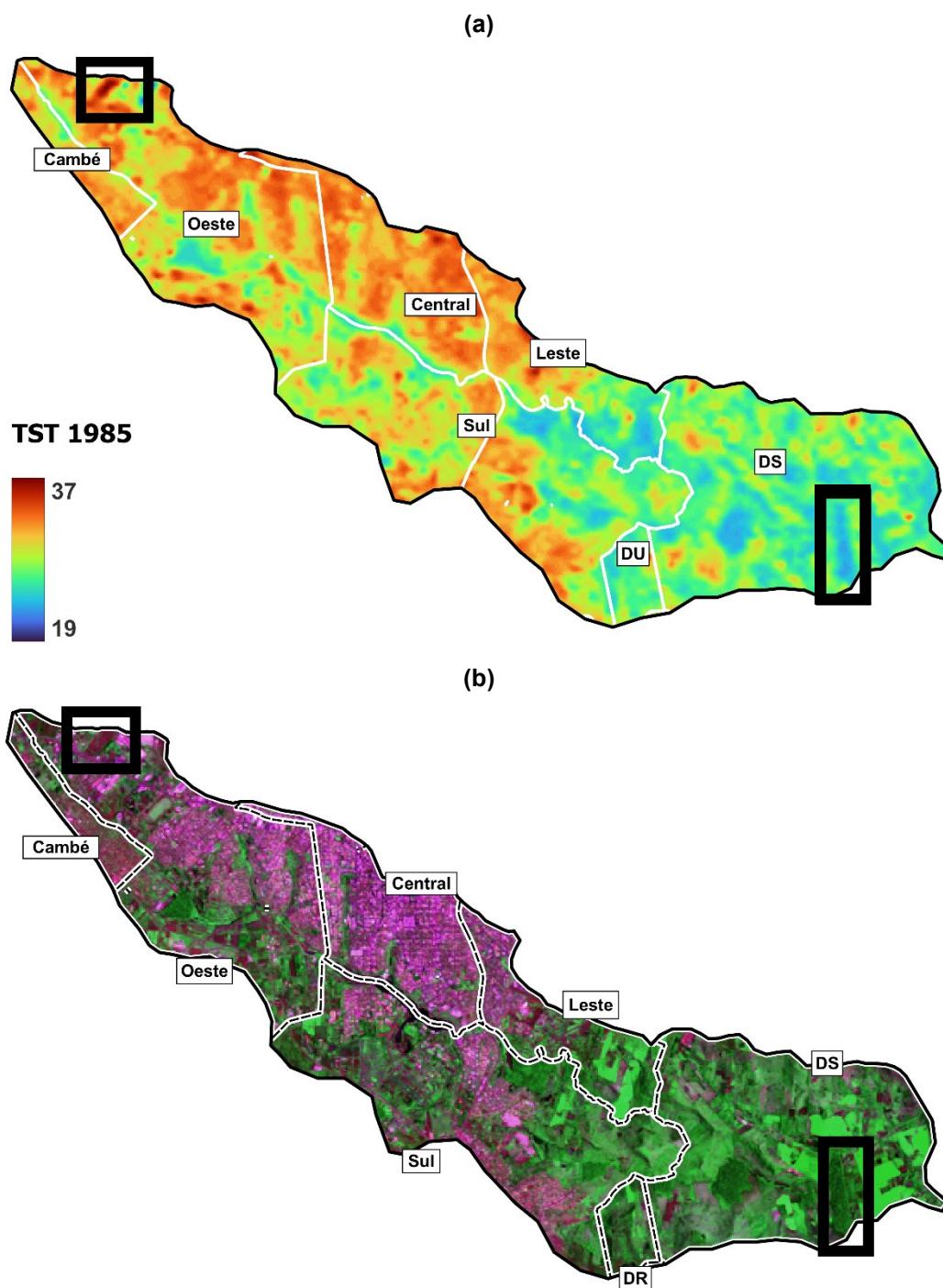
resultados apresentaram qualidade ambiental satisfatória e quando se aproxima do município (Raposos – MG) há um aumento de intervenções antrópicas, reduzindo a qualidade ambiental do local.

A aplicação de um protocolo deve ser realizada com cuidado, tendo em vista que a subjetividade é um ponto que pode alterar de acordo com o avaliador. Essa dificuldade também foi apontada por Pontini e Coelho (2019). No entanto, Callisto *et al.*, (2002) não encontraram diferenças significativas entre os resultados da aplicação de um protocolo com dois grupos distintos, um que recebeu um treinamento prévio e um grupo sem treinamento prévio, indicando que os resultados gerais refletiram o bom entendimento da metodologia. Mas, vale ressaltar que as pontuações de Callisto *et al.*, (2002) variavam de 0 a 5, enquanto o protocolo aplicado neste estudo varia de 0 a 10, sendo então necessário uma cautela, pois a amplitude dos resultados pode ser maior em decorrência das maiores possibilidades de pontuação.

## 6.5 ANÁLISE DE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE

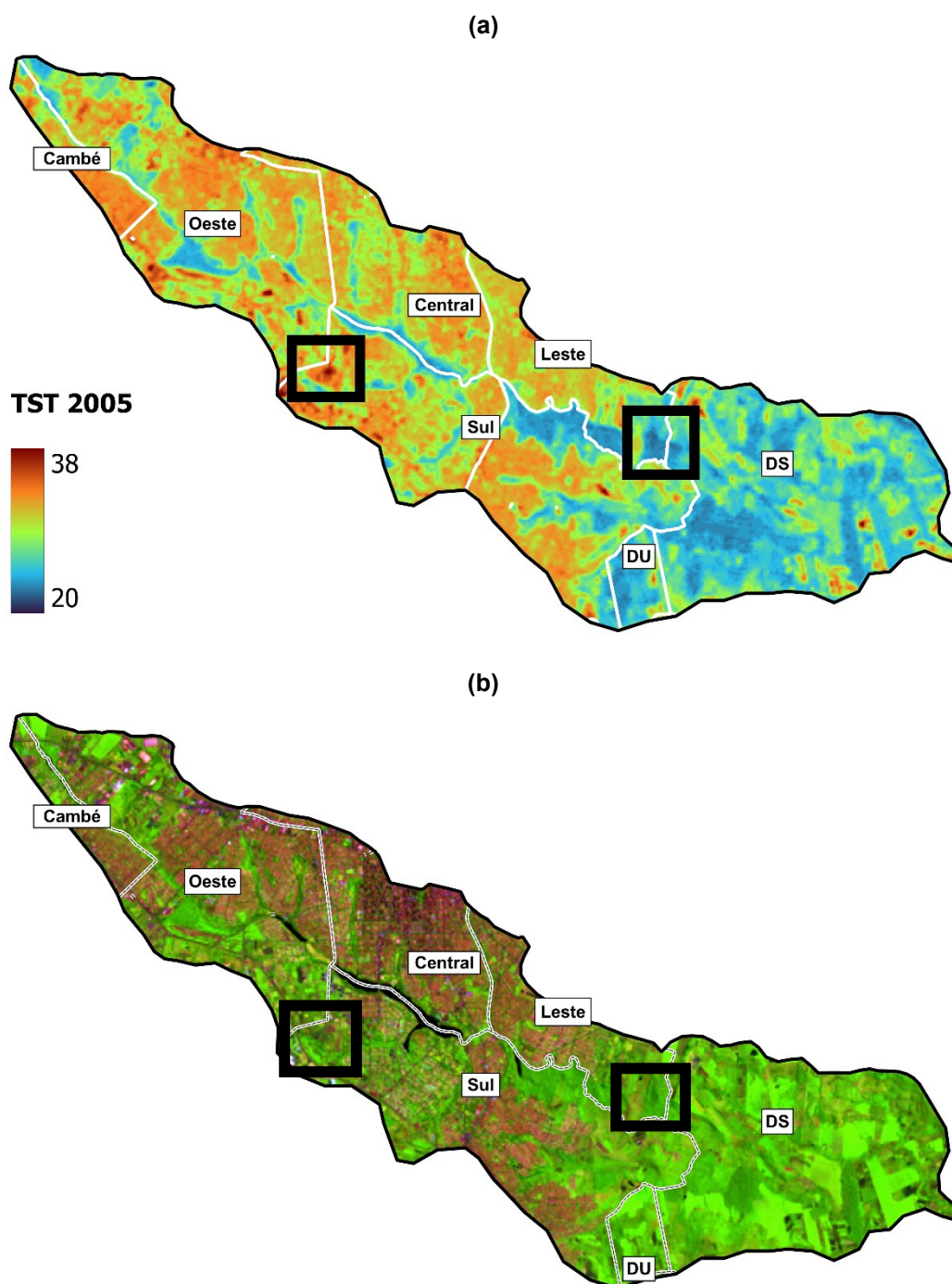
Nas Figuras 37 a 40, são apresentadas as temperaturas de superfície terrestre (TST) da BHRC, juntamente com composições coloridas de falsa cor das imagens de satélite Landsat (USG, 2023). Os valores extremos de TST foram destacados para facilitar a visualização. A escolha por composições coloridas de falsa cor e verdadeira teve como objetivo aprimorar a distinção entre diferentes classes de ocupação da terra, tais como vegetação, zonas construídas e áreas rurais.

Figura 37 – Recorte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé na data de 12/01/1985, com destaque em preto para os locais que apresentaram os valores máximos e mínimos de (a) temperatura de superfície e (b) composição colorida



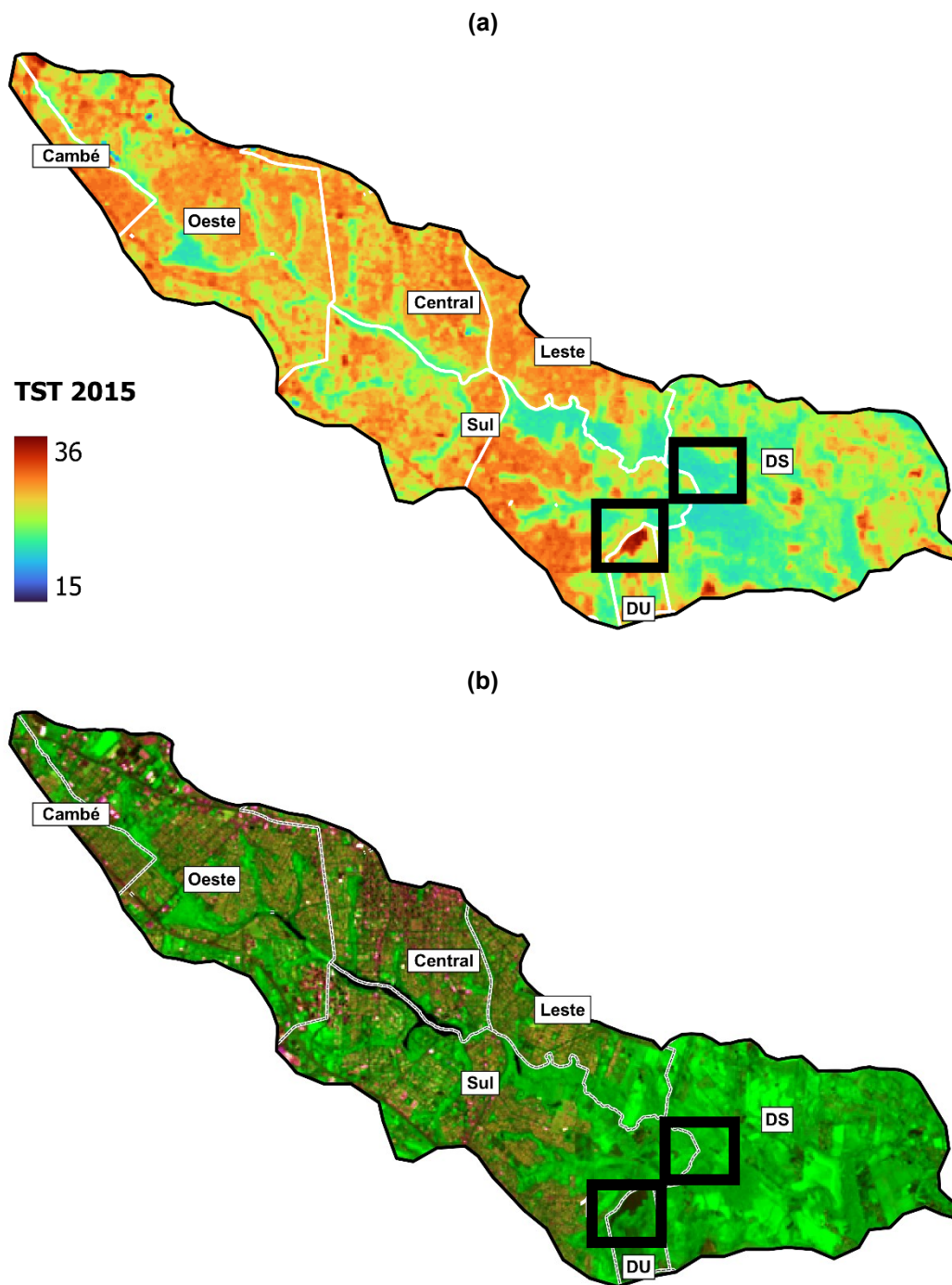
Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 38 – Recorte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé na data de 20/02/2005 com destaque em preto para os locais que apresentaram os valores máximos e mínimos de (a) temperatura de superfície e (b) composição colorida



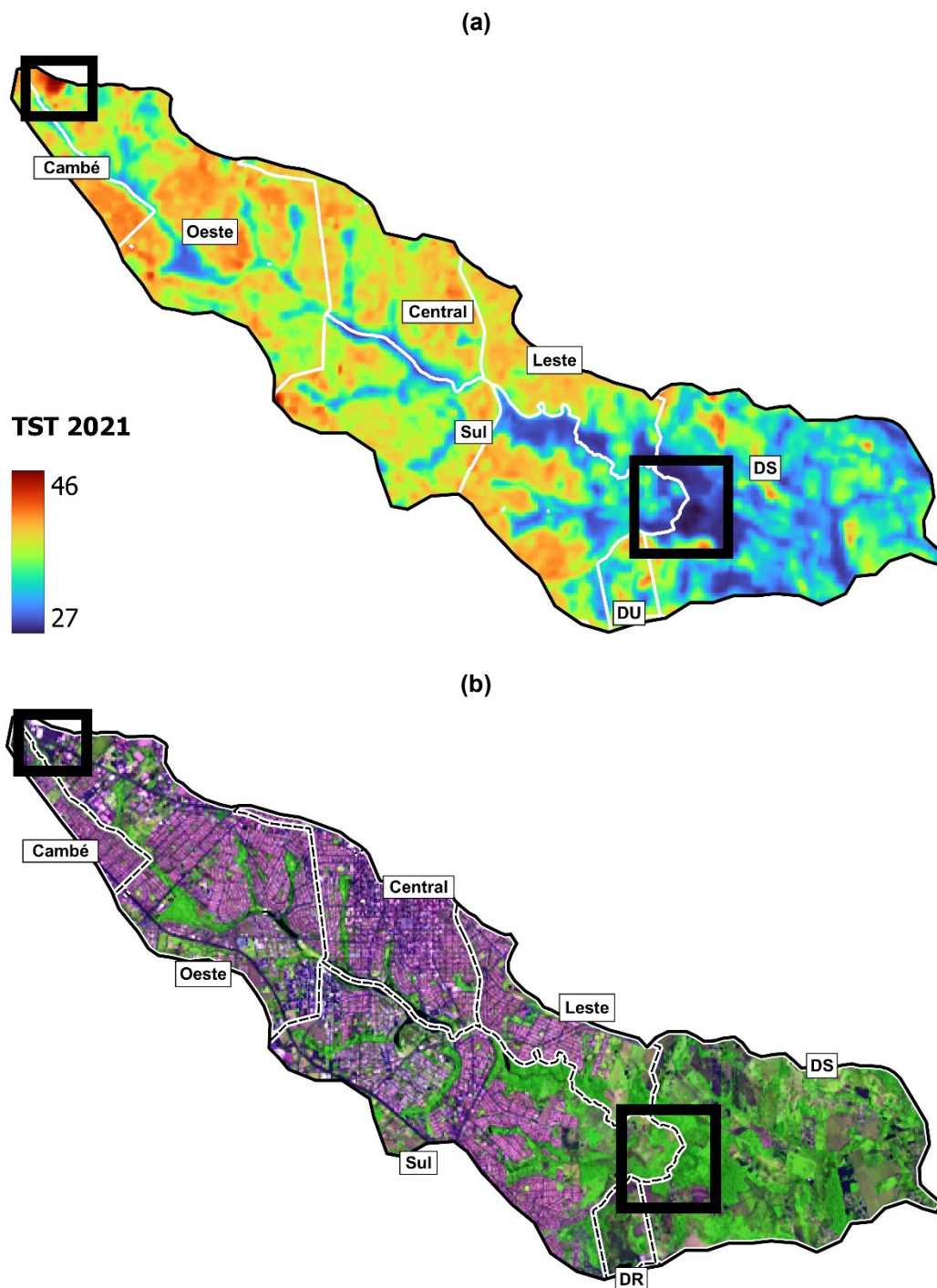
Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 39 – Recorte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé na data de 23/01/2015 com destaque em preto para os locais que apresentaram os valores máximos e mínimos de (a) temperatura de superfície e (b) composição colorida



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 40 – Recorte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé na data de 12/01/2021 com destaque em preto para os locais que apresentaram os valores máximos e mínimos de (a) temperatura de superfície e (b) composição colorida



Fonte: Autoria própria (2024)

De modo geral, os valores de temperatura apresentaram similaridade em todos os anos com os tipos de uso e cobertura do solo, sendo que as temperaturas mais baixas estão em áreas com predominância vegetal, assim como relatados em outras pesquisas (Cavalcante; Almeida; Castelo, 2020; Rosa e Filho, 2023) e os



valores mais altos em áreas rurais, mesmo que se esperava que os maiores valores de TST estivessem dentro da classe de área urbana devido a predominância de estrutura, tais como concreto, telhados e asfalto que tendem apresentar uma temperatura de superfície mais elevada, conforme identificado por (Souza et al., 2016; Cruz et al., 2023; ). No entanto, pelas figuras de composição colorida, é possível observar que as áreas da BHRC que apresentaram os pontos extremos de TST foram áreas rurais que passaram por uma colheita recente, o que aumentou a exposição do solo, aumentando significativamente a temperatura da área. Tal padrão também foi observado no estudo de Cruz *et al.*, (2023).

Embora a identificação dos pontos extremos seja importante em locais urbanizados, tendo em vista que estes resultados podem indicar possíveis locais em que há a formação de ilhas de calor e zonas de frescor (Cavalcante *et al.*, 2020, Silva *et al.*, 2022), também é necessário analisar a espacialização das temperaturas ao longo da BHRC para entender melhor a dinâmica da TST.

Em 1985, nota-se que a área delimitada como “central” da BHRC apresenta uma coloração avermelhada, que representa uma variação de temperatura entre 30 a 35°C. Esse local, conforme evidenciado na Figura 37.

No ano de 2005 fica evidente não só o início da ocupação das áreas “sul” e “oeste” (Figura 38), mas também o adensamento urbano destas áreas, que conforme foram influenciadas das políticas de urbanização e com a construção dos novos empreendimentos na região (descritos no tópico 6.3). É interessante também ressaltar que mesmo com o avanço da urbanização, em especial nestes dois zoneamentos, as áreas que estão no entorno do Lago Igapó e pequenos remanescentes florestais que se mantiveram nestas áreas, apresentaram uma variação da temperatura de 23 a 27°C. A variação de temperatura entre estes trechos, podem ser explicadas devido a diferença de concentração e tamanho da vegetação, tendo em vista que a temperatura de 23°C está localizada dentro de uma área com uma cobertura vegetal mais densa e os valores de 27°C apresentam uma pequena faixa de vegetação. Essa variação pode ser explicada pelo efeito borda, visto que as bordas são definidas por áreas de transição dos diferentes habitats. Por isso estes locais tendem a ter maiores valores de temperatura, luminosidade e umidade relativa, o que tende a se diminuir no interior dos fragmentos florestais (Voltolini; Mendonça, 2019)

No ano de 2015, a BHRC apresentava uma ocupação urbana referente a 47,73% da área, observada majoritariamente nas zonas “Cambé”, “Oeste”, “Central”,

“Sul” e “Leste”. Nestas zonas a TST era acima de 27°C, exceto em locais que apresentavam trechos de vegetação. Neste ano, houve também um aumento da formação florestal nas proximidades do Parque Estadual Arthur Thomas (sul) e na zona “DS”, evidenciado pelas Figura 24 e Figura 27. Estes locais se sobressaem dos demais por exibirem uma TST inferior a 25°C.

Para a análise de correlação múltipla entre as classes de uso e cobertura de solo com a temperatura, aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk nos pontos amostrais, utilizando os dados de NDVI e TST (Tabela 9 e Apêndice 2). Embora a maioria dos resultados apresentaram normalidade ( $p > 0,05$ ), em todos os anos continham em pelo menos um grupo um dado que não apresentaram normalidade, por conta disso o conjunto de dados deve ser tratado como sem normalidade.

Tabela 8 – Teste de Shapiro-Wilk para análise de NDVI e TST na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé. TST = Temperatura de Superfície Terrestre, Temp. = Temperatura. W = Valor do teste de Shapiro-Wilk, p = significância

Ano	Classe	Shapiro-Wilk							
		Mediana		Desvio padrão		w		p	
		Temp.	NDVI	Temp.	NDVI	Temp.	NDVI	Temp.	NDVI
1985	Florestal	24,9	0,638	1,46	0,0519	0,951	0,952	0,267	0,285
	Rural	27,5	0,589	2,65	0,120	0,968	0,954	0,598	0,314
	Urbano	31,8	0,255	2,10	0,147	0,664	0,989	<,001*	0,992
	Aquático	25,5	-0,154	0,829	0,153	0,951	0,828	0,258	<,001*
2005	Florestal	23,9	0,463	0,609	0,049	0,763	0,872	<,001*	<,005*
	Rural	27,8	0,287	2,49	0,174	0,977	0,974	0,822	0,737
	Urbano	32,2	-0,162	2,46	0,137	0,829	0,874	<,001*	<,005*
	Aquático	24,4	-0,388	0,865	0,108	0,853	0,665	<,002*	<,001*
2015	Florestal	22,8	0,508	0,613	0,0387	0,908	0,633	<,0028*	<,001*
	Rural	26,4	0,307	2,08	0,191	0,786	0,957	<,001*	0,357
	Urbano	30,3	-0,152	1,25	0,100	0,928	0,939	0,080	0,140
	Aquático	23,9	-0,403	0,437	0,117	0,886	0,512	<,0009*	<,001*
2021	Florestal	28,8	0,541	1,53	0,025	0,756	0,963	<,001*	0,468
	Rural	34,5	0,399	3,30	0,110	0,819	0,886	<,001*	0,009
	Urbano	39,4	0,167	1,78	0,085	0,910	0,923	0,030	0,059
	Aquático	29,2	-0,103	0,810	0,078	0,908	0,648	0,028	<,001*

Nota: Onde <0,05\* os grupos que não apresentam normalidade

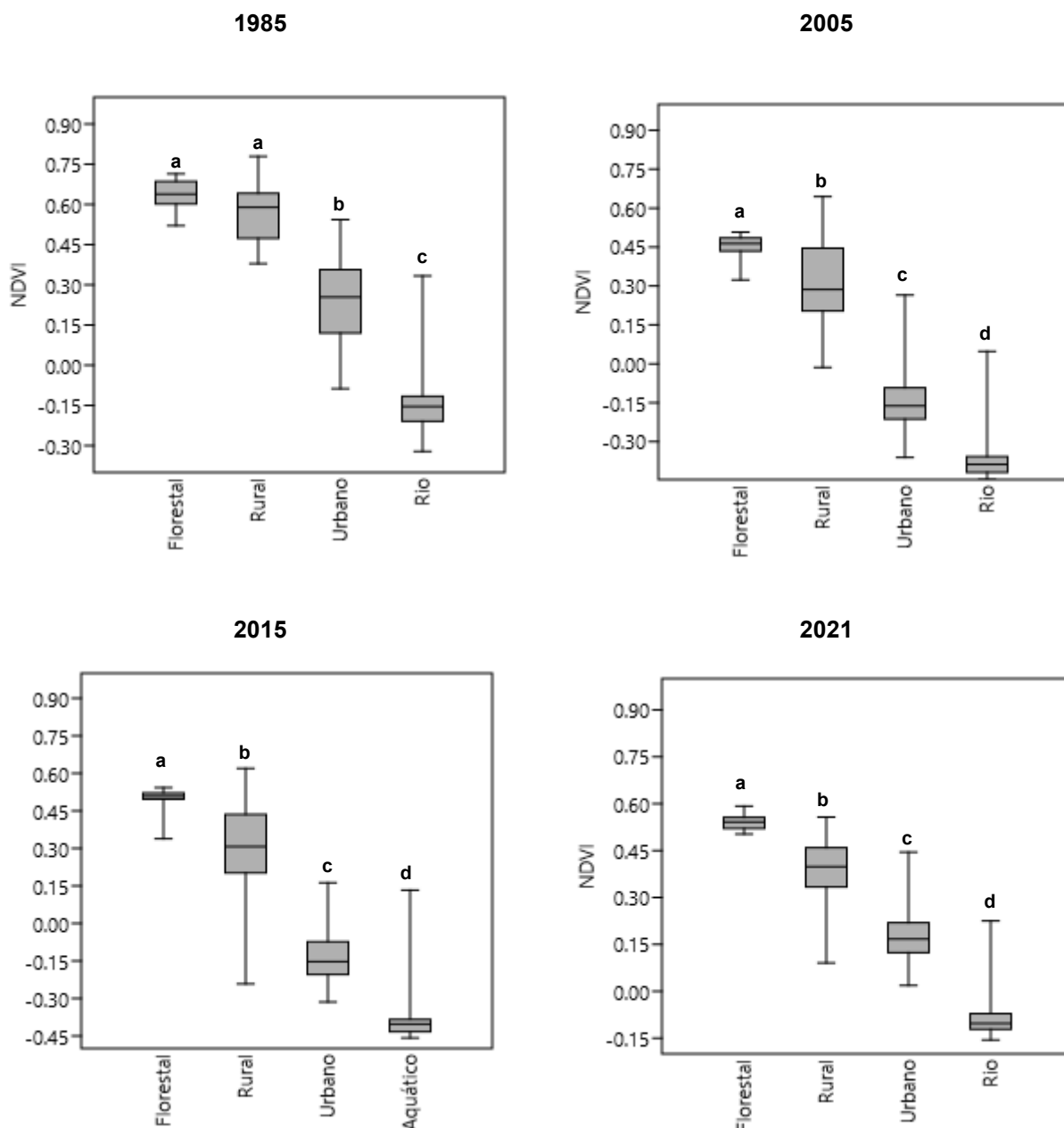
Fonte: Autoria própria (2024)

Partindo dos resultados obtidos da Tabela 8, pode-se continuar a análise de variância com o teste não paramétrico de Kruskal Wallis para identificar se há diferença significativa entre os valores de NDVI e TST e entre os tipos de uso e cobertura do solo (Os resultados com os valores dos testes par-a-par estão dispostos no Apêndice 2 e 3).

Como o resultado do teste indicou que há diferença entre os grupos ( $p < 0,001$ ), então aplicou-se o teste de correlação múltipla de Dwass Steel Critchlow Figner (Apêndice 4).

Os valores do teste para a variável NDVI estão dispostos na Figura 41.

Figura 41 - Box-plot dos valores de NDVI de acordo com as classes de uso e cobertura do solo com o resultado teste de Dwass Steel Critchlow Fligner



Fonte: Autoria própria (2024)

Nota: Os grupos "a", "b", "c" e "d" apresentam diferença significativa

A análise não paramétrica de Kruskal-Wallis possibilitou as seguintes respostas: para os anos 2005, 2015 e 2015 o NDVI demonstrou que entre as classes "florestal", "rural", "urbano" e "aquático" são diferentes estatisticamente, entretanto, em 1985 a classe "florestal" e "rural" resultaram em valores de  $p > 0,05$ , o que não possibilitou diferenciá-los estatisticamente.

A semelhança entre os índices pode ter acontecido pelo mês de janeiro ser considerado o período de floração e desenvolvimento dos grãos de soja (Caramello, 2015) e neste período a cultura tende a ter uma maior biomassa e assemelha-se as características de folhas, fatores que influenciam a reflectância (Cordeiro *et al.*, 2017), ou a área pode ter passado por um período chuvoso, visto que a pluviosidade pode alterar os valores de NDVI (LUCAS; SCHULER, 2007). Backes (2010) encontrou resultados semelhantes, onde a agricultura e florestas apresentam-se com valores próximos.

Ademais, percebe-se que a área florestal apresenta uma mediana maior em todos os anos analisados, quando se comparados com as outras classes (0,64 em 1985, 0,46 em 2005, 0,50 em 2015 e 0,54 em 2021), sugerindo uma vegetação mais densa nestes locais, além de que a faixa interquartil é mais estreitas nestas classes, indicando uma menor variabilidade nos valores.

A área rural, em todos os anos analisados, teve uma grande dispersão dos dados, onde os valores de NDVI variaram de -0,1 a 0,7 e com medianas de 0,59 (1985), 0,29 (2005), 0,31 (2015) e 0,40 (2021). Essa variação pode ser associada a grande heterogeneidade quanto ao tipo de vegetação e estágio de desenvolvimento.

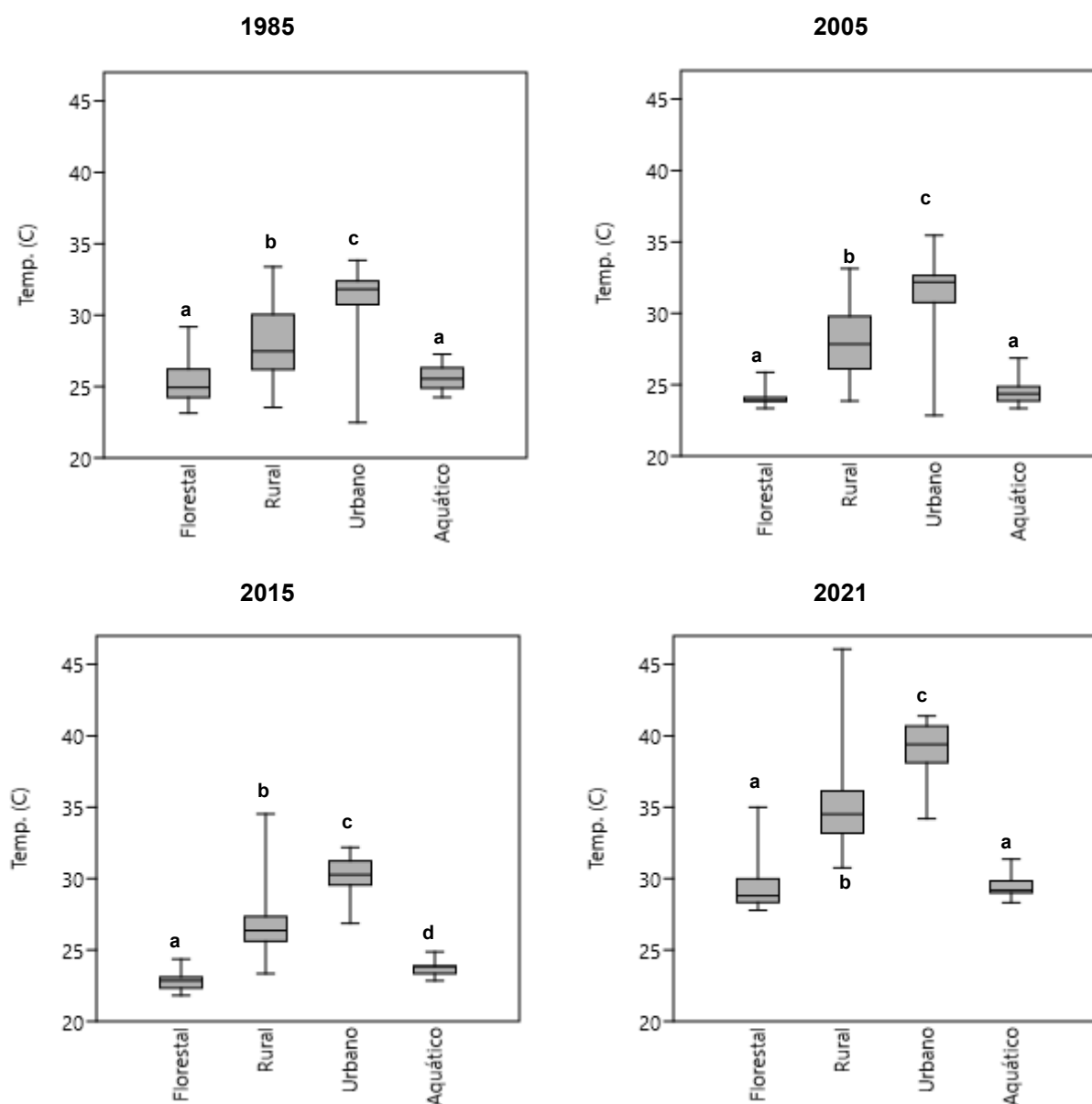
A classe de área urbana também apresentou uma grande dispersão dos dados, com valor mínimo de -0,36 e máximo de 0,54. A área urbana, assim como a área rural, tende a ter uma heterogeneidade dentro de sua categoria, devido a confusão com os tipos de solo (exposto e pavimentado), diversos tipos de coberturas de casas, entre outros atributos encontrados na zona urbana.

O ambiente aquático tende a resultar valores negativos, pois a água não reflete a energia recebida no infravermelho e tem baixa reflectância na região do visível (Aires; Bezzera, 2021).

No entanto, vale ressaltar que a variação dos dados podem ter sido em recorrência da amostragem, uma vez que esta levou em consideração as classes de cobertura do solo, conforme categorizadas pela Figura 24, e alguns dos pontos podem ter sido escolhidos em zonas de transição das classes, ocasionando uma zona de confusão dos dados, tornando-os mais amplos e no contexto da zona rural, a amplitude também pode ter sido consequência da amostragem pois não foi levado em consideração os diferentes estágios como plantio, desenvolvimento e colheita.

Os dados comparação múltipla para a variável TST foram sumarizados e estão representados na Figura 42.

Figura 42 – Box-plot dos valores de temperatura de superfície de acordo com as classes de uso e cobertura do solo com o resultado teste de Dwass Steel Critchlow Flinger.



Fonte: Autoria própria (2024)

Nota: Os grupos “a”, “b”, “c” e “d” apresentam diferença significativa

Os resultados do teste indicam que há diferenças significativas nos valores de TST em relação aos grupos de uso e cobertura do solo.

Com a análise par-a-par entre os grupos, percebe-se que nos anos de 1985, 2005 e 2021 as classes de “área florestal” e “aquático” não apresentaram diferença significativa, exceto no ano de 2015. Enquanto para os outros grupos (área rural, área urbana e ambiente aquático) apresentaram diferenças significativas.

A partir dos resultados, verifica-se que os picos de TST ocorrem geralmente em áreas sem coberturas vegetais, podendo ser em áreas construídas, nas regiões mais centrais ou em zonas rurais, enquanto os valores mais baixos e homogêneos de TST estão em locais com uma melhor concentração de locais com vegetação, em especial no Parque Estadual Arthur Thomas.

Os resultados apresentados vão ao encontro com os resultados de Santos (2023) e Silva (2023) em que as temperaturas apresentaram comportamentos diferentes e agrupamentos significativos em razão dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo.

Nesse contexto, ressalta-se a importância da existência de áreas verdes em ambientes rurais, para amenizar as elevadas temperaturas de superfície e proporcionar conforto térmico.

Embora o trabalho tenha mostrado que houve um aumento da TST ao longo dos anos analisados, apenas os dados da TST são insuficientes para esta conclusão, sendo necessário realizar análises com maior frequência de coleta de dados e também correlacionar estes dados com outras variáveis abióticas como temperatura do ar e temperatura de superfície e eventos climáticos (*El ñinho* e *La ninhã*).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados expostos e da metodologia utilizada, foi possível compreender os efeitos da urbanização da BHRC nos quesitos de dinâmica do uso e cobertura do solo e sua interferência na temperatura de superfície terrestre.

A revisão sistemática da literatura com aplicação de métodos bibliométricos, método InOrdinatio e Análise de Conteúdo mostrou-se eficaz para a elaboração do panorama de estudo ambientais associados a urbanização, permitindo identificar quais são as métricas dos artigos e trabalhos acadêmicos, quais são os artigos mais relevantes e quais são os temas mais estudados

A análise morfométrica possibilitou a compreensão integrada dos processos hidrológicos da bacia e reconhecer o comportamento da rede de drenagem, classificando-a como uma bacia com baixa tendência a grandes enchentes e uma densidade de drenagem regular.

A classificação do uso e cobertura do solo na BHRC permitiu o conhecimento melhor da área de estudo e sua mudança ao longo dos anos estudados. De modo geral, a bacia teve uma transição de bacia predominantemente rural para urbana, sendo o ano de 2005 o marco desta alteração.

O protocolo serviu como uma ferramenta de baixo custo e de fácil aplicação, onde o pesquisador consegue identificar questões ambientais e avaliá-los. Estas constatações são objetivas e pontuais, mas servem como orientação para propostas de intervenções. De modo geral, com as métricas analisadas nestes estudo a BHRC pode ser considerado como uma bacia de condição geral boa (62), embora apresenta problemas quanto ao descarte de resíduos sólidos e falta da cobertura vegetal em determinados pontos.

Então, a respeito da TST, pode-se dizer que a amplitude térmica ao longo da BHRC evidencia os diferentes padrões de TST da região em razão dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo, corroborando que a influência das áreas verdes são necessárias para melhorar o conforto térmico em áreas com predominância urbana.

Diante dos resultados apresentados, pode-se confirmar que a BHRC está exposta aos efeitos da urbanização e Parque Estadual Arthur Thomas exerce sua função de Unidade de Conversação, visto que este tem uma influência direta para a preservação da área florestal, reforçando a necessidade da conservação do local.



## 7.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As recomendações para trabalhos futuros foram divididas em tópicos, seguindo a organização deste estudo.

- **Revisão Sistemática:** Indica-se para trabalhos futuros, realizar o levantamento de outras bases de dados locais, como os repositórios institucionais das universidades da região de Londrina, tais como UEL e UTFPR, com o objetivo de abranger trabalhos de conclusão de cursos.
- **Uso e cobertura do solo:** Recomenda-se explorar os mapas de desmatamento e vegetação secundária para compreender melhor os processos de urbanização.
- **Protocolo de Avaliação Rápida:** Para análise espacial do PAR, recomenda-se diminuir a distância entre os pontos analisados e conseqüentemente, aumentar o número amostral. Isso acontece devido a interpolação IDW depender da distância entre os pontos, realizando uma média ponderada dentro de um raio R, em que os valores são determinados pela influência dos valores dos pontos vizinhos, possibilitando ampliar uma análise pontual para uma análise mais ampla, sendo possível reconhecer as possíveis zonas de influência de cada ponto.
- **Temperatura de Superfície Terrestre:** Para a TST, recomenda-se correlacionar os dados de TST com temperatura do ar e umidade relativa, para verificar se há diferenças entre os tipos de análises dentro da BHRC e utilizar imagens de satélites com melhor resolução espectral.

## REFERÊNCIAS

ABDURAHIMAN, B. **Identificação dos pontos de acúmulo de resíduos sólidos urbanos no entorno da bacia do Ribeirão Cambé no município de Londrina/PR** (Trabalho de Conclusão de Curso; p. 59). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

AIRES, A. A.; BEZERRA, J. M. Mapeamento do índice de vegetação e temperatura de superfície da cidade de Pau dos Ferros-RN. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 113–113, 1 jul. 2021.

ALVES, N. T. **Estrutura espacial das assembleias de peixes de riachos submetidos a diferentes graus de impacto ambiental**. 52f. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019

ALVEZ, A. O. **Expansão urbana de Londrina e tendências a metropolização**. Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia — Universidade Estadual de Londrina: 2005.

AMANTHEA, N. R. **De volta para o futuro: o aquífero Guarani como alternativa viável ao desenvolvimento da região de Londrina**. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2004

ANDRELLO, A. C.; APPOLONI, C. R.; GUIMARÃES, M. F. Soil erosion determination in a watershed from northern Paraná (Brazil) using <sup>137</sup>Cs. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, v. 47, n. 4, p. 659-667, ago. 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-89132004000400020>.

AOKI, C. J. S. **O uso da lógica fuzzy no estudo das áreas potenciais ao processo erosivo na Bacia Do Ribeirão Cambé, Londrina – Pr** 88 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Maringá. 2014

ARAGÃO, P. H. A. Orientação pelo campo geomagnético. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 6, n. 2, p. 93, 15 dez. 1985.

ARANTES, M. R. L. **Os desafios da aplicação da pegada hídrica em uma bacia hidrográfica urbana: contribuições para a gestão ambiental** 266 f. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Londrina .2020

ARAÚJO, J. P. C.; SILVA, F. A. D.; NAZAR, T. I. S. M Uso de técnicas geomorfológicas para identificação dos padrões de relevo na Bacia do Rio Preto, no Planalto Ocidental Paulista. **Sociedade & Natureza**, v. 34, n. 1, p. 1-15, 2 ago. 2022. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v34-2022-64869>.

ARAÚJO, J. C. S. V. **Ecomorfologia trófica de peixes bioindicadores de riachos submetidos a diferentes graus de antropização** 76 f. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2020

ARAUJO, R. S. **Microbacia do Ribeirão Cambé - Londrina (PR): Levantamento ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.** Mestrado em Geografia—Universidade Estadual de Londrina: 2004.

AVDAN, U; JOVANOVSKA, G. Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data. **Journal Of Sensors**, v. 2016, n. 1, p. 1-8, 2016. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1480307>.

BARRELLA, W. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70.1977

BENINCA, A. O. **Quantificação de resíduos recicláveis na drenagem urbana do Lago Igapó I em Londrina - PR.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, p. 1-47, 2021.

BENNEMANN, S. T.; ORICOLLI, M. C. G. Dieta de *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) em riachos da bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 1, 6 mar. 2006.

BIZZO, M. R. de O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. de. Protocolos De Avaliação Rápida de Rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais Cadegeo**, v. 4, n. 1, p. 5-13, jan. 2014.

BORTOLO, C. A. DE. A produção de um espaço público e os agentes produtores da cidade: o caso do Lago Igapó em Londrina - PR. **Geo UERJ**, v. 2, n. 21, 20 dez. 2010.

BORTOLO, C. A. DE. Do espaço produzido ao espaço consumido: a produção e apropriação do entorno do LAGO IGAPÓ - LONDRINA - PR. **Geografia em Atos**, v. 2, n. 10, p. 36–53, 1 jan. 2010.

BORTOLO, C.; FRESCA, T. O lago igapó: alguns elementos acerca da produção do espaço urbano da cidade de Londrina-Pr. **Revista ACTA Geográfica**, p. 161–176, 2010.

BORTOLO, C. A. **Produção e Apropriação de Espaço Livre Público: O Lago Igapó- Londrina - Pr.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2010

BRITO, F.; SOUZA, J. Expansão urbana nas grandes metrópoles: o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 4, p. 48-63, dez. 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-88392005000400003>.

BUCHMANN, A. C. **Os Vales na Paisagem Urbana de Londrina: uma Análise do Uso e Ocupação do Solo das Áreas Lindeiras ao Ribeirão Cambé**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo.2001

CALLISTO, M,; FERREIRA, W,R; MORENO, P,; GOULART, M,; PETRUCIO, M,, Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ), **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 1-8, jan. 2002.

CÂMARA MUNICIPAL DE LONDRINA. **Conheça Londrina**. Disponível em: <[https://www.cml.pr.gov.br/cml/site/historia\\_londrina.xhtml](https://www.cml.pr.gov.br/cml/site/historia_londrina.xhtml)>. Acesso em: mar. 2024

CAMARGO, M. M. P. de. **Parametros morfo-funcionais de Prochilodus lineatus submetidos a testes in situ no Ribeirão Cambé (Londrina - PR)**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2004

CAMPOS, J. C. **Protocolo de avaliação rápida de rios urbanos como subsídio ao planejamento da paisagem: estudo de caso da bacia do Rio Palmital na Região Metropolitana de Curitiba (PR)**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

CAMPOS, J. C.; NUCCI, J. C. Protocolo De Avaliação Rápida: Uma proposta para rios urbanos. **Revista Geografar**, v. 14, n. 2, p. 267, 20 dez. 2019. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v14i2.59176>.

CAMPOS, J. C.; NUCCI, J. C., Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Urbanos (PARU) como ferramenta de monitoramento ambiental, **Got - Journal Of Geography And Spatial Planning**, n. 21, p. 121-138, 30 jun. 2021, CEGOT - Center of Studies on Geography and Spatial Planning, <http://dx.doi.org/10.17127/got/2021.21.005>.

CARAMELLO, V. **Vulnerabilidade agrícola da produção de soja em cinco municípios da região metropolitana de Londrina - Pr**. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Geografia—Universidade Estadual de Londrina: 2017.

CASTRO, L. A. R. **Padrões ontogênicos na ecomorfologia e ecologia trófica de Poecilia reticulata Peters, 1859 (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) em um riacho urbano** 89 f. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.2022

CAVALCANTE, L. B.; GOMES, H. B.; CAVALCANTE, A. S. I.; COSTA, B. C. A.; COSTA, M. C. A.; SILVA, C. M. da; COSTA, R. L.; ROCHA JÚNIOR, R. L. da; SANTOS, F. S. dos; SILVA, F. D. S.; JUNIOR, T. L. e S. Análise de Ilhas de Calor e Frescor Utilizando-Se de Processamento Digital de Imagens - Estudo de Caso Município de São Paulo/SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. , p. 835-846, dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786355000010>.

CAVALCANTE, J. DA C.; ALMEIDA, C. A.; BANDEIRA CASTELO, T. Análise de NDVI e temperatura da superfície terrestre utilizando a plataforma do google earth

engine em área de savana amazônica e floresta secundária, no município de Vigia – PA. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 6, n. 1, p. 64–70, 29 jun. 2020.

CCR AEROPORTOS. **Sobre Londrina (PR) - CCR Aeroportos**. Disponível em: <<https://www.ccraeroportos.com.br/londrina-pr/sobre-o-aeroporto>>. Acesso em: 12 fev. 2024.

CHANG, M. M. **Análise temporal do uso e cobertura do solo e a relação com inundações urbanas na bacia do Ribeirão Cambé – Londrina/Pr** 12/05/2016 118 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2016

CHRISTOFOLETTI, A, **Geomorfologia**, Ed, Edgard Blucher Ltda e EDUSP, 149 p. 1974

COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V. de; RIBEIRO NETO, A.; MOURA, G. S. S. de. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 64-72, jan. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662014000100009>.

CORDEIRO, A. P. A.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; MELO, R. W. de; SHIMABUKURO, Y. E.; FIOR, C. S. Regiões homogêneas de vegetação utilizando a variabilidade do NDVI. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 883-896, 31 ago. 2017. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509828638>.

CORREA, P. A. **O Parque Municipal Arthur Thomas para a pratica do lazer**. Trabalho de Conclusão de Curso em Educação Física—Universidade Estadual de Londrina: 2009.

CRUZ, G. C. F.; SANTOS, J. S. V.; MORESCO, F. A.; KUBASKI, K. M. A temperatura de superfície terrestre nas áreas urbanas e rurais de Florínea-SP e Cabralia Paulista-SP. **Brazilian Journal Of Development**, v. 9, n. 1, p. 1833-1850, 10 jan. 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv9n1-125>.

CURIONI, A. A. **Avaliação da qualidade da água do Lago Igapó e seus tributários na cidade de Londrina/PR** 184 f. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.2022

DALTO, C. C.; DELAFRONTTE, G.; MONTAVAN, H. M.; GRIZIO-ORITA, E.; Vilanova. Áreas verdes na cidade de Cambé-Pr. **Revista Geonorte**, v. 12, n. 40, p. 59-76, 28 jan. 2022. <http://dx.doi.org/10.21170/geonorte.2021.v.12.n.40.59.76>.

DIAS, A. L.; PACHECO, R. B.; ROSA, R.; GIULIANO-CAETANO, L.; JÓLIO JUNIOR, H. F.. Cytogenetic comparison between two allopatric populations of *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Teleostei, Characidae), with emphasis on the localization of 18S and 5S rDNA. **Comparative Cytogenetics**, v. 5, n. 3, p. 237-246, 24 ago. 2011. Pensoft Publishers. <http://dx.doi.org/10.3897/compcytogen.v5i3.1235>.

DUARTE, P. G. S. **Métodos de machine learning aplicados à classificação do uso e ocupação do solo na microbacia do Lago Igapó na cidade de Londrina/Pr** 78 f. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2022

EGRI, R.; FILL, H. Caracterização física de 14 bacias hidrográficas brasileiras: proposição do indicador da declividade média dos rios e do coeficiente de suscetibilidade de enchentes. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 28, p. 1-12, 2023. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220220194>.

EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ)**, Rio de Janeiro. Súmula, 1975. Rio de Janeiro, 83 p. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/480004>.

ESTEVAM, A. L. D.; MAIA, D. C. Morfometria e enchentes urbanas na bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe, Salvador-BA. **Geopauta**, v. 6, p. 1-18, 6 nov. 2022. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Edicoes UESB. <http://dx.doi.org/10.22481/rg.v6.e2022.e10755>.

FARIA, G. G. **O município e a gestão das águas: interfaces e desafios'** Tese de doutorado. Universidade Estadual de Londrina .2008

FARIA, G. G. **As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem na microbacia hidrográfica do Ribeirão Cambé - Londrina – Pr.** 266 f. Dissertação de mestrado. Unesp. 2001

FERRAZ, A. M. M.; PIRES, É. G.; SOUZA, L. B. Alterações na temperatura de superfície em áreas de expansão do agronegócio sobre um território quilombola no Tocantins. **Interações (Campo Grande)**, p. 975-989, 20 out. 2023. Universidade Católica Dom Bosco. <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v24i3.3795>.

FERRAZ, J.; GOIS, M. V.; YABU, M. H. S.; GARCIA, D. A. Z.; MARQUES, A. C. V.; CASIMIRO, A. C. R.; VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; ORSI, M. L. Malacofauna bentônica do Lago Igapó, Londrina (Paraná, Brasil), com ênfase na espécie invasora mexilhão-dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 42, n. 1, p. 3-14, 2 fev. 2021. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2021v42n1p3>.

FERREIRA, F. L. S.; PEREIRA, E. B.; LABAKI, L. C., Fatores associados à distribuição da temperatura das superfícies em áreas urbanas: zonas climáticas locais e características espectrais, **Ambiente Construído**, v, 21, n, 1, p, 237-262, jan, 2021, <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212021000100504>,

FEITOSA, M. C. **Análise da estrutura limnológica e proposta de recuperação ambiental do reservatório do Parque Arthur Thomas (Londrina - PR)** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, p. 1-88, 2019.

FERRI, C. M. **Modificações da paisagem do parque municipal arthur thomas e seu entorno: análise por imagens orbitais e aéreas de 1975 a 2017.** Mestrado em Geografia—Universidade Estadual de Londrina: 2017.

FIOCRUZ - **Observatório de clima e saúde. Índice de estado da vegetação (NDVI)** | Observatório de Clima e Saúde. Disponível em:  
<[https://climaesaude.iciict.fiocruz.br/indicador/indice-de-estado-da-vegetacao-ndvi#:~:text=NDVI%20\(Normalized%20Difference%20Vegetation%20Index](https://climaesaude.iciict.fiocruz.br/indicador/indice-de-estado-da-vegetacao-ndvi#:~:text=NDVI%20(Normalized%20Difference%20Vegetation%20Index)>.

FLORENZANO, T. G. Introdução à geomorfologia. In: **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. p. 11-30.

FRANCA, C. N. **Avaliação dos depósitos tecnogênicos e expansão do uso do solo na bacia do Ribeirão Cambé – Londrina**, Pr.103 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2015

FRANCISCHETT, M. N.; BIZ, A. C., O mapa hipsométrico no estudo dos continentes, **Revista Signos Geográficos**, v. 2, p. 1–25. 25 mar. 2020.

GALVAO, J. C. R. **Método voltamétrico para quantificação do 17 $\beta$ -estradiol utilizando um eletrodo de carbono vítreo modificado com nanopartículas de FE2O3 suportadas sobre nanotubos de carbono**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2019

GARTLAND, L. **Ilhas de calor - Como mitigar zonas de calor**. Oficina de Texto, 2008.

GASPAR, S. C. **A ação antropogênica e natural na produção de sedimentos em suspensão num recorte espacial da Bacia do Ribeirão Cambé – PR 128 f**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2016

GATZKE, E. G. **Integridade Ambiental de Bacias Hidrográficas Submetidas a Diferentes Graus de Conservação** 52 f. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017

GIBOTTI, A. **Bactérias entéricas como contaminantes de águas da Bacia Do Ribeirão Cambé, Paraná: Aspectos epidemiológicos e fatores de virulência**. Dissertação de mestrado. Unesp. 1996

GOMES, A. R. S.; ALVES, J. M. B.; SILVA, E. M.; GOMES, M. R. S.; GOMES, C. R. S. Estudo da relação entre a variabilidade dos índices de vegetação e temperatura da região nordeste do Brasil. **Revista Brasileira De Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 359-368, set. 2019.

GRASS-PROJECT, **Geographic resource analysis support system**, <https://grass.osgeo.org>. 2013.

GUILHERME, A. P.; BIUDES, M. S.; MOTA, D. dos S.; MUSIS, C. R. de. Relação entre tipo de cobertura do solo e temperatura de superfície. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 539-550, 10 ago. 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v32-2020-47462>

GUILHERME, A. P.; BIUDES, M. S.; MOTA, D. S.; MUSIS, C. R., Relação entre tipo de cobertura do solo e temperatura de superfície, **Sociedade & Natureza**, v, 32, p, 539-550, 10 ago, 2020, EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, [http://dx.doi.org/10,14393/sn-v32-2020-47462](http://dx.doi.org/10.14393/sn-v32-2020-47462)

GUIMARAES, D. V. **Teores de fluoreto na água para consumo humano na 17ª Regional de Saúde do Paraná entre os anos de 2014 e 2018: vulnerabilidades e riscos à saúde bucal'** 28f. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Londrina .2020

HAWKER, L.; UHE, P.; PAULO, L.; SOSA, J.; SAVAGE, J.; SAMPSON, C.; NEAL, J. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed. **Environmental Research Letters**, v. 17, n. 2, p. 024016, 1 fev. 2022.

HENDGES, E. R.; FOLLADOR, F. A. C.; ANDRES, J. Estudo de correlação entre o uso e cobertura da terra com a temperatura de superfície registrada pelo satélite Landsat 8. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 357-366, 5 jun. 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v32-2020-42828>.

HENDGES, E. R.; ANDRES, J.; MARION, F. A.. Correlação espacial entre os usos e cobertura da terra e a temperatura de superfície nas áreas urbanas de Francisco Beltrão e Pato Branco/ PR. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 38, n. 1, p. 159-177, 3 maio 2018. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/bgg.v38i1.52819>.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275, 1945.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Introdução Ao Ambiente Sig Qgis, Brasil**, Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2018.

IBGE **Censo 2010**. Disponível em:  
<<https://www.ibge.gov.br/censo2010/apps/sinopse/index.php?dados=8>>.

IBGE. **Panorama do Censo 2022**. Disponível em:  
<<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA - IAT. **Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi**. Disponível em: <<https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra>>. Acesso em: fev. 2024.

ISHIKAWA, D. N.; NOALE, R. Z.; OHE, T. H. K.; SOUZA, E. B. R.; SCARMÍNIO, I. S.; BARRETO, W. J.; BARRETO, S. R. G. Avaliação do risco ambiental em sedimento dos lagos do Riacho Cambé, em Londrina, pela distribuição de metais. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p. 1744-1749, jan. 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000700012>.



JANUZZI, D. DE C. R. O desenvolvimento de Londrina e as transformações nos espaços públicos da região central. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 26, n. 1, p. 87–94, 25 jun. 2005.

JEBAI, G. T.; ARAKAKI, B. R.; SILVA, C.A.P.; SOUZA, A.R; GOMES, T.M; ANJOS, L. Análise comparativa da densidade de onze passeriformes em duas áreas urbanas em Londrina, norte do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, 17(3-4):183-186. Setembro-Dezembro de 2009

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009, 598 p.

JOVINO, E. S.; ANGELINI, R.; BRESSIANI, D. A.; CUNHA, K. P. V.; COSTA, C. W. Impactos do uso e cobertura do solo na produção de sedimentos em área de manancial peri-urbano tropical. **Sociedade & Natureza**, v. 34, n. 1, p. 1-16, 21 jun. 2022. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v34-2022-64640>.

JUNIOR, A. P. A.; OSVALDO, O. C. P. N. O mapeamento da área de risco à jusante do lago Igapó em Londrina – PR - Brasil, no caso de rompimento hipotético da barragem. **Territorium**, n. 27(II), p. 29–40, 10 set. 2020.

JUNIOR, Talvanes Lins e Silva. Análise de Ilhas de Calor e Frescor Utilizando-Se de Processamento Digital de Imagens - Estudo de Caso Município de São Paulo/SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 835-846, dez. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786355000010>.

KLAIS, H. B. A.; DALMAS, F. B.; MORAIS, R. P.; ATIQUE, G.; LASTORIA, G.; PARANHOS FILHO, A. C., Vulnerabilidade natural e ambiental do município de Ponta Pora, Mato Grosso do Sul, Brasil, **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, v, 7, n, 2, p, 277-290, 31 ago, 2012, Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi), <http://dx.doi.org/10,4136/ambi-agua,786>,

LEITE, E. P. **Ribeirão Cambé: um estudo direcionado ao entendimento das enchentes urbanas em Londrina – PR**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2022

LEMO, N. G.; DIAS, A. L.; SILVA-SOUZA, A. T.; MANTOVANI, M. S. Evaluation of environmental waters using the comet assay in *Tilapia rendalli*. **Environmental Toxicology And Pharmacology**, v. 19, n. 2, p. 197-201, fev. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.etap.2004.03.011>.

LIMA, W. de P. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Florestais, 1996

LIMA, C. A. de; MONTENEGRO, A. A. de A.; LIMA, J. L. M. P. de; ALMEIDA, T. A. B.; SANTOS, J. C. N. dos. Uso de coberturas alternativas do solo para o controle

das perdas de solo em regiões semiáridas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, n. 3, p. 531-542, jun. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522020193900>.

LIMA, L. V. D. C. **A cafeicultura no estado do paraná: sua implementa o, desenvolvimento e auge**. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Econ micas—Universidade Federal do Paraná: 2014.

LOPES, J.; ZEQUI, J. A. C.; NUNES, V.; OLIVEIRA, O.; O. NETO, B. P. de; RODRIGUES, W. Immature culicidae (Diptera) collected from the Igapó lake located in the urban area of Londrina, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, v. 45, n. 4, p. 465-471, dez. 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-89132002000600010>.

LORENZON, A. S.; FRAGA, M. S.; MOREIRA, A. R.; ULIANA, E. M.; SILVA, D. D.; RIBEIRO, C. A. A. S.; BORGES, A. C. Influência das características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Benevente nas enchentes no município de Alfredo Chaves-ES, **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 1 jan, 2015, Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi), <http://dx.doi.org/10,4136/ambi-agua,1475>,

Lorenzzetti, J. A. **Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto**. 2015. Editora Blucher.

LUCAS, A. DE A.; SCHULER, C. A. B. Análise do NDVI/NOAA em cana-de-a ugar e Mata Atlântica no litoral norte de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 6, p. 607–614, 1 dez. 2007.

Machado, A. P. F. **Adapta o de um protocolo de avalia o rápida de rios e sua utiliza o como recurso didático em educa o ambiental no ensino médio**. Disserta o (Mestrado em E Conserva o de Recursos Naturais do Cerrado) - Instituto Federal de Educa o, Ciência e Tecnologia Goiano – Urata , p. 1-70.

Maeda, Karenine Sayuri. **O colar de esmeraldas da paisagem londrinense**. 198 f.Disserta o de mestrado.Universidade de São Paulo.2008

MAPBIOMAS. **O Projeto**. 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/o-projeto>.

MARCUCCI, N. T. **Avalia o Da Presença De Chumbo (Pb) Em Espécies De Peixes Associada   Qualidade Ambiental Da Bacia Do Ribeirão Cambé (Londrina/Pr)** 57 f.Disserta o de mestrado.Universidade Tecnológica Federal do Paraná.2017

Mascaró, L., Mascar J. L. **Vegeta o urbana**. Porto Alegre (Rs): Masquatro, 2010.

MEDEIROS, R. B.; SANTOS, L. C.; BEZERRA, J. F. R.; SILVA, Q. D.; MELO, S. N., Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Buriticupu, Maranhão – Brasil: o relevo como elemento chave, **Sociedade & Natureza**, v. 35, n. 1, p. 1-16, 18 jan. 2023, PPUFU - Portal de Periódicos da Universidade Federal de Uberlândia, <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v35-2023-66679>.

MELQUIADES, F. L.; GONÇALVES, G. W. P. S.; SILVA, W. D.; PARREIRA, P. S.; APPOLONI, C. R. Monitoramento de metais nos lagos igapó em Londrina, PR, usando a metodologia de EDXRF. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 29, n. 2, p. 129, 15 dez. 2008. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0375.2008v29n2p129>.

MENDONÇA F. A., **O clima e o planejamento urbano de cidades de médio e pequeno porte. Proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina-PR**, Tese (Doutorado de Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 300p., 1994.

MOREIRA, L. S. C. M.; BARBOSA, L. C.; OLIVEIRA, F. F. DE . Urbanização do quadrante sudoeste da cidade de londrina-pr. O impacto do polo de atração shopping Catuaí. **Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo**, dez. 2022.

NOALE, R. Z. **Avaliação do risco ambiental em sedimento dos lagos do Riacho Cambé em Londrina pela distribuição de metais** 82 f.Dissertação de mestrado.Universidade Estadual de Londrina .2007

OLAK, A.S., Leão, A.L.F., Cifuentes, N. Meneguetti, K.S. Infraestrutura Verde: uma estratégia de conexões da paisagem em Londrina-PR. **Revista LABVERDE**, v. 10, n. 1, 7 maio 2020.

OLAK, A. S.; LEÃO, A. L. F.; CIFUENTES, N.; MENEGUETTI, K. S. Infraestrutura Verde: uma estratégia de conexões da paisagem em Londrina-Pr. **Revista Labverde**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 7 maio 2020. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-2275.labverde.2020.146509>.

OLIVEIRA, C. S. **Lago Igapó II, Londrina (PR): natureza, história e afeto no campo do patrimônio cultural**. 243 f.Dissertação de mestrado.Universidade de São Paulo.2018

OLIVEIRA, D. C. DE; BENNEMANN, S. T. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 95–107, 2005.

OLIVEIRA, D. DE . **Urbanização e industrialização no Paraná**. 2o. ed. Curitiba: Sociedade de amigos do museu do Paraná, 2017.

OLIVEIRA, D. C. **A ictiofauna, os recursos alimentares e suas relações com as interferencias antrópicas em um riacho urbano - Londrina, PR** 28 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2004

OLIVEIRA, E. L.; SALLES, M. T. Relations Between Urban Subsoil and Climate Change in Different Neighborhoods of Rio de Janeiro. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. 1-23, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190178r2vu2020l6td>.

OLIVEIRA, P. T. S. de; ALVES SOBRINHO, T.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, Dulce B, B,. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v, 14, n, 8, p, 819-825, 2010, [http://dx.doi.org/10,1590/s1415-43662010000800005](http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662010000800005),

ORICOLLI, M. C. G. **Variação na dieta e comportamento alimentar de *Bryconamericus iheringii* em quatro riachos da região baixa da bacia do rio Tibagi**, PR. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2003

PACHECO, R. B. **Análise citogenética em duas espécies do gênero *Astyanax* de diferentes bacias hidrográficas: localização dos genes ribossômicos 18s e 5s**. 59 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Maringá. 2008

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L. RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 12 set. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>.

PAGANI, R. N.; PEDROSO, B.; SANTOS, C. B.; PICININ, C. T.; KOVALESKI, J. L. Methodi Ordinatio 2.0: revisited under statistical estimation, and presenting finder and rankin. **Quality & Quantity**, v. 57, n. 5, p. 4563-4602, 12 nov. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11135-022-01562-y>.

PANTALEÃO, S. C. Águas urbanas como elementos de estruturação do território: usos e valor na cidade contemporânea. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 20, n. 27, 12 dez. 2013.

PARDO, S. RIBEIRO. **Uma modelagem do transporte e reações dos ciclos do carbono e do nitrogênio no lago Igapó 1 - Londrina, Paraná** 83 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2009

PEDROSO, L. B.; COLESANTI, M. T. M., Aplicação do protocolo de avaliação rápida de rios em uma microbacia hidrográfica localizada ao sul de Goiás, **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 64, p. 248-262, 30 dez. 2017, EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, <http://dx.doi.org/10.14393/rcg186420>.

PEREIRA, C. C.; MARIANO, Z.F; WACHHOLZ, F.; CABRAL, J. B. P. Análise da temperatura de superfície e do uso da terra e cobertura vegetal na bacia barra dos coqueiros (Goiás). **Revista Geonorte**, v. 3, n. 9, p. 1243–1255, 6 out. 2012.

PETERLINI, G. **Zoneamento da produtividade hídrica de aquíferos fraturados como ferramenta de planejamento urbano e ambiental** 112 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina. 2022

PINTO, G. M. C.; PEDROSO, B. Produção científica de bolsistas de produtividade: uma revisão de literatura nas bases de dados contempladas pelo portal de periódicos capes. **Em Questão**, p. 243-271, 29 set. 2021. Faculdade de Biblioteconomia Comunicacao. <http://dx.doi.org/10.19132/1808-5245274.243-271>.

POLIDORO, M.; VIZINTIM, M. Considerações sobre a expansão urbana dos municípios paranaenses localizados em trecho da Rodovia BR-369. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 8, n. 3, 1 jan. 2012.

PONTINI, V. V.; COELHO, A. L. N. Emprego de protocolo de avaliação rápida no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: estudo de caso em áreas urbanas de iconha e piúma (es). **Geotextos**. V. 15. n. 2. p. 1-22. 20 dez. 2019. Universidade Federal da Bahia. <http://dx.doi.org/10.9771/geo.v15i2.32409>.

PRANDINI, N. Aspectos da Geografia Urbana. In: **Anais da Associação Dos Geógrafos Brasileiros**. Anais... v.6. VI. São Paulo: AGB. 1954. p.61-79.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA . **Caderno Censitário de Londrina**: Ano base 2010. Secretaria Municipal de Londrina. Disponível em: <<https://repositorio.londrina.pr.gov.br/index.php/menu-planejamento/gpi/caderno-censitario-do-perfil-de-londrina/37517-caderno-censitario-do-perfil-de-londrina-versao-final/file>>. Acesso em: 1 fev. 2024.

KAMI, M. T. M.; LAROCCA, L. M.; CHAVES, M. M. N.; LOWEN, I. M. V.; SOUZA, V. M. P.; GOTO, D. Y. N. Working in the street clinic: use of iramuteq software on the support of qualitative research. **Escola Anna Nery - Revista de Enfermagem**, v. 1, n. 1, jan. 2016. <http://dx.doi.org/10.5935/1414-8145.20160069>.

RIBEIRO, L. S.; ROBAINA, L. E. S.; CRISTO, S. S. V. A susceptibilidade geoambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado - Tocantins. **Sociedade & Natureza**. v. 35. n. 1. p. 1-16. 9 fev. 2023. PPUFU - Portal de Periódicos da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v35-2023-67033>.

RIGONATO, J.; MANTOVANI, M. S.; JORDÃO, B. Q.. Detection of Genotoxicity of Water from an Urbanized Stream, in *Corbicula fluminea* (Mollusca) (In Vivo) and CHO-K1 Cells (In Vitro) Using Comet Assay. **Archives Of Environmental Contamination And Toxicology**, v. 59, n. 1, p. 31-38, 27 dez. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00244-009-9446-0>.

ROCHA, G. C. Carta de solos da bacia do ribeirão Cambé na área urbano-rural de Londrina, PR. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 16, n. 4, p. 536, 15 dez. 1995.

ROMEIRO, N. M.L.; CASTRO, R. G.; CIRILO, E. R.; NATTI, P. L. Local calibration of coliforms parameters of water quality problem at Igapó I Lake, Londrina, Paraná, Brazil. **Ecological Modelling**, v. 222, n. 11, p. 1888-1896, jun. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.03.018>.

ROMEIRO, N. M. L.; MANGILI, F. B.; COSTANZI, R. N.; CIRILO, E. R.; NATTI, P. L. Numerical simulation of BOD5 dynamics in Igapó I lake, Londrina, Paraná, Brazil: experimental measurement and mathematical modeling. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 38, n. 2, p. 50-55, 23 fev. 2018. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0375.2017v38n2p50>

ROSA, H. A.; FILHO, R. F. Influência da vegetação na temperatura da superfície em áreas urbanas por meio de imagens do satélite Landsat 8. **E&S Engineering and Science**, v. 12, n. 2, p. 1–18, 4 ago. 2023.

ROSA, N. M. G.; JÚNIOR MAGALHÃS, A. P. Aplicabilidade de Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: o caso do parque nacional da serra do Gandarela (mg). **Caderno de Geografia**. v. 29. n. 57. p. 441-464. 25 abr. 2019. Pontificia Universidade Catolica de Minas Gerais. <http://dx.doi.org/10.5752/p.2318-2962.2019v29n57p441-464>.

Rosa. R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6°. ed. Uberlândia: EDUFU. 2007. 248 p

SALIS. H. H. C.; COSTA. A. M. da; VIANNA. J. H. M.; SCHULER. A. E. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego do marinheiro. Sete Lagoas - MG. **Boletim de Geografia**. v. 37. n. 2. p. 186-201. 17 abr. 2020. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v37i2.36965>.

SANTOS, R. S; DEUS. S. P.; GRIZIO-ORITA, E. V. Descarte recorrente e irregular de resíduos sólidos às margens do Ribeirão Cambé -Londrina/Pr. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 4, p. 57-69. Dez. 2018.

SANTOS, A. P.; SIMIONATTO, H. H.; FELICI, E. M. Variação do índice NDVI e da Temperatura da Superfície Terrestre na malha urbana do município de Paracatu – MG entre 1985 e 2005. **Colloquium Exactarum**. v. 12. n. 2. p. 119-129. 4 set. 2020. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). <http://dx.doi.org/10.5747/ce.2020.v12.n2.e323>.

SANTOS, F. M.; LOLLO, J. A.; MAUAD, F. F. Drainage characterization of the córrego caçula river basin – Ilha Solteira/Sp. **Anais: Encontro Nacional das Águas Urbanas**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 1-4, jul. 2014.

SANTOS, F. P. DOS; LOPES, J. Desenvolvimento de nova metodologia para aplicação de bioinseticidas no controle de borrachudos (Diptera: Simuliidae) em ribeirões com fluxo de água irregular. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1017, 20 dez. 2010.

SANTOS, F. P. **Nova metodologia para a aplicação de bioinseticidas no controle de borrachudos em ribeirões com fluxo de água irregular**. 50 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2006

SANTOS, J. V. F. **Formas de fósforo em uma topossequência de solos oriundos do basalto** 25. Dissertação de mestrado. IAT. 2019

SANTOS, R. S.; DEUS, S. P.; GRIZIO-ORITA, E. V. Descarte recorrente e irregular de resíduos sólidos às margens do Ribeirão Cambé - Londrina/Pr. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 4, n. 2, p. 57-69, 8 dez. 2018. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/got.2018.v4.35553>.

SANTOS, V. B. **Relação entre temperatura de superfície terrestre e uso e ocupação do solo nos municípios de São Miguel do Oeste e Itapiranga (SC)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão. 2023.

SANTOS, K. A. dos; FORMIGA, K. T. M.; BRAGA, V. S.; FARIA, K. M. S. de. Mudanças morfológicas na bacia hidrográfica do Córrego Barreiro ao longo do processo de urbanização. Goiânia - GO. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. v. 13. p. 1-23. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20200047>.

SANTOS, K. A.; RUFINO, I. A. A.; BARROS FILHO, M. N. M. Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande - PB. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**. v. 22. n. 5. p. 943-952. out. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016146661>.

SCHUROFF, P. A.; LIMA, N. R. de; BURGOS, T. das N.; LOPES, A. M.; PELAYO, J. S. Qualidade microbiológica da água do Lago Igapó de Londrina - PR e caracterização genotípica de fatores de virulência associados a Escherichia coli enteropatogênica (EPEC) e E. coli produtora de toxina Shiga (STEC). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 35, n. 2, p. 11-20, 23 abr. 2014. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2014v35n2p11>.

SEGANTIM, L. P. **Efeitos da urbanização na sub-bacia do Ribeirão Barra Nova - Apucarana-PR**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina. 2023.

SENA-SOUZA, J. P.; CRESPO, T. V.; SOARES, G. C. S.; COSTA, L. R. F.; LEITE, M. R. Influência do Relevo na Dinâmica Temporal do Uso e Cobertura da Terra no Norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 5, p. 2475-2485, 29 ago. 2022. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v15.5.p2475-2485>.

SHINZATO, P.; DUARTE, D. H. S. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. **Ambiente Construído**. v. 18. n. 2. p. 197-215. abr. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000200250>.

SILVA, C. ST 7 Lago Igapó 2: patrimônio afetivo e ícone da paisagem urbana. **Anais do XVII ENANPUR**, v. 17, n. 1, 1 jan. 2017.

SILVA, C. A. **Consumo de Pescado Proveniente do Lago Igapó (Londrina/PR) por Pescadores Amadores - Uma Eventual Exposição à Contaminação por Chumbo** 59 f. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017

SILVA, J. C. R.; LOPES, M. C. S.; BORGES, J. C. A.; RUDKE, A. P.; MARTINS, L. D.; MARTINS, J. A. Sensoriamento remoto para análise de ilhas de calor e frio no município de Curitiba. **Studies In Environmental And Animal Sciences**. v. 3. n. 2. p. 406-415. 24 jun. 2022. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.54020/seasv3n2-020>.

SILVA, L. A. P. da; ROCHA, A. M.; SOUZA, C. M. P. de; LEITE, M. E. Análise da temperatura de superfície terrestre e variáveis biofísicas em domínios de vegetação do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 43, p. e181068–e181068, 17 fev. 2023.

SILVA. M. P.; SANTOS. F. M.; LEAL. A. C. Planejamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Olga. Ugrhi Pontal do Paranapanema – São Paulo. **Sociedade & Natureza**. v. 28. n. 3. p. 409-428. dez. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320160307>.

SILVA, R. C. F.; LOPES, C. S.; OLIVEIRA, F. G.; FERNANDES, A. L. T.; ASSIS, L. C. Relação entre cobertura e temperatura do solo em região periurbana do cerrado. **Revista Agrogeoambiental**. v. 10. n. 4. p. 1-14. 14 fev. 2019. IFSULDEMINAS (Instituto Federal do Sul de Minas). <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181221>.

SILVA. S. M. R. DA. **Parque Arthur Thomas. Londrina PR: Utilização como espaço de lazer e recreação para o turismo**. Trabalho de Conclusão de Especialização em Planejamento e Gestão do Turismo—Universidade Estadual de Londrina: 2000.

SIRGAS. **Home** | SIRGAS Analysis Centre at DGFI-TUM. Disponível em: <<https://www.sirgas.org/pt/>>. Acesso em: 12 maio. 2024.

SILVEIRA. J. M. de Q. X.; ALMEIDA. A. da C.; BRASIL. N. M. de Q. X.; BRASIL. A. B. Análise multitemporal da cobertura do solo no bairro Apeú. Castanhal-PA. **Brazilian Journal Of Development**. v. 9. n. 1. p. 5172-5181. 26 jan. 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv9n1-353>.

SOARES, F.s.; KONOPLYA, B.I.B.; SILVA, J.F.M.; ANDRADE, C.G.T.J. Amphipleuraceae (Bacillariophyceae) do alto da bacia do Ribeirão Cambé, Londrina, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 1, p. 39-49, mar. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-84042011000100005>.

SOARES, G. W. P. **Qualidade da água: monitoramento nos lagos urbanos de Londrina** - PR 175 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina .2008

SOARES, P. B.; CARNEIRO, T. C. J.; CALMON, J. L.; CASTRO, L. O. da C. de O. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 175-185, jan. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100067>.

SOBRINO, J. A.; JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C.; PAOLINI, L. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. **Remote Sensing Of Environment**. v. 90. n. 4. p. 434-440. abr. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003>.

SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia**



**Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 46-57, fev. 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162010000100005>.

SOUSA, S. B.; J. L. G. Relação entre temperatura de superfície terrestre. índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (go). **Raega - o espaço geográfico em análise**. v. 26. n. 1. p. 1-25. 10 dez. 2012. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v26i0.30151>.

OUZA, Carlos M.; SHIMBO, Julia Z.; ROSA, Marcos R.; PARENTE, Leandro L.; ALENCAR, Ane A.; RUDORFF, Bernardo F. T.; HASENACK, Heinrich; MATSUMOTO, Marcelo; FERREIRA, Laerte G.; SOUZA-FILHO, Pedro W. M.. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, [S.L.], v. 12, n. 17, p. 2735, 25 ago. 2020. MDPI AG.

SOUZA, J. F. de; SILVA, R. M.; SILVA, A. M. Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa - Pb. **Ambiente Construído**. v. 16. n. 1. p. 21-37. jan. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100058>.

SOUZA, G. A. **Análise de microplásticos em sedimentos de lagos urbanos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, p. 1-67, 2023

SOWINSKI, A. C. B. **Análise morfotectônica e estrutural da região de Londrina (PR)** 88 f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2019

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions. American Geophysical Union**. v. 38. n. 6. p. 913. 1957

The jamovi project (2022). **Jamovi**. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS. 1997.

UEHARA, D. M. **Passeios públicos na paisagem londrinense** 358 f. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA (UEL). **Expansão urbana de Londrina**. Disponível em: <<https://www.uel.br/revistas/atlasambiental/EXPANSAO/EXPANSAO.htm>>. Acesso em: fev. 2024.

URATA, S. L.; PESENTI, M. E. A.; LARA, B. B.; MARQUES, T. A.; PRATES, K. V. M. C. Urban stream: level of disturbance and water quality. **Connecting Expertise Multidisciplinary Development For The Future**. p. 1-12. 21 ago. 2023. Seven Editora. <http://dx.doi.org/10.56238/connexpemultidisdevolpfut-081>.

USGS - U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **EarthExplorer**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 2023.

USSO, M. C.; SANTOS, A. R. dos; GOUVEIA, J. G.; SILVA, W. F.; ARAYA-JAIME, C.; FORESTI, F.; CAETANO, L. G.; DIAS, A. L. Diferenciação cromossômica e molecular no complexo Rhamdia quelen (Siluriformes, Heptapteridae) evidenciado pelo mapeamento físico de genes ribossomais, de RNAsn U2 e DNA barcoding. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 38, n. 1, p. 150, 16 fev. 2018. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2017v38n1suplp150>.

VAEZA, R. F.; OLIVEIRA, P. C. de; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**. v. 17. n. 1. p. 23-29. 2010. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2011.003>.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras. Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14. n. 1. p. 55-64. jan. 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662010000100008>.

VENTURIN, P. R. F. **Aplicação de técnicas de aprendizado de máquina e imagens multiespectrais para a estimativa da concentração de sólidos suspensos totais no Lago Igapó, na cidade de Londrina (PR)**. 98 f. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2022

VILLELA; S.M, MATTOS. A. Hidrologia aplicada. São Paulo: Mcgraw Hill. 1975. VOLTOLINI. J. C.; MENDONÇA. A. R. Efeito de borda sobre o microclima em diferentes estágios de sucessão em Floresta Atlântica. **Revista Biociências**. v. 25. n. 2. 1 jan. 2019.

WALSH; C. J.; ROY. A. H.; FEMINELLA. J. W.; COTTINGHAM. P. D.; GROFFMAN. P. M.; MORGAN. R. P. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. **Journal Of The North American Benthological Society**. v. 24. n. 3. p. 706-723. set. 2005. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1899/04-028.1>.

WINKALER, E. U.; SILVA, A. DAS G.; GALINDO, H. C.; MARTINEZ, C. B. DOS R. Biomarcadores histológicos e fisiológicos para o monitoramento da saúde de peixes de ribeirões de Londrina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, v. 23, p. 507-514, 9 maio 2008.

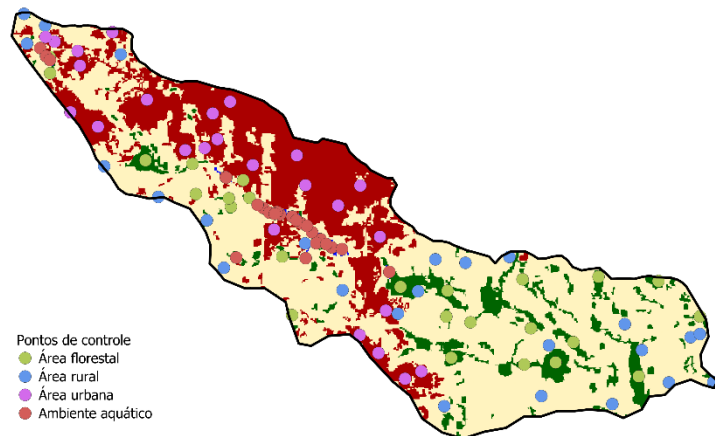
YABE, M. J. S.; OLIVEIRA, E. DE. Metais pesados em águas superficiais como estratégia de caracterização de bacias hidrográficas. **Química Nova**, v. 21, n. 5, p. 551–556, out. 1998.

ZANON, E. R.; ATEM, C. G.; PRADO JUNIOR, I. Lago Igapó: expressões do urbanismo contemporâneo. **Livros Editora UniFil**. [S.l.]. fev. 2021. Disponível em: <[http://periodicos.unifil.br/index.php/livros\\_unifil/article/view/1480](http://periodicos.unifil.br/index.php/livros_unifil/article/view/1480)>. Acesso em: 19 mar. 2024.

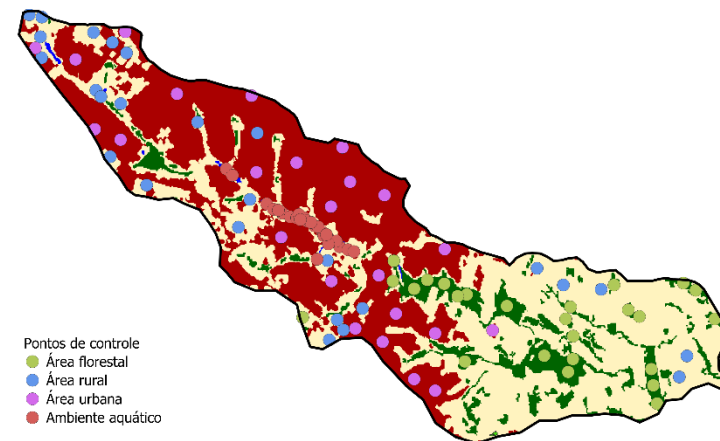


## APÊNDICE 1 – PONTOS DE CONTROLE PARA EXTRAÇÃO DO NDVI E TST

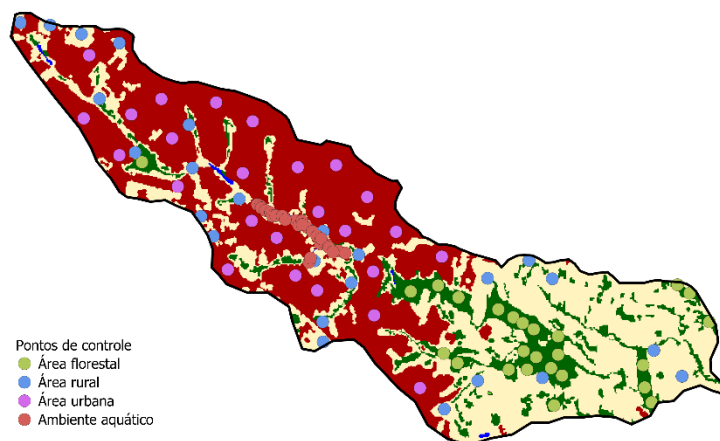
1985



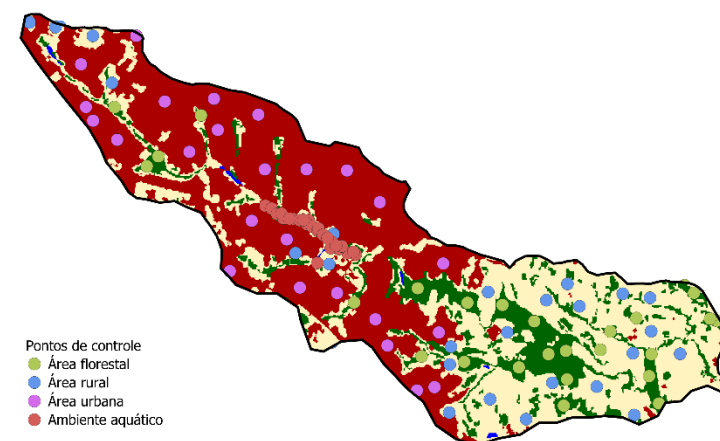
2005



2015



2021



## APÊNDICE 2 – ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS E TESTE DE SHAPIRO-WILK

Ano	Classe	Média		Mediana		Desvio Padrão		Shapiro-Wilk			
								W		p	
		Temp.	NDVI	Temp.	NDVI	Temp.	NDVI	Temp.	NDVI	Temp.	NDVI
1985	Florestal	25.4	0.641	24.9	0.638	1.46	0.0519	0.951	0.952	0.267	0.285
	Rural	27.8	0.573	27.5	0.589	2.65	0.120	0.968	0.954	0.598	0.314
	Urbano	31.4	0.250	31.8	0.255	2.10	0.147	0.664	0.989	<.001*	0.992
	Aquático	25.6	-0.119	25.5	-0.154	0.829	0.153	0.951	0.828	0.258	<.001*
2005	Florestal	24.0	0.453	23.9	0.463	0.609	0.0491	0.763	0.872	<.001*	<0.005*
	Rural	28.0	0.310	27.8	0.287	2.49	0.174	0.977	0.974	0.822	0.737
	Urbano	31.5	-0.129	32.2	-0.162	2.46	0.137	0.829	0.874	<.001*	<0.005*
	Aquático	24.4	-0.358	24.4	-0.388	0.865	0.108	0.853	0.665	<0.002*	<.001*
2015	Florestal	22.7	0.505	22.8	0.508	0.613	0.0387	0.908	0.633	<0.028*	<.001*
	Rural	26.5	0.298	26.4	0.307	2.08	0.191	0.786	0.957	<.001*	0.357
	Urbano	30.3	-0.143	30.3	-0.152	1.25	0.100	0.928	0.939	0.080	0.140
	Aquático	23.8	-0.377	23.9	-0.403	0.437	0.117	0.886	0.512	<0.009*	<.001*
2021	Florestal	29.3	0.541	28.8	0.541	1.53	0.0250	0.756	0.963	<.001*	0.468
	Rural	35.2	0.388	34.5	0.399	3.30	0.110	0.819	0.886	<.001*	0.009
	Urbano	39.2	0.179	39.4	0.167	1.78	0.0856	0.910	0.923	0.030	0.059
	Aquático	29.5	-0.0807	29.2	-0.103	0.810	0.0786	0.908	0.648	0.028	<.001*

Fonte: Autoria própria (2024)

Onde: <0.05\* os grupos que não apresentam normalidade.

### APÊNDICE 3 – RESULTADOS DO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS E TESTE DE SHAPIRO-WILK

Resultado para a variável NDVI

	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>gl</b>	<b>p</b>
1985	81.1	3	<b>&lt;0.001*</b>
2005	82.1	3	<b>&lt;0.001*</b>
2015	84.7	3	<b>&lt;0.001*</b>
2021	86.1	3	<b>&lt;0.001*</b>

Resultados para a variável temperatura

	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>gl</b>	<b>p</b>
1985	52.5	3	<b>&lt;0.001*</b>
2005	67.4	3	<b>&lt;0.001*</b>
2015	85.7	3	<b>&lt;0.001*</b>
2021	78.2	3	<b>&lt;0.001*</b>

## APÊNDICE 4 – RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO MULTIPLAS DE DWASS-STEEL-CRITCHLOW-FLIGNER

Comparações múltiplas para 1985

Classes	NDVI		Temperatura	
	W	p	W	p
Florestal - Rural	-3.20	0.107	4.90	<b>0.003*</b>
Florestal - Urbano	-8.55	<b>&lt; .001*</b>	7.89	<b>&lt; .001*</b>
Florestal – Aquático	-8.58	<b>&lt; .001*</b>	1.66	0.644
Rural – Urbano	-7.99	<b>&lt; .001*</b>	6.41	<b>&lt; .001*</b>
Rural – Aquático	-8.58	<b>&lt; .001*</b>	-4.76	<b>0.004*</b>
Urbano – Aquático	-7.64	<b>&lt; .001*</b>	-7.89	<b>&lt; .001*</b>

Comparações múltiplas para 2005

Classes	NDVI		Temperatura	
	W	p	W	p
Florestal - Rural	-4.73	<b>&lt; 0.005*</b>	8.138	<b>&lt; .001*</b>
Florestal - Urbano	-8.58	<b>&lt; .001*</b>	7.892	<b>&lt; .001*</b>
Florestal – Aquático	-8.58	<b>&lt; .001*</b>	0.536	0.982
Rural – Urbano	-8.03	<b>&lt; .001*</b>	6.023	<b>&lt; .001*</b>
Rural – Aquático	-8.52	<b>&lt; .001*</b>	-7.593	<b>&lt; .001*</b>
Urbano – Aquático	-7.34	<b>&lt; .001*</b>	-7.896	<b>&lt; .001*</b>

Comparações múltiplas para 2015

Classes	NDVI		Temperatura	
	W	p	W	p
Florestal - Rural	-6.41	<b>&lt; .001*</b>	8.53	<b>&lt; .001*</b>
Florestal - Urbano	-8.58	<b>&lt; .001*</b>	8.58	<b>&lt; .001*</b>
Florestal – Aquático	-8.58	<b>&lt; .001*</b>	6.75	<b>&lt; .001*</b>
Rural – Urbano	-7.89	<b>&lt; .001*</b>	7.59	<b>&lt; .001*</b>
Rural – Aquático	-8.41	<b>&lt; .001*</b>	-8.04	<b>&lt; .001*</b>
Urbano – Aquático	-7.78	<b>&lt; .001*</b>	-8.62	<b>&lt; .001*</b>

## Comparações múltiplas para 2021

Classes	NDVI		Temperatura	
	W	p	W	p
Florestal - Rural	-7.81	< .001*	8.14	< .001*
Florestal - Urbano	-8.57	< .001*	8.55	< .001*
Florestal – Aquático	-8.57	< .001*	2.65	0.240
Rural – Urbano	-6.87	< .001*	6.38	< .001*
Rural – Aquático	-8.52	< .001*	-8.49	< .001*
Urbano – Aquático	-7.97	< .001*	-8.57	< .001*