

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

BASIMA ABDURAHIMAN

**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

LONDRINA
2021

BASIMA ABDURAHIMAN

**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 apresentado ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Ligia Flávia Antunes Batista

Coorientadora: Profa. Dra.
Prof. Tatiane Cristina Dal Bosco

**LONDRINA
2021**

BASIMA ABDURAHIMAN

**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 de Graduação para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 14/dezembro/2021

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Freitas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Prof. Dr. Maurício Moreira Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Orientadora
Profa. Dra. Ligia Flávia Antunes Batista
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro, agradeço minha mãe por sempre estar presente e me apoiando em todas as decisões da minha vida. Obrigada por sempre exercer um excelente papel, como pai e mãe durante todos esses anos! Também ao meu irmão, por todo aconselhamento e incentivo, a mim, mesmo quando eu não acreditei em mim mesma.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Ligia Flávia Antunes Batista, por todo auxílio, paciência e sabedoria guiadas para construção e conclusão deste trabalho em tempo recorde! Sua trajetória profissional é muito inspiradora para mim!

À minha co-orientadora, Profa. Dra. Tatiane Cristina Dal Bosco, agradeço por toda a confiança que depositou em mim desde o início com toda certeza, aprendi lições de ouro que vou levar tanto para minha vida pessoal, como profissional.

Aos professores da Banca Examinadora, Bruno De Oliveira Freitas e Maurício Moreira Santos, pelos aconselhamentos a este trabalho.

E também aos meus amigos da iniciação científica Ana Beatriz de Melo Segatelli, Denise Maki Ota, Giovanni Terra Peixoto e Ramily Micheleti De Azevedo Oliveira Menezes. Em especial, minhas queridas companheiras, Denise e Ramily, por todo companheirismo e alegria mesmo nos dias ruins.

Agradeço as minhas melhores amigas Amarílis Marina Milan e Fernanda Itkes Vale, que mesmo de longe sempre se fizeram presente.

Também a Fernanda Parra de Oliveira, que durante todos esses anos da graduação foi como uma irmã para mim, tornando-se uma pessoa indispensável em minha vida. E ao Rodrigo Favaro Braga, essencial nesses últimos suspiros acadêmicos, presente sempre que precisava de um ombro amigo.

Também meus amigos que me ajudaram de alguma forma durante a graduação: Ariadne Batista Gonçalves, Carlos Eduardo Brandão, Caroline Campos de Almeida, Elana Gutierrez Resende Carrijo, João Pedro Scott Landeo da Veiga, João Victor Barbosa Pereira, Maria Christina Andrade, Raissa Franco Moda e Yulli Pereira de Castro Andrade.

Ao meu namorado Gustavo Rodrigues Pires Tokunaga, que ao longo da graduação sempre esteve presente me auxiliando e apoiando, em tudo e sempre um companheiro incrível durante todos esses anos.

Palavras serão difíceis de mensurar toda minha gratidão pelas pessoas excepcionais que estiveram junto a mim durante todo este tempo. Peço desculpas aqueles que não estão presentes entre essas palavras, mas podem estar certos que fazem parte do meu pensamento e da minha gratidão. A todos o meu muito obrigada!

RESUMO

A incorreta segregação dos resíduos ocasiona, como consequência, a disposição pelas ruas podendo ser carreados para rios e mares por meio da água de chuva, gerando pontos de acúmulo. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o Índice Relativo de Propensão à Acumulação (IRPA), por meio de técnicas de geoprocessamento, identificando os pontos de acúmulo de resíduos sólidos urbanos (RSU) na bacia do Ribeirão Cambé, no município de Londrina/PR. Para isso considerou-se como foco principal o entorno do Igapó I e Igapó II. Para obter os pontos de acúmulo, foram gerados os dados de declividade, curvatura vertical e curvatura horizontal. E, a partir delas, obteve-se a média das três camadas, que é a definição do IRPA. Para identificar os pontos de acúmulo, consideraram-se os menores valores, do primeiro quartil das camadas, indicando declividade baixa, curvatura vertical côncava e curvatura horizontal convergente, características de áreas de acúmulo. Os resultados foram de até 7 graus para declividade, para curvatura vertical -0,0117 a -0,0046 graus/metro e 0,0016 a 0,0080 graus/metro para curvatura horizontal. Desta forma, determinaram-se os 5 maiores pontos de acúmulo. Os pontos 1, 2 e 4 estão localizados nos trechos de água e os pontos 3 e 5, nos bairros próximos ao local. Percebeu-se, por visitas *in loco* e registro fotográfico, que os resíduos sólidos que chegam ao Ribeirão e se acumulam nos pontos podem ser provenientes do descarte nas proximidades e carreados por meio da rede de drenagem e água da chuva. Ressalta-se a importância da identificação dos pontos de acúmulo, bem como medidas para evitar que estes resíduos cheguem até o Ribeirão, o que inclui a Educação Ambiental da população.

Palavras-chave: Acúmulo de resíduos; Bacia Hidrográfica; Classes topográficas; Rede de drenagem.

ABSTRACT

As a consequence, the incorrect segregation of these causes them to be disposed of on the streets and can be transported to rivers and seas by means of rainwater, generating accumulation points. Thus, the objective of this work was to determine the Relative Index of Propensity to Accumulation (IRPA), through geoprocessing techniques, identifying the accumulation points of urban solid waste (USW) in the Ribeirão Cambé basin, in the municipality of Londrina / PR. For this, the main focus is the surroundings of Igapó I and Igapó II. To obtain the accumulation points, the slope, vertical curvature and horizontal curvature data were generated. And, from them, the average of the three layers was obtained, which is the definition of the IRPA. To identify the accumulation points, the lowest values of the first quartile of the layers were considered, indicating low slope, concave vertical curvature and horizontal convergent curvature, characteristics of accumulation areas. The results were up to 7 degrees for slope, for vertical curvature -0.0117 to -0.0046 degrees / meter and 0.0016 to 0.0080 degrees / meter for horizontal curvature. In this way, the 5 greatest accumulation points were determined. Points 1, 2 and 4 are gaining water sections and points 3 and 5, neighborhoods close to the site. It was noticed, through on-site visits and photographic records, that solid waste that arrives at Ribeirão and accumulates at the points may come from disposal at the facilities and transported through the drainage and rainwater network. It emphasizes the importance of identifying the accumulation points, as well as measures to prevent this waste from reaching the Ribeirão, which includes Environmental Education for the population.

Keywords: Accumulation of waste; Hydrographic basin; Topographic classes; Drainage network.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma para a classificação dos resíduos sólidos.	13
Figura 2 – Desenho esquemático do Ciclo dos RSU.....	15
Figura 3 – Quantidade de RSU gerada, coletada e destinada incorretamente no Brasil em 2010 e 2019 (em toneladas).....	16
Figura 4 - Influência da declividade sobre o escoamento superficial.....	20
Figura 5 – Representação esquemática da declividade.	21
Figura 6 - Representação da esquerda para direita de um terreno convexo, retilíneo e côncavo.....	22
Figura 7 - Representação esquematizadas das curvaturas horizontal e vertical.....	22
Figura 8 – Esquema das etapas do projeto.....	25
Figura 9 - Localização da bacia do Ribeirão Cambé.	26
Figura 10 - Localização dos Lagos Igapó: I, II, III e IV.....	27
Figura 11 - Sub-bacia delimitada a partir do Igapó I.....	29
Figura 12 - Representação esquemática da classificação quanto à acumulação de fluxos.....	30
Figura 13 – Mapa da declividade (Quartil).	33
Figura 14 - Mapa Curvatura Vertical (Quartil).....	33
Figura 15 - Mapa curvatura Horizontal (Quartil).	34
Figura 16 - Mapa do IRPA.....	35
Figura 17 - Mapa dos pontos de acúmulo pela bacia do Ribeirão Cambé.	36
Figura 18 - Zonas as quais o Igapó I e II estão localizadas.....	39
Figura 19 - Mapa da densidade populacional com os pontos de acúmulo.	40
Figura 20 - Localização dos pontos em suas zonas.....	40
Figura 21 - Mapa de abrangência ou área de contribuição do ponto 1.	43
Figura 22 - Mapa de abrangência ou área de contribuição do ponto 2.	43
Figura 23 - Mapa de abrangência ou área de contribuição do ponto 4.	44
Figura 24 – Fotografia adquirida nas proximidades do ponto 1.....	45
Figura 25 - Locais próximo à área do ponto 4, em que (a) retrata panorâmica da área, com resíduos nas margens e (b) apresenta resíduos no lago.	46
Figura 26 – Ponto de acúmulo 2, em que (a) apresenta vista aproximada do solo e (b) mostra vista mais ampla de trecho do ribeirão.	47
Figura 27 – A esquerda o ponto 3 (a), vista pelo SIGLON e à direita foto de autoria própria do ponto 3 (b).....	48
Figura 28 - Local próximo à área do ponto 1 (a) e 2 (b).	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classificação dos quartis.	32
Tabela 2 – Áreas de abrangência.	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1	Resíduos sólidos: definição e classificação	12
3.2	Geração, gerenciamento e a problemática dos RSU	14
3.3	Geoprocessamento	18
3.4	Variáveis morfométricas	20
3.5	Acumulações de resíduos	23
4	MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1	Área de estudo	25
4.1.1	Ribeirão Cambé e o Lago Igapó	25
4.2	Índice de Acúmulo de Resíduos Sólidos	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	Pontos de acúmulo	32
5.2	Dados da população e seu entorno	36
5.2.1	Caracterização dos serviços de coleta de resíduos sólidos e varrição na área em estudo	36
5.2.2	Tipo de ocupações do local	37
6	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, questões ambientais têm sido amplamente discutidas, principalmente devido às ações antrópicas que podem resultar em impactos ambientais, como por exemplo, quando se faz a gestão incorreta dos resíduos sólidos. O ciclo destes desde a sua segregação até a destinação são atos individuais que podem impactar de forma coletiva (AMORIM, 2010).

Quando um município não realiza a correta gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pela população e/ou não investe na Educação Ambiental dos cidadãos, tem-se, como consequência, a disposição ao longo das ruas, terrenos baldios, fundos de vale e tais resíduos podem ser facilmente carreados para rios e mares por meio da água de chuva. Tal cenário impacta o ambiente, haja vista a possibilidade de contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos, causando, ainda, impactos diretos na saúde pública, sistemas de drenagem de água pluvial e aspectos estéticos (EZEAH; FAZARKELEY; ROBERTS, 2013).

A gestão incorreta pode gerar impactos como, por exemplo, o carreamento e consequente lançamento nos recursos hídricos, resultando na contaminação gradativa das águas (SANTOS *et al.*, 2018). Visto isso, torna-se essencial a coleta regular de resíduos sólidos, a coleta seletiva e a sua destinação/disposição final adequada. Entretanto, a universalização desses serviços ainda não é uma realidade no Brasil. Somado a esta problemática, de 2010 até 2019, a produção de resíduos sólidos teve um aumento de 18%, e 92% do que foi gerado, foi efetivamente coletado. Quando coletado, apenas 59,5%, em 2019, teve a disposição final adequada (ABRELPE, 2020).

De acordo com Cazula e Mirandola (2010), as bacias hidrográficas são composições de canais de escoamento de água e estes ambientes levam em consideração fatores como a pedologia, a vegetação e o clima, correlacionados por processos bióticos e abióticos. Tais espaços são importantes objetos de estudo para que se possa compreender a dinâmica das cidades e seus impactos causados nestes ambientes, assim como planejar ações para a preservação ou para a remediação.

No norte do estado do Paraná, um dos pontos turísticos da cidade é o Lago Igapó, que pertence à bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé. Tal bacia é caracterizada por ser altamente urbanizada e, de acordo com a Companhia

Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU), há, permanentemente, o serviço de limpeza urbana, de remoção de resíduos de dentro do Lago Igapó, com o auxílio de um barco. Esta situação de poluição do lago por resíduos sólidos piora após as chuvas, visto que o Igapó se caracteriza como um canal de macrodrenagem da microbacia (ARAÚJO, 2004).

Diante deste cenário, há a necessidade da identificação de pontos de acúmulo de resíduos sólidos, de modo a subsidiar tomada de decisões por parte do poder público e para que ações de sensibilização ambiental possam ser realizadas em determinadas regiões da cidade com maior intensidade.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar o Índice Relativo de Propensão à Acumulação (IRPA), por meio de geoprocessamento, bem como identificar os pontos de acúmulo de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Lago Igapó I e Lago Igapó II.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar e caracterizar as regiões propensas ao acúmulo de RSU, por meio do cálculo do Índice Relativo de Propensão à Acumulação (IRPA) aplicado à bacia do Ribeirão Cambé (Lago Igapó I e Lago Igapó II), no município de Londrina/PR.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as condições topográficas da região de estudo, composto pelos fatores de declividade, curvatura horizontal e curvatura vertical;
- Realizar a caracterização geral das áreas ao entorno dos pontos de maior acúmulo, por meio de registro fotográfico em campo e descrição qualitativa;
- Analisar os pontos de acúmulo dos resíduos sólidos no que se refere ao grau de urbanização do local, densidade da população em seu entorno, rede de coleta de resíduos e coleta de resíduos recicláveis.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Resíduos sólidos: definição e classificação

A definição de resíduos sólidos, de acordo com a Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), que estabelece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, é:

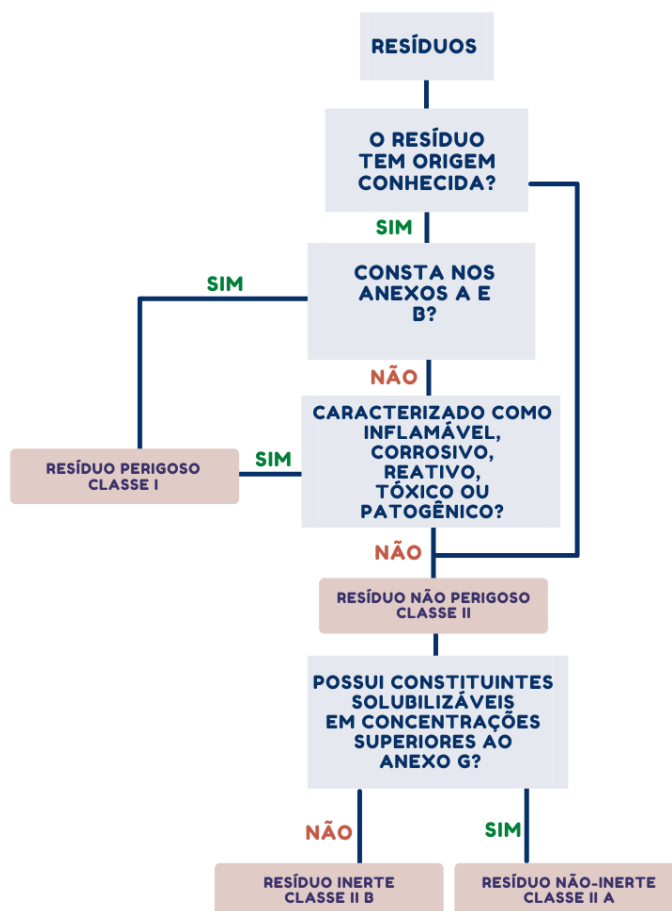
(...) material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, Art.35).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a periculosidade, ou seja, os riscos que conferem à saúde e ao meio ambiente, ou a origem.

A classificação, segundo a periculosidade é estabelecida na NBR 10.004 (ABNT, 2004) da seguinte forma (Figura 1): Classe I (perigoso) e Classe II (não perigoso), que por sua vez subdividida em Classe II A (não inerte) e Classe II B (inerte).

Os resíduos classe I (perigoso) apresentam pelo menos uma característica de periculosidade (inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade); os resíduos Classe II A (não inerte) podem possuir propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e os resíduos Classe II B (inerte) são aqueles, quando realizadas amostragens, de acordo com a NBR 10007 (ABNT, 2004) não apresentam alteração dos seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos definidos pelos padrões de potabilidade de água, com exceção da cor, turbidez, dureza e sabor.

Figura 1 - Fluxograma para a classificação dos resíduos sólidos.



Fonte: Adaptado da ABNT NBR 10004:2004¹.

A Lei n. 12.305/2010 (BRASIL, 2010) acrescentou à definição de resíduos perigosos aqueles que apresentam características de carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade. Na referida lei, no artigo 13, apresenta-se a classificação dos resíduos sólidos segundo a origem (Quadro 1).

¹ Anexo A – São referentes aos resíduos perigosos de fontes não específicas.
 Anexo B – São referentes aos resíduos perigosos de fontes específicas.
 Anexo G – São referentes aos padrões para o ensaio de solubilização.

Quadro 1 - Descrição das atividades de origem dos resíduos sólidos de acordo com a sua classificação.

Tipo de Resíduo(s)	Origem
Domiciliar	Atividades domésticas em residências urbanas.
Limpeza Urbana	Varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e demais serviços de limpeza.
Urbanos	Inclusas as origens de classificação Domiciliar e Limpeza Urbana.
Construção civil	Construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil.
Estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Estão inclusas os gerados nessas atividades com exceção dos resíduos de limpeza, serviços públicos de saneamento básico, serviços de saúde, construção civil e serviços de transporte.
Serviços de saúde	Serviços de saúde, proposto em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS.
Industriais	Instalações industriais e seus processos produtivos.
Serviços públicos de saneamento básico	Englobam as classificações com a origem de resíduos domiciliares, limpeza urbana e estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço.
Mineração	Extração ou beneficiamento de minérios.
Serviços de transportes	Portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteiras.

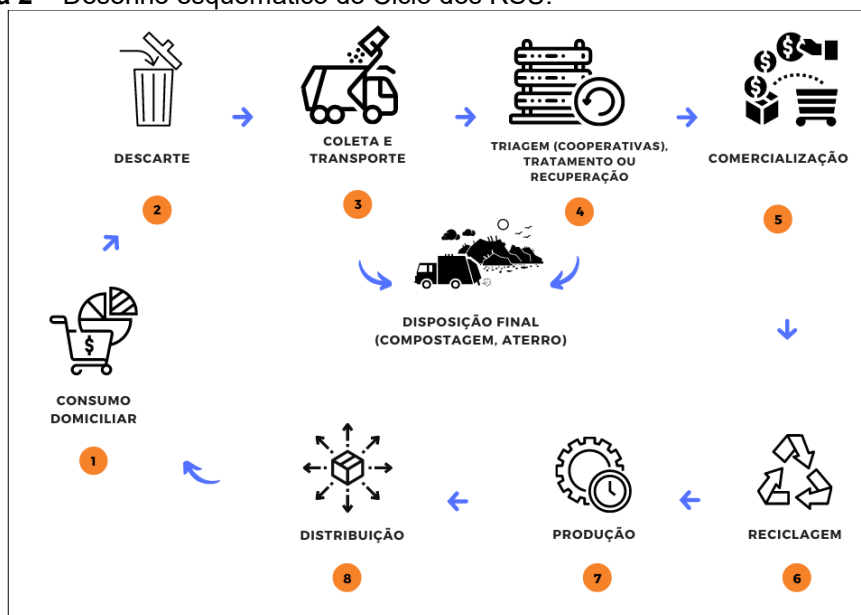
Fonte: Adaptado de BRASIL (2010).

Conforme visto no Quadro 1, os RSU são classificados conforme a sua origem, podendo ser resíduos provenientes de ambiente domiciliar, comercial, restaurantes, hotéis e estabelecimentos semelhantes. Também estão inclusos nesta categoria, resíduos provenientes de limpeza pública do meio urbano como os resíduos de varrição, podas, folhas, capinação.

3.2 Geração, gerenciamento e a problemática dos RSU

O ciclo dos RSU (Figura 2) é iniciado pelo consumo e consequente descarte. Em seguida, há a segregação das frações na fonte geradora e a coleta e o transporte dos resíduos, em que os orgânicos devem ser destinados para alguma forma de tratamento ou aproveitamento (como a compostagem, a biodigestão anaeróbia, etc); os rejeitos podem ter sua disposição final em aterros sanitários e os passíveis de reciclagem são levados para as cooperativas de catadores passando pela triagem e a segregação para posterior comercialização à indústria e utilização em novos produtos.

Figura 2 – Desenho esquemático do Ciclo dos RSU.



Fonte: Adaptado de Conke e Nascimento (2018), Tchobanoglous e Kreith (2002), IBAM (2001) e Grimberg e Blauth (1998).

Conforme observado na Figura 2, a segregação deve ser feita de maneira adequada na fonte, preservando os materiais passíveis de reciclagem ou para a reutilização (CONKE E NASCIMENTO, 2018).

De acordo com IBAM (2001, p.113), a coleta de resíduos segregados pode ocorrer de diferentes maneiras, como:

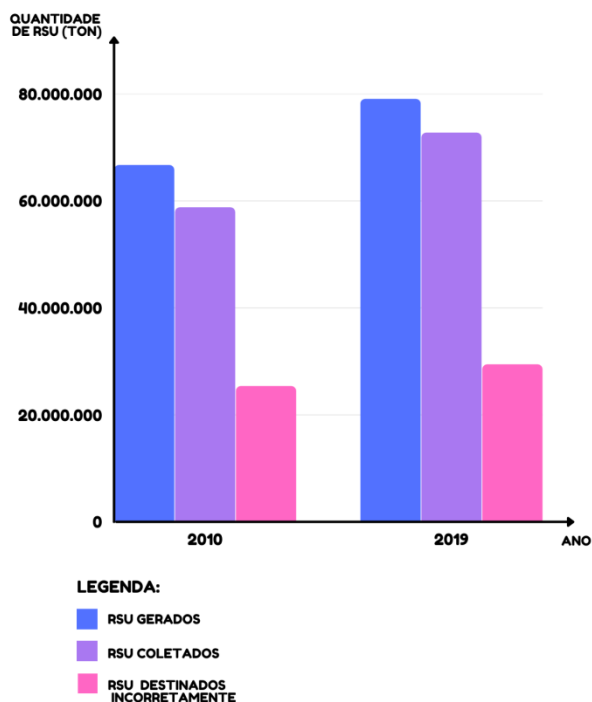
- 1) Coleta seletiva porta a porta: o modelo mais empregado nos programas de reciclagem, que consiste na separação, pela população, dos materiais recicláveis existentes nos resíduos domésticos para que posteriormente os mesmos sejam coletados por um veículo específico.
- 2) Pontos de entrega voluntária (PEV): consiste na instalação de contêineres ou recipientes em locais públicos para que a população, voluntariamente, possa fazer o descarte dos materiais separados. (IBAM, 2001, p.113).

A coleta seletiva, ou seja, a coleta e a destinação dos resíduos, a partir do ponto de geração, quando estes estão corretamente segregados, devem ser implantadas pelas respectivas prefeituras (CEMPRE, 2017). No entanto, esta não é a realidade de todos os municípios brasileiros. Em muitos, as atividades de coleta seletiva ainda não são realizadas na totalidade de sua área urbana (ABRELPE, 2020).

Os serviços de coleta seletiva, por sua vez, podem representar um ganho econômico e social, visto que este trabalho, no Brasil, considera a inserção dos catadores como protagonistas do processo.

De acordo com a ABRELPE (2020), a geração de RSU aumentou em 19%, do ano de 2010 para 2019, e a porcentagem de destinação inadequada aumentou 30% (Figura 3) (ABRELPE, 2020).

Figura 3 – Quantidade de RSU gerada, coletada e destinada incorretamente no Brasil em 2010 e 2019 (em toneladas).



Fonte: Adaptado de ABRELPE (2020).

Rocha (2012) explica que o aumento de resíduos sólidos nos centros urbanos é fruto do aumento populacional associado ao aumento do poder de compra e consumo de materiais de uso momentâneo, como é o caso dos itens descartáveis.

A disposição final dos resíduos de maneira inadequada refere-se aos lixões e aterros controlados, a dispersão de resíduos ao longo das ruas ou em leitos de rios, que trazem como consequência impactos negativos tanto para a saúde pública quanto para a degradação do meio ambiente, com efeitos diretos na qualidade do solo, do ar e dos recursos hídricos, nota-se, portanto, que a limpeza urbana é importante não só para o meio ambiente, mas também pelo aspecto do turismo, pela questão paisagística e de saúde pública das cidades (EZEAH; FAZARKELEY; ROBERTS, 2013).

Os resíduos de origem domiciliar são os que predominam com disposição indevida no entorno dos rios (MUCELIN e BELLINI, 2007). Na região central da

cidade, onde se tem um fluxo populacional intensificado, há uma grande quantidade de detritos, a maioria de uso descartável, que são facilmente carreados por fenômenos da natureza, como chuva e vento, para dentro de rios (TUCCI, 2003). Com isso, além de comprometer a qualidade da água pode comprometer a fauna e a flora do local (FILHO *et al.*, 2011).

De acordo com a ABRELPE (2020) 45,3% dos resíduos gerados pela população brasileira foram de orgânicos, 53,3% de recicláveis e 1,4% outros materiais. Desde a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), os aterros sanitários devem receber apenas os rejeitos gerados pela população. Considera-se como rejeitos resíduos em que “depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2020, Art. 3).

Deste modo, os recicláveis, por exemplo, devem ser encaminhados à reciclagem. No entanto, quando os sistemas de coleta seletiva não são efetivos nos municípios, resíduos como papel, plástico, vidro e metal, cuja vida útil é curta se comparada ao longo tempo que leva para sua degradação no meio, podem ser facilmente dispersados e atingir os corpos d'água.

O plástico, por exemplo, está entre os sólidos urbanos mais abundantes no meio marinho (UNEP, 2016). Estes resíduos possuem um alto potencial em provocar impactos físicos, químicos e biológicos, de forma direta e indireta, como a liberação de compostos tóxicos e a ingestão por animais marinhos (AUTA; EMENIKE; FAUZIAH, 2017; DÍAZ-TORRES *et al.*, 2017; LAW; THOMPSON, 2014). O aumento de resíduos sólidos em rios pode resultar na diminuição da oxigenação da água, prejudicando a biota e acarretando inundações e enchentes, bem como a sobrecarga do sistema de drenagem (FILHO, 2014).

Com o aumento da impermeabilização de superfícies, ocorre a aceleração do escoamento superficial e a diminuição da infiltração do solo (ARNOLD e GIBBONS, 1996; SMAKHTIN, 2001). Estes fatores, impulsionados com o carreamento, afetam de forma negativa os sistemas de drenagem urbanos, com o acúmulo de resíduos sólidos em bueiros e canais de macrodrenagem, podendo ocasionar inundações e alagamentos na zona urbana. Também outro fato que pode acontecer é o transporte de sedimentos, ocasionando o fenômeno do assoreamento (TUCCI e COLLISCHONN, 2000).

Como pode ser percebido, o gerenciamento de resíduos sólidos e a qualidade da água das microbacias estão diretamente relacionados. Tucci (2003) destacou a importância da descentralização do escoamento em um único ponto da microbacia; o incentivo às práticas de Educação Ambiental para todos; iniciativas de práticas de controle e manejo da bacia; limpeza do local e a segregação adequada dos resíduos sólidos.

3.3 Geoprocessamento

O uso de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para mapeamento facilitam muito a análise e a visualização de informações, possibilitando a identificação e a comparação de vários parâmetros, como por exemplo, análise espaço-temporal de uso e cobertura do solo (FLORENZANO, 2011).

Em termos de dados que caracterizem os aspectos topográficos, têm-se os Modelos Digitais de Elevação (MDE), que são definidos como superfícies contínuas que representam a variação da altimetria da superfície terrestre. Estes são utilizados de forma frequente em estudos ambientais, pois possibilitam a realização de cálculos de variáveis do relevo com precisão e rapidez (GALATI, 2006). As aplicações são voltadas, entre outros, para estudos ambientais envolvendo drenagem e a delimitação de bacias hidrográficas por meio de Sistema de Informações Geográficas (SIG) (TUCCI, 2003).

Alguns dos principais modelos digitais são dos projetos: *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), Banco de dados geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER DEM) e *Advanced Land Observing tipo phased array* (ALOS).

No início do ano 2000 foram coletados dados de radar, conhecidos como interferometria SAR, pela missão espacial denominada SRTM, liderada pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e *National Imagery e Mapping Agency* (NIMA), em que teve como objetivo a produção de um banco de dados digital para todo o mundo, abrangendo cerca de 80% da porção terrestre (entre as latitudes 54°S e 60°N) (LANDAU e GUIMARÃES, 2011). Esses dados são variáveis morfométricas, obtidas na faixa do micro-ondas, que permitem mapear as diferentes características do relevo, acarretando a coleta de informações em complemento à altimetria (VALERIANO, 2005). A acurácia dos dados emitidos é de 20 metros para

planimétrica e 16 metros para altimetria. Para a região da América do Sul, foram disponibilizados com resolução espacial de 90m (SOUZA e LOCH, 2008).

Como uma extensão do STRM, surgiu o projeto TOPODATA, com imagens mais refinadas, cujo produto tem resolução de 30 metros, elaborado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e que disponibiliza o acesso a variáveis geomorfológicas abrangendo todo o território brasileiro (VALERIANO, 2008).

Em contrapartida ao STRM, o ASTER DEM produz imagens estereoscópicas, com resolução espacial de 30 metros, que são obtidas pela faixa do infravermelho (YAMAGUCHI *et al.*, 1999). É um modelo elaborado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) junto ao Ministério do Comércio Internacional e Indústria do Japão (METI) visando um Modelo Digital de Elevação em escala global, com uma porção de 90% do globo. Por possuir uma elevada variedade espectral é possível a utilização de suas imagens para o mapeamento urbano (CHRYSOULAKIS, 2003; NETZBAND e STEFANOV, 2004).

Outro modelo a ser citado é o do satélite ALOS, lançado no início de 2006 pela *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA). Palsar é o sensor utilizado juntamente ao ALOS, derivou-se da tecnologia que esteve a bordo do satélite JERS-1, desenvolvido pela *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) juntamente com a *Japan Resources Observation System Organization* (JAROS), o qual possui um radar de abertura sintética com sistema operacional na Banda L, sendo capaz de obter imagens, tanto diurno quanto noturnas e em variadas condições atmosféricas. Com resolução de 12,5 metros, este modelo é disponibilizado gratuitamente pela *Alaska Sattelite Facility*, possuindo margem de erro verticais menor que 5 metros (ROCHA, VACONCELOS *et al.*, 2017).

Todos esses modelos são muito importantes para análises e visualização de dados em aplicações ambientais. A escolha adequada do tamanho do pixel, principal diferença entre eles, depende do objetivo e da área a ser analisada (RAMME e KRÜGER, 2007). De acordo com Maidment (2001), o *United States Geological Survey* (USGS) em seu estudo, observou padrões para distintos tamanhos de células partindo de uma escala definida em mapa, da seguinte forma:

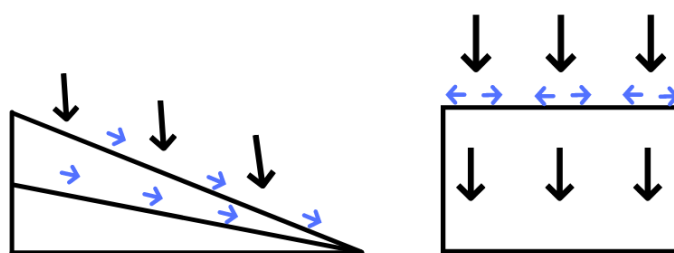
- Escala do Mapa de 1:24.000 e Tamanho da célula de 30 metros - O uso ideal na utilização em Áreas urbanas e abrangendo pequenas bacias hidrográficas;

- Escala do Mapa de 1:100.000 e Tamanho da célula de 60 metros – Ideal para mapeamento de pequenas e médias bacias hidrográficas;
- Escala do Mapa de 1:250.000 e Tamanho da célula de 100 metros – Utilização para grandes bacias hidrográficas;
- Escala do Mapa de 1:1.000.000 e Tamanho da célula de 1 quilômetro – A ideal utilização no mapeamento para escalas mundial e continental.

3.4 Variáveis morfométricas

A partir dos dados altimétricos, pode-se derivar outras variáveis topográficas, como declividade e a curvatura da superfície, que pode ser na direção horizontal (percorrendo a curva de nível) e na vertical (no sentido da vertente). IBGE (1999) define a declividade como a razão entre a diferença de nível e a distância horizontal, importante em análises de velocidade e taxa de escoamento superficial, vegetação ou definição de área de risco. IBGE (1999) também aborda sobre a influência exercida na bacia hidrográfica (Figura 4) a qual define como a ação direta nos processos hidrológicos, pois quanto maior a declividade, maior a capacidade de escoamento superficial e, conseqüentemente, menor a capacidade de acúmulo de sólidos. Por outro lado, quanto menor a declividade menor a infiltração.

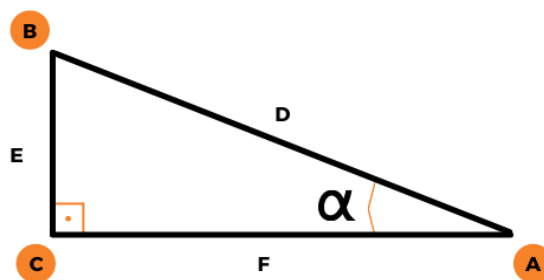
Figura 4 - Influência da declividade sobre o escoamento superficial.



Fonte: Adaptado de Valeriano (2008).

Em síntese, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1999), a declividade (Figura 5) é a relação obtida por meio da diferença entre a altura de dois Pontos e a distância horizontal entre eles, podendo ser representada em graus ou em porcentagem.

Figura 5 – Representação esquemática da declividade.



Fonte: Adaptado do IBGE (1999).

Onde:

- E: distância vertical (diferença da altura BC).
- F: distância entre os Pontos (distância horizontal AC).
- D: declividade.

A declividade pode ser expressa por meio da seguinte relação (Equação 1):

$$\text{Declividade (D)} = \frac{E}{F} \quad (1)$$

Para obter a relação em graus (Equação 2):

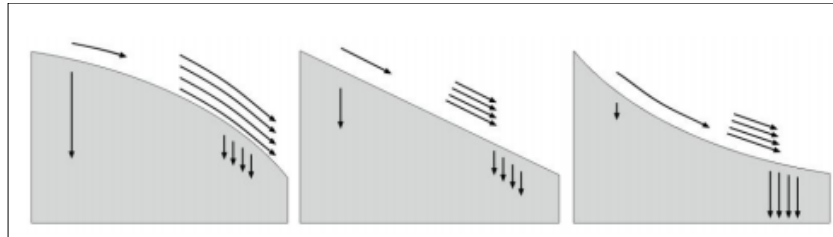
$$\text{arc tg } \frac{E}{F} = \alpha = D \quad (2)$$

E sua relação em porcentagem (Equação 3):

$$\text{Declividade (em \%)} = \text{tg} \alpha \times 100 = \frac{E}{F} \times 100 \quad (3)$$

Valeriano (2008) define como a curvatura vertical a forma côncava, retilínea ou convexa em que o terreno se dispõe em uma perspectiva de perfil. Esta característica também pode ser apresentada em graus ou pelo raio de curvatura (Figura 6). A curvatura convexa e retilínea tende a dispersar os detritos, e a curvatura côncava devido a sua forma, tem maior chance de acúmulo quando comparada aos demais tipos de terrenos.

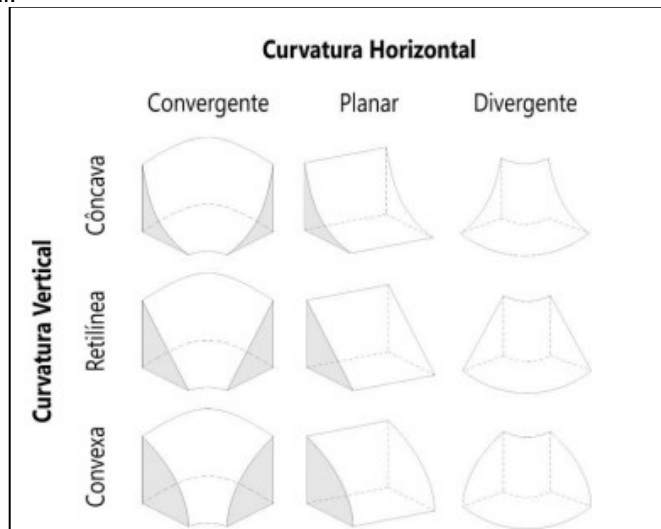
Figura 6 - Representação da esquerda para direita de um terreno convexo, retilíneo e côncavo.



Fonte: Adaptado de Valeriano (2008).

Já a curvatura horizontal está relacionada à disposição divergente e convergente do espaço, considerando a disposição da projeção horizontal para o escoamento superficial, podendo ser representada também por meio de ângulo por distância ou em raio de curvatura (RIBEIRO, 2017). Quando relacionadas, a curvatura vertical e a horizontal, verifica-se o surgimento de novas formas (Figura 7). Pode-se perceber que o formato que está mais propenso ao acúmulo de detritos é a côncava-convergente, que gera o menor escoamento superficial, já na forma convexa-divergente verifica-se o menor acúmulo de detritos.

Figura 7 - Representação esquematizadas das curvaturas horizontal e vertical.



Fonte: Adaptado de VALERIANO (2008).

3.5 Acumulações de resíduos

O fluxo de detritos é definido como fluxo de sedimentos carregados pela água, de forma contínua por meio da gravidade (TAKASHI, 2014). O transporte dos sedimentos acontece principalmente após fenômenos naturais, como grandes períodos de chuva, dando início ao fluxo, que acarreta a deposição em encostas, devido à perda de inclinação ou o encontro com amplas superfícies (ALVARADO, 2006). Com isso, em centros urbanos, com a deposição irregular de resíduos, junto a esse fluxo de sedimentos encontram-se os resíduos sólidos, sendo possível realizar estudos que utilizem técnicas de Geoprocessamento para determinar pontos de acumulação de resíduos.

Valencia (2016), em um estudo de caso na cidade de Belo Horizonte, propôs um modelo para a determinação da afluência dos resíduos sólidos ao sistema de drenagem urbana, tendo como objetivo estimar a quantidade de resíduos sólidos que chegam ao sistema de drenagem pluvial. Considerou-se aspectos da região como área da bacia, a densidade demográfica, o fator de geração de resíduos sólidos e a avaliação dos impactos potenciais de drenagem. Da totalidade dos resíduos gerados a porção coletada representa a quantia do montante remanescente que poderia ser carregado ao sistema de drenagem (distribuído nas bocas de lobo).

Outro trabalho nesta temática foi o de Neves e Tucci (2008), com o objetivo de estimar os resíduos sólidos que são carregados ao sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica urbana, localizada em Porto Alegre/RS. Foram aplicadas duas análises: cálculo da quantidade de resíduos que atinge a drenagem urbana, obtida por meio de um método indireto com base nos dados de limpeza urbana e de precipitação, e a medida do total de resíduos sólidos que atingiu a saída da bacia hidrográfica.

Por meio do primeiro método os resultados demonstraram que a maior parcela dos resíduos tem a composição de plásticos (81,77%), seguido de tecidos e sapatos (9,97%). Já pelo segundo método os resíduos com maior presença corresponderam ao plástico, em seguida do papel, latas e vidro. Os autores concluíram que a quantidade de resíduos que atacam a rede de drenagem são o triplo em relação à jusante da bacia hidrográfica, sendo a maior parte composta por plásticos, geralmente sem valor de reciclagem. A quantidade também variou de

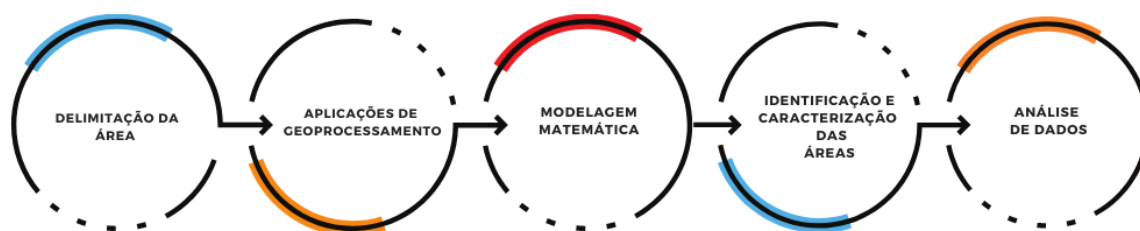
acordo com a pluviosidade. Assim, constatou-se que é necessária a diminuição do uso de plásticos bem como a substituição por materiais biodegradáveis e o trabalho em conjunto de órgãos encarregados pelo saneamento básico com a gestão dos recursos hídricos.

Com o propósito semelhante a este trabalho, Ribeiro (2017) propôs a modelagem do transporte de resíduos sólidos no meio urbano, identificando os pontos com maior propensão de acúmulo, relacionando os dados com as condições que favorecem e desfavorecem o deslocamento e a disposição física do terreno. Essa análise, de acordo com autor possibilita “a tomada de decisões mais eficiente e mais acertada em termos de planejamento e gestão de resíduos sólidos”.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia do presente trabalho seguiu etapas ordenadas de acordo com a Figura 8.

Figura 8 – Esquema das etapas do projeto



Fonte: Autoria própria.

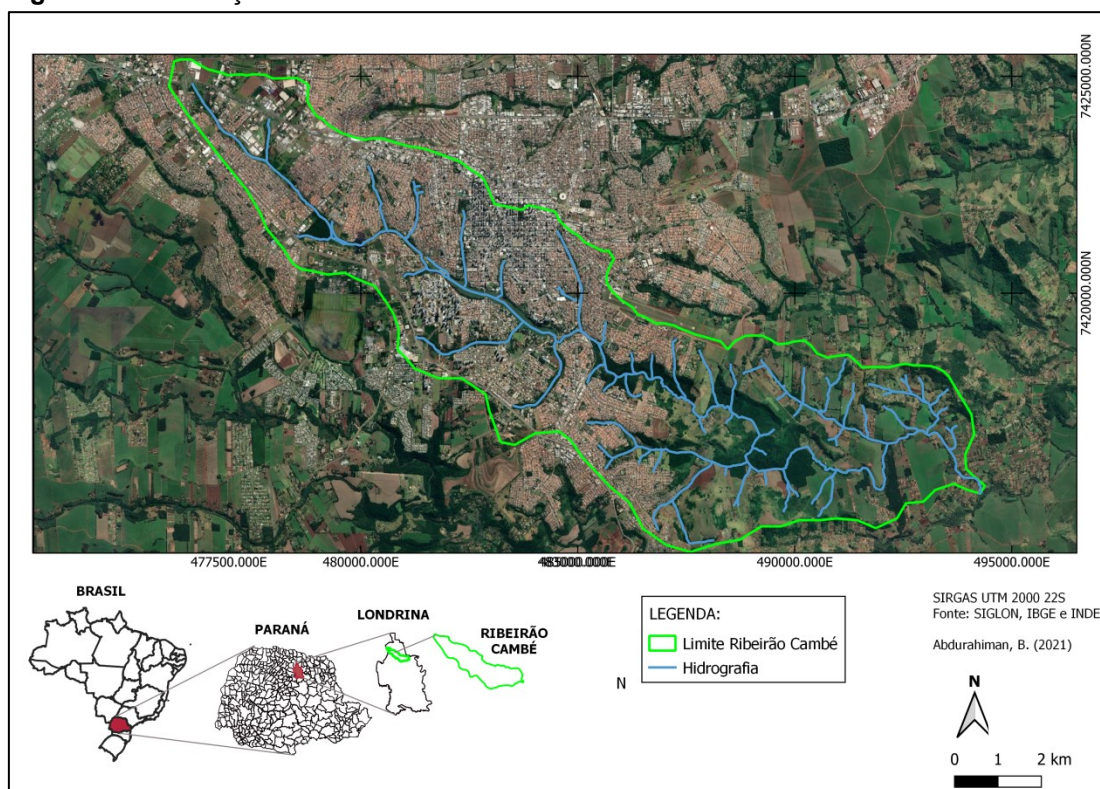
4.1 Área de estudo

4.1.1 Ribeirão Cambé e o Lago Igapó

A área de estudo desse trabalho situa-se a partir do Igapó I, na barragem, localizada na Rua Almeida Garret, até o Igapó II, no final de seu trecho localizada na Rua Prof. Joaquim de Matos Barreto, as quais fazem parte do Ribeirão Cambé.

O Ribeirão Cambé é um dos principais afluentes do rio Tibagi, junto às bacias hidrográficas dos ribeirões Jacutinga, Lindóia, Limoeiro, Três Bocas e Cafezal (BARROS, 2011). Sua nascente localiza-se a oeste do município de Londrina/PR. Seu curso percorre em direção oeste-leste em confluência com o ribeirão Três Bocas, pela margem do rio Tibagi (Figura 9) e situa-se entre $-23^{\circ}08'47''$ e $-23^{\circ}55'46''$ de Latitude Sul e $-50^{\circ}52'23''$ e $-51^{\circ}19'11''$ de Longitude Oeste como suas principais coordenadas (PREFEITURA DE LONDRINA, 2014). Os afluentes diretos são o ribeirão Capivara, Córrego Roseira, Córrego Água Fresca e Córrego São Lourenço (FARIA, 2005). A bacia possui uma área de $77,20 \text{ km}^2$ e o comprimento do principal curso de água é de 25 km (ARAÚJO, 2004).

Figura 9 - Localização da bacia do Ribeirão Cambé.

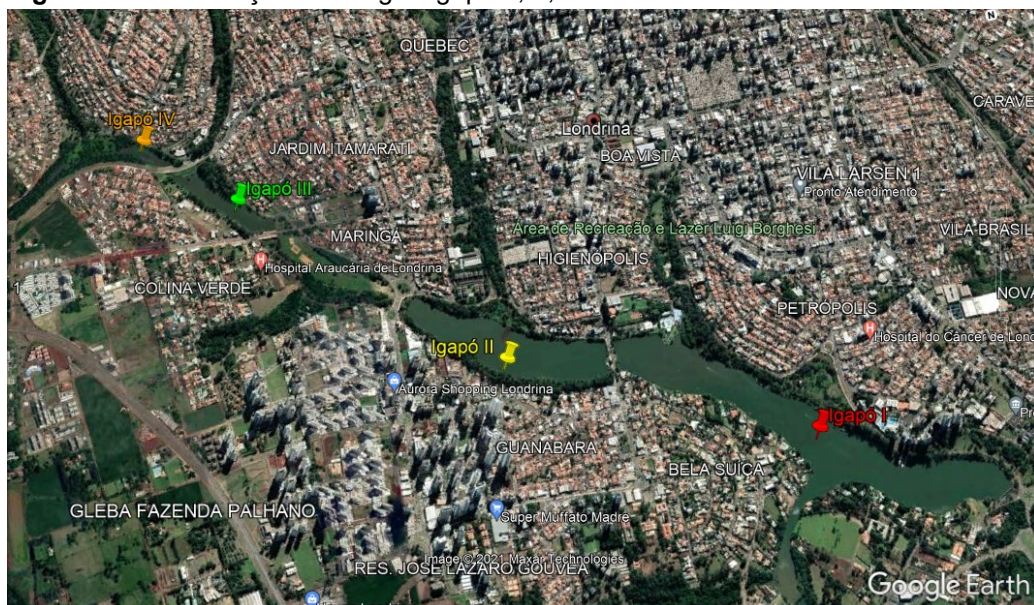


Fonte: Autoria Própria.

Por meio do represamento foi criado o Lago Igapó, totalizando em 4,5 km de extensão com grande parcela no centro urbano de Londrina (na época de construção era afastada do núcleo urbano) com o intuito de solucionar o problema de drenagem (LORENZO, 2011). Este problema ocorria devido a uma barragem natural rochosa que dificultava o escoamento de água e ocasionava o alagamento nas propriedades rurais localizadas ao seu entorno. Para contornar a situação, foi construída uma barragem artificial que resultou na criação do lago (OLIVEIRA, 2018).

O conjunto de lagos do ribeirão, dispostos entre ruas e avenidas ao longo de seu curso de água, é considerado como um único lago Igapó, entretanto fisicamente é dividido em quatro partes, nomeados em: Lago Igapó I, II, III e IV (Figura 10).

Figura 10 - Localização dos Lagos Igapó: I, II, III e IV.



Fonte: Adaptado Google *Earth*.

Neste trabalho considerou-se a porção alta e média da bacia do Cambé, mas a área amostral abrangeu apenas o Lago Igapó I e o Lago Igapó II, cujas respectivas regiões são áreas de grande concentração populacional, tanto para lazer quanto para moradia.

O Igapó I foi o primeiro espaço de lazer público no município de Londrina. De acordo com Oliveira (2018), por volta de 1950 iniciaram-se as mudanças do meio rural com construções em sua maior parte abrangendo habitações unifamiliares ao redor do Igapó I. Esse cenário foi o que contribuiu para que atualmente, metade da sua parcela seja de acesso público e a outra de acesso privado, com lotes e residências de alto padrão. Ainda de acordo com Oliveira (2018) instalou-se edifícios de alto padrão no bairro a sua margem restrita e, por ser uma área consolidada, surgiu uma pequena parcela de empreendimentos na margem direita do Igapó II, que é uma área de grande crescimento.

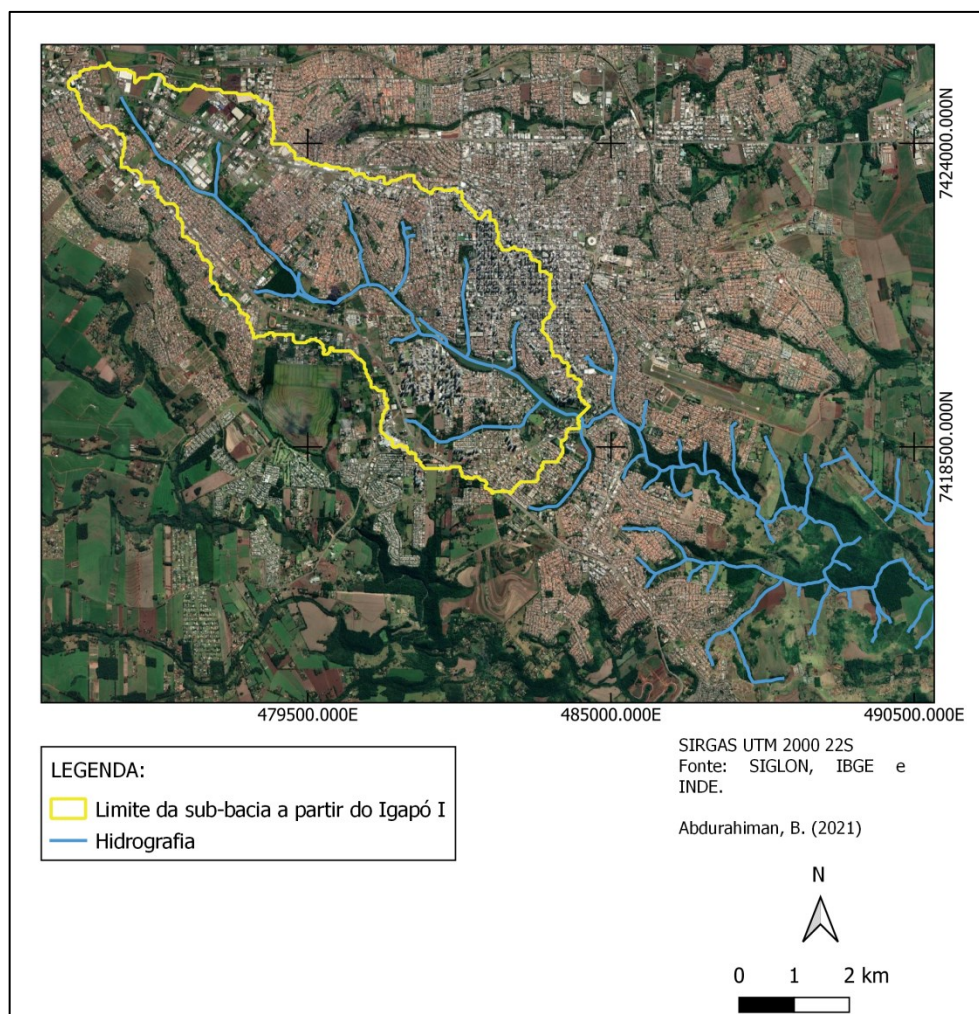
O Lago Igapó I abrange a barragem do Ribeirão Cambé até a Avenida Higienópolis, sendo limitado pelos bairros Lago Parque, Parque Guanabara, Petrópolis, Caiçaras, Colonial e Igapó. O Lago Igapó II, junto ao aterro, tem seu início na Avenida Higienópolis e termina na Rua Prefeito Faria Lima, abrangendo os bairros Gleba Fazenda Palhano, Lima Azevedo, Parque Guanabara e Parque Residencial do Lago.

Desta forma, devido à sua localização e a grande urbanização são descarregados resíduos sólidos (LONDRINA, 2009). Além disso, a nascente do Ribeirão Cambé está localizada no meio urbano e, conseqüentemente, os sedimentos que são carreados para região do Lago I e II podem resultar no seu assoreamento. Barros *et al.* (2008) relatam que as bacias e sub-bacias que estão localizadas no município de Londrina, possuem um padrão de drenagem paralelo, em que os cursos de água seguem o curso de acordo com as declividades do relevo (diaclasses e fraturas do basalto originárias do intenso tectonismo).

De acordo com Trabaquiniet *et al.* (2009) a bacia apresenta uma drenagem com uma boa distribuição, sendo a maioria dos seus rios com aspecto perene. Para esse estudo, a análise consistiu nas regiões mais propensas ao acúmulo, na parte do Igapó I e II. Avaliou-se a relação da região com os aspectos ao seu entorno como, por exemplo, a densidade demográfica e o zoneamento proposto no Plano diretor.

A análise do local (Figura 11), do Lago I e II, é de importância para toda extensão da bacia, devido ao carreamento de detritos que pode afetar várias áreas ao longo do seu curso d'água.

Figura 11 - Sub-bacia delimitada a partir do Igapó I.



Fonte: Autoria Própria.

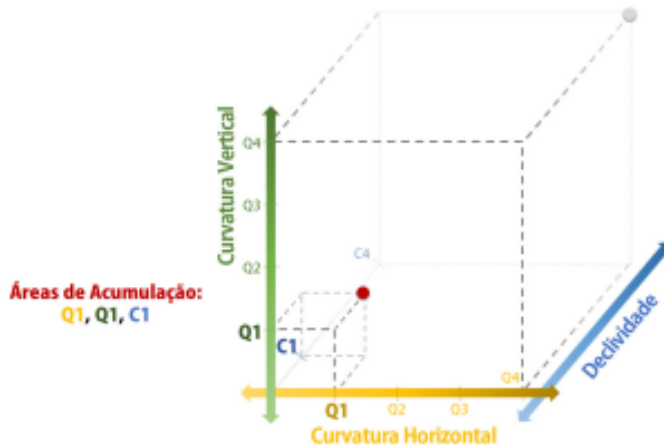
4.2 Índice de Acúmulo de Resíduos Sólidos

A sub-bacia foi delimitada com o uso de um MDE, na escala de 1:250.000, obtido por meio do projeto TOPODATA. Com base nos dados desse MDE foram gerados os mapas de declividade, Curvatura Horizontal e Curvatura Vertical.

Para verificar os pontos de acúmulo foi aplicado o modelo proposto por Ribeiro (2017) em que se apresenta a classificação da área a partir das características topográficas: declividade, curvatura horizontal e curvatura vertical (Figura 12). Este modelo propõe que a região indicada pelo ponto vermelho na figura 12, região de maior acúmulo, está representada pelos dados classificados nos primeiros quartis (Q1) conforme as variáveis morfométricas de curvaturas no sentido horizontal e vertical, e na primeira classe (C1) de declividade (de 0° a 6°), para outro

extremo, no Ponto cinza, menor acúmulo, estariam às áreas com maior declividade, baixa concavidade e baixa convergência do terreno.

Figura 12 - Representação esquemática da classificação quanto à acumulação de fluxos.



Fonte: Ribeiro (2017).

Foi aplicado o índice proposto por Ribeiro (2017), Relativo de Propensão à Acumulação (IRPA) por meio da expressão aritmética apresentada na Equação 4.

$$IRPA = \frac{Classe\ declividade + Classe\ Curvatura\ Horizontal + Classe\ Curvatura\ vertical}{3} \quad (4)$$

Depois de identificados selecionou-se cinco pontos e fez-se uma visita aos locais para a sua caracterização fotográfica e observação dos aspectos do entorno.

Foram obtidos os pontos de maior acúmulo na bacia, por meio de filtragem realizada para encontrar os valores abaixo do limiar dos valores de acúmulo, utilizando a Equação 5.

$$Pontos\ de\ acúmulo = (D < QDeCH < QCheCV < QCV) \times M \quad (5)$$

Onde:

- D = camada de declividade
- QD = valor do primeiro quartil da camada de declividade
- CH = camada da curvatura horizontal

- QCH = valor do primeiro quartil da camada da curvatura horizontal
- CV = camada da curvatura vertical
- QCV = valor do primeiro quartil da camada da curvatura vertical
- M = camada das médias (declividade, curvatura vertical e curvatura horizontal).

Com os pontos de maior acúmulo identificados, foram selecionados para análise mais detalhada apenas os situados na região do Lago Igapó I e II. Foi então delimitada a área de abrangência desses pontos, que indica toda a região de contribuição cujo fluxo converge para cada ponto. Este processo foi feito pelo mesmo método aplicado para delimitação de bacia, em que cada ponto foi tratado como se fosse um exutório.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Pontos de acúmulo

Para encontrar os pontos de acúmulo de acordo com o índice proposto no capítulo anterior, obteve-se os valores dos primeiros quartis de cada classe (declividade, curvatura horizontal e curvatura vertical) (Tabela 1), com o valor de 1 para declividade, -0,0117 para curvatura vertical, -0,0113 para curvatura horizontal e a média das três resultando em 0,3257. Foram considerados os primeiros quartis de cada classe, para determinar os pontos de maior acúmulo e analisar os pontos, conforme metodologia adaptada de Ribeiro (2017).

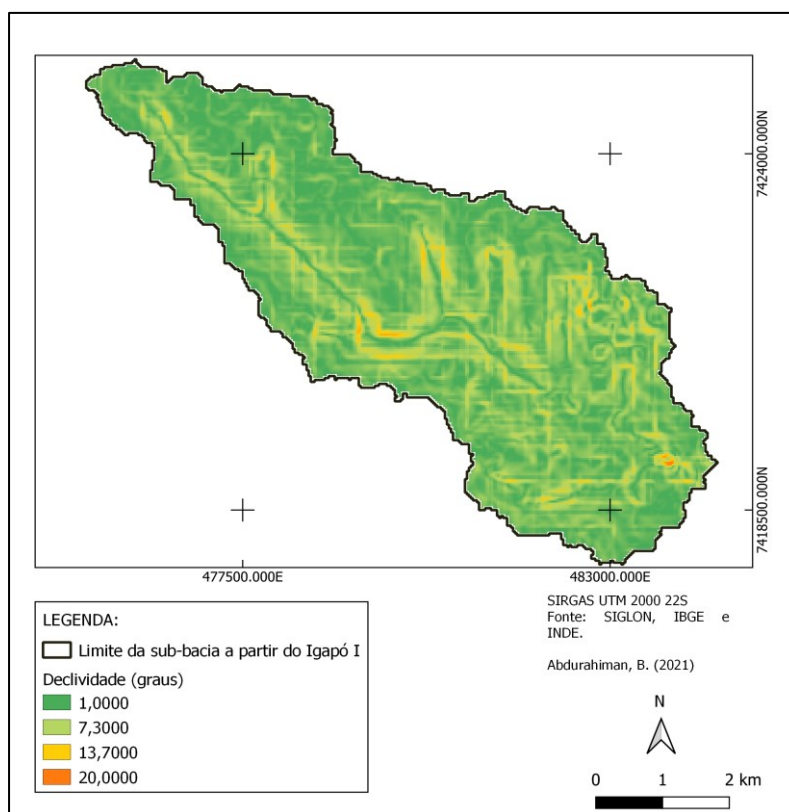
Tabela 1- Classificação dos quartis.

Variáveis	Q1	Q2	Q3	Q4
Declividade (graus)	1	7,3	13,7	20
Curvatura Vertical (graus/metro)	-0,0117	-0,0046	0,0025	0,0080
Curvatura Horizontal (graus/metro)	-0,0113	-0,0048	0,0016	0,0097
Média	0,3257	2,4302	4,5680	6,6725

Fonte: Autoria Própria.

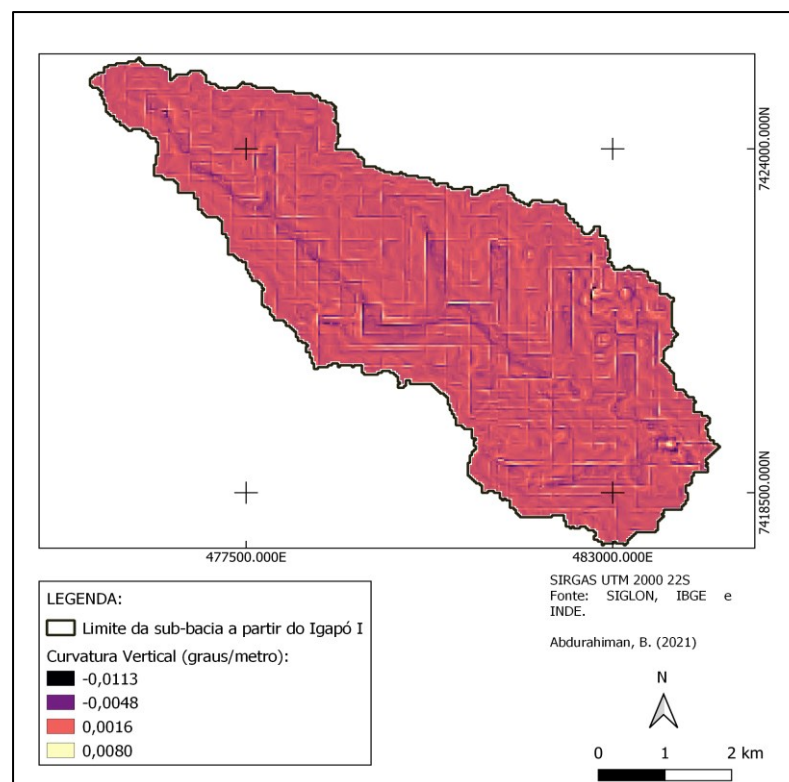
Assim, após o cálculo do primeiro quartil de cada camada (Figuras 13, 14 e 15) foi obtida a média aritmética das camadas (Figura 16).

Figura 13 – Mapa da declividade (Quartil).



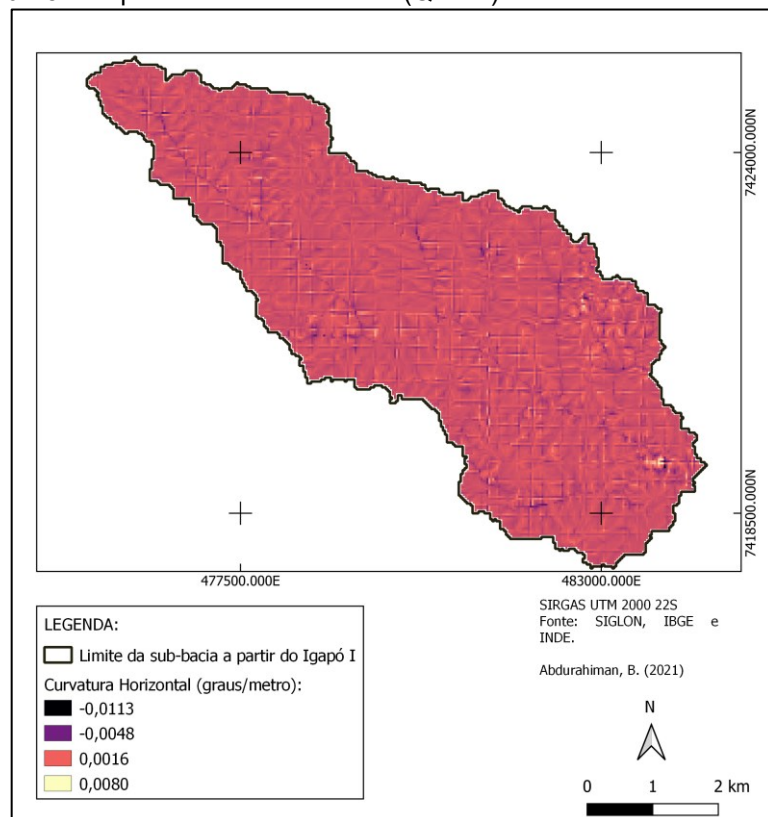
Fonte: Autoria Própria.

Figura 14 - Mapa Curvatura Vertical (Quartil).



Fonte: Autoria Própria.

Figura 15 - Mapa curvatura Horizontal (Quartil).

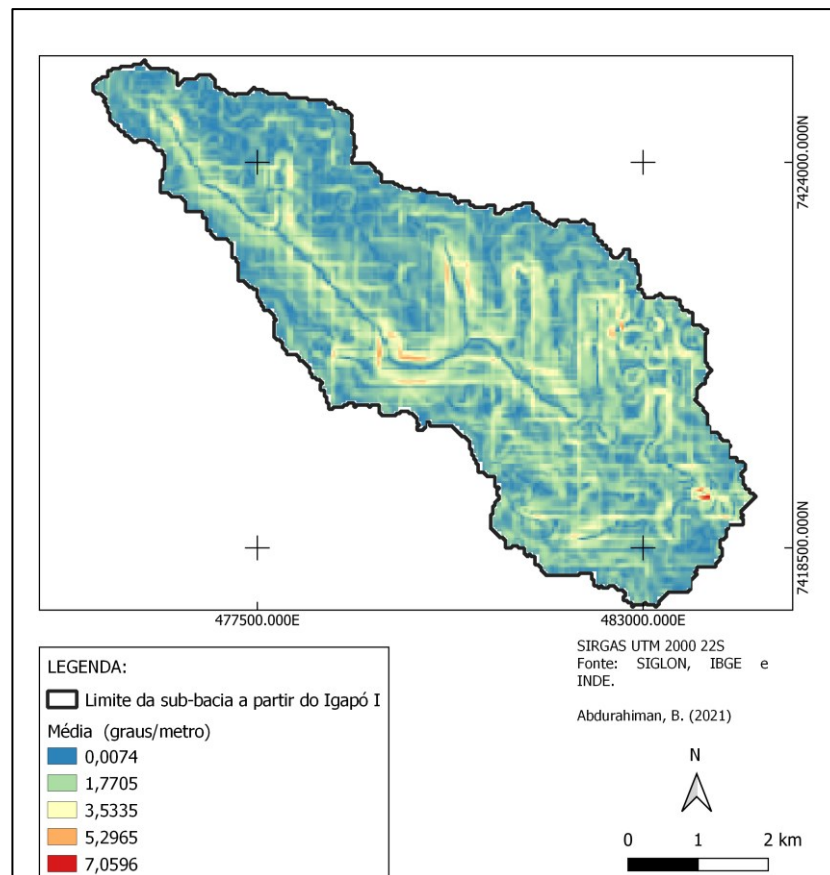


Fonte: Autoria Própria.

Por meio do mapa da declividade foi possível observar que os maiores valores se encontram nos trechos de curso de água (13,7 a 20 graus), bem como os menores valores de curvatura vertical (-0,0117 a -0,0046 graus/metro), que correspondem às regiões côncavas. Para curvatura horizontal, percebe-se uma homogeneidade nos valores variando na faixa de 0,0016 a 0,0080 graus/metro. Após esse processamento foi calculada a média dessas camadas (Figura 17) determinando o IRPA.

Os pontos de maior acúmulo são aqueles que apresentam valores menores, que por sua vez correspondem a regiões côncavas, convergentes e relativamente planas. De acordo com a Figura 16, foi possível observar que os pontos de maior acúmulo, assim como na declividade e curvaturas vertical e horizontal, apresentaram-se tanto nos locais por onde percorrem os trechos de água quanto do seu entorno. É possível também observar na Figura 16, que os locais de menores valores, com coloração azul e verde, se encontram bem distribuídos pelas áreas do curso do ribeirão Cambé.

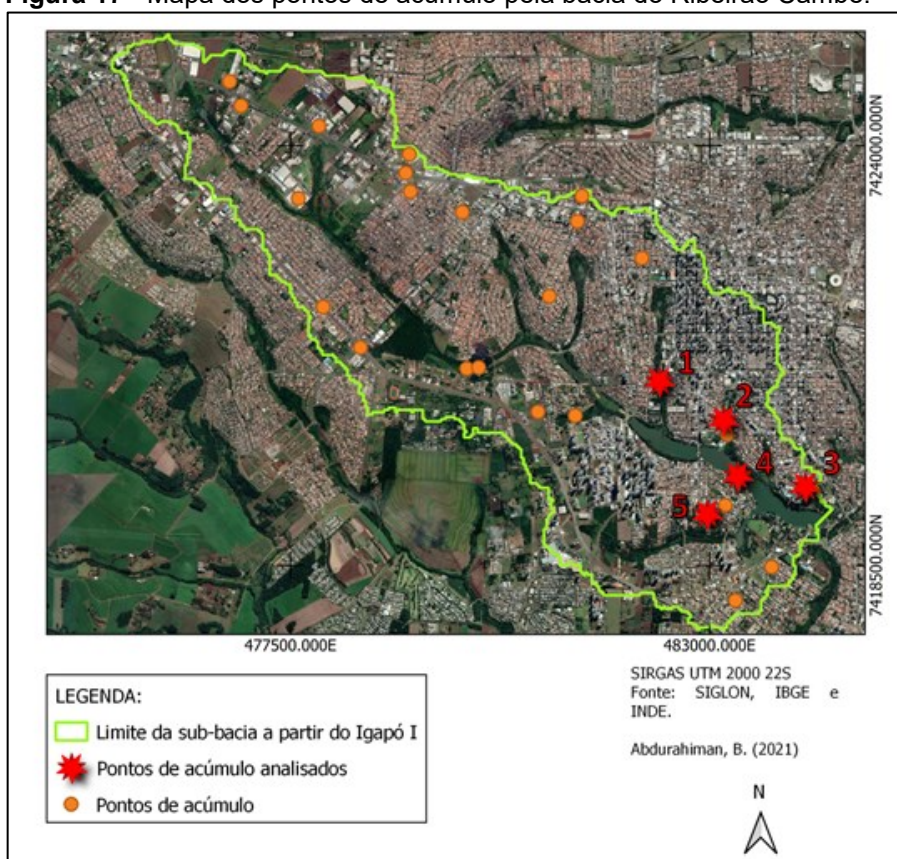
Figura 16 - Mapa do IRPA.



Fonte: Autoria Própria.

A partir do resultado, selecionaram-se os cinco pontos de maior acúmulo no entorno do Igapó I e Igapó II, destacados na carta (Figura 17).

Figura 17 - Mapa dos pontos de acúmulo pela bacia do Ribeirão Cambé.



Fonte: Autoria Própria.

No geral, os pontos encontrados estão bem distribuídos ao longo da extensão da bacia, tanto ao longo do curso de água quanto nos bairros próximos. Os pontos que serão analisados com maior detalhamento são: ponto 1 (posicionado no córrego Água Fresca, entre a Rua Pensilvânia e a Rua Humaitá), ponto 2 (localizada na Rua Capitão Almir Moreira), ponto 3 (localizado entre a Rua Almirante Tamandaré e Rua Sílvio Pegoraro), ponto 4 (posicionado na Avenida Doutor Adhemar Pereira de Barros) e ponto 5 (Rua Cruzeiro do Sul).

5.2 Dados da população e seu entorno

5.2.1 Caracterização dos serviços de coleta de resíduos sólidos e varrição na área em estudo

No município de Londrina, até o ano de 2010, os resíduos sólidos urbanos eram dispostos no “Aterro do Limoeiro”, um aterro considerado “controlado” (SOUZA, 2008). Devido a uma série de fatores, como a proximidade ao centro urbano, ao aeroporto e esgotamento da sua capacidade, foi criada a Central de

Tratamento de Resíduos (CTR), a qual possui células para aterramento de resíduos e lagoas de armazenamento de chorume, além de galpões para a realização da compostagem (CMTU, 2021).

Tamiozo (2015) relatou que em 2009, foi criada no município a COOPERSIL, atual COOPER REGIÃO, sendo a primeira cooperativa de catadores de materiais recicláveis. O mesmo autor cita que gestão pública dos resíduos recicláveis é realizada pela Comissão Municipal de Trânsito Urbano - CMTU (TAMIOZO, 2015). Atualmente os serviços de coleta seletiva de resíduos recicláveis, no município de Londrina, são realizados por sete cooperativas: COOPER REGIÃO, COOPEROESTE, COOPERMUDANÇA, COOCEPEVE, COOPERNORTH, COOPERREFUM e ECORECIN (CMTU, 2021).

De acordo com a CMTU, na região do Lago Igapó I, a coleta seletiva é realizada pela COOPER REGIÃO, por toda porção norte nas quintas-feiras. Já a porção sul é atendida pela COOPERNORTH (Bairros Bela Suíça, Jardim do Lago e Parque Guanabara) e pela COOPER REGIÃO (Bairros Colonial e São Jorge), nas quintas-feiras. O Lago Igapó II é atendido pela COOPER REGIÃO, na porção sul, juntamente com a COOPERMUDAÇA, na porção norte, às quartas-feiras (CMTU, 2021).

Além disso, a Kurica Ambiental S/A é a responsável pela coleta e pelo transporte dos RSU em Londrina, sendo que no Igapó I, sua porção norte é atendido com frequência de coleta de 3 vezes na semana (terça, quinta e sábado no período noturno) e a porção sul, segunda, quarta e sexta no período diurno. Já o Igapó II, sua porção norte é atendida com frequência de coleta às terças, quintas e sábados no período noturno e sua porção sul, com frequência diária no período noturno (CMTU, 2021).

Quanto à varrição é feita diariamente no entorno da região do Igapó I e Igapó II (CMTU, 2021).

5.2.2 Tipo de ocupações do local

O Plano Diretor de Londrina (REF) possui as seguintes classificações: Zonas Residenciais, Zonas Comerciais, Zonas Industriais, Zonas Especiais e Zona Agrícola (LONDRINA, 1998). Estas são classificadas conforme ao Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação das zonas.

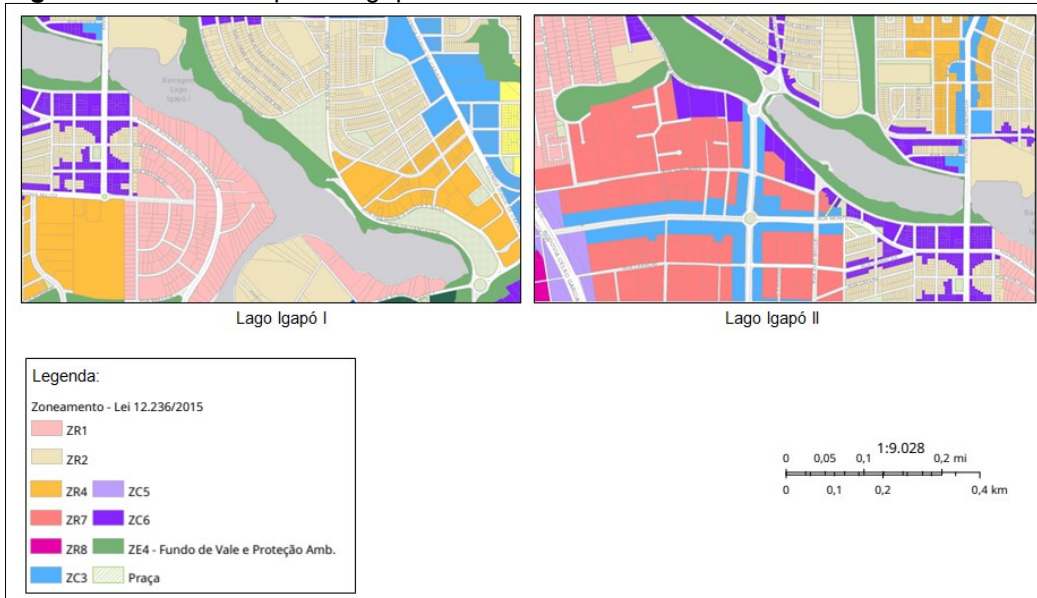
ZONAS	TIPO DE OCUPAÇÃO
ZR1, ZR2	Zonas residenciais de Baixa Densidade.
ZR3, ZR4, ZR5	Zonas residenciais de Média Densidade.
ZC1	Zona de Comércio Principal
ZC2, ZC3	Zonas de Comércio Secundário
ZC4	Zonas de Comércio Local.
ZC5	Zonas de Comércio Regional.
ZI1	Zona Industrial Pesada
ZI2	Zona Industrial Leve
ZE1, ZE2, ZE3, ZE4, ZE5, ZE6, ZE7, ZE8, ZE9	Zonas Especiais
ZA	Zona Agrícola.

Fonte: Autoria Própria.

No entorno da área estudada (Figura 18), predominam as Zonas Residenciais (ZR), cujo uso é residencial individual ou coletivo, com as classificações ZR1, ZR2, ZR3 e ZR4, onde ZR1 e ZR2 são de uso estrito para residências de baixa densidade, ZR3 para média e ZR4 para alta densidade, além de Zonas Especiais (ZE), onde há espaço para esporte, lazer, recreação, e outros (SILVA, 2012).

Podendo observar pela Figura 18 que o entorno do Lago I é ocupado por edificações de alto padrão. Já o Lago Igapó II tem sua margem esquerda ocupada por loteamentos de médio a baixo padrão social desde sua inauguração, e toda a sua margem direita parcialmente ocupada até a década de 90, quando edificações de alto padrão começaram a ser construídas, constituindo o bairro Gleba Palhano, gradativamente vem se transformando em um espaço valorizado (LORENZO, 2011).

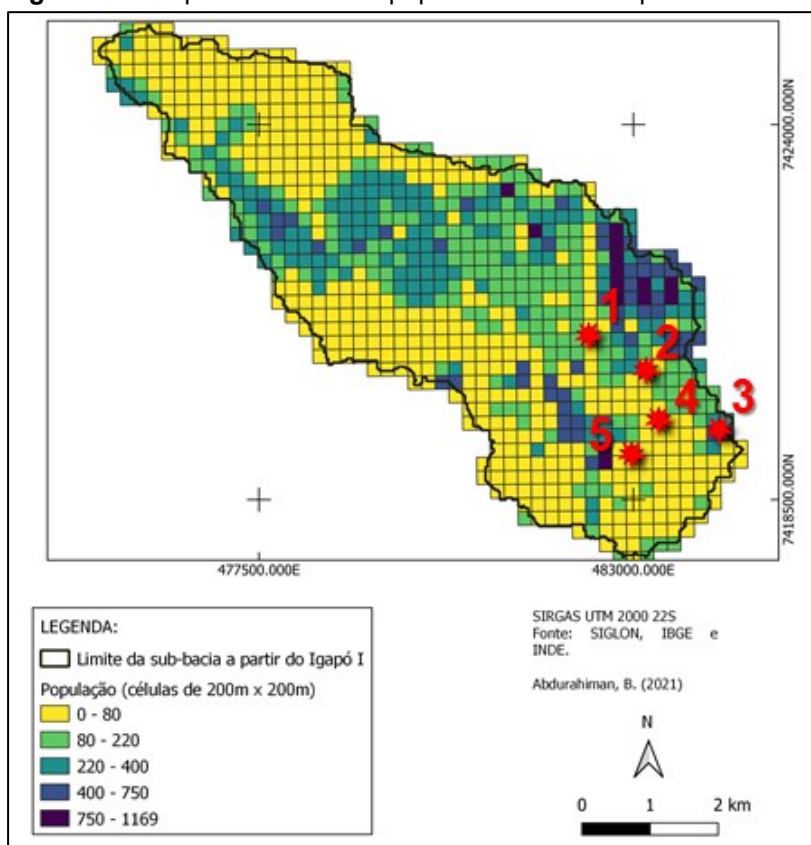
Figura 18 - Zonas as quais o Igapó I e II estão localizadas.



Fonte: Adaptado de SIGLON(2021).

Estimativas do IBGE (2021) constam que a população total do município de Londrina é 580.870 habitantes tornando-se a segunda cidade mais populosa do estado do Paraná. Como mencionado anteriormente, no entorno dos lagos há uma alta concentração populacional (Figura 19). Isso podendo ser observado devido à alta concentração de edificações, em especial na margem direita, onde estão localizados os pontos 1, 2, 3 e 4.

Figura 19 - Mapa da densidade populacional com os pontos de acúmulo.



Fonte: Autoria Própria.

Figura 20 - Localização dos pontos em suas zonas.



Fonte: Adaptado do SIGLON (2021).

É possível descrever da seguinte forma, a caracterização dos Pontos, com base na Figura 19 e Figura 20:

•Ponto 1: Sua localização encontra-se entre a Rua Humaitá e Rua Pensilvânia, com uma distância aproximada de 2,1 Km do Igapó II. Conhecido como Bosque Professor Okano, está em adjacência ao córrego Água Fresca. A zona em que se encontra é a Zona Especial de Fundo de Vale e de Preservação Ambiental (ZEA4), que se destina à formação de parques lineares com o intuito da preservação ambiental e para a recreação da população. Nas proximidades, tem-se a Zona Residencial 2 (ZR-2), que engloba variados tipos de residência. Pelos dados de população, há, em média, de 80 a 220 pessoas no entorno deste ponto.

•Ponto 2: Está localizado na Rua Capitão Almir Moreira. Este Ponto abrange uma parcela da Área de Recreação e Lazer Luigi Borghesi, mais conhecido popularmente por “Zerão”. Está é uma área de lazer para a população do município, contando com uma pista de caminhada de 1.050 metros, que circunda a área; é entrecortado por um pequeno riacho, o córrego do Leme. O local possui também um anfiteatro com capacidade para cerca de 15000 pessoas, postos telefônicos, bebedouros. Além disso, são realizadas manifestações artísticas, culturais e esportivas da comunidade (ZIMA, 2015). Está inserida na Zona Especial de Fundo de Vale e de Preservação Ambiental (ZEA4) e cercada ao seu entorno pela Zona Residencial 2 (ZR-2) e a Zona Comercial Seis (ZC-6). A área ZR2 é composta por residências; já a ZC-6 é um local em que há o estímulo do comércio local em eixos estruturais destinado ao atendimento dos moradores do entorno. A população do seu entorno está entre 80 a 400 pessoas.

•Ponto 3: Está localizado entre a Rua Almirante Tamandaré e a Rua Silvio Pegoraro, a uma distância de aproximadamente 1,5 km do Igapó I. O local é de abrangência residencial, inserida na Zona Residencial 2 (ZR-2) e a Zona Residencial 4 (ZR-4). A densidade populacional encontra-se na faixa de 220 a 400, no seu entorno.

•Ponto 4: Este Ponto encontra-se localizado próximo à Rua Adhemar Pereira de Barros, próximo às margens do Igapó I e aos condomínios residenciais de alta classe, onde não há o acesso público. Está inserido na Zona Residencial 1 (ZR-1) o qual abrange áreas residenciais e de edificações. Devido à sua localização, os dados populacionais fornecidos encontram-se na faixa de 80 a 220 pessoas.

- Ponto 5: Situa-se na rua Cruzeiro do Sul. Sua zona também é residencial, inserida na Zona Residencial 1 (ZR-1) e bem próximo da Zona Residencial 4 (ZR-4). Está localizado a uma distância de 3 km do Igapó I, conta com população na faixa de 80 pessoas no ponto e em seu entorno.

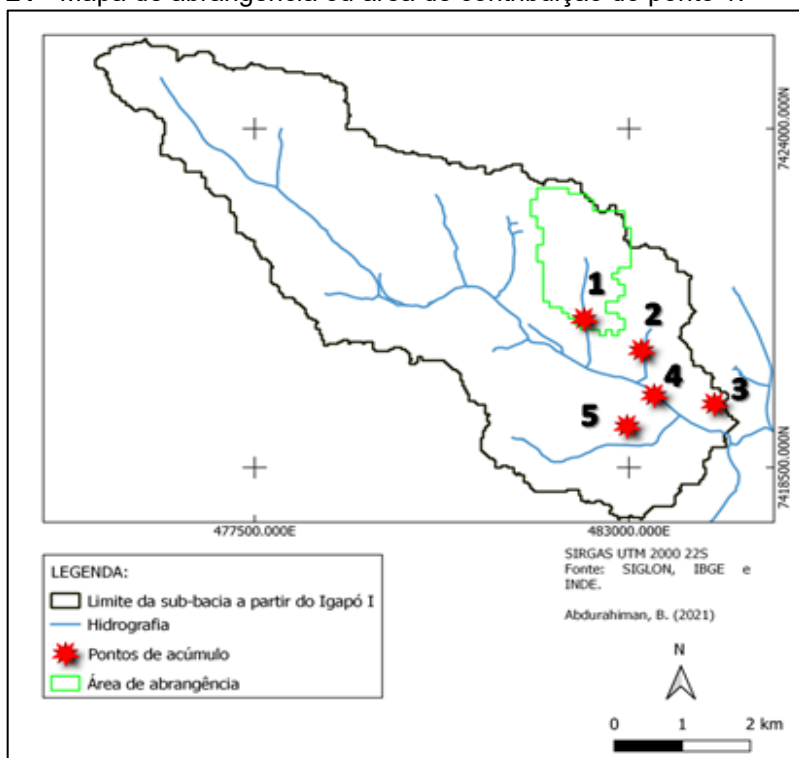
Por meio dessas informações é possível observar que os pontos 1, 2 e 3, estão localizados em uma área onde há uma grande concentração de pessoas, edificações e residências. Já os pontos 4 e 5 estão em uma área de baixo adensamento populacional, por estarem em locais de residências e condomínios de alto padrão. Desta forma, associado aos resíduos, as áreas com maior adensamento populacional, deveriam ser os locais de maior acúmulo. Entretanto, devido ao ponto 1, 2, 3 estarem próximos ou na própria área de lazer, há uma alta geração de resíduos, podendo ocorrer o acúmulo. O ponto 5 e o ponto 4, estão localizados em uma área de condomínio privado, mesmo não tendo um alto adensamento populacional na área, resíduos podem ser carreados de áreas das proximidades até ele.

Além disso, por meio da Figura 19, é possível verificar que no entorno de todo trecho que percorre o curso do Ribeirão, há um alto adensamento de população no local. Além da população que mora no entorno, há também muitas pessoas que vão por lazer, o que pode resultar no descarte dos resíduos, principalmente em finais de semana e feriados, onde passam um maior tempo. Tal fato é intensificado pela presença do comércio na região, como identificado pelas zonas, principalmente no ponto 3, o que aumenta a produção de resíduos descartáveis perto dos lagos, como por exemplo, canudos e copos plásticos, podendo ser carreados para o seu curso.

5.3 Áreas de abrangência dos pontos próximos a corpos d'água

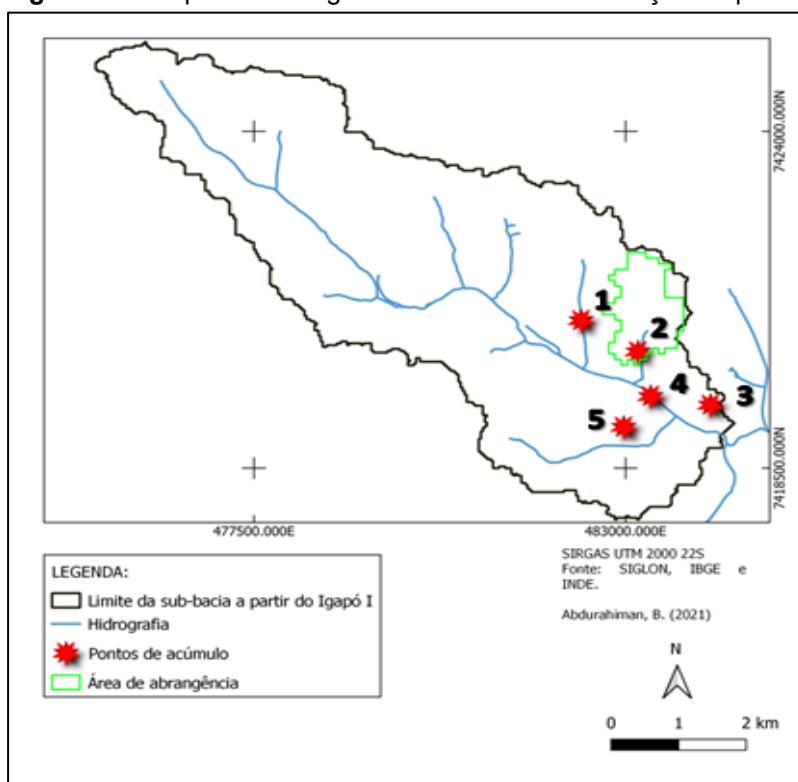
Os pontos 1, 2 e 4 estão localizados nas proximidades do Ribeirão Cambé ou de seus afluentes. Já os outros pontos, contribuem de formas distintas, pois por meio do escoamento superficial, os resíduos são carreados até o curso do Ribeirão. As áreas de abrangência de cada ponto de acúmulo 1, 2 e 4 estão representadas respectivamente na Figura 21, Figura 22 e Figura 23, por meio da aplicação da função "r.watershed", seguida da função "r.water.outlet" no QGis.

Figura 21 - Mapa de abrangência ou área de contribuição do ponto 1.



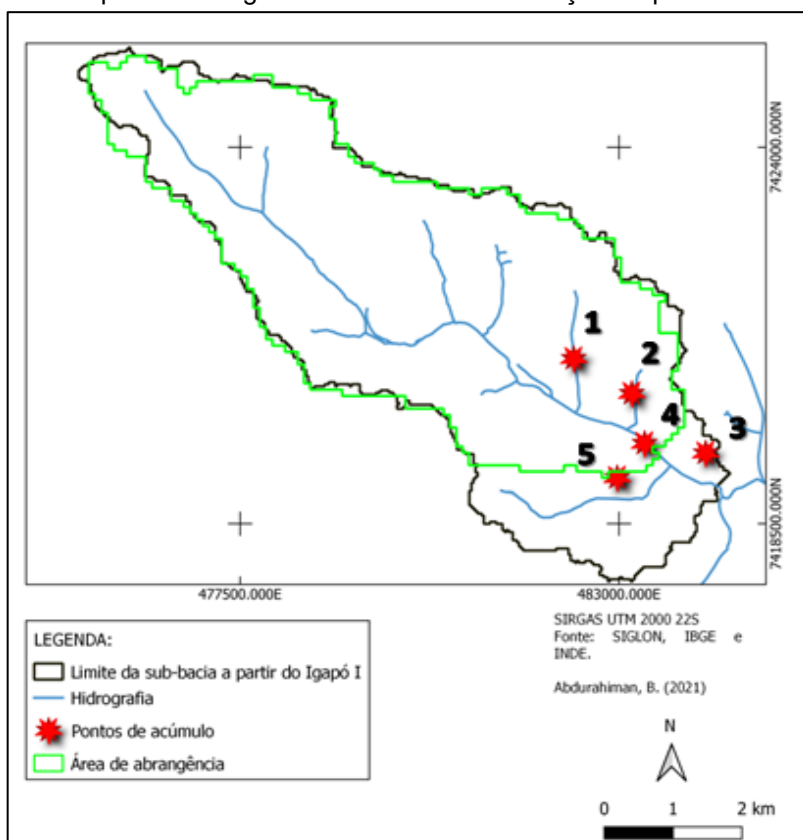
Fonte: Autoria Própria.

Figura 22 - Mapa de abrangência ou área de contribuição do ponto 2.



Fonte: Autoria Própria.

Figura 23 - Mapa de abrangência ou área de contribuição do ponto 4.



Fonte: Autoria Própria.

Pelas Figuras 21, 22 e 23 é possível verificar, em verde, a área de abrangência do ponto de acúmulo, visualmente o ponto 4, abrangendo uma área maior. Para melhor análise foi calculada a área de abrangência em cada ponto (Tabela 2).

Tabela 2 – Áreas de abrangência.

Ponto	Área de abrangência (km ²)
1	2.5
2	1.4
4	25.7

Fonte: Autoria Própria.

Pela Tabela 2 e os mapas, verifica-se que o ponto 4 recebe fluxo de uma maior área, totalizando em cerca de 26 km², abrangendo a maior parte da bacia, incluindo quase em sua totalidade o Igapó I e Igapó II. Além disso, recebe influência de outros pontos, como é o caso dos pontos 1, 2 e 3.

Mesmo abrangendo uma porção menor, de 2,5 e 1,4 km², o ponto 1 (Figura 24) e ponto 2 respectivamente, estão em áreas onde uma grande parcela da população do município frequenta, não só apenas moradores dos arredores, mas também as pessoas que frequentam por lazer. As áreas de abrangência, mesmo sendo menores em relação ao ponto 4, estão ligadas entre si, assim quando há o descarte de resíduos próximo ou no local dos pontos, atinge outras áreas ao longo da bacia que estão sujeitas ao acúmulo.

Figura 24 – Fotografia adquirida nas proximidades do ponto 1.



Fonte: Autoria Própria.

Com uma linha de pensamento semelhante a este presente trabalho, Moreira (2018) analisou a percepção ambiental dos moradores da Área de Proteção Ambiental – APA da Fazendinha em Macapá-AP, por meio da coleta de dados sobre a presença e os efeitos causados pelo acúmulo de resíduos sólidos, elaborando um mapa da área, com os principais pontos de acúmulo indevido de resíduos sólidos e a presença das habitações nesta unidade de conservação. Obteve resultados em que os moradores mais distantes destes locais de acúmulo de resíduos incomodavam-se mais e sentiam efeitos dos resíduos no seu dia a dia, enquanto que os mais

próximos demonstraram não perceber ou não se importar com os resíduos dispostos incorretamente no meio ambiente, como por exemplo materiais descartáveis. Fato este que pode vir a ocorrer, pois a área de abrangência do ponto 4 inclui outros pontos, sendo, portanto, uma área de concentração de fluxo. Nota-se, na Figura 25, muitos resíduos por toda a extensão do Igapó I e II (Figura 25).

Figura 25 - Locais próximo à área do ponto 4, em que (a) retrata panorâmica da área, com resíduos nas margens e (b) apresenta resíduos no lago.



(a)

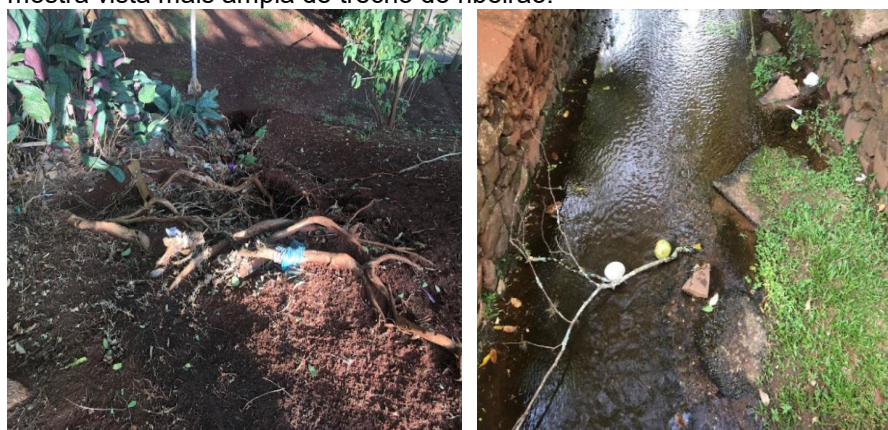
(b)

Fonte: Autoria Própria.

Os pontos 1 e 2 estão localizados em áreas de lazer, por haver um grande fluxo de pessoas, são centros de acúmulo. Mota *et al.* (2018) também realizaram estudos sobre o acúmulo de resíduos, na praia Ilha do amor em Alter do chão, localizada no município de Santarém – PA, em que a metodologia consistiu no levantamento bibliográfico e método observacional. Foi constatado nos resultados que os resíduos acumulados ao longo da praia, em sua maioria, são descartados pelos frequentadores. A falta de conscientização desses frequentadores é o fator responsável pelo acúmulo de resíduos no ambiente da praia. A educação e a sensibilização ambiental, neste caso, são essenciais para despertar o senso crítico e a conscientização dos indivíduos, pois cada indivíduo possui uma percepção distinta do meio ambiente como, por exemplo, seus julgamentos, expectativas e anseios sendo importante alinhar em prol da segregação adequada dos resíduos (FERNANDES *et al.*, 2018).

Tal necessidade também ficou evidenciada na região do Igapó, para todos os pontos, tanto aos habitantes do seu entorno quanto para a população que vai a lazer no local. Na Figura 26, cujas imagens foram obtidas no ponto 2, é possível observar os resíduos sólidos acumulados ao entorno do córrego do Leme, bem como no próprio corpo d'água.

Figura 26 – Ponto de acúmulo 2, em que (a) apresenta vista aproximada do solo e (b) mostra vista mais ampla de trecho do ribeirão.



(a)

(b)

Fonte: Autoria Própria.

Apesar da coleta de orgânicos e rejeitos e a coleta seletiva no ponto 2 ser regular e frequente, nem sempre as pessoas disponibilizam seus resíduos para a coleta integralmente e/ou adequadamente. Assim, é de grande importância a conscientização e a sensibilização por parte da população para garantir a adesão ao sistema de coleta seletiva, que é, acima de tudo uma obrigação legal. Segundo a PNRS, Art. 35 é obrigação dos cidadãos participar dos sistemas de coleta, passível, inclusive de advertência ou multa.

Tupinanbá *et al.* (2019) identificaram e analisaram os pontos de coleta, disposição inadequada e assoreamento em dois bairros do município de Belém do Pará. Por meio de pesquisa *in loco* realizaram um estudo exploratório, descritivo e bibliográfico e, assim, constataram a presença de “mini lixões” dispostos em alguns pontos dos locais analisados. Constatou-se que os pontos 3 e 5 eram os mais passíveis de possuir essas características.

Fato semelhante ocorreu no ponto 3 (Figura 27), um local onde se é muito propício para os “mini lixões”, por ser uma área de terreno baldio. Como Tupinanbá

et al. (2019) relataram, geralmente esses locais ocorrem em terrenos baldios, descampados, canteiros, canais, áreas verdes e lotes desabitados. O local estava em obras no local e não foi observado o acúmulo.

Figura 27 – A esquerda o ponto 3 (a), vista pelo SIGLON e à direita foto de autoria própria do ponto 3 (b).



Fonte: À esquerda adaptado do SIGLON e a direita de autoria própria.

Ainda no trabalho de Tupinanbá *et al.* (2019), os dados permitiram constatar que o surgimento dos resíduos na rede de drenagem se justifica devido ao fato de possuir focos isolados de mau acondicionamento e pela falta de varrição em alguns pontos da bacia. Os autores ressaltaram que a falta de uma gestão integrada entre os componentes do saneamento deixa passar despercebido medidas estruturais simples, que acabariam por reduzir a quantidade de resíduos sólidos drenados na Bacia do Rio do Meio/SC, eliminando ou reduzindo esta fonte de poluição. Nos pontos analisados neste trabalho há uma coleta seletiva regular, sendo provável que o acúmulo dos resíduos que atingem o Igapó seja proveniente do lazer, fato que pode se intensificar em feriados e finais de semana, como é o caso da Figura 28 em que há um evidente acúmulo de resíduos na região próxima ao ponto 1 e ao ponto 2, em que a captura da foto foi feita em um final de semana.

Figura 28 - Local próximo à área do ponto 1 (a) e 2 (b).



Fonte: Autoria Própria.

Pode se observar a grande quantidade de solo que pode ocasionar na erosão e também os resíduos descartáveis presentes em ambos os locais. Outro motivo desse evidente acúmulo, mostrado na Figura 28, pode ser o carreamento de resíduos pela rede de drenagem. Brites (2007) realizou uma análise gravimétrica da massa de resíduos sólidos carreados pelo sistema de drenagem pluvial de duas bacias hidrográficas localizadas no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, onde identificou a predominância de plásticos em ambas as bacias. Esses eventos, de acordo com Baba, Gomes e Costa (2014), podem ser intensificados após índices pluviométricos mais intensos, apresentando relação direta com o aumento de resíduos sólidos nas redes de drenagem, o que pode ocasionar a obstrução do sistema de drenagem e o aumento significativo na frequência de inundações. Esta relação com precipitação não foi investigada neste estudo, mas deve ser considerada em trabalhos futuros. Análises gravimétricas realizadas nos pontos 1 e 2 poderiam facilitar o enfoque de ações de sensibilização ambiental nos locais.

Uma solução possível para esse problema recorrente seria o proposto por Santos *et al.* (2017), que em seu trabalho avaliou as causas do acúmulo de resíduos sólidos na rede de drenagem de uma bacia urbana com o objetivo de identificar os elementos que influenciam nesse acúmulo. A coleta de dados foi por meio de entrevistas com os técnicos da Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN). Como resultado foi identificado em campo a disposição inadequada de resíduos e

entulho próximo aos canais e a utilização de condicionadores improvisados que se apresentaram inadequados, com baixa resistência e capacidade.

Dessa forma, Santos *et al.* (2017) concluíram que os resíduos podem facilmente ser transportados para a rede drenagem com a ação de agentes como as chuvas. Os autores ainda observaram quantidades elevadas de resíduos sendo carregados nos canais de macrodrenagem na bacia, os quais são retidos no exutório por meio de uma estrutura improvisada, semelhante a telas, que se mostrou adequada e eficiente para a retenção dos resíduos. Essa pode ser uma das soluções a serem implantadas nos pontos identificados no presente trabalho.

Além disso, seria importante instalar maior quantidade de condicionadores e sinalização para o descarte e segregação correta no entorno tanto do Igapó I como Igapó II e realizar ações de conscientização da população no entorno e visitante do Igapó I e II para que se torne dispensável a implantação de estruturas e obras de engenharia maiores como, por exemplo, a que fora relatada no trabalho de Santos *et al.* (2017). Por fim, destaca-se a importância de quantificar e caracterizar os resíduos que vêm pela rede de drenagem, de modo a subsidiar tomadas de decisões futuras por parte do poder público e como estratégia de Educação Ambiental.

6 CONCLUSÕES

Foi possível concluir, por meio da análise dos pontos e suas respectivas áreas de abrangência, que o descarte dos resíduos, pode afetar não só o local do ponto de disposição, mas também pode resultar no carreamento para outras áreas, afetando toda a extensão da bacia, também acelerando o processo de assoreamento do lago.

Os pontos de acúmulo identificados, considerando as condições topográficas em estudo (classe declividade, curvatura vertical e horizontal) no Ribeirão Cambé, estão espalhados ao longo da bacia, tanto nos locais de curso de água quanto nos bairros próximos.

É possível que grande parte dos resíduos encontrados no Igapó I e Igapó II sejam provenientes do alto adensamento populacional da região, fruto da urbanização acelerada (descarte pela população mora nas proximidades ou população que frequenta o local por lazer). Considera-se importante, assim, medidas que amenizem o impacto dos resíduos, além de ser necessário um programa de Educação Ambiental para a conscientização da população em relação ao correto gerenciamento dos resíduos que geram. Outro fato é que mesmo havendo coleta regular e frequente de resíduos, quer seja orgânicos, rejeitos ou recicláveis, é indispensável que haja um número maior de sinalizações e lixeiras no local.

Considerando os pontos de análise, ponto 1, ponto 2 e ponto 4 localizados em cursos do Ribeirão e ponto 3 e 5 em bairros próximos, foi possível de observar que além do descarte nos locais, a situação do acúmulo pode se agravar pelo descarte nos locais próximos, por moradores da região ou pela população que vai ao local à lazer.

Sugere-se como trabalhos futuros o monitoramento contínuo dos pontos para que se possa quantificar e caracterizar os resíduos depositados, de modo a recomendar ações de intervenção, como equipamentos para peneiramento da água de chuva, maior frequência de coleta de resíduos, acondicionadores de resíduos mais eficientes, etc. Seria importante, ainda, avaliar o impacto do volume de precipitação sobre a quantidade de resíduos observada.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 10004: **resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. NBR 15448-2: **embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis: parte 2: biodegradação e compostagem: requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2008.

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. Brasil, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/>>. Acesso em: 18 de ago. 2021.

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012**. São Paulo-SP. [2013]. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 18 de ago. 2021.

ALVARADO, L. **Simulação bidimensional de corridas de detritos usando o Método de Elementos Discretos**. Rio de Janeiro, 2006.

AMORIM, A. P., DE ALBUQUERQUE, B. M., GAUTÉRIO, D. T., JARDIM, D. B., Morrone, E. C., & Souza, R. M. (2010). **Lixão municipal: abordagem de uma problemática ambiental na cidade do Rio Grande-RS**. *Ambiente & Educação*, 15(1), 159-178.

ARAÚJO, R.S. Micro Bacia do Ribeirão Cambé-Londrina-PR: **Levantamento ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto**. 2004 140f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.

ARNOLD, C.; GIBBONS, J. **Impervious surface coverage: the emergence of key environmental indicator.**, v. 62, n. 2, p. 243–258, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**, ABRELPE, São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2018-2019.pdf>> Acesso em 16 de jul. de 2021.

AUTA, H. S.; EMENIKE, C. U.; FAUZIAH, S. H. **Distribution and importance of microplastics in the marine environmentA review of the sources, fate, effects, and potential solutions**. *Environment International*, v. 102, 2017

BABA, R. K.; VAZ, M.S.M.G.; COSTA, J. D. **Correção de Dados Agrometeorológicos Utilizando Métodos Estatísticos**. Revista Brasileira de Meteorologia. v.29, n.4, p. 515 – 526, 2014.

BARROS, M. V. F. B.; BARROS, O. N.; POLIDORO, M.; PEREIRA, A. C. F. **Atlas Digital da Região Metropolitana de Londrina**. Grupo IMAP&P - Imagens, Paisagens & Personagens. Universidade Estadual de Londrina. 2011

BRASIL (2010) **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.

BRITES, A.P; GASTALDINI, M.DO C.C. **Avaliação da Carga Poluente no Sistema de Drenagem de Duas Bacias Hidrográficas Urbanas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 12, n. 04, p. 211–221, 2007.

CAMPOS, V. M. **Verticalização da Cadeia de Suprimentos Reversa: um Estudo de uma Central de Comercialização de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2017. 136 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). – Curso de Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, P. H. **Bacia hidrográfica – conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP - Brasil**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas, n. 12, p. 101-124, 1 nov. 2010.

CEMPRE. **Preço dos materiais recicláveis**: julho/agosto. 2017. Disponível em: <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/105/preco-dos-materiais-recicla-veis>>. Acesso em: 03 ago. 2021

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. DO. **A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 10, n. 1, p. 199–212, 2018

CHRYSOULAKIS, N. **Estimation of the all-wave urban surface radiation balance by use of ASTER multispectral imagery and in situ spatial data**. Journal of Geophysical Research, 2003, vol. 108, p 1-10.

DA COSTA MOTA, J. M., SILVA, L. D. N. A., DE MOURA GUERREIRO, Q. L., DE OLIVEIRA, J. C., & DE SOUSA, L. M. **Descarte de resíduos sólidos na praia ilha do amor em Alter do chão, Santarém-PA**.

DÍAZ-TORRES, E. R. *et al.* **Floating Marine Debris in waters of the Mexican Central Pacific**. Marine Pollution Bulletin, v. 115, n. 1–2, p. 225–232, 2017. Ezeah, C., Fazakerley, J. A., e Roberts, C.L. (2013). Emerging trends in informal sector recycling in developing and transition countries. Waste Management, 33(11), p. 2509- 2519.

EZEAH, C., FAZAKERLEY, J. A., e ROBERTS, C.L. (2013). **Emerging trends in informal sector recycling in developing and transition countries**.

FERNANDES, R. S.; SOUZA, V. J.; PELISSARI, V. B.; FERNADES, S. T. **Uso da Percepção como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental**. 2004. In: II encontro da ANPPAS, Indaiatuba, SP, Brasil. 26-29 mai.

MORAIS FILHO, J. Z. (2014). **O Assoreamento nos Lagos Igapó I e II na cidade de Londrina-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia)– Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

FILHO M. D., DE ARAÚJO M.C.B, CAVALCANTI ,J.S.S., DA SILVA ,A.C.M. **Lixo no ambiente marinho**- Arquivos de Ciências, 2011 - periodicos.ufc.br- Disponível: <<http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/282/267>>. Acesso em 20 de jul. 2021.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. Editora Oficina de Textos, 2011 – São Paulo - 3ª Edição Ampliada e Atualizada.

GALATI, STEPHEN R. **Geographic Information Systems Demystified**. Artech House Inc. ISBN: 158053533X, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. (2001). **Manual: gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM/SEDU-PR.

LANDAU, E. C.; GUIMARAES, D. P. **Análise Comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4003

LAW, K.; THOMPSON, R. C. **Microplastics in the seas - Concern is rising about widespread contamination of the marine environment by microplastics**. Science, v. 345, n. 6193, p. 144–145, 2014.

LONDRINA, Prefeitura do Município de Londrina. **Plano municipal de saneamento básico de Londrina – PR. 2009**. Disponível em: http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/gabinete/PMSB/diagnostico_londrina_completo_corrigido29out09.pdf. Acesso em 02 de jul. de 2021.

LORENZO, M. P. **Caracterização dos impactos ambientais negativos e medidas mitigatórias do processo de assoreamento do lago Igapó, Londrina – PR. 2011**. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Gestão Ambiental, Centro Universitário Filadélfia, Londrina, 2011.

MAIDMENT, D. **“ArcHydro”**. ESRI. 2002.

MOREIRA, T. D. S., FERNANDES, L. G., e DA ROCHA, M. A. B. **Percepção ambiental dos moradores da apa da fazendinha quanto ao acúmulo de resíduos sólidos environmental perception of apa da fazendinha regarding the acquisition of solid waste**.

MUCELIN, C.A; BELLINI, L.M. **Percepção ambiental em ecossistema urbano**. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu-MG. Anais. Caxambu-MG: UTFPR, UEM, 2007. Disponível em: <http://www.sebecologia.org.br/viiiiceb/pdf/291.pdf>. Acesso em: 20 jul. de 2021.

NETZBAND, M.; STEFANOV, W.L. **Urban Land Cover and Spatial Variation Observation Using ASTER and MODIS Satellite Image Data**. 2004. Disponível em <http://www.isprs.org/istanbul2004/comm7/papers/253.pdf>. Acessado em: 20 de jul. de 2021.

Noções Básicas de Cartografia. v. 1. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1999. 130 p.(Manuais Técnicos em Geociências, n. 8). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf Acesso em: 10 jul. de 2021.

NEVES, M. G. F. P.; TUCCI, C. E. M. **Resíduos sólidos e drenagem urbana: Estudo De Caso**. Revista Brasileira De Recursos Hídricos, v. 13, n. 4, p. 43-54. 2008.

OLIVEIRA, C. S. **Lago Igapó II, Londrina(PR): natureza, história e afeto no campo do patrimônio cultural**. 2018. 243 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

RAMME , E.J., KRÜGER , C.M.; **Delimitação de bacias hidrográficas com auxílio de geoprocessamento**; In 17th Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo (2007)

RIBEIRO, B.M.G., “**Modelagem Socioambiental de Resíduos Sólidos em Áreas Urbanas Degradadas: Aplicação na Bacia Mãe d’Água, Viamão, RS**”, Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional), Universidade Federal Rio Grande do Sul (UFRGS), UFRGS, Porto Alegre, 2017. 392 p. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/170500/001052926.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 10 jul. de 2021.

ROCHA, D. L. (2012). **Uma análise da coleta seletiva em Teixeira de Freitas – Bahia**. Revista Caminhos de Geografia, 13(44), p. 140-155

ROCHA, C. H. B.; VASCONCELOS, D.; *et al.*, 2017. **Comparação de modelos digitais de elevação obtidos de diferentes bases de dados - curvas de nível e pontos cotados IBGE, LIDAR, SRTM e ALOS**. Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva, 1302-1306.

SANTOS; M.; GLAUCIA G. P.; *et al.* **Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/RS**. Sociedade e Natureza, v. 30, n. 2, p. 23–44, 2018. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/journal/3213/321364350002/html/>>. Acesso em: 2 Nov. 2021.

SMAKHTIN, V. U., **Low flow hydrology: a review**. Journal of Hydrology, v. 240, n.3-4, p. 147 – 186, 2001.

SOUZA, J. C. D. **Resíduos sólidos urbanos domiciliares na cidade de Londrina – PR**. 2008. 152 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Curso de Geografia - Universidade Estadual de Londrina. 2008.

SOUZA, J. M.; LOCH, R. E. N. **Análise e melhoria da qualidade altimétrica dos dados da Shuttle Radar Topography Mission, SRTM-3**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 60, n. 02, p. 155-166, 2008.

TAKAHASHI, T. (2014). **Debris flow: mechanics, prediction and countermeasures**. CRC press. 448p.

TAMIOZO, M. H.. **Coleta seletiva: Análise dos sistemas porta a porta e P.E.V. um estudo de caso nos municípios de Londrina e Caxias do Sul**. 2015. 55 f. Monografia (Graduação) – Curso Superior em Bacharelado de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015.

TRABAQUINI, K., TAKEDA, M. M. G., ROMAGNOLLI, R., BARROS, M. V. F.. **Uso e ocupação das APPS em áreas de fundo de vale no perímetro urbano de Londrina – PR, utilizando imagem de alta resolução**. Revista Ra’e Ga – O Espaço Geográfico em Análise, n. 18, p. 41-49, 2009. UFPR, Curitiba – PR

TUCCI, C. E. M. **Drenagem urbana**. Ciência e cultura, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 jul. 2021.

TUCCI, C.E.M.; COLLISCHONN, W. **Drenagem urbana e controle erosão** In: Carlos E. M. Tucci; David da Motta Marques.(Org.). Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre RS: EDUFRGS, 2000.

TUPINAMBÁ, H. Q., SALGUEIRO, T. A., JÚNIOR, M. S. P., & CATETE, C. P. **VI-159, 2019-Georrefenciamento de áreas de acúmulo de resíduos sólidos nos bairros do telégrafo e montese no município de Belém, Pará.**

VALENCIA, A. C. B. **Modelo para a determinação da afluência dos resíduos sólidos ao sistema de drenagem urbana: estudo de caso em Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Escola de Engenharia. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2016.

VALERIANO, M. M. **Dados topográficos**. In: FLORENZANO, T. G. (org.). Geomorfologia, conceitos e tecnologias atuais. Cap. 3., p. 72-104. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2008. 320 p. ISBN: 9788586238659.

VALERIANO, M.M. **Modelo digital de variáveis geomorfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA**. 2005. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto XII, Goiânia. Anais. São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3595-3602.

United Nations Environment Programme UNEP - **The Emissions Gap Report 2016** (2016) A UNEP Synthesis Report, Nairobi, November. Disponível em: <<http://uneplive.unep.org/theme/index/13#egr>> Acesso em: 01 jul. 2021.

YAMAGUCHI, Y.; FUJISADA, H.; KUDOCH, M.; KAWAKAMI, T.; TSU, H.; KAHLE, A. B; PNIEF, M. **ASTER instrument characterization and operation scenario**. Advances in Space Research, v. 23, n. 8, p. 1415 – 1424, 1999.

ZINA, I. **Avaliação da contaminação por nitrato e metais pesados na água subterrânea e superficial: Estudo de caso do entorno do cemitério São Pedro – Londrina-PR**. 2015. 63p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015.