



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CAROLINA NUNES FRANÇA ACOSTA

**AVALIAÇÃO DOS DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS E
EXPANSÃO DO USO DO SOLO NA BACIA DO RIBEIRÃO
CAMBÉ – LONDRINA, PR**

CAROLINA NUNES FRANÇA ACOSTA

**AVALIAÇÃO DOS DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS E
EXPANSÃO DO USO DO SOLO NA BACIA DO RIBEIRÃO
CAMBÉ – LONDRINA, PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. André Celligoi

Londrina
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação –na –Publicação (CIP)

A185a Acosta, Carolina Nunes França.

Avaliação dos depósitos tecnogênicos e expansão do uso do solo na Bacia do
Ribeirão Cambé – Londrina, PR / Carolina Nunes França Acosta. – Londrina,
2015.

103 f. : il.

Orientador: André Celligoi.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Sedimentologia – Teses. 2. Solo – Uso – Teses. 3. Bacias hidrográficas –
Cambé, Ribeirão, Bacia (PR) – Teses. 4. Sedimentos (Geologia) – Teses.
5. Ambientes de sedimentação. I. Celligoi, André. II. Universidade Estadual de
Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.
III. Título.

CDU 551.3.051

CAROLINA NUNES FRANÇA ACOSTA

**AVALIAÇÃO DOS DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS E EXPANSÃO DO
USO DO SOLO NA BACIA DO RIBEIRÃO CAMBÉ – LONDRINA, PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. André Celligoi
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. José Paulo P. Pinese
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Emerson Galvani
Universidade de São Paulo – USP

Londrina, 16 de setembro de 2015.

Dedico este trabalho a minha família,
meu noivo e meus amigos...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me proteger e iluminar meu caminho em todas as etapas dessa jornada...

Ao meu orientador Prof. Dr. André Celligoi, não só pela orientação neste trabalho, mas por dividir momentos de suas grandes viagens comigo e tocar do bom e velho rock`n roll.

Ao programa de Pós Graduação em Geografia da UEL pela oportunidade e aos professores do curso pelas discussões e aprendizados.

Ao pessoal do Laboratório de Solos do curso de Agronomia e ao Alexandre (Barretos) pelo auxílio na realização das análises texturais. Ao Dionísio (Laboratório de Geologia do departamento de Geociências) pelo auxílio em algumas das análises.

Ao Carlos da maquetaria por ajudar com a abertura dos tubos de PVC mantendo as amostras intactas.

A CAPES pelo apoio financeiro durante 1 ano do curso.

A minha família pelo apoio, incentivo e suporte para a concretização de mais essa etapa...

Ao meu amado noivo Caio... por todo o apoio e incentivo para a conclusão do mestrado. Pela ajuda na coleta das amostras, bem como na elaboração dos métodos utilizados, por dar a manutenção necessária nos equipamentos da UEL para que algumas etapas pudessem ser realizadas com sucesso. Agradeço também aos pais do meu noivo pela ajuda na confecção de um coletor de amostras.

Agradeço aos meus amigos que estiveram junto comigo durante as aulas e em tantos outros momentos do curso... em especial ao Du, por ajudar a coletar uma das amostras e dar sugestões para o trabalho, assim como emprestar vários livros... a Aline por todo o apoio moral, principalmente nos últimos meses de pesquisa, com certeza algumas tardes de conversas e nada de estudo valeram muito a pena! Vocês são especiais pois estão comigo desde tempos remotos, vivendo os momentos mais legais dessa jornada acadêmica... assim como seus respectivos amores, Mari e Rato que só nos proporcionam momentos de alegria e descontração!

Ao Luiz Eduardo (Maguila, Ladinho, Musgrilo) por emprestar o

caiaque para a realização de uma coleta e dar risada de alguns momentos conosco.

Ao Stellio e a Bá pela imensa amizade, carinho e companheirismo desde a graduação e por partilhar os momentos mais inusitados de uma amizade!

Aos ex –colegas de trabalho que foram promovidos a amigos, Aila, Ana, Lê e Marcio por tudo o que aprendi com vocês dentro e fora da empresa e pelos vários momentos de descontração.

Aos demais colegas, professores e familiares por contribuírem de alguma forma, não para a realização desse trabalho, mas pelo crescimento pessoal e profissional ao longo da vida.

“E assim, somos a cada passo advertidos que não podemos dominar a natureza como um conquistador domina um povo estrangeiro, como alguém situado fora da natureza; mas sim que lhe pertencemos [...]; e que todo o nosso domínio sobre ela consiste na vantagem que levamos sobre os demais seres de poder chegar a conhecer suas leis e aplicá-las corretamente” (ENGELS, 1991).

ACOSTA, Carolina Nunes França. **Avaliação dos Depósitos Tecnogênicos e expansão do uso do solo na Bacia do Ribeirão Cambé – Londrina, PR.** 2015. 110f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

O estudo dos depósitos tecnogênicos no Brasil iniciou –se a partir da década de 1990 e tem possibilitado uma melhor compreensão da relação sociedade e natureza. Os depósitos tecnogênicos são originados a partir da ação antrópica em determinado local, alterando a natureza, o relevo e o solo. A principal característica desse tipo de depósito é a presença de artefatos humanos entre os estratos de sedimentos. Os lagos presentes na Bacia do Ribeirão Cambé presenciaram o desenvolvimento urbano da cidade de Londrina, PR apresentando ilhas de assoreamento em seu interior causadas por essa urbanização. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é a caracterização desses depósitos, bem como sua relação com a ocupação do espaço urbano. Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica, trabalhos de campo para coleta de cinco amostras e análises em laboratório do material coletado. As amostras foram coletadas nas ilhas com tubos de PVC e apresentaram estratos com diferentes frações granulométricas, predominando a fração areia em algumas amostras. A composição da fração areia, identificada através de lupa binocular, consiste em material plástico, carvão vegetal, cacos de vidro, materiais de construção civil, borracha e quartzo (materiais tecnogênicos) além de basalto, micas, matéria orgânica e outros minerais (materiais geogênicos). Os componentes tecnogênicos visíveis a olho nu são, em sua maioria, resíduos sólidos urbanos (plástico, vidro, borracha) e resíduos da construção civil (brita, pedaços de tijolos e massa de cimento). A presença desses materiais comprova o enquadramento das ilhas como depósitos tecnogênicos induzidos “úrbicos”. Os mapas de uso e ocupação do solo demonstram que a área urbana cresceu aproximadamente 8% em oito anos substituindo a área com vegetação rasteira, a qual diminuiu em 6,2% no mesmo período. Algumas medidas como a gestão racional das águas pluviais, a educação ambiental e a efetiva fiscalização das obras são propostas a fim de amenizar os impactos ambientais e paisagísticos causados pela urbanização.

Palavras –chave: Depósito Tecnogênico. Natureza. Urbanização. Sedimentos. Bacia Hidrográfica.

ACOSTA, Carolina Nunes França. **Technogenic Deposits Evaluation and Soil Use Expansion in Cambé Stream Basin – Londrina, PR.** 2015. 110p. Dissertation (Masters in Geography) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

ABSTRACT

Studies on technogenic deposits in Brazil started in the 1990s, and have made possible to better comprehend the relationship between society and nature. Technogenic deposits originate from the anthropic action in determined sites, modifying nature, terrain and soil. The main characteristic of this type of deposit is the presence of human artifacts among the sediment layers. The lakes in Cambé Stream Basin witnessed Londrina's urban development, presenting silting islands in their interior, caused by this urbanization. That said, this paper's objective is to characterize these deposits, as well as their relation to the urban area occupation. In order to accomplish that, a bibliographic research has been conducted, as well as field work, to collect five samples, and laboratory analyses of the collected material. The samples were collected in the islands using PVC tubes, and presented layers with different granulometric fractions, being the sand fraction predominant in some samples. The sand fraction composition, identified through binocular microscope, consists in plastic material, vegetal coil, shards of glass, construction waste materials, rubber and quartz (technogenic materials), besides basalt, mica, organic matter and other minerals (geogenic materials). Technogenic components visible to eye are, in their majority, urban solid residues (plastic, glass, rubber) and construction waste (grit stone, brick pieces and cement). The presence of these materials confirms the islands' classification as urban induced technogenic deposits. The maps on soil use and occupation demonstrate that the urban area has grown approximately 8% in eight years, replacing the area of underbrush vegetation, which was reduced by 6.2% in the same period. Some measures, such as rational management of rainwater, environmental education and an effective control and supervision of construction sites are proposals aiming on reducing the environmental and landscape impact caused by urbanization.

Key words: Technogenic Deposit. Nature. Urbanization. Sediment. Hydrographic Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé.	24
Figura 2 – Planta Inicial da Cidade de Londrina.	25
Figura 3 – Lago Igapó em 1960.	26
Figura 4 – Entorno do lago Igapó sem a ocupação urbana em 1959.	27
Figura 5 – Geologia da bacia do ribeirão Cambé	30
Figura 6 – Perfis de Latossolos Vermelhos na Bacia do Ribeirão Cambé.	32
Figura 7 – Perfis de Nitossolos Vermelhos na Bacia do Ribeirão Cambé.	33
Figura 8 – Perfis de Neossolos na Bacia do Ribeirão Cambé.	34
Figura 9 – Mapa detalhado de solos da Bacia do Ribeirão Cambé.	35
Figura 10 – Hidrografia do perímetro urbano de Londrina.	37
Figura 11 – Principais afluentes do Ribeirão Cambé.	38
Figura 12 – Rede de drenagem pluvial e emissários na bacia do ribeirão Cambé.	42
Figura 13 – Localização dos pontos de coleta.	43
Figura 14 – Coleta das amostras.	44
Figura 15 – Disposição das provetas para a análise granulométrica.	46
Figura 16 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 1.	50
Figura 17 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 2.	51
Figura 18 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 3.	52
Figura 19 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 4.	54
Figura 20 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 5.	55
Figura 21 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – média das amostras.	56
Figura 22 – Representação das amostras e a textura dos estratos.	56
Figura 23 – Amostras de material tecnogênico encontrados na amostra 1.	58
Figura 24 – Amostras de material geogênico encontrados na amostra 1.	59

Figura 25 – Amostras de materiais tecnogênicos encontrados na amostra 2.....	60
Figura 26 – Amostras de material geogênico encontrados na amostra 2.....	61
Figura 27 – Materiais tecnogênicos da fração areia encontrados na amostra 3.....	62
Figura 28 – Materiais geogênicos da fração areia da amostra 3.....	63
Figura 29 – Materiais tecnogênicos da fração areia encontrados na amostra 4.....	64
Figura 30 – Materiais geogênicos da fração areia da amostra 4.....	65
Figura 31 – Materiais tecnogênicos da fração areia encontrados na amostra 5.....	66
Figura 32 – Materiais geogênicos da fração areia da amostra 5.....	67
Figura 33 – Amostra 1 – Lago Igapó III.....	68
Figura 34 – Amostra 2 – Lago Igapó III.....	69
Figura 35 – Amostra 3 – Lago Igapó IV.....	70
Figura 36 – Amostra 4 – Lago do Parque Arthur Thomas.....	71
Figura 37 – Amostra 5 – Lago Igapó II.....	72
Figura 38 – Evolução do depósito tecnogênico do ponto 1.....	78
Figura 39 – Evolução do depósito tecnogênico do ponto 2.....	80
Figura 40 – Evolução de depósito tecnogênico do ponto 3.....	82
Figura 41 – Evolução de depósito tecnogênico do ponto 4.....	85
Figura 42 – Evolução de depósito tecnogênico do ponto 5.....	87
Figura 43 – Mudanças no uso do solo na região da Gleba Palhano.....	89
Figura 44 – Mudanças no uso do solo na região do Parque Arthur Thomas.....	90
Figura 45 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2006.....	91
Figura 46 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2011.....	92
Figura 47 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2012.....	93
Figura 48 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2013.....	94
Figura 49 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2014.....	95
Figura 50 – Uso e Ocupação do Solo ao redor dos pontos 1, 2 e 3 – Lei 12.236/15.....	99
Figura 51 – Uso e Ocupação do Solo ao redor do ponto 4 – Lei 12.236/15.....	100
Figura 52 – Uso e Ocupação do Solo ao redor do ponto 5 – Lei 12.236/15.....	101

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 1.49
- Tabela 2** – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 2.51
- Tabela 3** – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 3.52
- Tabela 4** – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 4.53
- Tabela 5** – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 5.54
- Tabela 6** – Área das classes de uso e ocupação do solo e suas respectivas porcentagens na Bacia do Ribeirão Cambé – Londrina, PR96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação dos estratos e amostras.....	47
Quadro 2 – Características dos pontos de coleta.	48
Quadro 3 – Materiais da fração areia – amostra 1.....	57
Quadro 4 – Materiais da fração areia – amostra 2.....	59
Quadro 5 – Materiais da fração areia – amostra 3.....	62
Quadro 6 – Materiais da fração areia – amostra 4.....	64
Quadro 7 – Materiais da fração areia – amostra 5.....	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Médias mensais de precipitação (mm) entre 2005 e 2014 em Londrina, PR	39
Gráfico 2 – Precipitação em Londrina de 03/02/04 até 09/03/04.....	74
Gráfico 3 – Precipitação em Londrina de 22/06/06 até 21/07/06.....	74
Gráfico 4 – Precipitação em Londrina de 20/03/06 até 18/04/11.....	75
Gráfico 5 – Precipitação em Londrina de 30/12/12 até 29/12/12.....	75
Gráfico 6 – Precipitação em Londrina de 05/04/13 até 05/05/13.....	76
Gráfico 7 – Precipitação em Londrina de 30/12/13 até 29/01/14.....	76
Gráfico 8 – Precipitação em Londrina de 17/08/14 até 16/09/14.....	77
Gráfico 9 – Evolução da área do ponto 1.	77
Gráfico 10 – Evolução da área do ponto 2.	79
Gráfico 11 – Evolução da área do ponto 3.	81
Gráfico 12 – Evolução da área do ponto 4.	83
Gráfico 13 – Evolução da área da ilha ao lado do ponto 4.	84
Gráfico 14 – Evolução da área do ponto 5.	86

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	A AÇÃO ANTRÓPICA E OS DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS	16
3	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	23
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	25
4.1	ASPECTOS HISTÓRICOS	25
4.2	ASPECTOS FÍSICOS	28
4.2.1	Geologia e Geomorfologia.....	28
4.2.2	Pedologia.....	31
4.2.3	Hidrogeologia e Hidrografia.....	36
4.2.4	Clima e vegetação.....	39
5	METODOLOGIA	41
5.1	AMOSTRAGEM.....	41
5.2	ANÁLISES LABORATORIAIS.....	45
5.3	MAPAS TEMÁTICOS E DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	47
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
6.1	CARACTERÍSTICAS DAS AMOSTRAS.....	49
6.1.1	Textura	49
6.1.2	Composição da fração areia.....	57
6.1.3	Materiais tecnogênicos dos estratos	68
6.2	CLASSIFICAÇÃO	73
6.3	Evolução dos Depósitos Tecnogênicos.....	73
6.4	Mudanças no Uso e Ocupação do Solo.....	88
6.5	PROPOSTAS PARA A GESTÃO DA BACIA E MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	96
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
	REFERÊNCIAS	107

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da cidade de Londrina – PR trouxe consigo amplas mudanças no uso e ocupação do solo e consequentes mudanças na paisagem. A crescente impermeabilização do solo e o crescimento do espaço urbano podem acarretar em danos à qualidade ambiental dos lagos nele inseridos.

Sobre a bacia do ribeirão Cambé está implantada uma grande área da cidade de Londrina, a qual sofre os processos de produção do espaço urbano suportando as alterações de uso do solo ali realizadas, desde a criação da primeira usina hidrelétrica da cidade, no atual Parque Municipal Arthur Thomas, até a crescente verticalização do centro e outros bairros, processos esses que estão atrelados à gênese e evolução de depósitos tecnogênicos.

Os depósitos tecnogênicos são aqueles formados a partir da ação do homem em determinados locais, sendo constituídos por sedimentos e artefatos humanos.

Sendo assim, o objetivo geral do presente trabalho é realizar a identificação e caracterização de depósitos tecnogênicos nos lagos da bacia do ribeirão Cambé, tendo como justificativa a importância do reconhecimento do homem enquanto agente geológico, causador de alterações ambientais e efeitos negativos em uma das principais bacias hidrográficas da área urbana de Londrina.

Para tanto, objetivou –se especificamente: coletar amostras dos depósitos tecnogênicos nas confluências de rios e pontos de emissão de águas pluviais; realizar a caracterização desses depósitos de acordo com a textura, composição e classificação e; mapear o uso do solo na bacia do ribeirão Cambé em anos distintos, a fim de analisar as transformações no espaço e no tempo ocorridas na área de estudo.

A análise de depósitos tecnogênicos, bem como a própria criação dos lagos na bacia, indica como a ação antrópica pode interferir no ambiente e pode ser capaz de transformar o relevo pela criação de novos ambientes e paisagens.

2 A AÇÃO ANTRÓPICA E OS DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS

A relação entre a sociedade e a natureza é marcada pelo uso de técnicas, a partir das quais o homem torna –se capaz de promover mudanças no ambiente e no relevo. De acordo com Santos (1997, p. 29), as técnicas “são um conjunto de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza a sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço”.

Os estudos sobre a relação sociedade –natureza mostram que num primeiro momento a natureza era vista como algo externo à sociedade. Foi então que Marx formulou uma teoria na qual discorre que “é através da transformação da primeira natureza em segunda natureza que o homem produz os recursos indispensáveis a sua existência” (CASSETI, 1991).

Segundo Caseti (1991), a “primeira natureza” à qual Marx se refere é aquela que precede a história humana, havendo um equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica, sendo que as alterações ocorridas são decorrentes dos próprios efeitos naturais. Essas transformações ocorridas encontram –se numa escala de tempo geológica e, portanto, imperceptível na escala de tempo humana.

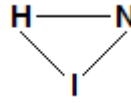
A “primeira natureza” é então transformada em “segunda natureza” com o aparecimento do homem no pleistoceno, sendo uma a continuidade da outra. Assim, as leis regulamentadoras da segunda natureza são variáveis, pois a sociedade se transforma e se desenvolve constantemente (CASSETI, 1991).

A relação homem –natureza acaba por gerar fenômenos, os quais, de acordo com Caseti (1991) encontram –se determinados pelas relações entre os próprios homens, em um determinado sistema social.

Conforme pode ser esclarecido pela análise de Istvan Mészáros (2006) acerca da teoria marxiana da alienação:

Para uma compreensão da “essência humana da natureza, ou essência natural do homem”, os conceitos de “atividade produtiva” (ou “indústria” – que passamos a usar, em nome da concisão) é de importância crucial. A “indústria” é ao mesmo tempo a *causa* da crescente complexidade da sociedade humana (criando novas necessidades ao mesmo tempo em que satisfaz outras mais antigas: esta *produção de novas necessidades* constitui o primeiro ato histórico) e o *meio* de afirmar a supremacia do homem – como “ser universal” que é ao mesmo tempo um “ser específico” único – sobre a natureza. [...] Desse modo, Marx retrata a relação entre o “homem”

(H), a “Natureza” (N) e a “indústria” (I) na forma de uma interação tríplice entre suas partes constituintes. Isso pode ser ilustrado da seguinte maneira:



Como podemos ver, temos no caso uma *reciprocidade* dialética [...] entre os três membros dessa relação, o que significa que o “homem” não é apenas o *criador* da indústria, mas também seu *produto*. (De maneira similar, ele é ao mesmo tempo produto e criador da “natureza verdadeiramente antropológica” – acima de tudo em si mesmo, mas também fora de si, na medida em que deixa sua marca sobre a natureza. E como a relação do homem com a natureza é mediada por meio de uma forma alienada de atividade produtiva, “a natureza antropológica” fora do homem traz as marcas dessa alienação de forma cada vez mais acentuada, demonstrada graficamente pela intensidade da *poluição* que ameaça a própria existência da humanidade.) (Mészáros, 2006, p. 99 –100).

O conjunto de níveis de ações humanas sobre a natureza é denominado por Pelligia (1998) como “tecnogênese”. Segundo o autor, existem três níveis de abordagem dessa ações, sendo a primeira referente à modificação do relevo e alterações fisiográficas da paisagem, como por exemplo, retificação de canais fluviais, terraplanagem e áreas erodidas. Ross (1992) propõe que as formas consequentes de processos provenientes da atividade humana correspondem ao sexto táxon, o qual englobaria as formas menores produzidas por processos ou depósitos atuais – voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bacias de sedimentação atual e assoreamentos – ou “pequenas formas de relevo que se desenvolvem por interferência antrópica ao longo das vertentes”.

O segundo nível de abordagem trata da alteração da fisiologia das paisagens, a qual se materializa pela indução, criação, intensificação ou modificação do comportamento de processos da dinâmica geológica externa, sendo que nas áreas urbanas, essas alterações provêm do construtivismo.

O papel do homem na criação das formas de relevo ou modificação dos processos geomorfológicos elenca as formas produzidas por processos antropogênicos diretos (atividades construtivas, escavações etc.) e indiretos (erosão acelerada e sedimentação, movimentos de massa etc.). O relevo tecnogênico pode então ser classificado como formas criadas ou construídas (como as provenientes de terraplanagem) e as formas induzidas (resultantes de erosão acelerada) (GOUDIE, 1990).

Por fim, o terceiro nível de abordagem versa sobre a criação dos depósitos correlativos, os quais são definidos como sequências sedimentares

resultantes do processo de agradação que ocorrem simultaneamente à degradação na área fonte (BIGARELLA & MOUSINHO, 1965 apud PELOGGIA, 1998 p. 41). Os depósitos correlativos são comparáveis aos depósitos tecnogênicos que se constituem em marcos estratigráficos, uma vez que “do ponto de vista da gênese dos solos, a destruição e formação de solos pelo homem, pela grande manipulação física dos materiais terrosos, são eventos ‘catastróficos’ que criam novos pontos de partida para a formação dos solos” (FANNING & FANNING, 1989 apud PELOGGIA, 1998 p. 20 –21).

O estudo sobre os depósitos tecnogênicos enfoca o terceiro nível de abordagem descrito. Esses depósitos, de acordo com Silva e Nunes (2010), são definidos como

[...] depósitos cuja origem depende da ação humana num determinado local, através da alteração de aspectos da natureza, como o relevo e o próprio solo. Entre as principais características determinantes dos depósitos tecnogênicos estão a presença de artefatos humanos nas camadas do solo, que são observadas através da coleta de testemunhos, descrições da paisagem e análise em laboratório (SILVA & NUNES, 2010, p. 1).

De acordo com Oliveira (1994) os depósitos tecnogênicos são depósitos resultantes da atividade humana. Segundo o autor, “o conceito abrange tanto os depósitos construídos, como aterros de diversas espécies, quanto os depósitos induzidos, como os corpos aluvionares resultantes de processos erosivos, desencadeados pelo uso do solo” (OLIVEIRA, 1994. p. 04).

Ainda segundo Oliveira (1994), a formação de depósitos tecnogênicos de assoreamento tem como responsável a erosão causada pela agricultura intensiva, pastagens e outras formas de uso do solo, a qual acarreta no aumento da quantidade de sedimentos produzidos. O autor coloca ainda que essa erosão é classificada como “acelerada”, “antrópica” ou “atual”, a qual é desencadeada pela ação humana em velocidades superiores à erosão natural.

Segundo o mesmo autor, o conteúdo e a forma de ocorrência dos depósitos tecnogênicos responde a um conjunto de técnicas de uso do solo, as quais são específicas do estágio de evolução do homem, de acordo com as circunstâncias de cada região. Portanto, a expressão “tecnogênico” seria a mais apropriada para conceituar esses depósitos, de forma a abordar os impactos da ação humana no meio ambiente. “O termo tecnogênico (originado pela técnica)

destaca a importância em se considerar que os eventos resultantes da ação humana refletem uma ação técnica” (OLIVEIRA, 1990, p. 412).

Oliveira (1990) classifica os depósitos tecnogênicos, quanto a sua gênese, em três diferentes tipos: construídos (aterros, corpos de rejeitos, etc.), induzidos (assoreamento, aluviões modernos, etc) e modificados, (depósitos naturais alterados tecnogenicamente por efluentes, adubos, etc).

Quanto às características do material constituinte, Fanning & Fanning (1989 apud PELOGGIA, 1998 p. 74) consideram a classificação dos “solos altamente influenciados pelo homem”, segundo a qual esses depósitos podem ser classificados em:

- 1 – Materiais “úrbicos” (do inglês *urbic*): tratam –se de detritos urbanos, materiais terrosos que contêm artefatos manufaturados pelo homem moderno, frequentemente em fragmentos, como tijolos, vidro, concreto, asfalto, pregos, plástico, metais diversos, pedra britada, cinzas e outros, provenientes por exemplo de detritos de demolição de edifícios.
- 2 – Materiais “gárbicos” (do inglês *garbage*): são depósitos de material detrítico como lixo orgânico, de origem humana e que, apesar de conterem artefatos em quantidades muito menores que a dos materiais úrbicos, são suficientemente ricos em matéria orgânica para gerar metanos em condições anaeróbicas.
- 3 – Materiais “espólicos” (do inglês *spoil*): materiais escavados e redepositados por operações de terraplanagem em minas a céu aberto, rodovias ou outras obras civis. Incluiríamos aqui também os depósitos de assoreamento induzidos pela erosão acelerada. Seja como for, os materiais contêm pouca quantidade de artefatos, sendo assim identificados pela expressão geomórfica “não natural”, ou ainda por peculiaridades texturais e estruturais em seu perfil.
- 4 – Materiais “dragados”: materiais terrosos provenientes da dragagem de cursos d’água e comumente depositados em diques em cotas topográficas superiores às da planície aluvial (FANNING & FANNING, 1989, apud PELOGGIA, 1998, p.74).

Ainda de acordo com Peloggia (1998), embora haja analogias com depósitos naturais, os depósitos tecnogênicos caracterizam uma classe genética independente e são geralmente desvinculados da condição externa, como a posição hipsométrica e a rocha do substrato por exemplo.

A atividade produtiva do homem agindo sobre a natureza produz efeitos geológicos e geomorfológicos cumulativos e diversificados, tendo sido proposta uma designação de um novo período geológico para tal época, o “Quinário” ou “Tecnógeno”. A época de existência dos depósitos tecnogênicos caracteriza esse tempo geológico distinto uma vez que períodos e épocas geológicos individualizam –

se por determinados processos e seus registros correlativos. O Período Tecnógeno ou Quinário seria o período em que novas coberturas pedológicas e formações geológicas estão fortemente influenciadas pela ação do homem (PELOGGIA, 1998).

Suertegaray (1997) afirma que a ação do homem enquanto agente geológico e geomorfológico está associada ao atual momento da história. Segundo a autora, no referido momento tudo tornou –se ambiental e global, inclusive os processos físicos. A sociedade técnico –científica tem responsabilidade sobre a degradação do planeta.

O desequilíbrio natural e suas consequências negativas também foram relatados por Suguio & Bigarella (1990 apud PELOGGIA, 1998, p. 27),

toda vez que o homem interfere na paisagem, surgem desequilíbrios mais ou menos graves. [...] o homem pode atuar de maneira muito significativa na cobertura vegetal. O uso do solo e o desmatamento desenfreado vêm causando sérios problemas que tendem a agravar –se com o tempo.

Os estudos sobre depósitos tecnogênicos no Brasil ganharam ênfase a partir da década de 1990 com os estudos de Oliveira (1994) e Peloggia (1998). O primeiro discorre sobre a relação entre os depósitos tecnogênicos e o assoreamento de reservatórios, sendo a área de estudo o reservatório de Capivara, no rio Paranapanema.

Segundo Oliveira (1994), o estudo abre perspectivas de avanço no conhecimento das relações entre o uso do solo, a erosão e o assoreamento de reservatórios. Os resultados de seu estudo mostraram que os depósitos tecnogênicos testemunham a dinâmica de processos erosivos lineares com a deposição de sedimentos nos fundos dos vales, sendo a sua produção excedente à capacidade de transporte dos cursos d'água (OLIVEIRA, 1994).

Como medidas mitigadoras de impactos gerais na bacia, o autor propôs o controle dos processos de erosão lineares, principalmente os de grande porte de forma a atenuar a produção de sedimentos no Planalto Ocidental paulista.

Peloggia (1998) discorreu sobre a ação geológica do homem enfatizando a Geologia do Tecnógeno (ou Quinário) com suas particularidades em uma grande área urbana – São Paulo, SP – abrangendo as consequências geológicas da ação humana quanto às áreas de ocupação urbana precária.

Após vários apontamentos sobre os problemas geológicos decorrentes da apropriação do espaço urbano, Peloggia (1998) concluiu que tais problemas, no Município de São Paulo, são produtos históricos, frutos da história geológica “natural” reinante até o Quaternário (“primeira natureza”) e da história geológica recente compreendida no Quinário, reflexo da ação humana (“segunda natureza”). Indo além, os problemas geológicos são produtos também da história da sociedade e seu modo de se relacionar com a natureza.

Especificamente para a Região Metropolitana de São Paulo, as formas de ocupação urbana e apropriação do relevo são mais significativas do que o fator representado pelo substrato, ou seja, ainda que as condições naturais condicionem fragilidade em algumas áreas, os maiores desequilíbrios verificados são provocados pelo homem, o que não descarta que as determinações naturais não influenciem o processo de ocupação (PELOGGIA, 1998).

Estudos mais recentes como o de Korb (2006) e Silva (2012) correlacionam o uso e ocupação do solo com a gênese dos depósitos tecnogênicos nas áreas de estudo.

Korb (2006) analisou as influências da ação humana na formação e constituição dos depósitos tecnogênicos derivados de assoreamento no Reservatório Santa Bárbara em Pelotas (RS), utilizado para abastecimento da população. Korb realizou a classificação supervisionada de imagens orbitais e análises em laboratório da coluna estratigráfica a partir da coleta de amostras (testemunhos). Análises químicas dos sedimentos associadas aos mapas de uso e ocupação do solo permitiram o diagnóstico de maiores quantidades de Pb, Zn, Cu e Cr com um índice de pouco a moderadamente poluídos. Korb (2006) concluiu que os depósitos identificados como tecnogênicos representam moderado risco à qualidade da água do Reservatório Santa Bárbara.

O estudo de Silva (2012) constatou a presença de depósitos tecnogênicos em diversos locais da cidade de Presidente Prudente – SP, principalmente em áreas de vertentes próximas a cursos d’água, em feições erosivas e em planícies aluviais. Após análises laboratoriais de amostras coletadas em campo, das observações realizadas e dados de bibliografia e cartas temáticas, a autora chegou à compreensão dos fatores presentes direta e indiretamente na gênese dos depósitos tecnogênicos, bem como estabeleceu sua relação com os mesmos.

De acordo com Korb (2006), a temática sobre os depósitos tecnogênicos traz para a Geologia, Geomorfologia e Geografia, uma diferente abordagem no sentido de promover concepções teóricas nas quais o homem, enquanto um ente social é considerado agente geológico e geomorfológico em potencial, considerando sua capacidade de interferir e participar das mudanças ambientais.

3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do presente trabalho consiste nos lagos da bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé, no município de Londrina, PR. Tais lagos recebem o nome de Igapó (I, II, III e IV) e o lago do Parque Municipal Arthur Thomas.

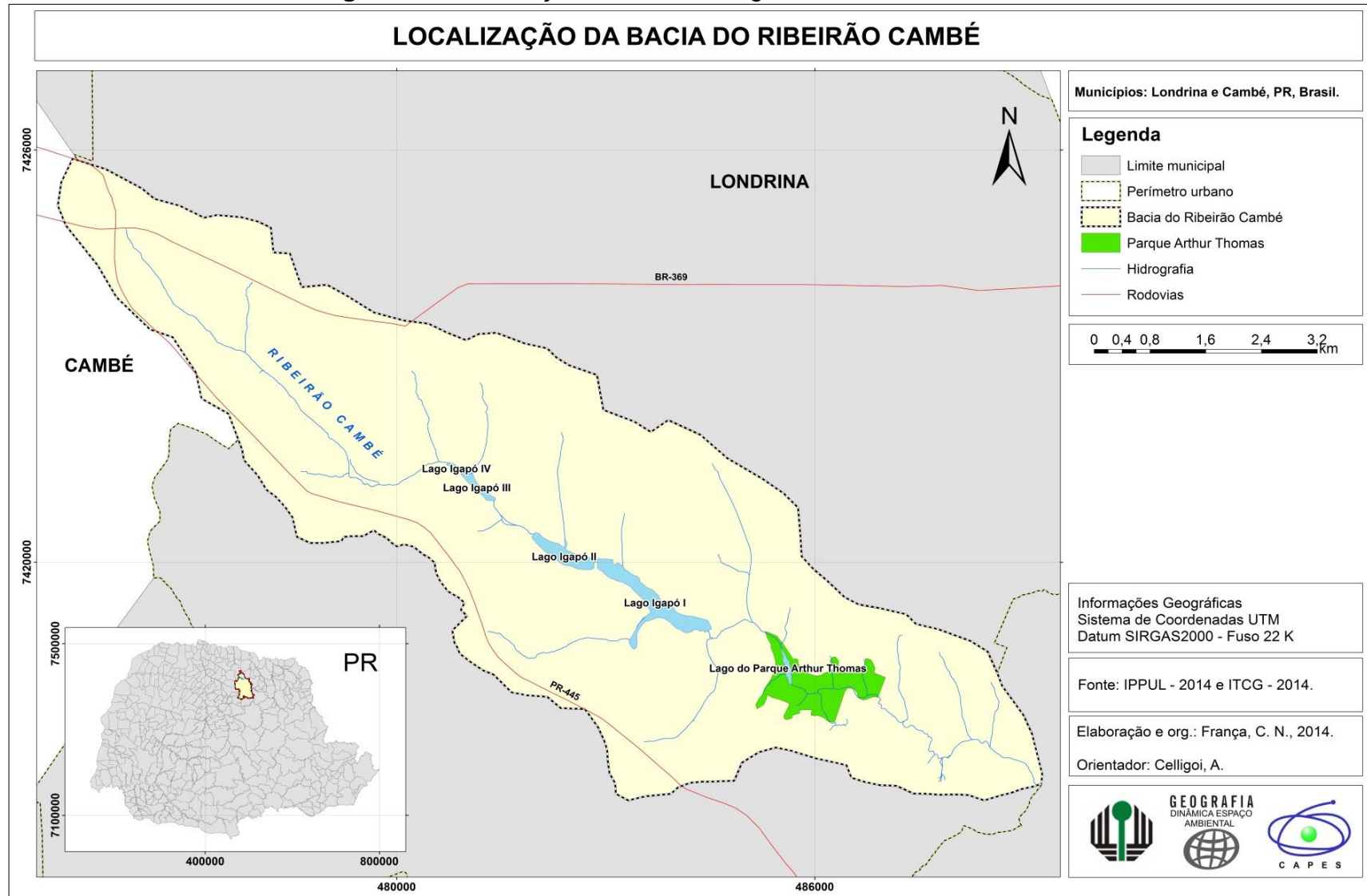
Não obstante, a escala espacial escolhida para a pesquisa ultrapassa os limites dos corpos d'água e transcende para a bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé, uma vez que o reconhecimento dos depósitos tecnogênicos está atrelado à dinâmica da bacia. Para tanto, em virtude da localização dos lagos dentro do perímetro urbano, delimita –se a área de estudo desde a nascente do Ribeirão Cambé, no trevo entre a PR –445 e a BR –369, até o limite do perímetro urbano na região sudeste de Londrina (Figura 1).

De acordo com Cunha & Guerra (2006) as bacias hidrográficas além de drenarem água, drenam material sólido e dissolvido para um ponto comum, o qual pode ser outro rio, um lago, um reservatório ou o oceano. Essas bacias associam uma visão do comportamento das condições naturais, bem como das atividades humanas nelas desenvolvidas, visto que mudanças significativas em uma dessas áreas podem transformar sua jusante e seus fluxos de saída de energia (descarga, cargas sólidas e dissolvidas). Ainda de acordo com os autores, as mudanças que ocorrem nas bacias de drenagem podem ter origem natural, sendo que o homem têm sido um agente acelerador desses processos modificadores nos últimos tempos.

A Lei Federal n. 9.433/1997 fundamenta que “A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. Segundo Filho, Comunello e Ribeiro (2012), a visão de Christofolletti (1996), postula que a bacia hidrográfica enquanto unidade de estudo constitui uma perspectiva holística de forma a considerar os alicerces conceituais dos sistemas dinâmicos para a análise dessas unidades espaciais complexas.

É a partir desses conceitos que a bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé é definida como a escala geográfica de análise para o estudo dos depósitos tecnogênicos presentes nos lagos da referida bacia, tendo a sua dinâmica atrelada à transformação de seu espaço.

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé.

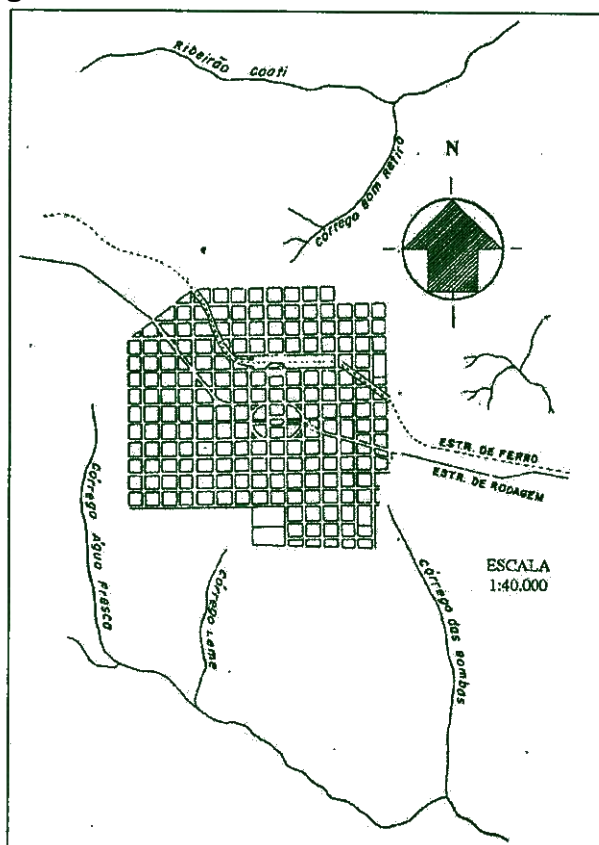


4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 ASPECTOS HISTÓRICOS

A ocupação do espaço urbano de Londrina teve início a partir do final da década de 1920, com a Companhia de Terras Norte do Paraná (CTNP), que com um planejamento feito em Londres, pretendia atrair colonos, principalmente cafeicultores para as terras férteis que ali foram encontradas (ARCHELA et al, 2008). A planta inicial da cidade (Figura 2), projetada para 20 mil habitantes, logo teve seus limites extrapolados com o surgimento de novas casas, aumento do comércio e a criação de novas vilas. O crescimento urbano foi acelerado pela chegada dos primeiros trens em 1934 (ALVES, 2005).

Figura 2 – Planta Inicial da Cidade de Londrina.



N. L. Müller

Desenho Rufino

Fonte: MÜLLER, N. L. 2007.

A primeira usina hidrelétrica de Londrina foi inaugurada em 1939, de forma a suprir uma crescente demanda por energia elétrica que vinha acompanhando o crescimento urbano. Essa usina, chamada Cambé, era localizada

no Ribeirão Cambé e foi construída ali para o aproveitamento de uma queda d'água de aproximadamente 50m de altura. A usina que funcionou por 28 anos, abastecia cerca de metade da cidade e ainda tem suas edificações no local onde hoje é o Parque Municipal Arthur Thomas. (LONDRINA, 2012).

A instalação dessa usina gerou o lago para reservatório de água que também está inserido no Parque Arthur Thomas. Esse lago recebe as águas do Ribeirão Cambé a jusante dos demais lagos urbanos criados posteriormente (lagos Igapó I, II, III e IV).

A construção dos Lagos Igapó foi iniciada em 1959 a fim de que um problema de drenagem do ribeirão Cambé fosse resolvido, uma vez que este tinha a sua passagem dificultada por uma barragem natural de pedras, gerando um charque. (IWANAGA, 1989 apud BORTOLO, 2009). Após o término de sua construção (Figura 3), o lago Igapó seria considerado a maior área verde de Londrina com o aproveitamento de sua face norte para áreas de lazer (BORTOLO, 2009). A divisão do lago em I, II, III, IV se dá devido a sua fragmentação por ruas e avenidas (LORENZO, 2011).

Figura 3 – Lago Igapó em 1960.



Fonte: IWANAGA (1989) apud BORTOLO (2009).

Cabe ressaltar que, no momento de construção do lago Igapó, este não se encontrava inserido em meio à ocupação urbana, apresentando uso agropecuário, conforme pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – Entorno do lago Igapó sem a ocupação urbana em 1959.



Fonte: Museu Histórico de Londrina *apud* BORTOLO, 2009.

Em 1985 parte do lago Igapó II foi aterrada sob alegação sanitária. Outras obras de revitalização e infraestrutura foram realizadas ao longo do tempo para que houvesse atração de visitantes e melhorias na qualidade de vida da população.

A partir da década de 1960 houve um processo de transformação no município de Londrina devido ao declínio da economia cafeeira e produção de novas culturas como o trigo e a soja, além da diminuição das áreas que produziam produtos alimentícios e expansão de novas formas de comercialização. O aumento da população urbana fez com que houvesse a inversão de sua distribuição entre o urbano e o rural (ALVES, 2005).

Segundo Archela (et al, 2008), as transformações também ocorreram na estrutura de produção e no uso do solo em virtude da modernização, o que repercutiu na qualidade do ambiente.

A substituição da cultura perene pela rotativa expõe o solo por alguns meses do ano, possibilitando a lavagem do substrato mais fértil pela lixiviação pluvial; a erosão do terreno e o assoreamento de rios e córregos, além da contaminação do solo e da água pela utilização de fortes insumos utilizados no controle de pragas. (ARCHELA *et al*, 2008).

A expansão da cidade de Londrina se deu de maneira bastante rápida ao considerar que em seis décadas a cidade planejada para 20 mil habitantes atingiu o patamar de 400 mil e, atualmente, 543.003 habitantes (IBGE, 2014). Os avanços em infraestrutura, bem como a atração de indústrias de tecnologia de ponta e as diferenças sociais e ambientais são fruto de todo esse processo de expansão urbana e econômica (ALVES, 2005). Atualmente a cidade tornou –se um polo regional, econômico, cultural e de serviços.

Toda essa dinâmica inerente ao processo de desenvolvimento da cidade de Londrina, conforme dito anteriormente, causa mudanças no uso e ocupação do solo e, conseqüentemente mudanças na paisagem.

De acordo com Bertrand (2009), a paisagem

É, numa determinada porção do espaço, um resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução.” (BERTRAND, 2009. p. 33).

Essa definição sintetiza os elementos que devem ser analisados, bem como demonstra que a paisagem não é estável e a sua evolução abrange os mais variados processos que geram diversas conseqüências.

4.2 ASPECTOS FÍSICOS

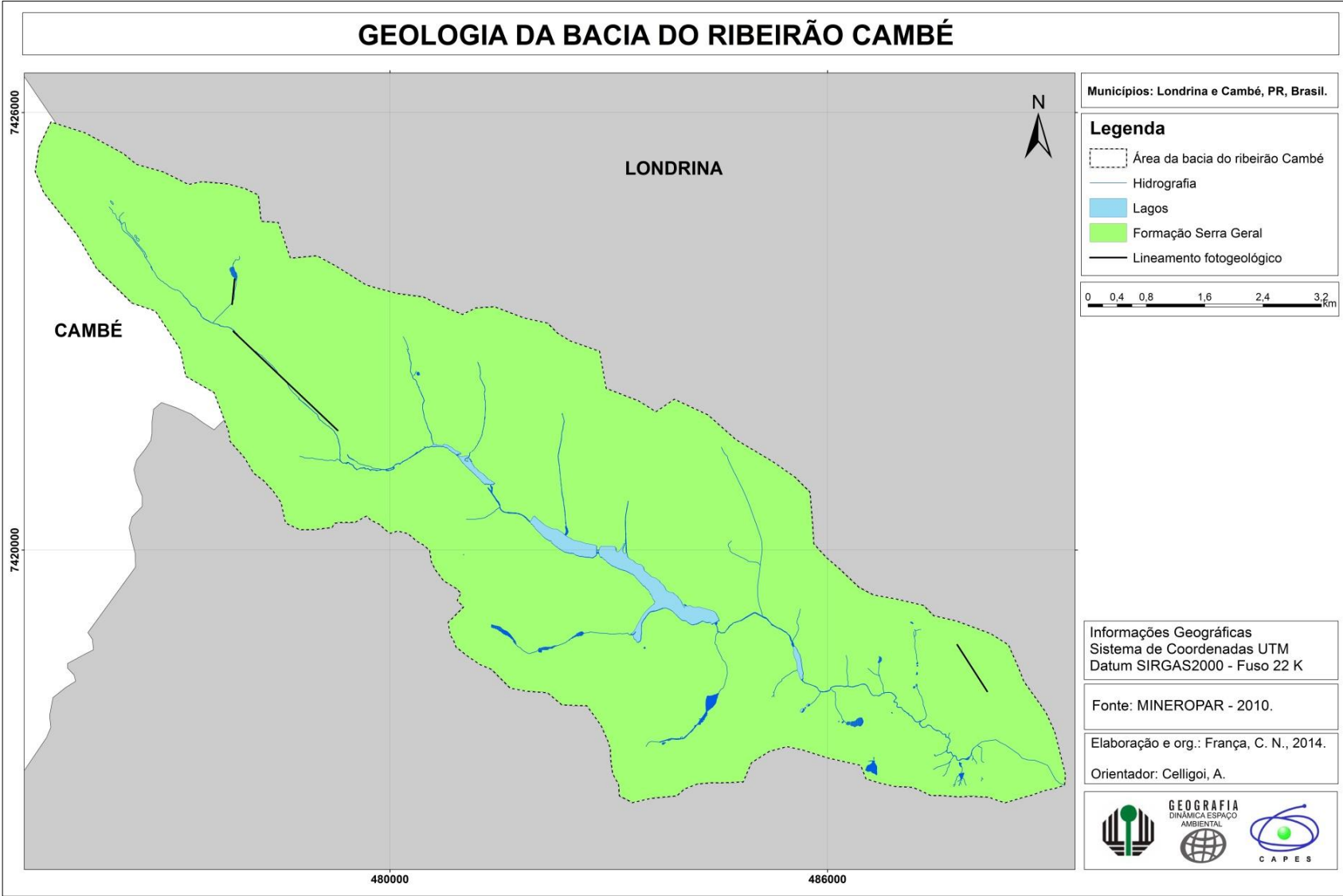
4.2.1 Geologia e Geomorfologia

A bacia do Ribeirão Cambé, bem como o Município de Londrina, está localizada no 3º Planalto Paranaense, na Formação Serra Geral (Figura 5). De acordo com o CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) (2014), a Formação Serra Geral, assim denominada por White em 1906, é uma província magmática relacionada aos derrames e intrusivas do mesozoico, que recobrem

grande parte da Bacia do Paraná na região centro –sul do país. A sua constituição é dada majoritariamente por basaltos . Essa formação representa um dos mais volumosos derrames do planeta, com área superior a 1.200.000 km² nas regiões sul e centro –oeste do Brasil e do Paraguai, além de Uruguai e Argentina.

A área da bacia possui ainda lineamentos fotogeológicos, os quais são definidos por O'Leary et al (1976) como feições lineares, simples ou compostas, contínuas ou descontínuas na superfície terrestre, tendo suas partes alinhadas retilineamente ou suavemente encurvada.

Figura 5 – Geologia da bacia do ribeirão Cambé



Fonte: Org. pela autora.

A geomorfologia da região caracteriza –se pela unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, unidades morfoesculturais do Segundo e Terceiro Planaltos Paranaense e por algumas sub –unidades morfoesculturais. A maior área do município de Londrina encontra –se na sub –unidade morfoescultural do Planalto de Londrina no Terceiro Planalto Paranaense. Esta sub –unidade corresponde a uma área de 3.233,83 km², caracterizada por declividade predominante menor que 12% e formas de relevo com topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”, ambas modeladas em rochas da Formação Serra Geral, conforme discorrido sobre a Geologia. As altitudes variam entre 350 e 860m, tendo o seu gradiente médio de 820m (MINEROPAR, 2006).

4.2.2 Pedologia

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (2006), a bacia hidrográfica do ribeirão Cambé é composta por duas classes de solos, Latossolo Vermelho e Nitossolo Vermelho.

Em estudo mais detalhado sobre a bacia (Figura 9), Tagima & Terabe (2005) atribuíram seis tipos de solo à bacia: Latossolos Vermelhos Distroféricos; Nitossolos Vermelhos Eutroféricos latossólicos; Nitossolos Vermelhos Eutroféricos; Cambissolos Háplicos; Neossolos Litólicos, Regolíticos Eutróficos e Gleissolos Háplicos Eutróficos.

De acordo com Tagima & Terabe (2005), no estrato superior da bacia há a predominância dos Latossolos nos espigões e dos Nitossolos nas encostas em virtude da topografia plana e da espessura do manto de intemperismo. Nas áreas marginais aos cursos d’água, a influência do baixo gradiente do terreno bem como da flutuação do lençol freático permitem o domínio dos Gleissolos, como ocorre na área do Lago Igapó. Ainda no estrato superior da bacia, os Neossolos Litólicos e Regolíticos ocorrem em pequenas áreas de vertentes com mais de 15% de declividade.

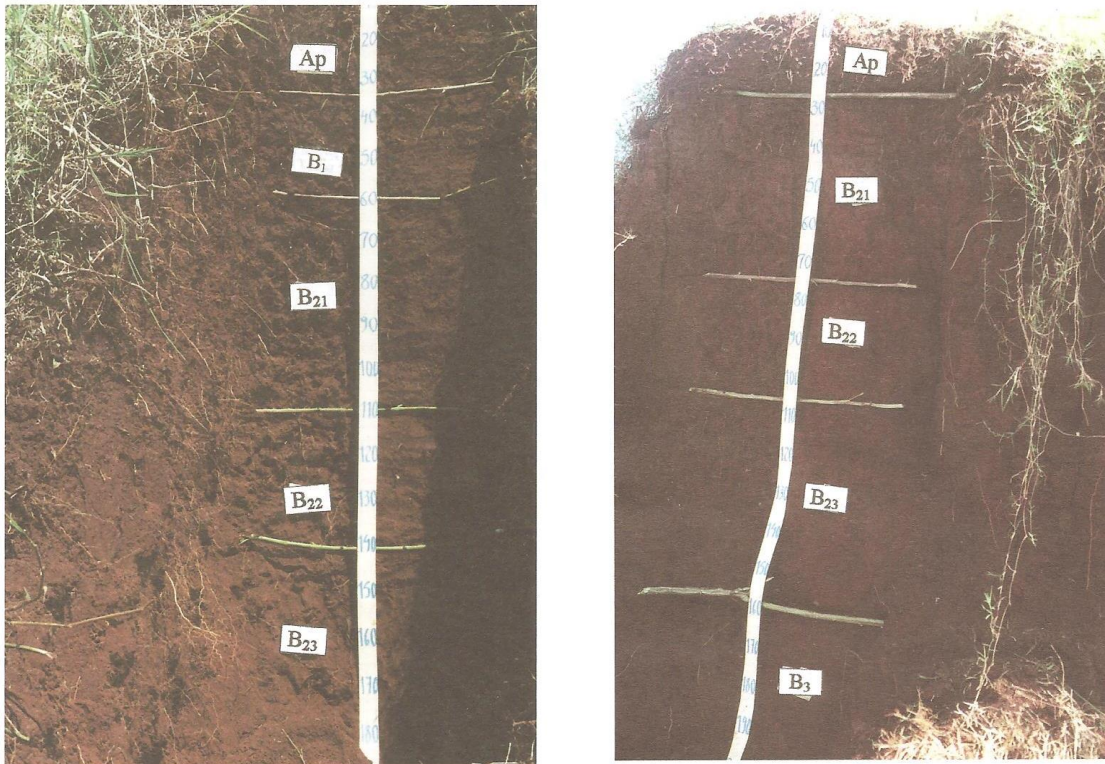
No estrato médio da bacia, a ação do intemperismo permitiu que Neossolos, Cambissolos e Nitossolos ocorram que forma alternada e distribuída lado a lado (TAGIMA & TERABE, 2005).

Os Latossolos dissecados por Tagima & Terabe (Figura 6) apresentaram elevados teores de Magnetita, Hematita e Óxido de Manganês em todos os horizontes e estrutura granular. A textura identificada nesses solos é argilosa.

Figura 6 – Perfis de Latossolos Vermelhos na Bacia do Ribeirão Cambé.

LATOSSOLO VERMELHO Distroférico
textura argilosa A fraco

LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico
textura argilosa A fraco

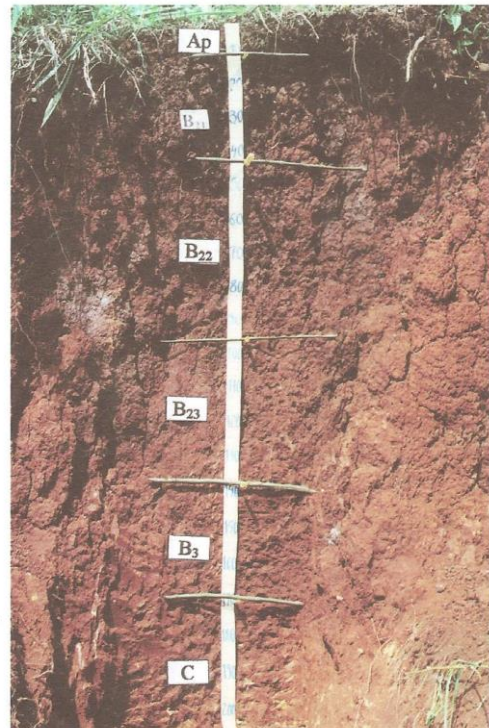


Fonte: TAGIMA & TERABE, 2005.

Os Nitossolos Vermelhos Latossólicos (Figura 7) apresentaram estrutura granular em grumos (horizonte A) e estrutura em blocos sub –angulares no horizonte B e textura argilosa. No horizonte B_L apresentou –se a estrutura granular com presença de óxidos férrico e manganês. Os Nitossolos Vermelhos e Háplicos possuem horizontes A e B com textura argilosa e estrutura granular pequena ou blocos sub –angulares (A) e estrutura forte, média e grande, blocos sub –angulares com cerosidade (B). O horizonte B possui ainda forte atração pelo ímã. Os Cambissolos Háplicos possuem horizonte A com estrutura forte, granular maciça e horizonte B com estrutura em blocos sub –angulares. O horizonte C apresenta –se profundo com a presença de cascalhos com estrutura acebolada. “Em função de

apresentar um perfil de pequena possança, chuvas de pequena intensidade provocam –lhe saturação de água e conseqüente escoamento superficial, acelerando o processo erosivo” (TAGIMA & TERABE, 2005, p.47).

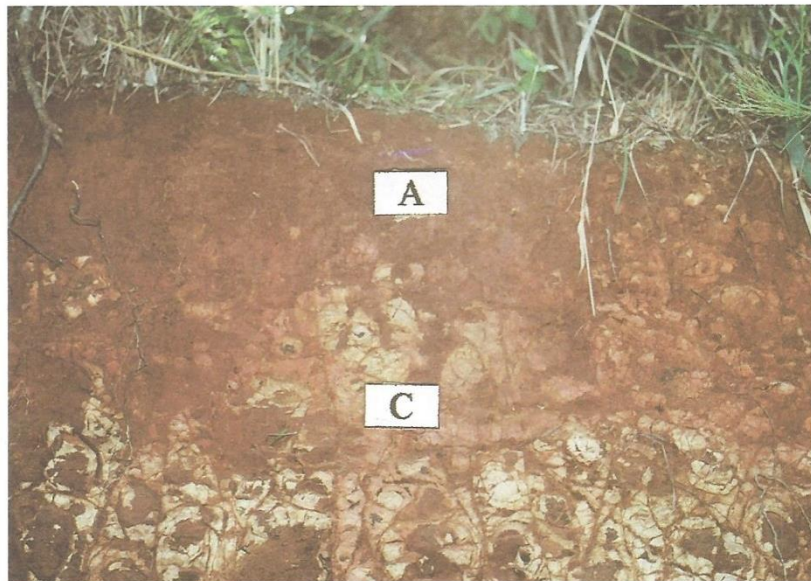
Figura 7 – Perfis de Nitossolos Vermelhos na Bacia do Ribeirão Cambé.
 NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico latossólico
 textura argilosa A fraco



Fonte: TAGIMA & TERABE, 2005.

Ainda de acordo com Tagima & Terabe (2005), os Neossolos Litólicos e Regolíticos (Figura 8) apresentam no horizonte A grande quantidade de cascalhos de diferentes tamanhos e minerais primários como feldspatos, óxidos de ferro e matéria orgânica. Por fim, os Gleissolos Háplicos possuem estrutura firme e textura argilosa em todos os horizontes.

Figura 8 – Perfis de Neossolos na Bacia do Ribeirão Cambé.
NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico
A chernozêmico

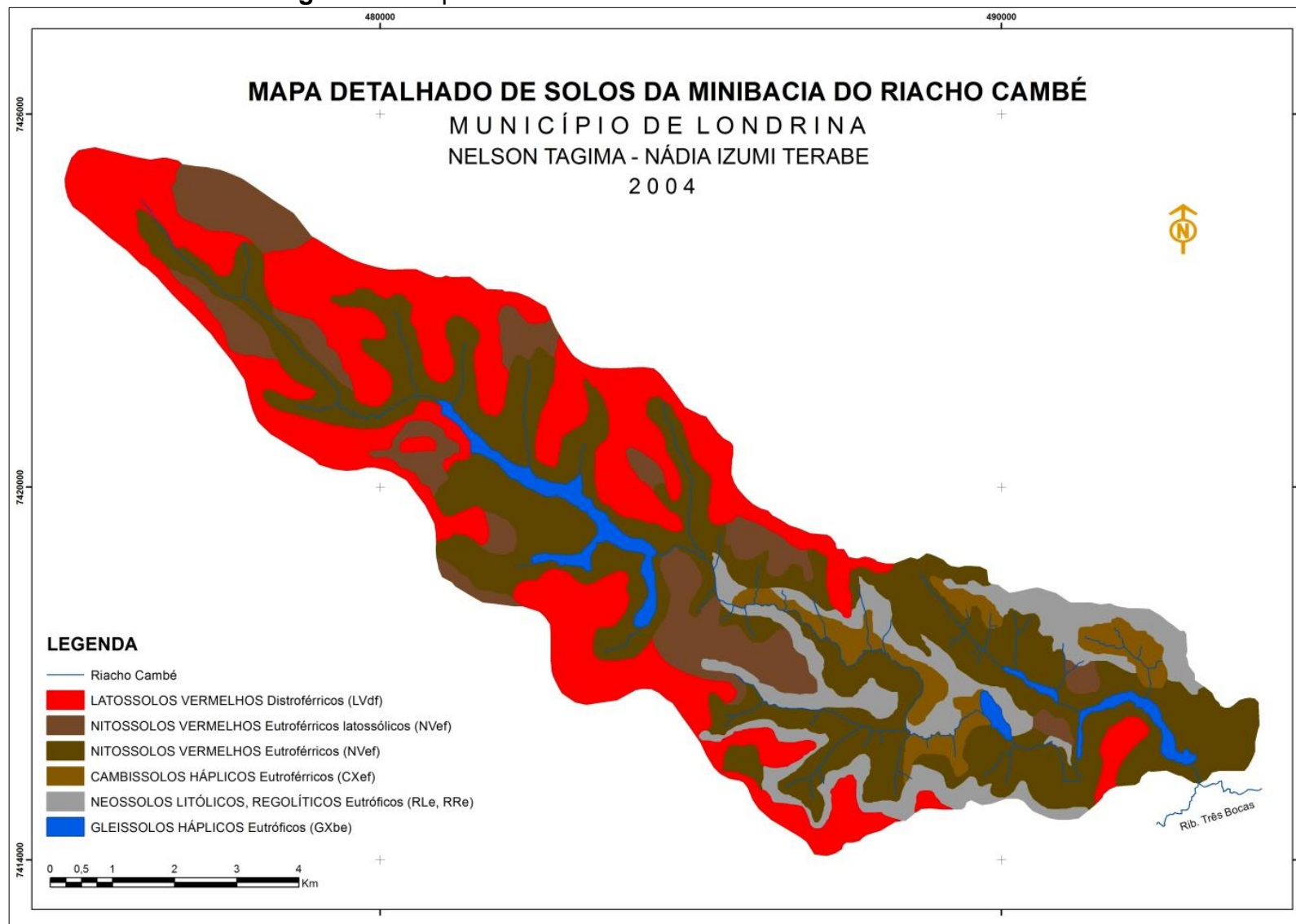


NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico
A chernozêmico



Fonte: TAGIMA & TERABE, 2005.

De acordo com a constatação de Höfig (2012), as duas principais classes de solos presentes na bacia do ribeirão Cambé, Latossolo e Nitossolo possuem baixa e média suscetibilidade à erosão, respectivamente. Isso deve –se ao fato de que os Latossolos possuem boa drenagem e permeabilidade, enquanto para o Nitossolo, a suscetibilidade média é dada pelo uso do solo, uma vez que sendo muito argiloso possui estabilidade estrutural.

Figura 9 – Mapa detalhado de solos da Bacia do Ribeirão Cambé.

Fonte: TAGIMA & TERABE, 2005.

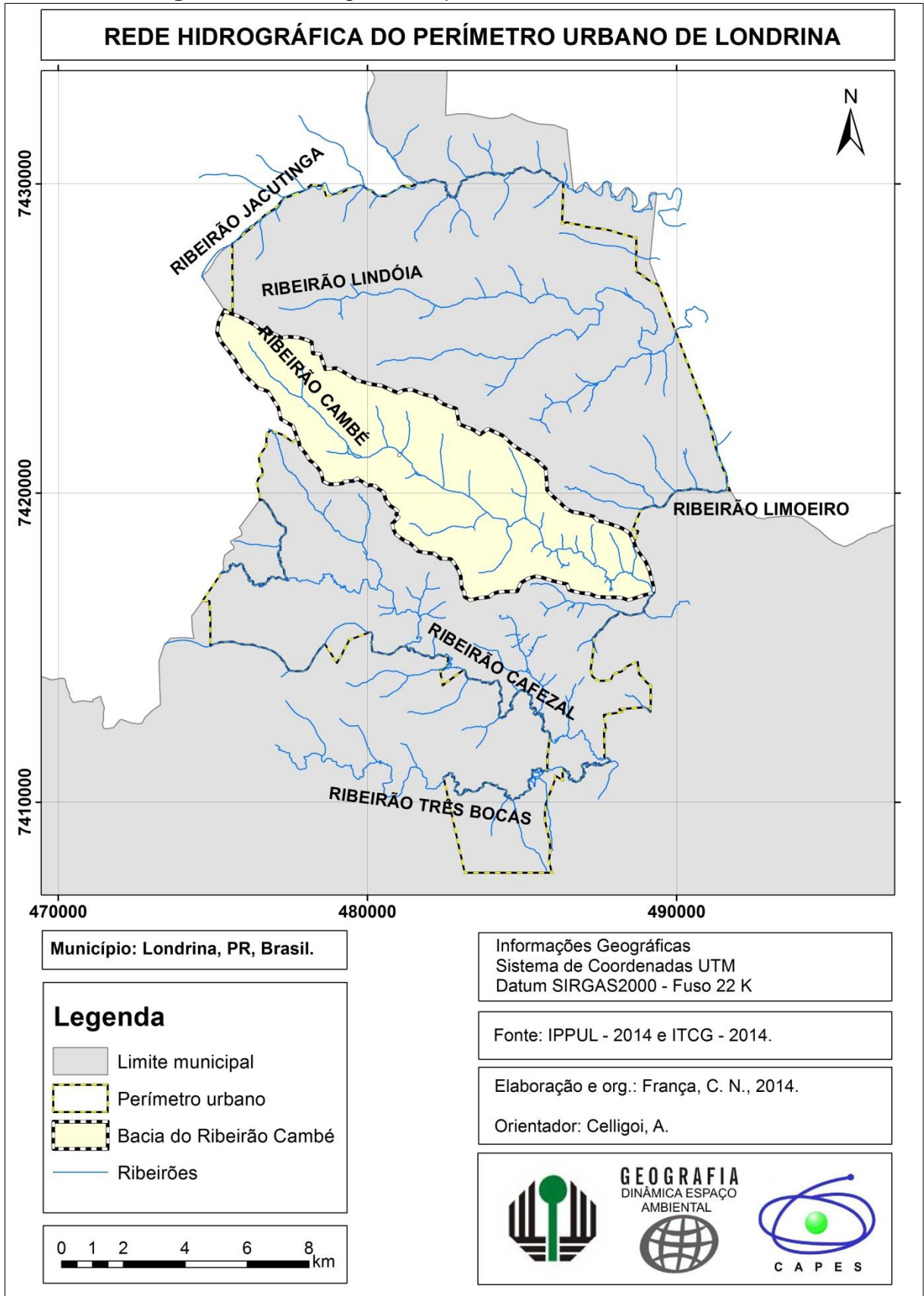
4.2.3 Hidrogeologia e Hidrografia

A cidade de Londrina está situada sobre o Aquífero Serra Geral e aquífero freático. Segundo Celligoi, Santos & Viana (2001) o Aquífero Serra Geral situa –se nas rochas cristalinas da formação de mesmo nome, na qual a água subterrânea ocorre nas zonas de descontinuidades das rochas (estruturas tectônicas do tipo fratura /ou falhamento). O aquífero freático é representado pelas camadas de solo e rocha alterada com pouca espessura e baixa profundidade do nível saturado. Sedimentos argilosos que constituem um meio poroso relativamente homogêneo é uma de suas características geológicas.

Quanto à hidrografia, a área urbana de Londrina é composta por seis principais bacias hidrográficas: Ribeirão Jacutinga, Ribeirão Lindóia, Ribeirão Cambé, Ribeirão Cafezal, Ribeirão Limoeiro e Ribeirão Três Bocas (Figura 10). As bacias dos ribeirões Jacutinga e Lindóia estão orientadas e têm seu fluxo de água no sentido oeste –leste, enquanto as outras estão no sentido noroeste –sudeste. Todas as bacias fazem parte da Bacia Hidrográfica do rio Tibagi, localizado a leste do município de Londrina (BARROS et al, 2008).

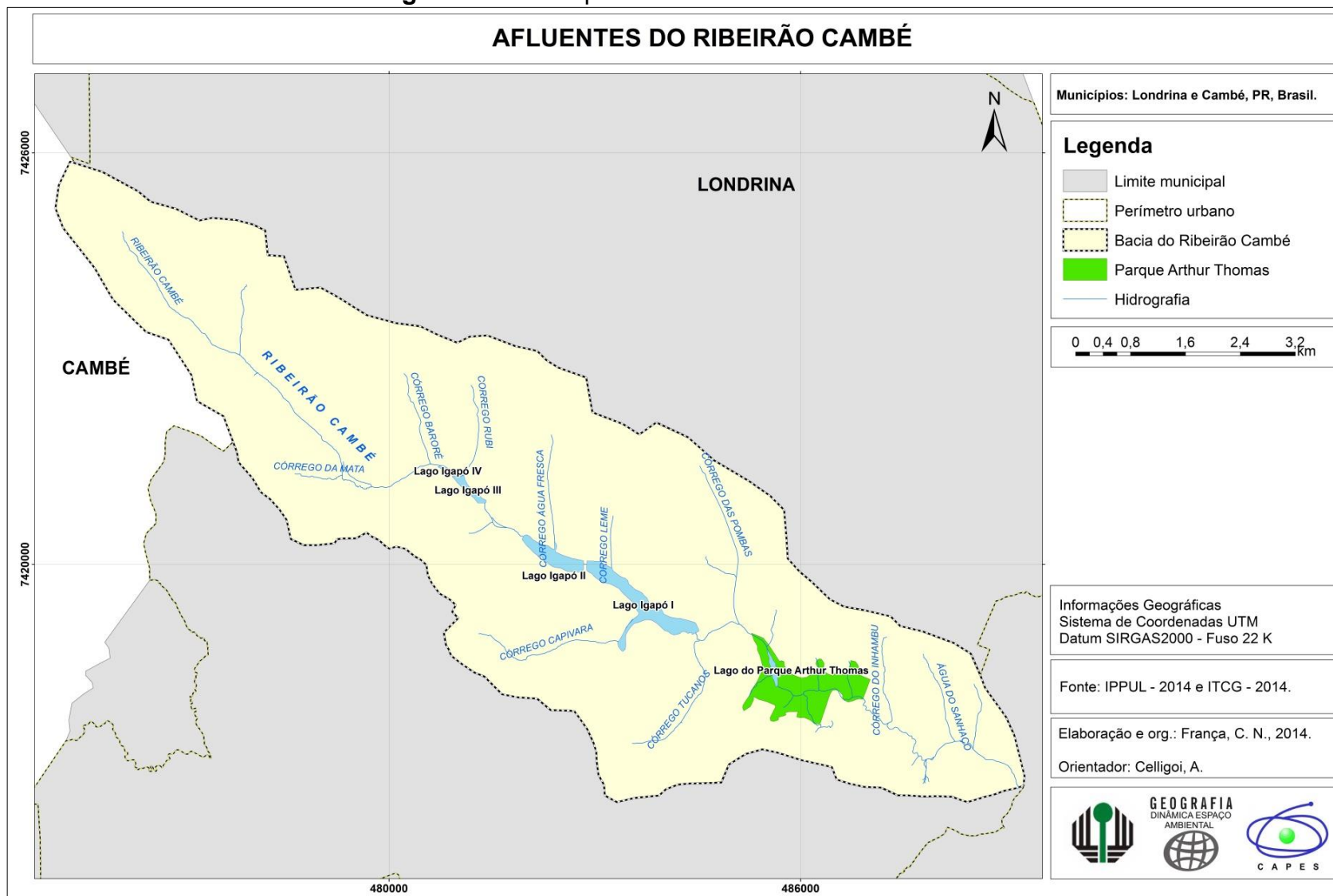
Os principais afluentes da bacia do Ribeirão Cambé são: Córrego da Mata, Córrego Capivara, Córrego Tucanos – vertente direita – Córrego Baroré, Córrego Rubi, Córrego Água Fresca, Córrego Leme e Córrego das Pombas – vertente esquerda (Figura 11).

Figura 10 – Hidrografia do perímetro urbano de Londrina.



Fonte: Org. pela autora.

Figura 11 – Principais afluentes do Ribeirão Cambé.



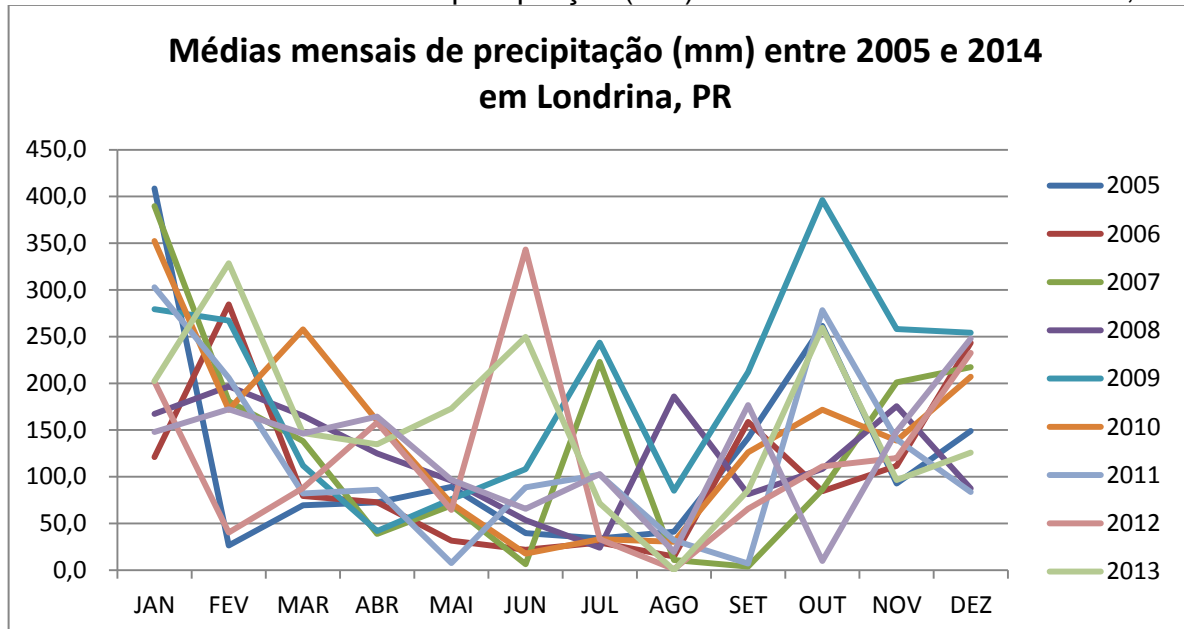
Fonte: Org. pela autora.

4.2.4 Clima e vegetação

Quanto ao clima, a classificação climática de Köppen designa à cidade de Londrina o clima tipo Cfa, ou seja, clima subtropical, com verões quentes, frequência baixa de geadas e concentração de chuvas nos meses do verão, sem estação seca definida.

As precipitações médias mensais em Londrina variaram de 0,0 mm a 408 mm entre os anos de 2005 a 2014, tendo ocorrido eventos isolados de grande precipitação como em junho de 2012, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Médias mensais de precipitação (mm) entre 2005 e 2014 em Londrina, PR



Fonte: IAPAR, 2015.

Em relação às temperaturas médias, Londrina apresenta no mês mais quente a média de 22°C e inferior a 18°C no mês mais frio. (BARROS et al, 2008a).

Poucos são os remanescentes florestais ao longo dos cursos d'água e também fora de suas margens. No momento da fundação de Londrina havia uma densa e típica floresta pluvial –tropical, a qual foi substituída por plantações de café e pastos (MAACK, 2002). A Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica) que ocorria na região atualmente apresenta, na área urbana do município, resquícios apenas no Parque Municipal Arthur Thomas. Alguns fundos de vales como o do

Ribeirão Cafezal, ainda tem a presença da vegetação arbórea, devido principalmente à movimentação do relevo que ali existe, o que dificulta a sua ocupação, sendo esta muito recente. (BARROS et al, 2008b).

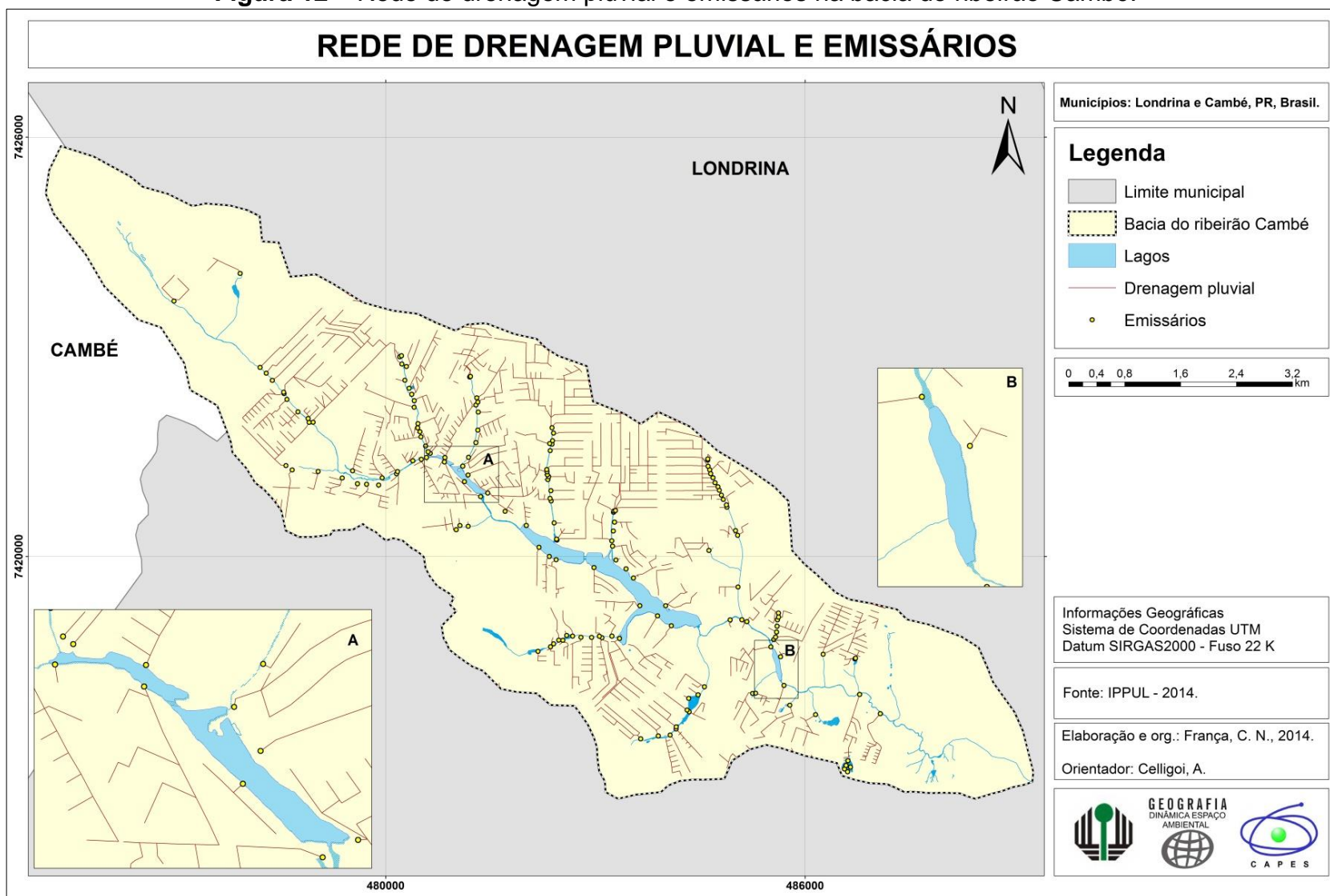
5 METODOLOGIA

5.1 AMOSTRAGEM

Para a caracterização dos depósitos tecnogênicos optou –se pela coleta de amostras, uma vez que não é possível analisar todo o volume de sedimentos depositado nos lagos. Os pontos para coleta foram escolhidos por meio do mapeamento dos emissários de galerias pluviais (Figura 12) e a identificação de ilhas no interior dos lagos a partir de trabalhos de campo.

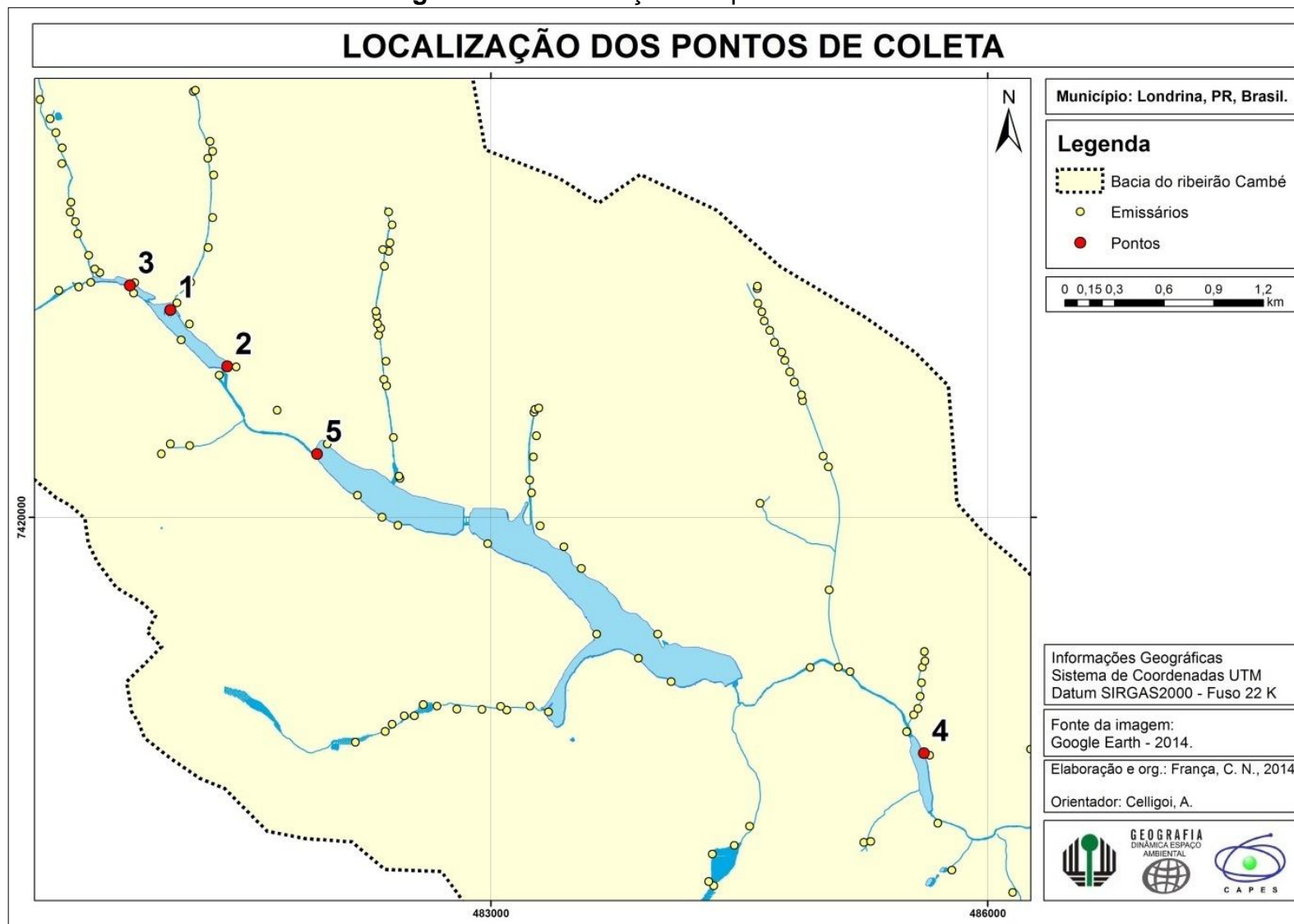
Foram constatados 5 pontos passíveis de coleta (Figura 13), sendo excluído o Lago Igapó I, em virtude da não existência de ilha ou depósito visível em seu interior. Os pontos dos lagos Igapó IV, Igapó III e do Parque Arthur Thomas coincidem com o mapeamento dos emissários. O ponto do Lago Igapó II é fruto do próprio deságue do Ribeirão Cambé neste lago após passar pelo aterro. As coletas foram realizadas em 04 dias no mês de julho de 2014 conforme autorização do órgão municipal responsável – SEMA (Secretaria Municipal do Ambiente).

Figura 12 – Rede de drenagem pluvial e emissários na bacia do ribeirão Cambé.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 13 – Localização dos pontos de coleta.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a obtenção das amostras foram utilizados tubos de PVC de 50mm de diâmetro e 1,2 m de comprimento, a fim de que fossem coletadas amostras com até 1m de profundidade. Foi utilizada ainda uma barra de ferro e um martelo, além de um GPS Garmim para o georreferenciamento dos pontos amostrais.

O tubo de PVC foi introduzido no depósito através de sucessivas percussões na barra de ferro nele inserida, até a marcação de 1 m. Para sua retirada foram realizados movimentos giratórios (Figura 14).

Figura 14 – Coleta das amostras.



Fonte: Elaborado pela autora.

Essa metodologia mostrou –se limitada, uma vez que as amostras coletadas não apresentaram as profundidades desejadas devido ao material

utilizado, no entanto foi possível realizar os experimentos necessários com um baixo custo de material.

5.2 ANÁLISES LABORATORIAIS

Posteriormente à coleta, o PVC foi serrado e foram verificados os estratos existentes nas amostras da superfície até 1 m de profundidade, diferenciando –os pela cor e resistência à faca. Os estratos identificados foram separados, bem como os materiais tecnogênicos neles contidos.

Para a análise granulométrica (Figura 15) foi utilizado o método da pipeta com agitação lenta. Para isso, os estratos foram secos em estufa a uma temperatura de 80°C e posteriormente peneirados em abertura de 2,00 mm para a separação de 20g de sedimentos de cada um. Essa quantidade de material foi novamente peneirada com uma abertura de 0,053 mm a fim de separar a areia total das frações de silte e argila. Em seguida, essas frações foram colocadas em provetas de 1 litro, com água destilada e dispersor de argila, para que através da decantação, as frações silte e argila pudessem ser separadas, pesadas e calculadas.

Figura 15 – Disposição das provetas para a análise granulométrica.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para uma análise mais acurada sobre a quantidade de material tecnogênico contido nas amostras, foi realizada uma contagem dos elementos na fração areia. Para tanto, a fração areia resultante da análise granulométrica foi novamente peneirada em abertura de 0,5 mm a fim de separar a areia grossa e areia fina, sendo apenas a areia grossa utilizada para a contagem. Cada estrato foi então quarteado e foram contabilizados 100 elementos de cada quarto (400 por estrato), identificando e quantificando os materiais minerais e tecnogênicos em lupa binocular com aumento de 20 vezes. Devido à baixa porcentagem da fração areia em 2 estratos (amostra 5), esses não puderam ser quarteados, tendo sido contabilizados apenas 100 elementos de cada.

Para facilitar a identificação dos estratos, foi atribuída uma numeração de 1 a 30 correspondentes a cada estrato, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Identificação dos estratos e amostras.

Amostra	Número de identificação dos estratos
1 – Igapó 3	1 a 4
2 – Igapó 3	5 a 11
3 – Igapó 4	12 a 14
4 – Parque Arthur Thomas	15 a 23
5 – Igapó 2	24 a 30

Fonte: Elaborado pela autora.

5.3 MAPAS TEMÁTICOS E DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A base cartográfica utilizada consiste em cartas disponibilizadas pelo ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geociências – 2014), MINEROPAR (2010) e IPPUL (2014). Os dados foram georreferenciados em SIRGAS 2000, com coordenadas UTM, através do software ArcGis 9.0.

A análise de uso e ocupação do solo é indispensável para a compreensão da gênese dos depósitos tecnogênicos. Para a confecção dos mapas foram utilizadas imagens de satélite dos anos de 2006, 2011, 2012, 2013 e 2014 disponibilizadas pelo Google Earth. Foram definidas 04 classes de uso a partir da prévia análise dos tipos de uso presentes na bacia. As classes e seus constituintes são as seguintes:

- Ocupação urbana: áreas ocupadas por edificações e ruas pavimentadas, além de equipamentos urbanos como praças;
- Vegetação densa: áreas de mata secundária com árvores de grande porte;
- Vegetação rasteira: áreas loteadas ou não que possuem terrenos vazios cobertos por gramíneas e;
- Solo exposto: áreas loteadas ou não que possuem terrenos vazios sem nenhum tipo de cobertura vegetal.

Os mapas foram elaborados pelo método de interpretação visual a partir das imagens de satélite.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A atual organização do espaço urbano londrinense é fruto de um acelerado processo de desenvolvimento, expansão e evolução das relações entre o homem e o ambiente. Os depósitos tecnogênicos surgem como consequência desse processo de apropriação do espaço e revelam a capacidade do homem em transformar o relevo a partir das técnicas.

A própria construção dos lagos da bacia do Ribeirão Cambé é derivada da produção do espaço urbano, o que denota a ação antrópica modificadora da paisagem e do relevo. No entanto, a área sofre com mudanças de uso e ocupação do solo que acabam por transformar a concepção original do projeto. As amostras obtidas nos lagos permitem visualizar essa transformação.

Conforme apontado por Suguio (1973), o Quadro 2 descreve algumas características de cada ponto amostral no momento da coleta da amostra.

Quadro 2 – Características dos pontos de coleta.

Amostra	Coordenadas UTM	Características do ponto
1	481063 7421259	Confluência do Córrego Rubi; presença de emissário de águas pluviais; aproximadamente 30m da Av. Castelo Branco; entorno gramado.
2	481407 7420909	Presença de emissário de águas pluviais; aproximadamente 22m da Av. Faria Lima.
3	480819 7421408	Presença de dois emissários de águas pluviais; aproximadamente 50m da Av. Castelo Branco; área de lazer com entorno gramado.
4	485614 7418585	Presença de emissário de águas pluviais; presença de resíduos; interior de Unidade de Conservação Ambiental (Parque Arthur Thomas); presença de capivaras; odor de esgoto; área de lazer com entorno gramado e vegetação densa.
5	481950 7420390	Aproximadamente 40m da Av. Ayrton Senna da Silva; sob ponte para pedestres; área de lazer; próximo à área de densa verticalização.

Fonte: Elaborado pela autora.

As amostras apresentaram variação de profundidade uma vez que as diferenças do próprio material coletado impediam maior penetração dos tubos de PVC e a retenção dos sedimentos em seu interior. As seguintes profundidades de

sedimentos foram obtidas: Amostra 1 – 48cm; Amostra 2 – 57cm; Amostra 3 – 30cm; Amostra 4 – 81,7cm e Amostra 5 – 85,2cm.

Além da variação de profundidade, houve variação de cor e textura entre as amostras e entre os estratos de cada uma, não havendo variação uniforme.

Na amostra 1 foram identificados 4 estratos, sendo que a amostra 2 apresentou 7 estratos, a 3 apresentou apenas 3 estratos, enquanto as 4 e 5 apresentaram 9 e 7 estratos respectivamente.

6.1 CARACTERÍSTICAS DAS AMOSTRAS

6.1.1 Textura

A partir dos ensaios granulométricos foi possível verificar a textura de cada estrato e de cada amostra. Os resultados podem ser visualizados nas tabelas seguintes (Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5), as quais exibem também a profundidade de cada estrato. Para a melhor interpretação dos dados referentes à textura dos sedimentos, os percentuais de cada fração em cada estrato foram locados no Diagrama triangular de classificação de sedimentos clásticos conforme Shepard (1954 *apud* Suguio, 1973), o qual utiliza a granulometria para indicar a classificação do sedimento.

Tabela 1 – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 1.

Estrato	Profundidade (cm)	Espessura do estrato (cm)	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)
1	0 – 19	19	23	41	36
2	19 – 32	13	25	52,5	22,5
3	32 – 43	11	17	59	24
4	43 – 48	5	12	58,5	29,4
Média			19,3	52,7	28

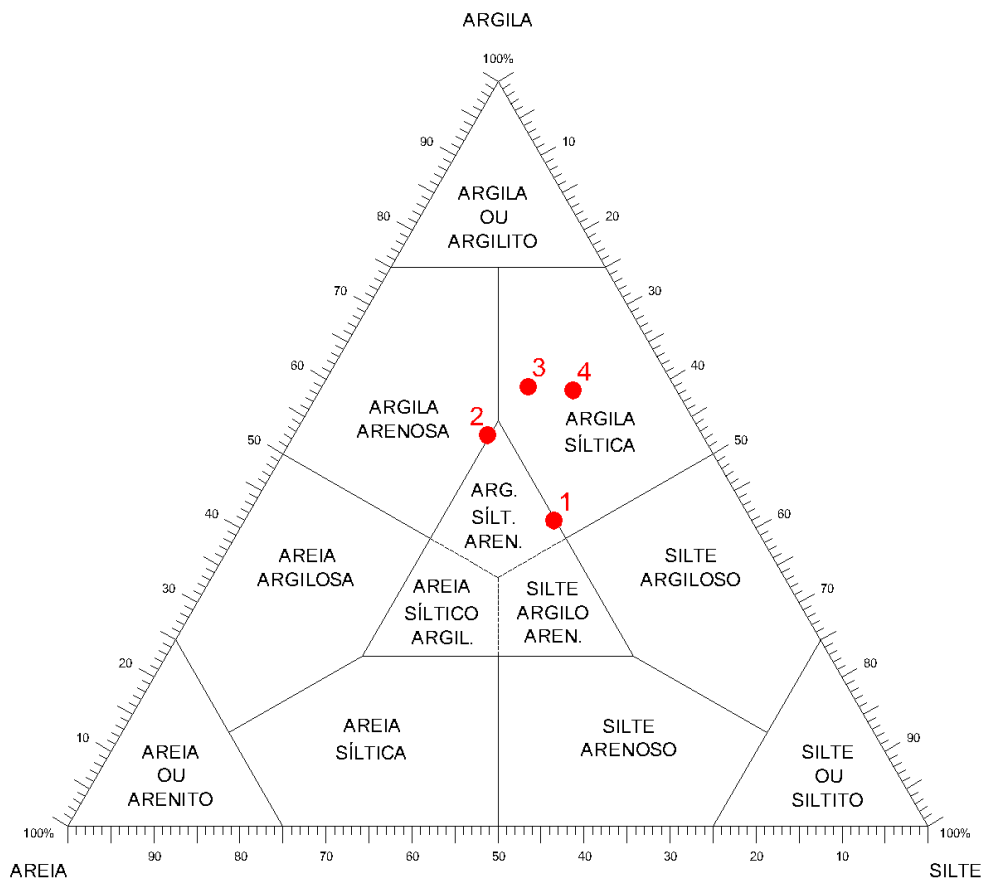
Fonte: Elaborado pela autora.

Sobre a amostra 1, nota –se que o percentual de argila aumenta conforme a profundidade, ao contrário do percentual de areia. A fração silte sofre variações não gradativas.

O diagrama da amostra 1 (Figura 16), lago Igapó III, indica que os sedimentos podem ser classificados como “Argila síltica arenosa”, “Argila síltica” e

“Argila arenosa”, sendo que a média dos valores classifica a amostra como “argila siltica”.

Figura 16 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 1.



Fonte: Shepard, 1954 *apud* Suguio, 1973 (Adaptado pela autora).

Além da textura foi verificada também a presença de frações maiores do que a areia, nas quais os sedimentos são maiores que 0,2mm. Nesse caso, a amostra 1 apresentou cascalhos em todos os estratos, sendo compostos em grande parte por matéria orgânica (galhos e folhas, no estrato 1) e materiais tecnogênicos que serão expostos posteriormente.

A amostra 2, com 7 estratos, teve como predominante a fração areia, sendo superior a 50% em todos os estratos, alcançando 93% de areia no estrato 2, sendo que a fração silte chega a 1% no mesmo estrato e 0% no quarto estrato conforme Tabela 2.

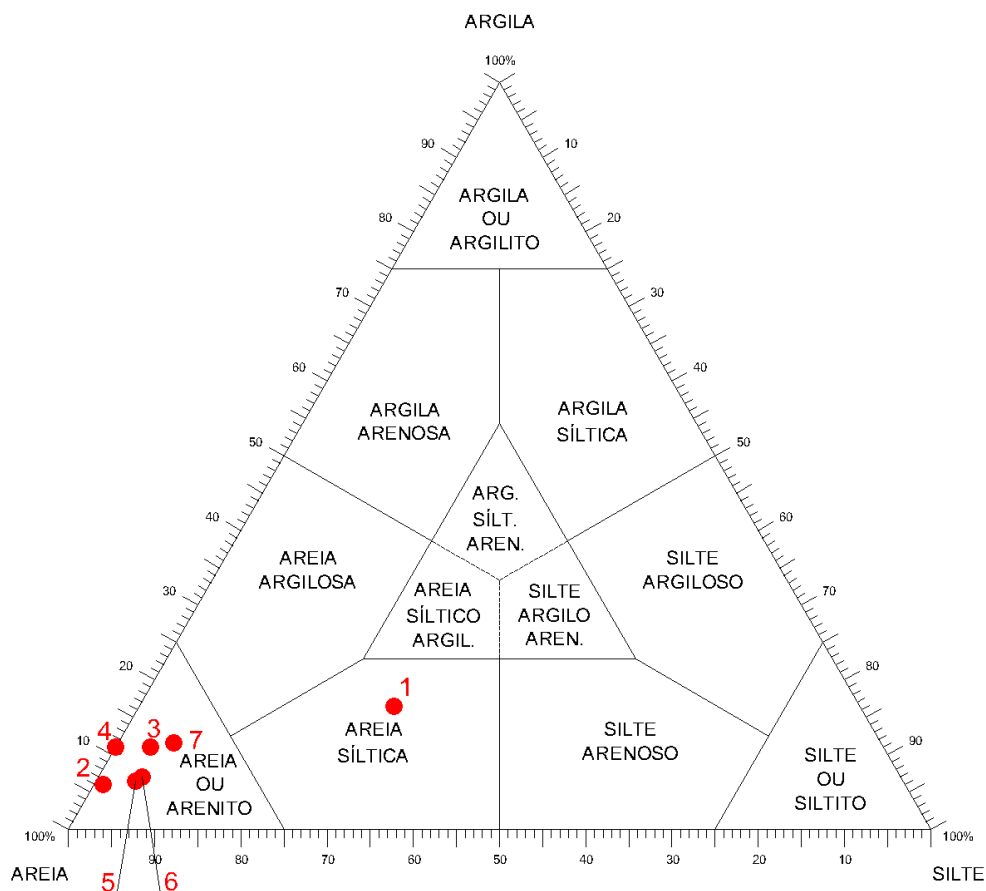
Tabela 2 – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 2.

Estrato	Profundidade (cm)	Espessura do estrato (cm)	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)
1	0 – 5,5	5,5	54	16,5	29
2	5,5 – 10,5	5	93	6	1
3	10,5 – 28,5	18	85	11	4
4	28,5 – 35	6,5	89	11	0
5	35 – 40,5	5,5	89	6,5	4
6	40,5 – 52	11,5	88	7	5
7	52 – 57	5	82	11,5	7
Média			82,9	9,9	7,2

Fonte: Elaborado pela autora.

O diagrama de classificação dos sedimentos (Figura 17) classifica a maioria dos estratos como “areia ou arenito”, sendo apenas o estrato 1 classificado como “areia siltica” provavelmente em virtude de ser o horizonte superficial.

Figura 17 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 2.



Fonte: Shepard, 1954 *apud* Suguio, 1973 (Adaptado pela autora).

Com o baixo volume de sedimentos extraídos na amostra 3 constatou –se que, conforme aumenta a profundidade do estrato, aumenta também o percentual de areia, variando de 35% a 74%. O percentual de silte diminuiu com a profundidade, variando de 45% a 7%, enquanto a argila variou de 19% a 31% (Tabela 3).

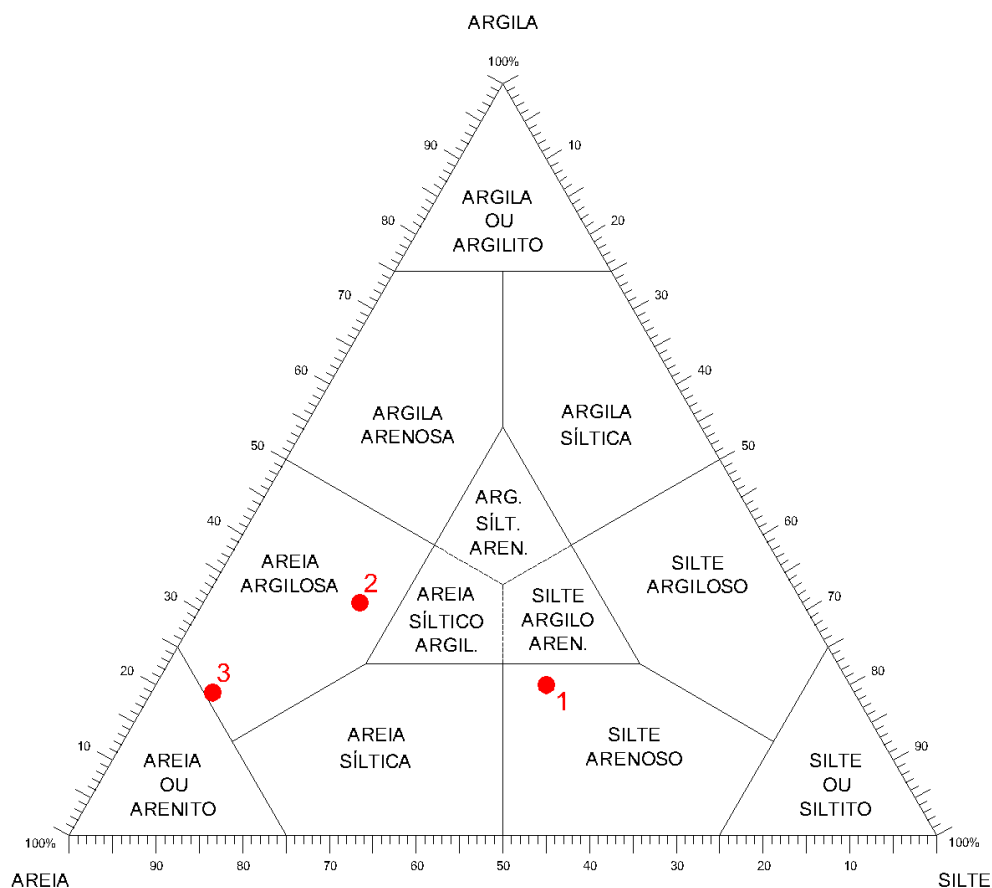
Tabela 3 – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 3.

Estrato	Profundidade (cm)	Espessura do estrato (cm)	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)
1	0 – 7	7	35	20	45
2	7 – 10	3	51	31	18
3	10 – 30	20	74	19	7
Média			53,4	23,3	23,3

Fonte: Elaborado pela autora.

A textura da amostra 3 é predominantemente “areia argilosa”, sendo apenas o estrato 1 classificado como silte arenoso (Figura 18).

Figura 18 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 3.



Fonte: Shepard, 1954 *apud* Suguio, 1973 (Adaptado pela autora).

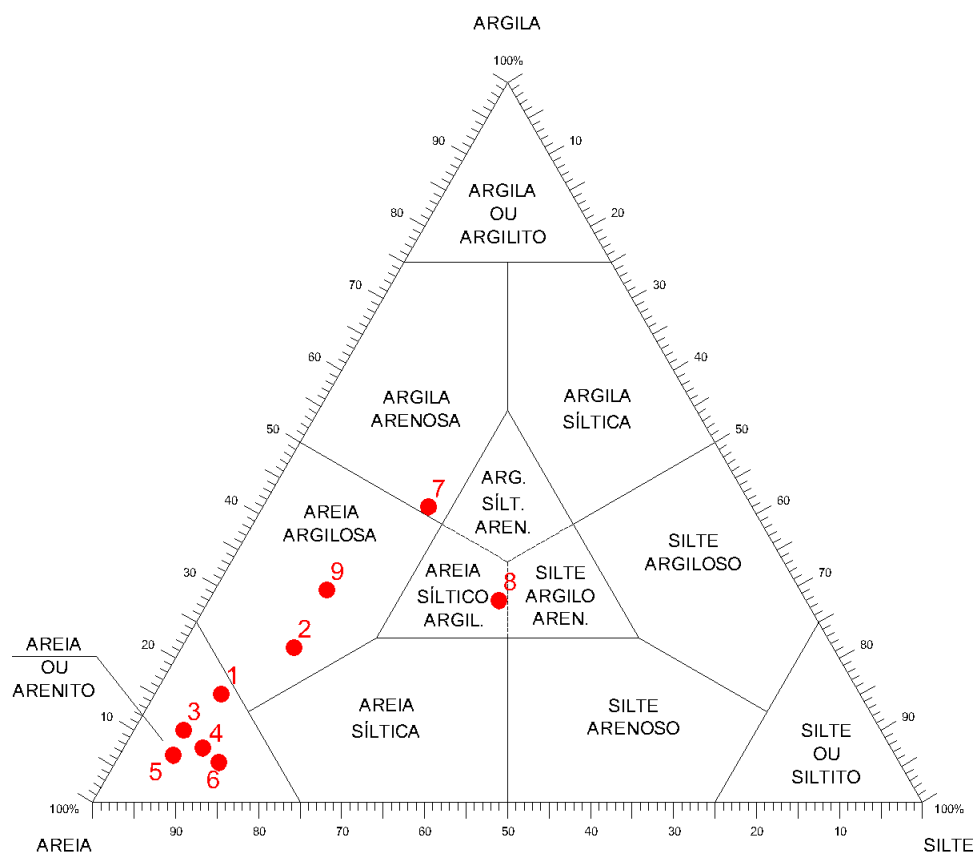
A amostra 4, retirada no Parque Arthur Thomas, é a que apresenta maior quantidade de estratos com teores bastante variados. A areia é a fração predominante, sendo que a partir do sétimo estrato sua porcentagem cai de 82% para 39% e depois para 37%, subindo para 57% no último estrato. A argila e o silte variam de 5,5% a 41% e 6% a 35% respectivamente, tendo seus maiores valores nos estratos em que a areia diminui (Tabela 4).

Tabela 4 – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 4.

Estrato	Profundidade (cm)	Espessura do estrato (cm)	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)
1	0 – 4	4	77	15	8
2	4 – 7,2	3,2	65	21,5	13
3	7,2 – 14	6,8	84	10,5	6
4	14 – 26,2	12,2	83	7,5	9
5	26,2 – 31,7	5,5	87	6,5	6
6	31,7 – 42,1	10,4	82	5,5	12
7	42,1 – 66,7	24,6	39	41	20
8	66,7 – 70	3,3	37	28,5	35
9	70 – 81,7	11,7	57	29,5	13
Média			68	18,4	13,6

Fonte: Elaborado pela autora.

O diagrama de classificação da amostra 4 (Figura 19) indica que a maioria dos estratos são classificados como “areia ou arenito”, sendo apenas o estrato 7 classificado como “argila arenosa” e o estrato 8 como “areia siltico argilosa”. Os estratos 2 e 9 são classificados como “areia argilosa”.

Figura 19 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 4.

Fonte: Shepard, 1954 *apud* Suguio, 1973 (Adaptado pela autora).

A quinta amostra é a maior em espessura e volume de sedimentos. As frações granulométricas revezam a maioridade conforme o estrato e são bem distribuídas como, por exemplo, no estrato 1, em que a areia compõe 38% do material, enquanto a argila e silte compõem 32,5% e 29% respectivamente. Os estratos 6 e 7 têm elevado teor de argila (55% e 67,5%), enquanto o terceiro estrato possui 70% de areia (Tabela 5).

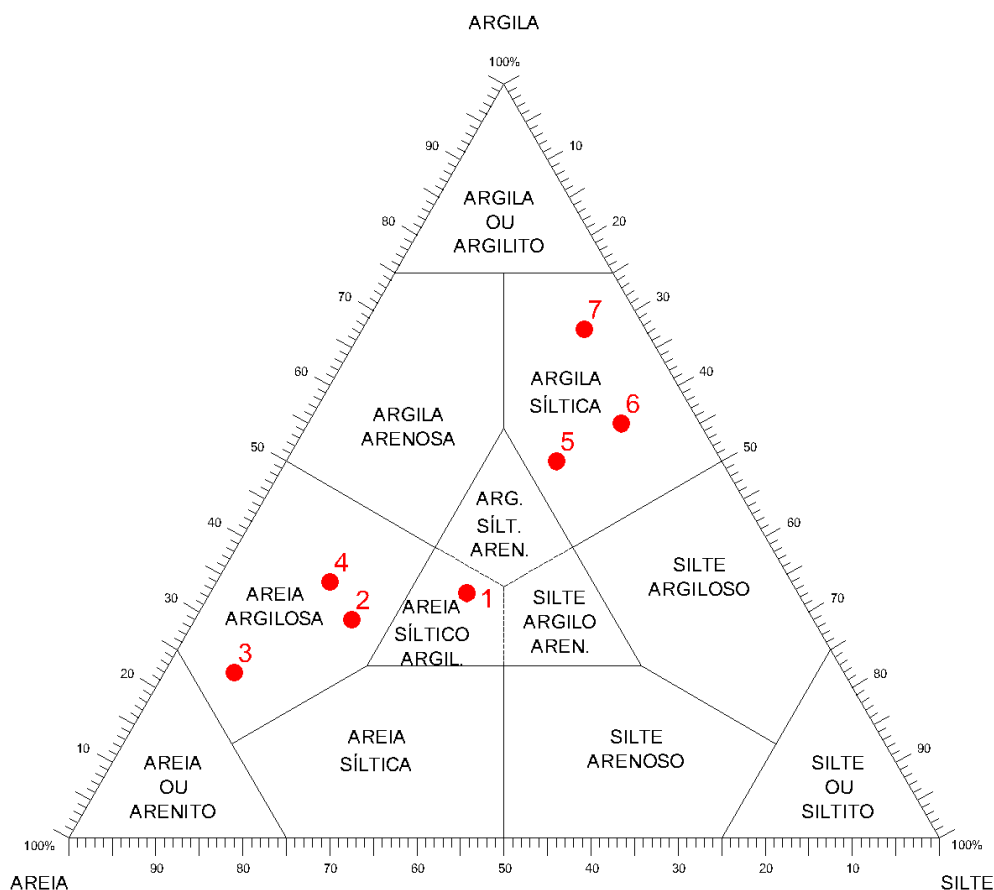
Tabela 5 – Profundidade e teores das frações granulométricas – Amostra 5.

Estrato	Profundidade (cm)	Espessura do estrato (cm)	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)
1	0 – 6,7	6,7	38	32,5	29
2	6,7 – 33	26,3	53	29	18
3	33 – 39,2	6,2	70	22,5	8
4	39,2 – 52,6	13,4	53	34	13
5	52,6 – 68,4	15,8	19	50	31
6	68,4 – 78,9	10,5	9	55	36
7	78,9 – 85,2	6,3	7	67,5	25
Média			35,6	41,5	22,9

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com o diagrama de Shepard (1954), os estratos ficam dispersos, variando de “areia siltico argilosa” para “areia argilosa” e “argila siltica”, sendo esta última classificação equivalente aos estratos 5, 6 e 7 que possuem maior teor de argila (Figura 20).

Figura 20 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – Amostra 5.

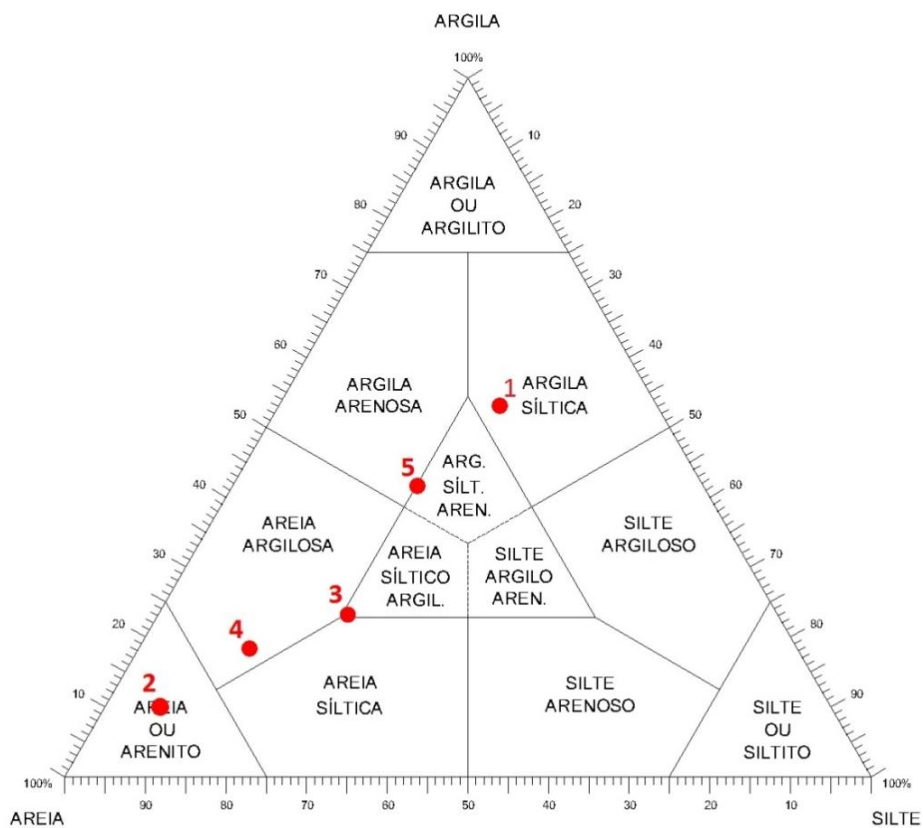


Fonte: Shepard, 1954 *apud* Suguio, 1973 (Adaptado pela autora).

A partir da média dos dados granulométricos por amostra foi feito um diagrama para classificar cada amostra como um todo. Desse modo, cada amostra obteve uma classificação diferente, conforme a Figura 21, a qual demonstra que a amostra 2 é a mais arenosa enquanto a amostra 1 é a mais argilosa. Cabe ressaltar que essas amostras foram coletadas no mesmo lago (Igapó III) e, no entanto, apresentam texturas opostas em virtude do tipo de material depositado em cada ponto.

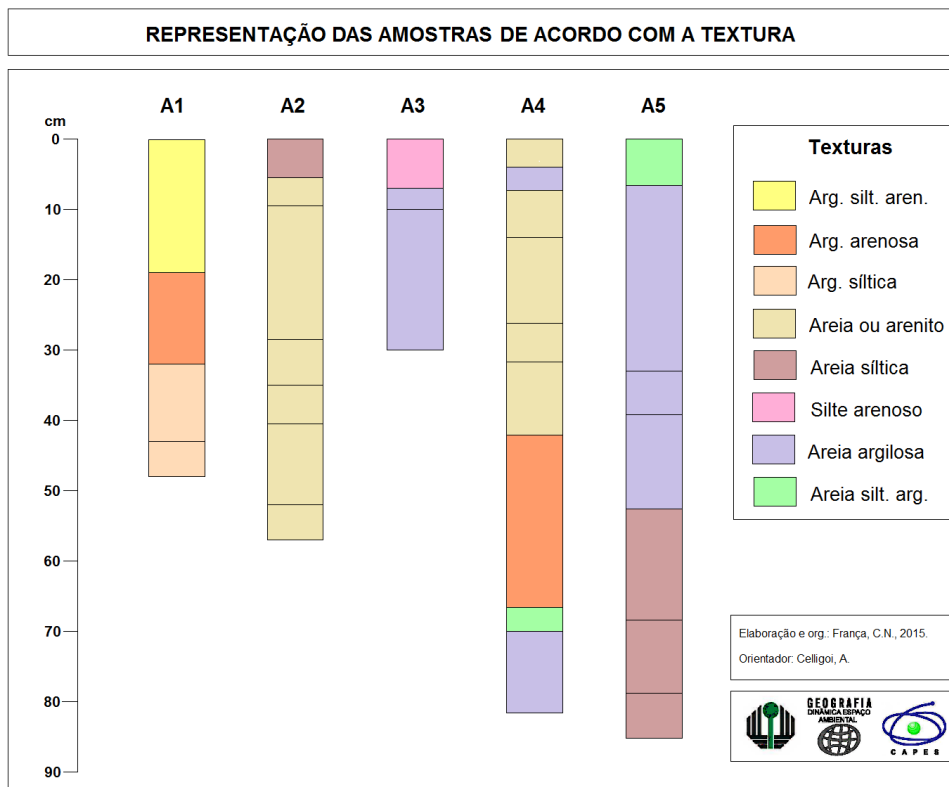
Foi confeccionada ainda, uma representação das amostras de acordo com a classificação dos sedimentos por estrato (Figura 22).

Figura 21 – Diagrama de classificação de sedimentos clásticos – média das amostras.



Fonte: Shepard, 1954 *apud* Suguio, 1973 (Adaptado pela autora).

Figura 22 – Representação das amostras e a textura dos estratos.



Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando o diagrama com os dados das 5 amostras e a representação, pode –se dizer que os depósitos tecnogênicos não possuem relação de estratificação entre si, uma vez que não há sequências de estratos que se repetem de uma amostra para outra.

A predominância da fração areia nas amostras indica uma composição diferente dos solos existentes na região, o que remete a ação humana como responsável pelos processos de deposição dos sedimentos nos lagos.

6.1.2 Composição da fração areia

Por meio da análise dos elementos contidos na fração areia realizada através da lupa binocular, foram contabilizados e identificados os materiais constituintes de cada estrato.

A amostra 1 (Quadro 3) apresenta elevada quantidade de matéria orgânica em seu primeiro estrato, o superficial, em virtude da presença de gramíneas e atividade biológica. No entanto, essa quantidade cai drasticamente nos demais estratos. A média de cada tipo de material encontrado em cada estrato pode ser visualizada no Quadro 3, no qual nota –se que 5,3% trata –se de material tecnogênico e 2,3% de carvão vegetal, sendo que este último também é considerado tecnogênico totalizando 7,6% da amostra.

Pode ainda ser observado que a quantidade de material tecnogênico aumenta nos estratos superficiais, o que indica que houve um possível incremento da atividade antrópica próxima a esses depósitos. No segundo e terceiro estrato foi encontrada grande quantidade de quartzo, a qual decai no primeiro estrato.

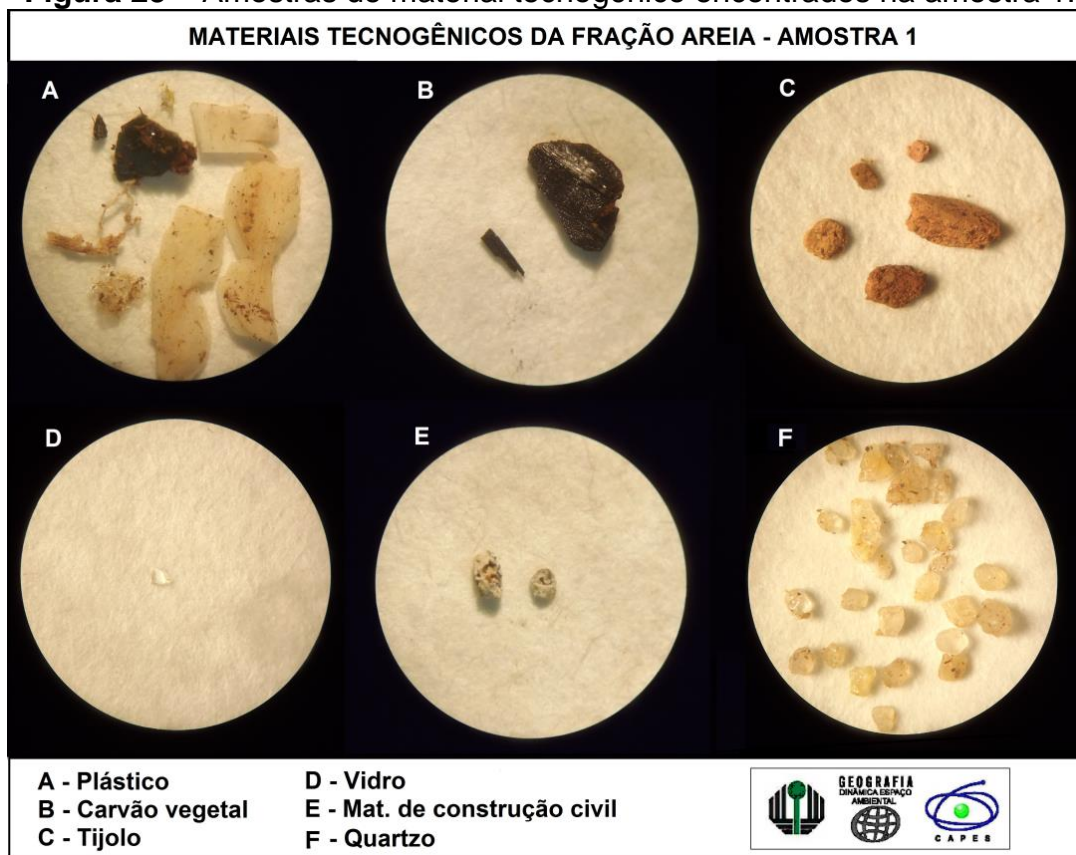
Quadro 3 – Materiais da fração areia – amostra 1.

Materiais encontrados	Média por estrato (%)				Média da Amostra (%)
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	
Matéria orgânica	65,8	9,8	3,5	3,8	20,7
Quartzo	4,8	30	24	9	16,9
Outros minerais	18	49,3	69	82,8	54,8
Carvão vegetal	2,5	2,5	1,5	2,8	2,3
Tecnogênico	9	8,5	2	1,8	5,3

Fonte: Elaborado pela autora.

Os principais materiais tecnogênicos encontrados na amostra 1 são: plástico, carvão vegetal, tijolos, vidro e outros materiais da construção civil como massa de cimento (Figura 23).

Figura 23 – Amostras de material tecnogênico encontrados na amostra 1.



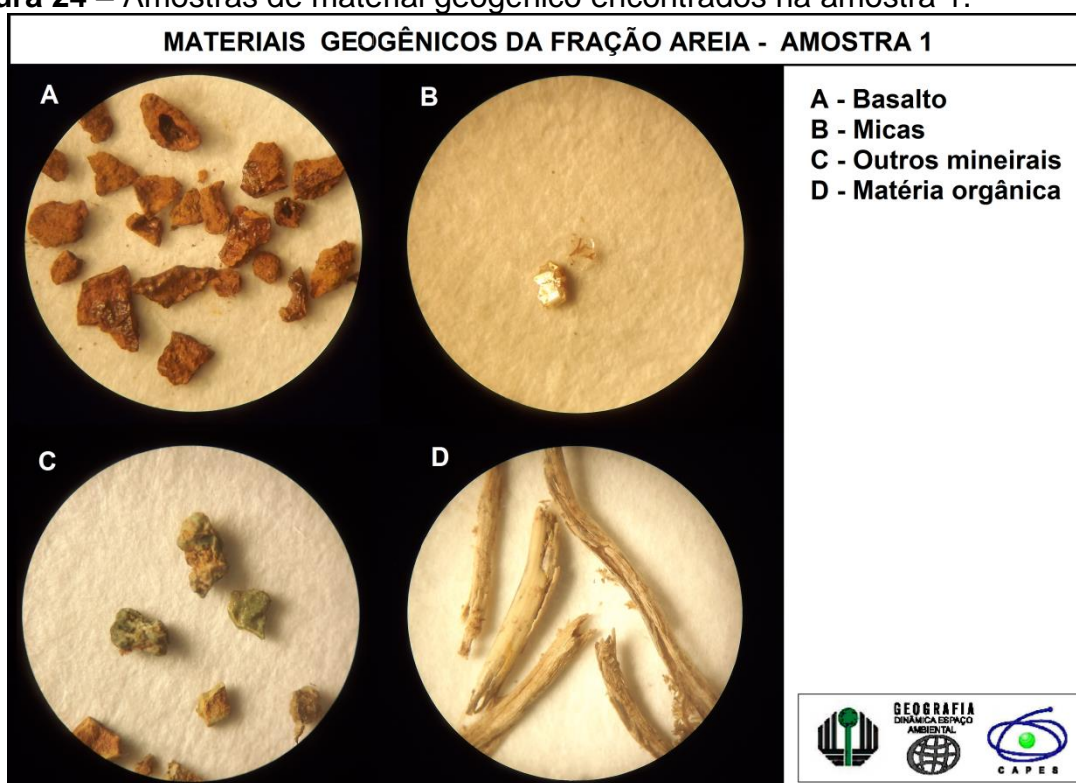
Fonte: Elaborado pela autora.

Os demais materiais constituintes dos sedimentos foram identificados como basalto, micas, outros minerais, quartzo, hematita e micas e matéria orgânica (Figura 24).

Esses materiais são considerados naturais e minerais, ressalvando – se o quartzo, o qual apesar de ser matéria mineral pode ser proveniente da areia utilizada para a construção civil, sendo considerado então um tipo de material tecnogênico. Essa constatação foi possível pela diferenciação entre grãos arredondados e angulosos, sendo os últimos encontrados em menor quantidade e considerados naturais da área de estudo, sendo que os grãos mais arredondados são característicos da areia utilizada na construção civil.

Considerando então o quartzo enquanto material tecnogênico, a amostra 1 apresenta 24% de seus sedimentos considerados tecnogênicos.

Figura 24 – Amostras de material geogênico encontrados na amostra 1.



Fonte: Elaborado pela autora.

A fração areia da amostra 2 é composta basicamente por quartzo, magnetita, basalto (brita) e materiais tecnogênicos, dentre os quais plástico, vidro, tijolo, massa de cimento e borracha conforme Figura 25 e Quadro 4.

Quadro 4 – Materiais da fração areia – amostra 2.

Materiais encontrados	Média por estrato (%)							Média (%)
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Estrato 7	
Matéria orgânica	36	3,5	1,8	3,3	0,5	0,3	6,5	7,4
Quartzo	38,3	65,3	40,5	42,3	30,5	36,5	36,8	41,4
Outros minerais	6,8	15,3	40,3	31,3	46,8	44,8	37	31,7
Carvão veg.	–	–	–	0,3	–	–	0,3	0,1
Tecnogênico	19	16	14,3	23	22,3	18,5	19,5	18,9
Não identificado	–	–	3,3	–	–	–	–	0,5

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 25 – Amostras de materiais tecnogênicos encontrados na amostra 2.



Fonte: Elaborado pela autora.

Assim como a amostra 1, a segunda amostra também possui maior percentual de matéria orgânica em seu primeiro estrato. Os dados demonstram que a maior parte da amostra é formada por quartzo e outros minerais, com os percentuais de 41,4% e 31,7% respectivamente. Somando o percentual de quartzo ao de materiais tecnogênicos e carvão vegetal, a amostra apresenta 60,4% de sua composição por artefatos humanos.

Nesta amostra a quantidade de material tecnogênico observada se manteve praticamente constante em todos os estratos, o que demonstra que não houve grandes mudanças na ação antrópica, exceto pelo incremento de quartzo ocorrido no segundo estrato. Os percentuais de quartzo também revelam a constante urbanização da região.

O basalto, apesar de ser natural da região, também é bastante utilizado como material da construção civil, podendo ser considerado tecnogênico

quando se apresenta com forma angulosa. A Figura 26 exhibe alguns dos materiais naturais ou geogênicos da amostra 2.

Figura 26 – Amostras de material geogênico encontrados na amostra 2.



Fonte: Elaborado pela autora.

Observou –se que a matéria orgânica é composta por galhos e folhas. Dentre os outros minerais exibidos na área “D”, tem destaque uma mica quase transparente, a qual não é natural da região, mas devido à baixa quantidade encontrada foi inserida em tal categoria.

Quanto a amostra 3, coletada no lago Igapó IV, a partir do Quadro 5 nota –se que a matéria orgânica diminui conforme a profundidade do estrato dando lugar ao quartzo e outros minerais. O carvão vegetal também está presente na amostra enquanto material tecnogênico, assim como o quartzo proveniente da areia utilizada na construção civil.

Esta área possuía uma urbanização consolidada até na década de 2000, e o uso do solo não teve muitas alterações desde então, o que pode refletir na grande quantidade de quartzo nos estratos mais profundos (2 e 3) e a diminuição no estrato superior. Todavia, os demais materiais tecnogênicos encontrados indicam a

constante ação antrópica nos três estratos, com percentuais próximos entre si Quadro 5.

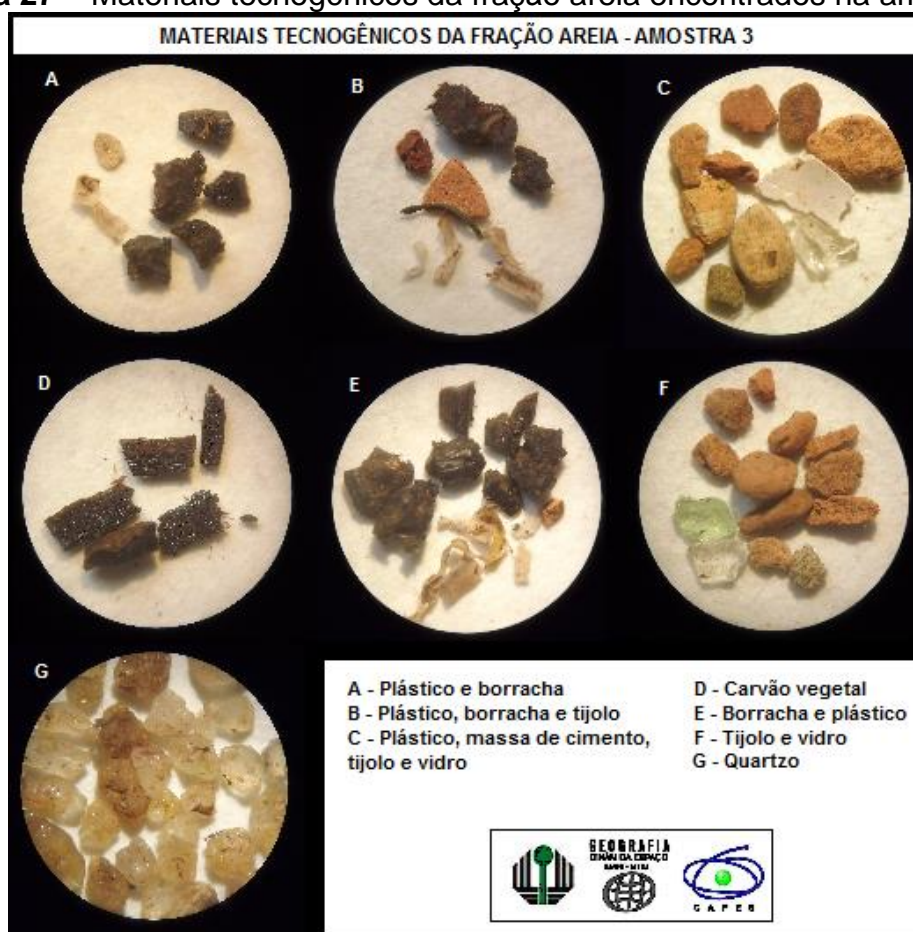
Quadro 5 – Materiais da fração areia – amostra 3.

Materiais encontrados	Média por estrato (%)			Média (%)
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	
Matéria orgânica	68	31	6,5	35,2
Quartzo	10,8	32,8	36,8	26,8
Conglomerado	–	–	12,8	4,3
Outros minerais	7,3	28,3	29,5	21,7
Carvão	2,8	0,5	3,5	2,3
Tecnogênico	11,3	7,5	11	9,9

Fonte: Elaborado pela autora.

Os demais materiais tecnogênicos componentes da fração areia são provenientes da construção civil, como tijolo e massa de cimento, além de plástico, vidro e borracha semelhante à de pneus, conforme Figura 27.

Figura 27 – Materiais tecnogênicos da fração areia encontrados na amostra 3.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os materiais geogênicos componentes da amostra 3 são a matéria orgânica, conglomerados e basalto intemperizado, natural da área de estudo. O quartzo também pode ser visualizado na Figura 28.

Figura 28 – Materiais geogênicos da fração areia da amostra 3.



Fonte: Elaborado pela autora.

A quarta amostra, embora tenha sido retirado do interior de uma Unidade de Conservação, possui mais de 11% de material tecnogênico, que somado ao percentual de quartzo e carvão vegetal chega a 47,8%, indicando que praticamente a metade do volume de sedimentos é composta por artefatos resultantes de atividades antrópicas.

O Quadro 6 demonstra que a quantidade de material tecnogênico aumentou nos estratos superiores. Exemplos desses materiais podem ser visualizadas na Figura 29.

Quadro 6 – Materiais da fração areia – amostra 4.

Materiais encontrados	Média por estrato									Média
	Est 1	Est 2	Est 3	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 8	Est 9	
Matéria orgânica	7,3	14,8	–	0,8	–	–	7,3	10	–	4,4
Quartzo	39	33	44,5	36,8	41,3	26,8	29,3	34,8	41	36,3
Conglomerado	–	–	0,25	–	–	–	–	–	6,5	0,8
Outros minerais	41,5	36,8	45	49,5	44,3	62,8	55,5	46	42,8	47,1
Carvão	–	1	–	–	–	–	–	0,5	–	0,2
Tecnogênico	12,3	14,5	10,3	13	14,5	10,5	8	8,8	9,8	11,3

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 29 – Materiais tecnogênicos da fração areia encontrados na amostra 4.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 30 mostra os demais componentes da fração areia da amostra 4, dentre eles a matéria orgânica, quartzo, basalto e magnetita e conglomerados.

Figura 30 – Materiais geogênicos da fração areia da amostra 4.



Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, a amostra 5 apresenta grande quantidade de matéria orgânica em seu primeiro estrato, sendo esta não existente nos próximos 4 estratos e muito baixa nos dois últimos. Os materiais tecnogênicos somados ao carvão e quartzo chegam a 25% do material.

Nesta região houve uma grande urbanização nos últimos dez anos, marcada pela verticalização do bairro Gleba Palhano. A área se constituía em grandes terrenos coberto por vegetação rasteira, porém na atualidade se tornou uma das regiões com grande densidade de edifícios da cidade de Londrina, o que pode ter resultado no incremento da deposição de materiais provenientes da construção civil.

Sendo assim, conforme o Quadro 7, é possível relacionar o aumento gradativo na quantidade de quartzo, variando de 3% a 37,8% entre o estrato mais profundo e o terceiro estrato, sendo que no estrato superficial essa quantidade foi reduzida a 2,3%. Os números podem indicar que houve melhoria nas ações para conter o carreamento de sedimentos pelas águas pluviais, além do término de grande parte das obras.

Os demais materiais tecnogênicos também tiveram um aumento durante a deposição do estrato 7 ao estrato 3, decaindo de 14,5% para 9,3% no estrato superficial, seguindo a mesma tendência dos materiais de construção civil. Foram encontrados materiais tecnogênicos como plástico, carvão, tijolo e massa de cimento (Figura 31).

Quadro 7 – Materiais da fração areia – amostra 5.

Materiais encontrados	Média por estrato							Média
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Estrato 7	
Matéria orgânica	86,5	–	–	–	–	4	3	13,4
Quartzo	2,3	32,8	37,8	22,3	17	4	3	17
Conglomerado	0,3	13	11,5	24	44	6	–	14,1
Outros minerais	1,8	42,8	36,3	41,3	33,5	84	90	47,1
Carvão	–	–	–	–	0,8	2	1	0,5
Tecnogênico	9,3	11,5	14,5	12,5	4,8	–	3	7,9

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 31 – Materiais tecnogênicos da fração areia encontrados na amostra 5.

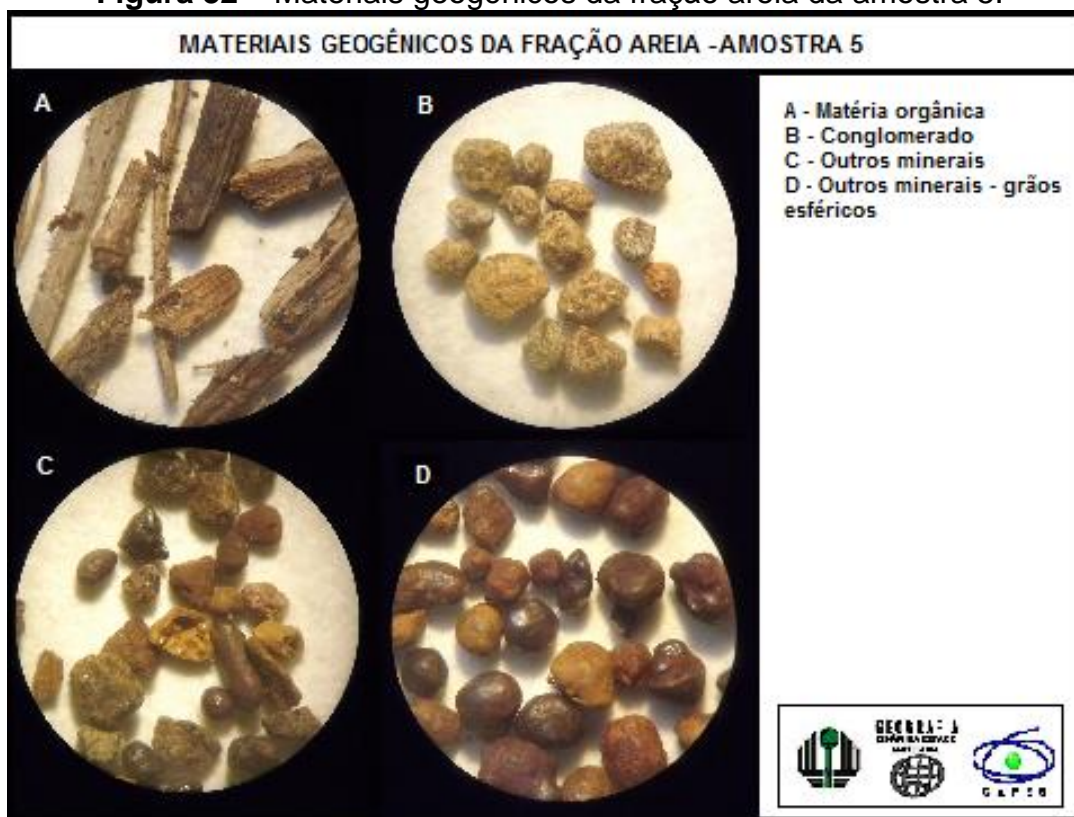


Fonte: Elaborado pela autora.

O restante dos sedimentos geogênicos possuem basicamente a mesma composição das outras amostras: matéria orgânica, conglomerados e outros

minerais, sendo que os últimos estratos (6 e 7), com a fração argila predominante, possuem os grãos esféricos e arredondados (Figura 32).

Figura 32 – Materiais geogênicos da fração areia da amostra 5.



Fonte: Elaborado pela autora.

Sendo assim, a análise e quantificação da composição da fração areia indica que grande parte dos sedimentos não são característicos da litologia da área de estudo. A alta quantidade de materiais da construção civil indica que a formação dos depósitos é originada principalmente pela emissão de águas pluviais.

A falta de fiscalização das obras pela cidade aumenta a carga de sedimentos recebidos pelo sistema de drenagem urbana e, conseqüentemente, a quantidade de sedimentos emitidos nos lagos e córregos.

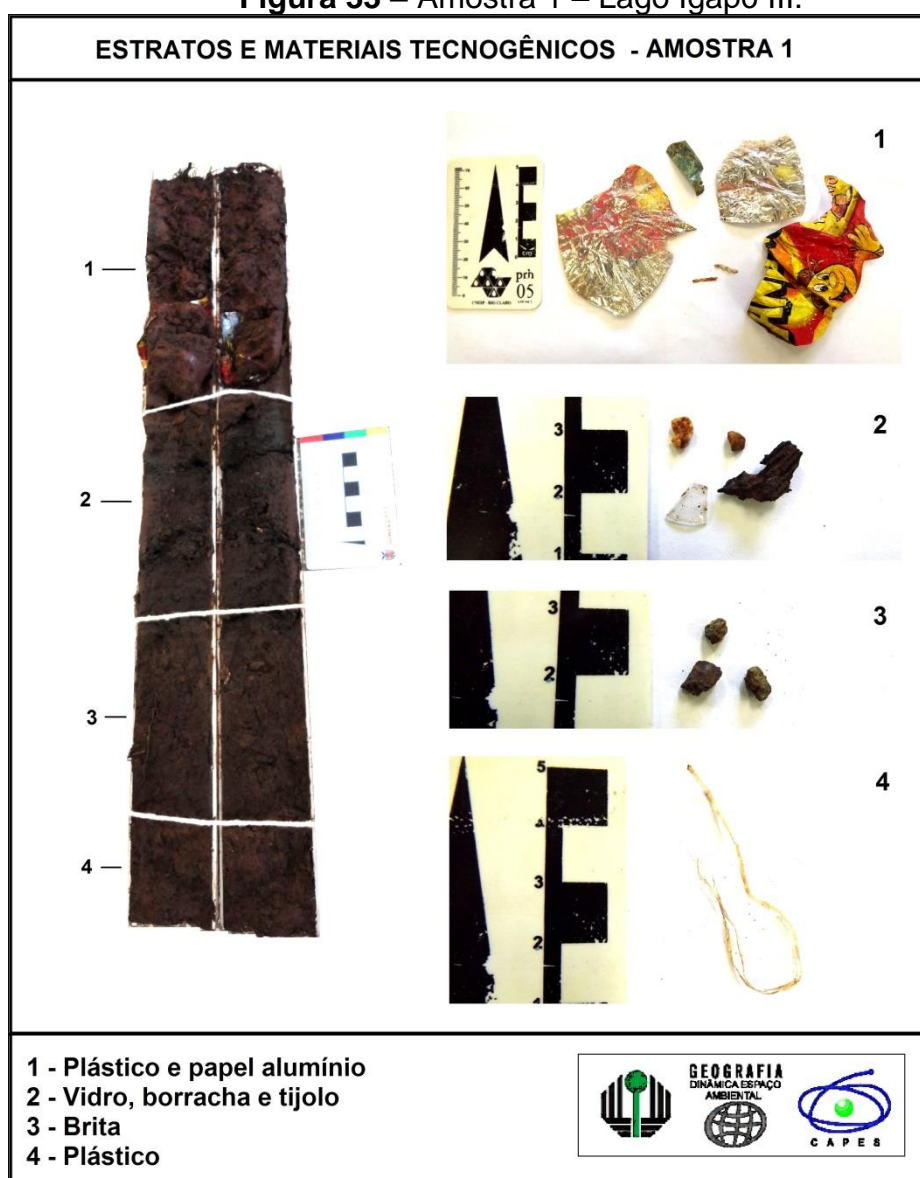
O assoreamento dos lagos, somado à falta de manutenção das galerias pluviais e bocas –de –lobo pode prejudicar a população com enchentes em curto espaço de tempo e com baixo volume de chuva, uma vez que a capacidade de armazenamento dos lagos se torna quase irrisória.

6.1.3 Materiais tecnogênicos dos estratos

Além dos componentes tecnogênicos da fração areia, foram verificados os elementos visíveis a olho nu, sendo que a maioria destes trata –se de resíduos sólidos urbanos, encontrando alguns em estado de decomposição.

Na Figura 33 é possível visualizar os estratos e os respectivos materiais tecnogênicos identificados na amostra 1. Pode –se notar que os materiais variam de papel alumínio a borracha e vidro, estando presentes também, materiais de construção civil e plástico.

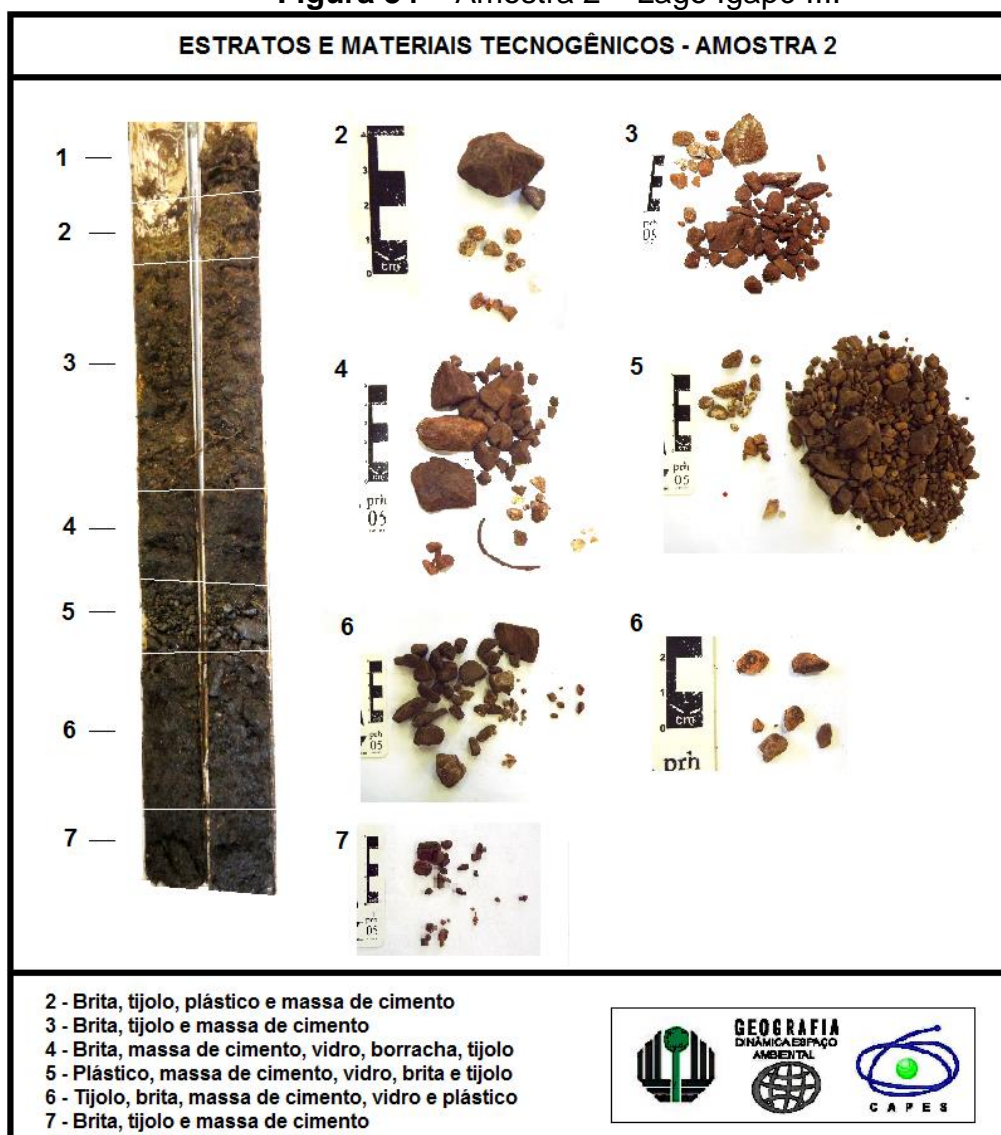
Figura 33 – Amostra 1 – Lago Igapó III.



Fonte: Elaborado pela autora.

Dentre os materiais identificados na amostra 2, o basalto (brita) foi encontrado em maior quantidade e maiores tamanhos em praticamente todos os estratos (Figura 34). O estrato 1 não apresentou materiais tecnogênicos, sendo composto principalmente por matéria orgânica. É possível visualizar as diferentes colorações entre os estratos, bem como sua composição. No momento da coleta da amostra, a alta quantidade de materiais da construção civil ali encontrada dificultou a penetração do tudo de PVC em determinadas profundidades.

Figura 34 – Amostra 2 – Lago Igapó III.



Fonte: Elaborado pela autora.

A amostra 3 foi coletada no lago Igapó IV, em uma ilha proveniente do despejo de 2 emissários de águas pluviais. Apesar de possuir um volume considerável de sedimentos, não foi possível coletar grande quantidade de material

em virtude da não consolidação do mesmo. Dessa forma obteve –se uma amostra de 30cm de espessura que pôde ser dividida em 3 estratos, os quais podem ser visualizados na Figura 35, bem como seus materiais tecnogênicos.

Figura 35 – Amostra 3 – Lago Igapó IV.

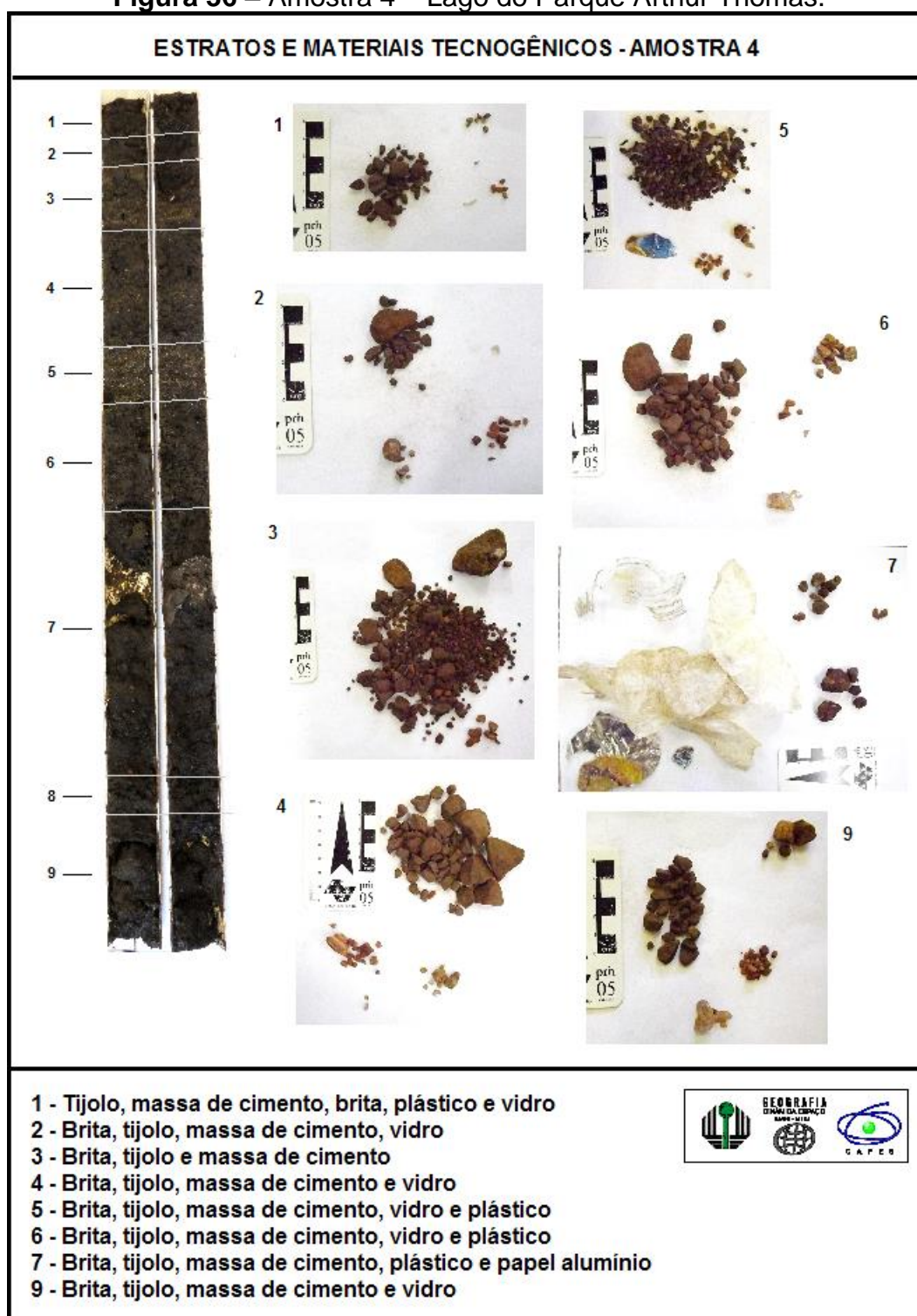


Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme observado, os materiais tecnogênicos da amostra 3 são resíduos, principalmente do setor da construção civil. Folhas, galhos e restos de insetos compõem a matéria orgânica presente, principalmente, no estrato 1.

A amostra 4 também apresentou quantidade significativa de materiais da construção civil, como brita (basalto), tijolos e massa de cimento. Além desses materiais foram encontrados plástico, papel alumínio e vidro. Os materiais podem ser visualizados na Figura 36, assim como a divisão dos estratos na amostra.

Figura 36 – Amostra 4 – Lago do Parque Arthur Thomas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os materiais da amostra 5 (Figura 37) são, em sua maioria, plástico, aparentemente restos de sacolas. Além do plástico há os materiais de construção civil. O último estrato da amostra, o mais argiloso, possui uma coloração avermelhada, diferente das demais.

Figura 37 – Amostra 5 – Lago Igapó II.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os materiais encontrados nos estratos, visíveis a olho nu, chamam atenção para a questão da disposição dos resíduos sólidos urbanos, principalmente os resíduos da construção civil. É necessária maior sensibilização da população para essas questões, acompanhada por fiscalização das obras e correta destinação

final dos resíduos para que a qualidade ambiental dos lagos da bacia do ribeirão Cambé não fique ainda mais comprometida.

6.2 CLASSIFICAÇÃO

Os depósitos tecnogênicos dos lagos da bacia do ribeirão Cambé têm sua gênese principalmente a partir da sedimentação de materiais utilizados na construção civil, conforme demonstrado pela alta quantidade desses materiais encontrados nas análises laboratoriais. De acordo com a classificação de Oliveira (1990), esse tipo de depósito está inserido na classe dos depósitos induzidos, uma vez que são decorrentes do assoreamento dos lagos, induzido pela erosão provocada pela expansão urbana e pela contribuição de sedimentos provenientes das galerias pluviais.

Quanto às características do material constituinte, os depósitos são classificados como “úrbicos” em virtude da alta quantidade de artefatos humanos e da composição dos sedimentos ser majoritariamente de detritos da construção civil, indicando que a principal causa do assoreamento são os materiais carreados pelas águas pluviais e emitidos nos lagos.

6.3 EVOLUÇÃO DOS DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS

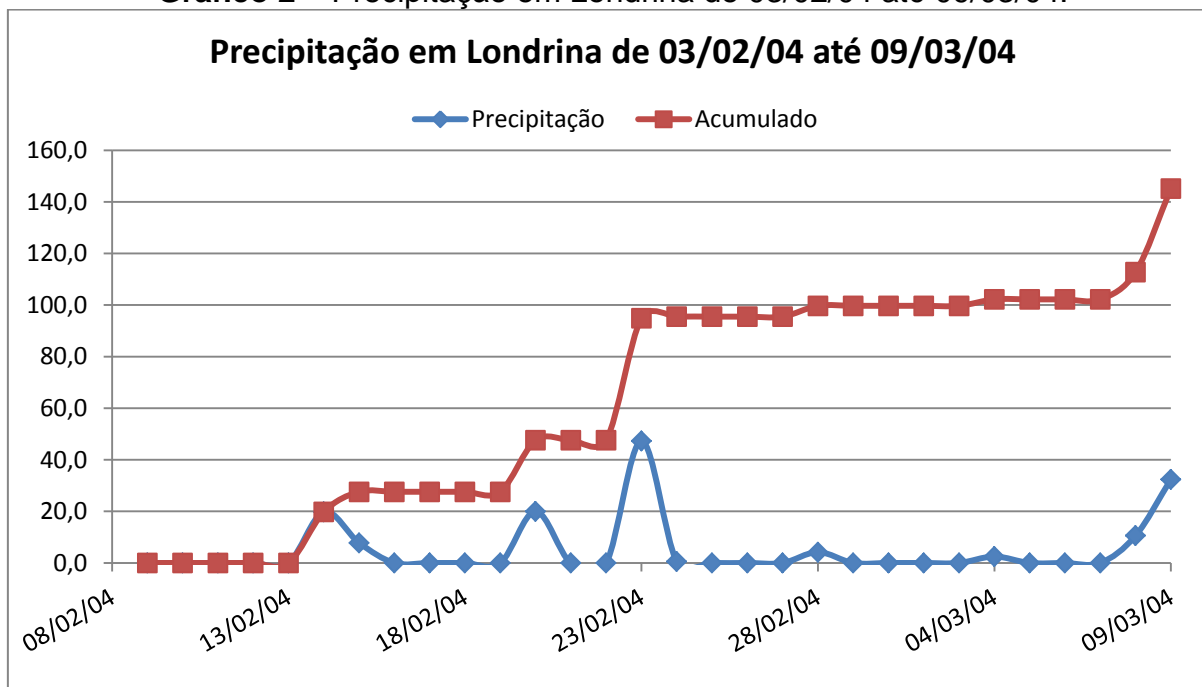
A formação dos depósitos tecnogênicos é fruto de um processo de ocupação de determinado espaço. Embora possam ser visíveis há poucos anos, os depósitos tecnogênicos da área de estudo englobam outras consequências além da mudança na paisagem. A gestão urbana está intrinsecamente atrelada à evolução desses depósitos, desde a projeção e gestão do sistema de drenagem urbana, até a sensibilização da população frente ao descarte inadequado de resíduos sólidos.

A partir das imagens de satélite do software Google Earth foi possível verificar quando os depósitos se tornaram visíveis na paisagem, bem como realizar a medição da área de cada depósito.

A precipitação ocorrida próxima às datas das imagens pode ter influenciado na área dos depósitos, uma vez que a quantidade de sedimentos pode variar conforme o volume de chuvas. A partir dessa consideração, foram coletados

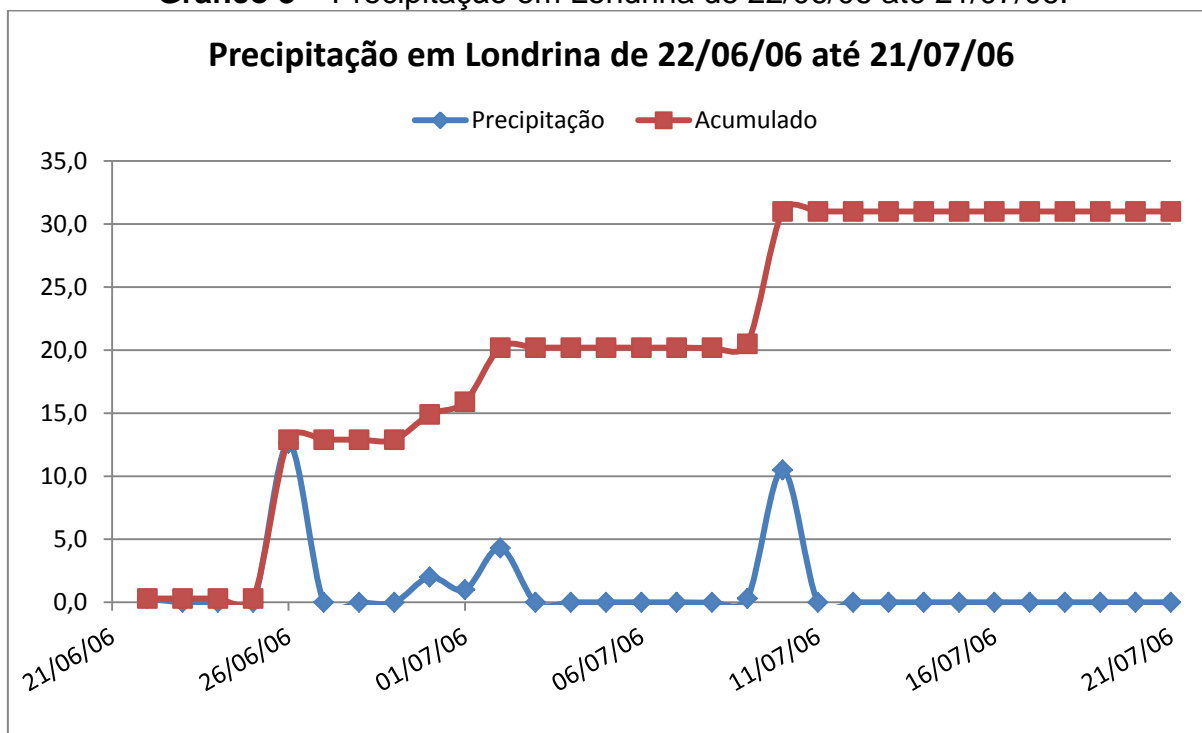
os dados de precipitação do IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) de um mês anterior às datas das imagens. Os dados podem ser visualizados a seguir (gráficos 2 a 8).

Gráfico 2 – Precipitação em Londrina de 03/02/04 até 09/03/04.

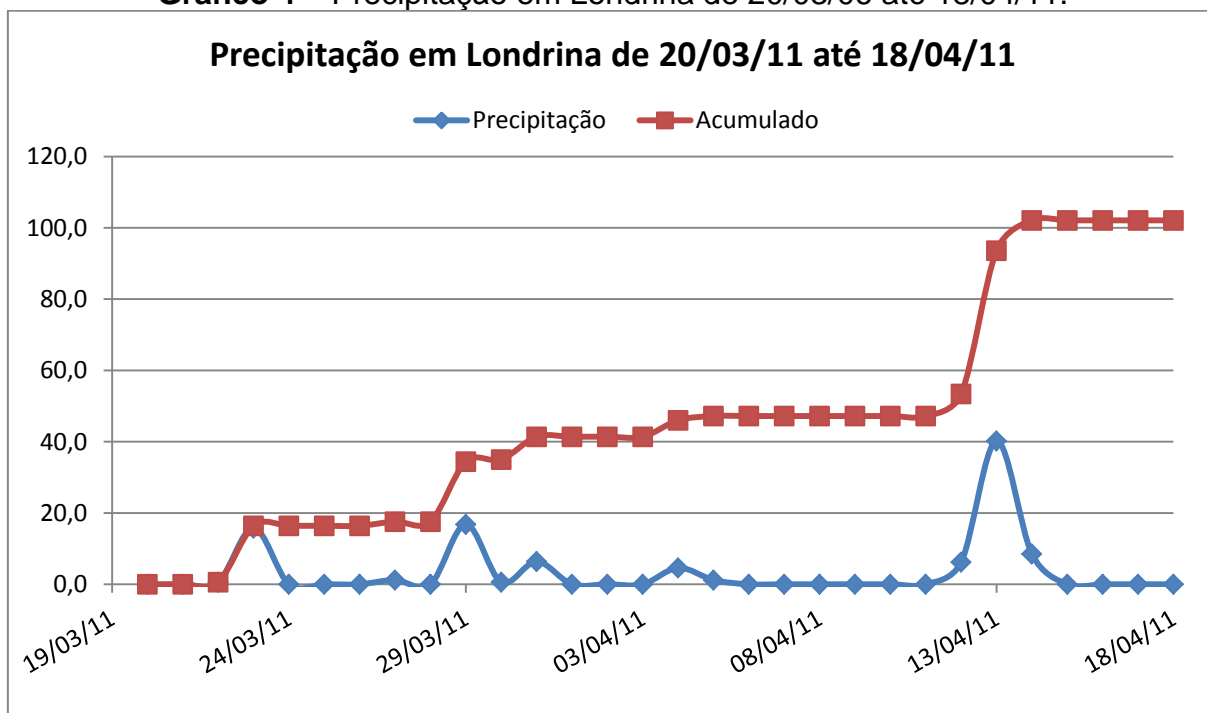


Fonte: IAPAR, 2015.

Gráfico 3 – Precipitação em Londrina de 22/06/06 até 21/07/06.



Fonte: IAPAR, 2015.

Gráfico 4 – Precipitação em Londrina de 20/03/06 até 18/04/11.

Fonte: IAPAR, 2015.

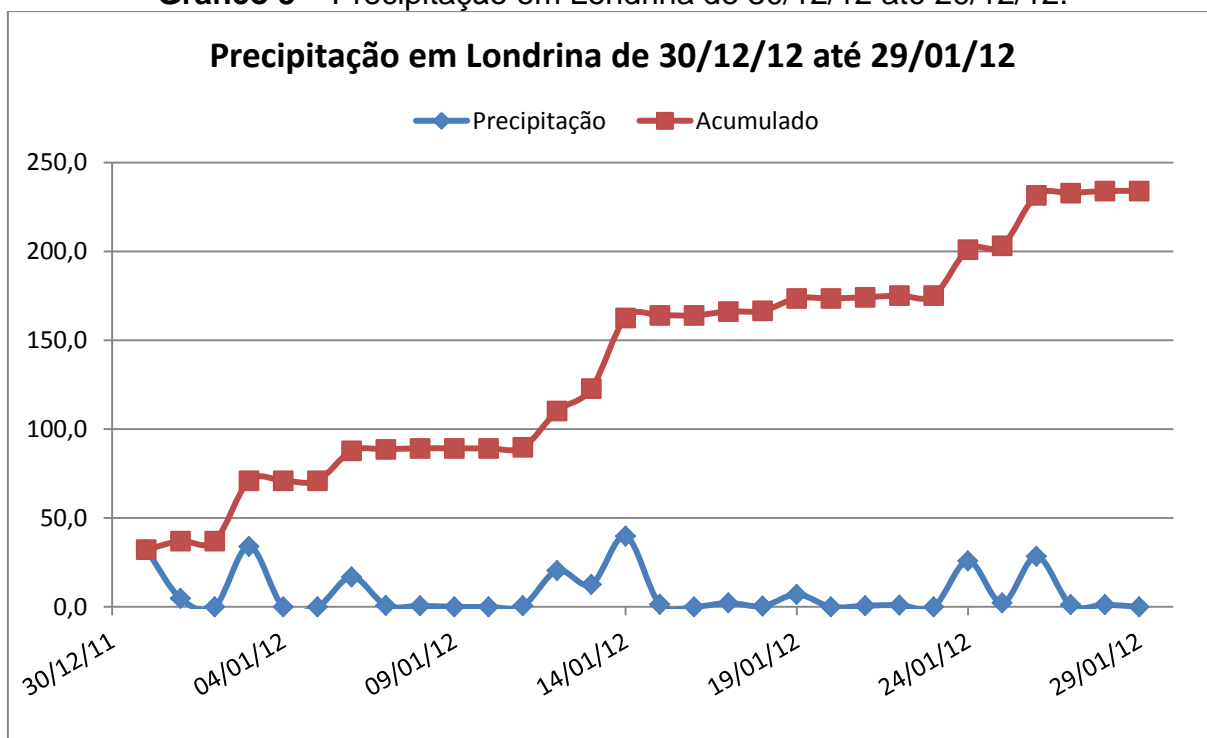
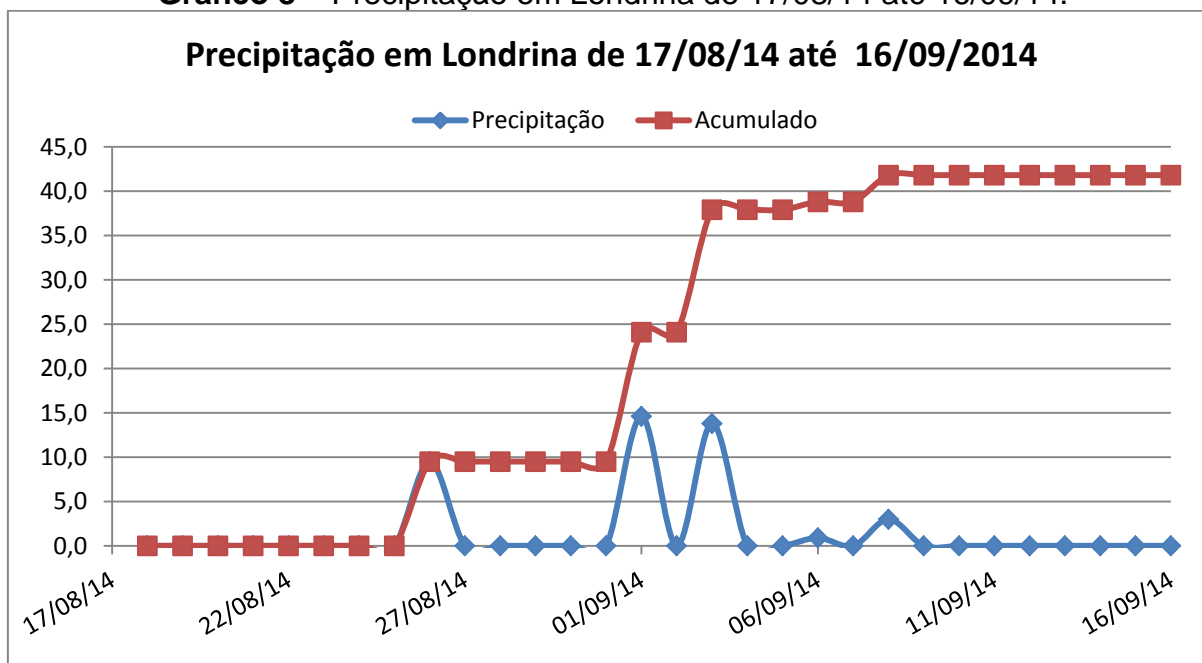
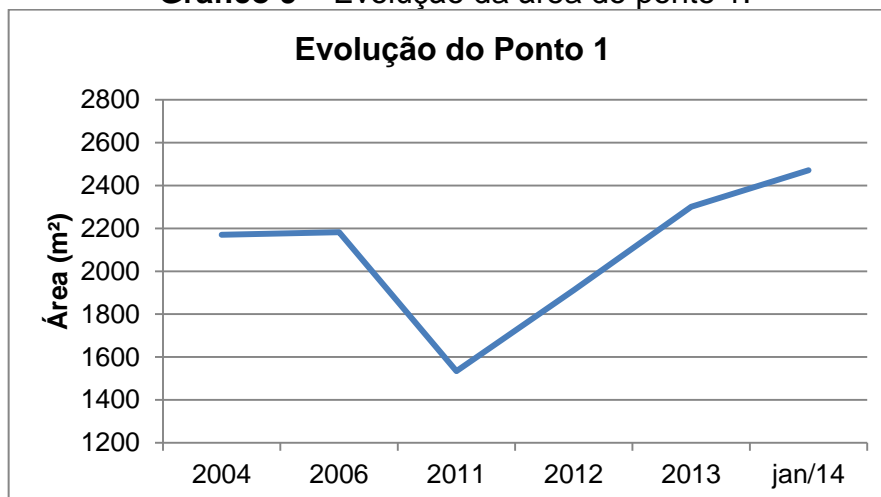
Gráfico 5 – Precipitação em Londrina de 30/12/12 até 29/12/12.

Gráfico 8 – Precipitação em Londrina de 17/08/14 até 16/09/14.

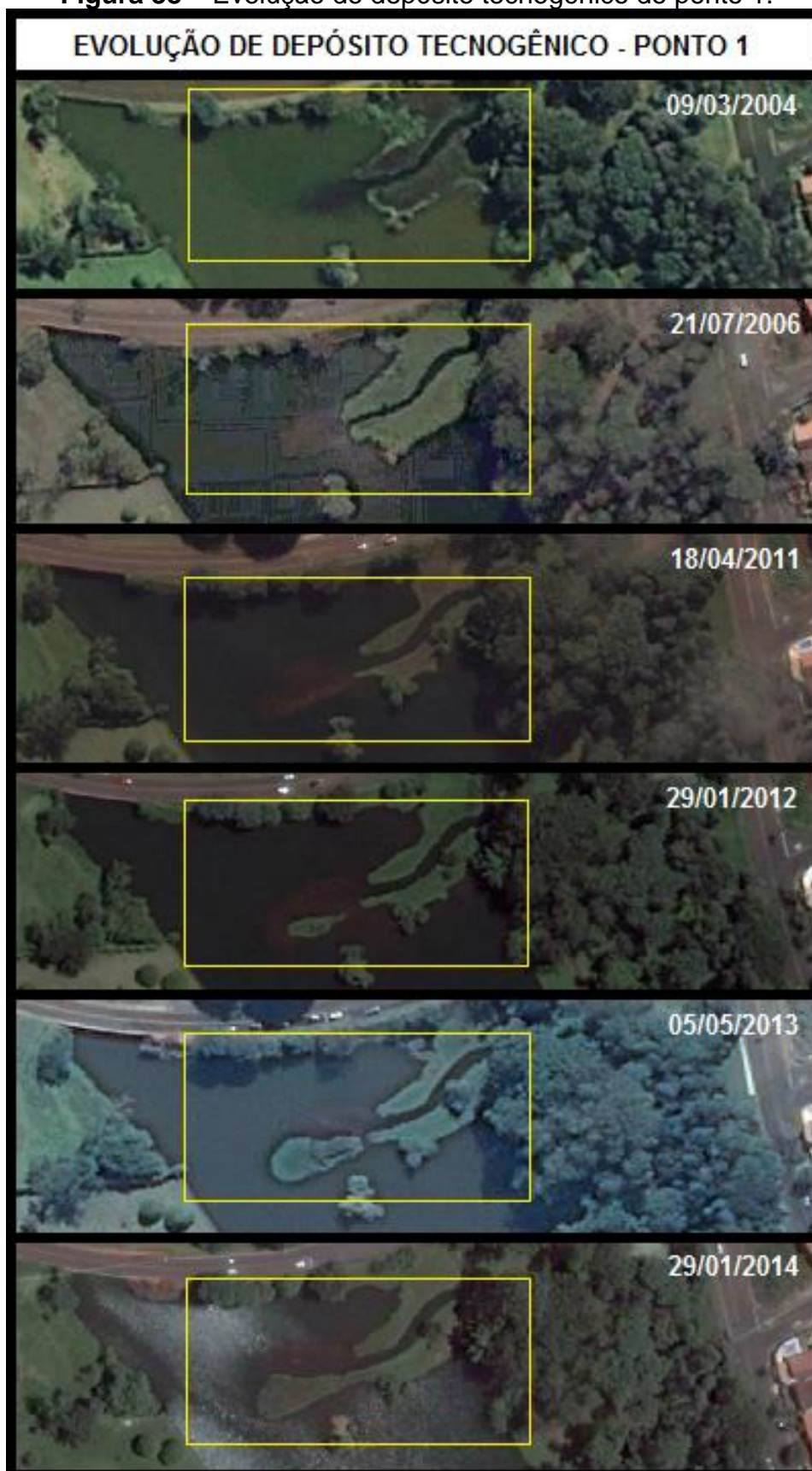
Fonte: IAPAR, 2015.

No local de coleta da amostra 1, verificou-se que no ano de 2004 havia uma área visível de sedimentos sobre a superfície do lago de aproximadamente 2.170m², a qual aumentou em 2006 e diminuiu em 2011, podendo ser devido ao próprio regime de correnteza do lago. Em 2006 não houve chuva nos 10 dias anteriores à imagem, enquanto em 2011 houve chuva até 5 dias antes. Desde então, a área de deposição de sedimentos subiu de 1.533m² (2011) para 2.471m² em 2014. (Figura 38). O acréscimo de área foi calculado em 14%. O Gráfico 9 demonstra como foi a evolução desse depósito em termos de área (m²).

Gráfico 9 – Evolução da área do ponto 1.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 38 – Evolução do depósito tecnogênico do ponto 1.

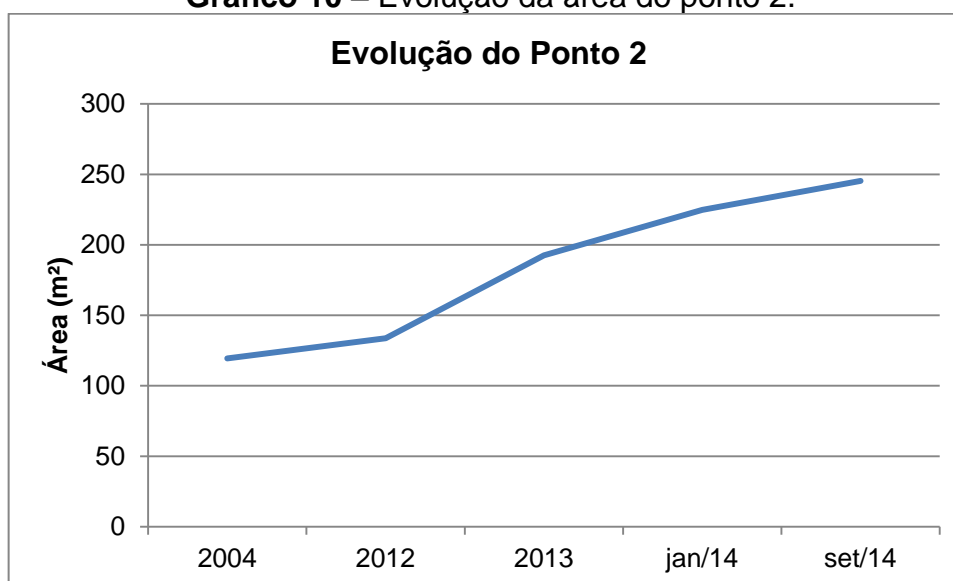


Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

A amostra 2 foi retirada de uma pequena ilha formada pela emissão de águas pluviais. No momento da coleta da amostra foi constatado que o próprio emissário se encontra assoreado e coberto por gramíneas (pode –se visualizar na Figura 14).

Quanto à evolução desse depósito, pode –se dizer que desde 2004 havia um delta de sedimentos provenientes das galerias pluviais próximo ao emissário. No entanto, a partir das imagens de satélite, percebe –se que a ilha tem sua base visualizada desde 2012, emergindo em 2013 e segue com volume maior a cada ano (Figura 39). As chuvas no período anterior à imagem de 2012 ocorreram poucos dias antes, sendo que em 2013 houve um período de estiagem de aproximadamente 20 dias. A área desse depósito que era de 119,41m² em 2004 passou para 245,36m² em 2014, possuindo um aumento de 105% em relação a sua área inicial, conforme visualiza –se no Gráfico 10.

Gráfico 10 – Evolução da área do ponto 2.



Fonte: Elaborado pela autora.

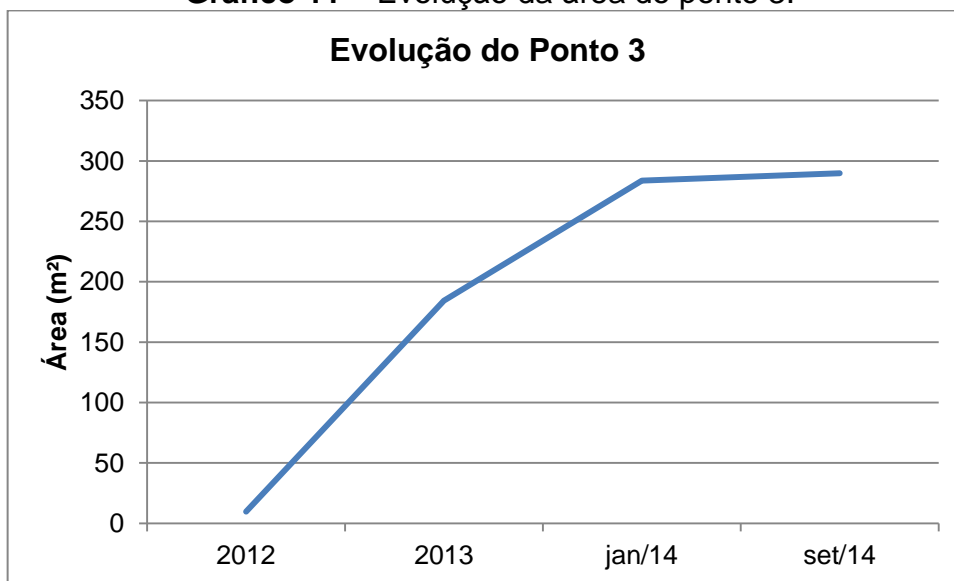
Figura 39 – Evolução do depósito tecnogênico do ponto 2.



Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

O ponto 3, localizado entre 2 emissários de águas pluviais também emerge à superfície do lago no ano de 2013 (184,32m² de área) e teve seu volume aumentado em 2014 (289,85m²) conforme Gráfico 11 e Figura 40. Em 2013 não houve chuvas até 20 dias antes da imagem, sendo que em 2014 o volume de chuva próximo às duas datas foi baixo. A área urbana do entorno do lago Igapó IV possui declividade e grande quantidade de terrenos vazios em sua porção sudoeste, o que permite o carreamento de maior volume de sedimentos para o interior do lago.

Gráfico 11 – Evolução da área do ponto 3.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 40 – Evolução de depósito tecnogênico do ponto 3.



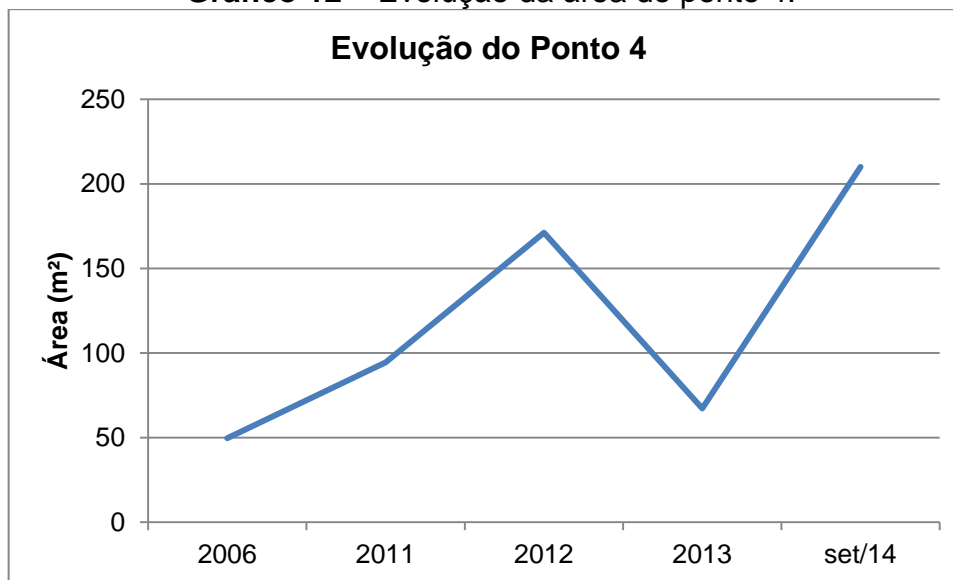
Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

O ponto 4, no interior do Parque Arthur Thomas, possuía em 2006 uma área de 49,65m² de sedimentos aparentes depositados e em 2014, essa área aumentou para 210,04m² (Gráfico 12), aproximadamente 323%. Entre 2009 e 2011 teve início a emergência de uma nova ilha no interior do mesmo lago, a qual possuía 58,44m² de área e em 8 meses adquiriu uma área de 1241,5m², que representa 1880% da área inicial, conforme visualizado no Gráfico 13 e Figura 41.

O grande aumento da ilha pode ser decorrente do tipo de deposição, sendo que esta se deu em uma área ampla por diversas fontes e não pontual como nos demais. Sendo assim, o volume é depositado em uma área maior e tem um crescimento mais lento em espessura, mas ao elevar –se sobre a lâmina d'água, toda a dimensão do depósito torna –se aparente em um curto espaço de tempo.

Por ser o lago mais antigo da bacia do ribeirão Cambé, a recepção de sedimentos também torna –se antiga, sendo que a grande quantidade de resíduos sólidos presente no depósito é proveniente do descarte irregular nas ruas da cidade, seja próximo ao parque ou não.

Gráfico 12 – Evolução da área do ponto 4.



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 13 – Evolução da área da ilha ao lado do ponto 4.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 41 – Evolução de depósito tecnogênico do ponto 4.



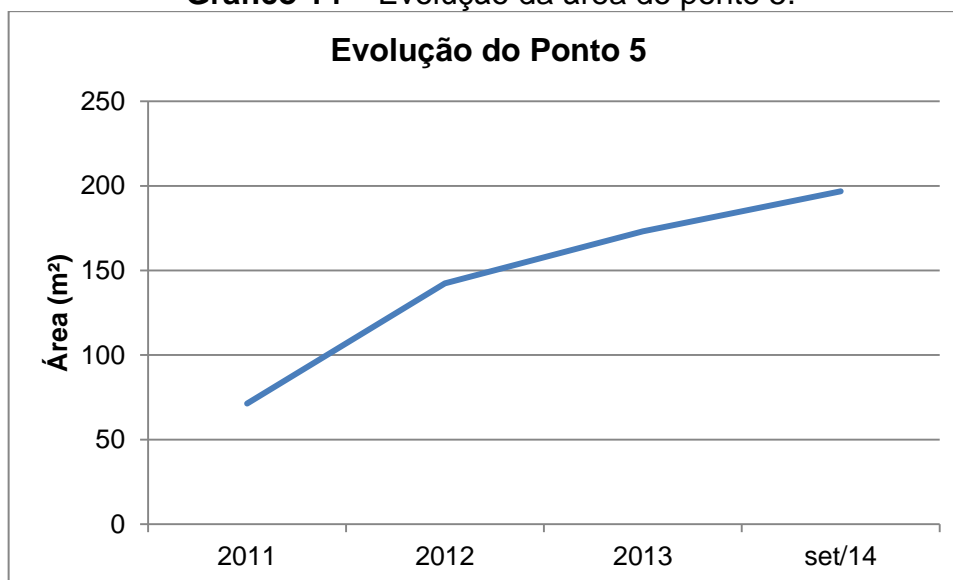
Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

O lago Igapó II, onde localiza-se o ponto 5, sofreu com várias mudanças na ocupação de sua vertente direita, principalmente na última década com a grande valorização imobiliária e construção de altos prédios na região do bairro Gleba Palhano.

Atualmente o lago II é uma das principais áreas de lazer da zona sul da cidade de Londrina, possuindo pista de caminhada e ciclovia ao seu redor. O lago é considerado ainda, o cartão postal da cidade em virtude da paisagem que pode ser visualizada. Contudo, é possível notar que a paisagem se transforma a cada ano, seja pelo crescente número de prédios construídos ao seu redor, ou pela presença dos depósitos tecnogênicos.

A Figura 42 ilustra a evolução do depósito tecnogênico no lago, o qual é visível em 2011 com 71,32m² e evoluiu para 196,77m² em 2014, cerca de 176% de aumento. Em 2011 choveu 40mm 5 dias antes da imagem, sendo que em 2014 o volume de chuva foi baixo. O Gráfico 14 exhibe as áreas aproximadas de cada ano.

Gráfico 14 – Evolução da área do ponto 5.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 42 – Evolução de depósito tecnogênico do ponto 5



Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

As imagens de evolução dos depósitos tecnogênicos mostraram que os anos de 2011, 2012 e 2013 são marcados pelo afloramento das ilhas no interior dos lagos. Cabe lembrar que, durante esses anos houve grande crescimento do mercado imobiliário, não só em Londrina como em todo o país.

O crescimento urbano pode aumentar a impermeabilização do solo e, conseqüentemente reduzir a erosão superficial e a produção direta de sedimentos, entretanto promove o carreamento de resíduos de natureza antrópica pelas águas pluviais, influenciando na formação e composição dos depósitos tecnogênicos. Quanto maior o volume de chuvas, maior o volume de sedimentos carregados. A velocidade da água nos lagos durante os dias chuvosos pode acarretar em maior deposição dos sedimentos (baixa velocidade), sendo que grandes volumes de chuva acarretam maior velocidade da água e maior volume de sedimentos transportados, entretanto, a partir de observações em campo notou –se que os sedimentos demoram até 3 dias para se depositarem.

6.4 MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Conforme exposto anteriormente, o processo de ocupação do espaço urbano influencia na gênese e evolução dos depósitos tecnogênicos. Para tanto, as imagens de satélite da área permitem visualizar algumas das mudanças de uso e ocupação do solo ocorridas na última década.

A Figura 43 exhibe uma grande mudança ocorrida na bacia do Ribeirão Cambé. A área em questão trata –se da Gleba Palhano, atualmente uma das áreas nobres da cidade, a qual apresentou um aumento significativo no número de edifícios construídos. Nota –se que em 2006 o uso era majoritariamente rural, com grande área verde devido às chácaras ali existentes.

Em virtude do grande número de novas construções a impermeabilização do solo nessa área pode ter avançado significativamente em apenas 8 anos, afetando o volume de água escoado diretamente para o lago por meio das galerias pluviais, bem como o tipo de material carregado pelas mesmas.

O mesmo pode ser visualizado na Figura 44, em que a região próxima ao Parque Arthur Thomas, drenada pela rede pluvial, também sofreu o

processo de ocupação urbana. Entretanto, essa não é uma área nobre, o que pode alterar os tipos de resíduos e materiais transportados para o lago.

Figura 43 – Mudanças no uso do solo na região da Gleba Palhano.



Fonte: Google Earth, 2015. Org. pela autora.

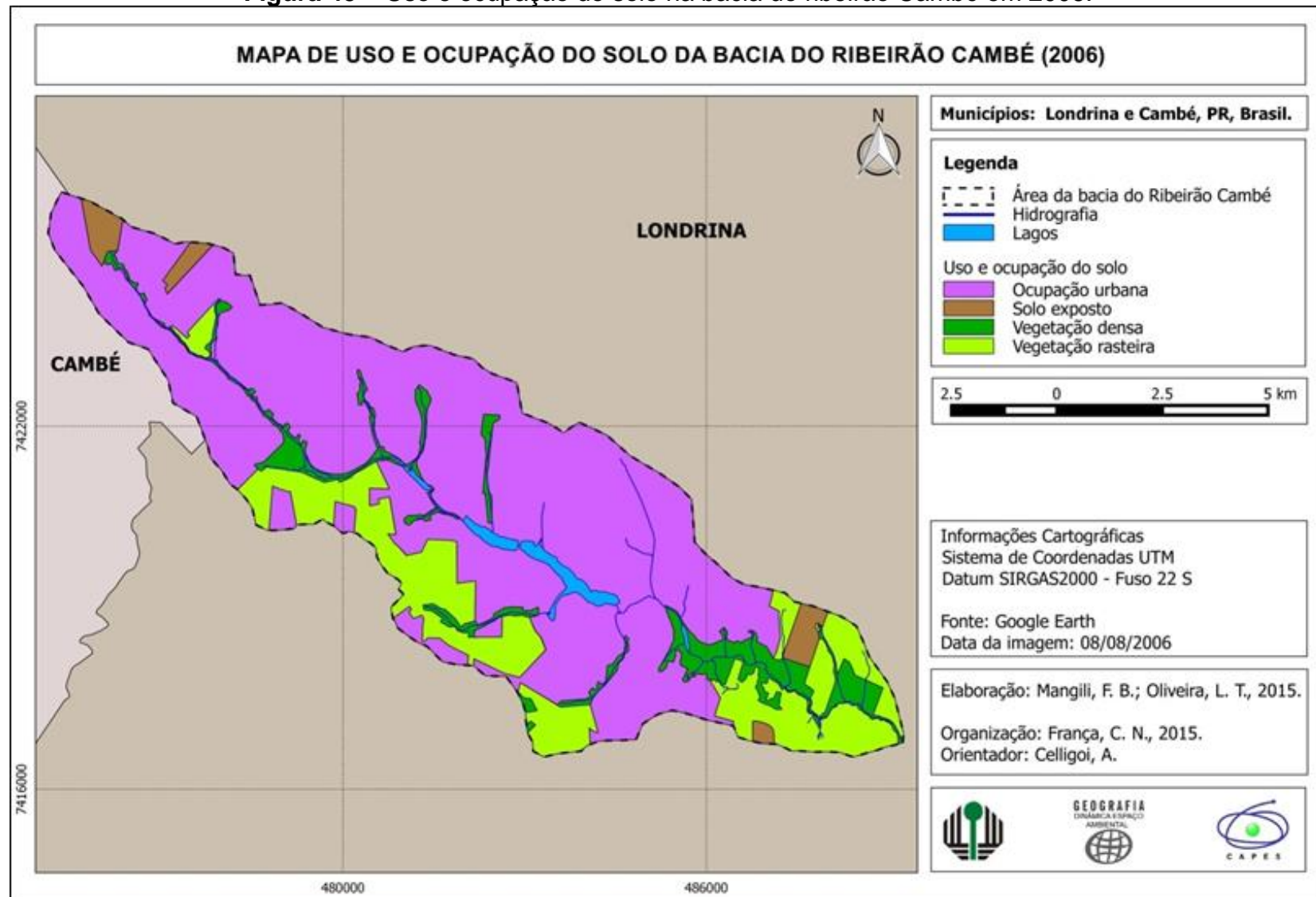
Figura 44 – Mudanças no uso do solo na região do Parque Arthur Thomas.



Fonte: Google Earth, 2015. Org. pela autora.

Apresenta –se em seguida, os mapas de uso e ocupação do solo, representados pelas figuras 45 a 48, os quais demonstram de maneira geral as mudanças ocorridas em toda a bacia do Ribeirão Cambé.

Figura 45 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2006.



Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

Figura 46 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2011.



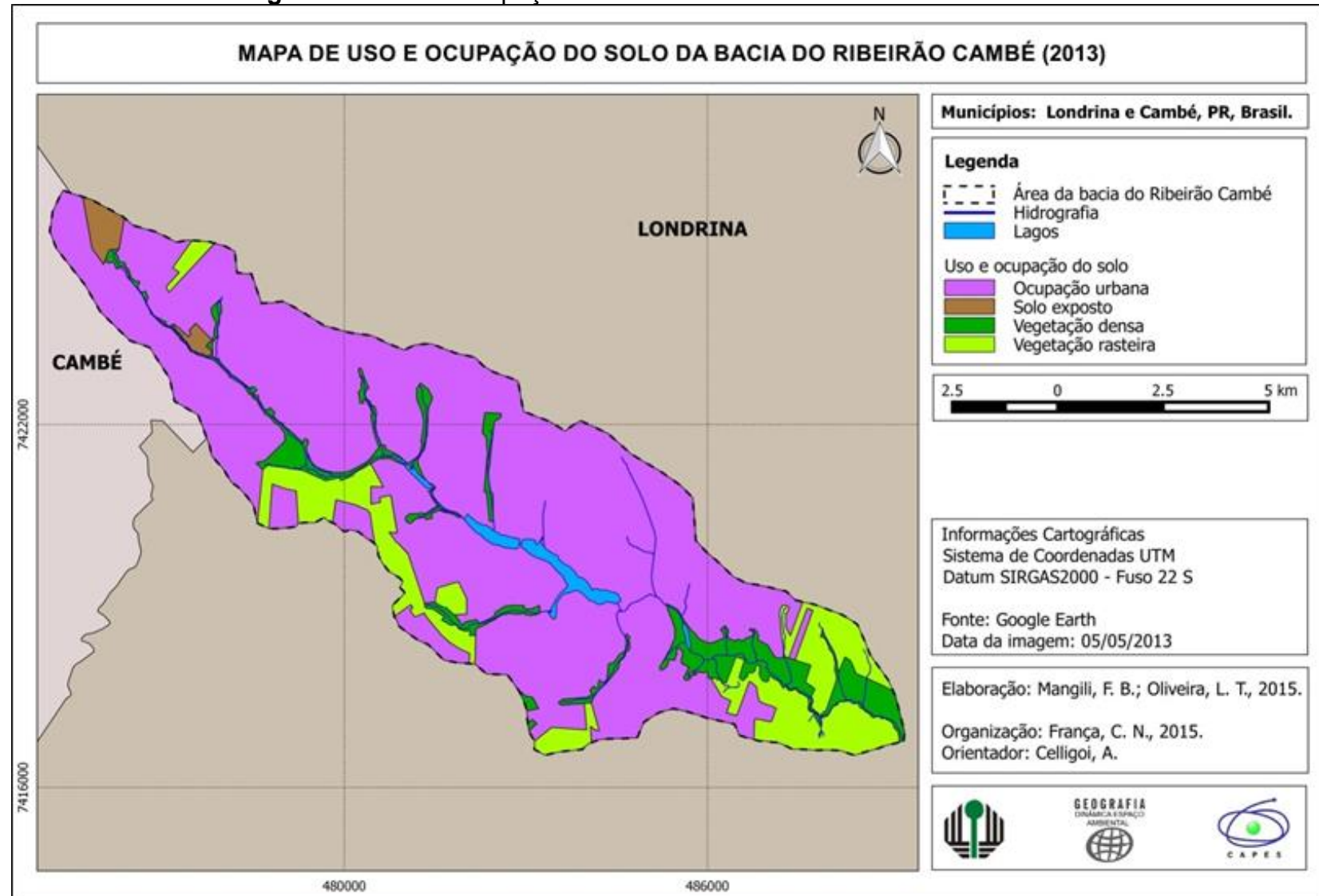
Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

Figura 47 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2012.



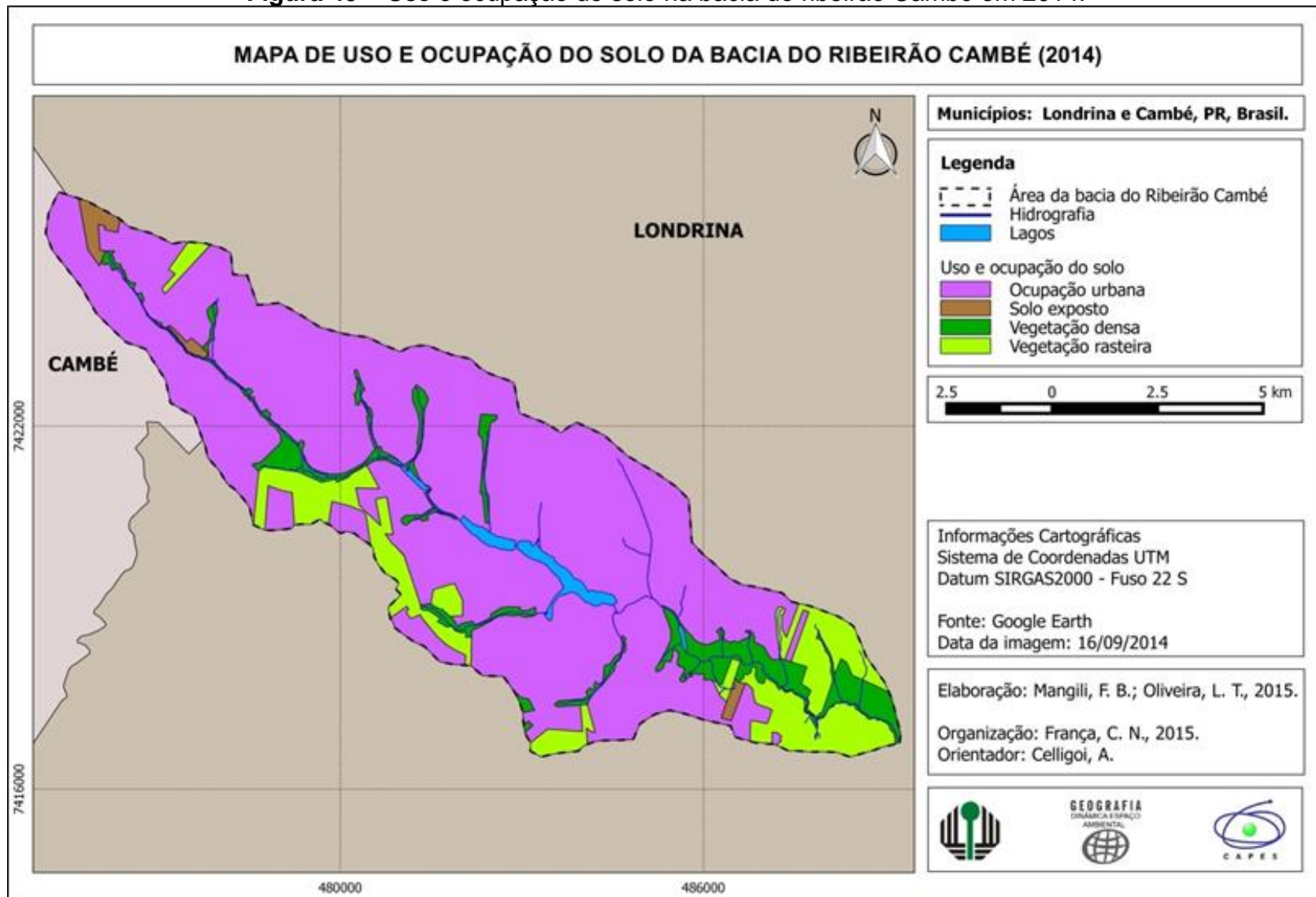
Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

Figura 48 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2013.



Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

Figura 49 – Uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Cambé em 2014.



Fonte: Google Earth. Org. pela autora.

A Tabela 6 complementa a análise sobre o uso e ocupação do solo, demonstrando as áreas e os percentuais de ocupação para cada classe definida.

Tabela 6 – Área das classes de uso e ocupação do solo e suas respectivas porcentagens na Bacia do Ribeirão Cambé – Londrina, PR

Área e porcentagem das classes de uso e ocupação do solo										
Classes	2006	%	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%
Solo Exposto	1,24	2,6	0,62	1,3	0,43	0,9	0,57	1,2	0,52	1,1
Vegetação rasteira	9,01	18,9	7,30	15,3	6,96	14,6	6,34	13,3	6,06	12,7
Vegetação densa	3,81	8,0	3,91	8,2	3,81	8,0	3,91	8,2	3,91	8,2
Ocupação Urbana	33,61	70,5	35,86	75,2	36,48	76,5	36,86	77,3	37,19	78,0
Área total = 47,68 Km ²										

Fonte: Elaborada pela autora.

A partir dos mapas apresentados e da Tabela 6, percebe –se o aumento gradativo da área de ocupação urbana na bacia, saltando de 70,5% em 2006 para 78% em 2014. A vegetação rasteira, classe que inclui os terrenos vazios diminuiu 6,2%, demonstrando que a ocupação urbana tem tomado o lugar desses terrenos, assim como das áreas com solo expostos, que também tiveram decréscimo. A vegetação densa, caracterizada principalmente pelas matas ciliares a montante na bacia e pelo Parque Arthur Thomas sofreu pouca variação, oscilando entre 8% e 8,2%, equivalente a uma área de 100m².

6.5 PROPOSTAS PARA A GESTÃO DA BACIA E MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Para amenizar os impactos causados pela urbanização é necessária a implementação de algumas leis referentes ao ordenamento territorial, como por exemplo, o Plano Diretor Participativo do Município de Londrina (PDPML), a Lei do Zoneamento e Uso e Ocupação do Solo Urbano, o Código Ambiental (os últimos são complementares à Lei do Plano Diretor).

O Plano Diretor de Londrina, Lei 10.637/2008, adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão territorial e a sustentabilidade ambiental integrada aos objetivos, visando à valorização do patrimônio ambiental (bens que compõem os patrimônios natural, artificial e cultural) e à preservação e conservação do potencial ambiental do Município, a fim de superar os conflitos referentes à poluição e degradação ambiental.

Um dos objetivos gerais do PDPML descritos no Art. 6 º é “IV. o ordenamento do território como garantia do pleno cumprimento das funções sociais da propriedade e do direito à cidade para todos, compreendendo os direitos: [...] c) ao saneamento ambiental com a preservação e recuperação do ambiente natural”.

Ainda no escopo da Lei 10.637/2008, o Art. 113 coloca que dentre os princípios da Política Municipal Ambiental estão a proteção e recuperação do meio ambiente e da paisagem urbana. A eliminação dos depósitos tecnogênicos seria então uma das medidas a serem tomadas com vistas a seguir esse princípio. O próprio Código Ambiental (Lei 11.471/2012) estabelece em seu Artigo 238, que:

Art. 238. O Poder Executivo, por meio dos órgãos competentes, deverá colocar cláusula de responsabilidade social no novo contrato de concessão para exploração do serviço de água e esgoto, estabelecendo que a empresa vencedora desse serviço deverá fazer num prazo de até cinco (5) anos os seguintes serviços:

[...]

II – desassorear e remover mensalmente o depósito de todo o entulho e resíduo encontrados nos Lagos Igapó I, II, III e IV em local a ser designado pelo Município; (LONDRINA, 2012).

No entanto, sabe –se que na prática isso não ocorre e envolve outras problemáticas, como por exemplo, a destinação final dos resíduos e sedimentos a serem retirados dos lagos. Considerando a possibilidade de contaminação desse material, o mesmo deve ser descartado em Aterro Classe I, o qual é destinado a resíduos industriais perigosos, dentre os quais lodos de estações de tratamento de efluentes e solos contaminados (resíduos semelhantes ao que pode ser encontrado nos lagos em estudo).

O Instituto Ambiental do Paraná – IAP, órgão estadual responsável pelo licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental no estado realizou um estudo sobre a qualidade ambiental dos lagos, incluindo batimetria, volume total de sedimentos, análises químicas etc., no entanto, por falta de publicidade dos dados não foi possível o acesso para complementar a análise dos depósitos tecnogênicos e realizar um prognóstico a curto, médio e longo prazo do assoreamento.

Enquanto o assoreamento dos lagos ainda é visível na paisagem, algumas medidas devem ser tomadas a fim de promover a estabilidade do assoreamento e prevenir o seu reaparecimento caso haja a sua remoção. Para tanto, é preciso voltar –se para a implementação dos instrumentos existentes na esfera da gestão pública.

A Lei 12.236/2015, que dispõe sobre o uso e ocupação do solo estabelece que as áreas marginais aos cursos d'água e lagos são consideradas Zonas Especiais, sendo mais especificamente Zona de Fundo de Vale e Proteção Ambiental ou ZE -4, conforme Figura 50. Essa zona destina-se prioritariamente à formação de parques lineares visando à preservação ambiental e a recreação, restringindo a execução de obras. No entanto, a existência dessas áreas não evita a formação dos depósitos tecnogênicos, uma vez que a origem desses não está atrelada aos processos ocorridos nas margens dos lagos.

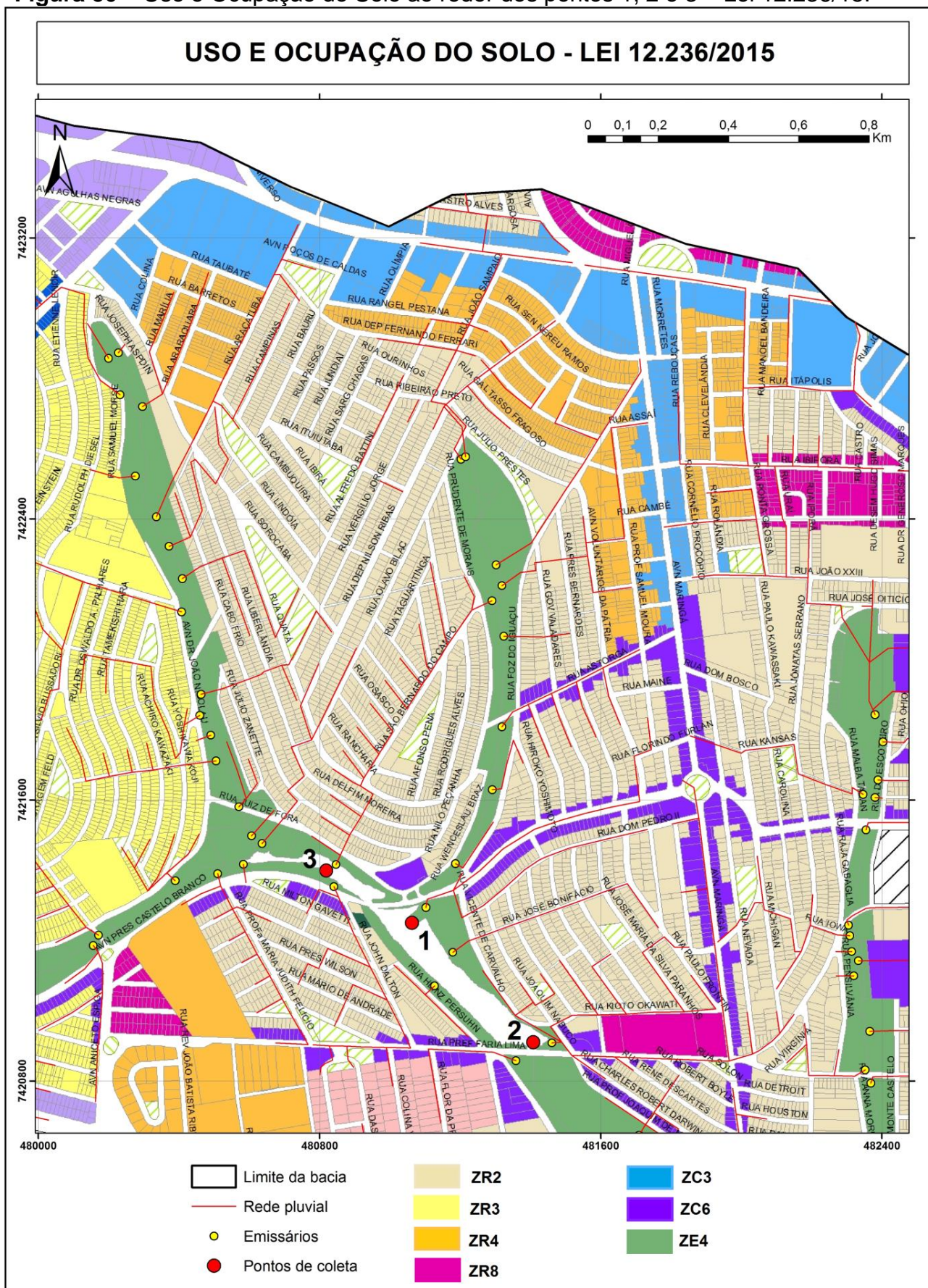
A partir da localização de cada depósito tecnogênico estudado, buscou-se na Lei 12.236/2015 o estabelecimento dos usos permitidos nas áreas imediatamente ao redor dos pontos de coleta, onde as galerias pluviais drenam as águas que são emitidas nos mesmos, excetuando-se a ZE -4.

Sendo assim, os pontos 1, 2 e 3 são cercados por zonas residenciais e comerciais (Figura 50), sendo elas: Zona Residencial 2 (ZR -2), Zona Residencial 3 (ZR -3), Zona Residencial 4 (ZR -4), Zona Residencial 8 (ZR8), Zona Comercial 3 (ZC3) e Zona Comercial 6 (ZC6).

O ponto 4 também possui em seu entorno zonas residenciais e comerciais, além de zonas especiais (Figura 51), ZEIS1 (Zona Especial de Interesse Social) e ZE1.1 (Zona Especial de Equipamentos Institucionais), sendo que as Zonas Especiais são destinadas à implantação de projetos específicos públicos ou privados com normas próprias. As ZEIS são destinadas à recuperação urbanística e de imóveis degradados, à regularização fundiária e à Habitação de Interesse Social e Habitação de Mercado Popular, sendo a ZEIS 1 área pública ou privada ocupada informalmente por população vulnerável, onde há interesse público na promoção de programas habitacionais. A ZE1.1 é referente à área do Aeroporto Governador José Richa. As demais zonas são: ZR2, ZR3, ZR4, ZC3, ZC4 e ZC6.

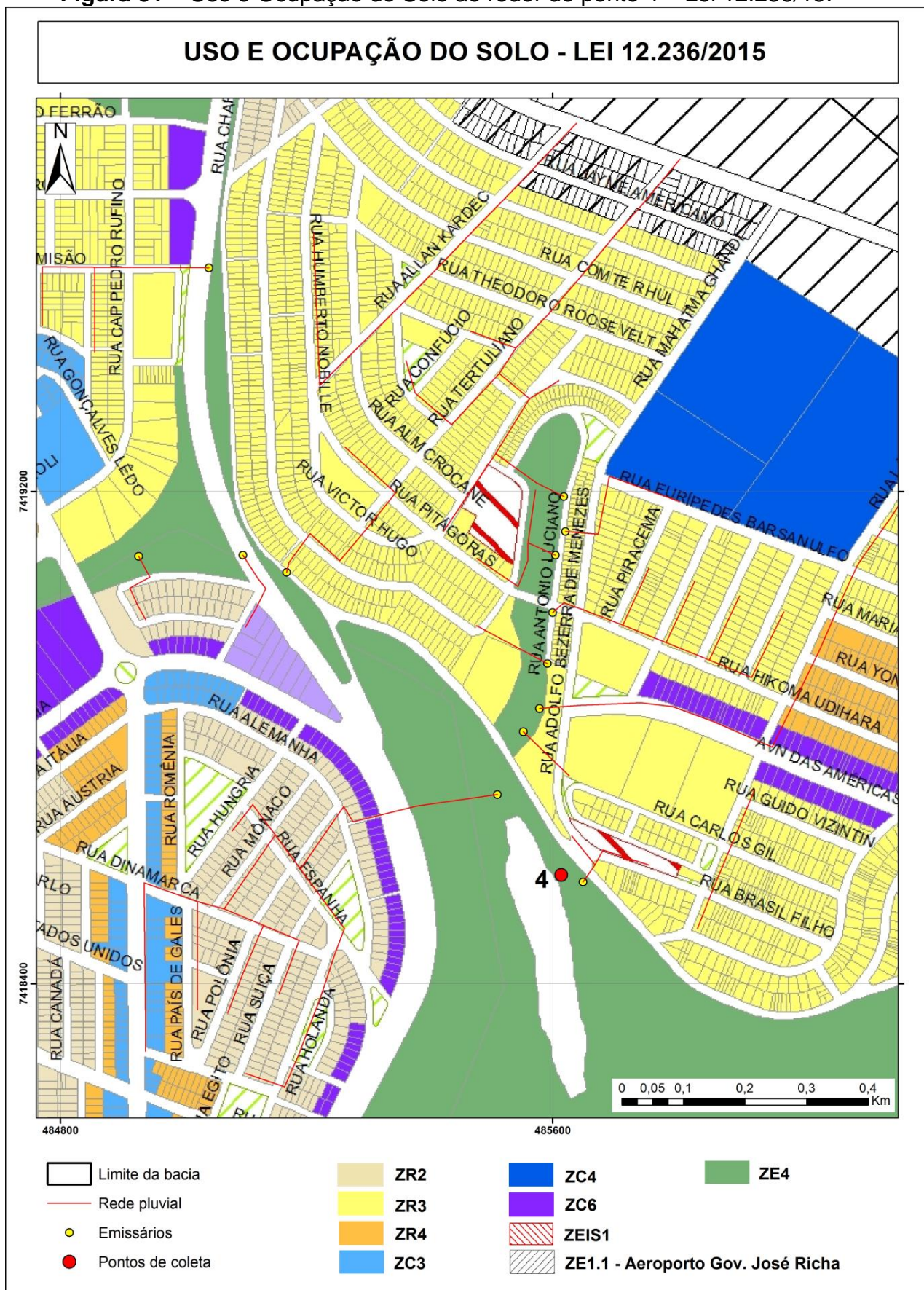
O ponto 5 possui apenas zonas residenciais e comerciais em seu entorno (Figura 52), sendo elas: ZR -1, ZR -2, ZR -4, ZR7, ZR8, C -2, ZC -3, ZC -5 e ZC6, não tendo sido constatado emissário de águas pluviais como a origem do depósito, seja pelo mapeamento das galerias pluviais ou pelas observações em campo.

Figura 50 – Uso e Ocupação do Solo ao redor dos pontos 1, 2 e 3 – Lei 12.236/15.



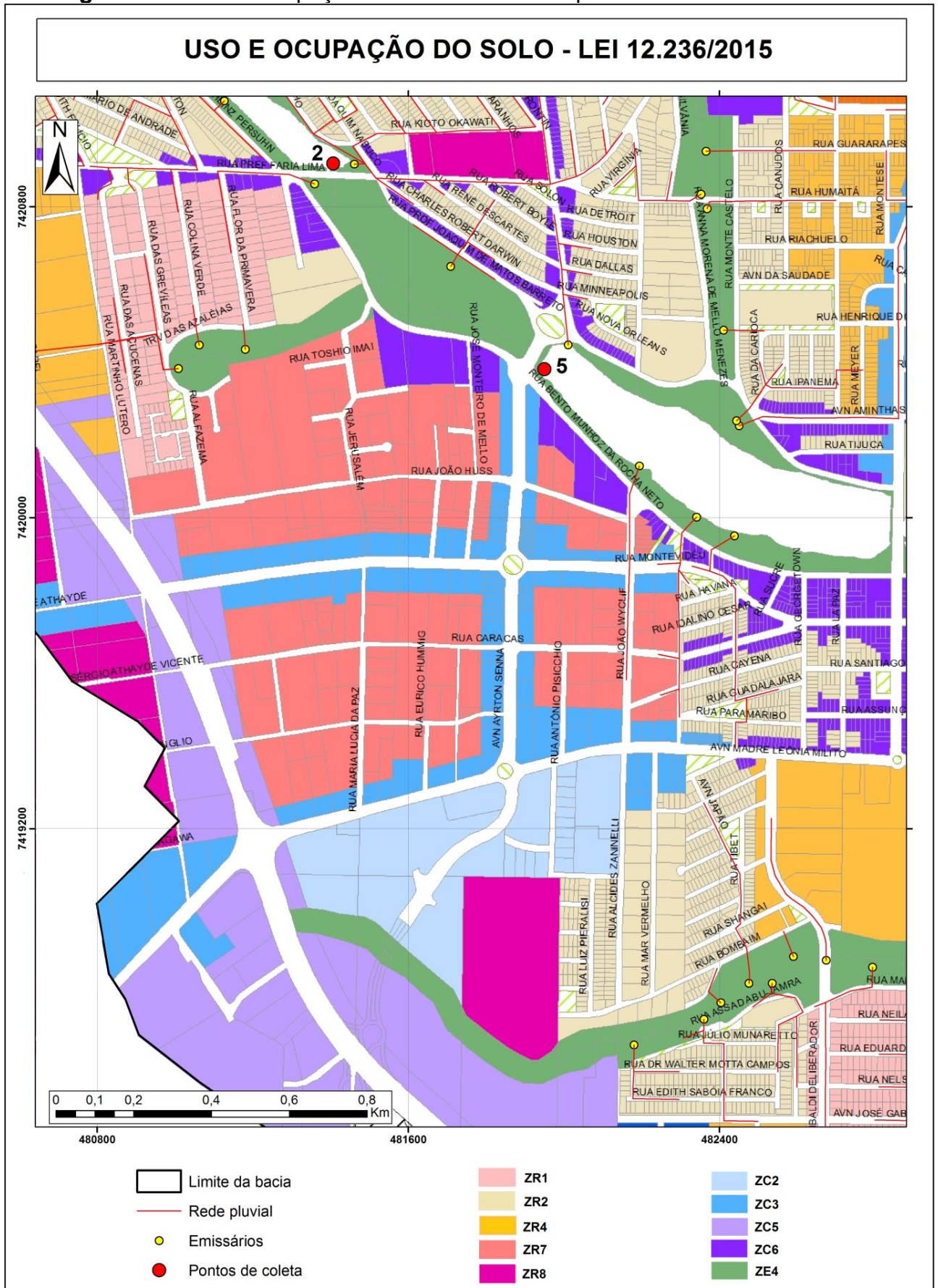
Fonte: LONDRINA, 2015. Org. pela autora.

Figura 51 – Uso e Ocupação do Solo ao redor do ponto 4 – Lei 12.236/15.



Fonte: LONDRINA, 2015. Org. pela autora.

Figura 52 – Uso e Ocupação do Solo ao redor do ponto 5 – Lei 12.236/15.



Fonte: LONDRINA, 2015. Org. pela autora.

As Zonas Residenciais têm o objetivo de atender, predominantemente, o uso individual ou coletivo. Nessas zonas são permitidos variados usos além do residencial, como alguns tipos de comércio, serviços, institucional, industrial e misto.

As Zonas Comerciais (ZC), são destinadas predominantemente, à atividades de comércio e serviços, havendo objetivos específicos para cada ZC, sendo eles:

- I. Zona Comercial 1 (ZC –1) ou zona central: é o centro histórico de origem da ocupação do município, que, além do comércio varejista e prestação de serviços, visa incentivar o uso residencial e os espaços culturais e de convívio social;
- II. Zona Comercial 2 (ZC –2): além da concentração de atividades de comércio varejista e a prestação de serviços assemelhadas às da zona central, visa estimular o uso residencial;
- III. Zona Comercial 3 (ZC –3): destinada, predominantemente, às atividades de comércio e prestação de serviços regionais intra –urbano, localizada ao longo dos corredores viários estruturais e arteriais;
- IV. Zona Comercial 4 (ZC –4): visa estimular a concentração de comércio local, não incômodo destinado ao atendimento dos moradores do entorno;
- V. Zona Comercial 5 (ZC –5): visa estimular a concentração de comércio de grande porte e de serviços de interesse regional, principalmente ao longo das rodovias;
- VI. Zona Comercial 6 (ZC –6): visa estimular a concentração do comércio local em eixos estruturais e arteriais, destinado ao atendimento dos moradores do entorno; e
- VII. Zona Comercial 7 (ZC –7): visa estimular a concentração de atividades de comércio e a prestação de serviços, assemelhadas às da zona central (LONDRINA, 2015).

Nota –se então que, nos pontos 1 e 3 as zonas residências e comerciais possuem uma urbanização consolidada que atualmente não tem grande interferência na composição dos depósitos, mas pode ter influenciado na sua origem. Cabe ressaltar que o depósito 1 é formado, em parte, pelos sedimentos advindos de erosão fluvial no Córrego Rubi.

O depósito tecnogênico do ponto 2, por localizar –se próximo a zona comercial sofreu com a ocupação de terrenos que tiveram suas edificações construídas recentemente, podendo explicar a presença de elevado número de materiais tecnogênicos em sua composição.

O ponto 4, situado próximo a Zona Especial de Interesse Social, é composto por grande quantidade de materiais tecnogênicos, os quais podem ter sido carregados pelas galerias pluviais que coletam as águas dessa zona caracterizada pela existência de população vulnerável e que podem possuir menor instrução sobre

descarte e armazenamento de resíduos da construção civil e demais. Assim, areia e brita, por exemplo, ficam armazenadas de forma inadequada nas calçadas ou ruas durante a execução de alguma obra e acabam sendo carregadas pelas águas pluviais.

No ponto 5 a inexistência de emissário de águas pluviais não descarta os impactos da ascendente urbanização existente nas zonas residenciais e comerciais ao seu redor. No entanto, a textura mais argilosa e a maior quantidade de minerais naturais encontrados na amostra podem confirmar a origem de sedimentos advinda do carreamento pelo próprio Ribeirão Cambé.

Sendo assim, os dados e mapas demonstram forte correlação entre as mudanças no uso e ocupação do solo e a gênese dos depósitos tecnogênicos no interior dos lagos, uma vez que as datas de emergência das ilhas, o aumento da ocupação urbana, o zoneamento e a presença de emissários de águas pluviais se convergem.

Além da implementação das leis, a gestão da bacia deve ser pautada em avaliar a necessidade de construção ou adequação das galerias e emissários, prevendo dissipadores de energia, bem como a canalização de cursos d'água como o Córrego Rubi, por exemplo.

Outra medida complementar seria a adoção de outras formas de captação de águas pluviais, como as cisternas, as quais podem ser construídas pelos próprios moradores e utilizadas nas residências quando não houver a necessidade de água potável, para a lavagem de calçadas e carros, por exemplo. Essa ação, além de contribuir para baixar o volume de água emitido nos córregos e lagos – causando enchentes – contribui com a economia de água tratada.

Atualmente existem os chamados “Ecopontos” distribuídos pela cidade, os quais foram implantados em 2009 com o objetivo de receber diversos tipos de entulho (restos de construção civil, móveis velhos etc.) que eram descartados em locais inapropriados, inclusive nos córregos. Esses locais ficaram abandonados pelo poder público com o decorrer do tempo e alguns perderam a sua função. Faz –se necessária a revitalização desses ecopontos e o seu correto gerenciamento.

A educação ambiental também pode ser forte aliada para a melhor gestão da bacia, uma vez que auxilia na sensibilização e conscientização da população de todas as faixas etárias, elucidando sobre o correto manejo,

armazenamento e descarte de todos os tipos de resíduos sólidos, sobre a importância de haver áreas permeáveis nas residências, bem como diversos outros aspectos relevantes para a recuperação e conservação do meio ambiente e da bacia do Ribeirão Cambé.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação do espaço urbano de Londrina, assim como de qualquer cidade, acarreta em modificações na paisagem e na degradação ambiental de algumas áreas. Na área de estudo em questão, notou –se que o acelerado processo de urbanização gerou demandas energéticas e ambientais, a partir das quais foi necessária a criação dos lagos na bacia do ribeirão Cambé. As técnicas permitiram que o homem transformasse a sua relação com o ambiente através de uma forma alienada de atividade produtiva.

A criação dos lagos por si é uma transformação da paisagem e da dinâmica ambiental da cidade. O desenvolvimento urbano se expandiu por toda a área da bacia, e esta, conseqüentemente acaba por receber vários tipos de dejetos.

O assoreamento dos lagos tem estado em pauta há alguns anos, uma vez que a capacidade de armazenamento da água diminuiu e tem causado inundações em episódios de chuvas torrenciais bem como chuvas mais prolongadas.

Constatou –se, a partir do estudo realizado, que o volume de sedimentos encontrado nos lagos trata –se de depósitos tecnogênicos, nos quais grande parte dos sedimentos é proveniente das atividades antrópicas ocorridas na bacia. A textura arenosa dos depósitos tecnogênicos diverge da textura argilosa que pode ser encontrada nos solos da bacia, os quais não possuem alta suscetibilidade à erosão. No entanto, os processos de ocupação da vertente fazem com que uma porção do solo fique exposta e propensa à erosão, além de contribuir para a retirada de mata ciliar dos principais afluentes do Ribeirão Cambé e, conseqüentemente, a erosão fluvial.

A relação sociedade e natureza mostra –se inconsciente no tocante à disposição inadequada de resíduos e à remoção da cobertura vegetal em fundos de vales e impermeabilização do solo.

Conclui –se então que a gestão racional das águas pluviais e a educação ambiental, atreladas à efetiva fiscalização de obras e o respeito e implementação de leis específicas são alicerces para uma gestão preventiva e mitigadora dos impactos ambientais causados pela crescente urbanização.

É necessária a união dos órgãos ambientais municipais e estaduais (engajamento político) em prol do desassoreamento dos lagos, assim como unir os

diversos estudos e técnicas para a recuperação da qualidade ambiental dos lagos e de toda a bacia do Ribeirão Cambé. Algumas das dificuldades encontradas para a realização do presente estudo indicam a falta de integração entre a ciência, a técnica e a gestão urbana.

Salienta –se ainda que as medidas mitigadoras dos impactos causados pelo uso e ocupação do solo devem ser extrapoladas para as demais bacias hidrográficas da cidade, uma vez que os processos atrelados à urbanização ocorrem simultaneamente em todas as áreas ocupadas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. O. **Expansão Urbana de Londrina e Tendências à Metropolização**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geografia – Departamento de Geociências. Universidade Estadual de Londrina. Londrina.
- ARCHELA, R. S. *et al.* Implantação de Londrina. In: **Atlas ambiental da Cidade de Londrina**. Londrina, 2008. Disponível em <<http://www.uel.br/revistas/atlasambiental/EXPANSAO/INPLANTACAO.htm>> Acesso em 08/10/2012.
- BARROS, Miriam V. F. *et al.* Curso e (Per)curso das Águas. In: **Atlas ambiental da Cidade de Londrina**. Londrina, 2008. Disponível em <<http://www.uel.br/revistas/atlasambiental/NATURAL/CURSODASAGUAS.htm>> Acesso em 08/10/2012.
- BARROS, Miriam V. F. *et al.* O sítio urbano. In: **Atlas ambiental da Cidade de Londrina**. Londrina, 2008a. Disponível em <<http://www.uel.br/revistas/atlasambiental/>> Acesso em 08/10/2012.
- BARROS, Miriam V. F. *et al.* Vegetação de Fundos de Vale. In: **Atlas ambiental da Cidade de Londrina**. Londrina, 2008b. Disponível em <<http://www.uel.br/revistas/atlasambiental/NATURAL/VEGETACAO.htm>> Acesso em 08/10/2012.
- BERTRAND, Georges; BERTRAND, Claude. Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Maringá: Ed. Massoni, 2009.
- BORTOLO, C. A. de. **Produção e apropriação de espaço livre público: o Lago Igapó – Londrina, PR**. 2009. Dissertação de Mestrado em Geografia. Departamento de Geociências. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2009.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F., 09 jan. 1997. Seção 1, pt. 1, p. 6009.
- CASSETI, Valter. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.
- CELLIGOI, André; SANTOS, Maurício Moreira dos; VIANA, Thiago Rossi. Análise e Interpretação do Gradiente Hidráulico do Aquífero Freático em uma Área na Região Sul de Londrina – PR. **Geografia**, Londrina, v. 10, n. 1, p. 79 –87, jan./jun. 2001.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Formação Serra Geral**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/Aparados/ap_geol_pag05.htm>. Acesso em 31/05/2014.
- CUNHA, Sandra Baptista da.; GUERRA, Antônio José Teixeira. Degradação ambiental. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.)

Geomorfologia e Meio Ambiente. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 337 – 379.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA –SPI, 2006.

FILHO, Adelsom Soares; COMUNELLO, Éder; RIBEIRO, Ângelo Franco do Nascimento. Geotecnologias na caracterização espaço –temporal do uso do solo em bacias hidrográficas. In: SILVA, Charlei Aparecido da (org.). **Geografia e Natureza: experiências e abordagens de pesquisas.** Dourados: ed. UFGD, 2012. p. 227 –256.

GOOGLE. Google Earth, versão 7.1.5.1557. EUA, 2005.

GOUDIE, Andrew S. **The Human Impact on the natural environment: past, present and future.** 7 ed. Oxford: Wiley –Blackwell, 1990. 394 p.

HÖFIG, Pedro. **Diagnóstico da erodibilidade do solo na bacia do ribeirão Cambé, Londrina –PR, a partir dos mapas de declividade e de solos.** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Geografia. Departamento de Geociências. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2012.

IAPAR. **Agrometeorologia.** 2015. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1828>> Acesso em: 01/10/2015.

IBGE. **IBGE Cidades:** Londrina. 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=411370&search=parana|londrina>>. Acesso em: 07/11/2014.

KORB, Carina Cristiane. **Identificação de depósitos tecnogênicos no Reservatório Santa Bárbara, Pelotas (RS).** 2006. Dissertação – Mestrado em Geografia. Programa de Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

LONDRINA. Lei nº 10.637, de 24 de dezembro de 2008. Institui as diretrizes do Plano Diretor Participativo do Município de Londrina – PDPML e dá outras providências. **Jornal Oficial**, Londrina, PR, 24 dez. 2008. Edição nº 1047, caderno único, fls. 18 a 44.

_____. Lei nº 12.236, de 29 de janeiro de 2015. Dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo no Município de Londrina e dá outras providências. **Jornal Oficial**, Londrina, PR, 29 jan. 2015. Edição nº 2637, caderno único, fls. 1 a 111.

_____. Prefeitura Municipal. **Parque Municipal Arthur Thomas.** [2012?]. Disponível em <http://www1.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=250&Itemid=196>. Acesso em: 22/10/2012.

LORENZO, M. P. **Caracterização dos impactos ambientais negativos e medidas mitigatórias do processo de assoreamento do lago Igapó, Londrina – PR.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso de Técnico em Gestão Ambiental. Centro Universitário Filadélfia. Londrina, 2011.

MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 440 p.

MÉSZÁROS, Istvan. **A teoria da Alienação em Marx**. Tradução Isa Tavares. São Paulo: Boitempo, 2006. 296 p.

MINEROPAR. Minerais do Paraná. Serviço Geológico do Paraná. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Escala 1:250.000 modelos reduzidos. MINEROPAR/Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2006.

MÜLLER, Nice Lecocq. Contribuição ao estudo do Norte do Paraná. (1956). In: FRESCA, Tânia Maria; CARVALHO, Márcia Siqueira de. (orgs). **Geografia e Norte do Paraná: um resgate histórico**. vol. 2. Londrina: Edições Humanidades, 2007. p.19 –70.

O'LEARY, D.W.; FRIEDMAN, J.D.; POHN, H.A. Lineament, linear, lineation: some proposed new Standards for old terms. Geological Society of America Bulletin, n. 87, p. 1463 –1469, 1976.

OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos. Depósitos Tecnogênicos associados à erosão atual. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6. 1990, Salvador. Anais... Salvador: ABGE, 1990. p. 411 –419.

_____. **Depósitos Tecnogênicos e Assoreamento de Reservatórios: Exemplo do Reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR**. vol. I. 1994. 211fls. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

PELOGGIA, Alex. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo**. São Paulo: Xamã, 1998. 271 p.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 10, p. 17 –29, 1992.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4 ed., São Paulo: Hucitec, 1997. 308 p.

SILVA, Érika Cristina Nesta. **Formação de depósitos tecnogênicos e relações com o uso e ocupação do solo no perímetro urbano de Presidente Prudente – SP**. 2012. Dissertação – Mestrado em Geografia. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2012.

SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. Depósitos Tecnogênicos na cidade de Presidente Prudente – SP. In: Encontro Nacional de Geógrafos. 16, 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2010.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geomorfologia: novos conceitos e abordagens. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Fórum Americano de Geografia Física Aplicada, 7, 1997. **Anais...** Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, p. 24 –29.

SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo. Edgard Blucher. Ed. da Universidade de São Paulo. 1973. 316p.

TAGIMA, Nelson; TERABE, Nácia Izumi. **Minibacia do Riacho Cambé: Diagnóstico Físico –Ambiental e Mapeamento Detalhado de Solos**. Londrina: Grafor Indústria Gráfica e Editora Ltda. 2005.