



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

JOSÉ ZUCCA MORAIS FILHO

**O ASSOREAMENTO DOS LAGOS IGAPÓ I E II NA CIDADE  
DE LONDRINA - PR**

---

Londrina  
2014

JOSÉ ZUCCA MORAIS FILHO

**O ASSOREAMENTO DOS LAGOS IGAPÓ I E II NA CIDADE  
DE LONDRINA - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Geociências da Universidade Estadual de  
Londrina, como requisito parcial à obtenção  
do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Hirata

Coorientador: Carlos Eduardo das Neves

Londrina  
2014

JOSÉ ZUCCA MORAIS FILHO

**O ASSOREAMENTO DOS LAGOS IGAPÓ I E II NA CIDADE  
DE LONDRINA - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Geociências da Universidade Estadual de  
Londrina, como requisito parcial à obtenção  
do título de Bacharel em Geografia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Hirata  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Me. Rosely Maria de Lima  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Geraldo Terceiro Correa  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014.

## **AGRADECIMENTO (S)**

Agradeço ao meu orientador Carlos A. Hirata pela orientação e atenção neste trabalho, e ao amigo e coorientador Carlos Eduardo das Neves, que me ajudou muito na elaboração, produção e correção deste trabalho, ajudando também em um dos trabalhos de campo.

Aos meus familiares pelo apoio, incentivo e motivação.

A minha namorada Cássia, por me ajudar a não desistir do curso no 2º ano, pelo incentivo, apoio e por me ajudar em um dos trabalhos de campo.

MORAIS FILHO, José Zucca. **O Assoreamento nos Lagos Igapó I e II na cidade de Londrina - Pr.** 2014. 78 pgs. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

## RESUMO

Devido à importância dos Lagos Igapó para a cidade de Londrina, tanto para a situação hidrográfica da cidade como para o bem estar da população, faz-se necessário um estudo mais aprofundado das questões que o cercam para proporcionar melhorias a curto, médio e longo prazo. O trabalho teve como objetivo analisar a atual situação do assoreamento dos Lagos I e II, bem como seus causadores, além de identificar outros possíveis problemas no local, propondo medidas para melhoria da atual situação. Para realização do trabalho, utilizou-se da metodologia de Análise Ambiental Simplificada, proposta por Sardinha et al. (2007), analisando então seis pontos de cada lago, interligando os resultados com as análises químicas da água, realizadas pelo IAP, (2013). Os resultados alcançados demonstram o estado avançado do assoreamento nos lagos, os quais apresentam problemas, devido em grande parte, à malha urbana que os envolve.

**Palavras-chave:** Lago Igapó. Assoreamento. Cidade. População. Melhorias.

MORAIS FILHO, José Zucca. **The siltation of the lakes Igapó I and Igapó II in Londrina, Paraná.** 2014. 78 pgs. Monograph for the Graduation in Geography – Londrina's State University, Londrina, 2014.

### **Abstract**

Due to the Lakes Igapó I and Igapó II's importance to Londrina's hydrographic situation and population's welfare, it has become necessary deeper studies concerning those lakes and their possible improvements. This research aimed to analyze the current siltation of the Lakes Igapó I, Igapó II and their causes, identify other possible problems in that area and also propose some remedies. Concerning the realization of this monograph, it was utilized the Streamlined Environmental Analysis methodology proposed by Sardinha (2007) to analyze six different points in each lake, comparing those results with the IAP's water chemical analyses (2013). Finally, through this research's results, it is possible to infer serious siltation levels in those lakes caused by the city that surround them.

**Key-words:** Lakes Igapó I and Igapó II. Siltation. City. Population. Improvements.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé .....	04
Figura 2 – Regulamentações das Matas Ciliares .....	07
Figura 3 – Disposição Inadequada de Resíduos no Ambiente.....	10
Figura 4 – Evolução do Processo Erosivo.....	11
Figura 5 – Hidrograma das Chuvas.....	13
Figura 6 – Pedologia de Londrina .....	17
Figura 7 – Tipos de Declividade em Londrina .....	20
Figura 8 – Representação dos Compartimentos da Bacia .....	21
Figura 9 – Delimitação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé.....	24
Figura 10 – Zoneamento de Londrina .....	27
Figura 11 – Uso e Ocupação do Solo em 2004.....	29
Figura 12 – Uso e Ocupação do Solo em 2008.....	31
Figura 13 – Principais Alterações Causadas pela Impermeabilização do Solo .....	32
Figura 14 – Etapas do processo de Avaliação Ambiental Simplificada (AAS). .....	34
Figura 15 – Pontos Analisados no Lago I.....	36
Figura 16 – Assoreamento próximo a Barragem.....	37
Figura 17 – Lago turvo e margem cimentada.....	37
Figura 18 – Palco de Apresentações Artísticas .....	38
Figura 19 – Assoreamento Visível.....	39
Figura 20 – Tubulação Exposta.....	39
Figura 21 – Erosão na Pista de Caminhada.....	40
Figura 22 – Pontos Analisados no Lago II.....	44
Figura 23 – Assoreamento Aparente.....	45
Figura 24 – Erosão na Margem.....	46
Figura 25 – Galeria Pluvial .....	47
Figura 26 – Transição entre os Lagos.....	48
Figura 27 – Ponte.....	49
Figura 28 – Cascata .....	50
Figura 29 – Vertente Problemática e Bueiro Entupido .....	57
Figura 30 – Modelo de Bueiro Ecológico.....	59
Figura 31 – Operacionalização da Dragagem nos Lagos .....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização dos Compartimentos da Bacia do Cambé .....	22
Tabela 2 – Peso dos Impactos no Lago I .....	41
Tabela 3 – Análise Química da Água no Lago Igapó I .....	43
Tabela 4 – Peso dos Impactos no Lago II .....	51
Tabela 5 – Análise Química da Água no Lago Igapó II .....	52



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	03
2.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS ENQUANTO UNIDADE DE ANÁLISE AMBIENTAL .....	03
2.2 O TRATAMENTO, LEGISLAÇÃO E OS ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	05
2.3 COBERTURA VEGETAL .....	06
2.4 SOLO NA PAISAGEM .....	08
2.5 LANÇAMENTO DE DETRITOS .....	09
2.6 EROSÃO DO SOLO .....	11
2.7 ASSOREAMENTO .....	14
<b>3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA</b> .....	16
3.1 PEDOLOGIA .....	16
3.2 CLIMA .....	18
3.3 GEOMORFOLOGIA .....	19
3.4 HIDROGRAFIA .....	23
<b>4. PLANO DIRETOR E ZONEAMENTO DE LONDRINA: ENFOQUE NA ÁREA</b> ....	25
4.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA .....	28
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	33
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	35
6.1 LAGO IGAPÓ I .....	35
6.2 PONTOS ANALISADOS NO LAGO I .....	40
6.3 LAGO IGAPÓ II .....	44
6.4 PONTOS ANALISADOS NO LAGO II .....	51

<b>7. POSSÍVEIS SOLUÇÕES AO ASSOREAMENTO DOS LAGOS I E II</b> .....	54
7.1 Programas de Conscientização e Fiscalização Efetiva .....	55
7.2 Proteção de Mananciais e Vertentes dos Lagos .....	57
7.3 Instalação de Bueiros Ecológicos.....	58
7.4 Dragagem dos Lagos Igapó .....	59
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	61
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	63
<b>ANEXOS</b> .....	68
ANEXO A – Nome do anexo .....	68
ANEXO B– Nome do anexo .....	68

## INTRODUÇÃO

O assoreamento é um fator resultante, tanto da ação da própria natureza, como da ação humana, porém, o fator antrópico aumenta e muito o problema, tendo em vista que questões como desmatamento, poluição, descuidos com o solo, ocupação de vertentes e outros, são prioritariamente causados pela sociedade. Este processo traz prejuízos a todo ecossistema, bem como a própria malha e estrutura urbana e conseqüentemente aos seres humanos, que contraditoriamente são os principais causadores do problema.

Inserido neste contexto, encontra-se no norte do estado do Paraná, a cidade de Londrina, que teve sua gênese ligada à atividade cafeeira e se expandiu bastante ao longo do tempo, e os Lagos Igapó, principal cartão postal da cidade, criados algumas décadas após o surgimento do município, no ano de 1959 a partir do represamento do Ribeirão Cambé, sendo que os lagos transformaram toda uma região, influenciando toda cidade e sua população, porém os mesmos também acabaram sofrendo impactos.

Considerando esta dinâmica, aspectos positivos e negativos foram surgindo, aspectos estes que serão abordados e discutidos ao longo do trabalho. Devido a grande importância dos Lagos Igapó para a cidade de Londrina, tanto para a questão hidrográfica da cidade como para o bem estar da população, faz-se necessário um estudo mais aprofundado das questões que o cercam para proporcionar melhorias a curto, médio e longo prazo.

Dentro dos problemas acarretados aos Lagos, está o assoreamento. A partir disso, delimitou-se um recorte espacial considerando os Lagos I e II, dentro da bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé, procurando identificar a atual situação ambiental dos lagos, as diferenças de assoreamento de um lago para o outro, os causadores do problema, os fatores envolvidos, além de fazer uma comparação dos lagos e seu entorno, propondo medidas para melhoria da atual situação.

A delimitação da área trabalhada ocorreu para viabilizar o trabalho, já sendo possível a partir deste recorte, identificar e mostrar o problema que ocorre em toda a bacia. Deste modo, o local esta sofrendo com problemas ambientais originados pela ação antrópica, causados principalmente pela especulação imobiliária, influenciando

o contexto do sistema hidrográfico da cidade, afetando até mesmo o sistema viário e o lazer proporcionado aos seus habitantes.

Para concretização deste trabalho foram realizados levantamentos bibliográficos, 4 trabalhos de campo no entorno dos Lagos I e II para ajudar a compreender melhor a situação, fazendo uso da metodologia proposta por Sardinha et al. (2007) apud Neves & Ross (2013), utilizando um procedimento modificado de Avaliação Ambiental Simplificada (AAS), que contém uma ficha de campo com indicadores biofísicos de impactos ambientais para analisar dez pontos do lago, interligando os resultados com as análises químicas realizadas pelo IAP (2013) e por Silva (2012) na área em estudo. Além da confecção de gráficos e tabelas a respeito dos impactos ambientais encontrados em cada ponto analisado, com suas respectivas fotografias e análises.

A partir dos resultados obtidos, foi possível propor medidas para o manejo da área, sendo que a análise dos fatores envolvidos ao assunto pode contribuir para futuras intervenções e estudos a respeito da temática, podendo trazer melhorias tanto a biota como a cidade e a população que se utiliza do lago.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS ENQUANTO UNIDADE DE ANÁLISE AMBIENTAL

Segundo Christofolletti (1980 apud Cazula & Mirandola, 2010), as bacias hidrográficas são compostas por um conjunto de canais de escoamento de água. A quantidade de água que a bacia hidrográfica recebe depende do tamanho da área que ela ocupa e por processos naturais que envolvem precipitação, evaporação, infiltração, escoamento, entre outros. A bacia é compreendida como rede hidrográfica, ou seja, uma unidade natural que recebe a influência da região que drena, constituindo-se como um receptor de todas as interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área, tais como: topografia, vegetação, clima, uso e ocupação do solo.

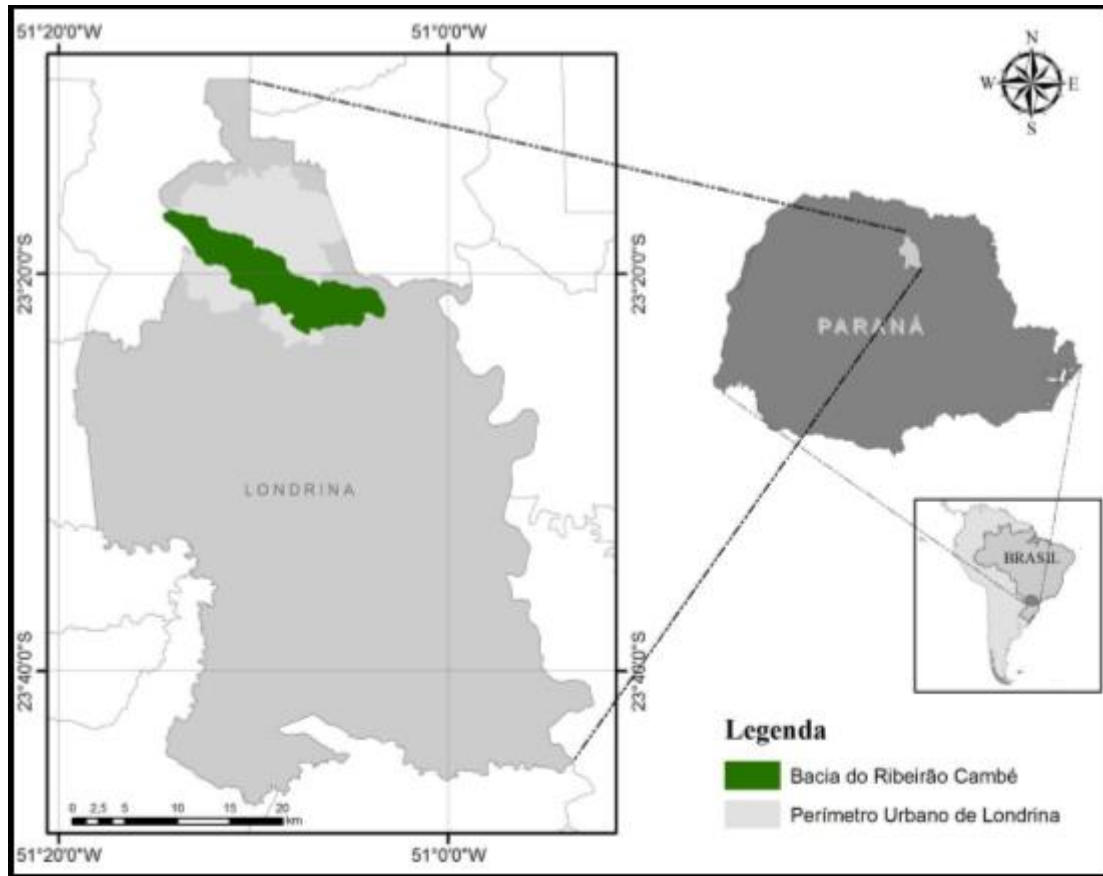
Como afirma Coelho Neto (1994), a bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre que drena água e sedimentos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite da bacia é conhecido como divisor de águas, sendo que bacias de diferentes tamanhos articulam-se a partir de divisores de drenagens principais e drenam água em direção a um canal principal, constituindo um sistema de drenagem hierarquicamente organizado.

A bacia hidrográfica é utilizada como um modelo mais abrangente de conceituar e compreender os ecossistemas aquáticos, visto que estes ambientes fazem parte de sistemas maiores, os quais envolvem aspectos geológicos, de vegetação e clima, sendo formados por um conjunto de subsistemas interligados por processos bióticos e abióticos (BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003).

As bacias hidrográficas destacam suma importância enquanto sítio natural para a ocupação e fixação da população em Londrina. A área abrangida pela malha urbana de Londrina estende-se por seis bacias hidrográficas: Jacutinga, Lindóia, Cambé, Limoeiro, Cafezal e Três Bocas, ocupando no interior da área urbana uma totalidade de 245 km<sup>2</sup> (NEVES, 2012).

A bacia hidrográfica do ribeirão Cambé, (Figura 1) está localizada entre os municípios de Londrina e Cambé, ambos no estado do Paraná, apresentando as Latitudes 23° 17' 02"S, 23°22'42"S e Longitudes 51° 14' 07"O, 51° 03' 06" O (TAGIMA, 2005).

**Figura 1** – Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: NEVES, 2013. Modificado.

No tocante à rede hidrográfica do Ribeirão Cambé, existe um número considerável de canais fluviais, responsáveis pela alimentação do canal principal. Contudo, ao se pensar na expansão urbana, estes canais fluviais necessitam de grandes cuidados, tanto no que diz respeito à preservação de nascentes, como em relação ao uso das proximidades dos canais, pois ali existe uma considerável parte de área urbana, causando modificação nas vertentes e na mata ciliar, extremamente ligadas à qualidade desse ecossistema.

Como apontado por Tagima (2005), a maior parte da área ao entorno da bacia em foco é composta pela rede urbana, tendo a presença também de propriedades agrícolas, e Floresta Secundária com presença de espécies exóticas. Demonstrando o preocupante desmatamento e conseqüente falta de vegetação natural (mata ciliar), ao redor do corpo aquoso e seus afluentes, fator contribuinte para o assoreamento.

Assim, segundo Pereira e Molinari (1995) apud Silva; et. al. (2004), em termos de unidade de estudo e operação, a bacia hidrográfica é a unidade espacial

de planejamento mais apropriada por permitir controle mais objetivo dos recursos humanos e financeiros, favorecendo a integração de práticas de uso e manejo do solo e da água. A mesma é ainda de extrema importância ao planejamento e gestão ambiental, por permitir avaliar os fluxos biogeoquímicos de matéria, energia e informação do sistema ambiental analisado.

## **2.2. O TRATAMENTO, LEGISLAÇÃO E OS ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA.**

No Brasil, o reconhecimento da crescente complexidade dos problemas relacionados ao uso da água levou ao estabelecimento, em 1976, de acordo entre o Ministério das Minas e Energia e o Governo do Estado de São Paulo para a melhoria das condições sanitárias de algumas bacias hidrográficas. O êxito dessa experiência fez que, em seguida, fosse constituída, em 1978, a figura do Comitê Especial de Estudos Integrados de bacias hidrográficas, e a subsequente criação de comitês executivos em diversas bacias hidrográficas, como no São Francisco. Esses comitês tinham apenas atribuições consultivas, nada obrigando a implantação de suas decisões, e dele participavam apenas órgãos do governo. Mesmo assim, constituíram-se experiências importantes e foram os embriões para a evolução futura da gestão de bacias hidrográficas (PORTO & PORTO, 2008).

A Lei n. 9.433, de 1997 deu ao Brasil uma nova política nacional de recursos hídricos (Quadro 1) e organizou o sistema de gestão, concretizando então a gestão por bacias hidrográficas. Hoje no país, os recursos hídricos têm sua gestão organizada por bacias hidrográficas em todo o território nacional. Há certamente dificuldades em lidar com esse recorte geográfico, uma vez que os recursos hídricos exigem a gestão compartilhada com a administração pública, órgãos de saneamento, instituições ligadas à atividade agrícola, gestão ambiental, entre outros, e a cada um desses setores corresponde uma divisão administrativa certamente divergente em relação a bacias hidrográficas (PORTO & PORTO, 2008).

### **Quadro 1**– Política Nacional para os Recursos Hídricos

<b>Política Nacional para os Recursos Hídricos</b>
A Lei Nacional para Gerenciamento dos Recursos Hídricos define a Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil e cria o Sistema Nacional para o Gerenciamento de Recursos Hídricos. A política nacional se baseia em seis princípios:

1. A água é um bem público;
2. A água é um recurso finito e tem valor econômico;
3. Quando escassa, o abastecimento humano é prioritário;
4. O gerenciamento deve contemplar usos múltiplos;
5. O manancial representa a unidade territorial para fins gerenciais;
6. O gerenciamento hídrico deve se basear em abordagens participativas que envolvam o governo, os usuários e os cidadãos.

Fonte: BRAGA et. al., 2006 modificado.

Porém, mesmo tendo sido formuladas algumas leis sobre o assunto, pode se afirmar que tanto do ponto de vista das diretrizes para ocupação, execução de obras, fiscalização, penalidades e outros, a legislação específica tem-se mostrado ineficaz para enfrentar o problema causado pelo ser humano aos recursos hídricos em sua totalidade.

### **2.3. COBERTURA VEGETAL E MATA CILIAR**

Em relação à cobertura vegetal, o principal fator a se abordar acerca de bacias hidrográficas é a mata ciliar, que é de fundamental importância na criação e manutenção da vida nos rios e lagos, pois, entre outros, mantém a proteção da área circundante ao corpo aquoso, evitando a erosão do solo e o assoreamento subsequente, bem como se apresenta enquanto um importante reduto de biodiversidade.

Há também a questão das Áreas de Preservação Permanente (APP), porém estas foram institucionalizadas posteriormente a criação dos Lagos Igapó, o que dificulta o atual enquadramento destas áreas dentro da lei. Tal questão será abordada mais a frente no item: Resultados e Discussão.

Deste modo, no quesito mata ciliar, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 regulamenta esta cobertura vegetal, a seguir:



**Figura 2 - Regulamentações das Matas Ciliares**



Fonte: [www.mataciliar.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=15&evento=4](http://www.mataciliar.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=15&evento=4). Modificado.

Nesta ótica, as consequências de um rio sem mata ciliar segundo o Governo do Paraná (2013), são as seguintes:

- **Escassez de Água:** com a falta da cobertura vegetal, a água da chuva escoar sobre a superfície, dificultando sua infiltração e conseqüente armazenamento nos lençóis freáticos, com isto, reduzem-se as nascentes, os córregos, os rios e riachos.
- **Erosão e Assoreamento:** a mata ciliar se constitui como uma proteção natural contra o processo de assoreamento. Na ausência dela, a erosão das margens leva a terra para dentro do rio, tornando-o barrento e dificultando a entrada da luz solar.
- **Redução da Biodiversidade:** as matas circundantes aos rios são ambientes ricos, porque neles há abrigo, alimento e água. Sem este local, as diferentes formas de vida não têm como se desenvolver, tendendo ao desaparecimento.

Ainda segundo o mesmo autor, as vantagens da presença da mata ciliar são:

- **Equilíbrio do Microclima:** as raízes da vegetação componente da mata envolta ao rio facilitam a infiltração das águas pluviais, alimentando o lençol freático, o

que regula o ciclo das águas, evita enchentes, além de deixar o clima agradável e com boa umidade.

- **Qualidade da Água:** a mata reduz o processo de assoreamento dos rios, deixando a água mais limpa, beneficiando a vida aquática.
- **Retenção de Resíduos:** as matas ciliares funcionam com um filtro natural, o qual retêm os resíduos de agrotóxicos, evitando a poluição do corpo d'água.

Assim, todas estas alterações provocadas pelo ser humano por meio do processo de urbanização, ocasionam modificações nas propriedades naturais do solo, reduzindo sua capacidade para suportar o desenvolvimento de plantas, assim como desempenhar o importante papel de armazenagem e filtragem das águas de chuva, evitando enchentes, erosão, deslizamentos e contaminação das águas subterrâneas (LIMA, 2007).

#### **2.4. SOLO NA PAISAGEM**

Segundo Leinz & Amaral (1989) o produto final do intemperismo das rochas recebe o nome de solo, caso as condições físicas, químicas e biológicas permitam o desenvolvimento da vida vegetal junto às de microrganismos em íntima associação com a vida destes vegetais. Sendo que seus constituintes possuem diferentes pesos, com as partículas mais leves sendo compostas por argilo-mineirais, que podem se desfazer em grãos finíssimos, sendo estas partículas mais leves que percorrem uma maior distância dentro de um corpo d'água, quando em contato com este.

Tratando-se de um corpo tridimensional formado por processos físicos, químicos e/ou biológicos, cujos agentes de formação são basicamente o clima, os fatores topográficos e a comunidade biótica e cujo material de origem é a rocha matriz subjacente, embora possa conter partículas provenientes de outras regiões, transportadas pela água, vento ou gelo (SILVA; et. al., 2004).

Durante o seu desenvolvimento, o solo sofre a ação de diversos processos de formação, como perdas, alterações e adições. Esses processos são responsáveis pela transformação da rocha em solo, diferenciando-se desta por ser constituído por uma sucessão vertical de camadas que diferem entre si na cor,

espessura, granulometria, conteúdo de matéria orgânica e nutrientes (LIMA & LIMA, 2007).

Segundo Silva et. al., (2004), ao longo do perfil vertical, o solo pode ser dividido em camadas (horizontes), que são diferenciadas em função do tipo de cobertura sobre a sua superfície, clima local e rocha matriz, entre outros fatores. Tais horizontes apresentam espessura muito variável e características muito diversificadas. Todas essas propriedades determinam a aptidão do solo de um local para determinado uso, de forma a se conseguir melhor retorno econômico, com sustentabilidade contínua a médio e longo prazo.

No quesito solos urbanos, estes sofrem distúrbios e alterações que contribuem para diminuir a sua habilidade natural em suportar o crescimento e desenvolvimento de plantas, nesta ótica, as alterações mais comuns são: tráfego de pedestre e/ou máquinas ocasionando a diminuição da porosidade e permeabilidade do solo; Decréscimo da capacidade de infiltração e armazenamento de água e aumento da resistência à penetração de raízes; Distúrbios na atividade e desenvolvimento de organismos no solo, sendo que todas estas alterações também tem influência sobre o assoreamento de corpos d'água próximos às áreas problemáticas (LIMA, 2007).

## **2.5. LANÇAMENTO DE DETRITOS**

No tocante a preservação do ambiente, Silva et. al, 2004 afirma o seguinte:

Limitações de ordem física (solos, topografia, chuvas, secas e ventos), de ordem econômica (juros, prazos, financiamentos, maus salários, arrendamentos) e de ordem social (educação, relação homem/ natureza, densidade demográfica, uso e posse da terra) são determinantes para o bom ou mal estado de conservação dos recursos naturais (SILVA; et. al., 2004).

Portanto, o lançamento de detritos no meio público tem grande influência na manutenção da qualidade ambiental de uma cidade, como o caso de alguém que jogue uma lata de refrigerante no chão, garrafas plásticas em uma represa, embalagens de alimentos, resíduos da construção civil e tantos outros exemplos.

Assim, a educação e conscientização da população trazem muitas influências no meio físico do lugar em que ela vive, porém é preocupante notar o descaso de muitos, pois apesar de já ter melhorado, a indiferença de várias pessoas

ainda é grande, em relação a sujar uma via pública, um lago ou terreno vazio, por exemplo.

Apesar de constituir-se como crime ambiental, segundo a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, com pena de reclusão, de um a quatro anos e multa. A fiscalização efetiva de tal crime ainda deixa muito a desejar, dando forças aos infratores (BRASIL, 1998).

Restos de materiais utilizados em obras de construção civil são os materiais comumente lançados nos solos urbanos. Consistindo de fragmentos de tijolos, concreto, massa asfáltica, pedra brita, massa para reboco, madeira, pedras, vidros, plásticos, entre outros. Também é comum a presença de lixo doméstico ou industrial (Figura 3) que, muitas vezes, contém substâncias altamente tóxicas ao ser humano, como o caso de pilhas, tintas, baterias e outros (LIMA & MELO, 2007).

**Figura 3** - Disposição Inadequada de Resíduos no Ambiente



Fonte: LIMA, 2007.

Pode-se destacar que determinado poluente com ou sem cargas elétricas quando disposto sobre o solo, pode apresentar grande potencial de poluição a aquíferos, rios, lagos e mares. O transporte destes poluentes até os corpos d' água,

superficiais ou subterrâneos, pode ser por dois caminhos: via arraste de partículas sólidas e solutos do solo pelo processo erosivo (enxurrada), ou por lixiviação (poluentes iônicos) fazendo o carreamento de substâncias (MELO & LIMA, 2007).

Assim, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, se constitui como um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas, portanto, além do poder público, o interesse também tem que partir da população, buscando fazer o correto em relação a situações como esta, como não despejar estes materiais em locais indevidos (FINKLER, 2012).

## 2.6. EROSÃO DO SOLO

Erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento (Figura 4). A erosão do solo constitui-se como a principal causa de empobrecimento acelerado da terra, sendo que este problema afeta a vida tanto do ser humano como de outros animais e plantas (LOMBARDI NETO, 1999).

**Figura 4** – Evolução do Processo Erosivo



Fonte: DIAN, 2014.

Segundo Moraes Filho (2013), a erosão natural ocorre normalmente nos cursos d'água, porém em proporções muito menores se comparada à erosão causada pela ação antrópica, trazendo problemas também a fertilidade do solo em questão, a vertente, ao ecossistema da região, entre tantos outros, porém, dependendo da declividade, nem a própria mata contém satisfatoriamente a erosão.

Como afirma Laporte (1969), a água é o principal agente de transporte de sedimentos, e quando ela cai como chuva, é de início, rapidamente absorvida pelo solo. Porém, em pouco tempo as camadas superiores do solo se saturam e a água da chuva passa a correr pelo chão, formando-se então, pequenos filetes de água que se juntam e transportam o material dissolvido para córregos, ribeirões e rios.

Durante seu trajeto, o fluxo da água transporta materiais sedimentares de três maneiras diferentes, conforme aponta Laporte, 1996:

A primeira é quando a água dissolve várias substâncias como íons de cálcio, ferro e carbonato, já a segunda maneira diz respeito a materiais de granulação fina e fragmentos de rochas que são carregados em suspensão no fluxo turbulento do curso d'água, e por fim, na terceira maneira, o fluxo de água move partículas de granulação grossa, por tração, através de saltos e rolamentos ao longo do leito do curso d'água ou do rio (LAPORTE, 1969).

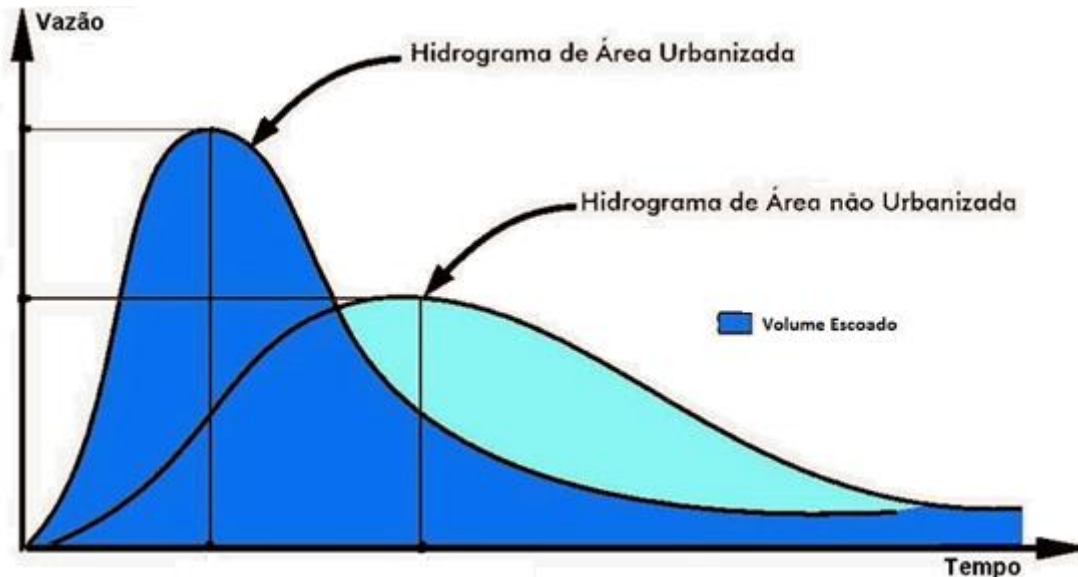
Pelo menos 75% dos solos aráveis do planeta foram degradados ou estão afetados pela ação humana. Sendo que os fatores que influenciam na erosão são energia, quantidade de chuvas, capacidade do solo de resistir à erosão, quantidade de solo coberto e protegido por vegetação, as características da vertente e a prática de gestão no local afetado (IMESON; CURFS, 2012).

Hoje, em todo mundo, 2,6 bilhões de pessoas dependem diretamente da agricultura, mas 52% das terras utilizadas para a produção agrícola estão moderadamente ou severamente afetadas pela má utilização do solo. A degradação do solo afeta 1,5 bilhões de pessoas em todo o mundo; a perda de terra arável é estimada em 30 a 35 vezes a taxa histórica. A degradação total do terreno afeta cerca de 1,9 bilhões de hectares de terra mundial. Cerca de 24 bilhões de toneladas de solo fértil desaparecem por ano. Devido à seca e a desertificação, a cada ano 12 milhões de hectares são perdidos, e 20 milhões de toneladas de grãos poderiam ter sido cultivadas e ainda seis milhões de km de terras áridas tem um legado de degradação da terra (MMA, 2012).

Sendo que a chuva também é um dos causadores da erosão do solo, pois o gotejamento sobre uma superfície sem vegetação causa danos, levando parte do solo a descer a vertente, chegando ao leito do corpo aquoso em questão. Como afirmam Bertoni & Lombardi Neto (1999), o volume e a velocidade da enxurrada variam conforme a chuva, a declividade e comprimento do declive do terreno, e com a capacidade do solo em absorver a água. Dependendo também da intensidade,

duração e frequência do gotejamento, deste modo a intensidade é o fator pluviométrico mais importante na erosão (Figura 5).

**Figura 5** - Hidrograma das chuvas



Fonte: aengenharianosensina.blogspot.com

Ainda segundo Bertoni & Lombardi Neto (1999) a duração da chuva é o complemento da intensidade, quando uma chuva começa de intensidade uniforme, a água se infiltra por um período mais ou menos longo, dependendo das condições de umidade do solo em questão, da impermeabilização do mesmo e da intensidade desta chuva, depois começa a enxurrada, a qual vai aumentando aos poucos até alcançar uma quantidade estável.

Dentro desta temática, há vários tipos de erosão hídrica, mostradas abaixo no Quadro 2:

**Quadro 2** – Tipos de Erosão Hídrica

<b>Tipos de Erosão Hídrica</b>
<b>Erosão de Splash:</b> é o destacamento e movimento pelo ar de pequenas partículas de solo causado pelo impacto das gotas de chuva nos solos.
<b>Erosão Laminar:</b> é a remoção de uma fina camada de solo relativamente uniforme pela chuva e escorrência superficial generalizada e não canalizada.
<b>Erosão em Sulcos:</b> é um processo de erosão em campos inclinados onde numerosos canais aleatórios se formam com apenas alguns centímetros de profundidade; Ocorre especialmente em solos recentemente cultivados.

**Erosão de Barrancos:** é o processo de erosão pelo qual a água se acumula e origina por entalhe, canais estreitos, por curtos períodos de tempo, que removem o solo desta área até profundidades consideráveis. Um barranco tem tipicamente de 0.5m até 25 a 30m de profundidade e ocorre em situações e tipos de rocha específicos. Podem formar-se rapidamente pelo recuo das cabeceiras. Os barrancos recolhem frequentemente a água de drenagem do solo envolvente, o que os torna instáveis.

**Erosão em Túnel:** ocorre em solos que são propensos a *piping* (estruturas subterrâneas com uma rede de túneis, como tubos). Estes são frequentemente solos que contém camadas ricas em argila que expande e contrai quando humedecida, ou camadas com materiais que se dispersam espontaneamente na água, durante as chuvas.

**Fonte:** FINKLER, 2012. Org.: O autor.

## 2.7. ASSOREAMENTO

Em decorrência da erosão do solo e seu movimento no corpo aquoso, ocorre o assoreamento do leito deste, algo que se constitui tanto como um processo natural, como proveniente da ação antrópica, a qual acelera drasticamente o problema no ambiente, trazendo prejuízos ao solo, ao corpo d'água, e aos seres vivos.

Como afirma Moraes Filho (2013), o assoreamento ocorre nos rios, lagos e mares do planeta desde os seus primórdios, constituindo-se como um processo em que grande quantidade de sedimentos ocupa o fundo do corpo d'água, sendo estes fragmentos rochosos vindos tanto de processos naturais, como de ações antrópicas, como a retirada de mata ciliar e conseqüente movimento de massa em direção ao rio ou lago, em decorrência da falta de proteção natural.

O assoreamento do leito do rio em ambiente urbano é gerado pelo aumento dos dejetos arrastados sentido fundo de vale, a retirada da mata ciliar, as declividades acentuadas em alguns pontos e as vias que cortam perpendicularmente as curvas de nível aumentam o impacto da chuva e a diminuição da permeabilidade das vertentes, levando a água, por enxurrada e os resíduos de solo e construção de maneira abrupta, do espigão ao curso hídrico (NEVES, 2012).

O transporte de materiais efetuado pelos rios é dividido em três formas: por solução, suspensão ou movimentos da carga do leito. Sendo o primeiro referente aos sais dissolvidos transportados pelo rio, os quais representam os principais constituintes das rochas. Já o transporte por suspensão, como o próprio nome diz,



acontece com as partículas sólidas sendo levadas em suspensão pelo rio, porém quando o mesmo já não tem mais força para transportar o material sólido, este é depositado no fundo do leito. Por último há o movimento da carga do leito, no qual os sedimentos maiores rolam ou saltam pelo leito do rio até que se depositem no fundo do mesmo (POPP, 1988).

Naturalmente, os cursos d'água apresentam capacidade de transporte de material, no entanto, quando é construída uma barragem, tal capacidade se altera a partir da área de remanso do reservatório. Após a construção da barragem e formação de um reservatório, haverá uma modificação no regime de vazão, acarretando uma transformação morfológica na zona do reservatório e a jusante, bem como significativas mudanças das condições de transporte de sedimentos (MENEZES, 2010).

Há frequentes intervalos, relativamente longos, durante os quais os sedimentos não são transportados por distâncias significantes, no seu trajeto da fonte de produção ao sítio final de acumulação. Isto porque os agentes de transporte variam na sua capacidade de carregar material, como por exemplo, significantes quantidades de sedimentos poderiam eventualmente ser transportadas somente durante as enchentes de um rio, se tal ação ocorrer, no intervalo entre as enchentes, apenas as frações dissolvidas e as frações finas em suspensão iriam se mover rio abaixo (LAPORTE, 1969).

O processo de assoreamento de reservatórios está intimamente ligado com os processos erosivos que ocorrem na sua área de contribuição, uma vez que são estes que fornecem os materiais, que ao serem transportados e depositados, dão origem ao assoreamento (MACÊDO, 2009 *apud* MENEZES, 2010). Considerando que o assoreamento passa a ser um problema ambiental, social e econômico, surge a necessidade de avaliação do processo de assoreamento e da distribuição de sedimentos, ao longo do reservatório (CARVALHO et. al., 2000).

No caso de Londrina, houve uma expansão inadequada na cidade e mesmo que as leis ambientais existam, o que ocorre é um desacordo entre planejamento e gestão. Portanto, o ribeirão em estudo, sofre com certo descaso, e só retorna à memória da população quando algum problema mais sério ocorre, como por exemplo: inundações de vias públicas, decorrentes da ocupação desordenada, assoreamento excessivo e mau planejamento tanto urbano como ambiental (MORAIS FILHO, 2013).

Desta forma, o assoreamento nos Lagos Igapó gera um desequilíbrio nos ecossistemas aquáticos, diminuindo o oxigênio da água, prejudicando a biota, e podendo gerar inundações, enchentes, bloquear tubulações, diminuir o volume útil do reservatório, bem como efeitos sobre as estruturas, como sobrecarga nas barragens, entre outros.

### **3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA**

#### **3.1. PEDOLOGIA**

Londrina está localizada na porção sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná. Sendo observados no município, o afloramento de rochas das Formações Rio do Rastro, Pirambóia, Botucatu, Serra Geral e sedimentos continentais cenozóicos inconsolidados (MINEROPAR, 2001).

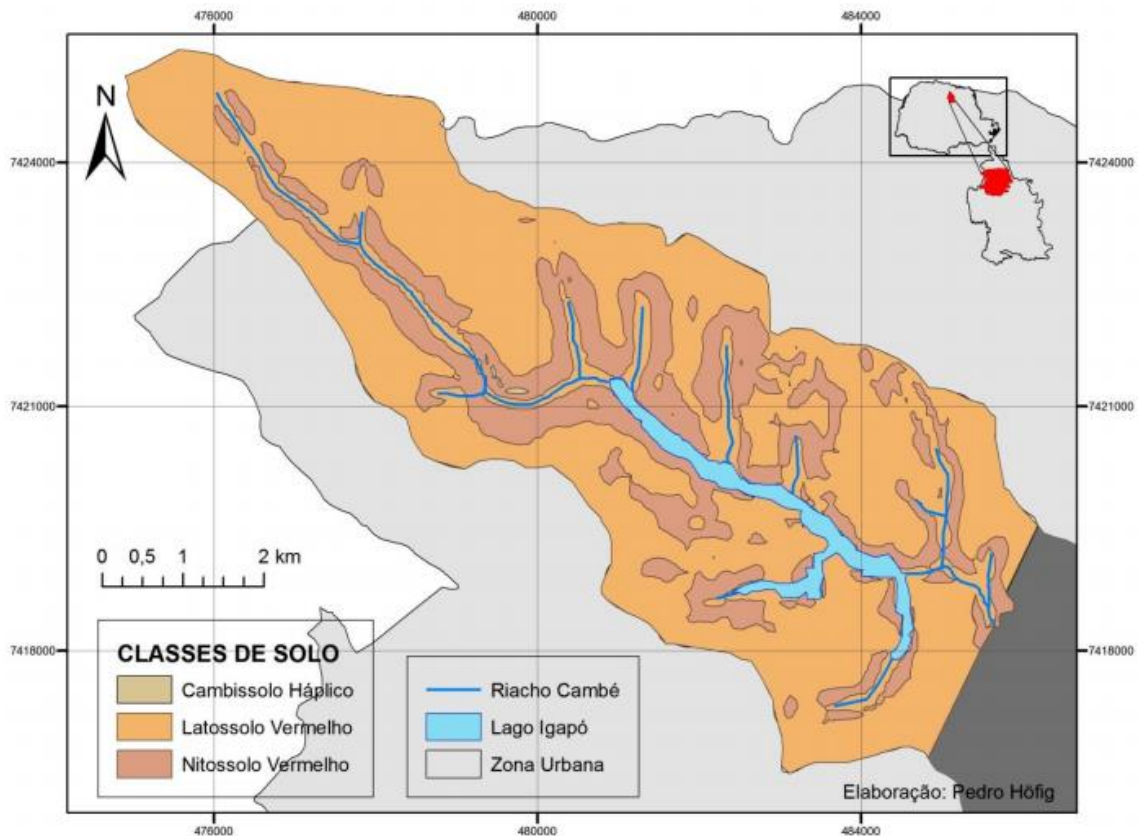
Diante disso, as funções dos solos segundo Doran e Parkin, (1996) *apud* Mota e Barcellos, (2007) são as seguintes:

Ciclagem de materiais orgânicos para liberação de nutrientes, que posteriormente serão reutilizados na síntese de nova matéria orgânica; Estocagem e gradual liberação de água e nutrientes; Divisão da água da chuva que chega à superfície do solo: escoamento superficial e infiltração; Manutenção da diversidade de habitat necessária aos seres vivos do solo; Sustentação das raízes e resistência à erosão; Por último, divisão da energia superficial, importante em processos globais (DORAN E PARKIN, 1996 *apud* MOTA E BARCELLOS, 2007)

No quesito solos urbanos, estes sofrem distúrbios e alterações que contribuem para diminuir a sua habilidade natural em suportar o crescimento e desenvolvimento de plantas. As alterações mais comuns são tráfego de pedestres, máquinas e veículos, os quais ocasionam a diminuição da porosidade do solo; Há também decréscimo de aeração, capacidade de infiltração e armazenamento de água e aumento da resistência à penetração de raízes; alteração na temperatura e umidade do solo, entre outros (LIMA, 2007).

Na (Figura 6) a seguir, observa-se no mapa todo este contexto teórico apresentado na área de estudo.

**Figura 6 - Pedologia de Londrina – Parte Superior da Bacia do Ribeirão Cambé**



Fonte: HÖFIG, 2012.

A classificação atual dos solos na região alega que o tradicional adjetivo *Roxo* desapareceu da denominação oficial, e a presença marcante do ferro na região é o grande responsável pela coloração avermelhada. Estima também a diversidade de fertilidade com os termos Eutroférico (Rico), Distroférico (Pobre) e Aluminoférico (Rico em alumínio), assim como o aspecto lustroso, ceroso ou com brilho graxo da antiga Terra Roxa Estruturada, como no nome Nitossolo (camada ou horizonte Nítico: reluzente). Os antigos Litólicos receberam a denominação de Neossolos Litólicos, revelando uma inexpressiva modificação em relação ao material originário, enquanto os Brunizens passaram para a denominação Chernossolos (LONDRINA, 2012).

Segundo mapeamento de Tagima e Terabe (2005), os solos da bacia em foco são os seguintes:

No Estrato Superior, tem-se os Latossolos Vermelhos distroféricos (LVdf), os Nitossolos Vermelhos eutroféricos latossólicos (NVef) e os Nitossolos Vermelhos eutroféricos (NVef), respectivamente. Já no Estrato Médio e Estrato Inferior, destacam-se os Nitossolos Vermelhos eutroféricos latossólicos (NVef), os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos (NVef), os Cambissolos Hápticos Eutroféricos, (CXef) e os Neossolos

Litólicos, Regolíticos Eutroféricos (RLe, RRe) e Gleissolo Háplico Eutroférico (GXbe) (TAGIMA e TERABE, 2005).

Existem algumas áreas na região que estão local e parcialmente recobertas por sedimentos inconsolidados, provenientes da erosão e deposição das litologias mais antigas intemperizadas, formados por processo deposicional relacionado à hidrografia fluvial no interior do continente, condicionado as calhas de drenagem dos rios e planícies de inundação. Sendo que no município existem também falhas e fraturas com sentidos predominantes de nordeste a sudoeste e noroeste-sudeste, dispondo os principais ribeirões do município também nestas direções. Porém, o curso inferior do rio Tibagi é uma exceção à regra, pois está posicionado no sentido norte-sul (LONDRINA, 2009).

As classes de solos na área de estudo são Latossolo Vermelho e Nitossolo Vermelho. Encontra-se também, a existência de pequenas faixas de solos da classe dos Cambissolos (entre declividades de 16% e 24%), mas sem relevância para o fenômeno da erosão laminar por se tratar de terrenos com residências e ruas pavimentadas. Nas áreas mais baixas das planícies, possivelmente desenvolveram-se solos da classe dos Gleissolos, devido à presença de terrenos planos e de drenagem impedida, condizente com processos de hidromorfismo/gleização (HÖFIG, 2012).

### **3.2. CLIMA**

O clima no município de Londrina é Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfa), tendo verões quentes, geadas pouco frequentes e chuvas com tendência de concentração nos meses do verão, deste modo, a faixa de precipitação no ano inteiro é de 1.400 a 1.600 mm, sendo que a faixa de precipitação nos meses menos chuvosos, de junho a agosto é de 225 a 250 mm, e nos meses mais chuvosos, dezembro a fevereiro, é de 500 a 600 mm, com temperatura média anual em torno de 21°C (LONDRINA, 2009).

Segundo Mendonça (1994) apud Faria (2005), de maneira geral, os fatores que influenciaram na formação do clima da cidade também aparecem nos setores distribuídos na área da bacia do Ribeirão Cambé, e conforme o período analisado pelo autor, os setores que cobriram a área drenada por este ribeirão estiveram alternadamente sob o domínio do SPA (Sistema Polar Atlântico), STC (Sistema Tropical Continental) e o SPA (Sistema Polar Atlântico).

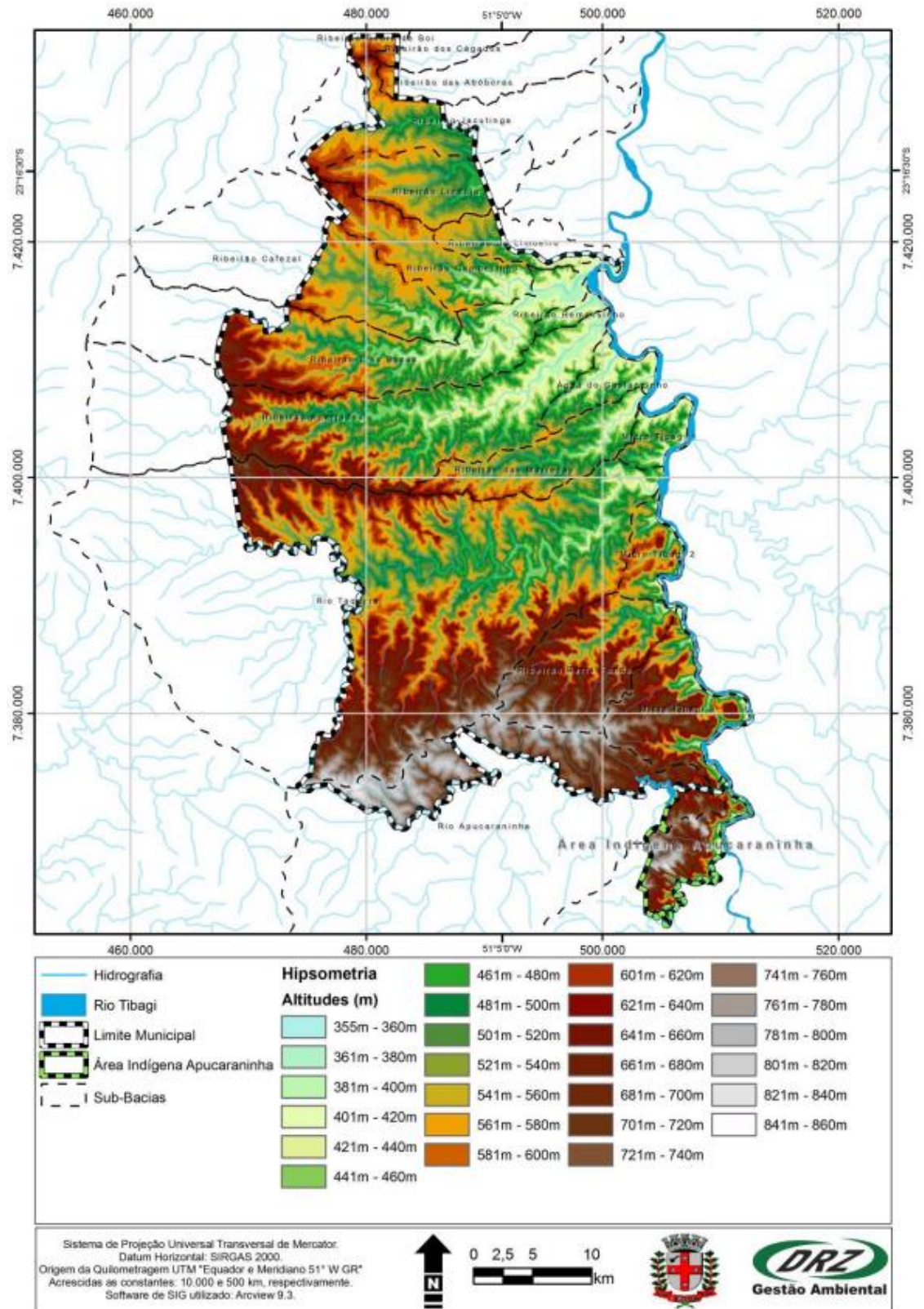
O regime dos ventos predominantes é de leste e nordeste, devido à situação latitudinal da cidade de Londrina e suas baixas cotas altimétricas, sucedendo assim, um intenso fluxo de sistemas atmosféricos de altas e baixas temperaturas, o que produz intensificação na velocidade dos ventos, podendo atingir velocidades acima de 120 km/h. Em tais condições, registradas principalmente nas estações de primavera e verão, os ventos mudam ocasionalmente de direção, passando a soprar de oeste e sudoeste (LONDRINA, 2009).

### **3.3. GEOMORFOLOGIA**

O município de Londrina situa-se na unidade morfoescultural do Terceiro Planalto Paranaense. A maior parte está inserida na subunidade morfoescultural do Planalto de Londrina, apresentando um relevo com dissecação média, topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”. Algumas áreas na porção noroeste estão inseridas na subunidade do Planalto de Maringá que apresenta uma geomorfologia com dissecação baixa, topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em “V”. Na porção sudoeste, próxima ao rio Tibagi, existem pequenas áreas inseridas na subunidade morfoescultural do Planalto da Foz do Areia, apresentando um relevo com dissecação alta, topos alongados, vertentes retilíneas e côncavas e vales em degraus (MINEROPAR, 2006).

As altitudes variam entre 350 e 841 metros acima do nível do mar (Figura 7), sendo que as áreas mais altas estão na porção sul do município nos divisores de água das bacias do Ribeirão Taquara e Apucarantina, e as áreas mais baixas se encontram na calha do rio Tibagi, na porção centro-leste do município, além disso, percebe-se que o município de Londrina possui uma direção de nível que decresce de oeste para leste (LONDRINA, 2009).

Figura 7 - Tipos de Declividade em Londrina



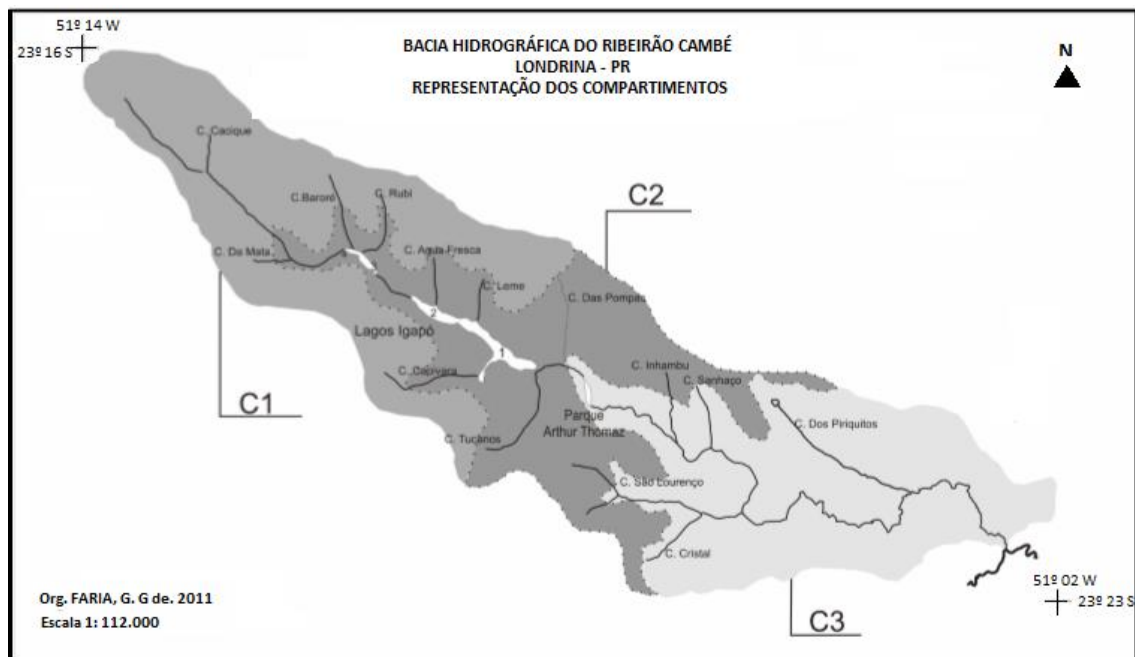
Fonte: Londrina, Plano Municipal de Saneamento Básico, 2008.

A respeito da declividade do município, Londrina, 2009 afirma que:

As áreas mais planas do município estão localizadas ao norte, onde predominam as classes de declividade que não ultrapassam 10%, já a região central e sul são mais irregulares, sendo as áreas de maior declividade se concentram na porção sudoeste, próximo ao rio Tibagi, onde a maioria das áreas possui declividade acima dos 30%, por fim, a região central do município, em sua maioria apresenta áreas com declividade que variam de 15% a 30% (LONDRINA, 2009).

Amaral (1989) apud Faria (2005) considera o relevo local, suas diferenças altimétricas, declividades e movimentações, apresentando a estrutura de paisagem do Ribeirão Cambé a partir de três compartimentos: C1; C2 e C3; alto, médio e baixo vale respectivamente (Figura 8 e Tabela 1).

**Figura 8** - Representação dos compartimentos da bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: Amaral (1989) apud FARIA, G. G de. 2005. Modificado.

O ribeirão Cambé apresenta em sua margem direita, próxima à nascente, uma pequena ravina, alguns patamares, vertentes côncavas, convexas, retilíneas e topos convexas. A estrutura do relevo em forma de patamares ocorre com frequência no médio curso deste ribeirão, próximo ao Lago Igapó. Na margem direita do córrego Carambeí, na região leste da cidade, ocorrem sulcos e uma ravina de grande proporção. A margem esquerda é composta por vertentes de formatos côncavos, convexas e algumas são retilíneas. Próximo a nascente e no médio curso predominam topos convexas e patamares e nas vertentes côncavas ocorrem a

concentração de sulcos. O baixo curso do ribeirão, após o córrego Bem-te-vi, possui uma grande quantidade de patamares, alguns sulcos, uma ravina, com seus topos de formatos planos e convexos (LONDRINA, 2012).

Tabela 1 – Caracterização dos Compartimentos da Bacia do Ribeirão Cambé

Unidades Físicas	Compartimentos		
	C1	C2	C3
<b>Hipsometria</b>	580-640 metros	550-580 metros	400-550 metros
<b>Declividades</b>	Área de baixa declividade (<5%) nas áreas de topos/divisor d'água e nos fundos de vales e declividades médias (5-12%) nas medias vertentes.	Áreas de baixa declividade (<5%) nos topos/divisor d'água e nas adjacências dos lagos; médias declividades (5-12%) nas médias vertentes. Poucas áreas de alto declive (12-30%).	Áreas de declividades baixas (<5%) nas áreas de topos/divisores d'água e nas proximidades da foz. Declividades médias a altas nas áreas de medias vertentes e fundos de vales. Predomínio de declividades muito altas (12-30%) nas encostas.
<b>Solos</b>	Predomínio do LATOSSOLO VERMELHO Distroférico e, menores ocorrências de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico e NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico	Predomínio da NITOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos e ocorrências de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico e Distroférico e uma pequena intrusão do Argissolos Argilúvicos Férricos/NEOSSOLO Litólico Eutrófico	Predomínio de NITOSSOLO VERMELHOS Eutroféricos e menores ocorrências LATOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos e Argissolos Argilúvicos Férricos/NEOSSOLO Litólico Eutrófico nas áreas de topos e medias encostas.
<b>Relevo</b>	Predomínio do relevo suave e ocorrências de relevo suave ondulado.	Relevo suave, suave ondulado e ondulado.	Forte ondulado e Escarpado.
<b>Clima</b>	Clima controlado por Massas de ar Tropicais e Polares. Cfa (subtropical úmido s/ estação seca) em transição (N e NO do município) com os sistemas atmosféricos intertropicais, tipo climático CWA (Köppen).		

Fonte: Amaral (1989) apud FARIA, 2005.

Dependendo do tipo de relevo, plano ou inclinado, a água da chuva pode infiltrar no solo, e/ou escoar pela superfície, ocasionando erosão (LIMA & LIMA, 2007). Assim, há variações no tipo de inclinação das vertentes que existem, sendo subdivididas em três tipos: retílineas, côncavas e convexas, cada uma com suas particularidades em relação ao escoamento superficial, influenciando ou não no processo de assoreamento, apesar do principal causador deste problema em uma vertente, ser a cobertura do solo existente ali.



### 3.4. HIDROGRAFIA

A área total ocupada pelas bacias hidrográficas no interior da área urbana é de 245 km<sup>2</sup>, enquanto que a extensão total dos cursos de água é de cerca de 240 km. A bacia do Cafezal, localizada na porção sul, possui a maior área (67 Km<sup>2</sup>). A bacia hidrográfica do ribeirão Lindóia é a segunda em área, porém, seus rios totalizam aproximadamente, 43 km de extensão (LONDRINA, 2012).

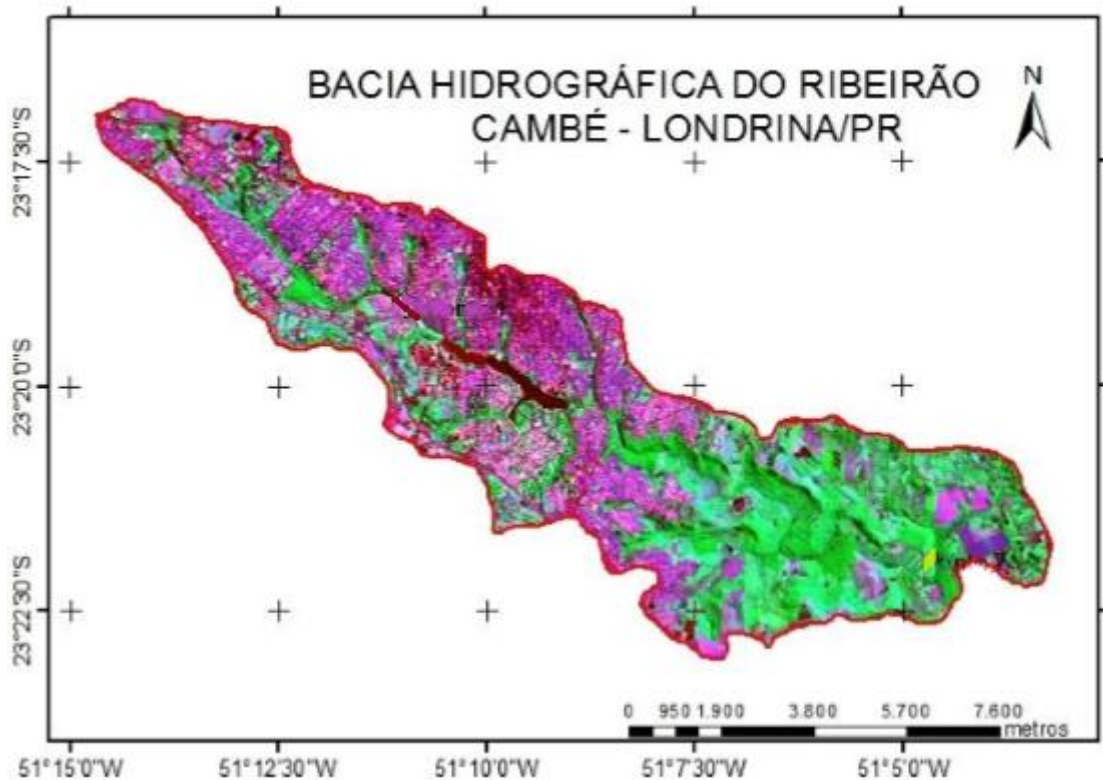
O ribeirão Cambé, juntamente com alguns afluentes, forma os lagos Igapó I, II, III e IV. O ribeirão forma também o lago do Parque Arthur Thomaz, área de lazer inserido no espaço urbano de Londrina. Sendo que a bacia do ribeirão Cambé em sua totalidade possui 24 afluentes, mas no local do estudo, que são os Lagos I e II, os afluentes diretos do ribeirão Cambé são o Ribeirão Capivara, Córrego Roseira, Córrego Água Fresca e Córrego São Lourenço (FARIA, 2005).

Dentro da bacia em foco, foram criados os Lagos Igapó, concluídos no ano de 1959, a partir do represamento do Ribeirão Cambé, subdividindo-se em lago Igapó 1, 2, 3 e 4 devido à sua fragmentação por ruas e avenidas. O lago Igapó tornou-se um dos principais pontos turísticos de Londrina, sendo considerado um dos cartões postais da cidade (IEIJ, 2012).

Deste modo, foi construída uma barragem, a qual tem sua função para criação dos lagos, mas acaba prejudicando a vazão do ribeirão, tendo sua velocidade diminuída, fato que favorece a ocorrência de assoreamento, o qual é muito mais frequente nos lagos em comparação com o curso natural do ribeirão.

A bacia do ribeirão Cambé tem sua área de nascente no oeste da cidade de Londrina, apresentando direção preferencial oeste-leste, obedecendo à direção do relevo (Figura 9), rumo à confluência com o ribeirão Três Bocas, que por sua vez continua em direção leste integrando-se à rede de drenagem do rio Tibagi (FARIA, 2005).

**Figura 09** – Delimitação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé



Fonte: NEVES, 2013.

A água se constitui como um dos elementos físicos mais importantes na modelagem da paisagem terrestre, interligado com fenômenos da atmosfera, interfere também na vida vegetal, animal e humana, a partir da interação com os demais elementos do seu ambiente de drenagem (SIRTOLI, 2007).

Durantes a chuva, a intensidade é o fator mais importante, quanto maior a intensidade, maior a perda por erosão. A duração da chuva é o complemento da intensidade, assim, quando inicia uma chuva de intensidade uniforme, a água se infiltra por um período mais ou menos longo, dependendo das condições de umidade do solo e da sua intensidade, além da permeabilidade do mesmo. Depois começa a enxurrada que vai aumentando de volume em proporções cada vez menores até alcançar uma quantidade estável (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Os principais cursos hídricos que atravessam o município de Londrina já nascem comprometidos em termos de qualidade ambiental, pois nascem em áreas urbanas, estando o ribeirão Cambé inserido nesta realidade. Além do escoamento superficial, recebem lançamentos de águas pluviais e poluição difusa das ruas, além de efluentes líquidos domésticos, comerciais e industriais (LONDRINA, 2009).

#### 4. PLANO DIRETOR E ZONEAMENTO DE LONDRINA: ENFOQUE NA ÁREA

O Plano Diretor de Londrina está em vigor desde 1998 e já deveria ter sido atualizado, porém devido a interesses conflitantes, o projeto do novo plano do ano de 2008, em trâmite há algum tempo na Câmara Municipal de Londrina, ainda não foi sancionado.

O Plano Diretor de 1998 interpretava a produção da cidade como um processo de “múltiplos agentes - incorporadores de terras, loteadores, construtores, poder público, órgãos estaduais de serviços, população”, e colocava o “poder público municipal como operador ativo do processo de urbanização, para orientá-lo e caracterizá-lo” recuperando o papel da prefeitura no reconhecimento dos agentes reais que intervinham no processo de construção da cidade, articulando as ações em prol do desenvolvimento social, e indicando mecanismos para a participação mais ativa e flexível da iniciativa privada (LONDRINA, 2012, p. 2).

O Plano Diretor Participativo de Londrina, o qual começou a ser discutido em 2008, integra diversas leis que dizem respeito ao ordenamento territorial, como as regras de parcelamento urbano, perímetro urbano, zoneamento de uso e ocupação do solo urbano, código de obras e edificações e o código ambiental. A visão integrada dessas leis permite que uma maior racionalidade e objetividade tanto na fiscalização quanto na própria ocupação da cidade (SILVA, 2012).

Segundo Londrina (2012), frisa-se que o Plano Diretor assumiu como metas:

- Viabilizar a participação da comunidade no processo de planejamento;
- Promover, junto ao poder público e comunidade a melhoria do padrão de qualidade de vida;
- Resgatar os avanços legais presentes nas constituições federal e estadual, bem como na Lei Orgânica do Município, sobretudo no que se refere à função social da propriedade;
- Tornar acessíveis e aplicáveis os instrumentos legais criados, permitindo sua efetiva incorporação na estrutura administrativa municipal e sua fácil consulta por parte da comunidade.

Portanto, como as zonas residenciais são as que mais aparecem no entorno dos Lagos estudados, torna-se necessária uma explicação de cada uma destas. Segundo Silva (2012), a zona residencial é subdividida em seis tipos que lhe atribuem características diferentes.

As Zonas Residenciais são divididas em:

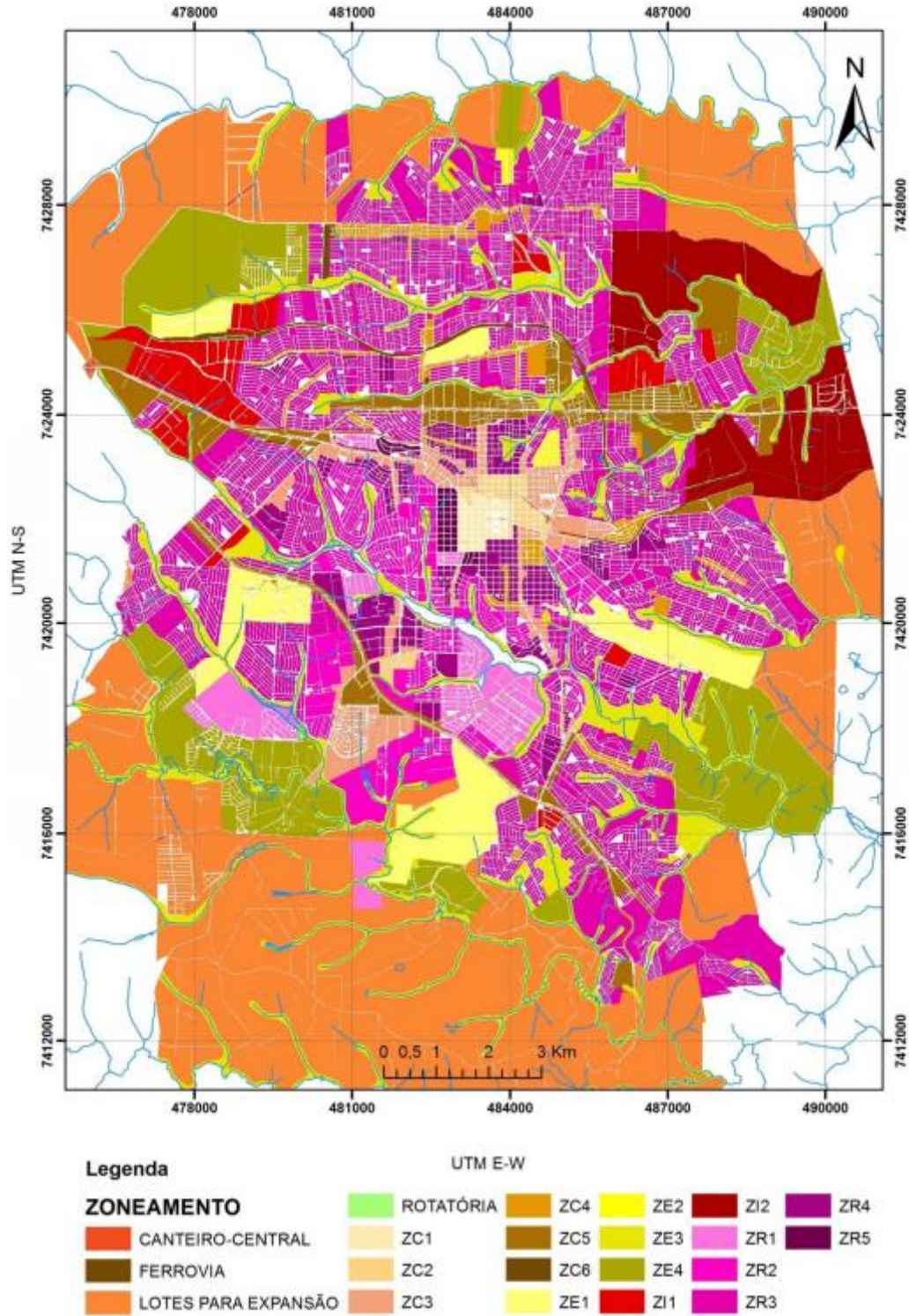
- Zona Residencial 1 (ZR 1) e Zona Residencial 2 (ZR 2): Uso estritamente residencial de baixa densidade;
- Zona Residencial 3 (ZR 3): uso residencial de média densidade;
- Zona Residencial 4 (ZR 4) e Zona Residencial 5 (ZR 5): uso residencial de alta densidade;
- Zona Residencial 6 (ZR 6): uso residencial de baixa densidade.

Ainda de acordo com Silva, (2012), a outros tipos de zoneamento também, os quais são:

- Zona Especial de Equipamentos Institucionais (ZE1): abrange a Universidade Estadual de Londrina, o Aeroporto, a zona especial de combustíveis, o Autódromo de Londrina e o Instituto Agrônômico do Paraná;
- Zona Especial de Ocupação Controlada (ZE2): destina-se a regular áreas de interesse específico de proteção do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico;
- Zona Especial de Fundo de Vale e de Preservação Ambiental (ZE3): destina-se prioritariamente à formação de parques contínuos, visando à preservação ambiental e à recreação.
- Zona Especial de Estudo (ZE4): destina-se à implantação de projetos específicos, os quais terão normas próprias à vista de seu uso ou ocupação especial.

O zoneamento urbano de Londrina (Figura 11), instituído no Plano Diretor contempla quatro classes principais: Zonas Residenciais, Zonas Industriais, Zonas Comerciais e Zonas Especiais. As zonas residenciais são destinadas a atender predominantemente ao uso residencial individual ou coletivo; a zona comercial, predominantemente às atividades comerciais e serviços; a zona industrial, a indústria de produção ou transformação; e a zona especial diz respeito àqueles que não se encaixam nas categorias anteriores, como por exemplo, esporte, lazer e recreação (LONDRINA, 1998).

Figura 10 – Zoneamento de Londrina



Fonte: SILVA, 2012

#### 4.1. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA

Como nota-se anteriormente na (Figura 11), ao entorno da área estudada, há predominância de Zonas Residenciais (ZR), sendo compostas pelas ZR1, ZR2, ZR3 e ZR4, aonde se encontram casas e apartamentos de alto padrão nas proximidades dos lagos I e II, delimitadas no mapa pelas cores rosa claro, laranja e amarelo, respectivamente. Além de Zonas Especiais (ZE), onde há espaço para esporte, lazer, recreação, e outros.

Referenciando Silva (2012), na área próxima a nascente do Ribeirão Cambé destaca-se o uso industrial de ZR 1 e comercial de ZC 5, devido a proximidade da BR-369, além de ZR 3 um pouco a jusante. Na vertente norte, além dos usos comerciais característicos do uso de Londrina, também concentram diversos usos residenciais, variando desde (ZR 2) até (ZR 4), mas com padrão de ocupação, em geral de pessoas com maior poder econômico.

Ainda segundo Ferreira da Silva (2012), a vertente centro-sul contempla usos importantes, como parte da Universidade Estadual de Londrina, o Instituto Agrônomo do Paraná (ambos ZE1), além dos usos residenciais de baixa e alta densidade, caracterizadas também por imóveis de alto padrão.

Como afirma Pantaleão (2013), o processo evolutivo de crescimento e adensamento de Londrina se constitui pela soma de tecidos urbanos contínuos ou descontínuos, determinados historicamente e que avançam sobre as bacias do município. Intrínsecos a esta dinâmica estão os diferentes modos de produção do sistema capitalista que se materializam no espaço pela divisão social do trabalho, imprimindo diferentes modos de apropriação dos corpos d'água e sua inserção no tecido urbano, o qual é fruto da relação espaço-tempo dentro de uma estrutura maior que reconfigura e ordena a totalidade dessa paisagem.

Assim, como destaca Finkler (2012), o tema uso e ocupação do solo é muito importante para o planejamento das bacias hidrográficas, porque diz respeito as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais. Sendo que o mapeamento desta temática permite que sejam determinadas e quantificadas as áreas de cultivo, solo exposto, reflorestamento, vegetação nativa e demais usos (estradas, edificações, corpos hídricos), dentro da bacia hidrográfica.

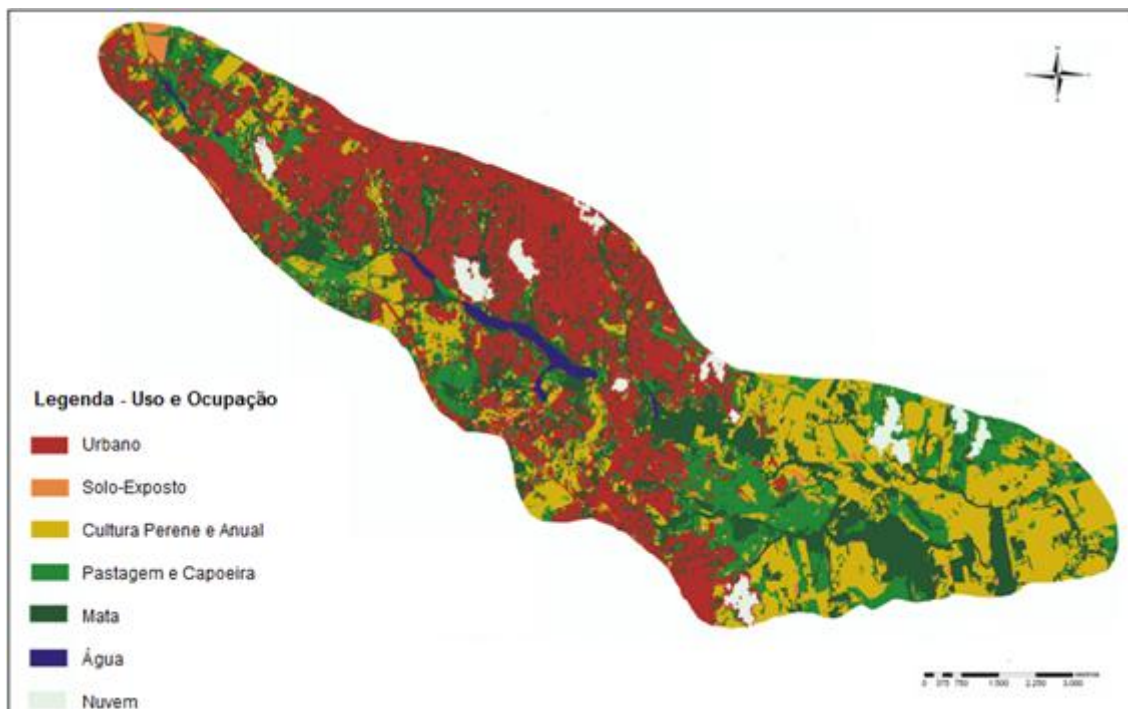
Segundo Silva (2012), o Ribeirão Cambé é um rio muito alterado quimicamente, pois grande parte das atividades urbanas de Londrina é desenvolvida

naquela região. Os principais zoneamentos encontrados nas vertentes da bacia estão relacionados a usos residenciais e comerciais, mas tendo outros zoneamentos presentes, sendo que a maior parte de seu trajeto é atendida por rede de esgoto.

O cruzamento do uso do solo com informações sobre a hidrografia e declividades, permite identificar ocorrências dentro da bacia hidrográfica (Figura 11), como: áreas de conflito entre as atividades desenvolvidas e a legislação ambiental vigente; Áreas de interesse para conservação do ecossistema natural; Condições das matas ciliares; Áreas com maior susceptibilidade à erosão; Identificação de fontes de poluição hídrica; Identificação de locais dentro da bacia onde há uma maior demanda hídrica (FINOTTI et.al., 2009 *apud* FINKLER, 2012).

A ocupação irregular por uma alta densidade populacional agrava a situação do risco ambiental, visto que a mesma ocupa progressivamente áreas de fundo de vale e matas através do uso agrícola, residências particulares (Figura 11) ou por empresas que constantemente lançam seus dejetos inutilizáveis, contaminando cursos hídricos e solos, o que impacta negativamente a qualidade de vida social (NEVES, 2012).

**Figura 11** – Uso e Ocupação do Solo em 2004



Fonte: ARAÚJO, 2004. Modificado.

O mapa anterior é de 2004, demonstrando predominância de tecido urbano intrínseca a Bacia do Ribeirão Cambé, mas já no ano de 2008, segundo Luca (2014), é possível perceber um aumento desta urbanização, sendo que o percentual de pastagem chega a cerca de 5%, mas a agricultura, não alcança 1% de área em metros quadrados, e a área de maior vegetação se concentra na porção leste da bacia (Quadro 3).

**Quadro 3 – Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão Cambé em 2008**

<b>Classes de Uso do Solo</b>	<b>Área em m<sup>2</sup></b>	<b>Área em km<sup>2</sup></b>	<b>Percentual</b>
Aeroporto	336.709	0,34	0,67
Agricultura	471.634	0,47	0,94
Área Urbana	34.876.246	34,88	69,22
Área Urbana livre	198.940	0,20	0,39
Lago	1.012.363	1,01	2,01
Pastagem	2.499.933	2,50	4,96
Vegetação	10.987.887	10,99	21,81
<b>Total</b>	<b>50.383.714</b>	<b>50,38</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Gioia, 2014.

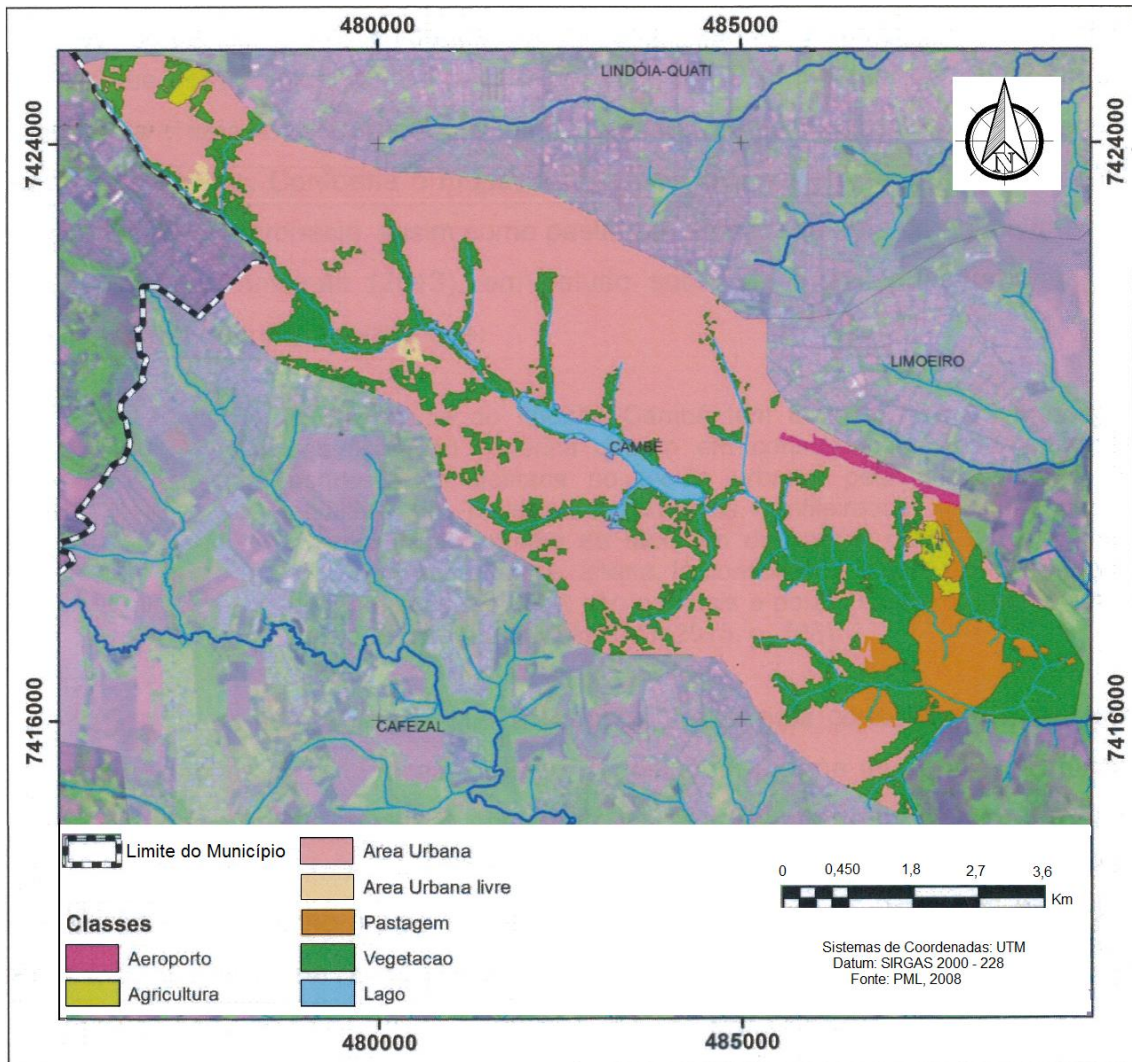
Fazendo a comparação do uso do solo em Londrina, a seguir observa-se a (Figura 12), com dados do ano de 2008, para ser analisado levando-se em conta a (Figura 11), a qual possui um mapa de 2004 dentro desta mesma temática.

Dentro desta ótica do uso e ocupação em Londrina, Pantaleão (2013) afirma que:

A microbacia do ribeirão Cambé tem tanto tecidos urbanos com sedimentação histórica quanto em consolidação. A sua vertente esquerda se destaca no tecido urbano, pelo adensamento de edifícios de múltiplos pavimentos, enfileirados ortogonalmente, expressando a malha do tabuleiro de xadrez como um elemento regulador da estrutura urbana, já consolidada e com poucos indícios de dinâmicas, os quais são pontuais e pouco interferem no conjunto dessa estrutura (PANTALEÃO, 2013).



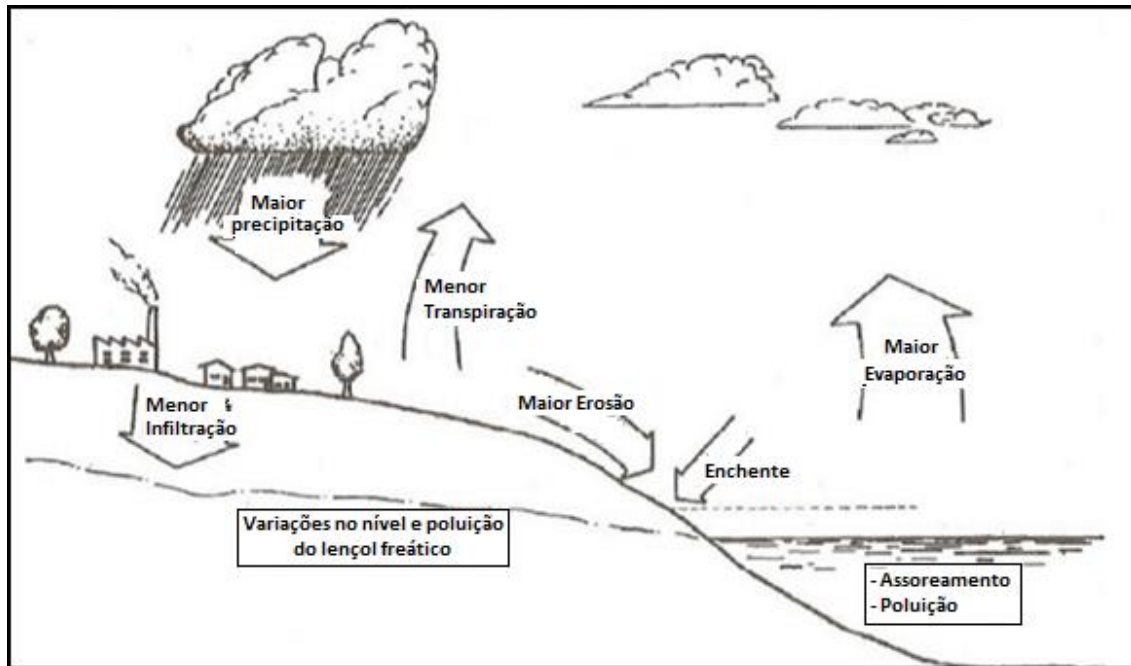
Figura 12 – Uso e Ocupação do Solo em 2008.



Fonte: LONDRINA, 2008. Org. Gioia, 2014. Modificado.

Já na questão cobertura do solo, Silva; et. al. (2004), afirmam que é de grande importância a prevenção e controle da erosão e dos agravamentos do processo erosivo (Figura 13). Este fator exerce influência sob várias formas, sendo que a principal a ser considerada é proteção sobre o solo, sendo que sob condições naturais, as copas das árvores e o resto da vegetação fazem o papel de “amortecedores” da energia cinética contida na gota d’água da chuva, impedindo o contato direto entre a gota e o solo, evitando o primeiro passo do processo erosivo.

**Figura 13** – Principais Alterações Causadas pela Impermeabilização do Solo



Fonte: MOTA, 2011. Modificado.

Os maiores problemas causados ao meio ambiente devido à impermeabilização do solo, feita pelo ser humano são: menor infiltração, variações no nível do lençol freático e poluição do mesmo, maior evaporação, tendo como consequência mais chuvas, poluição de corpos aquosos e trazendo também maiores chances da ocorrência de enchentes no meio urbano.

Segundo Tucci (2008), os principais problemas relacionados com a infraestrutura de água no ambiente urbano são a falta de tratamento de esgoto, lançando os efluentes na rede de pluvial, que escoam pelos rios urbanos; Ocupação do leito de inundação ribeirinha, sofrendo frequentes inundações; Impermeabilização e canalização dos rios urbanos com aumento da vazão de cheia e sua frequência e aumento da carga de resíduos sólidos e da qualidade da água pluvial sobre os rios próximos das áreas urbanas.

Outro fator importante nesta ótica são as obras de duplicação da PR – 445, as quais estão sendo realizadas desde o ano de 2013, e possuem grande relevância para a melhoria do tráfego urbano de Londrina e região. Porém, alguns cuidados ambientais não foram tomados durante a construção, sendo que em períodos chuvosos, grande quantidade de solo exposto corre para as vias públicas e para os bueiros, chegando, por consequência até o Córrego da Mata, afluente do Ribeirão Cambé, além de ter prejudicado consideravelmente a nascente deste ribeirão.

Sendo que a construtora responsável já foi inclusive, multada pelo IAP por tal irresponsabilidade. Tal fato colabora consideravelmente para o agravamento do assoreamento tanto do ribeirão como dos Lagos Igapó (ANEXOS A e B).

Assim, o uso e ocupação do meio urbano são controlados pelo poder municipal. Portanto, o município tem o dever de propor um zoneamento e fiscalizar seu cumprimento, evitando assim conflitos, especulações e riscos ambientais e à saúde de seus habitantes. Essas propostas devem ser delimitadas pelo Plano Diretor Participativo, em que a comunidade e o poder político discutem as particularidades de uso e constroem a legislação para regular as atividades no território municipal (SILVA, 2012).

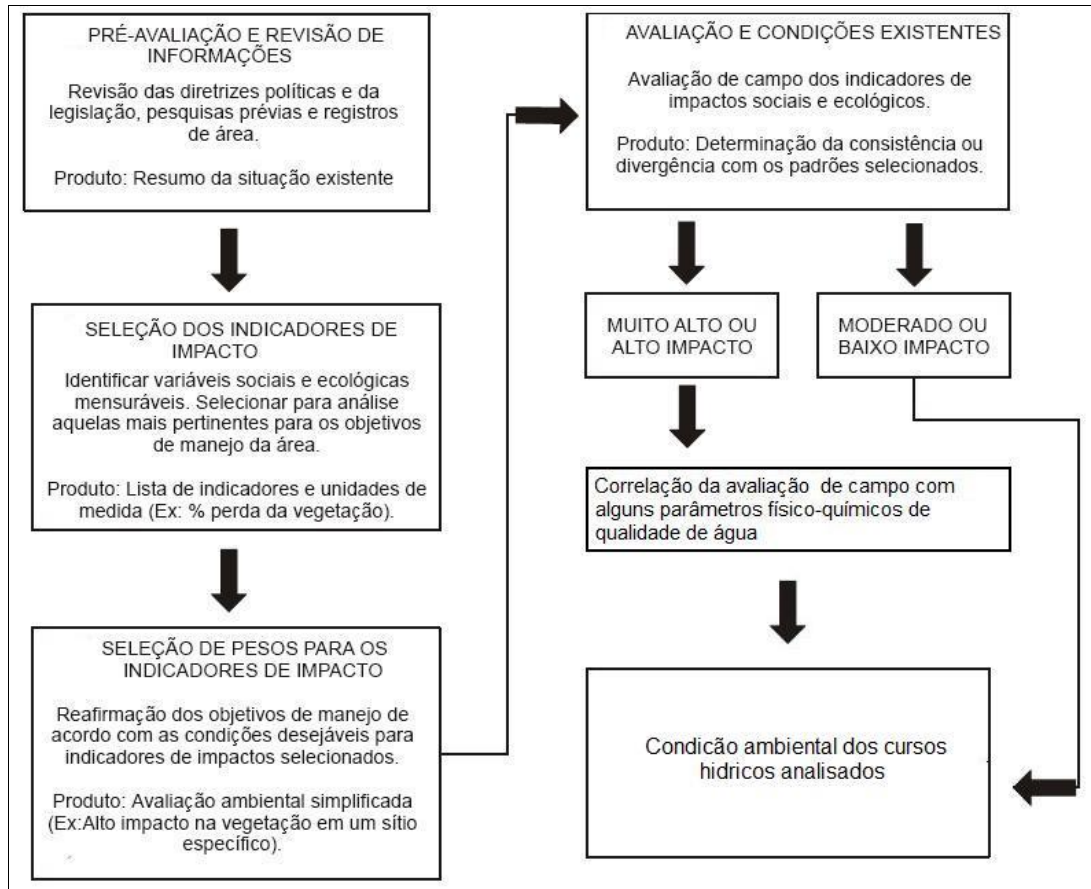
## **5. METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento do trabalho utilizou-se da metodologia de Análise Ambiental Simplificada (AAS), proposta por Sardinha et. al. (2007), o qual busca selecionar, medir e avaliar os impactos ambientais em determinado meio. A metodologia citada tem suas etapas explicadas na Figura 14.

Foram retiradas fotografias de cada um dos pontos, contendo os elementos que mais chamavam atenção em relação ao assoreamento dos lagos, como a condição da vertente, condição aparente do leito dos Lagos, lixo, entre outros.

A escolha de dois Lagos e não de todos os quatro, foi pela viabilidade e disponibilidade de tempo para fazer todas as análises necessárias a cada lago, sendo que, mostrando e analisando os dois Lagos, já foi possível observar o processo avançado de assoreamento e outros problemas que o cercam. A partir dos quais, foi possível propor medidas para a melhoria da situação.

**Figura 14:** Etapas do processo de Avaliação Ambiental Simplificada (AAS).



Fonte: Modificado de Sardinha et. al 2007 apud Neves; Ross (2013).

Assim, foram necessários 4 trabalhos de campo nos Lagos I e II, empregando-se a ficha de campo (Quadro 4) proposta por Salles et. al. (2008) e Saptti Junior et. al. (2012), a qual mede os impactos ambientais em cada ponto analisado.

**Quadro 4-**Ficha de Campo com Indicadores Biofísicos de Impactos Ambientais

<b>Impactos na vegetação</b>	<b>Peso</b>	<b>Erosão no entorno</b>	<b>Peso</b>
Sem vegetação	3	Voçoroca	3
Mais de 50% de vegetação	2	Ravina	2
Menos que 50% de vegetação	1	Sulco	1
100% de vegetação	0	Ausente	0
<b>Lixo no entorno</b>	<b>Peso</b>	<b>Turbidez</b>	<b>Peso</b>
Muito	3	Alta	3
Médio	2	Média	2
Pouco	1	Baixa	1
Ausente	0	Ausente	0

<b>Odor</b>	<b>Peso</b>	<b>Uso e ocupação da terra</b>	<b>Peso</b>
Forte	3	Agricultura/pastagem	3
Médio	2	Com vegetação rasteira	2
Fraco	1	Com vegetação arbustiva	1
Ausente	0	Com vegetação arbórea	0

<b>Intervalos de Valores</b>	<b>Classificação dos Impactos</b>
0 - 3	Impacto Baixo
4 - 7	Impacto Moderado
8 - 12	Impacto Alto
13 - 18	Impacto Preocupante

**Fonte:** Modificado de Salles et. al. (2008) e Spatti Junior et. al. (2012). Org. Neves; Ross (2013).

Foi utilizado ainda, o aparelho GPSmap 60 CSx – Garmin, para o levantamento dos seis pontos que foram analisados em cada Lago Igapó, utilizando posteriormente o software Trackmaker para converter os pontos do GPS para o software Google Earth, o qual foi utilizado para se obter os mapas gerais dos pontos em cada um dos lagos analisados, além também do software Excel para confecção das tabelas e gráficos.

Posteriormente realizou-se a interligação das características dos pontos com os resultados das análises químicas realizadas pelo IAP (2013) e por Silva (2012) na área em estudo, para que assim se configure uma análise mais completa acerca das condições e impactos ambientais na área.

Os pontos foram escolhidos de uma forma que ficassem mais ou menos equidistantes, sendo analisados com o preenchimento respectivo das fichas, além de tirar fotografias. Observando também as vertentes próximas, bem como o uso e ocupação do solo próximo a cada ponto.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram realizados trabalhos de campo nos Lagos Igapó I e II, avaliando seis pontos em cada lago, com o intuito de aplicar a metodologia escolhida, preenchendo as fichas de campo, analisando a situação atual.

## 6.1 LAGO IGAPÓ I

O primeiro Lago observado está localizado entre a Rua Almeida Garrete e Avenida Higienópolis, se constituindo como local de lazer, propiciando a prática de esportes náuticos, possuindo pistas de caminhada, ciclovias e uma pista de aeromodelismo em seu entorno.

**Figura 15:** Pontos Analisados no Lago I.



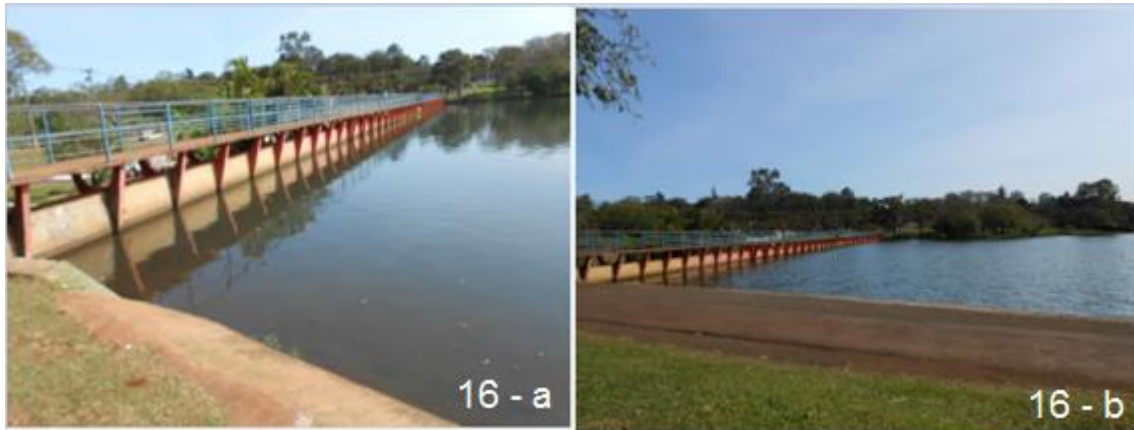
Fonte: Google Earth. Org. José Zucca M. Filho, 2014.

O trabalho de campo neste Lago foi realizado no dia 27 de agosto de 2014, tendo início às 15 horas, com sol e nenhuma nebulosidade, estando na estação do inverno. A (Figura 15) demonstra os pontos analisados no Lago Igapó I, os quais se constituem somente em uma vertente do Lago, devido à outra margem não conter espaços públicos, somente áreas privadas, impedindo, assim, uma possível visita e análise daquela área, algo já problemático, pois aquela deveria ser também uma área pública, como no Lago II, onde é possível aproveitar todo o seu entorno.

### Ponto 1

A localização geográfica do ponto 1 é: Latitude 23° 20' 19" S, Longitude 51° 09' 03" O, tendo a barragem como principal atuante, já que é a mesma que forma os lagos, represando o Ribeirão Cambé e seus afluentes, sendo assim, há muita terra visível no leito do lago no local referido.

**Figura 16** – Assoreamento próximo a Barragem



Autor: José Zucca M. Filho, 2014

Segundo o levantamento realizado através da metodologia aplicada, nota-se menos de 50% da vegetação ali presente, nenhum lixo visível no entorno, odor fraco, sem erosão no entorno (Figura 16) contendo uma turbidez baixa e o uso e ocupação no entorno apresenta predominantemente vegetação rasteira.

## Ponto 2

Já o segundo ponto se encontra na seguinte posição geográfica: Lat. 23° 20' 12" S, Long. 51° 09' 04" O, estando próximo à uma galeria pluvial que trás água da rua próxima, além de sedimentos, eventualmente óleo dos carros que ali trafegam e toda sujeira possível encontrada em uma via asfáltica da cidade, caracterizando a chamada poluição difusa, onde resíduos correm todos para o leito do lago, aumentando assim, o problema do assoreamento, como é possível notar na Figura 17, a qual demonstra a água com uma cor argilosa, denunciando a entrada de sedimentos no lago naquele ponto.

**Figura 17** – Lago turvo e margem cimentada



Autor: José Zucca M. Filho, 2014

Os problemas observados foram: menos da metade da vegetação presente no entorno, com pouco lixo, odor médio, devido ao cheiro vindo da galeria pluvial, não estando presente a erosão na vertente do entorno, também pelo fato de esta estar coberta por cimento, estando a água com turbidez média neste ponto, e por último uma vegetação rasteira também foi encontrada ali.

### Ponto 3

O terceiro ponto analisado se encontra próximo a uma base de segurança da Guarda Municipal, na localização de 23° 20' 09" S, 51° 09' 20" O, contendo uma área construída para apresentações, sendo este todo cimentado, com o seu entorno contendo apenas uma estreita faixa de grama e cimento, porém a água ali se encontrava mais limpa e menos turva do que nos primeiros locais analisados.

**Figura 18** – Palco de Apresentações Artísticas



Autor: José Zucca M. Filho

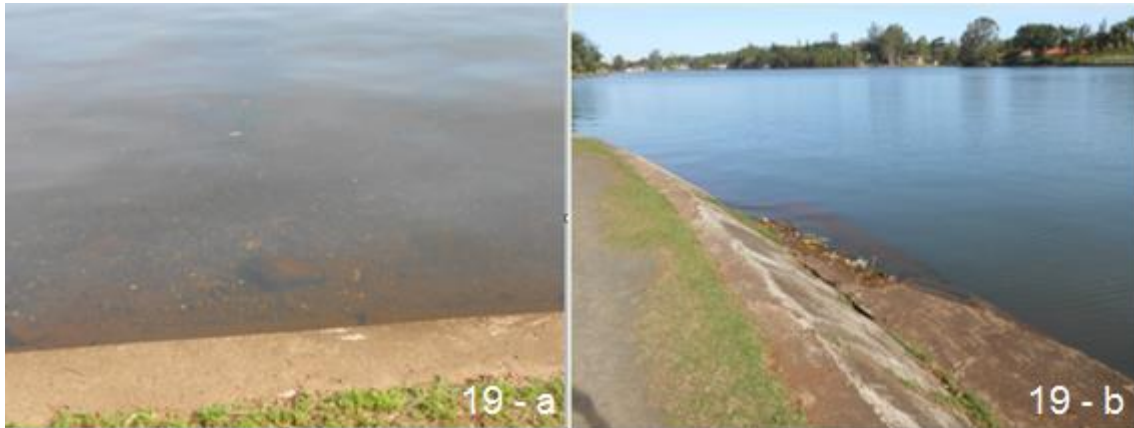
Existindo ali uma vertente bem íngreme, e também outro encanamento da galeria pluvial, o qual já não se encontra nas melhores condições devido ao passar dos anos, contendo partes quebradas e rachadas. Há menos de 50% de vegetação no local, com ausência de lixo no entorno, odor também ausente, sem erosão visível nas proximidades, sendo o único lugar analisado que se encontrava sem turbidez, além de conter vegetação rasteira em suas proximidades.

### Ponto 4

O quarto ponto está localizado na Lat. 23° 20' 03" S, Long. 51° 09' 27" O, ficando atrás da Fundação Cultura Artística de Londrina (FUNCART), a qual está no meio da vertente, tendo uma vegetação arbustiva próxima, e pouca vegetação junto ao lago, com terra exposta próximo a pista de caminhada.



**Figura 19 – Assoreamento Visível**



Autor: José Zucca M. Filho, 2014.

Contendo também menos da metade da vegetação, com um pouco de lixo no entorno, como se observa na Figura 19, também ausência de odor, com erosão em forma de sulcos, turbidez baixa na água e vegetação arbustiva em seu entorno, contando também com uma construção na vertente, como citado anteriormente.

#### **Ponto 5**

No quinto ponto do Lago I, cuja localização é S 23° 19' 51", O 51° 09' 40", há uma tubulação de grande porte exposta no barranco, isso ocorreu devido ao carreamento de solo neste local, algo também visível na (Figura 20), com sulcos ao longo da pista de caminhada em frente a tubulação, além da água turva, uma vez que apresenta sólidos em suspensão, bem como a presença de assoreamento.

**Figura 20 – Tubulação Exposta**



Autor: José Zucca M. Filho, 2014.

Neste local a vegetação também foi considerada como possuindo em torno de 50% do que poderia existir, com ausência de lixo no local, inexistência de odores, erosão em forma de sulcos, além do processo erosivo já citado na vertente, turbidez média, sendo a vertente composta por vegetação rasteira e estratos arbóreos de médio porte.

### **Ponto 6**

O sexto ponto está localizado a S 23° 19' 48", O 51° 19' 48", ficando próximo ao IATE Clube, sendo que ali há uma alteração na altitude do relevo próximo ao lago, se comparado aos pontos anteriores, com a presença de pessoas pescando próximo a este ponto, com erosão em forma de sulcos (Figura 21), os quais já são bem acentuados e até mais visíveis do que no quinto ponto.

**Figura 21** – Erosão na pista de caminhada



Autor: José Zucca M. Filho, 2014.

Em relação aos impactos analisados, também há menos que a metade da vegetação, contendo cerca de 30% da mesma, contendo um pouco de lixo no entorno do lago, com ausência de odor, erosão em forma de sulcos, turbidez baixa no dia analisado, além de predominância de vegetação rasteira.

## **6.2 PONTOS ANALISADOS NO LAGO I**

O quadro 5 demonstra a captação dos dados em campo, assinalados em azul em cada ponto analisado no Lago I, desde os impactos na vegetação até uso e ocupação da vertente.

**Quadro 5** - Levantamento dos Impactos no Lago I, no campo.

Impactos na vegetação	Pontos de Impacto - PI									Erosão no entorno	Pontos de Impacto - PI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		1	2	3	4	5	6	7	8	9
sem vezt.						■				voçoroca									
menos de 50% de vezt.	■	■	■	■	■					ravina									
mais que 50% de vezt.										sulco				■	■	■			
100% de vezt.										ausente	■	■	■						
<b>Lixo no entorno</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Turbidez</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
muito										alta									
médio										média		■							
pouco		■				■				baixa	■			■	■	■			
ausente	■		■	■	■					ausente			■						
<b>Odor</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Uso e ocupação</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
forte										agricultura/pastagem									
médio		■								vegt. rasteira	■	■	■			■			
fraco	■									vegt. arbustiva				■					
ausente			■	■	■	■				vegt. arborea					■				

Fonte: Salles et. al, 2008. Org. José Zucca M. Filho.

Já a Tabela 2 demonstra o peso dos impactos neste lago em questão, mensurando o tipo de impacto sofrido por cada local analisado em campo. Bem como a quantidade de pontos com impacto moderado e alto, já que nenhum ponto está somente com impacto baixo.

**Tabela 2** – Peso dos Impactos no Lago I

Pontos	Peso dos Impactos					
	1	2	3	4	5	6
Impactos na Vegetação	II	II	II	II	II	III
Lixo no Entorno	a	I	a	a	a	I
Odor	I	II	a	a	a	a
Erosão no Entorno	a	a	a	I	I	I
Turbidez	I	II	a	I	I	I
Uso e Ocupação	II	II	II	I	a	II
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
<b>Impacto</b>	<b>Moderado</b>	<b>Alto</b>	<b>Moderado</b>	<b>Moderado</b>	<b>Moderado</b>	<b>Alto</b>

Fonte: o próprio autor.

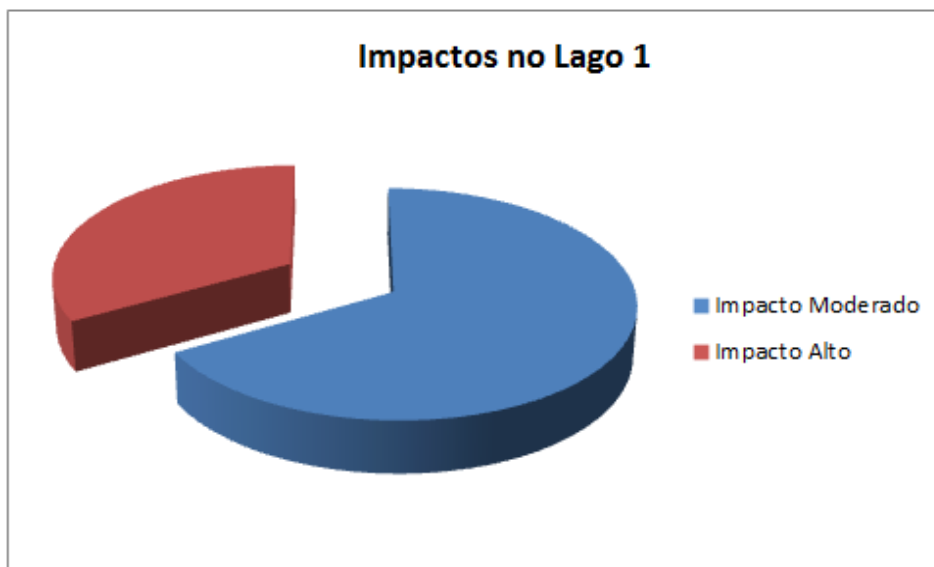
Como se pode inferir da (Tabela 2) e segundo a metodologia utilizada, a maioria dos pontos analisados, ou seja, 4 pontos possuem impactos moderados, enquanto o restante já contém impactos altos em relação ao ambiente do lago e suas vertentes.

Analisando o estudo de Sardinha et. al. (2010), o qual utiliza da mesma metodologia aplicada, mas para analisar os impactos ambientais da bacia hidrográfica do ribeirão do Meio no estado de São Paulo, é possível observar que este constatou 27,8% dos locais visitados apresentando impacto ambiental alto ou preocupante, com 5,6% tendo impacto muito alto.

Já no trabalho de Salles et. al. (2008), também se utiliza da mesma metodologia, neste caso aplicada na bacia hidrográfica do Alto Sorocaba no estado de São Paulo. Constatou-se que os principais impactos ambientais que afetam a bacia são o desmatamento, devido à agricultura intensiva e empreendimentos imobiliários às margens da represa, e o lançamento de esgotos domésticos *in natura* nos corpos d'água.

Como é possível observar no Gráfico 1, o qual complementa a Tabela 3, a maioria dos pontos analisados, 66,6%, estão sofrendo um impacto moderado, enquanto os outros dois pontos já possuem um impacto alto, o que demonstra a situação ambiental preocupante do Lago I.

Gráfico 1: Impactos Sofridos por Todos os Pontos Analisados



Fonte: o próprio autor.

Em relação ao uso e ocupação do solo, nos bairros próximos ao Lago I, o Plano Diretor determina que possam ser construídas casas com as (ZR1, ZR2, ZR3 E ZR5) que correspondem respectivamente aos usos residenciais de baixa, média e alta densidade, e também a ZE2, a qual se destina a regular área de interesse específico de proteção do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico, o que

no caso corresponde a áreas que deveriam servir para a preservação ambiental do Lago.

No que diz respeito à qualidade da água, utiliza-se as análises do IAP (Instituto Ambiental do Paraná) que realizou medições e coletas de água nos Lagos Igapó semanalmente, de 23 de setembro a 28 de outubro de 2013. Os resultados respectivos ao Lago I encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3: Análise Química da Água no Lago Igapó I

Data	Nº Amostra	Condição do Tempo	Conduct.	Sólidos Dissolv.	pH	Colif. Totais	E. Coli	Fito
23/09/13	3587/13	Chuvoso	164	133	6,6	>1.600	<1,8	955
30/09/13	3648/13	Chuvoso	157	104	6,5	280	<1,8	2.266
07/10/13	3766/13	Bom	102	73	6,3	>1.600	3,7	355
14/10/13	3856/13	Chuvoso	107	92	7,3	920	4,5	1.065
21/10/13	3955/13	Bom	121	102	6,2	>1.600	1,8	1.375
28/10/13	4034/13	Bom	121	144	6,4	>1.600	1,8	1.936

Fonte: IAP, 2013. Org. O autor.

O represamento do ribeirão pode acarretar em maior capacidade de eutrofização da água, pois diminui a velocidade de fluxo, aumenta a temperatura e a concentração de matéria orgânica advindo de sua montante. Por essas características, o ribeirão Cambé está muito alterado quimicamente, já que boa parte das atividades urbanas de Londrina é desenvolvida ali (SILVA, 2012).

Segundo a bióloga Neiva Dias, que deu o parecer em relação ao estudo do IAP no final de 2013, os monitoramentos indicam problemas de contaminação por coliformes de esgotos e uma consequente tendência a eutrofização com floração de fitoplâncton e surgimento de macrófitas especialmente em períodos menos chuvosos.

Outro fator que também contribui para este quadro é a ocorrência de árvores exóticas na mata ciliar de afluentes do ribeirão Cambé, como o caso da *Mélia Azedarach*, conhecida como Santa Bárbara, a qual perde suas folhas durante determinados meses do ano, e que caem no ribeirão, ajudando no processo de eutrofização, o qual tem como princípio básico a gradativa concentração de matéria orgânica acumulada nos ambientes aquáticos, liberando toxinas que agravam ainda mais a situação dos ambientes afetados.

Segundo Silva (2012), em seu trabalho sobre a bacia do Ribeirão Cambé, foi realizado um levantamento da qualidade da água em várias bacias hidrográficas de Londrina, sendo que a do ribeirão Cambé teve a maior quantidade de pontos com temperaturas acima de 23,5° C, fato que pode diminuir a capacidade de dissolução de oxigênio na água e aumentar a capacidade de reprodução de bactérias.

Frazão (2009 apud Lorenzo, 2011) também mencionam que os efluentes de tratamento de empresas alimentícias e os estabelecimentos de lavagem de veículos que despejam resíduos nas galerias de escoamento de chuvas, além de centenas de ruas conectadas por bueiros que direcionam os resíduos e efluentes das ruas do município para o Lago Igapó, aumentando seu nível de poluição e o assoreamento. Nessa ótica, óleos, graxas de carros, entulhos, areia de obras, calçadas estragadas ou até ausência destas, além de resíduos jogados pela população nas ruas, formam uma massa de poluição que atinge diariamente o Lago Igapó, diretamente ou pela alimentação de seus afluentes.

### 6.3 LAGO IGAPÓ 2

O Lago II também é utilizado para lazer da população, sendo possível percorrer todo o seu entorno, a partir de onde foram analisados os seis respectivos pontos, os quais estão representados na (Figura 22).

**Figura 22:** Pontos Analisados no Lago II.



Fonte: Google Earth. Org: José Zucca M. Filho.

O Lago II está localizado entre as Avenidas Higienópolis e Ayrton Senna da Silva. Os seis pontos neste Lago foram analisados no dia 28 de agosto, tendo início às 15:45 horas, e o tempo estava ensolarado e parcialmente nublado.

### Ponto 1

A localização geográfica do ponto 1 é: Latitude 23° 19' 45" S, Longitude 51° 10' 15" O, possuindo menos de 50% de vegetação em suas proximidades, tendo grama na margem e uma vegetação desde o nível arbustivo até o arbóreo (Figura 23 - b).

**Figura 23 – Assoreamento Aparente**



Autor: José Zucca M. Filho, 2014.

Este local possuía um pouco de lixo no entorno e na margem do Lago, com ausência de odores e pouca erosão, com baixa turbidez da água. É possível notar o leito do lago bem próximo à superfície da água (Figura 23 – a), deste modo, neste local há pouco mais de 10 cm de coluna d'água.

### Ponto 2

Já no segundo ponto analisado, a localização é a seguinte: Lat. 23° 19' 45" S, Long. 51° 10' 18" O. Contendo uma margem bem erodida, como é possível observar na (Figura 24 – a), além de se constituir como um remanso no lago, o que o faz acumular grande quantidade de lixo. Tendo ausência de odor, menos de metade da vertente ocupada por vegetação, erosão em forma de ravinas, média turbidez da água, apesar do quadro erosivo já bem considerável.

**Figura 24 – Erosão na Margem**



Autor: José Zucca M. Filho

Próximo a este ponto há uma tubulação de água, a qual traz água e também muita quantidade de solo para dentro do corpo aquoso, como nota-se na (Figura 24 – b), sendo fácil observar a carga de solo que adentra o lago neste local.

### **Ponto 3**

O terceiro ponto tem a seguinte localização: 23° 19' 41" S, 51° 10' 24" O. Sendo notável o estado preocupante deste local, com uma espuma saindo da galeria pluvial, além de uma grande quantidade de solo também, porém mesmo nesta situação, havia um homem pescando muito próximo a saída da galeria, um risco grande a sua saúde, pois o mesmo estava guardando os peixes.

Na questão da vertente, há com uma quantidade considerável de solo exposto, o que facilita o processo de assoreamento. O lixo no entorno deste ponto era de quantidade média, com odor, proveniente das saídas de esgoto, também considerado de média intensidade, erosão em forma de sulcos, média turbidez e vegetação com dois níveis de extrato arbóreo, contendo algumas poucas árvores e predominância de vegetação rasteira (Figura 25).



**Figura 25 – Galeria Pluvial**



Autor: José Zucca M. Filho, 2014.

Entre os pontos 3 e 4 há uma quantidade maior de empreendimentos novos, existindo também um aumento no número de tubulações na beira do Lago, as quais despejam água tanto da chuva como de outras fontes, já que no dia em questão, não chovia e ainda assim a água na galeria estava com movimento constante.

#### **Ponto 4**

O quarto ponto está localizado da seguinte maneira: Lat. 23° 19' 32" S, Long. 51° 10' 34" O. Se constituindo como um dos pontos mais problemáticos que foram analisados, pois está na transição do Lago II para o aterro, sendo que a partir dali, este se transforma em apenas um pequeno córrego (Figura 26).

**Figura 26** – Transição entre os Lagos



Autor: José Zucca M. Filho, 2014.

Há neste ponto, uma ponte do sistema viário passando muito próximo ao Lago, contendo em suas proximidades, um grande acúmulo de lixo, além de uma grande ilha formada pelo assoreamento (Figura 26 – d), a qual já possui até grama em cima e já se conectou em partes, com a lateral de uma das margens (Figura 26 – b).

Nesta ótica, enquadra-se o conceito de Resistasia, o qual diz respeito à retirada de elementos que causam um desequilíbrio no ambiente, fato ligado à atividade antrópica. Nesta condição, associada à ocupação humana da vertente, há um aumento da erosão, a qual promove o assoreamento do sistema de drenagem, podendo colocar em risco a vida útil de barragens e açudes e provocar problemas em todo o sistema fluvial (CASSETI, 2003).

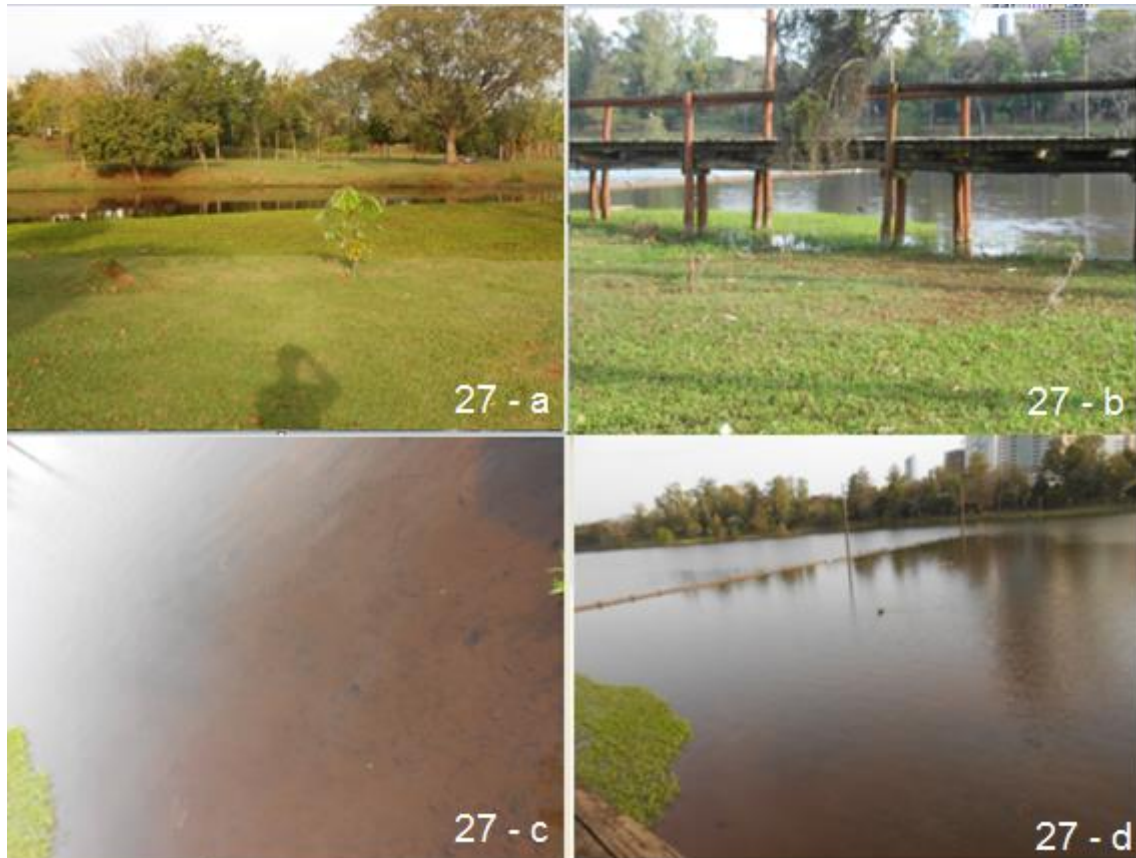
Há também menos de 50% de vegetação nas proximidades do local, contendo muito lixo no entorno e dentro do lago, com odor forte, devido à poluição da água, muito evidente no local. A erosão do entorno se manifesta na forma de sulcos, com alta turbidez da água e predominância de vegetação rasteira próxima as margens.

Entre os pontos 4 e 5 há uma ponte menor, onde a distância do lago para o sistema viário é de menos de 3 metros, o que está em desacordo com a legislação mais recente, que disserta sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP's), a qual determina uma área de 30 metros de vegetação ao entorno de reservatórios artificiais em áreas urbanas consolidadas (BRASIL, 2012). Esta inadequação facilita a entrada de dejetos no lago. Porém, os Lagos foram construídos muito antes destas últimas legislações ligadas a preservação de suas vertentes, tal fato será discutido mais a frente.

### Ponto 5

O ponto 5, analisado no Lago II se localiza no ponto S 23° 19' 37", O 51° 10' 18", e também é muito problemático do ponto de vista do assoreamento, sendo que a água neste local possui menos de 10 centímetros de profundidade, o que aquece a água, diminuindo também o oxigênio presente na mesma.

**Figura 27 - Ponte**



Autor: José Zucca M. Filho, 2014.

Como nota-se na (Figura 27 – b), o Córrego Água Fresca que desagua junto ao ponto está tomado por uma ilha formada devido ao assoreamento, contendo inclusive vegetação e aves sobre a mesma.

No local há também menos da metade do espaço da margem contendo vegetação, tendo em vegetação arbórea aproximadamente 15% apenas. O local tem ausência de odor, pouco lixo em seu entorno, presença de erosão em forma de sulcos próximos as margens, ausência de turbidez e predominância de vegetação rasteira.

### **Ponto 6**

Por último, o ponto 6, o qual se localiza na Latitude S 23° 19' 45", Longitude O 51° 10' 02", sendo o local onde existe uma cascata que leva água do Lago II para o Lago I.

**Figura 28** - Cascata



Autor: Eduardo Campos, 2014.

Constituindo-se como uso urbano e paisagístico, este ponto não contém vegetação na margem, porém possui presença de um odor de média intensidade e com média turbidez da água, apesar da ausência de erosão e lixo visível. No lado direito da cascata há uma área com água parada e suja, propícia à procriação de doenças como a dengue.

## 6.4 PONTOS ANALISADOS NO LAGO II

O quadro 6 demonstra a captação dos dados realizada em campo, em cada ponto analisado no Lago II, avaliando questões desde a erosão no entorno até o uso e ocupação da vertente, sendo possível assim, identificar áreas mais e menos problemáticas.

**Quadro 6** - Levantamento dos Impactos no Lago II, no campo.

Impactos na vegetação	Pontos de Impacto - PI									Erosão no entorno	Pontos de Impacto - PI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		1	2	3	4	5	6	7	8	9
sem vezt.						■				voçoroca									
menos de 50% de vezt.	■	■	■	■	■					ravina		■							
mais que 50% de vezt.										sulco			■	■	■				
100% de vezt.										ausente	■						■		
Lixo no entorno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Turbidez	1	2	3	4	5	6	7	8	9
muito				■						alta			■	■					
médio		■	■							média		■				■			
pouco	■				■					baixa	■								
ausente						■				ausente					■				
Odor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Uso e ocupação	1	2	3	4	5	6	7	8	9
forte				■						agricultura/pastagem									
médio			■			■				vezt. rasteira			■	■	■				
fraco										vezt. arbustiva									
ausente	■	■			■					vezt. arbórea	■	■							
										Uso urbano						■			

Fonte: Modificado de Salles et. al, 2008. Org. José Zucca M. Filho.

Como consequência do que foi avaliado em loco, obteve-se a Tabela 4, a qual diz respeito ao peso dos impactos sofridos em cada um dos pontos, sendo que todos apresentam impacto no mínimo moderado.

Tabela 4: Peso dos Impactos no Lago II.

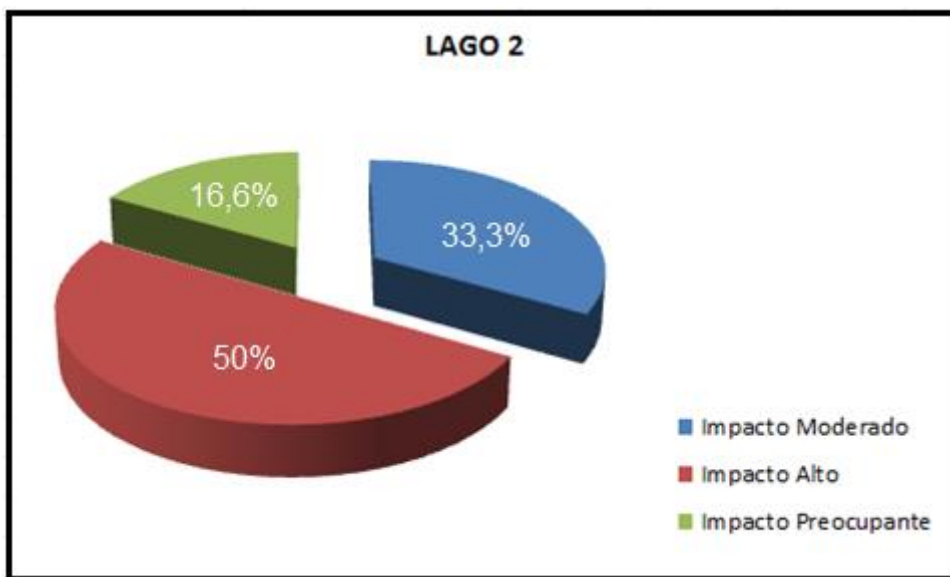
Pontos	Peso dos Impactos					
	1	2	3	4	5	6
Fator 1	II	II	II	II	II	III
Fator 2	I	II	II	III	I	a
Fator 3	a	a	II	III	a	II
Fator 4	a	II	I	I	I	a
Fator 5	I	II	III	III	a	II
Fator 6	a	a	II	II	II	III
Total	4	8	12	14	6	10
Impacto	Moderado	Alto	Alto	Preocupante	Moderado	Alto

Fonte: o próprio autor.

Tomando como referência o Tabela 4 e considerando o total de 6 pontos, 3 estão com alto impacto (50%), 2 pontos têm impacto moderado (33,3%) e 1 ponto tem impacto preocupante (16,6%).

Levando em conta a metodologia aplicada, foi elaborado o Gráfico 2 de acordo com o peso dos impactos encontrados em cada ponto, podendo ser observado que a maioria dos pontos analisados sofre um impacto de moderado a alto, situação mais grave do que a encontrada no Lago I.

Gráfico 2: Impactos Sofridos por Todos os Pontos Analisados.



Fonte: o próprio autor.

Considerando os dados apresentados, infere-se que a situação ambiental do Lago II é crítica, o que se confirma ao se observar a Tabela 5, proveniente de um estudo realizado pelo IAP, no final do ano de 2013. Levando-se em conta a resolução 274/2000 do CONAMA, e a Tabela, observam-se coliformes totais em níveis altíssimos, inclusive da bactéria E. Coli, a qual corresponde aos coliformes fecais, além da quantidade considerável de fitoplactons, os quais denunciam a eutrofização do lago devido à poluição e dejetos encontrados no mesmo.

Tabela 5: Análise Química da Água no Lago Igapó II

Data	Nº Amostra	Condição do Tempo	Condut.	Sólidos Dissolv.	pH	Colif. Totais	E. Coli	Fito
23/09/13	3588/13	Chuvoso	161	122	6,3	>160.000	92.000	1.790
30/09/13	3649/13	Chuvoso	162	102	6,4	240.000	7.000	1.360

07/10/13	3767/13	Bom	96	66	6,2	16.000	1.100	920
14/10/13	3857/13	Chuvoso	143	131	7,3	7.000	3.500	1.820
21/10/13	3956/13	Bom	170	117	6,2	54.000	6,1	4.785
28/19/13	4035/13	Bom	141	147	6,3	5.400	2,0	5.225

Fonte: IAP, 2013. Org. o autor.

No caso do Lago Igapó, segundo a bióloga do IAP, Dias (2013), a água não tem objetivo de balneabilidade nem potabilidade, assim, o Lago Igapó teria apenas finalidade paisagística e não necessitaria de padrões altos de qualidade como a potabilidade e o abastecimento público requereria. Porém, existem muitas pessoas que se banham e/ou praticam esportes náuticos, acarretando possíveis danos à saúde humana.

Portanto, se faz necessária uma fiscalização a cerca deste assunto, proibindo e conscientizando as pessoas sobre a poluição nos Lagos, apesar de ser algo de difícil efetividade, pois muitas pessoas não tem alternativa para os dias quentes, e muitos não se preocupam com os possíveis danos a sua saúde.

Referendando Dias (2013), a respeito dos esportes náuticos, mesmo estes não prevendo o contato direto com a água, há a possibilidade de riscos de dermatites e conjuntivites, entre outros problemas relacionados ao banho e ingestão acidental da água contaminada por esgotos domésticos não tratados.

Segundo Tundisi (2006), as atividades humanas que causam impactos na qualidade das águas são: atividades industriais, urbanização e despejos de água residuária não tratada, atividades agrícolas, remoção de biomassa de rios, lagos e represas, navegação, recreação, turismo, introdução de espécies exóticas, remoção de espécies de importância nos ciclos e redes alimentares em rios, lagos e represas, remoção de cobertura vegetal, mineração, construção de represas, despejo de poluentes no ar, entre outros. Sendo que na questão dos Lagos, todas as questões são perceptíveis, menos atividades agrícolas e mineração.

Como afirma Silva (2012), por se tratar de uma área densamente ocupada, na questão dos principais zoneamentos encontrados nas vertentes da bacia, estes são relacionados a usos residenciais e comerciais, mas existem outros zoneamentos presentes. Praticamente todo o trajeto do ribeirão é atendido por rede de esgoto, apesar de que a densidade habitacional, a classe econômica e o tipo de ocupação da população vão interferir diretamente no uso do espaço urbano, o que pode facilmente afetar a qualidade das águas.

Transformados em locais de lançamento não só de resíduos líquidos, mas também de sólidos (domésticos, industriais, construção civil), os fundos de vales também tem suas características morfogenéticas alteradas, por aterros de toda natureza, resultado do intenso processo de urbanização, além de invasão e assentamento nestas áreas de população desabrigada (SILVA, 2012).

Além de contaminar e degradar a qualidade das águas superficiais, essas atividades deterioram também as águas subterrâneas, sendo que alguns dos principais efeitos na qualidade das águas são: eutrofização, contaminação, aumento de material em suspensão, acidificação e aumento da incidência e dispersão de doenças de veiculação hídrica (TUNDISI, 2006).

Deste modo, a gestão socioambiental é importante, pois segundo Tucci (2008), esta gestão diz respeito ao meio ambiente urbano, sendo realizada por entidades municipais, estaduais ou federais de acordo com a estrutura institucional. Assim, a gestão envolve a avaliação e aprovação de projetos, monitoramento, fiscalização e pesquisa para que o desenvolvimento urbano seja social e ambientalmente sustentável.

Além da conscientização e educação da população, Penteadó (2010) afirma que o bom desempenho da cidadania compreende comportamentos construtivos cujo aprendizado precisa ser providenciado para todos os habitantes do município, para que a compreensão a cerca do mundo, se expanda das atitudes individualistas às solidarias e colaborativas, necessárias à preservação de nossa morada, a terra, independente de nossa localização nos espaços rural ou urbano, e pelos quais nos cabe cuidar.

## **7. POSSÍVEIS SOLUÇÕES AO ASSOREAMENTO DOS LAGOS I E II**

A solução da poluição do Lago Igapó exige mobilização social, ação governamental no sentido de promover a educação ambiental, a fiscalização e o controle da poluição. Assim, esforços devem ser feitos para o tratamento eficiente dos esgotos domésticos para promoção do bem estar do cidadão que procura os Lagos para seu lazer (DIAS, 2013).

Deste modo:

O quadro atual dos Lagos exige ações para recuperação da boa qualidade destas águas, visando à melhoria da biodiversidade do local, sendo que estas ações vão desde recomposição das matas ciliares, eliminação de ligações clandestinas de esgoto doméstico e industrial em galerias de águas pluviais, monitoramento dos emissários de águas pluviais



e principalmente programas de educação ambiental, visando sensibilizar a população para os problemas gerados pela deposição irregular de lixo nas ruas e vales, de ligações clandestinas de esgoto nas galerias e da ligação de águas pluviais na rede de esgoto (LONDRINA, 2012).

Serão necessárias algumas ações para prevenir os processos erosivos nas margens, estabelecendo ou mantendo a cobertura vegetal do solo, implantando e recuperando a mata ciliar. Sendo necessária a implantação de um conjunto de medidas mitigatórias (que amenizam a situação) não só no lago Igapó, mas em todo o ribeirão Cambé e em seus afluentes (BRITO & LORENZO, 2011).

Outra medida para melhorar a situação seria dragar o lago, mas este procedimento sozinho não resolverá o problema se não for feito um gerenciamento adequado dos outros problemas envolvidos, como uma conscientização da população londrinense quanto ao problema, medidas que melhorem a mata ciliar dos Lagos, protegendo afluentes e vertentes, bem como instalação de bueiros ecológicos e fiscalização adequada sobre construções e terrenos vazios da cidade.

#### **7.1 PROGRAMAS DE CONSCIENTIZAÇÃO E FISCALIZAÇÃO EFETIVA**

De acordo com Elorza (2010) em entrevista a João das Águas, afirma que o Igapó sofre com uma série de fatores que nunca foram devidamente controlados pelas autoridades: lixo que vem das ruas, buracos no asfalto, terra de construções e de terrenos baldios que não seguem o Código de Posturas do Município (sem calçadas, sem muretas e sem controle de erosão) o que leva muita terra através das chuvas até o lago.

Para Elorza (2010), o maior problema do Lago Igapó é que ele foi formado antes do Código Florestal, sem exigência das áreas de preservação permanente (APP's), a camada de vegetação ciliar que protegeria as margens. Para Vicentin (2010) "Se não se cria barreiras de contenção, a tendência é de se juntar ali uma maior quantidade de água pluvial. No Igapó, como lago urbano, é muito complicado barrar tudo isso".

Portanto, a situação dos Lagos demonstra uma interação ineficiente entre o ser humano e o ambiente, fazendo-se necessário a implantação de programas de conscientização nas escolas e na mídia da cidade, mostrando às pessoas a importância de manter a saúde do principal cartão postal e local importante para o escoamento pluvial de parte da cidade, com atitudes mais inteligentes, como não

jogar lixo nas vias públicas, cuidar das calçadas e dos terrenos vazios, além de diminuir os riscos de enchentes próximas a sua área de influência pluvial.

Além do próprio poder público, que deve seguir com suas obrigações e fiscalizar efetivamente a obrigação dos cidadãos da cidade, como nos seguintes artigos do Código de Posturas de Londrina:

**Art. 365.** É vedada a poda excessiva ou drástica da arborização pública ou das árvores de propriedades particulares que afete significativamente o desenvolvimento da copa.

**Art. 370.** Fica o Poder Executivo Municipal autorizado a criar estímulos para a preservação de áreas verdes no Município de Londrina.

**Art. 374.** É vedada a roçada nos bosques de qualquer terreno situado no Setor Especial de Áreas Verdes, ficando os infratores sujeitos às penalidades previstas neste Código.

Bem como seguir o Plano Diretor, Lei nº 7.483/1998, o qual diz respeito, entre outros a atitudes como:

**Art. 45-V.** As ruas e avenidas devem ter arborização nas duas faces e uma árvore para cada lote ou no mínimo a cada 12,00 metros.

Como também a Lei n.º 4607/1990, que também diz:

É proibido embaraçar ou impedir, por qualquer meio, o livre trânsito de pedestres ou de veículos nas ruas, praças e passeios, exceto para efeito de obras públicas ou quando exigências policiais o determinarem.

Além dos artigos a seguir, que se inserem na questão dos terrenos:

**Art. 111.** Os proprietários de terrenos, dentro dos limites da cidade, vilas e povoados devem manter os quintais, pátios, datas, lotes e terrenos em perfeito estado de conservação e manutenção e manter os terrenos murados e calçados, de acordo com a legislação vigente.

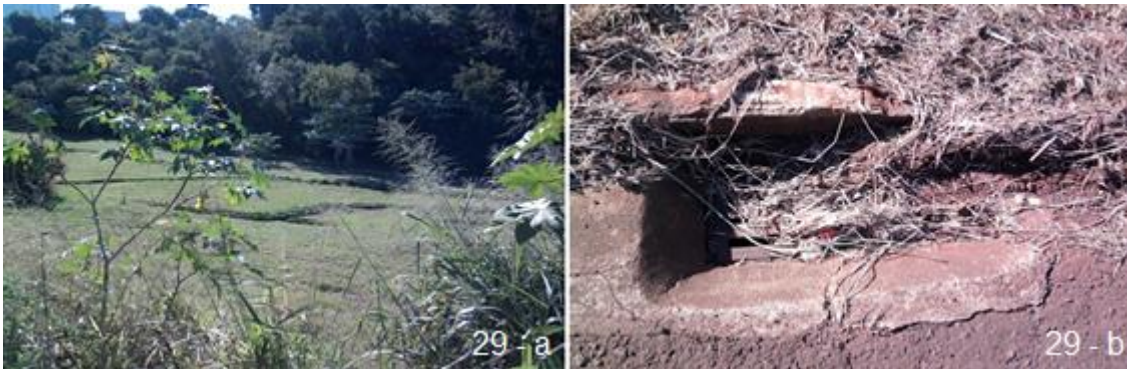
**Art. 154.** Os proprietários do terreno são obrigados a murá-los ou cercá-los e executar e conservar (Lei 4.951/92) o respectivo passeio dentro dos prazos fixados pela Prefeitura.

Portanto, há necessidade de intensificar a fiscalização de obras e terrenos baldios e autuação por crime ambiental para quem não providencia calçadas e muretas nos terrenos vazios, condizentes com o código de posturas da cidade.

## 7.2 PROTEÇÃO DE MANANCIAS E VERTENTES DOS LAGOS

A partir da conscientização da população londrinense, imagens como da (Figura 29 - b) diminuirão bastante, pois as galerias pluviais são um dos meios dos sedimentos correrem para dentro dos Lagos. Esta imagem é de um local próximo ao Córrego da Mata, afluente do ribeirão Cambé, o qual possui em suas proximidades, casas, terrenos e ruas que cortam a vertente próxima, o que, junto com as chuvas, leva por consequência, os detritos e grandes quantidades de solo para dentro dos lagos a cada chuva que ocorre.

**Figura 29** - Vertente Problemática e Bueiro Entupido



Autor: José Zucca M. Filho, 2013.

Outro fator preocupante é a inexistência da vegetação devida na planície de inundação do córrego da Mata (Figura 29 - a), afluente do ribeirão Cambé onde há na verdade, canais feitos pela população para propiciar o escoamento quando chove, os quais são uma forma de amenizar o contrassenso encontrado no local (MORAIS FILHO, 2013).

Existem bairros instalados próximo ao ribeirão e que não poderiam nem ter tido suas construções liberadas pela Prefeitura Municipal de Londrina, uma vez que as construções ocupam uma área de vertente que deveria ter um maior cuidado, devido ao seu relevo e áreas de Preservação Permanente que nem ao menos possuem árvores, mas canais feitos pelos cidadãos que moram ali perto (Figura 29 – a). Porém, isto não foi levado em consideração pelas autoridades da época, o que nos permite inferir o descaso com a preservação e qualidade de existência do Ribeirão.

Como visto, a concentração de população na área urbana pressiona o ambiente, propiciando a degradação do município estudado, através de ações que

se desenvolvem sem a devida precaução, portanto, torna-se de extrema importância respeitar o ambiente e fazer uma gestão municipal responsável e comprometida em conservar (TAGIMA, 2005).

Outra questão relacionada à proteção das vertentes dos lagos e dos mananciais é a questão das Áreas de Preservação Permanente (APP), a qual ainda não era institucionalizada na época de criação dos Lagos Igapó, inaugurado em 1959, porém hoje em dia, a partir, por exemplo, das resoluções do CONAMA nº 302 e 303 do ano de 2002, há disposições sobre os parâmetros legais destas áreas de preservação permanente.

Sendo assim, em áreas onde hoje deveria existir vegetação, existem redes viárias, casas, prédios e outros. Porém, antigamente não existiam problemas legais para que estas medidas fossem tomadas, pois o primeiro Código Florestal é de 1965, enquanto os Lagos Igapó foram inaugurados em 1959, assim, retirar as casas e redes viárias daquelas localidades hoje em dia, é muito difícil, como por exemplo, as casas de alto padrão localizadas na vertente direita do Lago I.

Porém, mesmo com as dificuldades acima mencionadas, é possível melhorar a situação encontrada hoje. Conscientizando a população, fiscalizando obras problemáticas e não permitindo que novas obras sejam alocadas em áreas frágeis, além de manter a qualidade das Áreas de Preservação Permanente, plantando mais árvores nativas nas margens dos Lagos I e II.

Outro fator que colabora para o assoreamento, principalmente no Lago I, são as pedras soltas que constituem a camada superior da pista de caminhada, chamadas de brita, as quais se localizam exatamente ao lado do Lago, facilitando, portanto, a entrada destas pedras no leito do corpo aquoso. Assim, sugere-se a retirada deste material e substituição por uma calçada de material permeável, como placas de micro concreto, custando aproximadamente 62 reais o m<sup>2</sup>, segundo o site: [casa.com.br](http://casa.com.br).

### **7.3 INSTALAÇÃO DE BUEIROS ECOLÓGICOS**

A implantação de bueiros ecológicos ao longo das vias públicas próximas aos Lagos Igapó auxiliaria na contenção da velocidade da água e limitaria o movimento dos sedimentos de origem urbana para dentro do cartão postal de Londrina. Portanto, propõe-se um modelo de bueiro ecológico instaurado em

Araguari – MG, o qual foi idealizado por José Radi Neto, Secretário de Obras à época.

Segundo Sacoman (2013), o bueiro é dividido em três caixas, uma coletora, que é a principal, e outras duas nas laterais, onde cada uma conta com um cano de drenagem para que a água seja transportada ao solo (Figura 30).

**Figura 30 – Modelo de Bueiro Ecológico**



Fonte: ARAGUARI – MG, 2013.

Segundo Dias (2013), ações de fiscalização devem também evitar a excessiva impermeabilização dos terrenos que impedem a infiltração das águas nos solos, bem como calçadas problemáticas e bueiros entupidos, promovendo enxurradas, enchentes e assoreamento dos rios e lagos. O assoreamento torna os Lagos cada vez mais rasos e faz com que as enchentes sejam cada vez mais intensas, mesmo com chuvas não tão fortes.

Ainda referendando Dias (2013), a Prefeitura Municipal de Londrina é a principal responsável pela fiscalização e licenciamento, porém deve trabalhar em cooperação com o IAP, outros órgãos e a sociedade para promover ações de recuperação e manejo do Lago Igapó.

Assim, no caso de Londrina, os bueiros ecológicos poderiam ser implantados nos bairros dispostos próximos aos Lagos e seus afluentes, evitando o carreamento de sedimentos e sujeira para dentro dos corpos aquosos. Substituindo todos os bueiros normais já existentes. No entanto, o custo destes bueiros não foi

disponibilizado pela prefeitura de Araguari – MG, nem em outras fontes pesquisadas.

#### 7.4 DRAGAGEM DOS LAGOS IGAPÓ

Segundo a Lei nº 7.731 de 2013, o artigo 2º, letra “d” dispõe o seguinte:

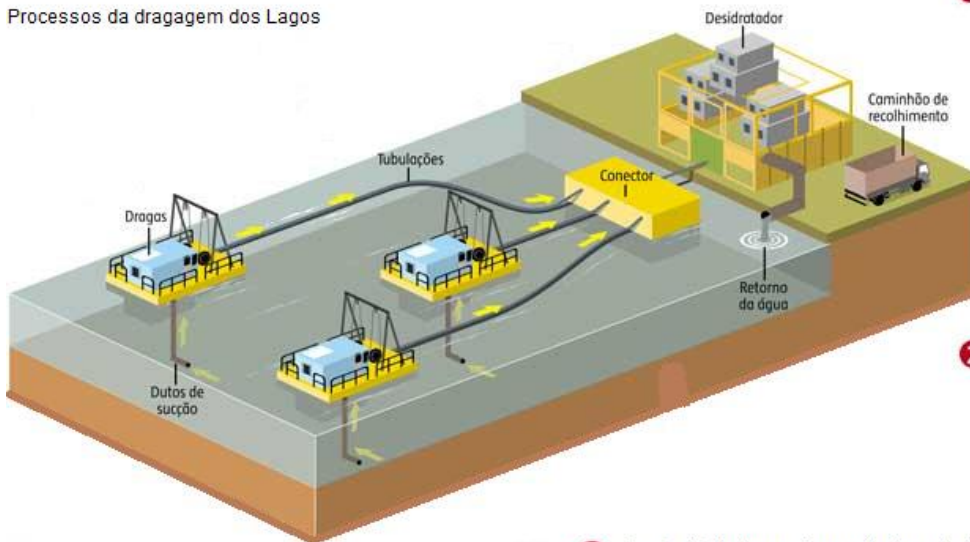
Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas constituem-se como um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (LEI Nº 7.731/2013).

Utilizando como modelo o processo de desassoreamento na Lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte, realizado em 2013, (Figura 31) propõe-se este processo de dragagem como parte da medida para solucionar o problema dos Lagos Igapó em Londrina, pois estes são parte importante para a drenagem das águas deste município.

**Figura 31 – Operacionalização da Dragagem nos Lagos.**

#### OPERAÇÃO

Processos da dragagem dos Lagos



**1** Dragas sobre balsas percorrem o espelho d'água arrastando dutos de sucção pelo fundo do lago. Lodo, detritos e lixo acumulados são transportados por mangueiras até um desidratador. As dragas podem sugar entre 350 e 1000 metros cúbicos de material por hora.

**2** Os detritos sugados pelas balsas são levados por dutos até o conector, peça que liga o encanamento ao maquinário que fará a filtração, chamado desidratador.

**3** Os desidratadores, duas máquinas de trabalho independentes, são capazes de processar até 1700 metros cúbicos de água e detritos a cada hora. Esse grande processador recebe o material sugado pelos dutos e separa a água do material sólido. Detritos e lixo são despejados em caminhões que os levarão ao aterro sanitário, enquanto o líquido retorna para o lago.

Fonte: Grupo Ambitec, 2013. Modificado pelo autor.

Segundo Parreiras e Oliveira (2013), “o maquinário que mais chama a atenção é o desidratador, pois o equipamento é do tamanho de um prédio de três

andares e serve para separar a água do material sólido sugado do fundo do lago. Composta por 10 módulos metálicos, a aparelhagem é capaz de separar até 1.700 metros cúbicos de detritos da água, por hora, ou cerca de 70 carretas em 60 minutos, operando sem interrupções”.

Segundo Cleuber Moraes de Brito, em entrevista ao Jornal de Londrina no ano de 2011:

Desassorear o Lago Igapó de forma eficaz é um trabalho para quatro a cinco anos; exige investimentos e a criação de um comitê que envolva o poder público, empresários, universidades, construtoras e outros segmentos da sociedade civil. O lago do Parque Arthur Thomas, por exemplo, tinha um volume de 66 mil metros cúbicos e seriam necessárias três mil carretas para fazer o transporte. O custo foi calculado em R\$ 1,5 milhão, com base nisso, o Lago Igapó não ficaria por menos de R\$ 10 milhões (BRITO, 2011).

Ainda segundo o mesmo autor, o projeto custaria entre R\$ 50 mil e R\$ 100 mil e demandaria tempo, sendo que há também o custo do transporte destes resíduos, além de um local apropriado para o despejo deste material retirado dos Lagos (BRITO, 2011).

Segundo Joaquim Antônio de Melo, também consultado pelo Jornal de Londrina no mesmo ano, “para o desassoreamento dos Lagos Igapó 1 e 2, o custo é de R\$ 5 milhões, sendo R\$ 1,4 milhão para o Lago 2 e R\$ 3,6 milhões para o Lago 1”. Deste modo, o município de Londrina, o qual está com problemas financeiros, deverá demorar alguns anos ainda até que possa ser possível colocar as medidas em prática, levando em conta que as medidas sejam realizadas em todos os 4 Lagos, o custo aumenta consideravelmente.

Já Morikawa (2011) destaca que é preciso levar em conta também o custo da hora de trabalho de máquinas como dragas e escavadeiras, dos caminhões que serão necessários para transportar estes sedimentos e os funcionários necessários para tais procedimentos. Além de se discutir, segundo Brito (2011), o melhor local para receber esta quantidade de sedimentos que serão retirados dos Lagos, os quais podem estar contaminados por metais pesados, exigindo então, outro local de destinação, que seria um aterro industrial.

Portanto, uma ação correta da prefeitura, seria somar todas as sugestões aqui citadas, desde a criação de Programas de Conscientização e Fiscalização Efetiva, Proteção de Mananciais e Vertentes dos Lagos, Instalação de Bueiros Ecológicos e por último, a Dragagem dos Lagos Igapó, finalizando o processo para

melhorar o presente problema e diminuir a velocidade do assoreamento, evitando também problemas futuros.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O processo de assoreamento é natural, porém com a criação da barragem e a constituição dos lagos a partir do ribeirão Cambé, diminui-se muito a velocidade da água, acelerando o processo. Portanto, isto não deixará de existir, mas existem formas de diminuir a velocidade deste processo em que os lagos ficam cada vez mais assoreados.

Esses fatos demonstram a importância da análise e melhor manejo dos recursos ambientais. Assim, através do presente trabalho o objetivo foi alcançado, pois ficou comprovado o estado avançado do assoreamento nos Lagos Igapó, trazendo problemas para a cidade, as pessoas, e outros seres vivos, os quais dependem do Lago para sua sobrevivência. Sendo possível propor medidas para melhorar a atual situação, tornando-se necessário um projeto que inclua programas de conscientização para a população e fiscalização efetiva do código de posturas da cidade, a proteção de mananciais e vertentes dos Lagos, implantação de bueiros ecológicos e por último a dragagem dos Lagos, procurando diminuir ao máximo os danos à biodiversidade neste processo.

Deste modo, os conceitos de erosão, assoreamento, uso e ocupação do solo, junto às legislações relacionadas, subsidiaram de forma concreta, a análise dos resultados. Somado corretamente à metodologia que foi facilmente aplicável à análise, pois esta possibilita analisar os problemas ambientais presentes nos Lagos, gerando dados que subsidiaram a pesquisa, sendo possível assim, gerar quadros e gráficos a cerca do tema.

Assim, foi possível concluir que o Lago I é menos problemático do que o Lago II, pois neste segundo há ilhas criadas pelo assoreamento, maiores pontos de poluição e margens mais erodidas, como visto nos pontos 3, 4 e 5. Além das análises realizadas pelo IAP, que apontam maior poluição neste segundo Lago. Porém, no Lago I também há pontos problemáticos, sendo possível avistar facilmente diversos locais em que a coluna d'água é muito pequena, além de problemas nas vertentes, como observado nos pontos 4, 5 e 6.



Sendo que enquanto houver ocupações irregulares e atividades que causem erosão de margens, galerias pluviais que despejam resíduos líquidos e sedimentos e despejo de sólidos domésticos, industriais, construção civil, entre outros, o processo continuará muito prejudicial aos corpos aquosos em questão.

Portanto, as sugestões feitas no presente trabalho podem e devem ser aplicadas nos 4 Lagos para reparar o assoreamento, melhorando assim o problema como um todo na bacia, tanto no presente, como para o futuro, pois diminuirá a velocidade deste processo de sedimentação no leito dos Lagos ao longo das próximas décadas.

## REFERÊNCIAS

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999 – 4ª edição.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002. Dispões sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>. Acesso em: 30 de setembro de 2014.

\_\_\_\_\_. Lei nº 7731 de 20 de setembro de 2013. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. 2013. Disponível em: <http://www.sedurb.pa.gov.br/downloads/plansanear/Lei7731.pdf>. Acesso em: 04 de novembro de 2014.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em 15 de julho de 2014.

COELHO NETO, A. L. (1994). Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (1994). **Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro, Bertrand.

DIAS, L. N. **Parecer Técnico 65/2013 - IAP**. 2013.

ELORZA, T. **Assoreamento sufoca Igapó**. 2010. Disponível em: <http://www.jornaldelondrina.com.br/edicaododia/conteudo.phtml?tl=1&id=1063913&tit=Assoreamento-sufoca-Igapo>. Acesso em 20 de setembro de 2014.

IEIJ. **História do lago igapó**. 2012. Disponível em: <http://www.ieij.com.br/CULTieij.2012/03/CULTieij.2012.03.Delta.GrupoB.pdf>. Acesso em: 28/03/2014.

IMESON, A; CURFS, M. **Erosão do solo**. 2012. Disponível em: [http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/Leaflets/B1\\_Leaflet\\_PT.pdf](http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/Leaflets/B1_Leaflet_PT.pdf). Acesso em: 23/07/2014.

HÖFIG, P. Diagnóstico da **erodibilidade do solo na bacia do ribeirão Cambé, Londrina-PR, a partir dos mapas de declividade e de solos**. Disponível em: [http://www.uel.br/cce/geo/tcc/131\\_diagnosticodaerodibilidatedosolonabaciadoribeiraocambelondrinapartirdosmapasdedeclividadeedesolos\\_2012.pdf](http://www.uel.br/cce/geo/tcc/131_diagnosticodaerodibilidatedosolonabaciadoribeiraocambelondrinapartirdosmapasdedeclividadeedesolos_2012.pdf). Acesso em: 07/06/2014.

LAPORTE, Leo F. **Ambientes antigos de sedimentação**. 1969. São Paulo: E. Blucher.

LIMA, V. C; LIMA, M, R. Formação do Solo in: **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. UFPR, Curitiba: Dpto de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

LIMA, V.C. O solo no ambiente urbano in: **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. UFPR, Curitiba: Dpto de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

LONDRINA, Prefeitura do Município de Londrina. **Plano municipal de saneamento básico de Londrina – PR.** 2009. Disponível em: [http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/gabinete/PMSB/diagnostico\\_londrina\\_completo\\_corrigido29out09.pdf](http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/gabinete/PMSB/diagnostico_londrina_completo_corrigido29out09.pdf). Acesso em 02 de junho de 2014.

LONDRINA, Prefeitura do Município de Londrina. **Plano diretor participativo do município de Londrina – Pdpml leitura do pd 98.** 2012. Disponível em: [http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/ippul/plano\\_diretor\\_participativo1/proposta\\_do\\_plano\\_diretor\\_1998.pdf](http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/ippul/plano_diretor_participativo1/proposta_do_plano_diretor_1998.pdf). Acesso em 17 de junho de 2014.

LORENZO, M. P. Caracterização dos impactos ambientais negativos e medidas mitigatórias do processo de assoreamento do lago igapó, Londrina – Pr. 2011. Disponível em: <http://marianaideiasforadacaixa.files.wordpress.com/2012/03/processo-de-assoreamento-do-lago-igapc3b3-londrina-pr.pdf>. Acesso em: 25/09/2014.

LUCA, D. S de. **Planejamento ambiental e uso do sistema de informação geográfica: proposição metodológica para a microbacia do ribeirão Cambé.** Trabalho de Conclusão de Curso. UEL, Londrina - PR, 2014.

MENEZES, P, H, B, J. **Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na Bacia do Lago Paranoá.** Dissertação de Mestrado. UnB. Brasília – DF. 2010.

MINEROPAR - Minerais do Paraná. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná.** Curitiba, 2001. Disponível em: [http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geomorfologicos/atlas\\_geomorforlogico.pdf](http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geomorfologicos/atlas_geomorforlogico.pdf). Acesso em: 16 de junho de 2014.

MMA. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.** 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/combate-a-desertificacao/convencao-da-onu>. Acesso em: 07/07/2014.

MORAIS FILHO, J. Z. **O processo de assoreamento do ribeirão Cambé e sua influência nos seres vivos ali presentes.** XXIX Semana de Geografia da UEL – Londrina – PR, 2013.

MOTA, A, C, V; BARCELLOS, M. Funções do solo no meio ambiente in: **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. UFPR, Curitiba: Dpto. de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

PANTALEÃO, S. C. Águas urbanas como elementos de estruturação do território: usos e valor na cidade contemporânea. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Minas Gerais, v. 20, n. 27, 2013. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/7138/6313>. Acesso em: 01 de outubro de 2014.

POPP, J. H. Geologia Geral. 4ª ed. Rio de Janeiro; São Paulo: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1988.

SARDINHA, D. S. CONCEIÇÃO, F. T. da. GODOY, L. H. Índice simplificado na avaliação de impacto ambiental nos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Ribeirão do Meio, Leme, São Paulo, Brasil. **Augmdomus**, 2:82-97, 2010.

SALLES, M. H. D.; CONCEIÇÃO, F. T.; ANGELUCCI, V. A.; SIA, R.; PEDRAZZI, F. J. M., CARRA, T. A.; MONTEIRO, G. F; SARDINHA, D.S.; NAVARRO, G. R. B. Avaliação simplificada de impactos ambientais na bacia do alto Sorocaba (Sp). **REA – Revista de estudos ambientais** v.10, n. 1, p. 6-20, jan./jun. 2008.

SILVA, A. M; SCHULZ, H. E; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos, 2004.

SIRTOLI, A. E. O solo na paisagem in: **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. UFPR, Curitiba: Dpto de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

SILVA, G. M F. da. **Zoneamento urbano e qualidade hídrica: monitoramento de alguns parâmetros físico-químicos das águas superficiais da zona urbana de Londrina** – Pr. 2012. Disponível em: [http://www.geo.uel.br/tcc/145\\_zoneamentourbanoequalidadehidricamonitoramentode](http://www.geo.uel.br/tcc/145_zoneamentourbanoequalidadehidricamonitoramentode)

algunsparametrosfisicoquimicosdasaguassuperficiaisdazonaurbanadelondrinapr\_2012.pdf. Acesso em 25/09/2014.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. 2008

TAGIMA, N.; TERABE, N. I. **Bacia do ribeirão Cambé: diagnóstico físico-ambiental e mapeamento detalhado de solos**. Londrina: Grafor Indústria Gráfica e Editora Ltda., 2005.

## ANEXOS

### ANEXO A - Obras de Duplicação da PR - 445



Fonte: Ricardo Almeida, 2013.

### ANEXO B – Nascente do Ribeirão Cambé Durante as Obras de Duplicação da PR – 445



Fonte: Gilberto Abelha/ Jornal de Londrina, 2014.