



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

---

**GLAUCO MARIGHELLA FERREIRA DA SILVA**

**ZONEAMENTO URBANO E QUALIDADE HÍDRICA:  
MONITORAMENTO DE ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS  
DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA ZONA URBANA DE LONDRINA – PR**

---

**LONDRINA – PR**

**2012**

**GLAUCO MARIGHELLA FERREIRA DA SILVA**

**ZONEAMENTO URBANO E QUALIDADE HÍDRICA:  
MONITORAMENTO DE ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS  
DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA ZONA URBANA DE LONDRINA – PR**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Geografia do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. André Celligoi

**ZONEAMENTO URBANO E QUALIDADE HÍDRICA: MONITORAMENTO DE  
ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA  
ZONA URBANA DE LONDRINA – PR**

Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Geografia do Departamento  
de Geociências da Universidade Estadual de  
Londrina, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. André Celligoi

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. André Celligoi  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Ms. Cleuber Moraes Brito  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Geraldo Terceiro Correa  
Universidade Estadual de Londrina

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

## AGRADECIMENTOS

Ao longo dos meus cinco de anos de graduação habilitei-me como Geógrafo, motivo o qual, consigo agora compreender o quão grande é o estudo da qualidade da água em Londrina. Todavia não conseguiria realizar este trabalho sem o devido apoio de diversas pessoas.

Devo agradecer muito ao meu orientador, André Celligoi, que possibilitou que eu desenvolvesse pesquisas desde o meu primeiro ano de faculdade, participando de diversos projetos, campos e vivenciasse na prática o que a maioria dos meus colegas somente ouviu falar. Ressaltando também a importante formação cultural e pessoal ao durante os momentos de debate filosófico e doutrinário. Parte importante para a confecção das diversas de minhas publicações e pessoa essencial do trabalho aqui apresentado.

Agradecimento a Universidade Estadual de Londrina, ao Departamento de Geociências, ao Laboratório de Hidrogeoquímica, à Fundação Araucária e ao CNPq, dos quais sem o apoio esse projeto não sairia do papel.

Aos professores do departamento, que possibilitam a ampliação do conhecimento e abriram diversas portas e janelas para nossa futura atuação profissional.

Um abraço especial para todos os motoristas e amigos que me auxiliaram tanto nas pesquisas bibliográficas quanto nas coletas de campo, que renderam sempre algumas picadas e roupas sujas.

Agradeço a meus pais, Odair Pereira da Silva e Sandra de Jesus Ferreira da Silva por proporcionar cinco anos totalmente dedicados aos estudos na cidade de Londrina, que apesar da distância nunca nos impediu de conversar sobre assuntos da atualidade e da vida.

Agradeço também a Lilian, companheira que sempre esteve comigo, mesmo eu muitas vezes não dando a atenção que eu acho que você merece.

Sem esquecer todos os amigos feitos ao longo de todos esses anos, pessoas muito importantes para quem vai morar fora de casa durante a universidade e fazem ver que a apesar de qualquer distância sempre podemos encontrar pessoas especiais onde quer que se vá.

Boa leitura a todos.

SILVA, Glauco Marighella Ferreira da. **Zoneamento urbano e qualidade hídrica: monitoramento de alguns parâmetros físico-químicos das águas superficiais da zona urbana de Londrina – PR.** 2012. 76 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de bacharel em Geografia)- Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

### **Resumo**

O zoneamento municipal é um instrumento essencial para o controle de uso e ocupação do espaço urbano por parte do poder público. Hoje, boa parte das relações econômicas e sociais está permeada pela questão ambiental, motivo pelo qual se desenvolveu esse trabalho. O perímetro urbano de Londrina, que abrange seis bacias hidrográficas, conta com muitas áreas de preservação de fundo de vale, mas com poucos dados relativos à qualidade das águas. Através do equipamento Horiba U-50 analisou-se 74 pontos de coleta em todas as bacias hidrográficas do perímetro urbano, analisando os parâmetros de oxigênio dissolvido, pH, turbidez, condutividade elétrica, temperatura e sólidos totais dissolvidos, interligando o resultado com o zoneamento urbano municipal e a legislação vigente. Utilizou-se como referência os parâmetros limites de condutividade (até 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), oxigênio dissolvido (4 mg/L), pH (entre 6 e 9) e temperatura (até 27° C), utilizados pela CETESB (Companhia de Saneamento Ambiental de São Paulo), a Resolução do CONAMA nº 237/95 e de temperatura determinada pelo autor para a construção de um mapa síntese dos resultados, onde nota-se a predominância de pontos de qualidade crítica próxima aos zoneamentos residenciais. As áreas industriais, que são relativamente poucas, não concentram resultados preocupantes quanto à qualidade da água. Somente cinco pontos de análise obtiveram todos os parâmetros analisados dentro da legislação vigente, sendo que a obteve mais de 2 parâmetros considerados fora dos limites estabelecidos.

SILVA, Glauco Ferreira da Marighella. **Zoning and water quality: monitoring of some physico-chemical parameters of surface water in the urban area of Londrina - PR.** 2012. 76 p. Completion of course work (undergraduate's degree in Geography) - Department of Geosciences, State University of Londrina, Londrina, 2012.

### **Abstract**

The municipal zoning is an essential tool for controlling the use and occupation of urban space by the government. Today, much of the economic and social relations are permeated by the environmental issue, which is cause of this work developed. The urban area of Londrina, which covers six watersheds, has many conservation areas of valley bottom, but little data about water quality. Through equipment Horiba U-50 has analyzed 74 collection points in all the urban watersheds, analyzing the parameters of dissolved oxygen, pH, turbidity, conductivity, temperature and total dissolved solids, linking the result to the zoning and municipal law. Were used as reference parameters limits conductivity (up to 100 mS / cm), dissolved oxygen (4 mg / L), pH (6 to 9) and temperatures (up to 27 ° C), used by CETESB (Sanitation Company Environmental of São Paulo), the CONAMA Resolution No. 237/95 and temperature determined by the author to construct a map summarizing the results, notice that where the predominance of critical quality points next to residential zoning. The industrial areas, which are relatively few, not worrying results about water quality. Only five points of analysis obtained all parameters within the legislation, being that the majority got more than 2 parameters exceed the limits.

## Lista de Figuras

Figura 1 - Localização do município de Londrina no norte paranaense. , .....	15
Figura 2 - Bairros urbanos consolidados de Londrina. Fonte: ITCG, 2012. Elaboração: O Autor.....	16
Figura 3 - Zoneamento Urbano de Londrina e áreas de expansão. Fonte: LONDRINA, 2011. Elaboração: O Autor, 2012.....	22
Figura 4 - Área de abrangência das bacias que integram o perímetro urbano de Londrina. ....	43
Figura 5 - Bacias hidrográficas em estudo no perímetro urbano de Londrina .....	45
Figura 6 - Estações de tratamento e rede esgoto do município de Londrina em 2009.....	48
Figura 7 - Bairros de abrangência das ETE em Londrina. Fonte: LONDRINA, 2008. ....	49
Figura 8 - Bacias hidrográficas, zoneamento urbano e rede de esgoto em 2009 da cidade de Londrina. Fonte: IBAMA, 2012; ITCG, 2012. Elaboração: O Autor. ....	51
Figura 9 - Coleta para análise no ponto LIN018 no ribeirão Quati. Autora: Cláudia Justus. ...	53
Figura 10 - Equipamento Horiba U-50 utilizado para obtenção de dados em campo. Fonte: HORIBA, 2012.....	54
Figura 11 - Temperatura da água em graus Celsius (°C) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor. ....	56
Figura 12 - Turbidez da água em NTU nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor. ....	57
Figura 13 - Sólidos totais dissolvidos em grama por litro (g/L) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.....	58
Figura 14 - Condutividade elétrica em micromhos/cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.....	59
Figura 15 - Oxigênio dissolvido em miligramas por litro (mg/L) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.....	60
Figura 16 - Potencial Hidrogeniônico (pH) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.....	61
Figura 18 - Síntese dos parâmetros analisados. A pontuação é referente ao número de parâmetros analisados que se encontraram fora dos padrões utilizados para interpretação dos resultados. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.....	78

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 – Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Limoeiro. ....	63
Tabela 2 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Três Bocas. ....	64
Tabela 3 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Lindóia. ....	67
Tabela 4 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Cafezal. ....	70
Tabela 5 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Cambé. ....	73
Tabela 6 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Jacutinga. ....	75
Tabela 7 - Parâmetros de referência para a construção do mapa síntese dos parâmetros. ....	76

## **Lista de Abreviaturas**

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS

AIQA – AVALIAÇÃO INTEGRADA DE QUALIDADE DE ÁGUA

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DE SÃO PAULO

COHAB – COMPANHIA DE HABITAÇÃO

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

DBO – DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGÊNIO

DQO – DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

ETA – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

ETE – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS  
RENOVÁVEIS

IQA – ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA

IPPUL – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE LONDRINA

ITCG – INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS

MLQ – MILI-QUI

NTU (UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIDEZ

pH – POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

SANEPAR – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. LONDRINA: BREVE HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO .....	14
3. USO DO SOLO URBANO .....	18
4. O PLANO DIRETOR DE LONDRINA E O ZONEAMENTO URBANO .....	20
4.1 Zoneamento Urbano de Londrina.....	23
4.1.1. Zonas Residenciais .....	23
4.1.2. Zonas Comerciais .....	23
4.1.3. Zona Industrial.....	24
4.1.4. Zona Especial .....	24
5. BREVE HISTÓRICO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS E RECURSOS HÍDRICOS.....	26
6. CENÁRIO ATUAL DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	28
7. O TRATAMENTO, LEGISLAÇÃO E OS ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	35
8. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA.....	38
8.1. Temperatura.....	38
8.2. Oxigênio Dissolvido .....	39
8.3. Potencial Hidrogeniônico (pH).....	40
8.4. Turbidez.....	41
8.5. Sólidos Totais Dissolvidos .....	41
8.6 Condutividade Elétrica .....	41
9. QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE LONDRINA .....	42
10. METODOLOGIA DE COLETA E REPRESENTAÇÃO .....	52
11. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
11.1 Mapas .....	56
11.1.1. Temperatura.....	56
11.1.2. Turbidez.....	57
11.1.3. Sólidos totais dissolvidos .....	58
11.1.4. Condutividade Elétrica .....	59
11.1.5. Oxigênio dissolvido.....	60
11.1.6. Potencial Hidrogeniônico (pH).....	61
11.2. Ribeirão Limoeiro .....	62

11.3. Ribeirão Três Bocas .....	63
11.4. Ribeirão Lindóia .....	64
11.5. Ribeirão Cafezal .....	68
11.6. Ribeirão Cambé .....	70
11.7. Ribeirão Jacutinga .....	73
12. SÍNTESE DOS RESULTADOS .....	76
13. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	79
14. REFERÊNCIAS .....	80

## 1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental é um elemento cada vez mais presente no cotidiano urbano e que vem praticamente permeando boa parte as atividades desenvolvidas na atualidade, sendo inclusive entendida como um diferencial em diversos ramos produtivos e econômicos ligados principalmente a qualidade de vida.

Desde o fim da década de 60 discute-se muito o conceito de qualidade de vida, sustentabilidade e qualidade ambiental. Se no início pensava-se somente na escala local, com criação de leis e regulamentações para diminuir os rejeitos e destiná-los corretamente, hoje em dia percebe-se o problema globalmente, pois muitos efeitos locais acabam por interferir ambientes a quilômetros de distância, assim segue-se para a construção de um mundo com melhor qualidade ambiental e conseqüentemente gerando melhor qualidade de vida. Assim, a qualidade de água também é um fator relevante tanto para o abastecimento e consumo desse recurso quanto para a qualidade ambiental e a qualidade de vida da população (PENTEADO, 2010).

Apesar de iniciar tardiamente em relação aos países europeus e os Estados Unidos, o Brasil atualmente tem uma legislação bem abrangente em relação aos fatores ambientais e questões sobre os recursos hídricos, que, se seguidas, tem condições de melhorar as condições ambientais de forma significativa.

Um dos mecanismos que podem ser utilizados para o controle ambiental e melhoria da qualidade de vida no meio urbano é o zoneamento e regramento do uso e ocupação do solo, que consiste na delimitação pelo poder público de áreas mais aptas para certas atividades urbanas, diminuindo os conflitos de uso e gerando ambientes mais saudáveis, além de direcionar políticas e investimentos públicos, racionalizando a máquina pública.

Assim, o município de Londrina, alvo desse trabalho, usa mão desse mecanismo para controlar o meio urbano e desta forma constituir políticas para seu território, visando melhorias para seus habitantes.

Logo, objetiva-se relacionar os parâmetros básicos de qualidade hídrica com o zoneamento urbano, para verificar se existe alguma relação entre a qualidade da rede hídrica superficial na zona urbana de Londrina com o zoneamento municipal.

Os parâmetros serão analisados pelo medidor multiparâmetros Horiba U-50, equipamento japonês com o qual medir-se-á seis parâmetros: temperatura, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, potencial Hidrogeniônico e

turbidez. Esses parâmetros possibilitarão a noção geral e a interpretação da qualidade dos recursos hídricos superficiais do município.

Os parâmetros acima serão analisados nas seis bacias que compõem o perímetro urbano de Londrina, as bacias dos rios: Jacutinga, Lindóia, Limoeiro, Cambé, Cafezal e Três Bocas. Assim o trabalho irá expor os dados encontrados nos diferentes locais de coleta nas bacias, sendo uma base de dados primários dos parâmetros analisados, gerando um documento de suporte para a ação pública e de cobrança para a população.

## **2. LONDRINA: BREVE HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO**

O município de Londrina, localizado na região Norte do estado do Paraná, entre as coordenadas 51° 14' 8" W, 23° 14' 56"S e 51°5'44"W e 23°22'48"S (figura 1). O município tem quase a totalidade de seu território no terceiro planalto paranaense, e com predominância da Formação Serra Geral (figura 2), que caracteriza a área como relevo suavemente ondulado. Segundo Köppen, o clima classifica-se como Cfa, clima temperado úmido com verões quentes.

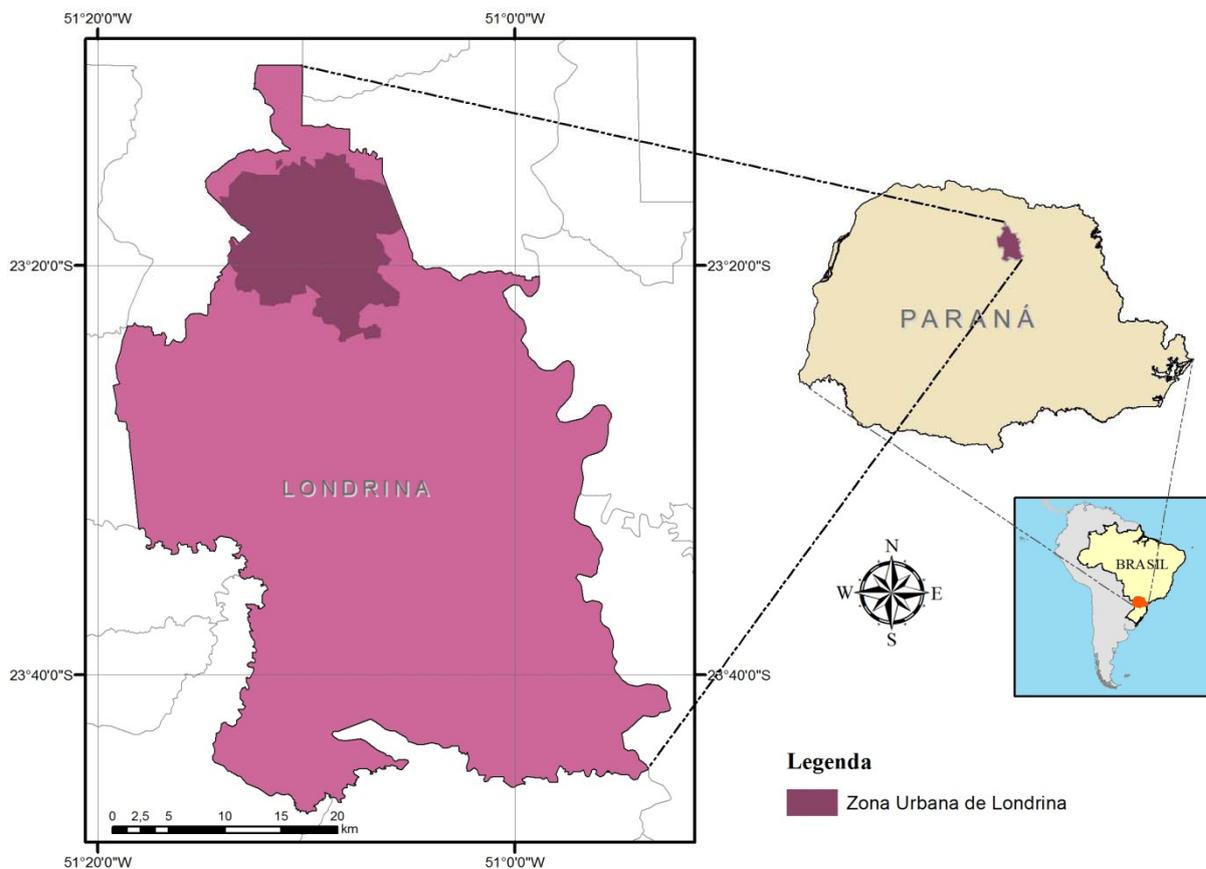
Londrina teve sua ocupação iniciada em 1929 pela empresa de colonização Companhia de Terras Norte do Paraná de capital inglês e que projetou a cidade antes do processo de construção da mesma. O município foi elevado à categoria de município em 1934. O projeto inglês privilegiou a ocupação das vertentes dos rios, preservando os fundos de vale, um ganho importantíssimo para a conservação da mata ciliar e a baixa quantidade de inundações na cidade nos dias de hoje.

A cidade foi projetada para 20 mil habitantes em formato de tabuleiro de xadrez, mas hoje encontra-se com mais de 500 mil (IBGE, 2012), sendo a mais dinâmica economicamente de todo o Norte paranaense, se expandindo para todas as direções a partir do centro, conurbando-se com Cambé a Oeste, e em alguns locais a Leste, com Ibiporã.

O processo de crescimento da cidade esteve muito atrelado ao café, principalmente durante a década de 50 e 60, que levou a cidade a ter um dos mais movimentados aeroportos do Brasil. Entretanto, ressalta-se o papel do mercado interno dado pela pequena produção mercantil que gerou um dinamismo sem precedentes na região e garantiu a expansão dos negócios e a importância regional e nacional (AQUINO, 1965).

Já durante a década de 60, houve um processo de alteração na dinâmica econômica do município. Com o processo de erradicação do café e inserção de novas culturas incentivadas pelo governo federal, a região que anteriormente era considerada área de fronteira, com agricultura familiar e modelos de produção não capitalista, começa a se modernizar.

O aumento da produção de soja e de trigo com métodos mecanizados, culturas extensivas e sem grande uso de mão de obra, levou os trabalhadores do campo para as cidades, dando início a um processo de expansão da cidade muitas vezes atrelado a ocupações irregulares já a população retirante do campo nem sempre dispunha de recursos para habitar as cidades (ROSOLÉM, 2002).



**Figura 1 - Localização do município de Londrina no norte paranaense. ,**

Os processos de ocupação irregular levou o estado a construir diversos conjuntos habitacionais para suprir a demanda de moradias populares, segmento de mercado pouco atrativo a investidores privados, pois o retorno é mínimo (FRESCA, 2002). Esse processo levou a expansão da cidade, que passou a abranger uma área cada vez maior.

Assim, os conjuntos foram construídos longe do centro da cidade, deixando importantes vazios urbanos, interessantes para a especulação imobiliária e para o direcionamento da expansão urbana desejada pelo poder municipal. Os maiores exemplos foram a elaboração do projeto dos chamados Cinco Conjuntos (Ruy V. Carnascialy, Milton Gavetti, Parigot de Souza I e II, João Paz e Semiramis B.) em 1976 na zona norte de Londrina, e a Construção do Conjunto Cafezal em 1985 (figura 3), na Zona Sul-Sudeste (FRESCA, 2002). Da mesma forma, a ação do Estado acaba demonstra-se não sendo neutra, tentando conciliar o interesse da população com a especulação imobiliária necessária à elite local.

Os conjuntos habitacionais são importantes para a análise da qualidade de água, pois são caracterizados pelo alto adensamento populacional, o que gera maior geração de resíduos

e esgoto em um pequeno espaço. Além disso, muitos conjuntos habitacionais não são obrigados a construir redes de esgoto, o que leva um direcionamento dos rejeitos líquidos para os córregos mais próximos, alterando a qualidade da água.

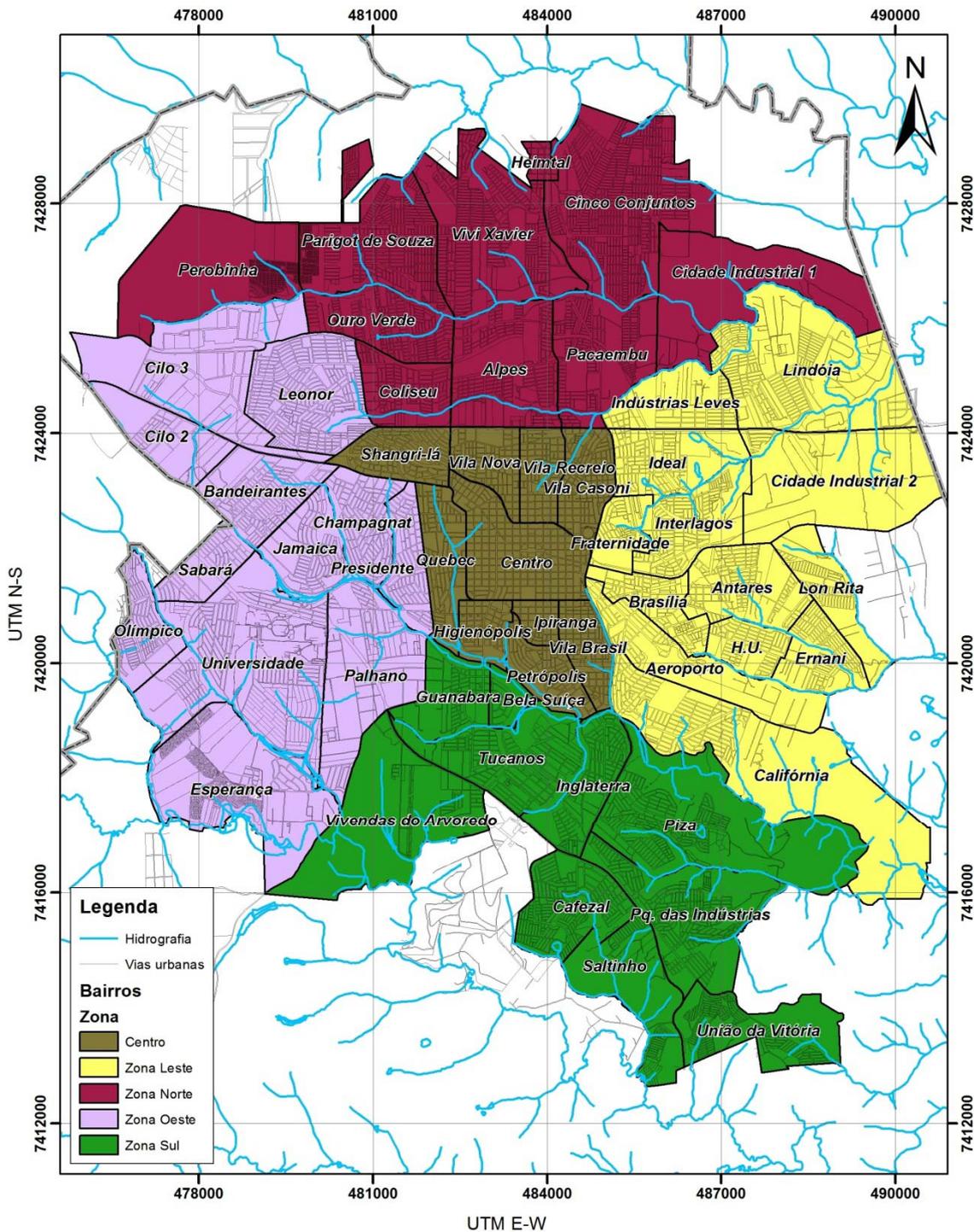


Figura 2 - Bairros urbanos consolidados de Londrina. Fonte: ITCG, 2012. Elaboração: O Autor.

O adensamento populacional também seu deu em partes mais nobres do município, como o centro e áreas imediatamente adjacentes. A construção de prédios de médio-alto

padrão foram o foco das construtoras desde a década de 80 (FRESCA, 2002), que levou a cidade a ter o maior número absoluto de residências verticais de todo o Paraná.

Outro processo de expansão e ocupação na zona sul de Londrina foi a construção do shopping Catuaí, no bairro Vivendas do Arvoredo (figura 2). A construção do empreendimento levou a expansão da cidade para a zona sul, com a construção de grandes condomínios de luxo (BRITO, 1989). O apoio do Estado ao empreendimento, com o investimento em infraestrutura e alterações nas leis de zoneamento e perímetro urbano foi essencial para o sucesso dos empreendimentos (FRESCA, 2002). Entretanto, a valorização da área adjacente não se deu de forma imediata, sendo necessário um processo de 10 anos devido à conjectura econômica e política do país para que a região fosse mais densamente ocupada. Assim, a porção sul-sudoeste da cidade é hoje uma das mais valorizadas.

Da mesma forma, o apoio do Estado se mostrou essencial para a transferência de duas grandes empresas para Londrina, a Atlas Elevadores e a Dixie Toga durante a década de 90. Ambas as empresas se beneficiaram da guerra fiscal entre municípios, que levou Londrina a abrir mão de impostos e alterar seu zoneamento urbano, criando assim duas zonas industriais a nordeste, próximos a Ibiporã que alterou o mercado imobiliário (FRESCA, 2002).

Assim, o espaço urbano de Londrina leva-nos ao entendimento do modelo urbano brasileiro, ao passo que, como ressalta Correa (1995 apud FRESCA, 2002), todos os agentes construtores do espaço trabalharam ao longo dos anos para a construção do espaço desigual presente em Londrina, que serve a diversos interesses e tem como finalidade a reprodução de classes e do modelo capitalista de produção.

Esse processo de ocupação liga-se inteiramente com a qualidade ambiental urbana, pois os tipos de projetos, formas de ocupação e interferência do poder público acabam por serem essenciais para a compreensão, em nosso caso, da qualidade das águas urbanas, já que o investimento em infraestrutura básica e preservação dos fundos de vale interferem nas características encontradas nas análises.

### 3. USO DO SOLO URBANO

O tecido urbano é complexo e cheio de contradições. Atualmente, a maioria das atividades humanas é concentrada nas cidades, o que gera uma diversidade de tipos de uso, ocupação, construções, e trabalhos desenvolvidos em cada parte, setor ou zona urbana.

Entretanto, alguns usos e atividades urbanas não são compatíveis com outras, o que gera conflitos de interesses que interferem na qualidade de vida da população que habita o meio urbano e o desenvolvimento de alguns ramos da indústria, comércio e serviços. No meio disso tudo, as condições ambientais também são afetadas.

Os usos incompatíveis ou realizados sem os devidos cuidados também geram prejuízos para a qualidade ambiental no meio urbano (ou rural), como a poluição de córregos e rios que expõem os moradores que vivem próximos a problemas de saúde e de qualidade ambiental.

Por esse motivo, o uso e ocupação do meio urbano são controlados pelo poder municipal. Assim, 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. Uma dessas leis discutidas é a lei de zoneamento urbano e uso e ocupação do solo:

“O zoneamento deve ser utilizado com prudência e respeito aos direitos adquiridos, pois é sabido que a simples mudança de destinação de um bairro ou de uma rua produz profundas alterações econômicas e sociais, valorizando ou desvalorizando substancialmente as propriedades atingidas e as de suas adjacências, consoante os novos ônus ou vantagens que acarrete para o local”. (MEIRELLES, 2008, apud OQUENDO p. 564, 2011).

. Os primeiros zoneamentos como instrumento de organização do solo urbano foram realizados na Alemanha no século XIX, com o intuito de ter o controle do solo urbano e o adensamento populacional, e com isso diminuir o valor dos aluguéis para as classes operárias (PEREIRA, 2012).

O zoneamento urbano é praticado no Brasil desde 1964 com o Estatuto da Terra, apesar dessa prática ter sido praticada de dividir a cidade já ter existido anteriormente, mas com pouca validade ou regulação clara (FARIA, 2011). Faria (p. 653, 2011) define o zoneamento urbano como “o conjunto de regulamentações que prescrevem os tipos de uso adequados a cada porção do território”.

Atualmente, os usos mais comuns de zoneamento são os unifuncionais, em que busca-se compatibilizar a mistura de usos, respeitando certas incompatibilidades, ou seja, com restrições menores (FARIA, 2011).

Dentro da proposta do presente trabalho, a interligação do zoneamento urbano é essencial para a compreensão dos resultados encontrados na análise das amostras, já que a água de um manancial é resultado da drenagem de sua vertente ou bacia hidrográfica (MACHADO, 2011), que dependendo do uso pode gerar complicações para a qualidade da água.

A legislação brasileira propõe uma necessária ligação entre os poderes públicos para a melhoria da qualidade do ambiente. A Lei Federal 12.726 de novembro de 1999, que discorre sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, demonstra a importância da gestão do solo e o zoneamento urbano para a melhoria da qualidade das águas urbanas (FARIA, 2011). Assim, são necessárias diretrizes municipais para “evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente” (FARIA, p. 651, 2011,).

A água, por seu caráter sistêmico deve ser tratada no planejamento de forma transversal (FARIA, 2011), presente e analisado em todas as instâncias do poder público e legislação, garantindo sua qualidade e um melhor meio ambiente.

#### **4. O PLANO DIRETOR DE LONDRINA E O ZONEAMENTO URBANO**

O Plano Diretor Participativo de Londrina, instituído pela lei nº 10.637, de 24 de dezembro de 2008 (LONDRINA, 2008), como diz no nome é participativo, ou seja, foi construído com a ajuda da sociedade civil organizada e cidadãos que se dispuseram a discutir junto com o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina (IPPUL) e a Câmara dos Vereadores de Londrina as melhores as propostas de diretrizes para o crescimento e desenvolvimento urbano do município.

O primeiro Plano Diretor de Londrina data de 1968, através de lei municipal (FARIA, 2011). O mesmo foi sendo adaptado e modificado desde então, buscando ajustar-se à economia e os anseios da população. Em 2008, o plano diretor de Londrina foi revisado e vem sendo discutido as últimas leis complementares ao plano.

A lei de zoneamento urbano em trâmite na Câmara Municipal de Londrina, ainda não representa a ocupação urbana do município, pois inclui diversas áreas ainda rurais, encontradas nos mapas de zoneamento utilizados no trabalho como áreas de expansão urbana, com a maior parte representada na zona Sul, com a inclusão do distrito de Espírito Santo e o Patrimônio Regina como área urbana do distrito sede (figura 4), por esse motivo utilizaremos leis do Plano Diretor de 1998, a Lei nº 7485, de 20 de julho de 1998 que dispõe sobre o uso e a ocupação do solo na zona urbana e de expansão urbana de Londrina (LONDRINA, 1998).

O Plano Diretor Participativo de Londrina 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. Para Souza (2004), Plano Diretor é o conjunto de regras que orientam as ações de diferentes agentes que estão relacionados à construção e à utilização da cidade, elaborado a partir da situação real do município que considera estudos do meio ambiente, sistema viário, usos e ocupação do solo, entre outros.

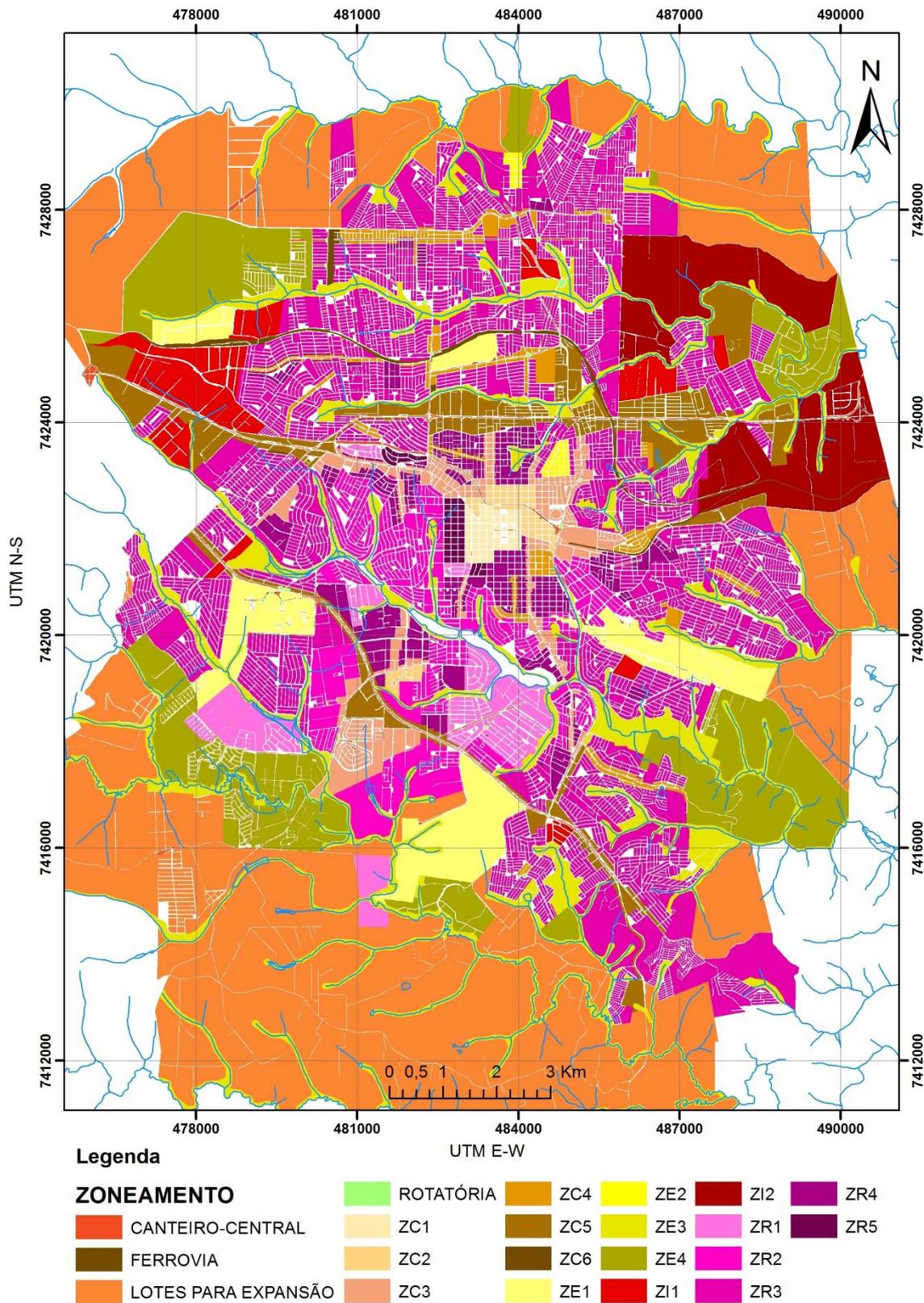
Os objetivos do Plano Diretor Participativo de Londrina são trazer melhores diretrizes para o desenvolvimento urbano, social, econômico e ambiental. Sendo assim, diversos aspectos são abordados, como instrumentos de desenvolvimento, zonas de interesse social, áreas de expansão urbana e o zoneamento urbano visando diminuir os conflitos de uso do solo urbano (LONDRINA, 1998).

Dentro da proposta do trabalho, de relacionar os parâmetros físico-químicos analisados com o uso do solo, o zoneamento é de suma importância, pois será o apoio da análise dos resultados.

O zoneamento urbano de Londrina instituído no Plano contempla quatro classes básicas: Zonas Residenciais, Zonas Comerciais, Zonas Industriais e Zonas Especiais (LONDRINA, 1998).

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, predominantemente a indústria de produção ou transformação; e a zona especial são aqueles que não se encaixam nas categorias anteriores (LONDRINA, 1998), além das áreas de expansão (na figura 4 destacado como laranja nas nos limites da cidade).

Dentro desses grupos gerais, existem subdivisões que explicitam melhor o tipo de uso dado, a partir do grande grupo, para as parcelas de terra. Assim pretende-se explicitar tais subdivisões no próximo tópico.



**Figura 3 - Zoneamento Urbano de Londrina e áreas de expansão.**Fonte: LONDRINA, 2011. Elaboração: O Autor, 2012.

## **4.1 Zoneamento Urbano de Londrina**

### **4.1.1. Zonas Residenciais**

A zona residencial é subdividida em seis tipos que lhe atribuem características diferentes. Elas são:

- 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.

Com exceção das ZRs1 e 2, todas as outras podem conviver com outros tipos de uso, desde que não sejam restritos pelo plano diretor e a lei de zoneamento, como indústrias poluidoras ou atividades que causem incômodo à seus vizinhos. A densidade habitacional, a classe econômica e o tipo de ocupação da população interferirão diretamente no uso do espaço urbano, que pode afetar a qualidade das águas.

### **4.1.2. Zonas Comerciais**

A zona comercial é subdividida em seis zonas que lhe atribuem características diferentes. Elas são:

- Zona Comercial 1 (ZC 1): característica do núcleo urbano. Liga o uso misto de residências, serviços e comércio varejista tradicional, além de espaços culturais e de convívio social;
- Zona Comercial 2 (ZC 2): zona de expansão urbana em que visa-se estimular a concentração de atividades e serviços como os encontrados no núcleo urbano consolidado;
- Zona Comercial 3 (ZC 3): zona de apoio da zona central, com atividades semelhantes ao encontrado na zona central mas distribuídas ao longo dos principais corredores viários e áreas centrais dos bairros, visa estimular concentração de atividades que necessitam de mais espaço ou que são incômodas à zona central;
- Zona Comercial 4 (ZC 4): zona corredor ao longo do sistema viário e do centro dos bairros, com uso variado e visa estimular a centralidade nos bairros;

- Zona Comercial 5 (ZC 5): zona localizada ao longo de rodovias regionais, com concentração de comércio de interesse regional e serviços de grande escala;
- Zona Comercial 6 (ZC 6): zona localizada nos bairros com serviços de interesse local e visa estimular a centralidade do bairro.

Os tipos de uso comercial também interferem na qualidade do ambiente. Apesar do comércio, de forma geral ser menos danoso que a indústria, os locais em que se estabelecem contribuem para o maior fluxo de pessoas, impactando o meio urbano com trânsito, poluição e adensamento populacional em horário comercial.

#### **4.1.3. Zona Industrial**

A zona Industrial é subdividida em duas zonas que lhe atribuem características diferentes. Elas são:

- Zona Industrial 1 (ZI 1): destinada a indústrias virtualmente sem risco ambiental;
- Zona Industrial 2 (ZI 2): destinada a indústrias virtualmente sem risco ambiental e indústrias de risco ambiental leve.

O zoneamento industrial de Londrina demonstra que o município não está interessado em receber indústrias com potencial poluidor maior, que pode ser um reflexo da preocupação ambiental e sua importância para a manutenção de uma boa qualidade ambiental e de qualidade de vida para os cidadãos.

#### **4.1.4. Zona Especial**

As zonas especiais englobam tudo o que não se encaixa em zona residencial, zona comercial e zona industrial, tendo então seu uso muito diverso. A zona especial é subdividida em quatro zonas que lhe atribuem características diferentes. Elas 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 Agrônomo 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.

Os usos especiais são aplicados principalmente a espaços públicos e instituições públicas ou relacionados à cultura. Assim, apresenta-se como alternativa de zoneamento urbano de Londrina para ações concretas da prefeitura, gerando maior capacidade de interferência no meio urbano, mas também são passíveis de poluir os córregos.

## **5. BREVE HISTÓRICO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS E RECURSOS HÍDRICOS<sup>1</sup>**

A água está presente direta ou indiretamente em todos os processos metabólicos conhecidos, sendo essencial para o estabelecimento da vida. Suas características peculiares, como a menor densidade em estado sólido, são necessárias para o desenvolvimento dos seres vivos. Além disso, sua alta capacidade de atuar como solvente possibilita a aquisição e distribuição de diversos elementos químicos necessários para a constituição dos tecidos celulares dos seres vivos (ESTEVEZ, 1998).

A qualidade da água é essencial para o desenvolvimento das atividades humanas, já que não podemos viver sem água. Entretanto a legislação e o controle da qualidade só tomou maior proporção na sociedade moderna no pós Segunda Guerra Mundial nos países desenvolvidos, com preocupações relacionadas à qualidade das águas, destinação de rejeito e medidas de contenção de enchentes (CAMPANA; TUCCI, 1994; TUCCI, 2003b).

Assim, durante a década de 1960, principalmente na Europa, com o início da pressão ambiental foram tomadas medidas para o controle de efluentes e elaboração de legislações para melhorar a qualidade da água dos rios.

A década de 1970 foi marcada pelo controle ambiental, com normas mais rígidas e o maior controle das atividades poluidoras, além da destinação de seus resíduos. Percebe-se a situação de degradação em que se encontram os grandes centros urbanos, e medidas legislativas e obras ligadas a saneamento e diminuição da poluição são tomadas. A grande referência do período foi a Conferência de Estocolmo, em 1972, em que a questão ambiental foi discutida pela primeira vez de forma multilateral (SETTI et al., 2000).

Nos anos 1980, superam-se as ações locais e passa-se a pensar o Global, criando estratégias e estudos que relacionam a importância da manutenção de um ambiente saudável em todos os locais do mundo e verificando as interrelações entre os diferentes espaços em todo o planeta Terra. A prevenção de desastres e os cuidados com a poluição rural são enfatizados, assim como as questões climáticas e os impactos da urbanização no meio ambiente.

Os anos 1990 focaram o desenvolvimento sustentável. Assim, em meio à melhoria das técnicas para economia de recursos, se possibilitou o aumento do conhecimento sobre o comportamento ambiental das grandes metrópoles, diminuição da emissão dos gases

---

<sup>1</sup> Baseado em Campana e Tucci (1994) e Tucci(2003b).

principalmente dos ditos nocivos à camada de ozônio e houve maior controle da contaminação dos aquíferos de fontes não pontuais.

A partir dos anos 2000, verifica-se a maior ênfase na questão da água, com o melhoramento da qualidade da água em fontes não pontuais, o uso integrado dos recursos hídricos e a busca de soluções transfronteiriças de conflitos relacionados à água.

Enquanto o mundo já pensava a questão dos recursos hídricos desde a década de 1960, o Brasil começou a pro em prática efetivamente sua legislação ambiental somente na década de 1980, devido à pressão internacional e a baixa qualidade ambiental que se encontrava os grandes centros urbanos nacionais.

A década de 1990 foi marcada por grandes problemas relacionados às inundações, assim como o investimento em saneamento básico e o início dos grandes programas ambientais, como o de conservação dos biomas naturais, demonstrando o aumento da preocupação ambiental. Junto com isso houve a aprovação da legislação de Recursos Hídricos em 1997 e o privatizações do setor de saneamento e de energia no Brasil.

Nos anos 2000, além da continuação das privatizações dos setores relacionados à água, tivemos avanços significativos do desenvolvimento dos aspectos institucionais da água e o desenvolvimento de Planos de Drenagem urbana para as cidades. Hoje no Brasil, com exceção de parcela do semiárido brasileiro, não existe déficit de recursos hídricos, apesar do uso intenso dos mananciais em alguns locais, principalmente próximo às regiões metropolitanas. Essas pressões são ocasionadas principalmente pelos problemas ambientais que são comuns aos grandes centros brasileiros, que contaminam as áreas de mananciais próximas às manchas urbanas.

Esse panorama geral dado por Tucci (2003b) e Campana e Tucci(1994), permite-nos verificar a importância que a água ganhou ao longo da segunda metade do século XX e início do século XXI. Apesar do atraso brasileiro nas questões ambientais em relação aos países desenvolvidos, a perspectiva de melhora e de maior controle das questões ambientais é positiva, visto que a legislação e as políticas públicas estão cada vez mais voltadas para a melhora do meio ambiente.

## **6. CENÁRIO ATUAL DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Devido às preocupações com o meio ambiente durante a segunda metade do século XX, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou diversas ações e conferências sobre o tema desde a década de 70, visando debater esse tema com todos os países membros. Entre essas conferências, uma que obteve maior destaque foi a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ou Rio 92. A conferência Rio 92 debateu questões ambientais sob várias perspectivas, entre elas a perspectiva da água, sua poluição e o acesso a todos os povos do planeta.

O capítulo 18 da Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, é referente somente à água, demonstrando a preocupação mundial com essa questão (RIO 92, 1992).

O modelo de desenvolvimento e ocupação praticado está gerando problemas para todas as sociedades, sendo necessárias ações que identifiquem os problemas e, principalmente, que o medidas sejam tomadas para que a poluição não comprometa o abastecimento de água para o consumo humano e animal ou para uso industrial e na agricultura.

O capítulo 18 da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (RIO 92, 1992), desta forma, busca a racionalidade do uso da água potável. Propõe-se como objetivo geral que a água potável seja acessível para todas as populações, mas que ao mesmo tempo ainda se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas.

O crescimento econômico e populacional tem pressionado os recursos hídricos, tanto pela demanda quanto pela poluição gerada pela atividade humana (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992), por esse motivo a Conferência prega o desenvolvimento integrado, agregando conhecimentos das diversas áreas de conhecimentos e administração para o melhor aproveitamento e preservação.

O crescimento urbano gera uma conflitante realidade: ao mesmo tempo em que gera uma maior demanda por água para abastecer a população, a degradação inerente ao tipo e modo de ocupação atinge as principais fontes de água. A tendência da ocupação urbana é a contaminação dos mananciais com esgoto cloacal e águas pluviais, inviabilizando seu uso para o fim mais nobre, o abastecimento doméstico (TUCCI, 1999). Essa situação faz com que

os sistemas de abastecimento tenham que buscar águas de maior qualidade cada vez mais longe, pois os processos de tratamento e purificação geram custos mais altos (TUCCI, 1999).

Em um levantamento realizado pela Rio 92 (1992), estimava-se mais de US\$ 21,5 bilhões para atender as necessidades mundiais de abastecimento, saneamento básico e preservação de recursos hídricos. Esses valores deveriam ser investidos até o ano 2000 para sanar os problemas relacionados à água, mas percebe-se que isso ainda não ocorreu.

Para resolver esses problemas propuseram-se cinco programas gerais relacionados ao meio urbano para subsidiar as políticas nacionais de exploração, distribuição e conservação dos recursos hídricos. Esses programas foram:

- Desenvolvimento e manejo integrado dos recursos hídricos: construção de uma política integrada de exploração, pesquisa e distribuição de água, das diversas áreas do conhecimento, além da junção de normas administrativas e de participação em instâncias deliberativas das várias parcelas da sociedade.
- Avaliação dos recursos hídricos: Consiste no estudo de potencialidades, extensão, confiabilidade e qualidade dos recursos hídricos. É essencial para o manejo sustentável da água, pois gera a avaliação das possibilidades de uso desse recurso, incluindo o uso de dados de sensoriamento e de Sistemas de Informação Geográfica para melhor interpretação e visualização dos resultados.
- Proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos: Poucos locais no mundo não sofrem com perda de mananciais potáveis devido às ações humanas, que poluem tanto a água de superfície quanto a subterrânea. Isso se deve principalmente a um modelo destrutivo de desenvolvimento que deve ser superado, visando então à preservação dos mananciais e ecossistemas que o compõem através da educação, instauração de políticas públicas de proteção a esse recurso e toda dinâmica dependente dele, além de participação em programas internacionais de manejo e monitoramento da qualidade da água. Assim, deve-se preservar a qualidade de água sem se esquecer de combater os vetores causadores de doenças.
- Abastecimento de água potável e saneamento: O fornecimento de água potável e saneamento básico são essenciais para a melhoria da qualidade de vida. Calcula-se que 80% das doenças e 30% dos óbitos em todo o mundo são causados por doenças relacionadas à água. A destinação incorreta de rejeitos é tida como a causa principal da degradação de fontes de água potável no mundo, sendo a instalação de redes de tratamento um ponto fundamental para aumentar o volume de água potável em todo o

mundo. O fortalecimento dos governos referente ao saneamento e o integrar as comunidades aos planos locais de recursos hídricos é essencial para melhoria desse quadro. Essa modalidade é a mais cara, sendo calculado um investimento (em valores da época) de 1993 a 2000 de cerca de US\$ 20 bilhões para fornecer abastecimento e saneamento em todo o mundo.

- Água e o desenvolvimento urbano sustentável: O crescimento da população e a maior concentração humana em cidades proporciona uma pressão aos mananciais de abastecimento, tanto pelo volume necessário quanto pelo crescimento das áreas de proteção e despejo de dejetos em seus leitos. Isso impacta no crescimento econômico e no desenvolvimento de atividades que podem propiciar melhoria da qualidade de vida. O fornecimento condições básicas para a condição de vida dos cidadãos por parte dos governos e a manutenção de quadros técnicos capazes de pensar as soluções são essenciais para o desenvolvimento urbano e qualidade das águas.

Além dessas medidas, uma característica importante que foi dada à água foi o estabelecimento desse recurso como um bem econômico. A mesma deve ser cobrada a todos que fazem seu uso, mesmo que em valores reduzidos, como medida de contenção de desperdício. A mulher também é vista como, além da visão integradora, fundamental para a implantação dessas políticas.

A política da ONU preza a interação e a participação da sociedade em todas as instâncias de planejamento e gestão dos recursos hídricos, visando uma construção democrática da distribuição e utilização desse bem.

Entretanto, em estudo de Vargas et al. (2002), percebe-se que a população pouco sabe sobre a origem da água utilizada, o sistema de abastecimento ou da bacia a que a sua cidade pertence. Isso demonstra que a participação popular é pouco representativa e que o papel da educação é essencial para que o cidadão exerça seus direitos.

Toda essa preocupação da ONU se deve ao fato da água potável ser extremamente escassa em todo o mundo. No Brasil, país tropical com a maior parte do território com disponibilidade de água, dificilmente vemos esse recurso como um bem finito, mas essa não é a realidade da maior parte do mundo. Em alguns lugares, principalmente na África, Oriente Médio e centro da Ásia encontram-se locais em que a disponibilidade atual de água é menor de 500 m<sup>3</sup>/ano per capita, enquanto o recomendado pela ONU é pelo menos superior a 1000 m<sup>3</sup>/ano per capita (SETTI et al., 2000).

No Brasil, o responsável por fiscalizar a qualidade e a preservação desses recursos, além de controlar a condição em que essa água é distribuída são as estâncias de Estado: União, Estados, Distrito Federal e Municípios (BRASIL, 2006). Além disso, as diferentes secretarias e ministérios tem o papel de obter e fornecer à população o histórico, as características físicas, operacionais e de controle dos mananciais de sua responsabilidade. Isso cria visibilidade e controle social desse recurso nobre necessário para o desenvolvimento local, regional e nacional.

Apesar de 75% da superfície do planeta ser coberto por água, apenas 0,02% do volume total é potável, sendo que 10% dos recursos hídricos potáveis encontram-se poluídas (BORGES, 2003).

A contaminação das águas, até mesmo das potáveis estão presentes no estado do Paraná, conforme constatou NOGUEIRA et al. (2003), em que 17% das águas tratadas do estado contém coliformes acima dos indicados, sendo necessário melhor controle da qualidade da água. Para a água ser considerada potável, a mesma deve estar livre de microrganismos patogênicos e de bactérias que indique contaminação fecal (BRASIL, 2006).

Nesse contexto, a qualidade das águas superficiais urbanas são uma questão delicada, pois existem no estado do Paraná municípios com menos de 50% de residências atendidas pelo tratamento de esgoto (IPARDES, 2012), sendo esse responsável por parcela da poluição das águas superficiais e subterrâneas, as duas principais fontes de água potável no Brasil (TUCCI, 1999), comprometendo a qualidade da água. O percentual de esgoto tratado pode indicar qual o grau de pressão que os corpos hídricos estão sujeitos (CETESB, 2011).

Segundo Tucci (2003a), a poluição das águas superficiais se dá principalmente em quatro formas: (a) a poluição contida no ar que precipita com a água; (b) a lavagem das superfícies urbanas contaminadas que são drenadas para os córregos; (c) resíduos sólidos provenientes de erosão e lixo acumulado em meio público que são depositados ou transportados para o leito dos rios; (d) o esgoto cloacal que não é captado, sendo despejados nas tubulações da drenagem urbana.

Todas essas formas de poluição tem a capacidade de alterar a composição das águas superficiais, seja de forma lenta ou abrupta, prejudicando a qualidade da água drenada. Entretanto, os valores de qualidade da água tendem a variar temporal e espacialmente. Entre os fatores que influenciam essa variação a limpeza urbana, a intensidade de precipitação e sua distribuição temporal e espacial, a época do ano e o tipo de uso da área urbana são os principais elementos (TUCCI, 1999).

Economicamente, o controle de poluição dos recursos hídricos tem um custo muito menor que a despoluição. Entretanto, como reforça Tucci (2003b), o gerenciamento integrado, principalmente por parte dos municípios, Estado e a União, não ocorre, sendo cada problema tratado de forma isolada, o que gera um desperdício de recursos e baixa efetividade nas ações governamentais, gerando prejuízos econômicos e de qualidade de vida.

Junto à falta de integração no controle do meio ambiente, Tucci (p. 362, 2003b) ressalta a necessidade de “modernização dos sistemas de monitoramento e revisão das práticas hidrométricas e ampliação de coleta de dados de qualidade de água e de sedimentos” para melhor controle dos ambientes aquáticos e a manutenção de sua qualidade.

Em diversos estudos realizados em águas urbanas percebe-se a alteração da qualidade e a contaminação dos recursos hídricos. Essa contaminação altera diversos parâmetros essenciais tanto para a potabilidade quanto para o estabelecimento de vida animal.

Almeida et al. (2005) ressalta que baixos valores de oxigênio dissolvidos na água podem indicar uma alta atividade metabólica bacteriana, que leva a depleção do oxigênio. Essa atividade microbiótica de decomposição de matéria orgânica gera maior oferta de nitrogênio e fósforo na água, favorecendo o crescimento de algas. Esses dois fatores combinados são prejudiciais à fauna e flora, uma vez que contribuem para a eutrofização da água.

Outra variação importante é o valor do pH. O pH pouco ácido ou alcalino pode ser prejudicial para algumas espécies, entretanto as mesmas podem se adaptar ao meio desde que não ocorra em um curto período de tempo. A variação muito brusca desse índice pode gerar a morte de algumas espécies vegetais e animais (ESTEVEES, 1998).

Os pontos identificados por Almeida (2005) com maiores índices de poluições fecais em Espírito Santo do Pinhal, São Paulo, foram os localizados na área urbana, onde há despejo de esgoto doméstico, de indústria alimentícia, de autopeças e de curtume, esgoto esse que não recebe tratamento adequado.

Esses pontos também foram os que tiveram menor índice Oxigênio Dissolvido, indicando alta atividade microbiana, relacionada principalmente a quantidade de coliformes fecais. “Os principais fatores que influenciam na queda do crescimento bacteriano que levam a autodepuração são: temperatura, sedimentação, pH, luz solar, floculação, adsorção, filtração e oxigênio dissolvido” (ESTEVEES, 1998, p. 36). Assim, com alimento disponível provindo do esgoto doméstico, as bactérias tendem a se proliferar em velocidade cada vez maior.

Os indícios da presença de agentes bacteriológicos podem ocasionar problemas como diarreias, doenças endêmicas e epidêmicas possivelmente letais. Podemos enquadrar esses riscos em duas categorias: relacionados à ingestão e contato com a água contaminada, relacionada principalmente aos agentes bacteriológicos e insetos que necessitam da água em seu ciclo biológico; e os riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, provenientes principalmente de efluentes industriais ou de acidentes ambientais (FELSKI et al, 2008).

Felski et al. (2008) constataram no estudo da qualidade das águas consumidas pela população do município de Guarapuava, que a água distribuída pela empresa de saneamento tinha condições sanitárias para a ingestão, enquanto que 90% das fontes e poços individuais das áreas rurais continham alto teor de coliformes fecais, ocasionados pelo mau condicionamento das fontes, em que o controle do acesso de animais e de construção de fossas permitiam sua contaminação.

A falta de informação ou de políticas de saneamento e sensibilização gera problemas públicos que acabam por ser mais custosos em longo prazo, pois gera a demanda por atendimentos na rede pública de saúde e que poderia ser evitado pelo melhor condicionamento das fontes de águas potáveis utilizadas pela população.

Da mesma forma, Silva e Jardim (2006) apontam que os resultados obtidos pela análise das águas do rio Atibaia, na região de Campinas e Paulínia, demonstram que há o aumento da quantidade de amônia e de matéria orgânica ao longo do trajeto do rio, resultado da intensificação dos processos de despejo de material orgânico, provavelmente provindos de esgotamento residencial. O investimento em redes de esgoto possibilitaria a diminuição da quantidade de matéria orgânica e a melhora da qualidade da água.

O investimento em esgotamento sanitário fez com que São Paulo atingisse 55% das áreas urbanas fossem atendidas por esse serviço. Depois desses investimentos,(2011) constatou uma melhora de 15% na qualidade dos cursos d'água entre o período de 1996 a 2011.

Lajoet al. (2007) também verificou a importância do esgotamento sanitário no meio urbano em estudo no Córrego Cabaça, na zona urbana de Campo Grande/MS, verificou que a qualidade da água, dentro dos parâmetros analisados de DBO, DQO, fósforo total, fósforo solúvel reativo, série sólida, série nitrogênio, coliformes fecais e totais, oxigênio dissolvido, turbidez, cor, acidez total, dureza total, cloretos, vazão e organismos bentônicos. O córrego se encontrava mais poluído em sua nascente e chegava a sua foz com parâmetros mais aceitáveis

de qualidade em sua foz, principalmente por sua nascente estar localizada nas áreas mais urbanizadas do município, e sua foz já mais distante da urbanização.

O processo de uso, urbanização e adensamento ocupacional sem infraestrutura de saneamento causa a degeneração dos córregos adjacentes, trazendo malefícios para a população que convive naquele espaço.

Lajoet al. (2007) frisa a importância da utilização desses parâmetros para a construção do Índice de Qualidade de Água (IQA), que representa um parâmetro ideal para estudar a condição ambiental dos corpos de água urbanos. Esses índices podem gerar um foco de ação por parte da sociedade, pontuando os focos de ação do estado para sanar esse problema.

Machado (2011) destaca que a baixa qualidade das águas urbanas são resultado do modelo de desenvolvimento descomprometido com a qualidade ambiental em quase a totalidade dos municípios brasileiros. Em razão dos rios serem resultados de seus mananciais e da drenagem de sua área de abrangência, as características de ocupação influenciarão na qualidade da água.

Nos rios analisados no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, o autor identifica que o volume de esgoto jogado *in natura* nos córregos, em volume maior que a vazão do rio Paraibuna (um dos mais centrais da cidade), impossibilita que haja vida aquática em seu trecho urbano.

Machado (2011) identifica três níveis de poluição, sendo os principais encontrados em áreas sem coleta de esgoto e de predominantemente urbanizada. Conforme o rio se distancia da cidade, o processo de depuração natural permite que a qualidade da água melhore.

Assim, o estudo das águas urbanas superficiais possibilita a constatação dos principais focos de poluição e a ligação do uso do solo com a qualidade da água, e percebe-se que no meio urbano brasileiro, o maior problema ainda é a destinação do esgoto doméstico. A falta de investimento em saneamento público acaba sendo o maior problema de poluição em grande parte dos municípios brasileiros.

## **7.0 TRATAMENTO, LEGISLAÇÃO E OS ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA**

Para melhorar a qualidade da água distribuída pelo sistema de abastecimento, diversas técnicas de tratamento são utilizadas em todo o mundo para evitar contaminação e problemas relacionados à água.

Para o controle desses tratamentos e para o estabelecimento de padrões básicos, e Estado e diversos órgãos de pesquisa desenvolveram parâmetros a serem seguidos pelas empresas distribuidoras de água para evitar complicações com os consumidores e com a qualidade da água.

O tratamento da água para consumo humano no Brasil tem o controle biológico realizado principalmente pelo cloro. Ele é adicionado como ácido hipocloroso, que tem ação desinfetante de bactérias prejudiciais à saúde, entretanto em altas quantidades o mesmo pode ser prejudicial, gerando doenças no sistema gastrointestinal (MEYER, 1994).

Apesar do risco de desenvolver doenças no sistema digestivo humano, o cloro é o método mais utilizado em todo o mundo para a desinfecção das águas devido a sua superioridade na capacidade de oxidação, pelo pequeno tamanho de sua molécula e sua neutralidade elétrica, que permite uma alta penetração nas células (MEYER, 1994). Existem outros métodos de desinfecção das águas, como tratamento físico (aumento de temperatura, aplicação de luz ultravioleta, etc.), adição de íons metálicos e compostos alcalinos, entre outros, mas em relação ao custo-benefício o cloro se sobressai (MEYER, 1994).

A portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) estabelece as diretrizes para o controle da qualidade da água e seus parâmetros de potabilidade. No Paraná, a concessão de direitos e fiscalização da qualidade da água é realizada pelo Instituto das Águas do Paraná (BRASIL, 2011).

Compete a Secretarias de Saúde dos Estados o controle da água distribuída direcionada ao consumo humano. A secretaria deve acompanhar a qualidade da água distribuída com o intuito de consumo humano, regulada pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Apesar dessa portaria não ser aplicada a cursos hídricos sem destinação de consumo, serve como referência de valores para os parâmetros avaliados.

Percebe-se pela quantidade de caputs, que as maiores preocupações são quanto aos fatores biológicos, citados constantemente e metais pesados prejudiciais à saúde. Entretanto, os parâmetros físicos que serão analisados são essenciais para o estabelecimento das formas biológicas na água. Aborda-se alguns parâmetros físicos: turbidez, temperatura e pH.

A turbidez é limitada a 5 uT, unidade de turbidez, a temperatura é abordada principalmente por interferir na quantidade e tempo de contato da água o cloro, e o pH diz respeito à margem de acidez ou alcalinidade que a água deve ser distribuída, entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2011).

Para alguns pesquisadores a utilização de índices de qualidade é mais válida, pois possibilita a visão integrada de diversos fatores que interferem na qualidade hídrica. Quando levamos em consideração os Índices de Qualidade da Água (IQA), diferentemente das portarias e leis, os parâmetros analisados são mais flexíveis, pois existe a necessidade de se elaborar estudos diferenciados para ambiente diferenciados. Entretanto, segundo Silva e Jardim (2006), há uma enorme dificuldade em expressar em um único número a qualidade da água, sendo necessário o devido cuidado nos pesos e nos parâmetros escolhidos para elaboração de tal índice.

Assim, na elaboração de um IQA, devem-se levar em consideração diversos fatores naturais e antrópicos que podem influenciar nas características físico-químico-biológicas da água, para apurar quais os principais elementos que podem gerar a alteração nas águas do local em estudo (TOLEDO; NICOLELLA, 2002). As informações devem ser objetivas e de fácil interpretação, partindo dos elementos que se considere como característica peculiar do recurso hídrico (PINEDA; SCHÄFER, 1982 apud TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Normalmente esses índices expressam somente a qualidade relacionada ao consumo humano e não expressam, por exemplo, a capacidade de manutenção de vida no corpo hídrico (SILVA; JARDIM, 2006), fator que talvez fosse mais interessante para rios urbanos, já que dificilmente o mesmo poderá ser utilizado para abastecimento público.

Segundo Lajo et al. (2007), uma análise completa como o Índice de Qualidade da Água (IQA) exprime em um índice de 0 a 100 diversos dados de caráter físico, químico e biológico.

Como ressalta Toledo e Nicolella (2002), o acompanhamento periódico dos parâmetros analisados nos índices permite verificar as alterações ocorridas ao longo do eixo geográfico, mostrando a interferência do ambiente construído ou natural na qualidade da água.

A CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), maior companhia de ambiental do país, trabalha com cinco índices de qualidade, que abarcam desde a qualidade para balneabilidade até a qualidade para o consumo. Todos são baseados na coleta e análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Dentre esses índices, é importante destacar o

Índice de Qualidade de Água (IQA) da companhia, que considera 9 parâmetros de análise: Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez (CETESB, 2011). Desses, quatro serão considerados no trabalho e podem auxiliar na identificação de focos de poluição em Londrina.

Em Londrina, um índice foi elaborado pelo IAP (2011), e também consistiu na análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos para a constatação da qualidade dos cursos hídricos no município. Os índices encontrados enquadraram a maior parte os rios de Londrina acima de classe 2, que permite o contato direto do homem e até o consumo mediante tratamento, conforme mais explicitado no tópico “Qualidade da água nas bacias hidrográficas de Londrina”.

## **8. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA**

A molécula de água é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, gerando uma molécula covalente polar, com ângulo entre os átomos de  $105^\circ$ . Os átomos de hidrogênio ainda geram atração a outras moléculas de água pelas chamadas pontes de hidrogênio, uma ligação mais fraca que a covalente, mas que gera, por exemplo, a tensão superficial da água (ESTEVEZ, 1998).

A água é solvente da maioria das reações químicas que ocorrem nos seres vivos, e por esse motivo é de extrema importância para a vida. Desta forma, são necessários que sejam atendidos alguns parâmetros físico-químicos para que os organismos funcionem da melhor forma.

Algumas características da água permitem que se entenda as condições sanitárias que a água se encontra. Assim, descrever-se-á alguns parâmetros importantes para a avaliação das águas em análise no perímetro urbano de Londrina.

Segundo Leal (1998 apud LIMBERGER, 2005), a água pode qualificar quantitativamente por três fatores: estético, fisiológico e ecológico. Essas características qualitativas afetam tanto a vida aquática quanto a vida e o consumo humano. O estético representaria o aspecto da água, o fisiológico a toxidade e o ecológico a capacidade de abrigar vida. Essas classificações podem ser obtidas através da coleta de diversos fatores, mas o trabalho se atentará principalmente a características estéticas e ecológicas, já que o equipamento utilizado, o Horiba, não obtém dados de toxidade da água, podendo essa somente ser interpretada pelos dados obtidos.

Diversos outros parâmetros podem ser analisados, entretanto o trabalho focará nesses seis parâmetros. Os parâmetros descritos são os mesmos analisados pelo Horiba, equipamento utilizado para a coleta de dados nos pontos descritos.

### **8.1. Temperatura**

A temperatura influencia de diversas formas a dinâmica aquática, seja biótica ou física química. A temperatura é influenciada tanto pela temperatura do ar quanto pela insolação direta. Por esse motivo, espera-se encontrar águas mais frias próximo as nascentes (BORGES et al., 2003).

“A temperatura está relacionada com o aumento do consumo de água, com a fluoretação, com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança do

pH, com a desinfecção, etc.” (BRASIL, p. 63, 2006). A análise da temperatura é essencial para o entendimento de outros parâmetros encontrados, já que os influencia.

As pontes de hidrogênio geram a viscosidade da água, característica importante para os seres vivos que nela vivem. Os fatores que influenciam nessa característica são os teores de sais dissolvidos, pressão e a temperatura. A temperatura pode ser vista como o fator principal: a água na temperatura de 30° C tem metade da viscosidade da água a 5° C, isso influencia na vida aquática, pois os plânctons afundam duas vezes mais rápido na água a 30° (BORGES, 2003).

## **8.2. Oxigênio Dissolvido**

O oxigênio dissolvido é um dos elementos mais importantes para o estabelecimento de seres vivos heterótrofos em meio aquático. Ele é adquirido pela atmosfera e pela fotossíntese, e se perde principalmente pelo consumo para decomposição de matéria orgânica, para a atmosfera, respiração de seres aquáticos e oxidação de íons metálicos, como ferro e manganês.

A capacidade de solubilidade do oxigênio é definida, sobretudo, pela variação de temperatura e pressão. Quanto maior a temperatura e menor a pressão, menor a capacidade da água em reter o oxigênio. Isso se reflete na disponibilidade do gás para a respiração dos seres vivos. A água em 30° C solubiliza cerca de metade do oxigênio encontrado na água a 0° C. Assim, usa-se o termo saturação de oxigênio para verificar qual a capacidade máxima de oxigênio dissolvido a certa temperatura e pressão, importante para determinar a qualidade da água (ESTEVEES, 1998).

Devido à variação da temperatura e da pressão ao longo da coluna d'água, os valores variam se coletados a diferentes profundidades, criando condições adversas para o estabelecimento de vários seres vivos (ESTEVEES, 1998).

Assim, a quantidade de oxigênio dissolvido também é afetada por eventos climáticos e estações do ano, além da insolação e do período do dia. A variação diária é importante, pois a maior concentração é encontrada durante o período fotossintético, em que os seres autótrofos dissolvem oxigênio na água. Durante a noite, os índices diminuem devido a maior respiração, e tornam a se elevar pela alvorada (ESTEVEES, 1998).

A baixa concentração desse elemento na água pode gerar situações de alta mortalidade de fitoplânctons, zooplânctons e bentos, além de gerar e afetar a população de algumas espécies de peixes. Por esse motivo, algumas espécies de peixe construíram evolutivamente pulmões acessórios para captar oxigênio de outras fontes (ESTEVEES, 1998)..

### 8.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Em água pura, existe uma baixa concentração de íons  $H^+$  e  $OH^-$ , na mesma proporção. Devido a outros elementos dissolvidos na água, que variam devido à estrutura das rochas e solos, até seres vivos e materiais depositados e transportados ao seu leito, que inserem diferentes sais, ácidos e bases, a concentração desses dois íons variam. Caso exista maior concentração de íons  $H^+$ , a água é considerada ácida, se a concentração maior for de  $OH^-$ , é considerada básica.

A maioria dos corpos hídricos continentais tem pH entre 6 e 8. A variação do pH influencia nos ecossistemas encontrados. Na natureza, valores muito baixos geralmente estão associados a altas concentrações de ácido sulfúrico e outros sais cujos cátions ionizaram-se. Em pH superiores a 8, normalmente estão associados a regiões com balanço hídrico negativo ou a regiões que sofrem forte influência do mar, com contribuições de carbonatos e bicarbonatos (ESTEVEZ, 1998).

O pH age diretamente nos processos de permeabilidade das membranas, interferindo no transporte iônico entre célula e o meio, por este motivo a variação interfere na vida dos seres vivos (ESTEVEZ, 1998).

Fatores naturais que podem interferir no valor do pH são principalmente a quantidade de matéria orgânica, que sua decomposição gera maior concentração de  $CO_2$ , tonando o meio mais ácido, efeitos dos sais marítimos e a chuva, que é naturalmente ácida.

Os principais problemas encontrados em lagos e rios de pH baixo são: redução da taxa de crescimento populacional, má formação do esqueleto e alterações na reprodução (ESTEVEZ, 1998).

Os valores obtidos por Borges et al. (2003) nos córregos Cerradinho e Jaboticabal, em Jaboticabal, foram entre 4,4 e 4,9, demonstrando pouca presença de bicarbonatos e carbonatos, decorrentes da formação Botucatu, predominante na região estudada.

Para o tratamento e distribuição da água, a correção do pH para próximo de 7 é necessária, pois o pH muito baixo da água causa a corrosão das estruturas metálicas das estações de tratamento e distribuição de água (BRASIL, 2006). Recomenda-se também que o pH seja mantido entre 6 e 9,5 para o consumo humano (BRASIL, 2011).

#### **8.4. Turbidez**

A turbidez é causada pela quantidade de material suspenso na água, como argila, material orgânico, seres uni e pluricelulares. É medido em NTU ou FTU, com valores entre 0,2 e 1 para a água ser considerada boa (JUSTOS, 2012), sendo 1 NTU o limite recomendado pelo Ministério da Saúde para o consumo humano, sendo tolerado até 5 NTU em uma quantidade mínima de amostras (BRASIL, 2006).

O índice de turbidez é fundamental para verificar a qualidade da água e seu tratamento. Um alto índice de turbidez, dependendo da natureza da água, indica que no tratamento haverá formação flocos pesados que se decantarão rapidamente ou, ainda, dificulta a desinfecção haja em vista que as partículas suspensas podem dificultar o contato direto das bactérias com o desinfetante utilizado no tratamento (BRASIL, 2006).

#### **8.5. Sólidos Totais Dissolvidos**

Os sólidos totais dissolvidos representam as substâncias dissociadas e não dissociadas, ou seja, é a soma dos resíduos dissolvidos e suspensos em uma amostra de água (LAJOET al., 2007). Ele pode ser determinado pela evaporação de amostras a 110° C (JUSTUS, 2012). A Portaria 357/2005 do CONAMA, estabelece que um valor acima de 1000 mg/L é considerado crítico.

#### **8.6 Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica expressa a capacidade da água em transmitir carga elétrica. Ela varia de acordo com a concentração, mobilidade e valência dos íons, além da temperatura da água. A condutividade elétrica é um importante fator para análise da qualidade da água, pois pode expressar a quantidade de materiais dissolvidos na água, possibilitando uma interpretação inicial das condições ambientais (JUSTUS, 2012).

Conforme Esteves (1998) a condutividade elétrica ajuda na identificação de fontes poluidoras pois a mesma é uma variável importante relacionada ao metabolismo do sistema aquático. Para CETESB (2011) a condutividade elétrica pode representar uma medida indireta da concentração de poluentes sendo críticos níveis superiores a 100 µS/cm.

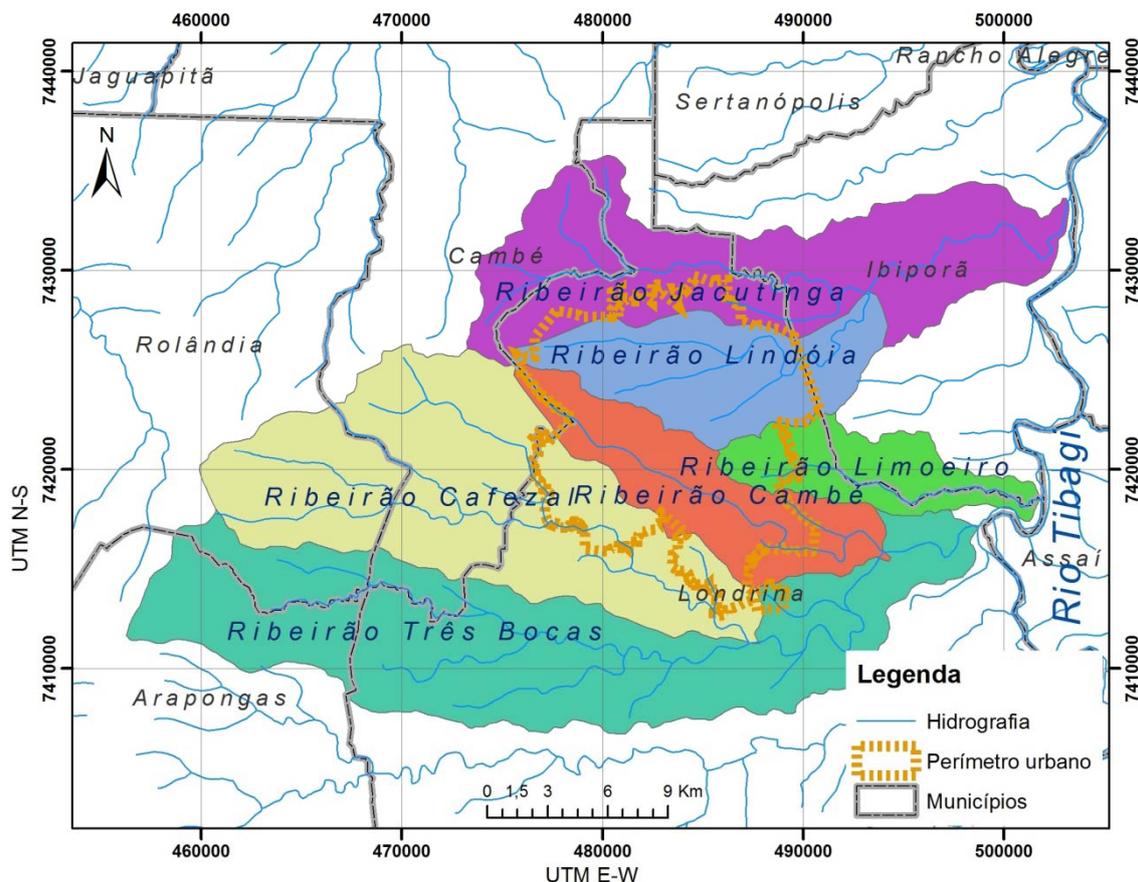
## **9. QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE LONDRINA**

A zona urbana de Londrina localiza-se em seis bacias hidrográficas. Todas são orientadas no sentido Oeste-Leste, com deságue na bacia do Rio Tibagi. São as bacias dos rios: Ribeirão Jacutinga, Ribeirão Lindóia, Ribeirão Limoeiro, Ribeirão Cambézinho, Ribeirão Cafezal e Ribeirão Três Bocas (figura 5 e 6).

Alguns trabalhos sobre a qualidade das águas dessas bacias foram realizados, com destaque ao relatório do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), de 2011, o trabalho de Cunha (1999) e Plano Municipal de Saneamento Básico de Londrina (LONDRINA, 2008).

O relatório do Instituto Ambiental do Paraná utiliza a Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA) para constatar a qualidade da água nas bacias urbanas de Londrina. Com isso avaliou-se em dois momentos parâmetros físico-químicos e biológicos.

Em 2007, avaliou-se cerca de 10 parâmetros físicos e 2 biológicos, já em 2009 avaliou-se 17 parâmetros, pois se inseriu análise de metais pesados e parâmetro biológico de toxicidade aguda. As águas foram coletadas em 35 estações de monitoramento distribuídas pelos rios da área urbana de Londrina.



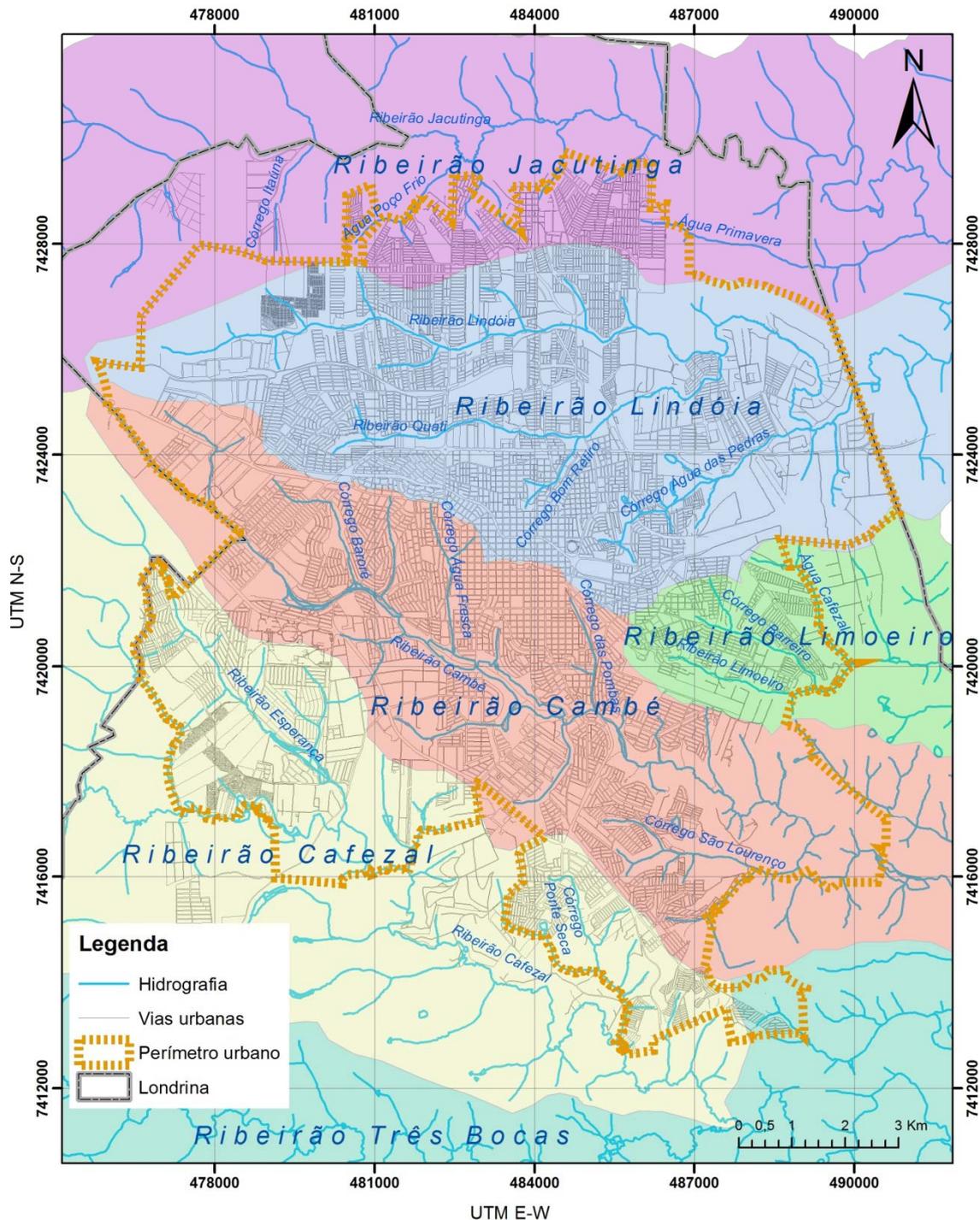
**Figura 4 - Área de abrangência das bacias que integram o perímetro urbano de Londrina.**

Dentro da avaliação, constatou-se que os rios urbanos de Londrina se encaixam na Classe 2, com exceção do Ribeirão Lindóia, considerado Classe 3 e a montante do lago Igapó no ribeirão Cambé, considerado Classe 1 (figura 6). Essas classes são estabelecidas a partir da Resolução nº 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005), que estabelece os valores quantitativos relacionados a parâmetros químicos, físicos e biológicos e também variáveis descritivas, como matérias flutuantes, presença de espuma, óleos, corantes, entre outros, necessários de qualidade para determinados usos (CETESB, 2011).

As classes encontradas pelo IAP (2011) demonstra que as águas urbanas de Londrina se encontram em condição de consumo humano, desde que tratadas convencionalmente ou de modo avançado, e também disponíveis para atividades de recreação. O rio classe 1 seria água em condição de consumo e uso com pouco tratamento, enquanto o 2 e 3 precisariam de técnicas mais avançadas de tratamento para o uso humano. Já a classe 4, mais poluído, seria somente para fins pouco nobres, como transporte e efeitos paisagísticos, já que o tratamento é muito difícil.

Dentre os parâmetros que serão avaliados no trabalho, alguns são limitantes para estabelecer as classes dos rios. Esses parâmetros são impostos pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, como Oxigênio dissolvido, pH e turbidez. Para um rio classe 3, o mínimo de oxigênio dissolvido é de 4 mg/L, pH entre 6,0 e 9,0 e turbidez inferior a 100 NTU. Desta forma, as análises do IAP não encontraram resultados diferentes a esses nas amostras. Caso isso ocorresse os rios de Londrina encaixar-se-iam na classe 4, que são fins paisagísticos e de navegação, ou seja, sem capacidade de serem aproveitados para atividades humanas de contato direto.

O estudo verificou que a maior poluição dos rios em Londrina se dá pelo despejo e esgoto doméstico sem tratamento ou com tratamento ineficiente, sendo que a poluição industrial acontece em menor escala. Entretanto o relatório não pontua os locais em que a poluição industrial ou residencial tem maior participação, generalizando os resultados independentemente da fonte.



**Figura 5 - Bacias hidrográficas em estudo no perímetro urbano de Londrina**

Já o estudo de Cunha (1999) levou em consideração as bacias hidrográficas do Lindóia e Quati, sendo o Quati uma subdivisão da bacia do Ribeirão Lindóia (figura 6). O estudo de Cunha levou em consideração parâmetros bacteriológicos e parâmetros físico químicos, como pH, Oxigênio dissolvido, sólidos totais, turbidez, fósforo total, entre outros, sendo ao todo 11 parâmetros.

Verificou-se assim se a urbanização de Londrina para a zona norte já estaria interferindo na qualidade das águas das bacias que com o crescimento da cidade estava cada vez mais ocupada. Entretanto essa ocupação nem sempre era dotada de equipamentos de saneamento básico, como coleta e tratamento de esgoto (CUNHA, 1999).

Coletaram-se amostras em 10 pontos, sendo cinco no ribeirão Quati e cinco no ribeirão Lindóia. Os resultados foram comparados com a Resolução nº 20 do CONAMA, que classificava as águas doces e os limites dos parâmetros para determinados usos (atualmente utiliza-se a Resolução nº 357/2005). As amostras foram coletas em dois períodos, um período mais seco e outro mais úmido.

Com o levantamento fotoaerogramétrico, Cunha (1999) delimitou as áreas urbanizadas e pontuou as industriais potencialmente poluidoras para futura comparação, além disso, inseriu no mapa a rede de captação de esgoto.

Como resultado, verificou-se que o ribeirão Quati era relativamente mais poluído que o ribeirão Lindóia principalmente próximo à estação de tratamento de esgoto da Sanepar, com destaque para o índice de oxigênio dissolvido, que chegou a zero (CUNHA, 1999). A falta de eficiência no tratamento de esgoto demonstra que, mesmo pagando pelo serviço, o usuário e o meio ambiente não recebem o devido respeito, já que o tratamento não auxilia na limpeza dos dejetos (CUNHA, 1999).

A coleta no período mais úmido demonstrou que a qualidade da água diminuiu devido ao transporte de sedimentos para os córregos e a menor eficiência das redes de tratamento de esgoto.

No geral, a maioria dos pontos do Ribeirão Lindóia se encaixaram em classes abaixo de 3da Resolução nº 20 do CONAMA, utilizada para análise dos parâmetros. Entretanto alguns pontos se mostram extremamente prejudiciais, principalmente os próximos a estação de tratamento da Sanepar, a ETE Bom Retiro (CUNHA, 1999).

Desta forma, a ocupação se demonstrou prejudicial à qualidade hídrica das bacias, já que em algumas localidades não havia tratamento de esgoto e as que se encontravam com coleta e tratamento de esgoto, encontravam deficiências na forma de melhora das condições sanitárias nas estações de tratamento.

O problema da falta de tratamento de esgoto também foi relatado pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de Londrina (LONDRINA, 2008). O Plano relata a inexistência de rede de esgoto tanto em áreas de classe média-alta quanto na periferia. O Jardim Tucanos, bairro tradicional da zona sul, ainda não recebe tratamento de esgoto, sendo

utilizadas fossas sépticas que podem propiciar a contaminação das águas subterrâneas e posteriormente aflorar nos córregos. Conjuntos habitacionais do bairro União da Vitória (sul) e bolsões de carência, como o Morro do Carrapato e Jardim Ideal (ambos na zona leste da cidade), utilizam fossas negras ou esgoto a seu aberto, com fluxo direto aos córregos adjacente.

Segundo o plano, Londrina contava em 2008 com 78,93% das residências urbanas ligadas à rede de esgoto, acima da média estadual, de 45,9%. A área de abrangência atual, do sistema já em funcionamento, está distribuída nas seguintes bacias: 41,2% no Ribeirão Lindóia, 39,7% no Ribeirão Cambézinho, 8,2% no Ribeirão Cafezal, 5,5% no Ribeirão Jacutinga e 5,4% na bacia do Ribeirão do Limoeiro (LONDRINA, 2008).

O esgotamento municipal é um fator essencial para a manutenção da qualidade da rede de drenagem de Londrina. Mesmo com um valor relativamente alto, estudos ainda demonstram que existe uma participação importante de esgoto doméstico na poluição dos rios (IAP, 2011; CUNHA, 1999).

O serviço de esgotamento sanitário é realizado pela empresa de capital misto SANEPAR, que desde 1997, segundo Cunha (1999), já sofre denúncias sobre a falta de eficiência no tratamento, e hoje é cotada como a empresa mais poluidora do Paraná (NOTÍCIAS TERRA, 2012).

Para atender os mais de 500 mil moradores, Londrina conta com 4 estações de tratamento, com projeto para mais uma (LONDRINA, 1998). Segundo a SANEPAR, de 1973 (ano que a companhia assumiu o serviço em Londrina) a 2008, foram investidos mais de R\$ 120 milhões no sistema de Esgotamento Sanitário, entretanto esse valor se mostra insuficiente para atender todo o município (figura 7 e 8). O plano previa até 2011, a construção de mais 330 km de rede de captação de esgoto e tratamento, que atenderiam todas as regiões de Londrina, aumentando a capacidade de tratamento (LONDRINA, 2008). Infelizmente não podemos confirmar se esses investimentos foram concretizados, mas notícias da Sanepar (SANEPAR, 2012), de fevereiro de 2011 dizem que 95% da cidade é atendida por rede de esgoto, o que acarretaria a uma melhora da condição das águas urbanas.

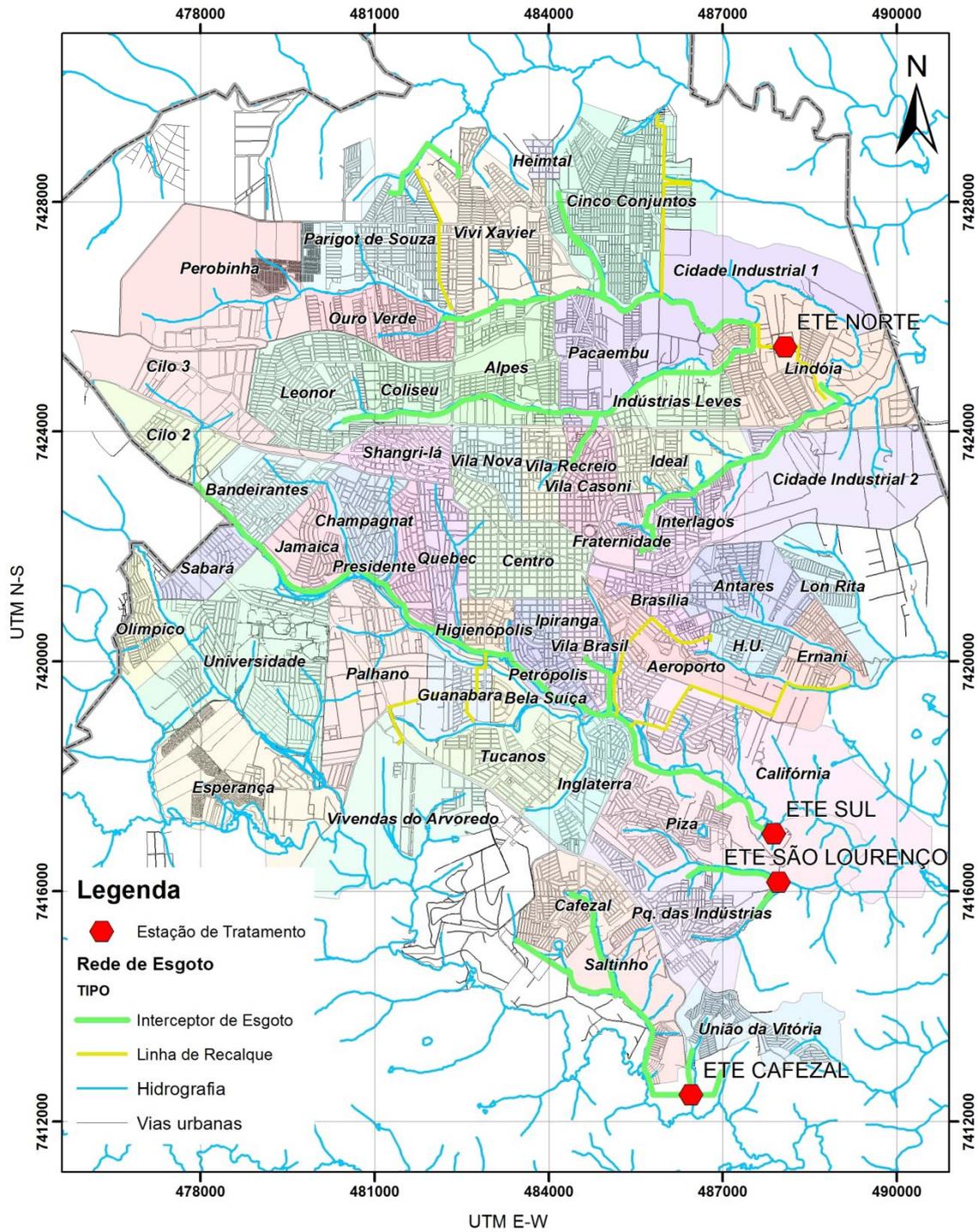
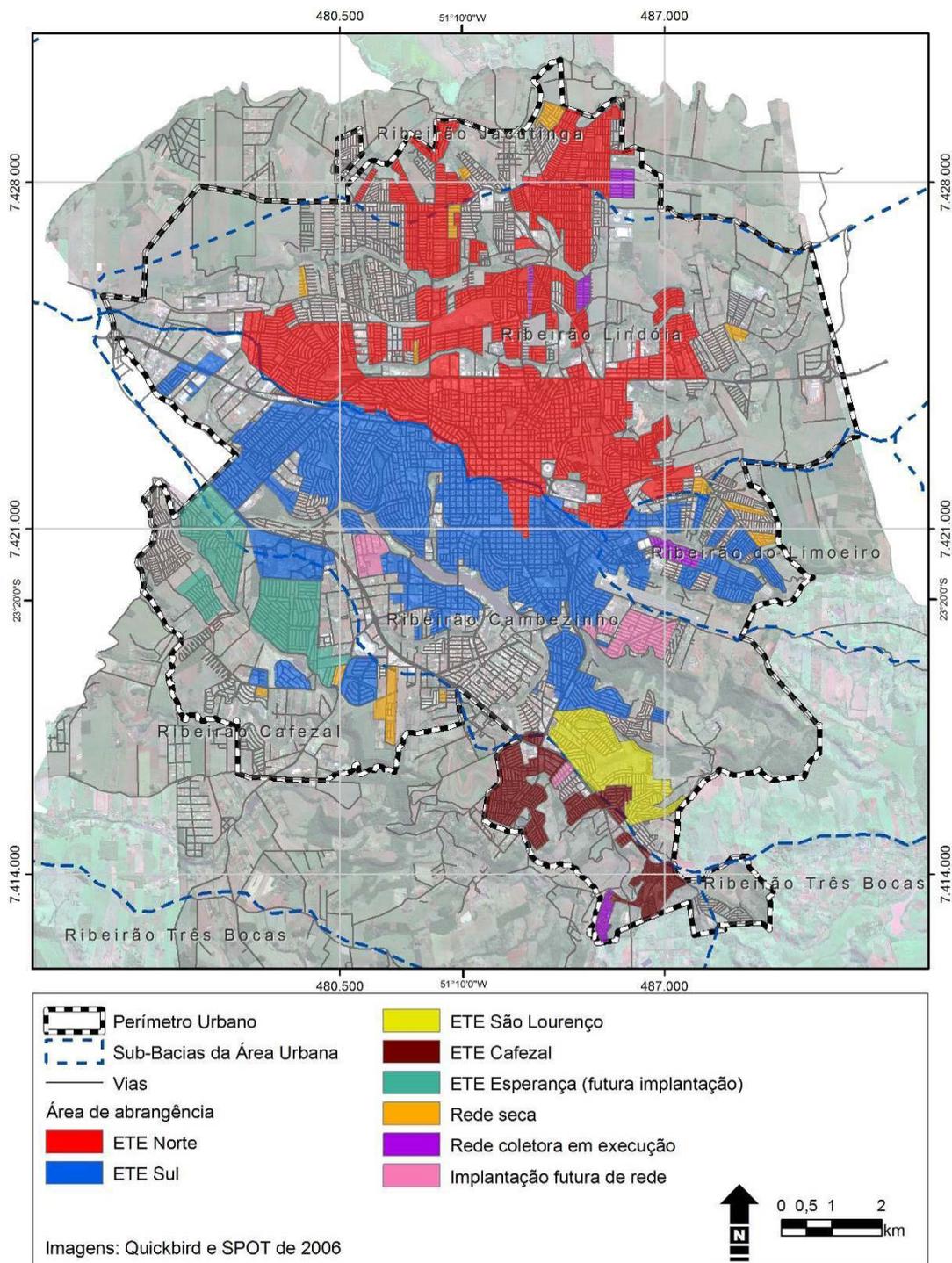


Figura 6 - Estações de tratamento e rede esgoto do município de Londrina em 2009.

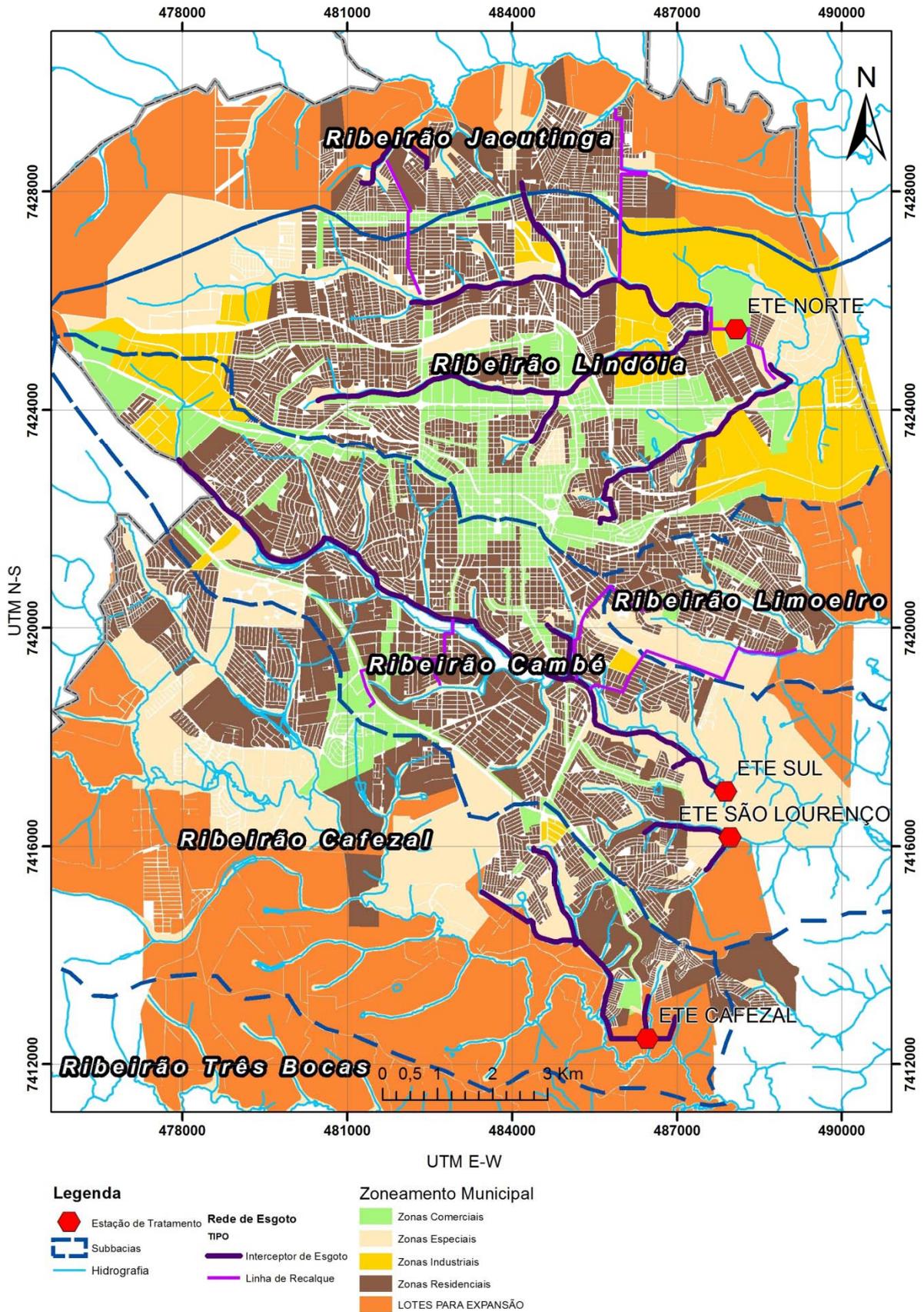


**Figura 7 - Bairros de abrangência das ETE em Londrina. Fonte: LONDRINA, 2008.**

Nos três estudos verificou-se que a condição geral das águas de Londrina não está em situação agravante como os locais levantados na bibliografia citada anteriormente no trabalho. Mas deve-se levar em consideração que o município é muito mais jovem que vários outros municípios presentes nos trabalhos, e com isso a cidade tem uma ocupação mais racional do espaço. Mas é necessário ter condições hídricas cada vez melhores, pois o abastecimento e a

condição ambiental gerada pela água vêm a melhorar a qualidade de vida e toda a população, propiciando espaço saudáveis para o convívio e o lazer.

A ocupação do meio urbano deve vir acompanhada de equipamentos básicos para que o uso humano não denigra o meio ambiente (figura 9). A baixa qualidade do ambiente não prejudica somente a vida “selvagem” e natural, quanto menor a qualidade ambiental do indivíduo, mais ele se encontra sujeito a doenças e condições precárias de vida, prejudicando o corpo social urbano. O meio ambiente não pode ser pensado somente por ele mesmo, mas sim nas implicações que ele gera para toda organização espacial e social da humanidade. Geral um ambiente saudável é positivo principalmente para o homem, que pode se desenvolver com maior qualidade de vida.



**Figura 8 - Bacias hidrográficas, zoneamento urbano e rede de esgoto em 2009 da cidade de Londrina.** Fonte: IBAMA, 2012; ITCG, 2012. Elaboração: O Autor.

## 10. METODOLOGIA DE COLETA E REPRESENTAÇÃO

Segundo Esteves (1998), o ambiente aquático tem características peculiares, tais como:

- Alta capacidade de solubilização de compostos orgânicos e inorgânicos, que possibilitam que organismos, principalmente os autótrofos, possam absorver nutrientes por toda a superfície do corpo;
- Gradientes verticais e, às vezes, horizontais, de insolação, de nutrientes, temperatura e gases, que geram diferentes distribuições de elementos químicos e seres vivos;

Essas características da água influenciam diretamente na coleta e análise dos parâmetros, sendo necessária a construção de metodologia para que as diferentes coletas não influenciem nos resultados da análise.

Apoitia et al. (2007), coletou as amostras de água a 20 cm de profundidade. Também ressalva que as características físicas do leito influenciam na quantidade de oxigênio dissolvido, já que os leitos rochosos aumentam a aeração da massa de água.

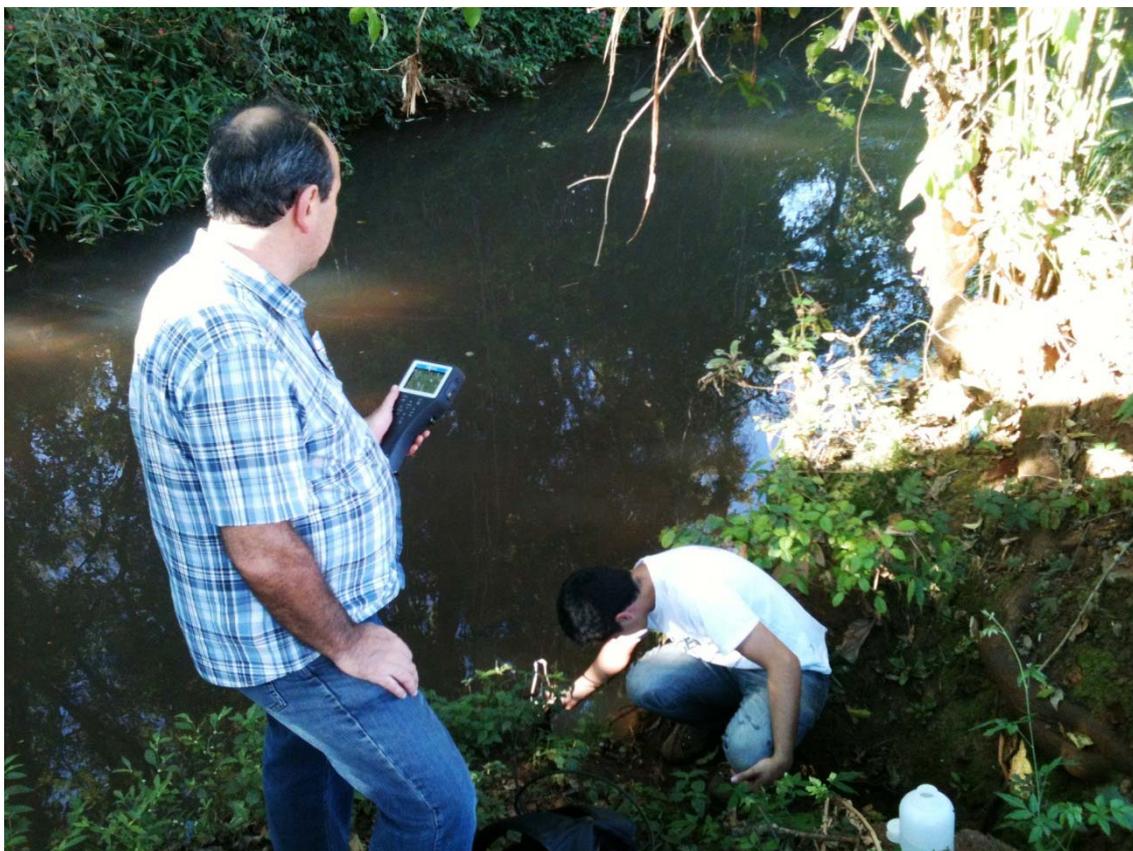
Além disso, as chuvas aumentam a turbidez, devido ao transporte de sedimentos pela água, podendo ser alteradas visivelmente, como verificou Apoitia et al. (2007), nos trechos urbanos do rio Cuiabá. Os parâmetros alterados pelas precipitações foram o pH (diminuição), resíduos totais (aumento), nitrato e fósforo (aumento).

Por esse motivo, teve-se o cuidado de não coletar águas superficiais, sendo a mesma obtida a pelo menos 5 cm de profundidade em um vasilhame de plástico fornecido junto com o equipamento, em água corrente e o mais distante possível de quedas ou corredeiras que poderiam gerar aeração no líquido (figura 10).

Os trabalhos de campo foram realizados em dois. No primeiro momento foi realizado no mês de Setembro, em que se coletou a maior parte das amostras. O segundo momento de campo foi realizado no mês de dezembro, que apesar de ser um mês mais chuvoso, tomou-se o cuidado de realizar os campos com pelo menos 5 dias sem chuva para que a precipitação não interferisse nos resultados. O segundo momento de coleta abrangeu a montante do Ribeirão Cambé e toda a bacia do rio Jacutinga.

No total, foram percorridos 323 km entre os pontos de coleta na área urbana de Londrina em seis dias de campo (cinco em setembro e um em dezembro). Os campos foram realizados no período da tarde em setembro, das 14 horas às 18 horas, e de manhã em

dezembro, das 8has12h, informação importante já que a radiação solar interfere nos resultados.



**Figura 9 - Coleta para análise no ponto LIN018 no ribeirão Quati.** Autora: Cláudia Justus.

Foram 74 pontos de coleta e análise no local, distribuídos nas seis bacias que compõem a área urbana de Londrina. Sendo 25 na bacia do ribeirão Lindóia, 20 na bacia do Ribeirão Cambé, 15 na bacia do ribeirão Cafezal, 8na bacia do Ribeirão Jacutinga,5 na bacia do Ribeirão Limoeiro e 1 na bacia do Ribeirão Três Bocas.

O equipamento utilizado para análise foi o medidor multiparâmetrosHoriba U-50, consiste em um equipamento japonês de monitoramento de qualidade de água que mede até 11 parâmetros simultaneamente (HORIBA, 2010), entretanto para a pesquisa serão considerados apenas seis: temperatura, pH, turbidez, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido. É um equipamento portátil e de fácil utilização.

Para a higiene e calibração do equipamento entre as análises é necessário água MLQ, que consiste numa água altamente destilada e livre de elementos químicos que possam influenciar no resultado das análises.

A água recolhida em cada ponto foi levada a margem, onde o medidor multiparâmetros, devidamente higienizado com água MLQ é inserido no pote plástico. Assim, medem-se os parâmetros e parte-se para outro ponto de análise.



**Figura 10 - Equipamento Horiba U-50 utilizado para obtenção de dados em campo. Fonte: HORIBA, 2012.**

Para elaboração dos mapas se utilizou o programa ArcGIS 10. O programa foi utilizado para criação e organização do layers para a confecção dos mapas. Os mapas foram elaborados em SAD 69' e as referências espaciais em coordenadas UTM.

A partir de uma tabela no Microsoft Excel 2010 contendo os dados coletados e a coordenada dos pontos da análise, elaborou-se um shapefile do tipo ponto através do ArcCatalog. Com o arquivo foi possível demonstrar os diferentes parâmetros analisados.

As bases de dados que não foram criadas (shapefiles de pontos de coleta) foram obtidas a partir do site do IBAMA (2012) e do ITCG (2012) que fornecem shapefiles essenciais para elaboração de mapas, como limites municipais, bacias hidrográficas e rede de drenagem. Algumas bases foram obtidas diretamente com o IPPUL, como a malha viária e o zoneamento urbano utilizados. Todos os shapefiles foram convertidos para SAD 69' para melhores resultados.

A elaboração de mapas para a análise e exposição dos resultados é essencial, principalmente quando trabalhamos com dados espaciais, como o trabalho em questão, que se relacionou o zoneamento urbano com a qualidade hídrica encontrada na cidade de Londrina.

## **11. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Através dos dados obtidos, elaborou-se mapas para espacialização das informações de zoneamento e valores dos parâmetros analisados, permitindo assim melhor visualização dos resultados e capacidade de interpretação dos elementos.

Desta forma os 74 pontos de coleta foram plotados juntos ao Zoneamento Urbano municipal. Produziu-se seis mapas gerais das bacias e os parâmetros físico-químicos que serão expostos a seguir. Logo após, há a discussão dos parâmetros encontrados e o uso do solo urbano na área por bacia.

## 11.1 Mapas

### 11.1.1. Temperatura

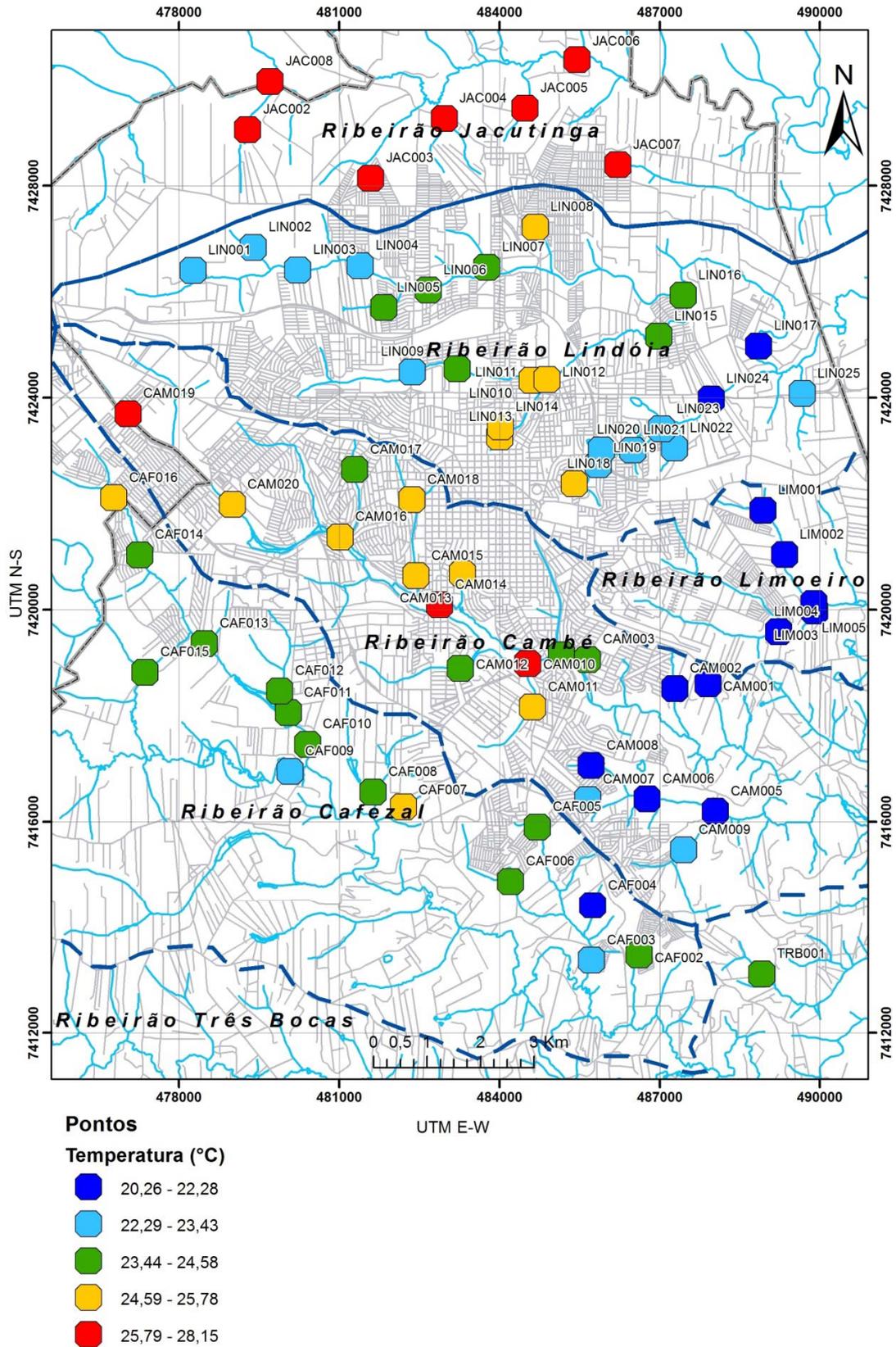


Figura 11 - Temperatura da água em graus Celsius (°C) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.

### 11.1.2. Turbidez

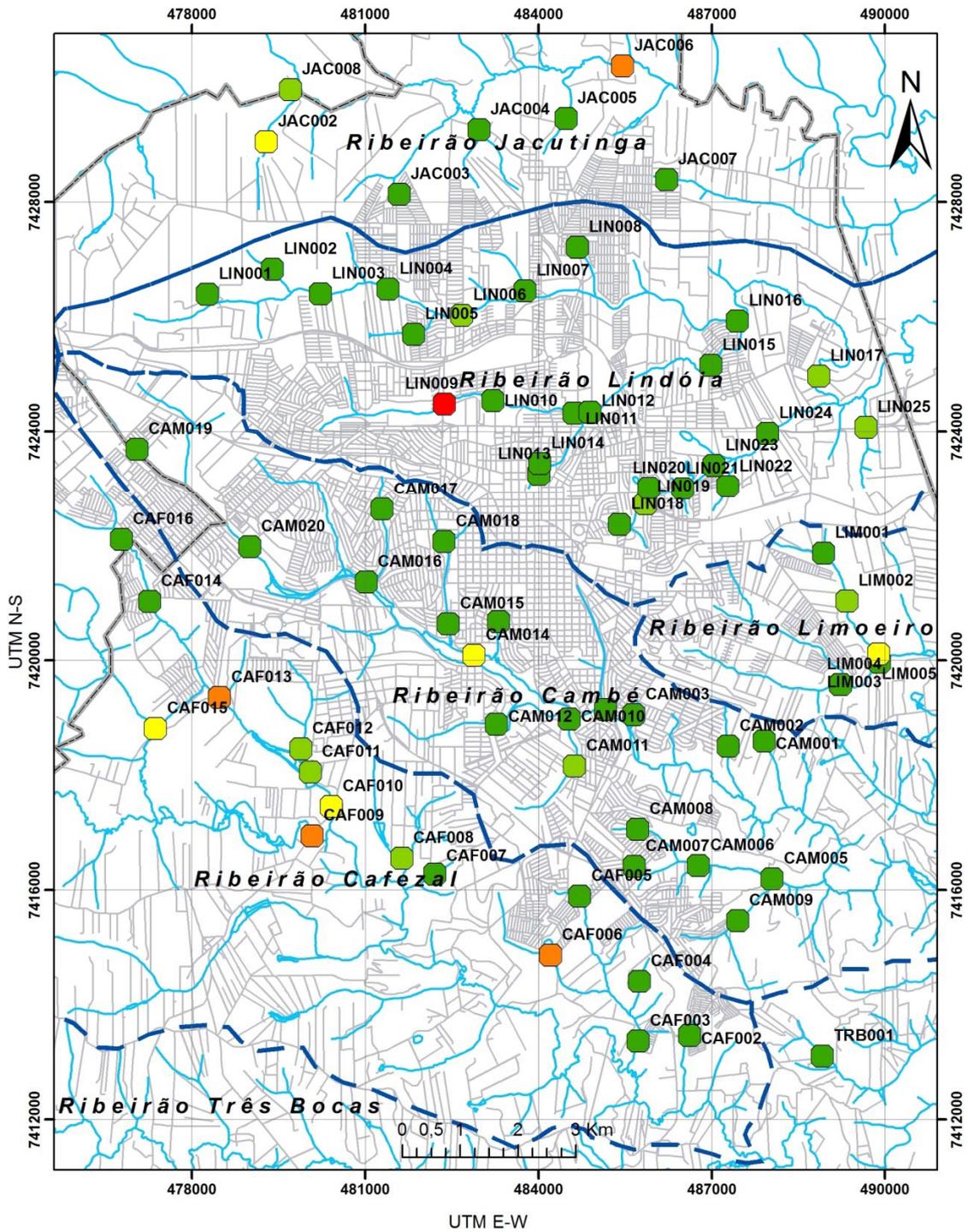


Figura 12 - Turbidez da água em NTU nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.

### 11.1.3. Sólidos totais dissolvidos

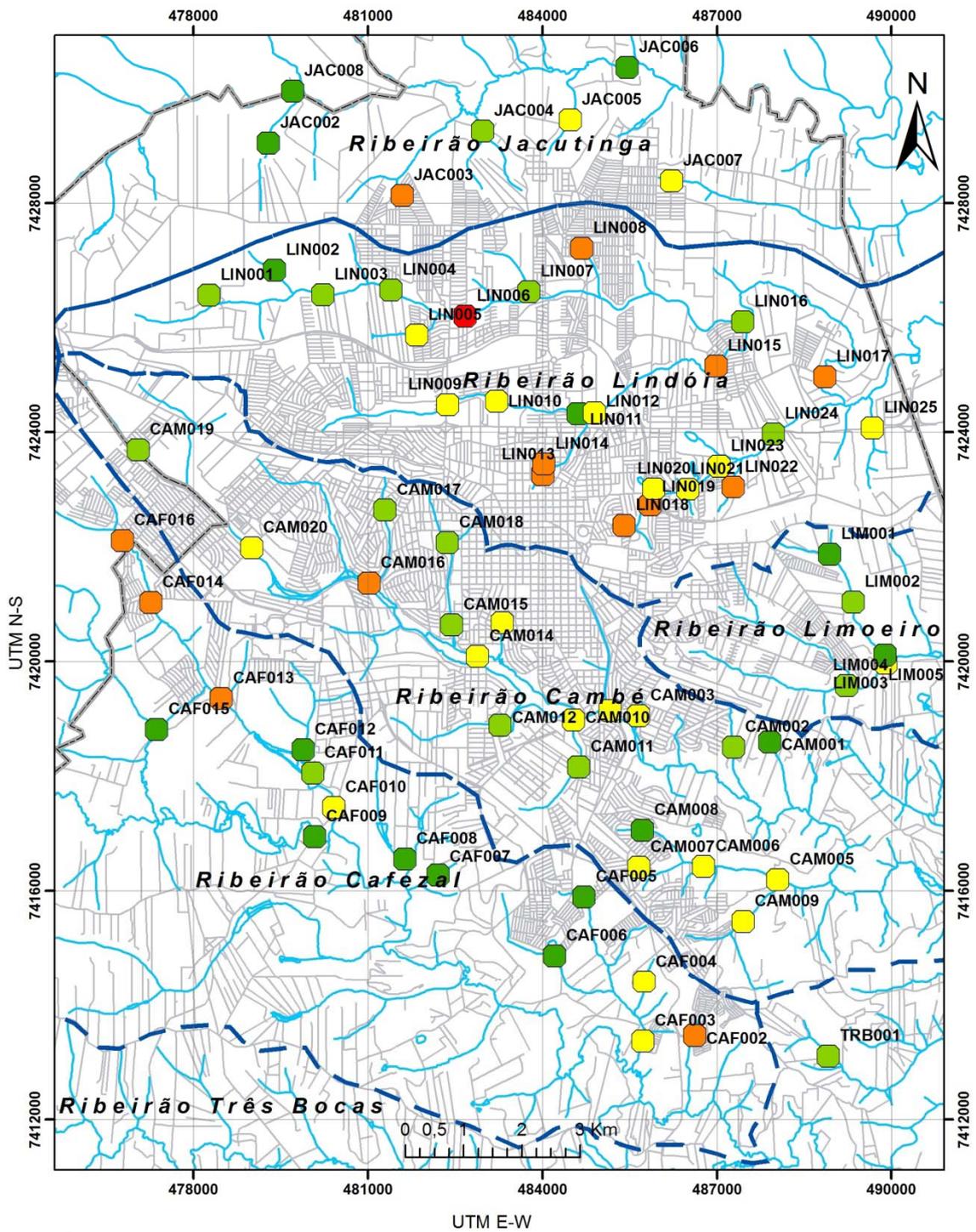


Figura 13 - Sólidos totais dissolvidos em grama por litro (g/L) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.

### 11.1.4. Condutividade Elétrica

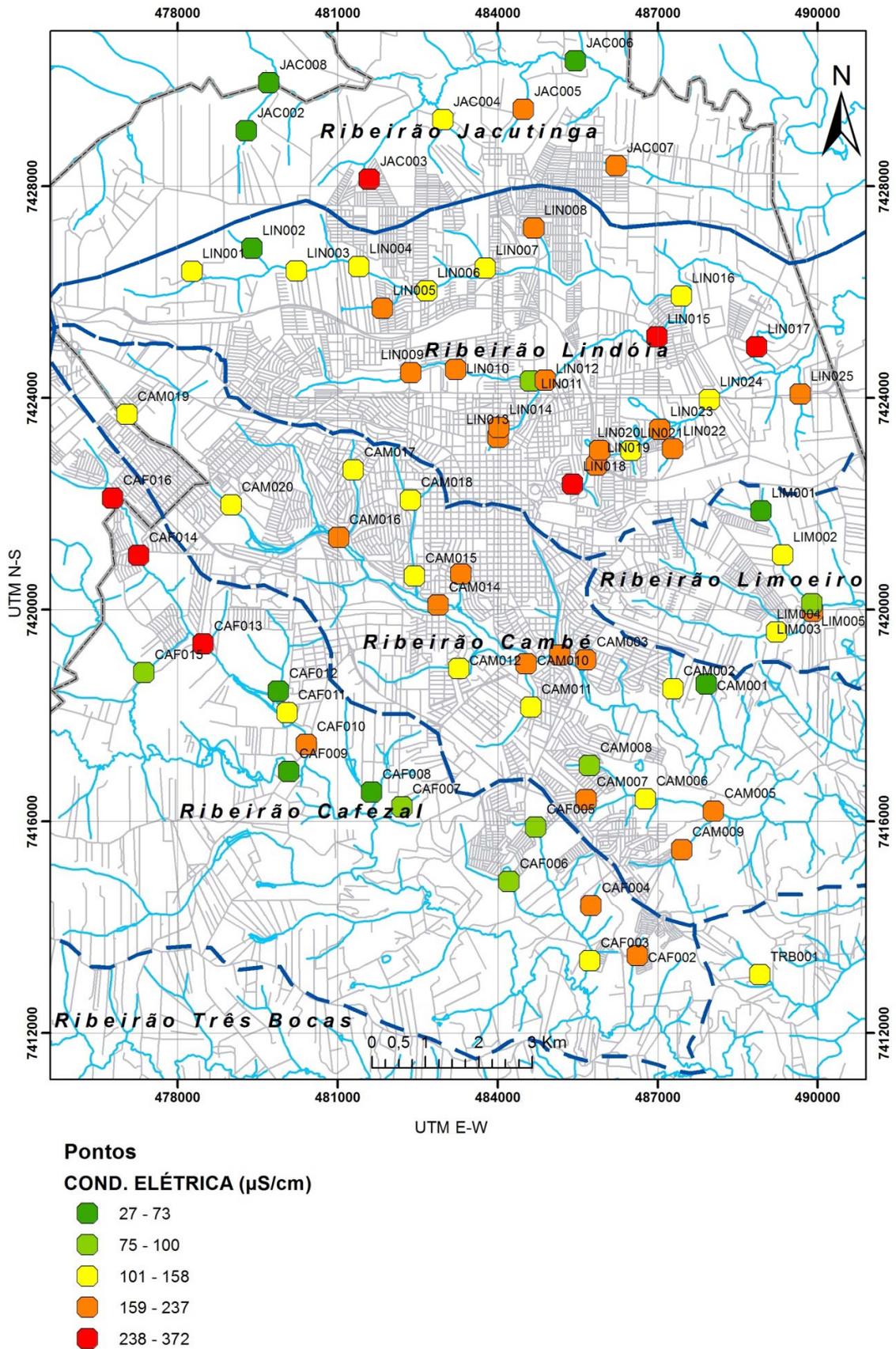


Figura 14 - Condutividade elétrica em micromhs/cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.

### 11.1.5. Oxigênio dissolvido

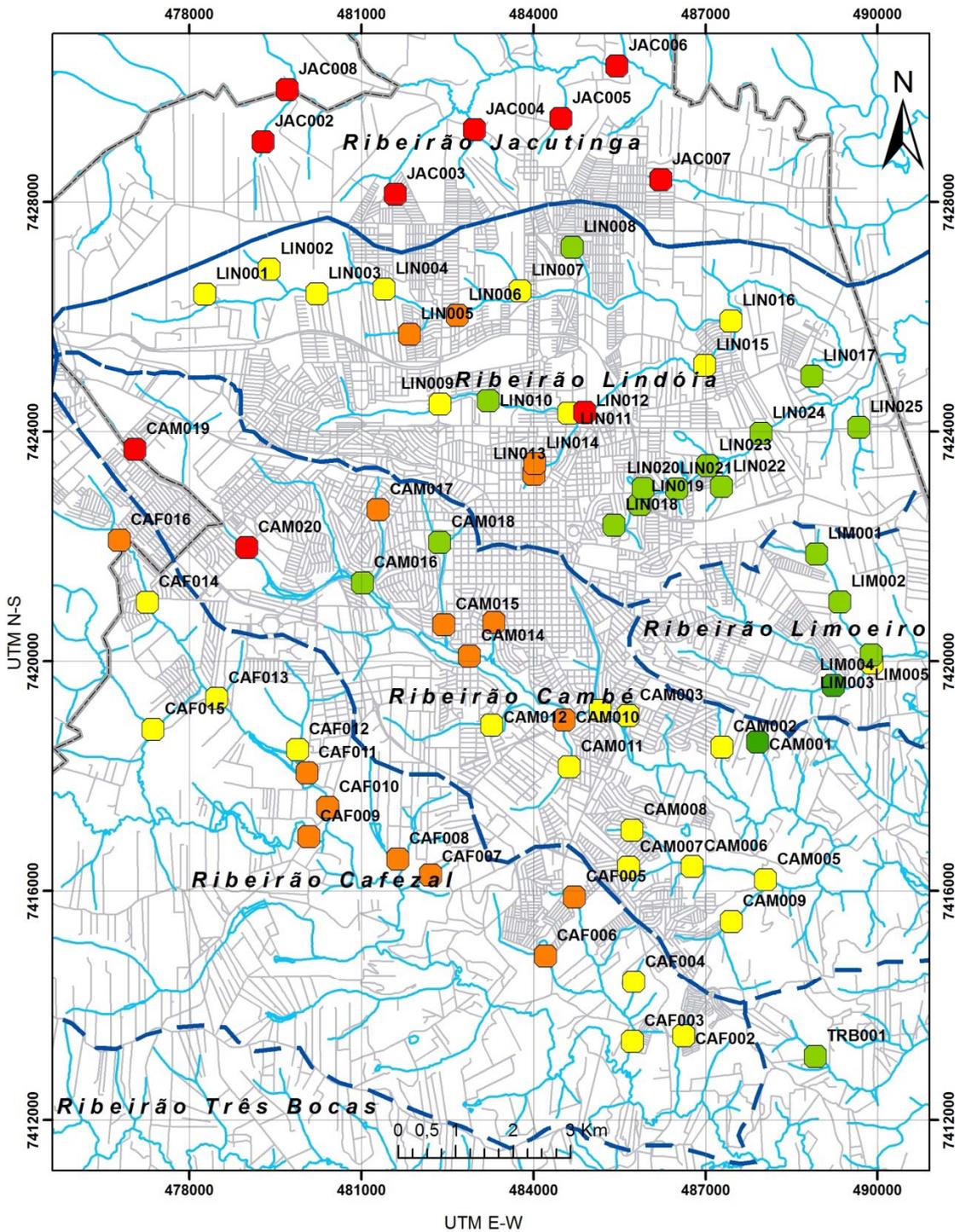


Figura 15 - Oxigênio dissolvido em miligramas por litro (mg/L) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.

### 11.1.6. Potencial Hidrogeniônico (pH)

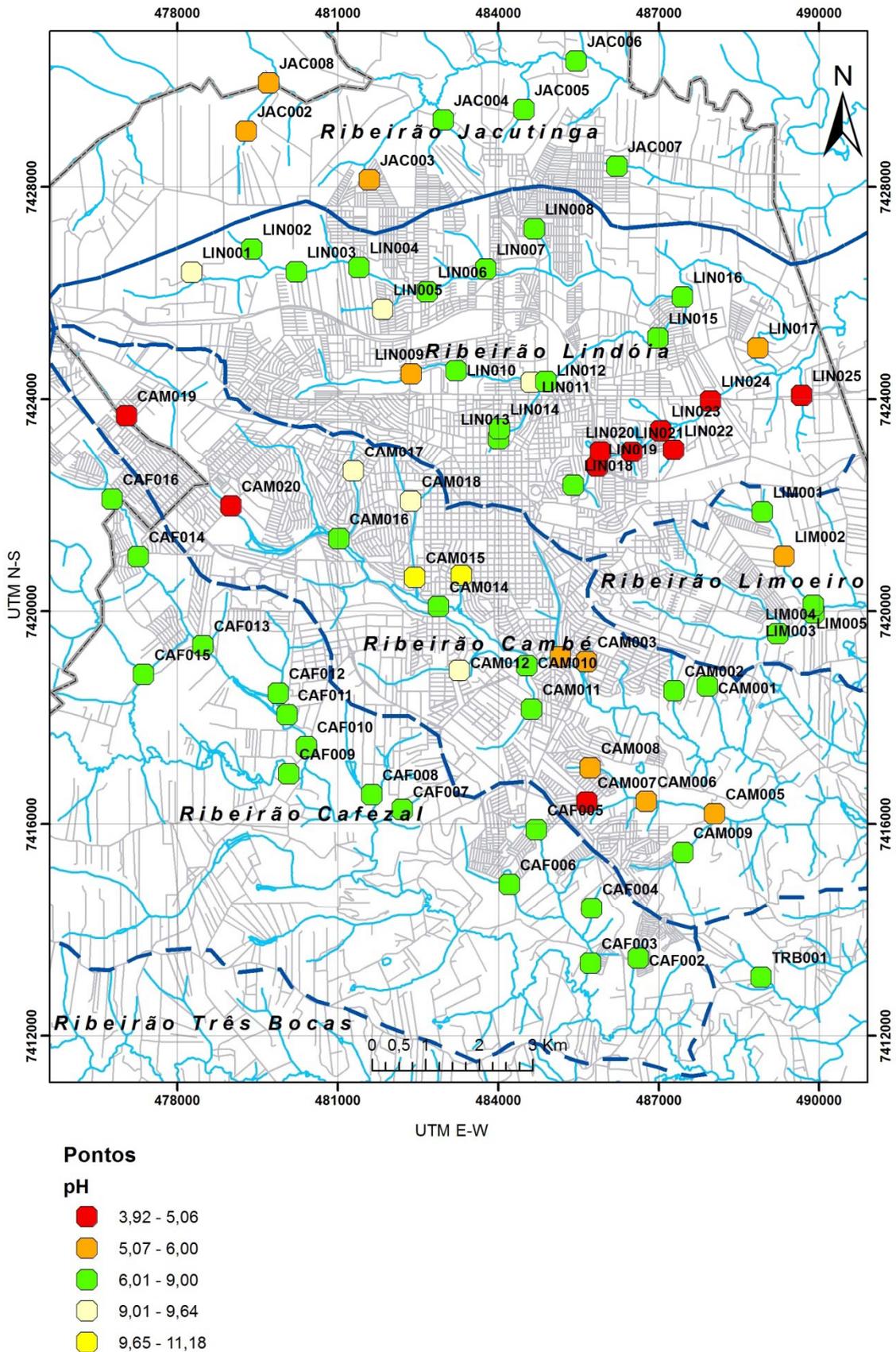


Figura 16 - Potencial Hidrogeniônico (pH) nos pontos coletados em todas as bacias do perímetro urbano de Londrina. Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.

## 11.2. Ribeirão Limoeiro

O resultado das amostras no ribeirão Limoeiro, na zona leste de Londrina, se mostraram como as mais estáveis em todos os seis parâmetros analisado.

Somente a cabeceira da bacia está localizada na área urbana de Londrina, sendo a maior parte da bacia pertencente ao município de Ibiporã. O uso na área urbana é majoritariamente residencial em ZR 3, de médio adensamento, sendo característico de classe média, com alguns usos comerciais.

A maior parte do esgoto a montante e à sua da bacia é captado por uma linha de recalque de esgoto que o direciona para a bacia do Cambé, onde recebe tratamento na estação de tratamento de esgoto Sul.

Também ao sul da bacia encontra-se o aeroporto de Londrina, ZE1, sendo a maior parte reservada para a pista de decolagem e aterrissagem, o que diminui a intensidade de ocupação, e conseqüentemente diminui a quantidade de resíduos gerados.

Quanto aos parâmetros analisados, as temperaturas da água nos cinco pontos de coleta ficaram abaixo dos 22,5 °C. A turbidez ultrapassou o máximo permitido pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da saúde, que estabelece o limite de até 5 NTU para distribuição de água potável no ponto LIM005, com 7,89 NTU. Os baixos valores de turbidez concordam com os valores de sólidos totais, as medidas não excederam 0,112 g/L, valor irrisório encontrado no ponto LIM003, demonstrando a baixa quantidade de material suspenso.

Para condutividade elétrica, alguns valores encontraram-se abaixo do limite de condutividade para água potável de 100 µS/cm para a CETESB. O maior valor encontrado foi de 173 µS/cm, no ponto LIM003. O ponto LIM002, o mais próximo a nascente do córrego teve o menor valor, de 20 µS/cm, demonstrando que há alteração desse parâmetro durante o percurso do rio, já que a água chega no ponto LIM005 com 78 µS/cm, da mesma forma que do ponto LIM004 até o LIM003 sofre uma alteração de 70 µS/cm.

O maior valor de oxigênio dissolvido de todos os pontos de coleta é encontrado no ponto LIM004, com 36,56 mg/L, entretanto esse valor cai para apenas 4,29 mg/L no ponto seguinte (LIM003). O desague do córrego central logo após o ponto LIM003, que é uma área alagadiça deve influenciar no resultado, já que esse tipo de área se caracteriza pela alta atividade da microfauna. Caso existisse poluição tanto residencial quanto industrial outros valores seriam muito alterados, mas isso não foi constatado. Entretanto, todos os valores encontrados estão acima da classificação para rios classe 3 da Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, que pede pelo menos 4 mg/L de oxigênio dissolvido.

Os valores de pH da água também se mostraram com valores entre 6,12 e 6,27 em quatro dos 5 pontos. O ponto LIM002 foi o que mais se diferenciou, com 5,61, abaixo do limite dos rios de classe 3, que pede pelo menos 6 e da portaria do Ministério da Saúde que exige que a água consumida tenha pH entre 6 e 9,5 (BRASIL, 2011).

O ponto LIM004, que se localiza na foz de um dos córregos que compõem a bacia foi o que mais se diferenciou dos outros, havendo algum elemento interferindo nas imediações (Tabela 1).

**Tabela 1 – Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Limoeiro.**

COLETA	TEMPERATURA (° C)	TURBIDEZ (NTU)	SÓLIDOS TOTAIS (g/L)	CONDUTI- VIDADE (µS/cm)	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	pH
LIM001	21,35	0,00	0,043	0,066	7,71	6,27
LIM002	21,86	3,56	0,067	0,103	8,69	5,61
LIM003	22,22	1,68	0,112	0,173	4,29	6,06
LIM004	21,90	0,00	0,067	0,103	36,56	6,12
LIM005	21,83	7,89	0,051	0,078	8,50	6,12

### 11.3. Ribeirão Três Bocas

Analisou-se o Ribeirão Três Bocas apenas em um ponto, chamado de TRB001, que se encontra no bairro União da Vitória, área carente de Londrina nos limites da cidade a sudeste do centro.

Apesar disso, o local encontra-se com mata ciliar muito bem conservada, o que impede a utilização incorreta e o despejo indevido de resíduos em suas margens, melhorando a qualidade da água. O afluente em questão tem comprimento 1,5 km até o local da análise, sendo um percurso relativamente pequeno. Entretanto, esse é o limite urbano consolidado e essa foi a razão da seleção do local.

O zoneamento urbano predominante é ZR 3, residencial de média densidade, sendo toda a ocupação a montante do ponto de análise feita por casas de um pavimento e com terrenos consideráveis, evitando maior adensamento.

Não se encontrou turbidez, sendo registrado 0 NTU, assim como o pH foi 7 e temperatura de 24,13° C. O valor de 8,98 mg/L de oxigênio dissolvido é um valor aceitável para um rio urbano, sendo possível estabelecer vida de peixes e padrões de rio classe 2. O valor de condutividade foi de 130 µS/cm, pouco acima dos padrões (Tabela 2).

Apesar do padrão de ocupação ser de classe baixa, isso não impediu que o rio encontrasse parâmetros aceitáveis de qualidade de água. A baixa densidade de ocupação, a manutenção da mata ciliar e o baixo comprimento da rede de drenagem a montante do ponto de coleta ajudam a compreender o resultado, que pode ser considerado como um dos melhores pontos de coleta.

**Tabela 2 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Três Bocas.**

COLETA	TEMPERATURA (° C)	TURBIDEZ (NTU)	SÓLIDOS TOTAIS (g/L)	CONDUTI- VIDADE (µS/cm)	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	pH
TRB001	24,13	0,00	0,082	0,130	8,98	7,00

#### 11.4. Ribeirão Lindóia

A bacia do ribeirão Lindóia é a que abarca a maior área em relação as outras bacias que fazer parte do meio urbano londrinense, por isso existem diversos zoneamentos, com destaque para zonas residenciais e industriais.

Na área centro-sul da bacia encontra-se parte do centro de Londrina, chegando até a Catedral da cidade. Ao norte, chega-se até a Avenida Saul Elkind, centro comercial da zona norte de Londrina. Ao centro, além do uso residencial, o autódromo e um novo shopping center estão presentes, na vertente esquerda do córrego Quati (afluente do Lindóia), enquanto a vertente direita está locada grande quantidade de comércios pesados, ligados a transporte e de interesse regional nas margens da rodovia BR-369 (Avenida Brasília). O córrego Quati foi tipo por Cunha (1998) como a mais poluída em seus estudos. Nos extremos leste e oeste predominam os usos industriais e especiais.

As principais zonas residenciais são ZR 3 e ZR 4, de densidade residencial média e alta, respectivamente. As zonas comerciais centrais e próximas ao centro de Londrina são principalmente a ZC 1, 2 e 3, enquanto nas margens da rodovia BR-369, Avenida Saul Elkind e outra arteriais são ZC5.

Apesar da maior parte dos bairros serem atendidas por rede de esgoto, são encontrados alguns parâmetros preocupantes mesmo nas áreas atendidas por esse serviço de saneamento.

A temperatura da água se mostra intimamente ligada à velocidade de fluxo, pois os pontos demonstrados como os mais quentes são aqueles que notavelmente estavam em menor velocidade, como por exemplo, o LIN013 e LIN014, no parque popularmente chamado de

Buracão, na vila Recreio, o ponto LIN018, na Vila Fraternidade e o LIN008, no lago menor próximo ao lago Norte, no bairro Cinco Conjuntos. Os pontos com menor temperatura encontram-se em locais com maior volume e velocidade, nos pontos LIN017 e LIN024.

Com exceção do ponto LIN009, todos os outros 24 pontos analisados pelo estudo encontraram turbidez abaixo de 5 NTU, limite para a potabilidade humana estabelecido pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). O ponto LIN009, às margens da avenida Winston Churchill no córrego Quati obteve 118 NTU, acima do limite para rios classe 3, assim como o pH que ficou com 5,6 quando o recomendado está entre 6 e 9 para rios classe 3.

A quantidade de sólidos totais dissolvidos nas amostras se mostram bastante heterogêneas, com valores mínimos de 0,017 mg/L no ponto LIN002 em áreas recentemente ocupadas no Jardim Vista Bela a montante da bacia, até o maior valor de todas as amostras analisadas, de 0,89 mg/L entre o bairro Vivi Xavier e Alpes, no córrego Lindóia no ponto LIN006, próximo do valor crítico de 1 g/L. O Córrego Lindóia se mostra com menos pontos de valores maiores de material sólido dissolvido, enquanto as áreas mais comerciais do centro e proximidades tem valores superiores a 0,135 mg/L. Apesar desse parâmetro poder estar relacionado com a quantidade de matéria orgânica presente devido a preservação da mata ciliar, o maior concentração em áreas de maior fluxo e ocupação são preocupantes, pois podem corresponder a locais de despejo indevido de materiais.

Quanto à condutividade, os pontos mais a montante do rio, LIN001 e LIN002, demonstraram valores baixos, inferiores a 83  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , assim como o restante do Ribeirão Lindóia, do ponto LIN003 ao LIN016. O ponto LIN008, no lago menor próximo ao Lago norte, localizado nas proximidades de uma ZR 4 e uma ZI 1, encontrou-se 253  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , somente inferior no curso do Lindóia ao ponto LIN017, próximo a estação de tratamento de esgoto Norte da Sanepar que tem o maior valor de condutividade, 372  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , dentro de uma ZE 4.

O córrego Água das Pedras, afluente do Lindóia, foi o que obteve o pior resultado nesse parâmetro, com 6 de sete pontos entre 150 e 253  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sendo aceitável abaixo de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (CETESB, 2011). O córrego que tem em suas cabeceiras áreas comerciais, atravessa uma área conturbada, cheia de ocupações irregulares, sendo mais famosa a Morro do Carrapato, cuja população vem sendo realocada no Jardim Vista Bela, nas cabeceiras do Lindóia. Além disso, mais a leste, o rio se aproxima da BR-369, o que confere um caráter comercial importante para suas vertentes, tendo um uso intensificado que pode ser prejudicial para a qualidade de suas águas.

Outro resultado importante são os dos pontos LIN013 e LIN014, que novamente são enquadrados entre os maiores valores, a condutividade dos mesmos foram, respectivamente, 230 e 233  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Os dois pontos também encontram forte uso comercial em suas cabeceiras, podendo influir no resultado obtido.

Os valores de oxigênio encontram-se em melhor estado no córrego Água das Pedras, com todos os valores encontrados acima dos 6 mg/L, mostrando uma boa oxigenação, apesar do péssimo desempenho encontrado na condutividade desse córrego. Quem se destaca negativamente nesse quesito é o Ribeirão Lindóia, com maior quantidade de valores abaixo dos 4 mg/L para rios classe 3. No parque Buracão, na Vila Recreio, os pontos LIN014 e LIN015 são preocupantes, com 3,89 e 3,45 mg/L, respectivamente. Além disso no ponto LIN012 o valor chegou a 0 mg/L de oxigênio dissolvido.

O ponto LIN012, as margens da avenida Dez de Dezembro e próximo à BR-365, se encontra numa confluência do ribeirão Quati com o seu principal afluente advindo do parque Buracão. Apesar das preservação da mata ciliar, todo o entorno são ZR 5, atividade comercial intensiva e de âmbito regional.

O ribeirão Lindóia demonstra forte capacidade de aeração, pois apesar de encontrar alguns valores baixos (LIN005 e LIN006, com 3,48 e 3,74) nas proximidades de ZRs4, chega próximo a sua saída da cidade com mais do dobro de oxigênio dissolvido (LIN017: 7,74 mg/L).

Comparativamente, os valores de oxigênio dissolvido são mais críticos em áreas residenciais e comerciais que em áreas industriais. A presença ou não de esgotamento sanitário não ajudou para que os valores de oxigênio dissolvido fossem mais altos, já que o despejo de matéria orgânica seria menor, e conseqüentemente haveria menor atividade microbiana.

Os valores de pH se mostraram incrivelmente baixos na maioria dos pontos do córrego Água das Pedras, com seis de sete amostras abaixo de 5,37. O melhor resultado desse rio encontra-se a montante, no ponto LIN018, com 7,85, dentro do limite estabelecido pelo CONAMA para rios classe 3, entre 6 e 9. Já os outros pontos estão com acidez preocupante.

O ponto LIN019 obteve pH de somente 3,92, sendo o mais baixo. A área, como dito anteriormente, é fortemente ocupada por habitações irregulares nas margens dos rios. Isso pode favorecer o despejo irregular de rejeitos favorecendo a atividade microbiana e ação de elementos corrosivos que depreciam a neutralidade da água. É uma explicação plausível já que a maior parte da área é enquadrada como ZR 3 e existe cobertura da rede de esgoto.

Outro ponto que obteve valor baixo de pH foi o LIN009, no ribeirão Quati, com 5,6, mas 400 metros a frente, o ponto LIN010 já se encontra dentro do padrão, com 7,5. Na saída da cidade, o ponto LIN017, em ZE3 também teve uma leve acidez, com pH em 5,7 (tabela 3).

Enquanto o maior problema encontrado está relacionado à acidez, existem alguns problemas relacionados à alcalinidade da água. O ponto LIN001, que fica na ZE4, que apesar da denominação ainda é uma área essencialmente rural, teve pH um pouco superior, com 9,03. Já o ponto LIN005, em uma ZR 3, teve pH em 9,06. O maior índice de alcalinidade foi encontrado em LIN011, no Pacaembu, rodeado por lotes comerciais em ZR 5, com 9,44.

**Tabela 3 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Lindóia.**

COLETA	TEMPERATURA (° C)	TURBIDEZ (NTU)	SÓLIDOS TOTAIS (g/L)	CONDUTI- VIDADE (µS/cm)	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	pH
LIN001	23,15	0,00	0,073	0,113	4,59	9,03
LIN002	23,09	0,00	0,017	0,027	5,08	8,51
LIN003	23,30	0,00	0,078	0,120	5,18	8,30
LIN004	23,30	0,00	0,078	0,120	5,45	8,45
LIN005	23,99	0,00	0,108	0,167	3,48	9,06
LIN006	23,83	4,10	0,890	0,137	3,74	8,58
LIN007	23,69	0,00	0,079	0,122	6,04	7,61
LIN008	25,62	0,42	0,166	0,228	6,67	7,80
LIN009	23,43	118,00	0,109	0,173	5,28	5,60
LIN010	24,22	0,00	0,115	0,177	7,20	7,75
LIN011	25,45	0,00	0,049	0,083	4,99	9,44
LIN012	25,06	0,00	0,110	0,174	0,00	8,76
LIN013	24,90	0,00	0,147	0,230	3,89	6,74
LIN014	24,77	0,00	0,151	0,233	3,45	7,40
LIN015	24,24	0,00	0,150	0,237	5,13	8,19
LIN016	23,70	0,00	0,092	0,142	5,19	8,73
LIN017	22,00	2,48	0,242	0,372	7,74	5,70
LIN018	25,53	0,42	0,164	0,253	6,68	7,85
LIN019	22,76	3,31	0,151	0,206	7,25	3,92
LIN020	23,35	0,00	0,124	0,195	6,48	4,42
LIN021	23,30	1,13	0,098	0,156	6,70	4,09
LIN022	23,04	0,00	0,140	0,216	7,33	4,56
LIN023	23,09	0,00	0,130	0,201	7,08	4,40
LIN024	21,33	0,43	0,080	0,123	8,15	4,94
LIN025	22,59	1,93	0,108	0,168	7,56	5,06

### **11.5. Ribeirão Cafezal**

O ribeirão Cafezal abarca parte da zona oeste e quase a totalidade da zonal sul. A ocupação de sua bacia se dá de forma bastante diferenciada quanto ao padrão das construções. Nela está localizada uma grande quantidade de condomínios fechados de alto padrão, assim como áreas bem pobres. Outros usos importantes estão relacionados a usos especiais, como parte do campus da Universidade Estadual de Londrina, o Instituto Agrônômico do Paraná e o Jardim Botânico. A grande maioria dos pontos foi coletada em afluentes do Ribeirão Cafezal, pois são os que integram a malha urbana consolidada de Londrina.

As ZEs 4 também são importantes na bacia, principalmente porque a montante do rio serve como local de coleta e tratamento de água pela Sanepar para consumo humano, sendo assim área de uso restrito para manter a qualidade da água. Por isso, a montante a maior parte das ocupações residenciais são de baixa densidade (ZR 1 e 2), justamente local dos condomínios fechados de alto padrão.

Analisando os parâmetros verificados, percebe-se que a área mais crítica da bacia encontra-se na zona oeste de Londrina, nos bairros Olímpico, Sabará e Universidade. Esses bairros de ZR 3, que fazem divisa com Cambé, tem topo da vertente esquerda ocupada por ZC 5, devido a PR-445, são bairros de classe baixa. O resto da bacia mantém-se relativamente estável, sem grandes variações relativas.

A maior temperatura encontrada foi no ponto de análise CAF007, localizado no último lago do Jardim Botânico de Londrina, com 25,75° C. Isso se deve a baixa velocidade de escoamento da água, já que a mesma é represada artificialmente. O ponto CAF016, no limite com Cambé, apesar de se localizar em água corrente, é um dos pontos com mais alterações relativas dos parâmetros analisados.

A turbidez encontrou-se abaixo dos 5 NTU em 11 dos 14 pontos analisados. Os pontos de maior turbidez tem em comum a baixa urbanização. O ponto CAF013, em ZE3, teve o maior índice, 36,9. A área é pouco ocupada, tanto em seu entorno, que é uma área residencial de baixa densidade com muitos lotes vazios, quanto a área da Universidade que compõe a ZE3. Apesar da preservação da mata ciliar, o rio encontrava-se avermelhado devido à erosão do solo. O ponto CAF009 também obteve valor relativamente alto aos outros pontos coletados nessa bacia, 35,1 NTU. A área, por ser espaço de preservação por servir para distribuição de água da Sanepar, ainda é muito rural, o que pode influir na alta carga suspensa que diminui a transparência do curso hídrico. O ponto CAF006, no bairro Cafezal, próximo a um lago particular também teve turbidez 10,8.

Mais a jusante da bacia, apesar da baixa densidade de ocupação e a mistura com ambientes rurais, os pontos CAF006, CAF004, CAF003 e CAF002 não tiveram valores de turbidez maiores que 5 NTU.

No geral, percebe-se que apesar de valores de até 36,9 NTU, as águas se mostram bastante translúcidas, permitindo certa visualização do leito da rede de drenagem em toda sua extensão estudada.

No tocante aos sólidos totais dissolvidos, verifica-se que o Ribeirão Esperança atinge Londrina com valores consideráveis, em CAF016 com 0,194 mg/L, aumentando para 0,201 mg/L em CAF014 e seguindo em queda até o ponto CAF010, com 0,130 mg/L.

Os bairros Olímpico e Sabará se mostram como um dos maiores valores da bacia do Ribeirão Cafezal, assim como o ponto CAF002, no União da Vitória, que obteve 0,147 mg/L de sólidos dissolvidos na amostra. Assim, os bairros mais pobres mostraram maior destaque nesse parâmetro.

A condutividade elétrica também se mostrou em destaque nesses bairros, chegando em 309  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 307  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 226  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em CAF014, CAF016 e CAF002, respectivamente. Os bairros a montante estão entre os maiores valores de condutividade da zona urbana de Londrina. Mas outros pontos também merecem destaque, como o CAF004, no bairro Saltinho e o CAF010 próximo à área dos condomínios, com 208  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 201  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

De modo geral, a condutividade se mantém num parâmetro bom, abaixo de 115  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pouco acima do recomendado pela CETESB.

A oxigenação da água se mostra preocupante em todos os pontos de análise, não havendo nos 15 pontos de coleta nenhum valor acima de 5,8mg/L e 8 pontos abaixo os 4 mg/L.

A área central da bacia em análise foi a mais crítica, nos bairros Palhano, Vivenda do Arvoredo e no Jardim Botânico, obtendo valores entre 2,76 mg/L (CAF011) e 3,9 mg/L (CAF007, lago do Jardim Botânico). Apesar de se caracterizar por áreas de baixo adensamento populacional (ZE1, ZE 4, ZR 2, ZC 3) obteve-se parâmetros muito abaixo do esperado, comparáveis com os pontos em ZR 3 CAF005 E CAF006, com 3,3 e 3,43 mg/L, respectivamente (tabela 4).

Apesar dessa quantidade baixa de oxigênio, o parâmetro pH se mostrou estável em todos os pontos de coleta, com valores entre 6 e 9, recomendado pelo CONAMA e pelo Ministério da Saúde.

**Tabela 4 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Cafezal.**

COLETA	TEMPERATURA (° C)	TURBIDEZ (NTU)	SÓLIDOS TOTAIS (g/L)	CONDUTI- VIDADE (µS/cm)	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	pH
CAF002	23,98	0,00	0,147	0,226	4,40	7,25
CAF003	23,02	0,00	0,098	0,152	5,89	7,51
CAF004	22,28	0,00	0,135	0,208	4,35	6,69
CAF005	23,68	0,00	0,053	0,085	3,30	6,29
CAF006	23,94	10,80	0,060	0,097	3,43	7,31
CAF007	25,75	0,00	0,053	0,082	2,90	6,93
CAF008	24,53	3,14	0,027	0,042	2,89	7,51
CAF009	22,47	35,10	0,033	0,052	2,74	7,91
CAF010	23,88	5,76	0,130	0,201	3,68	7,45
CAF011	23,78	4,75	0,089	0,145	2,76	7,64
CAF012	24,26	2,83	0,035	0,055	5,80	7,34
CAF013	24,58	36,90	0,161	0,248	4,81	6,17
CAF014	24,44	0,00	0,201	0,309	4,32	6,15
CAF015	23,80	7,61	0,047	0,074	4,70	6,85
CAF016	25,78	0,00	0,194	0,307	3,03	7,88

### 11.6. Ribeirão Cambé

A bacia do ribeirão Cambé abarca em seu médio curso uma das regiões mais dinâmicas em fluxo quanto a importância econômica da cidade de Londrina. Cortando a cidade no sentido Sudeste, o ribeirão nasce na divisa com Cambé, em área urbanizada, e tem seu fluxo retardado através de 4 lagos, os Igapó I, II, III e IV, polo cultural, de esportes e de referência para os londrinenses.

O represamento do rio pode gerar maior capacidade de eutrofização da água, já que gera menor velocidade de fluxo, maior temperatura e concentração de matéria orgânica advindo de sua montante.

Após os lagos, o ribeirão Cambé segue como divisor dos bairros Pizza e Califórnia, adentrando o parque Arthur Thomas, e deixando o perímetro urbano pouco depois.

Por essas características, o ribeirão Cambé é um rio muito alterado quimicamente, já que boa parte das atividades urbanas de Londrina é desenvolvida ali. Os principais zoneamentos encontrados nas vertentes da bacia estão relacionados a usos residenciais e comerciais, mas tendo outros zoneamentos presentes. Praticamente todo o trajeto do rio é atendido por rede de esgoto, sendo o mesmo tratado na ETE Sul, quase nos limites do perímetro urbano, no bairro Pizza.

Próximo a nascente 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.

A vertente norte, localizada mais próxima do centro, além dos usos comerciais característicos do uso de Londrina, também concentram diversos usos residenciais, variando desde baixa (ZR 2) até mais altas (ZR 4) densidades, mas com padrão de ocupação, em geral de classe média-alta.

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 por imóveis de alto padrão.

Às margens da PR-445, um importante eixo de ligação regional, encontra-se faixas de ZC5 ao longo de boa parte do trajeto da rodovia pela bacia hidrográfica do ribeirão Cambé.

Mais ao sul, na vertente norte, localiza-se a maior parte do parque Arthur Thomas e uma importante reserva de vegetação nativa, ZR 3 de classes médias-baixas, além de uma pequena área industrial (ZI 1). Já na vertente sul, o predomínio são de residências de média densidade de classe média-baixa, além de alguns pontos em ZC4, que caracterizam um comércio de bairro.

O ribeirão deixa a cidade em ZE4, mostrando que o município tem algum interesse para implantação de projetos específicos naquele espaço.

Os parâmetros analisados demonstraram uma condição bastante variada nos diversos trechos do ribeirão Cambé e de alguns de seus afluentes.

Verifica-se menor temperatura das águas a jusante da bacia e no afluente córrego São Lourenço, onde a densidade de ocupação é menor e existe maior quantidade de mata ciliar. As temperaturas variaram nessa área de 22,8° C (CAM007) a 20,26° C (CAM002), temperatura mais baixa constatada em todas as coletas. Temperaturas altas foram encontradas nos lagos Igapó: CAM010 após a barragem do Igapó I com 26,23° C; CAM014 próximo a barragem do lago Igapó II, com 26,23° C. Outro ponto de destaque para a temperatura foi em CAM019, mais próximo a nascente, com 26,26° C.

Comparativamente, o 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.

De todos os 20 pontos coletados na bacia do ribeirão Cambé, somente um apresentou NTU acima de 5. O ponto CAM014, no Lago Igapó II, obteve 5,08, acima do limite para água potável, não gerando sendo preocupante para outros usos.

Outro valor preocupante diz respeito à condutividade. Dezoito dos vinte pontos em questão encontraram-se acima de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de condutividade, com maiores destaques para CAM007, 205  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e CAM013, 206  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e CAM016 com 226  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Com exceção dos pontos CAM001 em ZE4 no bairro Califórnia e CAM008, no Pizza, todos os outros estão acima dos parâmetros de qualidade da CETESB (100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

As maiores concentrações de sólidos totais foi encontrado no lago Igapó IV, no ponto CAM016, com 0,147 mg/L. O lago IgapóIV sofre constantemente com assoreamento devido falta de ocupação da vertente direita, o que leva ao carreamento de sedimentos para o leito do lago (HÖFIG, 2012), aumentando a carga sólida dissolvida. Os lagos Igapó I e II também obtiveram valores relativamente significativos, com 0,104 mg/L (CAM014) e 0,114 mg/L (CAM010), respectivamente.

Os afluentes, de maneira geral, atingiram índices abaixo de 0,1 mg/L, valores irrisórios. O córrego São Lourenço, entre o bairro Parque das Indústrias e Pizza, teve valores constantes, maiores que 0,1 mg/L (CAM007: 0,133 mg/L; CAM006: 0,1 mg/L; CAM005: 0,112 mg/L).

As áreas de ZR 1 e 2 estão nas áreas em menores valores de sólidos, mas algumas áreas de maiores densidades também obtiveram valores baixos.

No tocante ao oxigênio dissolvido, os pontos mais críticos estão localizado a montante do rio, em áreas predominantemente residenciais, mas próximas a rodovias e áreas industriais e eixos comerciais (ZC 3). Os pontos CAM019 e CAM020, obtiveram apenas 1,16 mg/L e 1,65 mg/L de oxigênio dissolvido.

Nas proximidades e no lago Igapó, encontrou-se valores abaixo do recomendado para rios classe 3 que é 4 mg/L. Os pontos CAM015, CAM013, CAM014 e CAM010 variaram entre 3,56 mg/L (CAM015) e 3,9 mg/L (CAM013).

Os melhores resultados desse parâmetro estão em locais muito distintos. O ponto CAM001, coletado dentro da ACEL – Associação Cultural e Esportiva de Londrina, com 24 mg/L e localizado em área visivelmente preservada, e o ponto CAM016, coletado no lago Igapó IV, com 12,59 mg/L de oxigênio dissolvido apesar dos outros lagos encontrarem valores críticos, assim como o ponto CAM018, com 9,33 mg/L apesar de ser um dos mais próximos ao centro nervoso da cidade.

Já o pH demonstra que existe uma tendência alcalina na área central, de uso residencial e comercial. O maior valor de pH foi encontrado próximo a foz do córrego Água Fresca, com 11,18 (ponto CAM015), enquanto os córregos que nascem mais próximos da área

central verificou-se pH de 9,29, 9,33 e 9,65, nos pontos CAM017, CAM018 e CAM013, respectivamente.

O pH dos lagos nos pontos CAM016, CAM014 e CAM010 estão entre os seis pontos que ficaram nos limites estabelecidos pelo CONAMA, com pH entre 6 e 9 (Tabela 5).

O córrego São Lourenço, mais a jusante da bacia e com suas vertentes ocupadas principalmente por ZR 3, se mostrou um córrego mais ácido, com pH entre 4,95 e 5,82.

**Tabela 5 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Cambé.**

<b>COLETA</b>	<b>TEMPERATURA (° C)</b>	<b>TURBIDEZ (NTU)</b>	<b>SÓLIDOS TOTAIS (g/L)</b>	<b>CONDUTI- VIDADE (µS/cm)</b>	<b>OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)</b>	<b>pH</b>
<b>CAM001</b>	21,20	0,00	0,038	0,058	24,00	6,52
<b>CAM002</b>	20,26	0,00	0,066	0,102	6,14	6,42
<b>CAM003</b>	24,17	0,00	0,111	0,170	5,17	5,64
<b>CAM004</b>	24,21	0,00	0,107	0,164	5,25	5,37
<b>CAM005</b>	21,79	0,00	0,112	0,172	4,03	5,72
<b>CAM006</b>	21,48	0,00	0,100	0,156	4,50	5,82
<b>CAM007</b>	22,80	0,00	0,133	0,205	4,50	4,95
<b>CAM008</b>	22,24	0,00	0,050	0,079	4,35	5,36
<b>CAM009</b>	22,64	0,00	0,103	0,159	5,03	6,02
<b>CAM010</b>	26,23	0,00	0,114	0,175	3,81	8,67
<b>CAM011</b>	24,96	2,50	0,068	0,105	4,40	7,48
<b>CAM012</b>	24,30	0,00	0,089	0,136	4,22	9,25
<b>CAM013</b>	24,69	0,00	0,134	0,206	3,90	9,65
<b>CAM014</b>	26,67	5,08	0,106	0,168	3,72	8,72
<b>CAM015</b>	25,23	0,00	0,088	0,142	3,56	11,18
<b>CAM016</b>	25,05	1,25	0,147	0,226	12,59	8,94
<b>CAM017</b>	24,27	0,00	0,093	0,146	3,60	9,29
<b>CAM018</b>	24,90	0,00	0,087	0,141	9,33	9,33
<b>CAM019</b>	26,26	0,00	0,074	0,113	1,16	4,87
<b>CAM020</b>	25,50	0,00	0,100	0,153	1,65	4,10

### **11.7. Ribeirão Jacutinga**

O ribeirão Jacutinga, localizado próximo à zona norte de Londrina, corta a cidade em sentido oeste-leste. Sua nascente localiza-se no município de Cambé, bem próximo ao limite municipal com Londrina.

A maior para da bacia ainda não é ocupada por áreas urbanas, sendo alvo de expansão áreas para expansão da área urbanizada. Desta forma, os pontos JAC001, JAC008 e JAC006 foram coletados em áreas rurais, sem ter em suas proximidades grandes traços de

urbanização, como loteamentos, indústrias ou comércio, como aconteceu em quase todos os pontos coletados.

A zona norte foi caracterizada pela construção de grande números de conjuntos habitacionais, tanto de iniciativas privadas quanto realizados pela COHAB (Companhia Municipal de Habitação), por esse motivo a maior parte da ocupação se dá por zonas residenciais, sendo majoritariamente enquadrada como ZR 3 e padrão econômico de classe média-baixa. Até o ano de 2009 boa parte dos bairros já eram atendidos por rede de esgoto, fator favorável para a conservação da qualidade hídrica.

Além do uso residencial, destaca-se a presença do patrimônio Heimtal (ZE2) e o polo comercial da zona norte de Londrina, a Avenida Saul Elkind, que se localiza no divisor de águas entre o ribeirão Jacutinga e o ribeirão Lindóia.

Dentre os parâmetros analisado, o padrão verificado em relação aos 8 pontos de coleta se mostrou bastante estável, com pouca variação. Comparativamente com as outras bacias, o que mais se destaca são os valores de temperatura e de oxigênio dissolvidos, os quais se encontram com valores muito extremos.

A temperatura ao longo de todo o curso do rio e seus afluentes foi destaque, com valores relativamente altos em relação a outras bacias. A temperatura encontrada foi a mais alta de todas as amostras com 28,15° C em JAC004, nos limites do bairro Vivi Xavier. A menor temperatura encontrada foi na nascente do ribeirão Jacutinga, com 24,75° C (JAC001), ainda relativamente alta para as amostras em outras bacias.

A temperatura pode refletir o oxigênio dissolvido, que chegou a valores de 0,95 mg/L em JAC007 no bairro Cinco Conjuntos. Os valores também estiveram abaixo de 1 mg/L em JAC004 (0,98 mg/L) e JAC006 (0,96 mg/L). Nos outros pontos (JAC001, JAC002, JAC003, JAC005 e JAC008), nenhum excedeu 1,2 mg/L. Independentemente da ocupação rural ou urbana, ambos obtiveram parâmetros preocupantes.

No tocante a turbidez, nenhum ponto de análise ultrapassou os 10,9 NTU, obtido em JAC006, valor relativamente elevado para as outras amostras da bacia para nada que demonstre problemas sérios. O ponto JAC002, coletado logo após um lago e em área alagadiça também obteve um destaque em turbidez, com 7,3 NTU. Já os outros pontos não ultrapassaram 1,82 NTU, valor irrisório.

Na contramão da turbidez, os que demonstraram maior quantidade de sólidos totais dissolvidos foram outros pontos. O ponto de coleta JAC003 obteve o maior índice, com 0,156 mg/L. Nos pontos JAC005 e JAC007 verificou-se 0,113 e 0,1 mg/L. Dessa vez, todos os

pontos com maiores valores foram encontrados dentro da área urbana, podendo relacionar com as formas de ocupação das ZR 3 do entorno (Tabela 6).

O ponto JAC003 também merece destaque quanto à condutividade encontrada, com valor de 247  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , acima de valor crítico dado pela CETESB (100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Os pontos que se encontram nas áreas ZR 3 também se encontraram acima do valor de referência, com JAC004, JAC005 e JAC007 com valores de 154  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 175  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 166  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente. Os pontos rurais não ultrapassam a casa do 75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , valores aceitáveis para a CETESB (2011).

No tangente aos valores obtidos de pH, as águas da bacia verificaram ácidas. Mais a montante, área de baixa ocupação urbana encontrou-se os menores valores, sendo na nascente (JAC001) o pH de 5,3, o mais baixo da bacia. Os valores de JAC002, JAC003 e JAC008 encontraram-se entre 5,5 e 5,8. Mais a jusante, os valores ficaram entre 6,25 (JAC005) e 6,83 (JAC004).

**Tabela 6 - Valores dos parâmetros encontrados nos pontos de coleta da Bacia do Ribeirão Jacutinga.**

COLETA	TEMPERATURA (° C)	TURBIDEZ (NTU)	SÓLIDOS TOTAIS (g/L)	CONDUTI- VIDADE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)	pH
<b>JAC001</b>	24,75	0,00	0,048	0,075	1,26	5,30
<b>JAC002</b>	27,07	7,30	0,026	0,043	1,13	5,55
<b>JAC003</b>	27,18	0,00	0,156	0,247	1,13	5,83
<b>JAC004</b>	28,15	0,00	0,095	0,154	0,98	6,83
<b>JAC005</b>	26,41	0,00	0,113	0,175	1,04	6,25
<b>JAC006</b>	27,35	10,90	0,044	0,071	0,96	6,68
<b>JAC007</b>	28,09	0,00	0,100	0,166	0,95	6,45
<b>JAC008</b>	26,53	1,82	0,032	0,049	1,11	5,56

## 12. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Londrina caracteriza-se com um uso e zoneamento majoritariamente residencial, com o centro de comércio localizado próximo às áreas centrais e também em alguns bairros e vias principais. Os zoneamentos industriais não são muito significativas, além de serem restritivas quanto a capacidade poluidora e localizarem-se predominantemente no limite urbano da cidade.

Percebe-se numa análise geral a dinamicidade dos parâmetros físico-químicos, pois as modificações são visíveis mesmo em curtos espaços de coleta, assim como a água pode estar em piores condições a montante e chegar um parâmetros aceitáveis pouco abaixo.

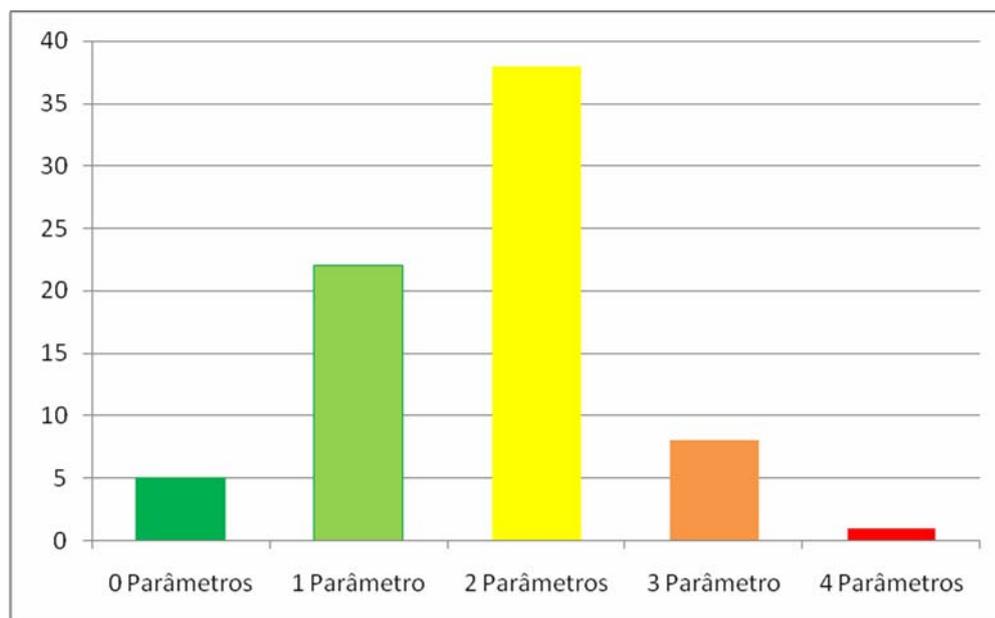
Para sintetizar todos os parâmetros analisados, utilizou-se um mapa síntese (figura 18), em que os pontos de coletas receberam uma pontuação que expressa a quantidade de parâmetros abaixo do recomendado pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA para rios de classe 3, que ainda permite um contato humano direto, e pela CETESB, além de um limite de até 27° C para a temperatura da água (valor muito aquém do encontrado na maioria das amostras). Assim, utilizou-se os parâmetros de temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido, atribuindo um ponto para cada um desses parâmetros excedidos (tabela 7).

**Tabela 7 - Parâmetros de referência para a construção do mapa síntese dos parâmetros.**

<b>PARÂMETRO</b>	<b>LIMITE</b>	<b>REFERÊNCIA</b>
Condutividade	Até 100 µS/cm	CETESB
Oxigênio Dissolvido	Até 4 mg/L	CONAMA
pH	Entre 6 e 9	CONAMA
Temperatura	Até 27° C	O autor

Na figura 18, verifica-se que o ponto com maior alteração dos parâmetros é ponto JAC003, no afluente do ribeirão Jacutinga, no bairro Vivi Xavier, com alteração nos quatro parâmetros considerados. No geral, 5 pontos não encontraram nenhuma alteração dos parâmetros utilizados para a construção do mapa, 22 com pelo menos um parâmetro alterado, 32 com dois parâmetros alterados e 8 com três (gráfico 1).

**Gráfico 1 - Quantidade de parâmetros alterados nos pontos de análise.**



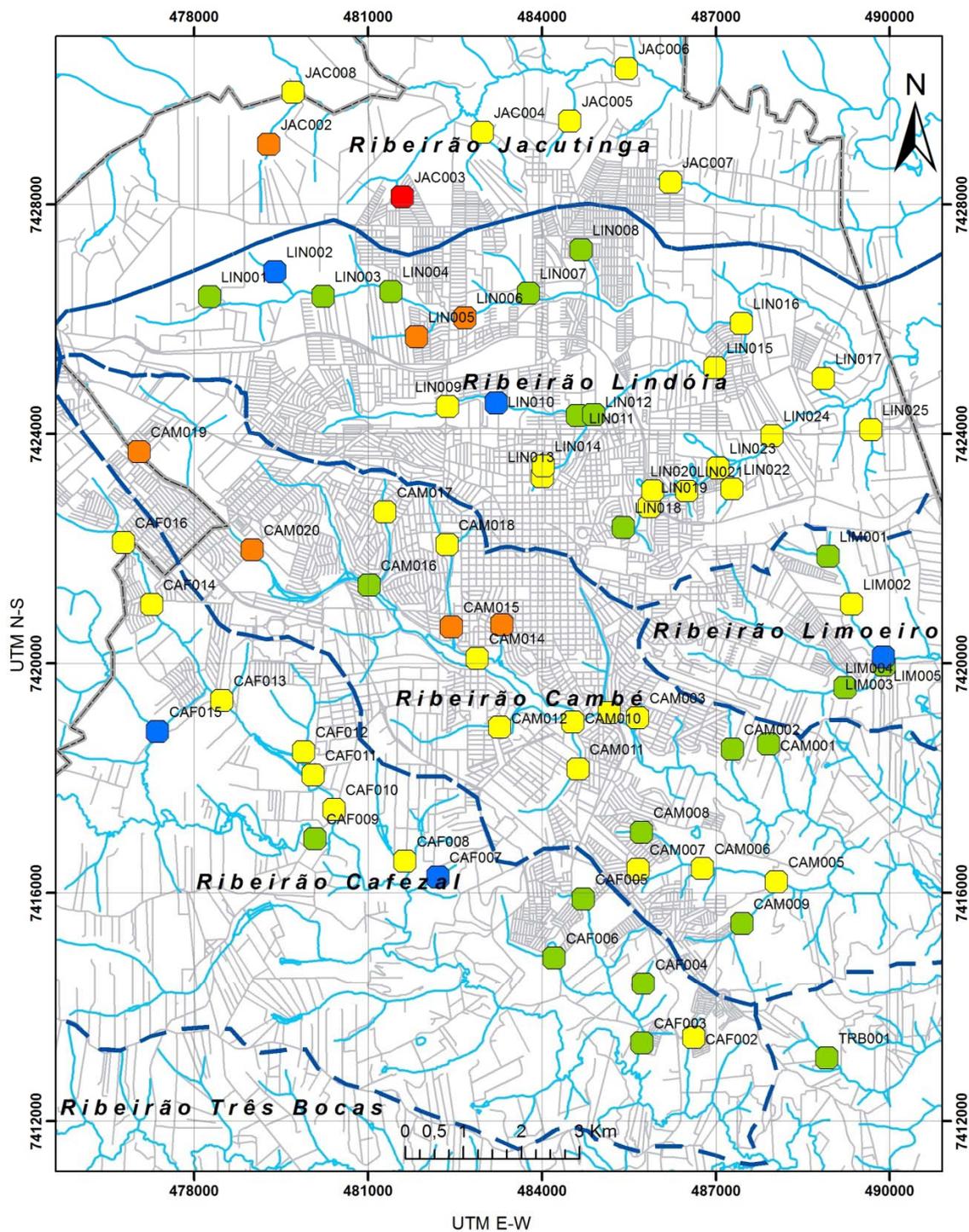
Outros pontos de destaque são o LIN005 e LIN006, no ribeirão Lindóia, localizados no bairro Ouro Verde e no limite entre Vivi Xavier e Alpes, respectivamente. Ambos obtiveram três parâmetros alterados.

Na bacia do ribeirão Cambé, os pontos mais preocupantes foram o CAM015 e CAM013, ambos próximos ao centro e ao lago Igapó 3, também com três parâmetros fora das especificações. Além deles, o ponto de análise CAM0019, no bairro Cilo2, e CAM020, entre os bairros Bandeirantes e Jamaica, também obteve três parâmetros alterados.

A grande maioria dos pontos encontrou menos de dois parâmetros, resultado positivo tendo em vista a condição de outros rios verificados no aporte teórico. Entretanto devemos informar que os valores de pontuação servem apenas para referência, pois não podemos afirmar que a temperatura alterada tem a mesma importância que o pH para a vida aquática ou para o consumo humano, por exemplo.

A situação das cabeceiras do ribeirão Lindóia e o córrego Ponte Seca, no bairro Saltinho merecem destaque para o pequeno número de parâmetros alterados, enquanto o córrego Água das Pedras e ribeirão Esperança encontram uma constância de parâmetros alterados ao longo de todo o seu curso, assim como o ribeirão Jacutinga, que mesmo tendo diversas áreas ainda rurais, vários quesitos analisados estão fora do estabelecido pelos órgãos ambientais.

Os pontos localizados próximos ao predomínio de zonas residenciais foram as que encontraram maior quantidade parâmetros analisados, sendo necessário investigar os motivos de contaminação, já afirma-se ter mais de 95% do município coberto por rede de esgoto.



**Figura 17 - Síntese dos parâmetros analisados. A pontuação é referente ao número de parâmetros analisados que se encontraram fora dos padrões utilizados para interpretação dos resultados.** Fonte: ITCG, 2012; O Autor, 2012. Fonte: O Autor.

### **13. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O zoneamento urbano é essencial para o controle do uso e ocupação do solo urbano, assim como a preservação do meio ambiente e da qualidade de vida da população. A qualidade dos recursos hídricos está intimamente ligada ao tipo de ocupação que é dado ao solo urbano, pois o mesmo direciona, direta ou indiretamente, os rejeitos produzidos pela sociedade.

O município de Londrina não conta com zoneamentos que aceitem empresas potencialmente poluidoras, um ganho para a qualidade ambiental, já que os riscos de contaminação são muito menores.

Assim, a maior parte de ocupação urbana do município se dá na forma residencial, desde alta até baixa densidade de uso. Assim, são necessários a construção de equipamentos urbanos de saneamento para atender a população, para diminuir o impacto gerado pelo processo de expansão urbana.

Apesar de Londrina ser uma cidade com uma boa preservação das áreas de fundo de vale e, segundo a empresa de saneamento básico SANEPAR, ter mais de 95% da cidade atendida por rede de esgoto, muitos locais analisados encontraram alterações nos parâmetros em avaliação, o que pode indicar fontes de poluição urbana.

Espera-se ter contribuído de alguma forma para a indicação ou fornecimento de parâmetros de estudos mais aprofundados de locais específicos, ou que possa servir para ações ou conhecimento público de algumas áreas críticas no meio urbano de Londrina, respondendo a indagação de um morador em meio às coletas e análises de campo: “Depois que pegar os dados, o que você vai fazer?”.

A preservação da qualidade da água, além de uma necessidade básica para o abastecimento humano, também é necessária para a instalação de áreas de lazer e para a melhoria da qualidade de vida de quem habita as proximidades e aqueles que desejam ter uma vida mais saudável a partir da prática de atividades junto a natureza em um ambiente melhor.

## 14. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. M. A. A; HUSSAR, G. J; PERES, M. R; FERRIANI JUNIOR, A. L. Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos Porcos” no município do Espírito Santo do Pinhal – SP. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Brasília, DF, 1.1, 30 06 2007. Disponível em: <<http://189.20.243.4/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=13>>. Acesso em: 10 08 2012.
- AQUINO, Adalvac de. **Alguns aspectos da história de Londrina**. Trabalho acadêmico do curso de História. Londrina, UEL, 1965.
- APOITIA, L. F. M; FIGUEIREDO, D. M; MARASCHIN, L; ARRUDA, G. M. U; NASCIMENTO, O. C; LOTUFO, L. S; PRIANTE, G. R; MATOS, E. R. A; COUTO, L. S. Qualidade da Água a Aspectos Ambientais do Rio Cuiabá no trecho urbano das cidades de Cuiabá e Várzea Grande, Mato Grosso. **I Simpósio de recursos hídricos do Centro Oeste**. Campo Grande, UFMS, 2007.
- BORGES, M. J; GALBIATI, J. A; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d’água urbanos da bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 161-171, abr./jun., 2003.
- BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. 9.ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 2ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 de dez. de 2011.
- BRITO, Maria de F. O uso da terra urbana e suas manifestações na desigualdade ambiental e social: o caso do Conjunto Habitacional Violim – Londrina (PR). 1998. Monografia (Bacharelado em Geografia) – UEL, Londrina.
- CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. E. M. Estimativa de Áreas Impermeável de MacroBacias Urbanas. **Revista Brasileira de Engenharia. Caderno de Recursos Hídricos**, vol.12, n. 2, dez/ 1994
- CETESB – Companhia Ambiental de São Paulo. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2011**. São Paulo: CETESB, 2011.
- CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1995.

CUNHA, F. C. A. Crescimento urbano e poluição hídrica na zona norte de Londrina – PR. **RA’E GA – O Espaço Geográfico em Análise**, v. 3, 1999.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FARIA, G. G. As Leis de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo: Instrumento para a Efetiva Gestão Compartilhada dos Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 03, p. 650-664, 2011.

FELSKI, G; ANAISSI, F. J; QUINÁIA, S. P. Avaliação da qualidade da água consumida pela população do município de Guarapuava, Paraná. **Revista Eletrônica Lato Sensu – Ano 3**, n.º, março de 2008.

FRESCA, T. M. Mudanças recentes na expansão físico-territorial de Londrina. **Revista Geografia (Londrina) - Volume 11 - Número 2 - Jul/Dez. 2002**.

HORIBA. **Horiba Water Quality Checker Manual**. Japão: Kyoto, 2010.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Monitoramento da qualidade das águas de microbacia urbanas, na região metropolitana de Londrina, norte do Estado do Paraná no período de 2007 a 2009**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2011.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/>>. Acesso em: 12 nov. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/csv.php?tabela=sintese&codmun=411370&nomemun=Londrina>>. Acesso em: 12 nov. 2012.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=86000&btOk=ok>> Acesso em: 21 nov. 2012.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. Disponível em: <[www.itcg.pr.gov.br/](http://www.itcg.pr.gov.br/)>. Acesso em: 19 mar 2012.

JUSTUS, C. M. Monitoramento de parâmetros físicos de águas superficiais da microbacia hidrográfica do Rio São Pedro em Faxinal – PR. Monografia de especialização (UEL – Departamento de Geociências), Londrina, 2012.

LAJO, A. A. M; FERREIRA, L. M; SILVA, O. J; IDE, C. N; ROCHE, K. F. monitoramento e avaliação da qualidade da água do córrego cabaça, Campo Grande – MS, através do IQA-NSF, BMWP’ e BMWP modificado. **I Simpósio de recursos hídricos do Centro Oeste**. Campo Grande, UFMS, 2007.

LIMBERGER, J; CORRÊA, G. T. Diagnóstico ambiental do ribeirão Lindóia (Londrina-PR): aspectos físico-químicos e bacteriológicos. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas**. Três Lagoas-MS, v. 2, n. 2, ano 2, setembro de 2005.

LONDRINA. Prefeitura de Londrina. Lei nº 7485, de 20 de julho de 1998. Dispõe sobre o uso e a ocupação do solo na zona urbana e de expansão urbana de Londrina, e dá outras providências. **Prefeitura de Londrina**, Londrina, 1998. Disponível em:

<<http://pt.scribd.com/doc/63937128/Lei-7485-uso-e-ocupacao-do-solo-de-londrina>>. Acesso em: 20 out 2012.

LONDRINA. Prefeitura de Londrina. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Londrina** – PR: diagnóstico 2008/2009. Londrina: DRZ Consultoria, 2008.

HÖFIG, P.; VENDRAME, P. R. S. Classificação de solos e sugestão de uso: o caso do Estrato Superior da minibacia do riacho Cambé, Londrina, PR. In: **Simpósio Nacional de Geomorfologia**, IX, 2012, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2012.

MACHADO, P. J. O. Qualidade das águas urbanas em Juiz de Fora. **Revista Geografia** (Juiz de Fora), Juiz de Fora, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2011.

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito Municipal Brasileiro**. 16.ed. São Paulo: Malheiros, 2008.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 10, v. 1, p. 99-110, jan./mar, 1994.

NOGUEIRA, G; NAKAMURA, C. V; TOGNIM, M. C. B; ABREU FILHO, B. A; DIAS FILHO, B. P. Qualidade microbiológica de água potável de comunidades urbanas e rurais, Paraná. **Rev. Saúde Pública**, n.º 37, v. 2, p. 232-236, 2003.

NOTÍCIAS TERRA – Após operação da PF, Sanepar nega jogar esgoto em rios do PR. 20 de setembro de 2012. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/brasil/noticias/0,,OI6169736-EI8139,00-Apos+operacao+da+PF+Sanepar+nega+jogar+esgoto+em+rios+do+PR.html>>. Acesso em: 22 nov. 2012.

OQUENDO, K. M. A importância do plano diretor no planejamento socioambiental dos municípios: estudo de caso: município de londrina - PR. 1º Seminário Fluminense de Direito Urbanístico. UFF, 2011.

PENTEADO, Heloísa D. **Meio ambiente e formação de professores**. 9. Ed. – São Paulo: Cortez, 2010.

PEREIRA, E. M. (2008). Zoneamento Urbano e Habitação de Interesse Social. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: [www.cce.ufsc.br/~elson/artigo%20campinas.rtf](http://www.cce.ufsc.br/~elson/artigo%20campinas.rtf). Acesso: 22 de janeiro de 2012.

SANEPAR – Rede de esgoto melhora qualidade de vida em bairros de Londrina. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/noticias/rede-de-esgoto-melhora-qualidade-de-vida-em-bairros-de-londrina>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

RIO 92 – Conferência Das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente E Desenvolvimento. Rio de Janeiro: ONU, 1992.

ROSOLÉM, N. P. Visualização cartográfica da expansão da cidade de Londrina por meio de coleção de mapas digitais. **Revista Ambiente Guarapuava** (PR) v.8 Ed. Especial - 1 p. 667 - 684 Novembro 2012.

SETTI, A. A; LIMA, J. E. F. W; CHAVES, A. G. M; PEREIRA, I. C. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.

SILVA, G. S; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia – SP. **Quim. Nova**, Vol. 29, n. 4, 689-694, 2006.

SOUZA, M. L. Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanas. Bertrand, 3. Ed, Rio de Janeiro, 2004.

TOLEDO, L. G; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, v. 59, n.º, p.181-186, jan./mar. 2002.

TUCCI, C. E. M. Águas no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C; BRAGA JUNIOR; TUNDISI, J. G. **Águas doces do Brasil**. São Paulo: Ed. Escrituras, 1997.

TUCCI, C. E. M; HESPANHOL, I; CORDEIRO NETTO, O. M. Cenários da Gestão da água no Brasil: uma contribuição para a Visão Mundial da Água. **BAHIA ANÁLISE & DADOS**, Salvador, v. 13, n. especial, p. 357-370, 2003b.

TUCCI, Carlos E. M.. Drenagem urbana. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 55, n. 4, Dec. 2003a. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000400020&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em: 29 out. 2012.

VARGAS, M. C; MANCUSO, M. I. R; BENZE, B. G; MIRANDA, C. O. Água e Cidadania: percepção social dos problemas de quantidade, qualidade e custodios recursos hídricos em duas bacias hidrográficas do interior paulista. **1º Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**, de 6 a 9 de novembro de 2002, em Indaiatuba (SP). Unesp, 2002.