



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

---

LEANDRO ROCHA PEREIRA

OBSERVAÇÕES SOBRE O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA  
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO QUATI EM LONDRINA

---

Londrina - Paraná

2011

LEANDRO ROCHA PEREIRA

OBSERVAÇÕES SOBRE O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA  
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO QUATI EM LONDRINA.

Trabalho de conclusão de curso de Geografia, apresentado à Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Dr. José Paulo P. Pinese.

Londrina – Paraná

2011

PEREIRA, L. R. **Observações sobre o uso e ocupação do solo na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Quati**. Trabalho de conclusão de curso de Geografia, apresentado à Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia. 2011.

#### COMISSÃO EXAMINADORA

---

Orientador: Prof. Dr. José P. P. Pinese.  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Msc. Rosely Maria de Lima  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Osvaldo Coelho Neto  
Universidade Estadual de Londrina

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

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que fez e faz em minha vida, pois não só de glórias vive o homem, mas de derrotas para crescer, merecer e justificar suas vitórias. Aos meus pais, que não precisaram de estudo para saber o que é melhor para seus filhos. A sabedoria e experiência de vida moldaram o caráter daqueles que sempre me espelhei. Dona Marina e Senhor Elias são a maior riqueza que tenho na vida. A simplicidade deles é superior ao conhecimento que eu adquiri, pois, como eles mesmos dizem: filho, você ainda tem o mundo para conhecer e viver.

Em seguida, quero registrar nestas linhas, a contribuição de minha querida e amada Patrícia, que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos desde que nos conhecemos e decidimos construir uma história juntos. Sempre me apoiou, cobrou, não deixando esquecer que somente eu posso lutar por meus objetivos.

O Professor Doutor Pinese, como poderia agradecer esta pessoa que desde o primeiro ano de faculdade me puxava à orelha e chamava a atenção para aula. Pessoa generosa e grandiosa que do seu jeito meio chefe me ensinou muito mais do que a Geologia, me ensinou a nunca desistir de algo, mesmo que desse errado, mas que fizesse, para não se arrepender depois por não ter tentado, e para poder dizer depois que tentou até o fim.

Dona Edna, suas orientações são sempre irrefutáveis, sua atenção é sempre um carinho, seu sermão é quase indolor, sua amizade é para vida toda. Obrigado por estar sempre à disposição, pelo apoio, pelas dicas.

A minha família e amigos, agradeço pelo apoio, pelas cobranças, pelo otimismo e desconfianças, pois, as desconfianças aumentam minha vontade de fazer, crescer e vencer.

PEREIRA, L. R. **Observações sobre o uso e ocupação do solo na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Quati**. 2011. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

## RESUMO

Este estudo demonstra como se deu o uso e ocupação do solo na área do Ribeirão Quati em Londrina-PR, bem como a conservação das áreas de preservação permanente e mata ciliar, a contaminação das águas provocada pelas ocupações irregulares e da erosão causada por este tipo de ocupação. Especificamente, tenta demonstrar como e quando foram realizadas as ocupações na área da microbacia através de um breve levantamento histórico da área de estudo, e de que maneira estas atividades afetaram na vida do ribeirão.

Perceber a importância dos recursos hídricos e dos bens fornecidos pelos ecossistemas de água doce, além de verificar a legislação competente em relação as Áreas de Preservação Permanentes, as APPs. Um breve levantamento Geomorfológico da área de estudo, levando em consideração a água como fator de impacto, a vegetação predominante, a degradação e os tipos de poluição promovidos na área da microbacia do Ribeirão Quati, e tendo a microbacia do Ribeirão Quati como unidade de análise, a partir de conceitos estabelecidos.

Delimitada a área, uma breve explanação sobre a industrialização, características físicas, ocupação e uso do solo, serviços como rede de esgoto. Partindo ai para a parte prática do trabalho, as visitas a campo e coleta de dados disponibilizados para análise da água. Portanto, conhecer sua história de ocupação e degradação ambiental, juntamente a uma caracterização geomorfológica e geológica da área de estudo que é base de investigação.

Ao final do estudo concluiu-se que estratégias de preservação dos ambientes em microbacias são complexas e devem focar o aumento da extensão e duração da cobertura vegetal; a busca do reconhecimento das aptidões de cada área envolvida. O equilíbrio dos processos de drenagem; o controle do escoamento superficial através da descompactação do solo a fim de alcançar uma maior infiltração de água, e finalmente o combate aos processos de degradação que já se instalaram.

Palavras-chave: Solo; Ocupação; Bacias hidrográficas

PEREIRA, L. R. **Observações sobre o uso e ocupação do solo na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Quati**. 2011. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

#### ABSTRACT

This study demonstrates as if it gave to the use and occupation of the ground in the area of the Quati Brook in Native of London, as well as the conservation of the areas of permanent preservation and kills ciliar, the contamination of waters provoked by the irregular occupations and of the erosion caused for this type of occupation. Specifically, it tries to demonstrate as and when the occupations in the area of the microbasin through a brief historical survey of the study area had been carried through, and how these activities had affected in the life of the brook.

To perceive the importance of the hídricos resources and the goods supplied for water ecosystems candy, beyond verifying the competent legislation in relation the Permanent Areas of Preservation, the APPs. A brief Geomorfológico survey of the study area, leading in consideration the water as impact factor, the predominant vegetation, the promoted degradation and types of pollution in the area of the microbasin of the Quati Brook, and having the microbasin of the Quati Brook as unit of analysis, from established concepts.

Delimited the area, one soon communication on industrialization, physical characteristics, occupation and use of the ground, services as sewer net. Leaving there for the practical part of the work, the visits the field and collects of data disponibilizados for analysis of the water. Therefore, to know its history of occupation and ambient degradation, together to a geomorfológica and geologic characterization of the study area that is inquiry base.

To the end of the study one concluded that strategies of preservation of environments in microbasins are complex and must focus the increase of the extension and duration of the vegetal covering; the search of the recognition of the aptitudes of each involved area. The balance of the draining processes; the control of the superficial draining through the descompactação of the ground in order to reach a bigger water infiltration, and finally the combat to the degradation processes that already had been installed.

Word-key: Ground; Occupation; Hidrográficas basins

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1. REFERENCIAL TEÓRICO	13
1.1. A IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS	13
1.2. BENS E SERVIÇOS AMBIENTAIS FORNECIDOS PELOS ECOSSISTEMAS DE ÁGUA DOCE	17
1.3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL: ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APP – E FUNDOS DE VALE	18
1.4. FATORES DA LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL	20
1.5. A ÁGUA COMO FATOR DE IMPACTO	23
1.6. CONCEITOS DE MICROBACIA	23
1.7. VEGETAÇÃO	27
1.8. A DEGRADAÇÃO	28
1.9. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA	33
1.9.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁGUA	34
1.9.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA	35
1.9.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DA ÁGUA	38
1.10. TIPOS DE POLUIÇÃO	39
2. MICRO-BACIA DO RIBEIRÃO QUATI	46
2.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	46
2.2. INDUSTRIALIZAÇÃO EM LONDRINA	48
2.3. A TOPOGRAFIA DA BACIA	50
2.4. O CLIMA	51
2.5. A GEOMORFOLOGIA	51
2.6. A GEOLOGIA	51
2.7. A VEGETAÇÃO	52
2.8. A OCUPAÇÃO: EXPANSÃO URBANA NA MICROBACIA	53
2.9. O USO DO SOLO NA REGIÃO DA MICROBACIA	55
2.10. A REDE DE ESGOTO	57
3. TRABALHO EMPÍRICO	58
3.1. OBSERVAÇÕES DE CAMPO	58
3.2. ANÁLISES QUÍMICAS DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO QUATI	62
CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	76

## LISTA DE TABELAS

1. DIRETRIZES DE ALGUMAS DECLARAÇÕES INTERNACIONAIS RATIFICADAS PELO BRASIL REFERENTES À ÁGUA 16
2. FUNÇÕES DAS ÁREAS DE RIPARIAS (MATA CILIAR) 20
3. PRINCIPAIS PARÂMETROS PARA ÁGUA DOCE, SEGUNDO RESOLUÇÃO 357/2005 DO CONAMA 63
4. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA ÁGUA NO RIBEIRÃO QUATI EM 1991 66
5. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA ÁGUA NO RIBEIRÃO QUATI PONTO C – ETE NORTE 66
6. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA ÁGUA NO RIBEIRÃO QUATI EM 1996 COM TEMPO CHUVOSO 67
7. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA ÁGUA NO RIBEIRÃO QUATI EM 1996 COM TEMPO SECO 68
8. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO QUATI COLETADOS EM 2007 COM TEMPO SECO 69
9. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO QUATI COLETADOS EM 2008 COM TEMPO SECO 70
10. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO QUATI COLETADOS EM 2007 COM TEMPO CHUVOSO 70
11. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO QUATI COLETADOS EM 24/11/2008 COM TEMPO CHUVOSO 71

## LISTA DE FIGURAS

1. HIERARQUIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	26
2. PONTO DE NASCENTE DO RIBEIRÃO QUATI, NAS PROXIMIDADES DA BRATAC. LOCAL É DESTINO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS	30
3. LOCALIZAÇÃO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO QUATI	46
4. LOCALIZAÇÃO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO QUATI	46
5. REPRESENTAÇÃO ALTIMÉTRICA DO RIBEIRÃO QUATI	50
6. ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR	55
7. PROPRIEDADE LOCALIZADA NAS PROXIMIDADES DA AV. WINSTON CHURCHILL, ONDE O RIBEIRÃO PASSA DENTRO DA PROPRIEDADE E NÃO HÁ MATA CILIAR, SOMENTE PASTO E GADO	56
8. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA. TI SOLUTION	58
9. ATUAL ÁREA DE NASCENTES DO RIBEIRÃO QUATI	59
10. ATUAL ÁREA DE NASCENTES DO RIBEIRÃO QUATI: DESTINO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS	60
11. LANÇAMENTO DE EFLUENTES DE UMA ETE, NOS FUNDOS DE UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS DE PAPEL PRÓXIMO AO DETRAN.	60
12. RIBEIRÃO QUATI, NO CRUZAMENTO DA AVENIDA ANGELINA RICCI VEZOZZO.	61
13. FIAÇÃO DE SEDA BRATAC. A NASCENTE DO RIB. QUATI FICA DENTRO DO TERRENO DA BRATAC, SUA CABECEIRA PRATICAMENTE TODA DESMATADA.	62
14. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)	65

## INTRODUÇÃO

A ocupação e uso do solo na região norte paranaense – com destaque para a região de Londrina – deu-se pela incorporação de novas fronteiras agrícolas no processo de reprodução e acumulação do capital nacional, consoante com o capital internacional, a partir de meados da década de 1920. O solo muito fértil e as boas condições topográficas em sua maior parte com os espigões bem amplos e suavemente inclinados, juntamente com as condições climáticas, favoreceram o grande empreendimento imobiliário e colonizador da Companhia de Terras Norte do Paraná, a CTNP, além de outras companhias de colonização.

A paisagem de densa formação florestal que cobria, ainda nos primeiros anos da década de 1940, quase toda a região norte, passou a configurar como extensas áreas cultivadas pelo café, cultura que ocupou grandes áreas e motivou a vinda de milhares de migrantes e imigrantes para a região norte do Estado do Paraná.

Nas três primeiras décadas de ação da CTNP, a população norte paranaense triplicou, passando a representar quase a metade dos habitantes do Paraná (PADIS, 1981). O crescimento urbano de Londrina foi fortemente estimulado por ter sido a sede regional do empreendimento inglês e também por estar localizada numa excelente posição geográfica em relação aos recursos fisiográficos, demográficos e econômicos.

A partir da década de 1960, as crises sucessivas da cafeicultura em decorrência das oscilações dos preços no mercado internacional e das geadas, bem como, as mudanças na política nacional e na ordem capitalista internacional, ocasionaram grandes mudanças nas formas de uso do solo agrícola, traduzidos pela substituição do café, que impulsionou o desenvolvimento inicial da região, pelas lavouras temporárias caracterizadas pela alta tecnologia e mecanização.

Em termos ambientais, esse processo significou a intervenção na maioria dos ecossistemas naturais, convertidos em agrossistemas mecanizados, com a utilização cada vez mais generalizada de fertilizantes e agrotóxicos, o que resultou na erosão dos solos, contaminação dos recursos hídricos, mudanças climáticas e um grande desequilíbrio na fauna local.

Em termos sociais, as transformações no modo de produção no campo, mostraram como consequência, a liberação da mão de obra, resultando na dispensa de milhares de trabalhadores que saíram da zona rural rumo às cidades em busca de emprego, ocasionando um rápido processo de urbanização e, conseqüentemente, a proletarização dessa população.

Entre 1945 e 1980, o município conheceu elevadas taxas de crescimento populacional sofrendo profundas transformações estruturais. Ficou para trás a sociedade predominantemente rural, cujo dinamismo fundava-se, primeiramente, na agricultura do café e, posteriormente, nas culturas rotativas, surgindo uma intrincada sociedade urbano-industrial.

De acordo com o Perfil de Londrina 2011 (LONDRINA, 2011), a cidade contava com aproximadamente 506 mil habitantes e muitos problemas, principalmente no que se refere à área urbana. Planejada, na década de 30, para abrigar 30.000 habitantes, a expansão alcançou vários lotes rurais rapidamente.

Diante do leque conceitual que envolve o termo “paisagem” em Geografia, destaca-se aquele apresentado por Passos (1998), que propõe a Paisagem como um produto historicamente construído pelos homens, segundo sua organização social, seu grau de cultura e, sobretudo as ações realizadas pelo seu aparato tecnológico. A paisagem, portanto, reflete esta organização através da materialização das mudanças históricas.

A falta de estrutura mostrou-se em todas as suas proporções, em especial a partir da década de 70, com a chegada de produtores e trabalhadores rurais oriundos de fazendas de café em que, foram substituídas tal cultura por soja e trigo.

Com uma rede de drenagem rica, a zona urbana desenvolveu-se sobre divisores de água e fundos de vale e as ocupações irregulares, espalharam-se por toda a cidade.

Tal configuração trouxe sérias consequências para a qualidade de vida da população, visto que, atualmente, os fundos de vale são áreas vistas pela população, órgãos públicos e empresários, como depósitos de todo o tipo de resíduos, industriais ou domésticos, efluentes ou sólidos.

No caso de Londrina, e principalmente de cidades conurbadas da região onde as nascentes e cabeceiras dos rios, que cortam o município, estão em centros

urbanos com rápido crescimento e sem gestão ambiental adequada, é fundamental uma ação integrada diante dos processos de degradação e poluição. A partir de uma análise sucinta do relevo da região, percebe-se que a área natural de expansão urbana destas cidades são exatamente nas cabeceiras das bacias hidrográficas.

A microbacia do Ribeirão Quati está situada predominantemente na área urbana da cidade de Londrina. O ribeirão nasce nos fundos do Jardim Nossa Senhora da Paz, margeia a Avenida Brasília passando por uma área densamente povoada até desaguar no Ribeirão Lindóia, nos fundos do Conjunto Mister Thomas. Para concluir seu ciclo, ele cumpre um trajeto onde a mata ciliar, importante para manter o rio vivo, foi praticamente toda devastada, ocupações urbanas irregulares abarrotam seu leito com lixo e esgoto doméstico, indústrias usam suas águas como destino final de seus resíduos químicos e criações de gado degradam áreas de preservação permanente.

Este trabalho objetiva levantar dados em nível de conhecimento sobre a microbacia do Ribeirão Quati, situado no município de Londrina, afluente do Ribeirão Lindóia, que é afluente do Ribeirão Jacutinga, que deságua no Rio Tibagi. Especificamente, mostrar como e quando foram realizadas as ocupações na área da microbacia e de que maneira estas atividades afetaram a vida do ribeirão. Portanto, conhecer sua história de ocupação e degradação ambiental, juntamente a uma caracterização geomorfológica e geológica da área de estudo se traduz na base investigativa.

A base territorial utilizada neste trabalho foi a micro bacia hidrográfica do Ribeirão Quati, no município de Londrina-PR, pelo fato desta estar situada em uma área urbana, tanto na cabeceira e nascentes quanto em sua foz, na convergência com o Ribeirão Lindóia, tributário do Ribeirão Jacutinga. Para a análise dos elementos físicos e humanos, foram utilizados recursos como: imagens de satélite do Software Google Earth; informações disponibilizadas pelo *site TI Solution*; e pesquisa em trabalhos anteriores para o levantamento histórico do uso e ocupação do solo na área da microbacia, com o intuito de levantar informações relevantes ao planejamento urbano e a garantia da saúde coletiva e ambiental.

Foram desenvolvidas visitas a campo para reconhecimento da área.

Por fim, foi desenvolvida uma análise dos dados obtidos em campo confrontando os levantamentos bibliográficos para avaliar a evolução das atividades humanas na área de estudo e com isto contribuir para o desenvolvimento destes tipos de área com o menor impacto ambiental possível.

## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1. A IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

A escassez e imprescindibilidade da água para a vida não impedem sua utilização inapropriada pelo Homem, dificultando sua disponibilidade atual e futura. A renovação da água no planeta ocorre por meio do ciclo hidrológico, com a água movimentando-se continuamente entre as fases sólida, líquida e gasosa e possibilitando a recarga de rios, reservatórios e águas subterrâneas, indispensáveis à sobrevivência humana. Na medida em que interage com os elementos do solo, subsolo e atmosfera, sua qualidade é por estes influenciada e, com a extensão das ações humanas sobre a paisagem natural, vêm se modificando intensamente, dificultando a manutenção dos ecossistemas aquáticos e terrestres e sua utilização múltipla pelo ser humano.

A diversificação dos usos múltiplos da água e as crescentes necessidades do recurso são grandes responsáveis por suas alterações em quantidade e qualidade, intensificando os conflitos por sua aquisição (TUNDISI, 2003).

Ações antrópicas que não levam em consideração as dinâmicas dos ecossistemas aquáticos proporcionam modificações no ciclo hidrológico, diminuindo a capacidade de infiltração da água no solo, alterando o regime dos rios e inviabilizando a capacidade de recarga das reservas de água (TUNDISI, 2003).

O Brasil possui grande diversidade biológica, climática e geomorfológica, apresentando uma ampla rede hidrográfica, que é responsável pelo percentual de 53% da produção de águas doces do continente sul-americano e 12% do total mundial, cuja distribuição se dá por meio das três grandes unidades hidrográficas: Paraná, Amazonas e São Francisco, que concentram aproximadamente 80% da produção hídrica do país. As unidades hidrográficas são subdivididas em 12 regiões, com variações espaciais e temporais de distribuição hídrica diferentes, sendo desconsideradas estas disparidades na distribuição hídrica como fatores condicionantes quando da ocupação ao longo do território, assim como se sucede com as demais potencialidades e fragilidades do mesmo, desencadeando um quadro de degradação ambiental e social por todo o país (REBOUÇAS et al, 2002).

Especificamente em relação aos recursos hídricos, as desigualdades regionais, com distintos graus de ocupação e intensificação das atividades produtivas, desencadeiam situações de estresse hídrico e ambiental. A estes fatores aliam-se os impactos relacionados à rede de influências antrópicas nos ambientes rurais e urbanos que interferem na integridade dos sistemas hídricos, por meio de ações variadas como: interrupção do fluxo hídrico e degradação da qualidade dos rios, canalização e desvio do curso natural de rios, impermeabilização do leito dos cursos hídricos no meio urbano, despejo de poluentes, práticas inadequadas de aquicultura, emprego inadequado do solo na zona rural e urbana, dentre outros. As discussões acerca da importância dos fatores naturais para a continuidade das sociedades humanas, das interferências ambientais negativas quando desconsideradas nas diversas atividades e a inter-relação destes fatores com as desarmônicas relações sociais, evoluíram para metas e práticas ambientais baseadas no conceito de desenvolvimento sustentável, conceito este, como o desenvolvimento que atenda as necessidades presentes sem colocar em risco as futuras gerações.

A sustentabilidade ambiental incorpora a premente necessidade de manutenção dos ecossistemas de suporte do planeta como premissa indispensável ao crescimento econômico equitativo e à permanência da humanidade. A persistência da vida no planeta passa a ser priorizado nos sistemas de gestão em quaisquer níveis, em conjunto com uma distribuição mais justa dos recursos naturais disponíveis, dentre os quais destaca-se a água, devido à sua imprescindibilidade à manutenção da vida no planeta e ao desenvolvimento das mais variadas atividades humanas.

A preocupação com as conseqüências ambientais perniciosas derivadas do rápido crescimento tecnológico e econômico dos países industrializados ocasionou um debate mundial a respeito dos estilos de vida por eles adotados e dos caminhos que poderiam ser trilhados a fim de se reverter o quadro de degradação tanto da base natural de sustentação à vida quanto ao ambiente antrópico. A União Internacional de Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), em conjunto com o PNUMA e o *World Wildlife Fund* (WWF) publicaram um programa denominado *World Conservation Strategy*, dando origem ao termo desenvolvimento sustentável (ELLIOT, 1994), inspirado na idéia de ecodesenvolvimento formulada na

Conferência de Estocolmo de 1972 (ALMEIDA, 1998). No entanto, foi apenas em 1987 que o conceito adquiriu amplitude global por intermédio do estudo elaborado pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED) da ONU (também conhecida como Comissão Bruntland), denominado Nosso Futuro Comum. Neste relatório, há um pormenorizado estudo sobre a relação entre desenvolvimento e meio ambiente, em conjunto a sugestões de políticas para se alcançar tal concepção de desenvolvimento.

A WCED (ONU, 1987) definiu desenvolvimento sustentável como sendo aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem à suas próprias necessidades, ou seja, uma forma de desenvolvimento que permita manter indefinidamente a base ecológica do planeta, ao mesmo tempo em que possibilite a distribuição eqüitativa dos bens e serviços ambientais a nível global. Para tanto, consideraram-se como indispensáveis em âmbito global a implantação de medidas que aumentassem a eficiência no uso dos recursos naturais, minimizassem a produção de resíduos e prevenissem danos ambientais irreparáveis, cujos custos e também os benefícios seriam partilhados com toda a sociedade.

A idéia de desenvolvimento sustentável se fundamenta ecologicamente no conceito de capacidade de suporte, definido como a velocidade máxima de consumo de recursos e de produção de resíduos que pode ser sustentada indefinidamente em uma região sem impactar a produtividade e a integridade ecológica (CARLEY; CHRISTIE, 1993, p.43).

Desta forma, a utilização sustentável de um determinado recurso natural pressupõe limites baseados em sua capacidade regenerativa e assimilativa de agentes poluidores, que podem ser definidos mediante políticas de manejo visando tal controle.

As conseqüências do desenvolvimento econômico sobre os recursos hídricos e as dificuldades em se estabelecer sua utilização de forma eqüitativa, juntamente à necessidade de se buscar caminhos à sustentabilidade ambiental de seu uso a nível global foram pauta de conferências, tratados e acordos assinados pelo Brasil, como a Conferência Internacional sobre a Água e o Meio Ambiente em Dublin de 1992, a Declaração do Rio de Janeiro para o Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 (especificada no capítulo 18 da Agenda 21), a Declaração de Paris de 1998 e a

Declaração Ministerial de Haia sobre Segurança Hídrica no Século 21 de 2000. Um resumo das diretrizes destas declarações está representado na Tabela 1.

**TABELA 1 – DIRETRIZES DE ALGUMAS DAS DECLARAÇÕES INTERNACIONAIS RATIFICADAS PELO BRASIL REFERENTES À ÁGUA**

Declarações	Diretrizes
Agenda 21 Global (1992)	Desenvolvimento e manejo integrado dos recursos hídricos, garantindo seus usos múltiplos; Avaliação dos recursos hídricos; Proteção dos recursos hídricos, considerando os ecossistemas aquáticos; Garantia ao abastecimento de água potável e ao saneamento básico; Promoção do desenvolvimento urbano sustentável; Água para a produção sustentável de alimentos e desenvolvimento rural sustentável; Promoção de tecnologias sustentáveis para a utilização dos recursos naturais; Prevenção contra impactos da mudança do clima sobre os recursos hídricos.
Declaração de Dublin (1992)	Gerenciamento integrado dos solos e da água; Gestão participativa dos recursos hídricos; Reconhecimento do valor econômico da água.
Declaração de Paris (1998)	Proteção dos ecossistemas para a reabilitação e manutenção do ciclo hidrológico; Fortalecimento das instituições locais e da cooperação internacional para a gestão dos recursos hídricos; Integração de todos os aspectos de desenvolvimento ao gerenciamento dos recursos hídricos.
Declaração Ministerial de Haia sobre Segurança Hídrica no Século 21 (2000)	Garantia ao acesso da água em qualidade e quantidade e ao saneamento básico em âmbito mundial; Participação da sociedade (principalmente das mulheres) na gestão dos recursos hídricos; Garantia à segurança alimentar, através do uso mais eficiente da água; Proteção dos ecossistemas, através da gestão sustentável dos recursos hídricos; Garantia aos usos múltiplos da água; Segurança contra riscos hidrológicos; Valoração econômica da água.

Fonte: Tundisi (2003)

Tais Tratados lançaram os fundamentos e princípios para a gestão ambiental em todo o Mundo.

## 1.2 BENS E SERVIÇOS AMBIENTAIS FORNECIDOS PELOS ECOSISTEMAS DE ÁGUA DOCE

Além de seu valor intrínseco para a existência de todas as espécies vivas, os ecossistemas de água doce provêm aos seres humanos diversos benefícios, na forma de produtos de consumo direto (também denominados de bens ambientais), como água para abastecimento e irrigação, recursos genéticos e alimentares, e de serviços ambientais, como especificados a seguir:

a) a manutenção do suprimento hídrico, promovida pelas atividades de infiltração e percolação da água no solo, facilitadas pela presença de vegetação ciliar e florestal na área de drenagem (EMERTON; BOS, 2004).

b) diluição e transporte de resíduos: desde tempos remotos, ecossistemas lóticos e lênticos são utilizados como meio de transporte e degradação de resíduos, devido suas propriedades físicas de velocidade do fluxo, diluição e sedimentação e da atividade biodegradadora dos decompositores e de absorção pelos produtores, os quais atuam como meios naturais de purificação hídrica. No entanto, os despejos de origem industrial, agrícola e urbana na maior parte das vezes excedem a capacidade de autodepuração do sistema, desestruturando seus processos internos (EMERTON; BOS, 2004).

c) corredores de transporte de matéria e energia: em condições naturais, os ecossistemas aquáticos encontram-se conectados entre si e com o ambiente terrestre. Tal fato possibilita a existência de trocas contínuas de materiais e energia entre rios, lagos, planícies de inundação e ambientes terrestres, responsável pela manutenção de redes alimentares complexas e dinâmicas que caracterizam sistemas ecologicamente íntegros. Um exemplo claro da importância desta conectividade pode ser verificada nos ambientes lóticos em relação aos peixes migratórios, que dela dependem para a procriação e a manutenção do ciclo vital (EMERTON; BOS, 2004).

d) estética e recreação: a contemplação da beleza cênica de ambientes aquáticos preservados e as diversas atividades culturais que proporcionam é um componente essencial das sociedades humanas (REVENGA et al, 2000).

e) manutenção da biodiversidade: a interdependência das redes alimentares aquáticas e terrestres, a disponibilidade de habitats para espécies aquáticas e terrestres que realizam parte de seu ciclo de vida nestes ambientes, além do fato de se constituírem como a principal fonte de água para maioria das espécies existentes, tornam os ecossistemas de água doce componentes essenciais e imprescindíveis para a manutenção da biodiversidade e, conseqüentemente, da sobrevivência futura destes e dos demais ecossistemas (REVENGA et al, 2000).

f) amortecimento do fluxo hídrico em períodos chuvosos: a presença de áreas alagadas e planícies de inundação componentes dos ecossistemas aquáticos atuam como reguladores do fluxo hídrico e da diminuição do impacto sobre o meio terrestre adjacente em períodos de cheias. Tal fato ocorre pelo armazenamento da água nas

áreas alagadas e pela infiltração da mesma proporcionada pelos vegetais (REVENGA et al, 2000).

g) controle da erosão: a erosão em ambientes urbanos é derivada da exposição do solo nu para a construção da infra-estrutura urbana (loteamentos, avenidas) e da ausência de vegetação ciliar ao longo dos corpos hídricos, e constitui-se numa das maiores fontes geradoras de impactos das águas receptoras, contribuindo para o transporte de sedimentos da bacia de drenagem para as mesmas (PERRY; VANDERKLEIN, 1996).

h) controle da temperatura hídrica: a temperatura é uma propriedade que exerce grande influência na qualidade da água, sobre o metabolismo e respiração de peixes e demais animais aquáticos, a condutividade, condutância, salinidade e capacidade de dissolução de gases que são essenciais à manutenção da vida. Temperaturas elevadas diminuem o teor de oxigênio dissolvido e aceleram os processos metabólicos e respiratórios dos seres vivos, ocasionando um aumento na demanda por este gás (EMERTON; BOS, 2004).

### 1.3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL: ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APP – E FUNDOS DE VALE

As Áreas de Proteção Permanente foram criadas para proteger o meio natural, o que significa que não são áreas apropriadas para a alteração do uso da terra, devendo estar cobertas com vegetação natural. A cobertura vegetal nestas áreas irá atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, e trazendo também benefícios para a fauna e flora local

As APPs foram definidas, inicialmente, pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965). Atualmente, tendo em vista que o Brasil possui várias legislações que tratam da preservação do meio ambiente, dá-se uma maior ênfase ao Código Florestal, Lei Federal nº 4.771/65, alterada pela Lei nº 7.803/89. De acordo com essa lei são consideradas APPs áreas que margeiam os cursos d'água (rio, nascente, lago, represa), encosta, local de declividade superior a 100% ou 45° e outras situações, quando declaradas pelo poder público, para atenuar a erosão das terras, formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias, proteger sítios de excepcional beleza ou de valor (científico ou histórico) ou ainda para assegurar condições de bem-estar público.

As APPs são áreas nas quais, por imposição da lei, a vegetação deve ser mantida intacta, tendo em vista garantir a preservação dos recursos hídricos, da

estabilidade geológica e da biodiversidade, bem como o bem-estar das populações humanas. O regime de proteção das APPs é bastante rígido: a regra é a intocabilidade, admitida excepcionalmente a supressão da vegetação apenas nos casos de utilidade pública ou interesse social legalmente previstos.

Define em seu art. 2º que as faixas ribeirinhas devem ter no mínimo 30 metros de largura quando a largura do rio não ultrapassar 10 metros, aumentando conforme a largura do corpo d'água. No caso de ocupação destas áreas, a norma estabelecida através da Medida Provisória 1956-53 de agosto de 2000, que alterou o art. 4º do Código Florestal, dita que a supressão de vegetação em APPs e conseqüentemente a sua utilização só poderá ser efetuada para fins de utilidade pública e/ou benefício social devidamente declarado pelo poder público municipal.

Conforme Barros et. al., 2003:

Outro instrumento legal de grande importância na proteção do meio ambiente em áreas urbanas é o Plano Diretor dos Municípios, instituído pela Lei 7.483/98 de julho/2000, que traça diretrizes gerais para o planejamento global da cidade e dita normas para a proteção dos fundos de vale. Em Londrina, as leis de parcelamento do solo para fins urbanos de uso, ocupação e expansão urbana (aprovadas em 07/1998) definem as áreas de fundo de vale como "Áreas Especiais de Fundo de Vale e de Preservação Ambiental", devendo ser respeitadas as áreas ao longo das margens dos corpos d'água, numa largura mínima de 30 metros de cada lado. Esses locais teriam como princípio a proteção dos corpos d'água e destinar-se-iam prioritariamente à formação de parques contínuos, visando à preservação ambiental e à recreação. (BARROS, M. V. F. et al, p. 49, 2003).

Também existem as matas ciliares, também conhecidas como de Riparia, que se desenvolvem ao longo dos rios, mananciais, reservatórios e demais corpos d'água, e que estão entre os ecossistemas mais perturbados pela ação antrópica em áreas urbanas. Segundo Barros, 2003, "elas funcionam como reguladora do fluxo de água, sedimentos e nutrientes entre os ecossistemas aquáticos e terrestres e é essencial para a proteção do solo e dos recursos hídricos" (MENDONÇA; BARROS, 2002. apud BARROS et. al., 2003, p. 49).

Legalmente, a vegetação riparia é parte da Área de Preservação Permanente, na qual é vedado o corte de vegetação nativa ou qualquer outra forma de exploração, definida pelo Código Florestal, lei federal nº4.771/65, isso porque o ambiente ciliar apresenta importantes funções hidrológicas, ecológicas e limnológicas (QUADRO 01), devendo, assim, serem respeitadas as faixas marginais ao longo dos rios, tendo estas larguras variáveis dependendo da largura dos corpos d'água.

TABELA 2: FUNÇÕES DAS ÁREAS DE RIPARIAS (MATA CILIAR)

TIPO	FUNÇÃO
HIDROLÓGICAS	Contenção de Ribanceiras Diminuição e Filtração do Escoamento Superficial Impedir ou Dificultar o Carregamento de Sedimentos Para o Sistema Hidrográfico Interceptação e Absorção a Radiação Solar - Mantimento da estabilidade Térmica Controle do Fluxo e da Vazão do Rio
ECOLÓGICAS	Formação de Microclima Formação de Hábitats, Áreas de Abrigo e Reprodução Corredores de Migração da Fauna Terrestre Entrada de Suprimento Orgânico
LIMNOLÓGICAS	Influência nas Concentrações de Elementos Químicos e do Material em Suspensão

Fonte: Carvalho, 1993.

A preservação da vegetação riparia é fundamental para a proteção de córregos e rios, principalmente os que atravessam as cidades, pois estão sujeitos a um elevado grau de intervenção antrópica. Tal vegetação contribui para a estabilização das margens dos corpos d'água, reduzindo o assoreamento e auxiliando na manutenção da qualidade da água. Juntamente com a vegetação localizada em outras áreas, atua sobre os elementos climáticos (em microclimas urbanos), contribuindo para o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, a velocidade dos ventos e a ação das chuvas (ZANINI, 1998).

#### 1.4 FATORES DA LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

De acordo com Castells (1983, p19), os primeiros aglomerados urbanos - Mesopotâmia, Egito, Índia, China (3.500 - 2.500 a.C.) - surgem quando o homem passa a produzir um excedente no campo a partir do aprimoramento nas técnicas de cultivo e um novo sistema de organização social. Portanto, campo e cidade estão intimamente ligados e a última só consegue subsistir com base na produção excedente da terra cultivada.

As primeiras cidades imperiais romanas têm como característica peculiar, a gestão político e administrativo da sociedade que desaparecerá, quase por completo, com a queda do Império Romano no Ocidente, onde estas funções (político-administrativas) passarão, localmente, aos senhores feudais (CASTELLS, 1983, p.20).

Castells (1983, p21) esclarece ainda que na Idade Média, as novas rotas comerciais foram responsáveis pelo renascimento das cidades, sobretudo como um núcleo organizado de mercado ao lado de habitações, serviços, organizadas sobre uma base político-administrativa, definindo seu próprio sistema social.

A primeira Revolução Industrial e a nova organização do espaço repousam, segundo Castells (1983, p.23), sobre dois conjuntos de fatos fundamentais:

1. Decomposição prévia das estruturas sociais agrárias e a emigração da população para centros urbanos já existentes, fornecendo a força de trabalho essencial à industrialização.
2. À passagem de uma economia doméstica para uma economia de manufatura, e depois para uma economia de fábrica, o que quer dizer, ao mesmo tempo concentração de mão-de-obra, criação de um mercado e constituição de um meio industrial.

Assim, ao mesmo tempo em que a cidade atrai as indústrias com mão-de-obra e mercado, a indústria promove o desenvolvimento da cidade com empregos e serviços. “A indústria também promove a urbanização em locais aonde a matéria-prima e os meios de transporte são funcionais, organizando e modificando a paisagem urbana” (CASTELLS, 1983, p.31).

A expansão e evolução das formas urbanas têm como base a concentração monopolista do capital e o progresso técnico-social, capaz de aproximar pessoas e lugares, facilitando a circulação e distribuição dos fluxos internos. Segundo Castells (1983, p.30), “No momento da segunda revolução industrial a generalização da energia elétrica e a utilização do bonde permitiram a ampliação das concentrações urbanas de mão-de-obra em volta de unidades de produção industrial cada vez maior”.

Num primeiro momento, as indústrias concentravam sua implantação em locais de facilidade quanto a escoamento, matérias-primas, mercado e recursos naturais. Atualmente, a mão-de-obra especializada e a inserção em cadeias funcionais do sistema urbano comandam a evolução da indústria. Assim, o meio técnico prevalece ao meio físico (CASTELLS, 1983, p. 165).

O modo de produção capitalista, base do sistema econômico da nossa sociedade, tem, juntamente com outros elementos, importância fundamental na organização do espaço, já que a finalidade de uma indústria é o lucro, podendo haver tendência ao lucro máximo. Ao tratar-se da implantação industrial, além dos

problemas de localização, haverá problemas quanto a situações técnicas, econômicas e sociais (CASTELLS, 1983, p. 165).

O progresso técnico reordenou a implantação das indústrias, a partir do momento em que superou as restrições geográficas, com a evolução dos tipos de energia utilizados, matéria-prima e transporte. Existem regiões geograficamente mais apropriadas à implantação de atividades industriais muitas vezes até mesmo por questões históricas (CASTELLS, 1983, p165).

Portanto, o espaço está se modificando num ritmo acelerado, com a área urbana e industrial avançando sobre o espaço rural. Neste jogo de ocupação de diferentes paisagens, as indústrias acabam instalando-se, na maioria das vezes, próximo aos cursos d'água ou à orla marítima pela facilidade, dentre outros fatores, do transporte, comércio e destino de seus efluentes, facilidades estas que remontam à época da revolução industrial. Se os dois primeiros fatores foram supridos pela tecnologia, o último (destino dos efluentes) é utilizado de maneira irrestrita ainda na atualidade.

As causas principais da erosão hídrica no estado são a erosividade das chuvas (medidas pelo impacto das gotas de chuva). A desagregação do solo, turbulência do fluxo e o transporte de partículas. O período de erosividade tende a se concentrar no período primavera-verão, época em que a maioria dos agricultores realiza o preparo do solo para a implantação das culturas de verão (milho, a soja, o algodão, o feijão, a mandioca). A falta de planificação na ocupação do terreno, sem a observância do uso adequado do solo, proporcionou uma drástica redução na cobertura florestal e ocupando as áreas consideradas marginais para a atividade agrícola. No Estado do Paraná podemos somar aos impactos prejudiciais as colhedeadas de peso excessivo. Para Bublitz (*apud* OLIVEIRA, 2001, p.10), o escoamento das águas pelas estradas sem nenhum controle, provoca o surgimento de voçorocas laterais, pondo em risco os usuários e transportando solo para o leito dos rios, provocando assoreamento, poluição, enchentes freqüentes e destruição de bueiros e pontes.

## 1.5 A ÁGUA COMO FATOR DE IMPACTO

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) 72,5% do volume de água doce captado no Brasil é para prover as atividades agropecuárias, sendo destinados para o consumo humano 18%, e para o setor industrial uma fatia de 9,5%, devido ao amplo uso da água naquele setor. No Brasil a Gestão de Recursos Hídricos é regulamentada com a Lei 9.433/97 que instituiu a política de Recursos Hídricos. No Paraná, a Lei nº. 12.726/99 forneceu parâmetros para a política estadual e criou um sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos. O gerenciamento é baseado nos fundamentos de que a água é um bem de domínio público e recurso natural limitado de valor econômico. Em situações de escassez, a prioridade do uso é para o consumo humano e animal. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e a bacia hidrográfica passa a ser uma unidade territorial para implementação de uma política estadual de recursos hídricos. E atuação do sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos, essa gestão deve ser descentralizada em nível de bacia e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

## 1.6 CONCEITOS DE MICROBACIA

Christofoletti (1980, p. 102), define bacia hidrográfica como uma “área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial”. Os fatores que compõem este ambiente interagem entre si, originando processos inter-relacionados, definindo as paisagens geográficas, que apresentam potencial de utilização baseado nas características de seus componentes: substrato geológico, formas e processos geomorfológicos, mecanismos hidrometeorológicos e hidrogeológicos.

O uso dessa unidade natural possibilita uma visão sistêmica e integrada devido à clara delimitação e à natural interdependência de processos climatológicos, hidrológicos, geológicos e ecológicos. Sobre esses subsistemas atuam as forças antropogênicas, em que atividades e sistemas econômicos, sociais e biogeofísicos interagem (AB’SABER; MULLER-PLANTENBERG, 1998).

A deterioração da qualidade da água das bacias hidrográficas em cujas áreas se localizam as cidades é algo freqüente na maioria dos países. A concentração de empreendimentos industriais nas margens das redes de drenagem contribui para a elevação das cargas de sedimentos, efluentes e resíduos sólidos no sistema fluvial urbano.

EMATER (BRASIL, 1987) propõe um conceito mais simplificado de bacia hidrográfica como sendo “uma área drenada por um curso d’água ou sistemas de cursos d’água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou espelho d’água”.

Para Guerra e Cunha (1998) a bacia hidrográfica se constitui num elemento formador de paisagens e relevos, resultado de mecanismos erosivo-deposicionais, resultantes da interação de diversos fatores: bióticos - fauna e flora; abióticos - clima, rocha, solo e posição topográfica; e antrópicos, que na atualidade é o mais proeminente modificador do meio ambiente, causando grandes impactos à paisagem e ao equilíbrio dos sistemas ambientais.

O conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento ambiental tem sido utilizado há mais de trinta anos (TUNDISI, 2003).

Na contextualização de uma bacia hidrográfica, como unidade de observação e intervenção, pode-se deduzir que, para a elaboração e aplicação de um plano de gestão eficaz, deve-se obter o máximo de dados possíveis sobre a realidade pesquisada, e isso pode ser viabilizado e agilizado através de meios instrumentais (Sensoriamento Remoto e SIG, respectivamente). Isso é possível, uma vez que estes proporcionam a aquisição, a análise e a integração dos dados, gerando informações que conduzem ao entendimento e conexão dos fragmentos da realidade, permitindo assim uma aproximação do conjunto da realidade pesquisada (OLIVEIRA, 2004).

A bacia hidrográfica, como unidade natural, integradora de processos e, como receptora dos impactos ambientais decorrentes das ações antrópicas deve ser objeto de pesquisas e programas de medidas, visando à compreensão dos mecanismos do seu funcionamento e preservação dos seus recursos (MACHADO; CAMPOS; STIPP, 2005).

Do ponto de vista físico, a microbacia é uma unidade geográfica delimitada por uma rede de drenagem (córregos) que deságua em um rio principal. Se ficarmos restritos somente ao aspecto geográfico, a microbacia não se diferencia da definição de bacia hidrográfica, podendo até ser classificada como uma pequena bacia. Segundo Ryff (1997):

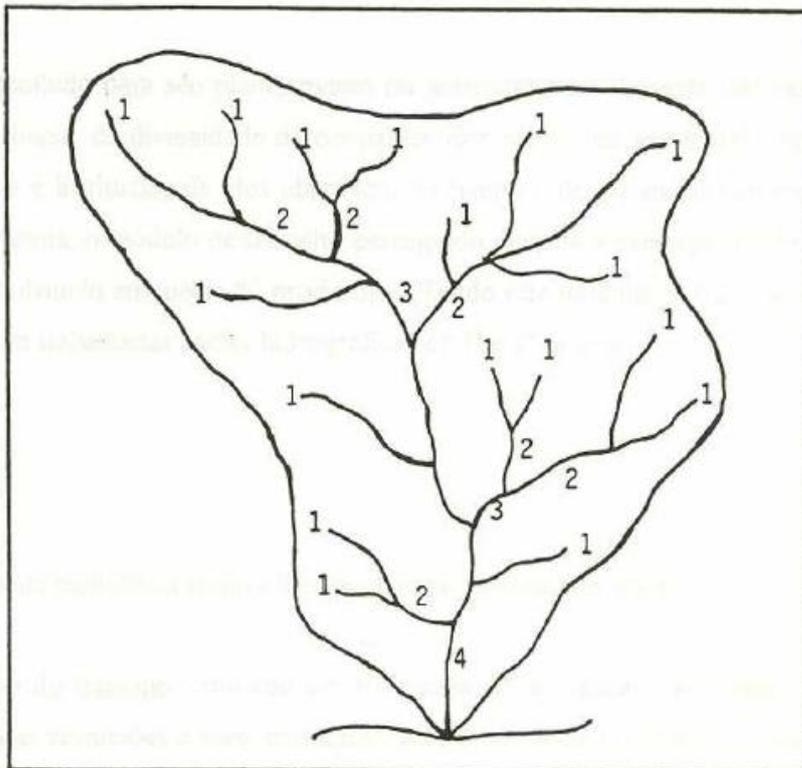
[...] é uma unidade natural de planejamento agrícola e ambiental, adequada à implantação de novos padrões de desenvolvimento rural, que representa uma etapa no processo de aproximações sucessivas rumo ao ideal de um desenvolvimento rural sustentável.

Segundo Argento (1996, p.269) uma bacia hidrográfica é o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, cuja delimitação é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno.

Assim, as bacias designam uma área da superfície que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum. Em relação à sua magnitude, o conceito de bacia pode ser empregado tanto para a bacia de um rio de grande porte como o Amazonas, como para pequenas bacias (MBH) que drenam para a cabeça de um pequeno canal erosivo, ou eixo de um fundo de vale. As bacias e a microbacia hidrográfica conduzem as águas pluviais que foram precipitadas sob a forma de chuvas e das fluviais que percorrem a superfície terrestre (OLIVEIRA, 2004).

As bacias hidrográficas do Paraná obtiveram uma classificação obedecendo a uma hierarquia de importância e assim foram classificadas segundo a ordem: primeira, segunda e terceira. As Bacias Hidrográficas de Primeira Ordem são compostas por canais que não possuem afluentes, aqueles ligados diretamente às nascentes. As de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, só recebem afluentes de primeira ordem, e as de terceira ordem que surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de ordenação inferior ou de primeira ordem e segunda ordem, e assim sucessivamente em conformidade com a figura 1.

FIGURA 1: HIERARQUIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS



Fonte: (DEMATTÊ; DEMÉTRIO, 1995).

Coelho Netto (1994) destaca que a água é um elemento de grande importância na composição do modelado terrestre, sendo responsável pela interação de todos os elementos do seu ambiente de drenagem. A água possui um equilíbrio harmonioso no ecossistema que foi ao decorrer do tempo, profundamente abaiado pelas intervenções humanas e crescimento das necessidades. Essa intervenção torna-se ainda mais problemática com o despejo de efluentes industriais altamente contaminados, o desmatamento e inadequada gestão dos solos, provocando erosão e assoreamento e, conseqüentemente, alteração no ciclo hidrológico causando secas e enchentes em períodos alternados.

Á bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial (COELHO NETTO, 1994), sendo influenciada pelas relações de entrada e saída de energia, existe uma interdependência de todos os elementos. Além disso, constitui-se em um sistema hierarquicamente organizado, e que podem ser desmembradas em qualquer número de sub-bacias.

Na prática, as microbacias se iniciam na nascente dos pequenos cursos d'água, unindo-se aos outros até se constituírem em bacias hidrográficas de um rio de grande porte. É a unidade que melhor se ajusta ao objetivo de planejamento, pois engloba todas as modificações que venham a sofrer os recursos naturais. Seu uso como unidade de planejamento se justifica plenamente por estar fisicamente bem caracterizada e porque não há área qualquer da terra, por menor que seja que não se integre a uma microbacia. Portanto, ela é uma unidade lógica de planificação por que obriga explicitamente, a reconhecer que o desenvolvimento baseado sobre o solo depende da integração de todas as atividades que ocorrem nesta. As terras altas e baixas da microbacia estão fisicamente ligadas pelo ciclo da água e o ciclo dos recursos naturais ou equilíbrio ecológico. As mudanças de qualidade e quantidade das águas dos rios são reflexos das alterações antrópicas na microbacia (OLIVEIRA, 2004).

## 1.7 VEGETAÇÃO

As ações antrópicas podem e quase sempre se fazem expressivas na alteração desta vegetação original quando o espaço se destina a produção de matérias primas e alimentos. Ainda assim a apresentação geográfica da área de estudo segue a normalização do conhecimento e desta forma se faz necessário e importante, o reconhecimento da cobertura original, mesmo que essa se encontre no presente bastante alterada.

Como se vê em Maack (2002), a cobertura vegetal do Estado do Paraná, em 1930, constava das seguintes formações florísticas: Mata Pluvial Tropical-Subtropical - 94.044 km<sup>2</sup>; Mata de Araucária nos planaltos e Subtropical acima de 500 m - 73.780 km<sup>2</sup>; Campos Limpos e Campos Cerrados - 30.532 km<sup>2</sup>; vegetação das várzeas e pântanos - 1.761 km<sup>2</sup>; vegetação das praias, ilhas, restinga e das regiões altas da serra - 529 km<sup>2</sup>; área das baías com faixas de mangue – 557 km<sup>2</sup> ; totalizando 201.203 Km<sup>2</sup>.

Ainda assim, na microbacia do ribeirão Quati, a vegetação natural predominante era representada pela mata pluvial tropical, com a presença de espécies como: Palmito, Cedro, Pau D'Alho, Peroba, Cedro Vermelho, Cedro Rosa,

Jacarandá, entre outros. No entanto esta cobertura vegetal foi desmatada em função do aproveitamento econômico do solo, restando hoje apenas alguns resquícios.

## 1.8 A DEGRADAÇÃO

O processo de erosão passa por três fases distintas: o destacamento das partículas do solo, o transporte pelas enxurradas e a sedimentação, em fundos de vale ou leitos dos rios. O uso de máquinas e implementos causa dois efeitos nos solos: A desagregação das partículas - arado -, deixando o solo sem cobertura, solto e sem estrutura na camada superficial; A compactação, nas camadas inferiores, reduzindo a infiltração das águas (MAACK, 2002).

Nessas condições, as gotas das chuvas soltam as partículas, que, posteriormente são facilmente transportadas e em grande quantidade. Além disso, a redução da infiltração significa o aumento da quantidade de água que escoar na superfície, produzindo maior volume de enxurrada. A enxurrada transporta as partículas e pelo caminho origina sulcos que vão aumentando a cada chuva, podendo se transformar em voçorocas.

Quando as águas carregadas de partículas encontram menor declividade, reduzem a velocidade, possibilitando a sedimentação das partículas. Juntamente com esse material vão os fertilizantes e agrotóxicos que ficaram aderidos a ele, portanto, a água além de partículas sólidas, também transporta outros tipos de sedimentos solubilizados. Esses sedimentos acumulam-se nos leitos dos rios e nos fundos de vale, alteram o ecossistema das margens, causando prejuízos a fauna e a flora – daí a importância das matas ciliares: a conservação do entorno dos rios e da biodiversidade (MAACK, 2002).

Quando partículas se acumulam no leito dos rios reduzem sua capacidade de escoamento, resultando no extravasamento das águas, em eventos que em condições naturais não ocorreriam. Com a erosão, as partículas mais finas, argilas, ficam em suspensão nas águas correntes, aumenta sua turbidez, o que resulta na menor penetração de luz solar e na redução da produção primária – algas fotossintéticas – da cadeia alimentar, ficando prejudicada a produção de todas as formas de vida aquática. Hoje, muitas áreas agrícolas foram terraceadas devido às

práticas conservacionistas tais como: sistema de plantio direto, a adubação verde, o plantio em nível, e muitas outras formas de conservação do solo e da água (STIPP, 2000).

Tendo em vista as características geo-pedológicas dos solos paranaenses, principalmente aqueles com alta quantidade de areia, problemas de uso indiscriminado dos mesmos se fizeram sentir. Assim, conseqüências graves foram sentidas nas regiões do Arenito Caiuá, altamente susceptível a erosão, em suas diversas formas (STIPP, 2000).

Também nos solos de base geológica basáltica, observam-se agressões violentas e irracionais, dadas as características de alta fertilidade natural, que condicionaram os produtores rurais e instituições do setor a desconsiderarem a preservação e/ou conservação dos solos, como fator básico de produção agrícola (STIPP, 2000).

Sobre a poluição dos rios é importante ressaltar o processo de eutrofização das águas, que se dá pelo lançamento de dejetos e resíduos industriais, esgotos domésticos, etc., pois são constituídos essencialmente de matéria orgânica, que, quando dispostos em um rio, fazem aumentar assustadoramente o número de fungos e bactérias existentes no rio, e que consomem oxigênio, a tal ponto que este oxigênio passa a ser consumido em maior quantidade que o fornecimento, seja pelo ar atmosférico através da superfície líquida – trocas gasosas –, através da atividade fotossintética de algas ou outros – a figura 2 mostra um dos pontos da nascente do Ribeirão Quati onde são lançados resíduos doméstico, servindo como exemplo de eutrofização. E é neste ponto que se infere um conceito muito importante para a poluição: a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que é uma medida de quantidade de oxigênio consumida por microorganismos até ocorrer a completa oxidação biológica (decomposição) dos detritos orgânicos. Este conceito permite-nos calcular a carga poluidora de um rio.

FIGURA 2: PONTO DE NASCENTE DO RIBEIRÃO QUATI, NAS PROXIMIDADES DA BRATAC. LOCAL É DESTINO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS.



Foto: PEREIRA, Leandro R., 2009.

Outra questão que implica na eutrofização, é a turbidez da água, que o esgoto faz, impedindo a penetração dos raios luminosos indispensáveis a realização da fotossíntese. Quando todo o oxigênio se extingue no ambiente, as bactérias aeróbicas extinguem-se dando lugar às bactérias anaeróbicas, que realizam trabalhos na ausência de oxigênio.

Sobre a poluição das águas todos os seres vivos têm como característica, relações com outros organismos, indispensáveis à sua manutenção. Essa relação de dependência ocorre com espécies animais e vegetais. Portanto, o meio ambiente é o conjunto de fatores químicos, físicos e biológicos indispensáveis à vida destas espécies (BRANCO, 1988, p.08).

Branco (1988, p21), destaca que os ecossistemas possuem um equilíbrio próprio capaz de suportar variações naturais ou cíclicas no ambiente, mas esse equilíbrio pode desaparecer totalmente com a interferência contínua e desordenada do ser humano, através de grandes desmatamentos, poluições industriais, extinção de espécies animais e vegetais em grande escala, dentre outros.

Segundo Branco (1993, p.12) “dos 2,3% de água doce, a maior parte, ou seja, 31 trilhões de toneladas encontram-se retida no solo e no subsolo; cerca de 130 trilhões de toneladas constituem os lagos e pântanos e o restante acha-se distribuído na atmosfera e nos rios”.

Responsável, em grande parte, pela estabilidade da temperatura no planeta, a água tem a capacidade de armazenar o calor e manter sua temperatura por longos períodos, chamado por Branco (1993, p.13) de “calor específico”. Outra característica da água é a capacidade de absorver calor na transposição de um estado para outro, ajudando também na estabilidade do clima.

A água apresenta-se em três estados: sólido, líquido e gasoso e suas moléculas ligam-se facilmente, bem como dissolve diversas outras substâncias, devido às pontes de hidrogênio. De acordo com Branco (1993, p.40), mesmo as águas que não foram alteradas pelo contato com o homem podem ser sulfurosas, carbonatadas, magnesianas, etc., já na sua origem.

Como simples componente físico da natureza, a água, além de manter a umidade atmosférica, a relativa estabilidade do clima na Terra, da beleza cênica de algumas paisagens, constitui-se, também, no elemento dotado de energia potencial, que pode ser utilizado na movimentação de turbinas e outros equipamentos mecânicos. Ela representa também o meio líquido natural sobre o qual se desenvolve a navegação.

Ainda no que se refere ao componente físico da natureza, a água possui capacidade de dissolver, dispersar e transportar substâncias, constituindo-se no veículo natural de resíduos e despejos líquidos de toda espécie, transportador de sedimentos e, por conseguinte, o principal uniformizador da topografia terrestre (BRANCO, 1993, p. 41).

Neste aspecto, Branco (1993, p44) esclarece que a água serve também como ambiente de suporte à vida aquática. A maior parte dos seres vivos, nela existentes, necessita de oxigênio livre, dissolvido na água, para sua respiração.

E, finalmente, como fator indispensável à vida dos seres terrestres, a água é utilizada na irrigação dos solos, para o consumo de animais e no abastecimento das cidades; seja para consumo das pessoas ou atividades que necessitam da mesma (BRANCO, 1993, p.41).

Segundo Branco (1993, p.22) a água existente na natureza é sempre uma mistura de quase todos os elementos encontrados na superfície do globo terrestre, sendo um dos principais elementos na formação do relevo terrestre, a partir da participação nos processos de intemperismo das rochas e erosão.

No entanto, após receberem todos os tipos de cargas de efluentes provenientes de indústrias, esgotos domésticos e despejos da atividade agro-pastoril, os corpos d'água tornam-se seriamente comprometidos quanto à sua qualidade.

De acordo com Branco (1988, p.55), os agrotóxicos também são responsáveis, na maioria das vezes, pelo desequilíbrio do ecossistema, por um lado, exterminando as pragas da lavoura e seus predadores naturais; por outro, contaminando o solo, as plantas e os rios, através do transporte pela chuva. O uso indiscriminado de inseticidas não biodegradáveis ou recalcitrantes, como os organoclorados, os DDT e o BHC, além de provocarem as contaminações já citadas, concentram-se ao longo das cadeias de alimentação.

Assim, como ocorre nas florestas, o ecossistema marinho ou de águas doces, depende de uma relação equilibrada das espécies com o meio físico, representada principalmente por fluxos de matéria (carbono, nitrogênio, fósforo, etc.) e energia luz solar (fotossíntese) (BRANCO, 1993, p. 34).

De acordo com Branco (1988, p.32), o ciclo hidrológico é um ecossistema de reciclagem permanente da água. Esta reciclagem é realizada através da evaporação dos oceanos, rios e lagos e evapotranspiração das plantas que, formando massas úmidas na atmosfera, precipitam-se sobre as terras e mares iniciando novamente o processo. A água, ao precipitar, percorre caminhos diferentes: uma parte é responsável pela formação dos lençóis freáticos ou lençóis subterrâneos, formados através da infiltração da água no solo, preenchendo os espaços vazios entre os grãos de areia ou argila; outra parte escorre sobre o solo, chamado escoamento superficial e, uma terceira parte é evaporada imediatamente, retornando à atmosfera.

Branco (1988, p.34) esclarece ainda que alguns fatores contribuem para um melhor equilíbrio deste ciclo. Por exemplo, a cobertura vegetal protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, ajudando no controle da erosão. O húmus, formado

pela decomposição de folhas, frutos, galhos e sementes, ajuda na agregação de partículas do solo, tornando-as maiores e, portanto, mais permeáveis à infiltração da água. Por fim, a cobertura vegetal é responsável pela transpiração que devolve à atmosfera, parte da água que será infiltrada no solo e absorvida pelas raízes. O tipo de solo também é responsável pela maior ou menor absorção da água. Quanto mais permeável o solo maior a infiltração.

Segundo Branco (1988, p.34) “à soma da transpiração e da evaporação direta do solo, superfície dos rios e lagos dá-se o nome evapotranspiração, que corresponde a parcela total de água restituída à atmosfera diretamente pela área que recebeu a chuva”.

## 1.9 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA

A autodepuração dos rios é o processo de oxidação dos compostos orgânicos que propiciam a redução da poluição nos rios. De acordo com Branco (1993, p59) “esses compostos orgânicos são ávidos por oxigênio, isto é, são compostos redutores e, portanto, instáveis em presença de oxigênio, tendendo a estabilizar-se à medida que vão sendo oxidados”.

Com a diminuição ou interrupção de cargas poluidoras orgânicas, a oxigenação, através do ar, e a fotossíntese, através da penetração da luz solar, promoverão a recomposição do curso d’água. Portanto, a depuração também auxilia na queda dos índices de coliformes fecais, mas não é eficiente quanto às substâncias orgânicas sintéticas, sendo que as mesmas tendem a diminuir por diluição nas águas ou precipitar-se no lodo dos rios. Essas substâncias não são biodegradáveis e provêm de determinados tipos de indústrias e de compostos agrícolas como herbicidas, inseticidas, etc. Outra característica destas substâncias tóxicas é a capacidade de acumular-se progressivamente, em termos de concentração, no interior das células dos organismos vivos (BRANCO, 1993, p. 50).

Branco (1993, p.54) esclarece que a estabilização dos esgotos pode ocorrer através de processo aeróbio, quando as reações de oxidação acontecem em

presença de oxigênio livre no ambiente, ou anaeróbio quando estas reações acontecem sem a presença de oxigênio.

Para verificar a qualidade de determinado curso d'água ou efluentes, utilizam-se parâmetros bacteriológicos, físicos e químicos. Serão descritos a seguir alguns destes parâmetros mais utilizados.

### 1.9.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁGUA

As características físicas da água podem ser caracterizadas por: sólidos totais, cor, turbidez, temperatura e odor.

#### a) Sólidos totais (ST)

De acordo com Braile e Cavalcanti (1979, p. 06), são caracterizados como o resíduo resultante após a evaporação à temperatura de 103°C a 105°C. Derísio (1992, p.53) argumenta que normalmente, este parâmetro é utilizado para verificação do índice de qualidade das águas para abastecimento público, o que implica em uma tolerância de 500 mg/l para a água bruta.

Segundo Braile e Cavalcanti (1979, p.08) A cor é provocada por corantes orgânicos e inorgânicos.

#### b) Turbidez (TUR)

É causada pela presença de partículas de argila, silte, organismos microscópicos e outros, em suspensão. A erosão pode ser a causa natural da turbidez em águas correntes, enquanto os despejos domésticos e industriais figuram entre as causas artificiais. Um dos principais fatores que afetam as águas (fauna e flora) com esta característica é a redução da penetração de luz. A eficiência de desinfecção deste tipo de água sofre diminuição e encarecimento no processo de tratamento (DERÍSIO, 1992, p.52).

#### c) Temperatura

A alteração na temperatura causa sérios efeitos negativos na vida aquática. O lançamento de despejos industriais aquecidos causa danos ou até alta taxa de mortalidade na vida aquática. Além disso, o aumento na temperatura pode causar o

florescimento de fungos e plantas aquáticas indesejáveis, diminui a concentração de oxigênio e ainda diminui a possibilidade desse líquido reter os gases (DERÍSIO, 1992, p.48).

Braile e Cavalcanti (1979, p.07) destaca que a água a 0°C contém uma concentração de 4mg/l de oxigênio; a 20°C 9 mg/l, a 35°C menos que 7 mg/l. A elevação da temperatura também produz estimulação das atividades biológicas, resultando em consumo de oxigênio, justamente na ocasião em que a água passa a conter menos este elemento.

#### d) Odor

De acordo com Braile e Cavalcanti (1979, p.08) os odores são provocados por gases produzidos pela decomposição da matéria orgânica. São produzidos, também, por contaminantes como o fenol, mercaptana, substâncias tanantes, etc.

### 1.9.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA

De acordo com Braile e Cavalcanti (1979, p.08):

Os compostos orgânicos são normalmente constituídos de uma combinação de carbono, hidrogênio e oxigênio e, em alguns casos, nitrogênio (...). A presença desta substâncias vem complicando o tratamento de esgotos, devido às fracas possibilidades de serem decompostas biologicamente.

#### a) Fósforo Total (PT)

Normalmente apresenta-se em águas que tenham recebido despejos orgânicos, provenientes de esgoto doméstico ou fosfatos inorgânicos, provenientes do solo (RAMON, 1987, p.05).

#### b) Nitrogênio Total (NT)

Segundo Ramon (1987, p.05), em águas recentemente poluídas, o nitrogênio se apresenta sob a forma de nitrogênio orgânico e amônia. Com o passar do tempo, o nitrogênio orgânico é gradativamente convertido para o nitrogênio amoniacal e posteriormente em presença de condições aeróbias, se transformando em nitritos e nitratos.

c) Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

É utilizada para verificação do grau de poluição causada por matéria orgânica, sejam efluentes industriais ou esgotos domésticos.

Segundo Braile e Cavalcanti (1979, p.09), a DBO é empregada na determinação da quantidade de oxigênio necessária para que bactérias possam efetuar a oxidação bioquímica da matéria orgânica. No caso da DBO é necessário realizar o teste em temperatura constante de 20°C e por um período de 5 dias afim de que no final, possam ser medidos a quantidade de oxigênio dissolvido e calculada a DBO.

As principais alterações no pH são provocadas por efluentes industriais.

De acordo com Derísio (1992, p.48) a faixa de variação de pH é de 0 a 14, sendo 7,0 o valor considerado como neutro. Quando o pH é menor que 7,0, consideramos pH ácido e quando é maior que 7,0 temos o pH básico. Portanto, a água pode apresentar um caráter ácido, alcalino, ou neutro.

Ramon (1987, p.04) ressalta ainda que pH não é medida de pureza da água.

d) Oxigênio Dissolvido (OD)

Esse parâmetro é um dos mais importantes na demonstração da qualidade da água. O oxigênio é de fundamental importância para a vida de todos os seres aquáticos aeróbios. O ar atmosférico, a fotossíntese e os aeradores com insufladores de ar introduzem o oxigênio na água e diversos fatores podem ocorrer para que esta quantidade mantenha-se regulada, tais como: solubilidade do gás, pressão parcial do gás na atmosfera, temperatura, salinidade, sólidos em suspensão, etc. (BRAILE e CAVALCANTI, 1979, p.11).

Segundo Derísio (1992, p.49) o teor de oxigênio na água varia principalmente com a temperatura e com a altitude, enquanto Gomes (1975, p.2) destaca que a solubilidade do oxigênio na água tem a ação de quatro fatores principais: 1º - Concentração de oxigênio na atmosfera; 2º - Temperatura da água; 3º - Pressão da atmosfera em contato com a superfície da água (função da altitude); 4º - Concentração de minerais dissolvidos (e também de compostos orgânicos).

De acordo com Derísio (1992, p.49), a redução das concentrações de OD é causada por despejos de origem orgânica, sejam eles industriais ou domésticos.

Segundo Branco (1993, p.49), qualquer rio ao nível do mar possui, a 20°C de temperatura, não mais que nove miligramas de oxigênio dissolvido, e a cada um litro de esgoto, lançado a um rio ou ao mar, consome de 300 a 400 miligramas de oxigênio deste.

#### e) Demanda Química de Oxigênio (DQO)

É um indicador de matéria orgânica, utilizado em águas residuárias e/ou naturais. A DQO difere-se da DBO, pois enquanto a última têm uma oxidação através das bactérias, na primeira, a oxidação acontece em meio ácido (BRAILE e CAVALCANTI, 1979, p. 10).

De acordo com Derísio (1992, p49), o aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

#### f) Metais pesados

Segundo Derísio (1992, p.49), os metais ocorrem nos corpos d'água devido a despejos decorrentes principalmente de processos industriais na forma de substâncias químicas orgânicas e/ou inorgânicas.

Existem diversos metais utilizados como indicadores da qualidade das águas, tais como: Cádmio, Cromo, Cobre, Chumbo, Mercúrio, Zinco, etc. Dentre estes, serão destacados o Zinco e o Chumbo, que são, via de regra, os mais utilizados no processo industrial.

- Chumbo: o Chumbo tem poder cumulativo no organismo de homens e animais. Apesar de existir pequenas parcelas de chumbo nas águas naturais, os despejos de origem industrial são os grandes responsáveis pelos problemas gerados por este tipo de contaminação (DERÍSIO, 1992, p. 50).
- Zinco: assim como o Chumbo, o Zinco ocorre em águas naturais e os principais problemas de contaminação por este elemento são decorrentes de despejos de origem industrial, que aumentam a concentração de Oxigênio e dureza da água (DERÍSIO, 1992, p. 51).

Segundo Fellenberg (1980, p.94):

[...] os metais pesados reduzem a capacidade autodepurativa das águas, pois também tem ação tóxica sobre os microrganismos responsáveis por essa regeneração, através da decomposição dos materiais orgânicos. A

conseqüência é uma redução drástica da DBO com igual grau de eutrofização.

Os metais pesados têm como característica peculiar concentrar-se nos sedimentos dos rios e lagos numa proporção acentuadamente maior que em suas águas. Conseqüentemente, estes metais são liberados quando os sedimentos são removidos, quando são despejados resíduos industriais ácidos na água, quando se esgota a capacidade de adsorção dos sedimentos, ou quando, em águas ácidas, com taxa reduzida de oxigênio, ocorre a acidulação da água por ação do CO<sub>2</sub> liberado (FELLENBERG, 1980, p.94).

Além destas características, os metais pesados podem combinar-se com sedimentos orgânicos ou minerais, ser adsorvidos por sedimentos minerais ou precipitar em presença dos hidróxidos de ferro e manganês (FELLENBERG, 1980, p.94).

### 1.9.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DA ÁGUA

Os microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica são comumente divididos em dois grupos: o primeiro hidrolisa e fermenta compostos orgânicos complexos para ácidos orgânicos simples, o segundo grupo converte os ácidos orgânicos, formados pelo primeiro grupo, em gás metano e gás carbônico. As bactérias responsáveis por esta transformação são estritamente anaeróbias (BRAILE e CAVALCANTI, 1979, p. 19).

A presença de coliformes na água não representa que esta esteja contaminada, mas é o principal indicador de que pode haver a presença de outros seres causadores de doenças. Os coliformes são facilmente identificados na água e estão presentes, em grandes quantidades, nas fezes de animais e seres humanos. Esta investigação pode incluir, além da água, os sedimentos e os organismos aquáticos (DERÍSIO, 1992, p.53).

Os metais pesados têm como característica peculiar concentrar-se nos sedimentos dos rios e lagos numa proporção acentuadamente maior que em suas águas. Conseqüentemente, estes metais são liberados quando os sedimentos são

removidos, quando são despejados resíduos industriais ácidos na água, quando se esgota a capacidade de adsorção dos sedimentos, ou quando, em águas ácidas, com taxa reduzida de oxigênio, ocorre a acidulação da água por ação do CO<sub>2</sub> liberado (FELLENBERG, 1980, p.94).

Além destas características, os metais pesados podem combinar-se com sedimentos orgânicos ou minerais, ser adsorvidos por sedimentos minerais ou precipitar em presença dos hidróxidos de ferro e manganês (FELLENBERG, 1980, p.94).

### 1.10 TIPOS DE POLUIÇÃO

A constante utilização das águas e a introdução de substâncias tóxicas nos ecossistemas aquáticos têm requerido estudos para avaliar e manter a sua qualidade.

A qualidade da água pode ser definida como sendo um conjunto das características, físicas, químicas e biológicas de um certo corpo d'água, cujos critérios de avaliação da qualidade dependem do propósito do uso (PIRES et al, 2001).

Um dos grandes desafios para um programa de monitoramento da qualidade da água é conhecer o funcionamento do ecossistema, organizar um banco de dados sobre a qualidade da água e procurar compreender os fatores que afetam a qualidade regionalmente e nacionalmente (PIRES, 2004).

A qualidade da água é determinada por suas inter-relações com os componentes do meio nas diversas etapas do ciclo hidrológico, sendo também função do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. É comumente expressa em parâmetros físico-químicos, como temperatura, turbidez, pH, concentrações de nitrogênio, fósforo, metais e materiais em suspensão, dentre outros, e microbiológicos, como quantidade de coliformes termotolerantes, protozoários, cianobactérias, helmintos, bactérias, vírus, dentre outros. No entanto, torna-se cada vez mais comum e consensual na comunidade científica a consideração da estrutura geomorfológica dos ambientes superficiais lóticos e lênticos por meio de parâmetros

como relevo, declividade, composição do substrato e estrutura do leito e margens, assim como a biota aquática, em parâmetros que considerem a estrutura e função de suas comunidades. Tais considerações justificam-se devido à interdependência dos fatores sumariados, que condicionam o estado e a existência uns dos outros, em ambientes definidos como ecossistemas (REBOUÇAS et. al., 2002).

Apesar das diversas conceituações existentes para o termo ecossistema, destaca-se a definição dada por Odum (1988, p.9):

[...] qualquer unidade (biossistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não-vivas da natureza que inclui organismos vivos e substâncias não vivas, que interagem para produzir uma troca de materiais entre as partes vivas e não vivas.

Ecossistemas constituem-se por elementos abióticos fundamentais, como água, luz, temperatura, minerais, e bióticos, abrangendo grupos definidos em níveis tróficos específicos. A estrutura e funcionalidade dos ecossistemas são analisadas quando da avaliação de seu estado, que pode se situar no espectro da condição prístina a altamente degradada. Apesar das dificuldades em se encontrar ecossistemas em estado prístino, ou seja, de não distúrbio, devido à ampla incidência dos impactos ambientais advindos de ações antrópicas, definem-se ambientes mais próximos às condições naturais como ecologicamente íntegros, ou seja, que tenham necessidade mínima de suporte externo, com capacidade de manter uma comunidade adaptativa e balanceada que seja relativamente similar à biocenose natural de uma área respectiva (ANGERMEIR e KAR, 1994).

Por outro lado, ambientes degradados e distantes em diversos graus das condições de pré-distúrbio são estabelecidos em razão de sua incapacidade de auto-organização em termos estruturais e funcionais, que os torna mais suscetíveis a impactos e impossibilita seu processo sucessional (NASCIMENTO, 1998).

Ecossistemas possuem características que definem sua capacidade de reagir aos impactos ambientais, estando estabelecidas nos conceitos de resistência e resiliência. Segundo Holling (1973), resistência é a capacidade de o sistema absorver ou dissipar a perturbação, enquanto que resiliência é definida como a

velocidade na qual o sistema pode retornar ao estado de pré-perturbação após um distúrbio.

Sistemas resilientes podem ser facilmente alterados, não sendo necessariamente muito resistentes, mas possuem uma capacidade maior de retornar à condição inicial, e têm como características: elasticidade, ou seja, o tempo requerido para a restauração do sistema ao estado de pré-distúrbio; amplitude, definida como a intensidade da modificação do estado inicial e de seu retorno ao mesmo, e maleabilidade, a intensidade na qual o novo estado de equilíbrio estabelecido após a recuperação do sistema difere do estado inicial (WESTMAN, 1985). A capacidade de resiliência e resistência a impactos estão diretamente relacionada ao grau de integridade dos sistemas ecológicos, daí a necessidade de se conhecer as dinâmicas dos ecossistemas terrestres e aquáticos e de considerar a busca por sua manutenção ou recuperação como um dos objetivos últimos da gestão ambiental e de recursos hídricos.

Nos sistemas hídricos, os impactos ambientais podem ser causados por poluição química e orgânica, a destruição de habitats e o uso compulsivo que supere a recarga das reservas superficiais e subterrâneas, ocasionando a desorganização estrutural e funcional da biota aquática e a perda hídrica em termos qualitativos e quantitativos.

De acordo com Branco (1993, p.40), “podemos considerar os recursos hídricos sob três aspectos distintos, em função de sua utilidade: como elemento ou componente físico da natureza; como ambiente para a vida: o ambiente aquático; e como fator indispensável à manutenção da vida terrestre”.

Existem dois tipos de contaminação da água responsáveis pela morte dos peixes e outros seres vivos, bem como pela transmissão de doenças. O primeiro refere-se aos compostos tóxicos ou patogênicos, o outro se refere à perda de oxigênio da água. Essa perda de oxigênio se processa através de microorganismos compositores que, ao realizar a decomposição de alimentos orgânicos, multiplicam-se muito rápido e acabam por consumir, através da respiração, todo o oxigênio dissolvido na água. Esses compostos orgânicos são encontrados principalmente nos esgotos domésticos e efluentes de determinadas indústrias (BRANCO, 1993, p. 47).

Branco (1993, p.50) argumenta ainda que com a redução do oxigênio na água, todos os seres que respiram oxigênio morrem (inclusive os decompositores aeróbios) e, em seu lugar, surgem os decompositores aeróbios facultativos (adaptados) e os anaeróbios, que continuam o processo, agora sem a presença de oxigênio, através da fermentação, gerando metano, gás sulfídrico, dentre outros, caracterizados pelo forte cheiro e aspecto desagradável.

Para Fellenberg (1980, p.71), distinguem-se 3 grupos de águas poluídas: a) águas residuárias urbanas; b) águas residuárias de origem agropecuária; e c) águas residuárias industriais.

Com relação à localização dos lançamentos, a poluição hídrica pode ser pontual, quando seus agentes atingem o corpo de água de forma concentrada no espaço, ou difusa, quando os poluentes encontram-se distribuídos no decorrer de sua extensão (VON SPERLING, 1995).

Já em escala temporal, a poluição pode ser crônica, quando as descargas são realizadas de forma contínua, ou episódica e intermitente, quando não podem ser previstas no espaço e no tempo (MASON, 1996).

De acordo com a natureza dos poluentes e os efeitos que provocam no meio, a poluição pode ser tóxica, quando derivada de materiais inorgânicos, como metais ou orgânica. Os danos dos poluentes tóxicos nas comunidades aquáticas decorrem de sua concentração, podendo ser agudos, quando sentidos rapidamente, provocando danos irreversíveis e até mesmo fatais, ou crônicos, quando da longa exposição dos organismos a doses baixas, podendo também causar danos irreversíveis (MASON, 1996).

Na presença de vários tipos de poluentes, sua ação pode se dar de forma sinérgica, quando combinada, ou antagônica, quando há interferência recíproca. Quando introduzidos nos corpos de água, tais poluentes podem ocasionar modificações na estrutura das comunidades aquáticas, geralmente ocasionando elevados níveis de mortalidade sobre indivíduos mais suscetíveis e a manutenção das espécies mais tolerantes, ou até mesmo alterando-lhes fisiologicamente de forma a diminuir sua capacidade reprodutiva (MASON, 1996).

De forma geral, há uma redução na biodiversidade dos ecossistemas e na complexidade das relações neles existentes, tornando-os menos resilientes e

resistentes a impactos. As atividades mineradoras, agrícolas e industriais são as maiores contribuintes para a toxicidade aquática (MASON, 1996; TUNDISI, 2003).

A poluição orgânica ocorre quando a matéria orgânica em excesso é introduzida nos corpos de água, de forma a ultrapassar sua capacidade natural de assimilação, ocasionando um fenômeno conhecido como eutrofização, ou fornecendo substrato para a sobrevivência de organismos patogênicos. A descarga de efluentes orgânicos agrícolas, industriais ou domésticos libera elevadas quantidades de nitrogênio e fósforo nos meios receptores, elementos limitantes ao crescimento de organismos produtores. Assim, há a súbita proliferação destes, notadamente das cianobactérias (muitas das quais liberam toxinas no meio) e plantas aquáticas superiores, e um aumento na demanda por oxigênio dissolvido requerido para sua decomposição. Desta forma, o corpo hídrico entra em um estado de depleção de oxigênio, impossibilitando a permanência dos organismos mais sensíveis e, em razão disto, reduzindo a diversidade de espécies que anteriormente existiam, encontrando-se eutrofizado (TUNDISI, 2003).

Dependendo da quantidade de material em suspensão, a própria atividade fotossintética dos produtores pode ser seriamente prejudicada em função da diminuição na penetração da luz no meio aquático, acelerando o processo (TUNDISI, 2003).

Além de serem fonte de nutrientes, os poluentes orgânicos podem se estabelecer como abrigo ou alimento para o desenvolvimento de diversos tipos de microorganismos, muitos dos quais de ação patogênica para o ser humano, provocando a disseminação de doenças. No caso de efluentes de origem doméstica, como esgotos e resíduos sólidos e do escoamento superficial urbano e rural (notadamente em locais de atividade agropecuária), há a liberação de elevadas quantidades de patógenos, sobretudo de coliformes fecais, vírus e vermes. Calcula-se que, em todo o mundo, faleçam por volta de 25 milhões de pessoas ao ano vítimas de doenças de veiculação hídrica (MASON, 1996), enquanto outras milhões padecem destas enfermidades, trazendo juntamente aos problemas de saúde pública, uma diminuição da produtividade nos países mais frágeis, em razão da perda de dias de trabalho (ONU-WCED, 1987).

Podem-se classificar as doenças hídricas em quatro grupos: doenças diretamente veiculadas pela água; doenças cujos vetores se relacionam com a água;

doenças cuja origem está na água (organismos que passam parte do ciclo vital na água (ex: *Schistosoma mansoni*); e doenças relacionadas com a falta ou mau uso da água (hábitos higiênicos inadequados, ocasionados também por situações de escassez) (MASON, 1996).

O desenvolvimento das doenças hídricas pode ter efeitos imediatos, como no caso do contato com patógenos, ou de ação cumulativa de efeitos a longo prazo, quando da ingestão de substâncias tóxicas, resultando em alterações nas funções fisiológicas dos seres vivos, mutagenicidade e teratogenicidade.

A poluição hídrica possui características distintas quanto à composição, formas de lançamentos e alcance, sobretudo à saúde humana, entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Os primeiros, pioneiros no desenvolvimento de sistemas de gestão hídrica bem estruturados institucional e financeiramente e de tecnologias de controle de fontes pontuais, tanto de origem doméstica quanto industrial, realizaram com sucesso o controle da poluição orgânica doméstica e, com variações, vêm buscando a diminuição e mitigação dos poluentes industriais, que é ainda um de seus maiores problemas. O principal desafio atualmente nestes países se dá em relação às fontes difusas, tanto agrícolas quanto urbanas, maiores responsáveis pela degradação da qualidade hídrica. Enquanto isto, no mundo subdesenvolvido, o problema das cargas orgânicas domésticas urbanas e rurais difusas é o seu desafio mais urgente, principalmente em razão das milhares de pessoas atingidas pelas doenças hídricas, sendo dificultada pela inabilidade institucional e insuficiência financeira que os marcam (MASON, 1996).

A tais questões, soma-se o rápido e crescente desenvolvimento industrial e a expansão das terras agrícolas, acompanhadas de práticas intensivas de cultivo, tornando cada vez mais grave o lançamento de substâncias tóxicas nos ecossistemas aquáticos.

As alterações provocadas na estrutura física dos corpos de água, contribuem significativamente para a destruição de habitats aquáticos e as conseqüentes perdas de bens e serviços oferecidos por estes ecossistemas, podendo ser ocasionadas pela construção de reservatórios, canais, diques, obras de transposição e drenagem, impermeabilização do solo, dentre outros, ocasionando a fragmentação de ecossistemas e a alteração do fluxo hídrico (MASON, 1996).

A urbanização ocasiona impactos significativos sobre a recarga de aquíferos e lençóis freáticos. À medida que a bacia hidrográfica tem sua superfície impermeabilizada, sua vegetação nativa retirada e seu solo compactado, há perda da capacidade natural de infiltração de água no solo. Desta forma, as águas subterrâneas têm seu volume reduzido, fenômeno que é intensificado pela superexploração destas reservas para o suprimento hídrico da população urbana. Um fator decorrente nesta redução é a diminuição do fluxo basal dos rios que, nos períodos secos, não são mais realimentados da mesma forma que nas situações de pré-desenvolvimento. Esta diminuição proporciona impactos agravantes, dada a necessidade de volumes adequados de fluxo para a manutenção de habitats e organismos, diluição de poluentes descarregados nas águas receptoras, abastecimento e demais usos antrópicos da água. Outros impactos advindos da urbanização são a alteração dos processos de absorção e infiltração hídrica, com diminuição da recarga de aquíferos e aumento drástico nas vazões de cheias; diminuição da entrada de nutrientes no canal, afetando, sobretudo os sistemas lóticos, quando retirada a mata ciliar. Além disto, águas receptoras urbanas sofrem freqüentes abalos em suas temperaturas devido à lavagem, pelo escoamento, de ruas, avenidas, estacionamentos pavimentados e telhados, superfícies eficientes na armazenagem do calor solar, às descargas industriais e à redução do sombreamento proporcionada pela retirada da vegetação ciliar (PERRY; VANDERKLEIN, 1996).

A construção de reservatórios está associada à alteração do fluxo, aumentando o período de retenção hídrica na represa, diminuindo a vazão dos sistemas a jusante; alteração no transporte de nutrientes e sedimentos, aumentando o período de retenção e as trocas em ambientes adjacentes; interferência na migração e reprodução de peixes, além de perdas de serviços ambientais, como recursos pesqueiros, atividades recreativas, pesca, agricultura, transporte, dentre outros (TUNDISI, 2003); alagamento da área de drenagem, com destruição de habitats terrestres e ecótonos e perda de terras das comunidades ribeirinhas.



O município de Londrina localiza-se na região norte paranaense com as seguintes coordenadas geográficas: 23° 09' / 23° 56' latitude sul e 50° 03' / 51° 19' longitude oeste, sendo que suas cotas altimétricas decaem na medida em que se dirige para a vertente esquerda do Rio Tibagi. Essa orientação, de oeste para leste, também contribui para a macro orientação da maioria dos rios do Município, visto que Londrina é muito bem servida quanto à rede de drenagem. A cidade de Londrina se desenvolveu sobre o divisor topográfico das bacias do Ribeirão Lindóia e do Ribeirão Cambé (ORNELAS, 1991).

O município de Londrina encontra-se no terceiro planalto paranaense denominado também de Planalto de Guarapuava, com altitudes mínimas de 370 metros às margens do rio Tibagi e máximas de 880 metros a sudoeste da cidade. Situa-se sobre a formação Serra Geral, agregados aos derrames de lava vulcânica (basalto) ocorridos na Era Mesozóica, no período Jurássico/Cretáceo. (FRANÇA, 1997).

O terceiro planalto é caracterizado por espessos derrames de lavas básicas muito compactas do “trapp” do Paraná, que remontam a era mesozóica, e arenitos eólicos denominados São Bento “intertrapp” (MAACK, 2002). Além delas, há intrusões de rochas diabásicas em diques e diabásios periféricos, de grande importância para o relevo da região que, por influência dos derrames basálticos, apresenta como forma topográfica, predominante, elevações de topo achatado e encostas pouco abruptas e seccionadas pelos cursos d'água, formando espigões. Sua estrutura apresenta uma leve inclinação de leste para oeste em direção ao Rio Paraná. Por outro lado, o relevo desta bacia apresenta um suave declive de oeste para leste (direcionando a drenagem para o Rio Tibagi).

A cidade de Londrina localiza-se entre 23° 14' e 23° 23' latitude Sul e entre 51° 05' e 51° 14' longitude Oeste, possui em média 600m de altitude e é cortada por quatro ribeirões principais: Cambé, Água das Pedras, Quati e Lindóia. A urbanização começou a expandir-se a partir do divisor de águas da bacia hidrográfica do Ribeirão Quati e Ribeirão Cambé e atualmente alcança, além das bacias hidrográficas citadas, as bacias hidrográficas do Ribeirão Jacutinga, Limoeiro e Cafezal. A bacia hidrográfica do Ribeirão Quati localiza-se na transição da área central e porção norte da zona urbana do Município.

O Ribeirão Quati está localizado na zona norte do Município de Londrina, é afluente do Ribeirão Lindóia, que é afluente do Ribeirão Jacutinga que deságua no Rio Tibagi, se apresentando como um Ribeirão de 2ª ordem. A bacia do Ribeirão Quati abrange uma área de 83,4 Km quadrados e seu sistema hidrográfico é formado pelo canal principal, que é o Ribeirão Quati, com 11,2 km, pelo seu afluente, o córrego Bom Retiro, com 1,9 km, e o córrego Ibiá, com 0,3 km, que é afluente deste último. O padrão de drenagem caracteriza-se como sendo dendrítico, e seu canal principal é de 2ª ordem (DEMATTÊ; DEMÉTRIO, 1995).

## 2.2 INDUSTRIALIZAÇÃO EM LONDRINA

A utilização de práticas inadequadas na ocupação e na exploração do solo paranaense, por não considerar os diferentes graus de limitações e a real aptidão dos solos, culminou com o processo erosivo em que a erosão hídrica passou a ser o principal problema ambiental na área agrícola do estado.

O início da colonização de Londrina começou em 1929, quando a Companhia de Terras Norte do Paraná, de capital inglês, adquiriu 515.000 alqueires paulistas, de solos férteis do governo brasileiro e desenvolveu um empreendimento econômico de ocupação através de assentamentos rurais e urbanos, com objetivo de produzir algodão, matéria-prima necessária para as indústrias têxteis inglesas. Com a retomada da produção na Índia, dá-se novo rumo ao empreendimento norte paranaense.

Fundada em 21 de Agosto de 1929 e elevada a categoria de Município em 1934, Londrina sofreu profundas modificações no decorrer de seu crescimento. A CTNP desenvolveu um planejamento global na viabilização dos assentamentos rurais e urbanos, sendo as terras adquiridas, principalmente, por paulistas, mineiros e estrangeiros para o plantio de café, que era o principal produto da pauta de exportações do Brasil e avança do oeste paulista para o Norte do Paraná. Este processo atraiu novos investimentos, os quais enfrentam as diversas crises da economia nacional, acrescidas com as intensas geadas ocorridas, principalmente, na década de 70. Estas crises e geadas vem a ser responsáveis pela mudança do

uso do solo rural, e, sobretudo, pelo êxodo rural e intensa migração para as áreas urbanas (CUNHA, 1996).

Tais mudanças foram responsáveis pela crescente expansão urbana, pela ocupação de espaços impróprios, como fundos de vale e encostas íngremes e pelos problemas de ordem ambiental, tais como: erosão, lixo, desmatamento, contaminação das águas.

A década de 1940 caracteriza-se, no norte do Paraná, por atingir a fase produtiva do café o que propicia o primeiro esboço industrial do Município, com o aumento das oficinas de reparo e o estabelecimento de empresas de beneficiamento de produtos primários. Segundo Cesário (1978, p.38) “Londrina passa a desempenhar o papel de distribuidora da indústria para um novo mercado consumidor”.

Na década de 1950, tem-se o auge da produção cafeeira concomitante ao aumento da população, isto gera demanda de bens industrializados e disponibilidade de capital, o que permite a criação dos grupos Cacique e Cervejaria Londrina, entre outros (CESÁRIO, 1978, p. 39).

Cesário (1978, p.41) destaca ainda que:

[...] a década de 60 foi marcada pelo crescimento industrial e do setor de serviços, com a implantação da Garcia, Anderson Clayton, Braswey, Ultrafertil, dentre outras. Este crescimento deu-se, por um lado, devido ao “boom” cafeeiro, que aliou grandes lucros e permitiu a transferência de parte destes capitais para a área urbana e para o setor industrial e, por outro lado, pelo incentivo governamental por parte do Estado e, na segunda metade da década, ao programa de erradicação do café propiciado pelo GERCA/IBC.

Cesário (1978, p.43) lembra que:

Londrina apresenta um quadro de uma economia que tende a extravasar as suas próprias proporções, pressionada por um mercado consumidor de envergadura, com mão-de-obra disponível e, ainda, a existência de matéria-prima abundante, gerando a necessidade de novas aberturas para a atividade produtiva.

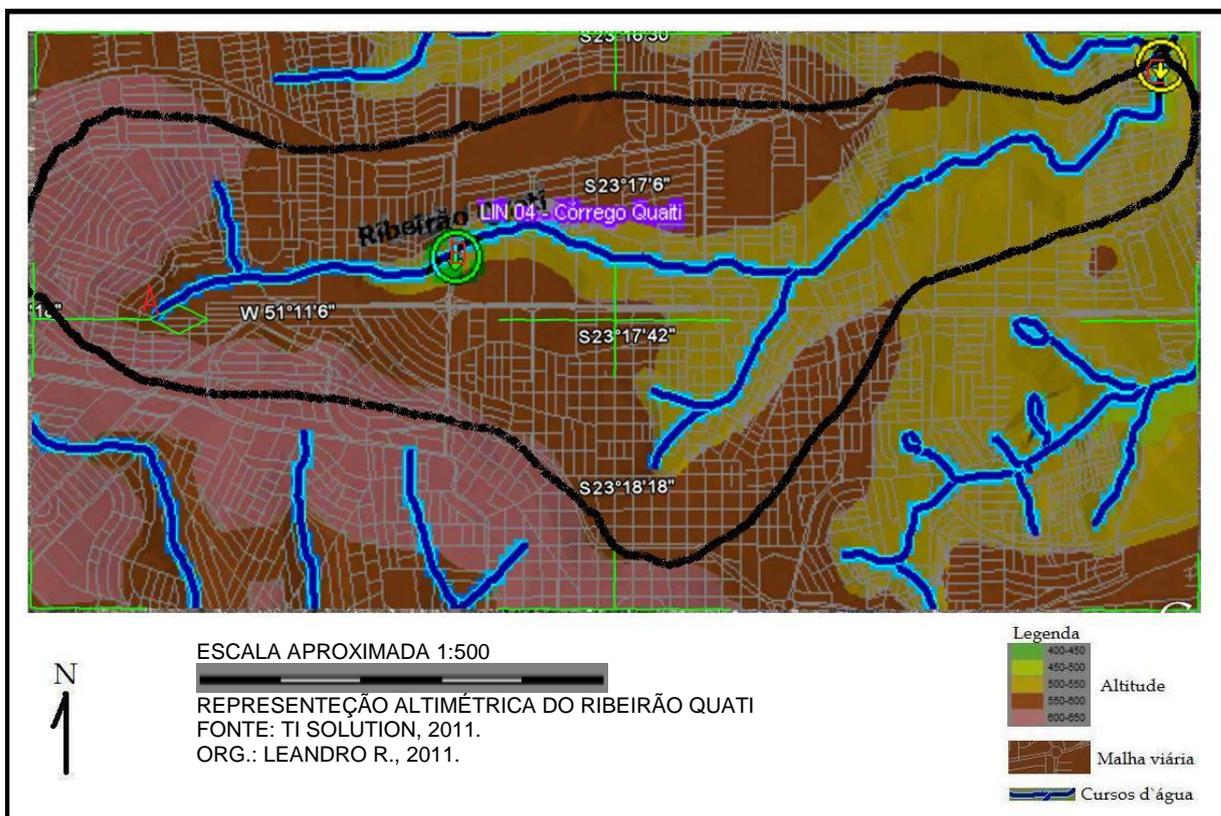
Com este quadro, o Município busca um ordenamento na década de 1970, na esteira do “milagre brasileiro”. Este milagre trazia algumas palavras chaves como: “crescer a qualquer custo”, “indústria é desenvolvimento”, “poluição é crescimento”, “conjuntos habitacionais”, “habitação e mão-de-obra”, etc.

Assim, o Parque das Indústrias Leves, localizado no baixo curso do Ribeirão Quati, surgiu em 1971, como necessidade estrutural do Município. Cesário (1978, p.58) especifica que os empresários receberam alguns incentivos iniciais de infraestrutura, saneamento, terraplanagem, energia elétrica e rede telefônica. Além disso, a aquisição de terreno foi facilitada (desconto de até 70% sobre o valor da área, pagamento do terreno em 6 anos, com até 2 anos de carência, sem juros e sem correção monetária).

### 2.3 A TOPOGRAFIA DA BACIA

Quanto a altimetria, a área apresenta uma diferença de 145 metros, onde o ponto mais baixo, conta menos que 500 m., e o ponto mais alto, mais que 645 m., esta diferença é distribuída de maneira suave, da cabeceira até a confluência com o Ribeirão Lindóia como mostra a figura 4. As porcentagens de declividade de vertente da área foram categorizadas em 5 classes: menor que 5%, de 5 a 10%, de 10 a 20%, de 20 a 50%, e maior que 50% (CUNHA, 1996)..

FIGURA 5: REPRESENTAÇÃO ALTIMÉTRICA DO RIBEIRÃO QUATI.



## 2.4 O CLIMA

Quanto ao clima da região norte paranaense, mais especificamente o Município de Londrina, é definido através das classificações de Koppen. Segundo essa classificação, cuja sistemática se fundamenta nos regimes térmico e pluviométrico e na distribuição das associações vegetais, aparece como pertencente ao tipo climático Cfa, ou seja, clima subtropical úmido, com chuvas em todas as estações, podendo ocorrer seca no período de inverno (PARANÁ-IAPAR, 2000).

O regime pluviométrico do Município de Londrina apresenta um total médio em torno de 1600 mm por ano (1975 – 1999). Os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro (média de 210 mm), e o menos chuvoso é o mês de agosto (média de 51 mm) (PARANÁ-IAPAR, 2000).

A temperatura média anual na área de estudo fica entre 21 e 22° C, sendo a média dos meses mais quentes de 27 a 28° C e nos meses mais frios de 16 a 17° C (PARANÁ-IAPAR, 2000).

## 2.5 A GEOMORFOLOGIA

Apresenta-se como uma sub-bacia do Rio Tibagi, e com a característica desta bacia, pois, no Estado do Paraná, o sistema hídrico drena para oeste, ou seja, para o Rio Paraná, já na bacia do Tibagi a drenagem segue de oeste para leste, uma vez que os vales estão inclinados para o Rio Tibagi, que tem o sentido sul-norte, e deságua no Rio Paranapanema. A região do Município tem altitude média em torno de 400m a 1000m (LONDRINA, 2011).

## 2.6 A GEOLOGIA

O solo do Estado do Paraná, devido principalmente aos tipos climáticos, predominantemente tem sua gênese ligada aos processos de intemperismo. Apresenta uma economia voltada para agricultura em função da boa fertilidade natural da maioria de seus solos. É uma região privilegiada na questão das

possibilidades de exploração, uso, ocupação e de produção de seus solos (STIPP, 2000).

O Município está localizado no 3º Planalto Paranaense, tendo como estrutura geológica basicamente o basalto, em toda sua extensão, oriundo de lençóis de lavas vulcânicas da era Mesozóica, onde aparecem intrusões de rochas diabásicas. Sua composição geológica deu origem a solos de grande variedade, mesmo que, com variações de fertilidade. No sitio urbano, destacam os solos: Terra Roxa Estruturada Eutrófica e o Latossolo Roxo Eutrófico.

Maack (*apud* STIPP, 2000), atualizado com EMBRAPA (BRASIL, 2006) descreve que há uma variedade de tipos de solos e associações, de acordo com as três regiões fisiográficas que ali predominam:

- Na área do Primeiro Planalto predominam Neossolos, Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelo Álico;
- Na área do Segundo Planalto predominam Cambissolos que aparecem em associação com os solos Neossolos, com Argissolos e com Latossolos;
- Na área do Terceiro Planalto predominam Latossolos Roxos e Nitossolos; é nesta área que os solos são mais desenvolvidos, mais profundos e de mais alta fertilidade.

Os Latossolos Vermelhos Eutroféricos são solos que possuem uma profundidade que vai além de 3m, de coloração vermelha escura que pode ficar roxa segundo a incidência solar. Possui teor de argila superior a 60%, portanto com textura muito argilosa, consistência muito friável, porosos e acentuadamente drenados. Também se originam das rochas eruptivas básicas e se diferenciam dos outros Latossolos pela cor vermelho-arroxeadada devido à sua composição com altos teores de  $Fe_2O_3 > 18\%$  (STIPP, 2000; BRASIL-EMBRAPA 2006).

## 2.7 A VEGETAÇÃO

A paisagem botânica original é fundamentalmente o resultado das interações entre os elementos e fatores climáticos, com maior importância para a temperatura e a umidade resultantes da latitude e das movimentações das massas e das características geológicas, onde a formação pedológica é sem dúvida a principal.

A preservação da maior parcela possível da vegetação original é de extrema importância para a manutenção do equilíbrio do Geossistema onde está inserida. Essas formações vegetais exercem papel importante na preservação dos ambientes à medida que uma grande parte das águas das chuvas fica retida nas copas, evitando que a água caia diretamente no solo, possibilitando uma infiltração mais lenta, reduzindo o risco do escoamento concentrado na superfície. As formações vegetais originais também restringem o efeito das amplitudes térmicas e da umidade. Ainda, as coberturas vegetais florestais são grandes responsáveis pela reposição dos nutrientes no solo, criando o de auto-abastecimento da própria massa vegetal residente (LONDRINA, 2011).

## 2.8 A OCUPAÇÃO: EXPANSÃO URBANA NA MICROBACIA

Segundo Cunha (1996), aparece ocupada desde a estruturação inicial da planta urbana da cidade na década de 1930, principalmente devido ao centro da cidade estar localizado no espigão que divide esta micro-bacia, e que é drenado em parte pelo Córrego Bom Retiro, único afluente do Ribeirão Quati. Importante observar nesta década a expansão de três parcelamentos da planta inicial da cidade.

Na década de 1940, mais sete parcelamentos nas proximidades dos loteamentos anteriores, dentre eles, dois já ultrapassavam a Avenida Brasília (BR 369) paralela Ao Ribeirão Quati e atravessa a micro-bacia de Leste a Oeste.

A década de 1950 foi marcada pelo lançamento dos Jardins Shangri-lá A e B e Jardim do Sol, parcelamento este que ocupara grande parte da vertente direita do ribeirão, nas proximidades da sua nascente. Além destes, mais sete outros foram

lançados nesta década, todos eles preenchendo os vazios existentes entre o centro da cidade de Londrina e a Avenida Brasília.

Na década de 1960 se deu quase que por completo a efetivação da ocupação da vertente direita do Ribeirão Quati, incluindo neste a micro-bacia que drena as águas do Córrego Bom Retiro, seu afluente. Nota-se nesse período a ocupação da cabeceira do ribeirão com o lançamento do Jardim Leonor.

A década de 1970 foi marcada pelo lançamento dos “Cinco Conjuntos”, nome popular dos conjuntos habitacionais construídos no final desta década. Neste período tiveram a incorporação de quatorze parcelamentos na micro-bacia do Ribeirão Quati, cinco em sua vertente direita e nove na vertente esquerda, incluindo o Estádio do Café.

Esses conjuntos habitacionais tinham como objetivo suprir a falta de moradias em Londrina, um problema que havia se agravado nas décadas de 1950 a 1970, devido ao crescimento populacional ocorrido nesta época, reflexo do êxodo rural, proveniente de varias cidades do norte do Paraná, e de outras regiões do país.

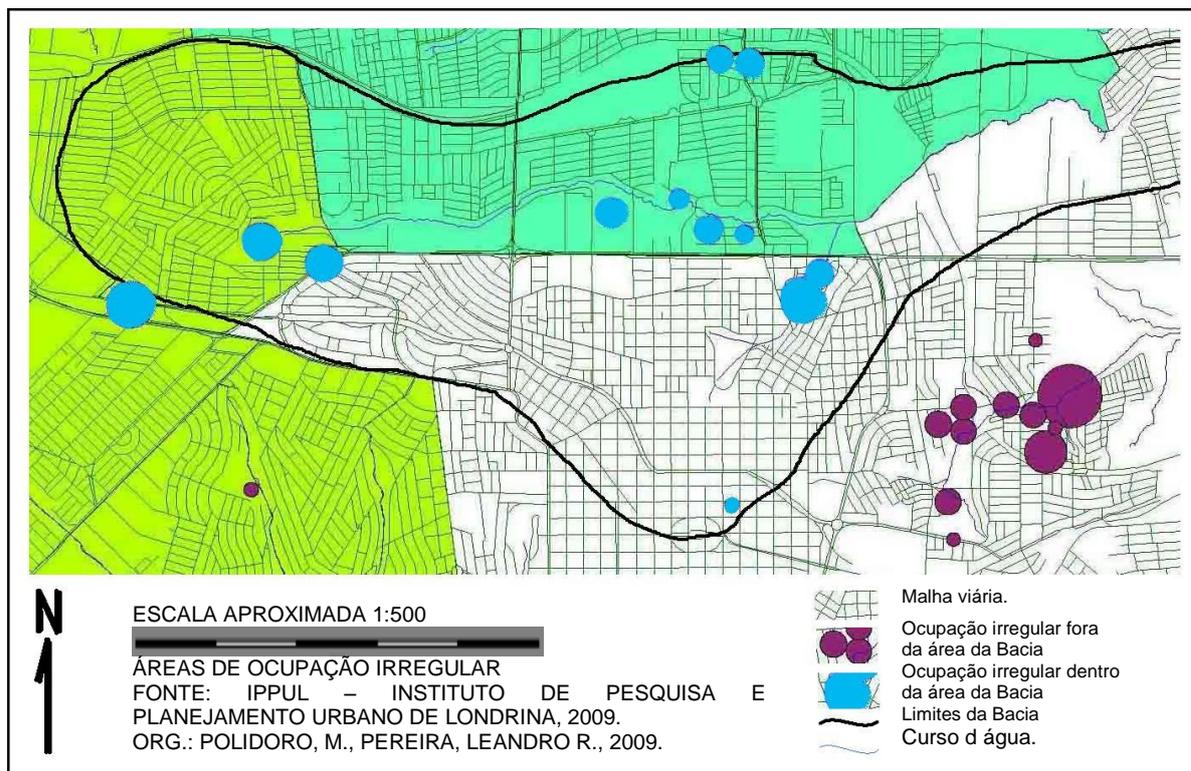
Na década de 1980 ocorreu a efetivação de mais dez parcelamentos dentro da microbacia do Ribeirão Quati, ocupando quase sempre os espaços vazios entre os parcelamentos. Foram dois na vertente direita e oito na vertente esquerda do Ribeirão Quati.

Na década de 1990 até 1995 apresentaram um parcelamento lançado na vertente direita do Ribeirão Quati, e seis na sua vertente esquerda (incluindo o Autódromo Airton Sena), e mais um parcelamento na mesma vertente. A década de 1990 foi marcada como uma fase de grande incidência de loteamentos particulares, atividade esta aquecida com a estabilidade da inflação devido a entrada do Plano Real, quando a população de baixa renda partiu para a construção de sua casa própria (CUNHA, 1996).

No período entre 1995 e 2008 apresentou 13 parcelamentos do solo na área da microbacia do Ribeirão Quati, sendo seis na vertente esquerda e outros sete na vertente direita. E em sua maioria loteamentos particulares (LONDRINA-IPPUL, 2011).

Algumas áreas de ocupação irregular – como as apresentadas na figura 6 – foram regularizadas como é o caso da Vila Marízia.

FIGURA 6: ÁREAS DE OCUPAÇÃO IRREGULAR



## 2.9 O USO DO SOLO NA REGIÃO DA MICROBACIA

Uma área densamente urbanizada, a microbacia do Quati é compreendida pela zona Norte, parte da área central da cidade de Londrina, e parte da Zona Oeste da cidade. Pode-se dizer que a região Norte de Londrina, região onde se localiza a microbacia Quati, caracterizou-se por ser uma das regiões londrinenses que mais sofre pela falta de redes de esgoto (ARANTES, 1997).

Área agrícola: são parcial e permanentemente cultivadas durante o ano, destacando principalmente as culturas do trigo, soja, milho, feijão e café. Caracterizam-se por ocupar uma grande área voltada aos extremos desta microbacia, na porção superior em sua vertente direita, e na porção inferior, nas duas vertentes e de forma mais uniforme já nas proximidades da confluência do Ribeirão Quati com o Ribeirão Lindóia (ARANTES, 1997).

Vegetação rasteira e mata ciliar são áreas caracterizadas por praças, fundos de vales, pastagens, terrenos sem ocupação. A mata ciliar é localizada apenas em

dois pontos ao longo do Ribeirão Quati, em sua porção superior e nas proximidades da confluência com o Córrego Bom Retiro, ambos na margem esquerda do ribeirão. A figura 8 mostra uma propriedade localizada nas proximidades da av. Winston Churchil onde foi retirada praticamente toda a mata ciliar. Observou-se a ausência de mata ciliar nas proximidades da nascente do Ribeirão Quati, algo que contribui para a poluição hídrica do ribeirão.

Figura 7: Propriedade localizada nas proximidades da Av. Winston Churchill, onde o ribeirão passa dentro da propriedade e não há mata ciliar, somente pasto e gado.

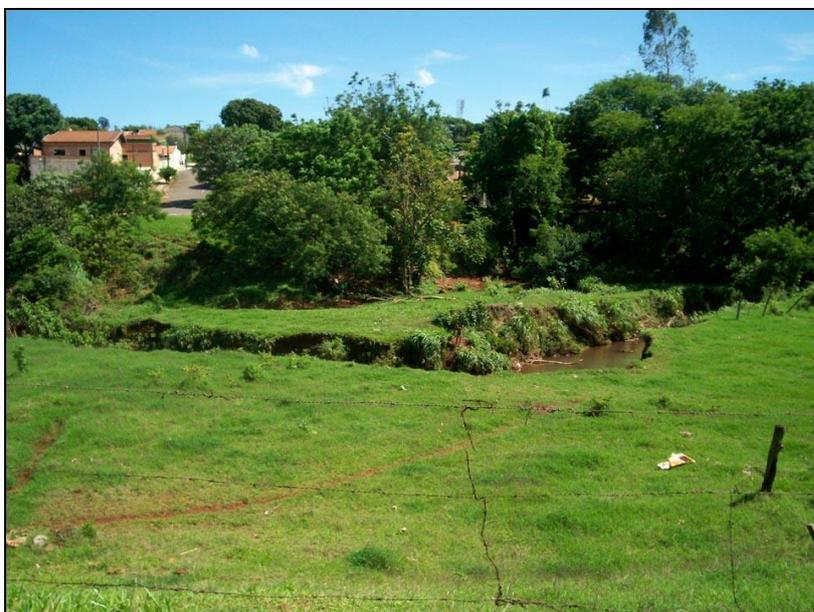


Foto: PEREIRA, Leandro R. 2009.

A ocupação sem planejamento desta área evidencia a degradação que se percebe a olho nu. Os ravinamentos criam cicatrizes de erosão. A construção de bairros sem infraestrutura adequada, os aterros irregulares, o desmatamento de APPs e até mesmo as rodovias, como o caso da Avenida Dez de Dezembro que não possui um escoamento lateral eficiente potencializam a degradação ambiental.

## 2.10 A REDE DE ESGOTO

Do sistema de esgotamento sanitário atual, 45,3% corresponde a abrangência da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Norte, 43,2% da ETE Sul, 6,0% da ETE Cafezal e 5,5% da ETE São Lourenço.

A ETE Norte está localizada na sub-bacia do Ribeirão Lindóia, a ETE Sul e a São Lourenço na sub-bacia do Ribeirão Cambezinho e a ETE Cafezal no Ribeirão Cafezal. Segundo a SANEPAR (LONDRINA, 2011), a qualidade do esgoto tratado atende aos parâmetros estabelecidos pelas licenças de operação concedidas pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP a cada estação. Monitoramento dos efluentes e corpos receptores é realizado de forma a atender as exigências do IAP conforme o licenciamento.

Salienta-se que Londrina não possui nenhum bairro atendido pelo Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Cambé. Contudo, alguns bairros de Cambé têm seu esgoto tratado pela Estação de Tratamento Sul. Estes bairros são o Parque Manela, Ana Elisa I, Jardim Silvino e Jardim Riviera. Da área de abrangência do sistema de esgotamento sanitário apresentado, aproximadamente 2% encontra-se no Município de Cambé.

As áreas não atendidas com rede de esgoto apesar de representarem mais de 50% da área urbana, correspondem a pouco mais de 20% da população total da sede, isso porque a maioria dos loteamentos não atendidos ainda está pouco povoada. Porém, existem bairros com grande densidade populacional que não são atendidos com este serviço, especialmente na zona norte e oeste.

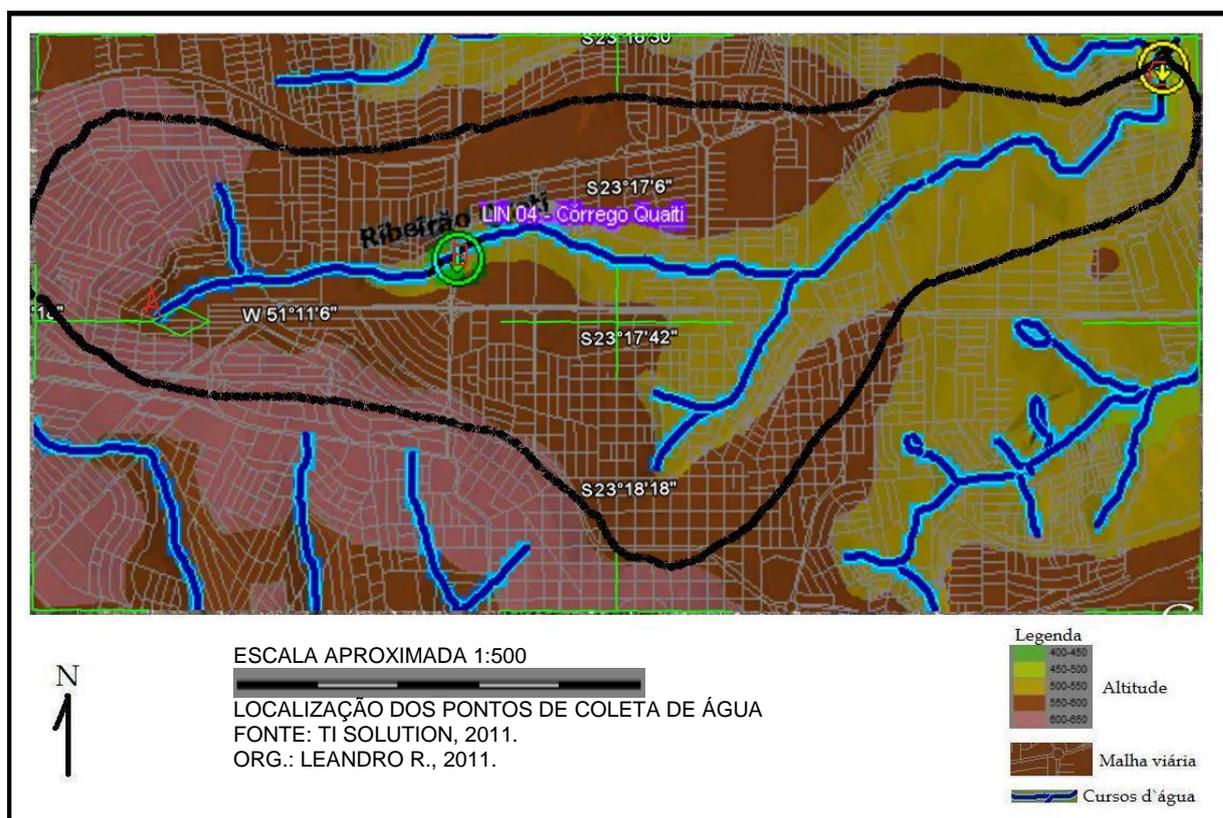
### 3 TRABALHO EMPIRICO

#### 3.1 OBSERVAÇÕES DE CAMPO

Os trabalhos de campo foram de grande valor para a obtenção de uma visão geral da área estudada e para conhecimentos específicos sobre a evolução do uso e ocupação do solo na área do ribeirão Quati. Os referidos trabalhos foram realizados durante os meses de Março/08 a Setembro/09. Assim, foi possível diagnosticar os problemas a longo prazo e os dados obtidos terão uma maior validade pois retratam a realidade. O mapa de localização de pontos de coleta (Fig. 13), foi disponibilizado pelo *site* TI Solution. Provavelmente, existem muitos outros pontos relevantes para a coleta de amostras, porém, estes foram os disponibilizados para o presente trabalho.

Primeiro a localização dos pontos de coleta deste trabalho, sendo um na Winston Churchill (em verde: LIN 04 ou Ponto B) e o outro na confluência do Quati com o ribeirão Lindóia (em amarelo: LIN 05 ou Ponto C), nomenclaturas utilizadas no *site*. O Ponto A não consta na base de dados da empresa, conforme a figura 8.

FIGURA 8: LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA ÁGUA – TI SOLUTION.



A declividade é acentuada, possuindo 5 nascentes principais as quais estão sendo alteradas por processos de assoreamento, erosão e deposição, provocados por aterros e construções. Ocorre basalto maciço no topo das nascentes (provavelmente proveniente do meio de um derrame), e de basalto amigdaloidal e vesicular, próximo ao ribeirão, indicando o topo de outro derrame.

Foram realizadas visitas no local, em diferentes horários e dias da semana. Constatou-se que no período da tarde, a cor e odor da água são mais fortes, sendo que aos sábados e pela manhã a qualidade visível do corpo d'água aparentemente encontra-se em melhor estado, o que caracteriza o ribeirão como bom depurador da água. Prova disso, as figuras mostram alguns pontos do ribeirão Quati, ora sendo invadido por propriedades, ora recebendo efluentes de toda a natureza.

FIGURA 9: ATUAL ÁREA DE NASCENTES DO RIBEIRÃO QUATI



Foto: PEREIRA, L. R. 2009.

FIGURA 10: ATUAL ÁREA DE NASCENTES DO RIBEIRÃO QUATI  
DESTINO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS



Foto: PEREIRA, L. R. 2009.

FIGURA 11: LANÇAMENTO DE EFLUENTE DE UMA ETE, NOS FUNDOS DE UMA  
INDÚSTRIA DE EMBALAGENS DE PAPEL PRÓXIMO AO DETRAN.



Foto: PEREIRA, L. R. 2009.

FIGURA 12: RIBEIRÃO QUATI, NO CRUZAMENTO DA AVENIDA ANGELINA RICCI VEZOZZO

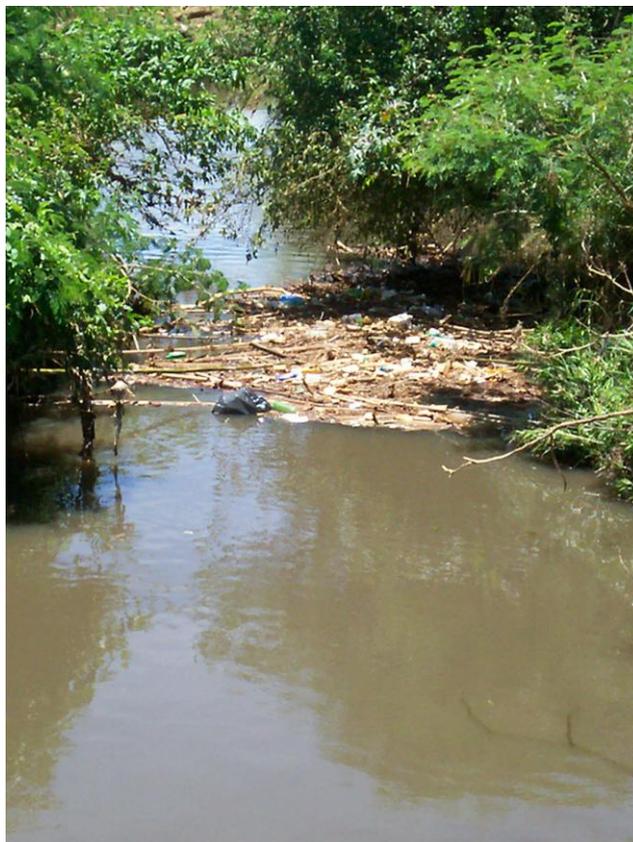


Foto: PEREIRA, L. R. 2009.

No que tange à Cabeceira do Ribeirão Quati, segundo moradores das comunidades do Jd. Leonor e Santa Rita constatou-se que a nascente do Quati remontava aquela área. O recuo da nascente acrescenta-se ao fato de ter sido construído um aterro sanitário sobre a nascente do Ribeirão para uma futura ocupação humana. Cabe lembrar que todos os processos que ocorrem em aterros, quando não se tem a preocupação com os restos deste, os mesmo atingem o lençol freático. Neste caso, ele atinge a nascente.

Na nascente atual encontra-se a BRATAC S/A, indústria de fiação de seda, grande responsável pelo número de transformações nesta área. Constan atualmente 26 indústrias localizadas na micro-bacia do Ribeirão Quati, sendo que destas, 23 encontram-se na vertente direita, inclusive a BRATAC S/A. A ação

antrópica nessa área é generalizada e crítica, causando gravíssimas conseqüências à rede de drenagem, às encostas e a população, que é receptora indireta dos efeitos dessas alterações.

FIGURA 12: FIAÇÃO DE SEDA BRATAC. A NASCENTE DO RIB. QUATI FICA DENTRO DO TERRENO DA BRATAC, SUA CABECEIRA PRATICAMENTE TODA DESMATADA.



Foto: PEREIRA, Leandro R., 2009.

Além da BRATAC S/A, outras duas empresas de produtos químicos atuam muito próximas da nascente do Quati, outro exemplo é a Comaves Indústria e Comercio de Alimentos Ltda., localizada na porção inferior da micro-bacia do Ribeirão Quati, que também despeja seus efluentes no ribeirão.

### 3.2 ANÁLISES QUÍMICAS DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO QUATI

Os resultados das coletas de água, de acordo com as características descritas acima, são analisados com base na Resolução nº 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2006) que classifica as águas doces em: I - Classe especial, II - Classe 1, III - Classe 2, IV - Classe 3 e V - Classe 4.

As águas doces são caracterizadas por possuir salinidade igual ou inferior a 0,5%. Na classe Especial, que são as águas destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e à preservação do equilíbrio

natural das comunidades aquáticas, a tolerância estabelecida limita-se a não aceitar qualquer presença de coliformes nas amostras.

Tabela 3 – Principais Parâmetros para Água Doce, segundo Resolução 357/2005 do CONAMA

PARÂMETROS	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Ph	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0
Sólidos solúveis totais (mg/L)	<500	500	500	-
DBO (mg/L O <sub>2</sub> - 5 dias a 20°C)	<3	<5	<10	>10
Nitrogênio (mg/L)	1,27-amb. lênticos 2,18-amb. lóticos	1,27-amb. lênticos 2,18-amb. lóticos	1-13,3	-
Cor verdadeira pt/L	Nível natural	<75	<75	
Zinco (mg/L)	<0,18	0,50-	5	-
OD (mg/L O <sub>2</sub> )	<6	>5	>4	>2
Materiais flutuantes, inclusive espumas	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes
Óleos e graxas	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Toleram iridescências
Corantes de fontes antrópicas	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	-
Resíduos sólidos objetáveis	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	-
Coliformes termotolerantes	200/100ml	1000/100ml	1000-4000/100ml	-
Turbidez (UNT)	<40	<100	<100	-
Fósforo (mg/L P)	<0,020 amb. lênticos <0,025-amb. lóticos	<0,025 amb. lênticos <0,030 amb. lóticos	<0,075 amb. lênticos <0,15 amb. lóticos	-

Fonte: BRASIL, CONAMA, 2011.  
Org.: PEREIRA, Leandro R., 2011.

As águas de classe 1 são destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas...;
- e) à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

A classe 1, pode conter 100 coliformes termotolerantes por 100ml, nas águas de classe 2 os valores sobem para 1000. Já nas águas de classe 3, os parâmetros variam entre 1000 e 4000/100ml. Sobre a classe IV, pouco consta na resolução.

Fundamental para uma boa caracterização da qualidade das águas do ribeirão Quati, os trabalhos de análise foram solicitados, junto ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), solicitando os seguintes parâmetros: Ph, Disponibilidade Biológica de Oxigênio (DBO), Disponibilidade Química de Oxigênio (DQO), matéria sedimentável, óleos e graxas, Oxigênio Dissolvido (OD), material em suspensão, turbidez, coliformes fecais e totais. Em resposta, encaminharam-me para a SANEPAR, que por sua vez indicou o Clube de Engenharia de Londrina (CEL), que havia publicado no decorrente ano um relatório de análise das águas de algumas microbacias hidrográficas do município de Londrina. Material este publicado e disponibilizado pela empresa TI Solution em seu *site*.

Com isso, para os objetivos deste trabalho, foram utilizados os dados disponibilizados por ARANTES (1997), CUNHA (1996) e do relatório de análise das águas das microbacias hidrográficas de Londrina no ano de 2008, publicado em 2011, pela empresa TI Solution, nos mesmos pontos e em épocas diferentes para que fosse possível traçar um diagnóstico confiável quanto aos parâmetros mais problemáticos encontrados na área: horários de pico, quais os trechos mais poluídos e apontar indústrias e/ou prestadores de serviço que estivessem colaborando para o aumento da poluição, presença de esgoto doméstico, dentre outros.

Para uma análise completa, faz-se necessário o monitoramento contínuo em diferentes épocas do ano, horário e dias distintos, principalmente à tarde, pois durante os trabalhos de campo, constatou-se que as maiores descargas ocorrem neste período.

Índice de Qualidade da Água: dá respaldo a este trabalho, pois, permite uma visão ampla das informações até aqui apontadas. A seguir, gráficos e relatórios do IQA, Índice de Qualidade da Água, disponíveis no *site* da TI Solution.

FIGURA 14: ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA).

Ponto de Interesse LIN 04-Córrego Quaiti

Data	IQA	Escala	Bacia Hidrográfica	Cond. Tempo	T. Amostra
26/07/07	55,28	Bom	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Chuvoso	17,3
03/10/07	57,66	Bom	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	24,9
09/01/08	57,43	Bom	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	23
26/02/08	44,30	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	0
28/08/08	47,31	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	0
22/10/08	41,49	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	0
24/11/08	46,58	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Chuvoso	0

**Total de Resultados: 7**

Ponto de Interesse LIN 05-Fóz do Córrego Quaiti

Data	IQA	Escala	Bacia Hidrográfica	Cond. Tempo	T. Amostra
26/07/07	48,46	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Chuvoso	16,4
03/10/07	50,42	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	24,7
09/01/08	39,98	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	24
26/02/08	39,61	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	0
28/08/08	36,27	Ruim	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	0
22/10/08	39,24	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Bom	0
24/11/08	42,20	Regular	MICROBACIA DO RIBEIRAO LINDOIA	Chuvoso	0

**Total de Resultados: 7**

Fonte: TI SOLUTION, 2011.

Em seguida, tabelas com os resultados dos parâmetros por ponto de coleta de água com relação às características físicas, químicas e biológicas comentadas neste trabalho, observando os tipos de poluição existentes na área da microbacia hidrográfica do ribeirão Quati. A flecha verde mostra o ponto de coleta situado próximo a av. Winston Churchil, a flecha amarela mostra o ponto da confluência do Quati com o ribeirão Lindóia.

Concomitantemente aos trabalhos de ARANTES (1997), CUNHA (1996) e TI Solution (2011) que apontaram os seguintes resultados, apresentados nas tabelas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10:

**Tabela 4: Dados físico-químicos e biológicos da água no Ribeirão Quati em 1991**

PONTOS ANALISADOS	Ponto A nascente Bratac	Ponto B – prox. Av. Winston Churchil	Ponto C – confluência Quati/Lindóia
DQO	156	-	16
DBO	46,87	-	12,80
Sólidos solúveis totais	0,1	-	0,5
Turbidez	1,6	-	2,2
Cor aparente	25	-	80

Fonte: ARANTES, Marcia R. L., 1997.

**Tabela 5: Dados físico-químicos e biológicos da água no Ribeirão Quati Ponto C – ETE Norte**

PERÍODO	15/01/96	26/02/97	26/02/97
Ph	6,80	7,00	7,20
D.Q.O.	234,00	43,00	92,00
D.B.O.	102,00	22,00	18,00
Coliformes totais	-	500000	700000
Coliformes fecais	-	160000	300000

Fonte: ARANTES, M. R. L. 1997.

Tabela 6: Dados físico-químicos e biológicos da água no Ribeirão Quati em 1996 com tempo chuvoso

PONTOS ANALISADOS	Ponto A Nascente - Bratac	Ponto B Winston Churchil	Ponto C - Confluência Quati/Lindóia
Coliformes totais	3000000	500000	9000000
Coliformes fecais	1100000	170000	900000
Ph	6,40	6,80	7,30
Oxigênio dissolvido	4,68	4,96	4,24
DQO	14,00	7,00	34,00
DBO	6,00	3,00	11,00
Sólidos totais	159	157	234
Turbidez	10,80	14,40	44,4
Nitrogênio (N) total	2,13	1,80	10,24
Fósforo (P) total	0,355	0,179	0,209
Cor aparente	34	54	190

Fonte: CUNHA, F. 1996.

Tabela 7: Dados físico-químicos e biológicos da água no Ribeirão Quati em 1996 com tempo seco

PONTOS ANALISADOS	Ponto A Nascente - Bratac	Ponto B – prox. Av. Winston Churchil	Ponto C Confluência Quati/Lindóia
Coliformes totais	1600000	500000	1600000
Coliformes fecais	900000	5000	500000
Ph	6,50	6,90	6,90
Oxigênio dissolvido	2,97	3,01	2,15
DQO	12,00	8,00	43,00
DBO	7,00	3,00	30,00
Sólidos totais	169	160	268
Turbidez	5,70	8,90	13,80
Nitrogênio (N) total	2,09	0,89	12,76
Fósforo (P) total	0,298	0,108	1,555
Cor Aparente	30	34	52

Fonte: CUNHA, F. 1996.

Tabela 8: Dados físico-químicos das águas do ribeirão Quati coletados em 2007 com tempo seco

PONTOS ANALISADOS	Ponto A - Nascente Bratac	Ponto B - Winston Churchil	Confluência Quati/Lindóia
Colif. Fecais	-	5400	11000
PH	-	7,2	7,6
OD mg Zn/L	-	7,55	7,75
DBO mg/2L	-	5	5
S totais mg/L	-	147	211
Turbidez	-	2	3
N total mg/L	-	1,1	6,6
K total mg/L	-	0,49	0,59
Temp. água °C	-	24,9	24,7
IQA	-	57,66	50,42

Fonte: TI SOLUTION, 2011.  
Org.: PEREIRA, Leandro R., 2011.

Tabela 9: Dados físico-químicos das águas do ribeirão Quati coletados em 2008 com tempo seco

PONTOS ANALISADOS	Ponto A - Nascente Bratac	Ponto B – prox. Av. Winston Churchil	Ponto C - Confluência Quati/Lindóia
Colif. Fecais	-	3500000	700000
PH	-	7,1	7,4
OD mg Zn/L	-	6,96	7,14
DBO mg/2L	-	4	4
S totais mg/L	-	117	187
Turbidez	-	4	6,6
N total mg/L	-	0,85	0,84
K total mg/L	-	0,29	0,30
Temp. água °C	-	41,49	39,24
IQA	-		

Fonte: TI SOLUTION,2011.  
Org.: PEREIRA, Leandro R., 2011.

Tabela 10: Dados físico-químicos das águas do ribeirão Quati coletados em 2007 com tempo chuvoso

PONTOS ANALISADOS	Nascente Bratac	Winston Churchil	Confluência Quati/Lindóia
Colif. Fecais	-	28000	92000
PH	-	7,1	7,7
OD mg Zn/L	-	7,87	8,6
DBO mg/2L	-	4	-
S totais mg/L	-	164	209
Turbidez	-	5,37	7,05
N total mg/L	-	0,4	9,8
K total mg/L	-	0,21	0,49
Temp. água °C	-	17,3	16,4
IQA	-	55,28	48,46

Fonte: TI SOLUTION,2011.  
Org.: PEREIRA, Leandro R., 2011.

Tabela 11: dados físico-químicos das águas do ribeirão Quati coletados em 24/11/2008 com tempo chuvoso

PONTOS ANALISADOS	Nascente Bratac	Winston Churchil	Confluência Quati/Lindóia
Colif. Fecais	-	1600000	540000
PH	-	7	7,6
OD mg Zn/L	-	7,26	7,45
DBO mg/2L	-	-	3
S totais mg/L	-	154	191
Turbidez	-	1,5	2,25
N total mg/L	-	0,53	0,44
K total mg/L	-	0,15	0,18
Temp. água °C	-	-	-
IQA	-	46,58	42,20

Fonte: TI SOLUTION, 2011.  
Org.: PEREIRA, Leandro R., 2011.

O ponto menos poluído é o da nascente, esboçado na Tabela 5, e mesmo assim apresentou 5000 coliformes fecais por 100ml. No item Oxigênio Dissolvido (OD) a tabela 6 apresenta o valor 2,97, que se enquadra na Resolução 357/05 do CONAMA que permite um mínimo de 2 e máximo de 6. O parâmetro Disponibilidade Biológica de Oxigênio (DBO), apresentou enquadramento nas tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Quanto ao parâmetro Fósforo total (PT), as tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10 apresentaram algumas amostras enquadradas. Apenas o parâmetro PH se apresentou enquadrado em todos os pontos. O parâmetro Sólidos totais (ST), apresentou números elevados em todas as tabelas. O parâmetro Nitrogênio total (NT) não se enquadrou em nenhuma tabela. No parâmetro Turbidez, todas as tabelas se enquadraram na Resolução 357/05 do CONAMA.

Analisando os dados da tabela do ano de 2008 nota-se que os índices da qualidade das águas do ribeirão Quati, apresentaram resultados menos críticos que o da primeira coleta realizada com tempo seco, mostrando que a incidência de chuvas contribuiu para o aumento de certos índices determinadores de poluição.

O pior problema, sem dúvida, são as doenças ligadas a micróbios patogênicos, que são agentes de varias moléstias, denominadas doenças hídricas, como o Febre Tifóide, Febre Amarela, Leishmaniose, Esquistossomose e a Cólera. Contudo, atualmente estamos sentindo na pele as conseqüências da Dengue, também ligada a água, pelo fato da reprodução dos mosquitos ser em ambientes de água parada, não necessariamente poluída, mas, estacionada .

A poluição está relacionada à capacidade assimilativa do meio, realizada por meio da diluição de seus componentes, adsorção aos sedimentos presentes tanto na superfície quanto no leito do rio e absorção e degradação realizada pelas atividades da biota.

## CONCLUSÃO

A interação entre os recursos da natureza e as formas de sua utilização pelo homem figura entre os principais responsáveis pela construção do espaço geográfico.

As paisagens derivadas das relações entre a sociedade e a natureza revelam exteriormente, indicadores a respeito da essência dos processos naturais e sócio-econômicos que intervêm na estruturação desse espaço geográfico.

As transformações espaciais que ocorrem na área de uma bacia hidrográfica não se prendem a eventos circunscritos apenas a essa unidade de área. O que se evidencia é o resultado de acontecimentos e dinâmicas sócio-espaciais que ocorreram no passado e ocorrem na atualidade em diferentes escalas geográficas de análise.

Quando o solo e seu ambiente natural sofrem a interferência do homem, deixa de ficar protegido por sua cobertura vegetal original, abandonando o estado de equilíbrio inicial e ficando exposto, mesmo que por alguns períodos entre as colheitas, ao diversos agentes de deterioração ambiental, causando um ciclo constante de danos e prejuízos.

A incorporação de novas áreas aos processos produtivos torna-se impossível agora, diante de uma agricultura que obedeceu a critérios essencialmente itinerantes. As fronteiras estão limitadas, incorrendo-se na necessidade de um aumento de produtividade por unidade de área, fator decisivo nos reflexos sócio-econômicos do Estado.

Nas áreas agrícolas, a automatização da lavoura é um processo gravíssimo, por provocar e acelerar a erosão, pela compactação e pulverização do solo. O cultivo de soja e trigo, culturas de expressão na região exige constantemente o revolvimento do solo ou aração, fato que influi no carregamento das partículas desagregadas, com a ação das chuvas e escoamento. Esse escoamento concentra-se em linhas, formando evolutivamente os sulcos erosivos e as ravinas.

Sobre a população, como vimos anteriormente, no período entre 1995 e 2008 apresentou 13 (LONDRINA-IPPUL, 2011) parcelamentos do solo na área da microbacia do Ribeirão Quati, e em sua maioria loteamentos particulares

apropriando-se dos vazios urbanos ainda existentes. A quantidade de loteamentos se manteve em relação aos loteamentos existentes, e algumas áreas de ocupação irregular foram regularizadas como é o caso da Vila Marízia.

Em Londrina, a ocupação irregular com alta densidade de população e conseqüentemente, muita produção de lixo e a falta de coleta adequada, podem agravar a situação de risco ambiental para o Ribeirão Quati como também para o solo da cidade e, ao mesmo tempo, podem se constituir em um indicador que sinaliza para uma questão de saúde pública. Evidência disto é o fato de as amostras de água estarem fora dos parâmetros estipulados pela Resolução 357/05 do CONAMA.

Ficou evidenciado que o modelo atual de uso e ocupação do solo está bastante ultrapassado, pois não levou em consideração nem as potencialidades e nem as limitações do meio ambiente, como no caso da Vila Marízia. A falta de proteção às nascentes, o desmatamento, a ausência de matas ciliares, o manejo inadequado dos solos e das águas levaram progressivamente aos processos de erosão e degradação que podem ser observados ao longo de toda a bacia hidrográfica. Ouve neste período uma demanda maior do que a cidade podia suportar. Mesmo com grandes espaços vazios a infraestrutura demora em chegar.

As áreas não atendidas com rede de esgoto apesar de representarem mais de 50% da área urbana, correspondem a pouco mais de 20% da população total da sede, isso porque a maioria dos loteamentos não atendidos ainda está pouco povoada. Porém, existem bairros com grande densidade populacional que não são atendidos com este serviço, especialmente na zona norte e oeste. Fator este que, aliado as organizações instaladas as margens dos rios, que desrespeitam a legislação lançando parte de seus efluentes nos cursos d água, poluindo os mananciais.

Ações mitigadoras devem ser empregadas urgentemente para minimizar o panorama vigente. A começar pela mudança da visão antrópica que necessita alterar seu modo de vida resgatando o quadro original da área com ações que irão solucionar os problemas ambientais atuais, tais como: recuperação das matas ciliares, educação ambiental, uso racional das águas superficiais, incentivo a pequena produção familiar, etc.

Estratégias de preservação dos ambientes em microbacias são complexas e devem focar o aumento da extensão e duração da cobertura vegetal; a busca do reconhecimento das aptidões de cada área envolvida, o equilíbrio dos processos de drenagem; o controle do escoamento superficial através da descompactação do solo a fim de alcançar uma maior infiltração de água e finalmente o combate aos processos de degradação que já se fizerem instalados.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N; MULLER-PLANTENBERG, C. (orgs.). **Previsão de Impactos**. 2 ed. São Paulo: Edusp, 1998.

ALMEIDA, L.T. **Política Ambiental: uma análise econômica**. Campinas: Papirus; São Paulo: Editora Unesp, 1998.

ANGERMEIR, P.L; KAR, J.R. **Biological integrity versus biological diversity as policy directives: protecting biotic resources**. Bioscience. 44, p.690-697, 1994.

ARANTES, M. R. L. **Degradação ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão Quati: efluentes industriais e outras fontes**. Londrina, 1997. Relatório de estágio (Bacharelado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 1997.

ARGENTO, M. S. F; CRUZ, C.B.M. **Mapeamento Geomorfológico**. In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. (organizadores) Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicações. Ed. Bertrand Brasil SA, Rio de Janeiro, 1996, pp. 239- 249.

BARROS, M. V. F. et al. Identificação das ocupações irregulares nos fundos de vale da cidade de londrina/pr por meio de imagem landsat 7. **Revista Ra'e ga**, Curitiba, n. 7, p. 47-54, 2003. Editora UFPR

BRAILE, Pedro M; CAVALCANTI, José E. W. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo, CETESB, 1979.

BRANCO, S. M. **O meio ambiente em debate**. São Paulo: Moderna, 1988.

BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 1993.

BRASIL – GOVERNO FEDERAL. **Código Florestal (Lei nº 4.771/1965)**.. Disponível em:<[www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br)>. Acesso em: 05 jan 2009

BRASIL. **Constituição da Republica Federal do Brasil de 1988**. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm).

BRASIL – CONAMA. **Resolução nº 357**. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005. Disponível em [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br).

BRASIL - EMATER. **Programa nacional de microbacias hidrográficas**. Brasília: EMATER, 1987.

BRASIL - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

CUNHA, F. **Crescimento urbano e poluição hídrica na Zona Norte de Londrina – PR**. Presidente Prudente, 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de São Paulo. Presidente Prudente, 1996.

CARLEY, M; CHRISTIE, I. **Managing sustainable development**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1993.

CASTELLS, M. **A questão urbana**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1983.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CESÁRIO, A. C. C. **Industrialização e pequenos empresários em Londrina**. São Paulo, 1978. Dissertação (Mestrado em História) Universidade de São Paulo. São Paulo, 1978.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, Antônio J. T.; CUNHA, Sandra B da (Orgs.): **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, p. 93-148. Disponível em [www.unicentro.br/editora/anais/workgeo/8%C2%BA%20Artigo%20\(79-86\).pdf](http://www.unicentro.br/editora/anais/workgeo/8%C2%BA%20Artigo%20(79-86).pdf).

DEMATTÊ, J. A. M.; DEMÉTRIO, V.A. Fotointerpretação de padrões de drenagem de bacias hidrográficas na caracterização de solos desenvolvidos de rochas eruptivas básicas no estado do Paraná. **Scientia Agrícola**, v.52, p.569-577, 1995.

DERISIO, J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: CETESB, 1992.

ELLIOT, J.A. **An introduction to sustainable development**. Nova York: Routledge, 1994.

EMERTON, L; BOS, E. **Value: Counting ecosystems as water infrastructure**. Reino Unido: IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, 2004.

GOMES, C. S. **Tabela de oxigênio dissolvido na água e aplicações**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 8, Rio de Janeiro, 1975. Anais. Rio de Janeiro: SANEPAR.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. Tradução Juergen Heinrich Maar. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.

FRANÇA, E. T. **Remanescentes florestais do Município de Londrina – Pr.** 1997, 3. V. Tese (Bacharelado em Geografia) UEL – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1997.

GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. **Ann. Rev. Ecol. System.** 4, p. 1-24, 1973.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MACHADO, W.; CAMPOS, R. A.; STIPP, N. A. F. **Consideration about a conservationist study about the Micro Basins Hydrographics of the Rivers dos Apertados and Três Bocas, North of Paraná – Brazil**. Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia, Special Issue, p. 353-360, 2005.

MASON, C.F. **Biology of freshwater pollution**. 3 ed. Edinburgo: LONGMAN, 1996.

MENDONÇA, L. B.; BARROS, M. V. F. Mapeamento da vegetação de fundo de vale da cidade de Londrina - PR , a partir de Imagens ETM LANDSAT. **Geografia**. v. 11, n. 1, p. 67-80, Londrina, 2002.

NASCIMENTO, L. V. **Análise dos padrões de qualidade das águas e de lançamento de efluentes líquidos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº20/1986: uma abordagem para águas doces**. 1998. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Tradução Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1988.

OLIVEIRA, D. de. **Urbanização e industrialização do Paraná**. Curitiba: SEED, 2001.

OLIVEIRA, A. M. M. **Aplicação de geotecnologias e do modelo EUPS como subsídio ao planejamento do uso da terra: estudo de caso no alto curso da microbacia hidrográfica do Ribeirão Cachoeirinha, Iracemápolis, SP** 2004. 114 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ONU - WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**. Oxford, UK: Oxford University Press, 1987.

ORNELAS, M. E. de. **Degradação Ambiental em áreas de Preservação**: Parque Arthur Thomas Londrina PR. 1991. 3 v. Monografia (Bacharelado em geografia) Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

PADIS, P. C. **Formação de uma Economia Periférica**: o caso do Paraná. São Paulo: HUCITEC; Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981.

PARANÁ - IAPAR. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. CD-Room. Londrina: IAPAR, 2000.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagens**. Maringá-PR, FCT/UNESP/UEM, Maringá, 1998.

PERRY, J; VANDERKLEIN, E. **Water Quality**: Management of a natural resource. Cambridge: Blackwell Science, 1996.

PIRES, M. A. F; COTRIM, M. E. B; MARQUES, M. N; BOHERE-MOREL, M. B. C; MARTINS, E. A. J. Qualidade da água para consumo humano: uma oportunidade de avaliação da concepção e aplicabilidade da nova legislação – Portaria 1469/MS/00. **Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento**. v. 3, p. 127-138. 2001.

PIRES, M. A. F **Análise crítica da legislação sobre potabilidade das águas destinadas ao abastecimento público**. Relatório técnico final FAPESP PP Projeto no 00.02024-4. 30/06/2004.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA. IPPUL. **Mapas temáticos**: zoneamento de Londrina. Instituto de Pesquisa Planejamento Urbano de Londrina, 2011. Disponível em [www.londrina.pr.gov.br](http://www.londrina.pr.gov.br).

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA – Secretaria do Meio Ambiente. **O rio da minha rua**. Disponível em [www.londrina.pr.gov.br](http://www.londrina.pr.gov.br).

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA. Secretaria de Planejamento-DP/GPI. **Perfil do Município de Londrina**. Londrina, 2011.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA. Plano Municipal de Saneamento Básico. **Relatório de Diagnóstico da Situação do Saneamento**. Londrina, 2011.

RAMON, N. **Qualidade das águas interiores do Estado do Paraná**. Curitiba: SUREHMA, 1987.

REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 2002.

REVENGA, C; BRUNNER, J; HENNINGER, N; KASSEN, K; PAYNE, R. **Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems**. Washington, D.C.: World Resource Institute, 2000.

ROSS, J. L. S; MOROZ, I.C. Problemas Ambientais nas áreas de proteção aos mananciais da região metropolitana de São Paulo. **Revista do Dept. de Geografia. USP/FFLCH**, n. 7, 1994, p. 35-48.

RYFF, T. Microbacias hidrográficas: um novo conceito de desenvolvimento rural. **Agroanalysis** 15(5), 8-11. 1997.

STIPP, N. A. F. **A variedade pedológica e suas potencialidades**. In: \_\_\_\_\_ (Org.). Macrozoneamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (PR). Londrina: UEL, 2000.

TI SOLUTION. **Relatório de IQA por Ponto de Coleta**, TI Solution, 2011. Disponível em <http://sistemas.tisolution.com/geo/TIMap.aspx>.

TI SOLUTION. **Geoambiental**, TI Solution, 2011. Disponível em <http://sistemas.tisolution.com/geo/pages/relatorios/RelatorioIQAPorPOI.aspx>.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental / Universidade de Minas Gerais, 1995.

WESTMAN, W. E. **Ecology, impact assessment, and environmental planning**. New York: Wiley, 1985.

ZANINI, R. **Espacialização do verde urbano em Londrina/PR**. Londrina, 1998. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina.