



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - Unioeste
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

**EXAUSTÃO DAS ÁGUAS: O QUE MUDOU NO RIO
TOLEDO E NO POTENCIAL HÍDRICO NO MUNICÍPIO DE
TOLEDO – PR NO PERÍODO DE 1985 A 2010**

Eloisa Antunes Pereira

Toledo – Paraná – Brasil

2016



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - Unioeste
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

EXAUSTÃO DAS ÁGUAS: O QUE MUDOU NO RIO TOLEDO E NO POTENCIAL HÍDRICO NO MUNICÍPIO DE TOLEDO – PR NO PERÍODO DE 1985 A 2010

Eloisa Antunes Pereira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/*Campus* Toledo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Cleber Antônio Lindino

DEZEMBRO / 2016

Toledo – PR

FOLHA DE APROVAÇÃO

ELOISA ANTUNES PEREIRA

“Exaustão das águas: O que mudou no Rio Toledo e no potencial hídrico no município de Toledo-PR no período de 1985 a 2010”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Cleber Antônio Lindino
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof^a. Dra. Josiane Caetano
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof^a. Dr^a. Irene Carniatto
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 08 de dezembro de 2016.

Local de defesa: Auditório do GERPEL – UNIOESTE/*campus* de Toledo.

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos exaltando a força que sempre me fez persistir, mesmo nos momentos mais difíceis, em que desistir parecia ser a melhor opção. Força essa por mim chamada de Deus, a quem eu agradeço em oração, mas que não poderia deixar de citar nesse momento.

Agradeço em especial ao programa de pós-graduação *lato sensu* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, campus de Toledo - PR e ao excelentíssimo corpo docente que me proporcionaram a realização desse sonho chamado mestrado. Foram muitas provas em muitos outros programas, que com certeza não me fariam feliz e realizada como este fez, proporcionando-me crescimento acadêmico, profissional e como pessoa.

Ao meu orientador professor Dr. Cleber Antônio Lindino, por toda a paciência, apoio e dedicação na realização desse trabalho. Agradeço também a confiança em mim depositada e, especialmente, por tudo que me ensinou acadêmica e profissionalmente nesses dois anos.

De forma muito carinhosa agradeço a minha família. Primeiramente minha mãe Neiva, da qual eu herdei a vocação pela docência. Obrigada mãe por sempre ter acreditado nos meus sonhos, incentivando e financiando minha formação acadêmica. Ao meu pai Emiliano, de quem eu com certeza herdei a curiosidade pelas coisas do mundo e a vontade de aprender. A minha irmã Eduarda, comadre e melhor amiga, por tanto tempo única companheira de residência, a quem devo muito de meu crescimento profissional e pessoal, a ti minha eterna gratidão. Minha irmã Emanuelli e meu irmão Nicollas, por serem grandes incentivadores dos meus sonhos. Gostaria de poder falar mais de cada um de vocês que são a base de tudo que faço em minha vida, obrigada por sempre estarem ao meu lado.

Ao meu parceiro de vida, marido, amigo e companheiro Tulio, obrigada por sempre me motivar a continuar, por me auxiliar em minhas dificuldades tecnológicas, pelo otimismo e entusiasmo que me motivavam nos momentos complicados. Obrigada também por segurar a barra na reta final desse trabalho quando deixamos de ser dois e passamos a ser três, você, Pedro e eu.

As minhas amigas Janaina e Katielli, que já nem lembro quando começaram a fazer parte dessa louca jornada chamada vida, mas que a cada dia se fazem mais presentes e necessárias. Obrigada por essa amizade sincera que me torna uma pessoa melhor a cada dia.

Agradeço minhas amigas e colegas de mestrado e de estrada, Vanilce e Daiana, pela companhia e pelo aprendizado compartilhado nesses dois anos. As amigas Pamera e Andressa, colegas e parceiras de eventos científicos, além de meu socorro nas traduções em inglês. Minhas amigas de graduação, comadres e parceiras de vida Daniela e Sueli que, assim como eu, acreditaram que era possível alçar outros vãos após a faculdade. Minha amiga Sheila, parceira de trabalho e de aventuras acadêmicas, e também minha eterna professora e orientadora, hoje amiga e colega de profissão Sandra a qual devo muito de minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Por fim, agradeço as instituições que cederam seu tempo e espaço e disponibilizaram os materiais necessários para a realização desse trabalho, a Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, Secretaria do Meio Ambiente de Toledo e Instituto das Águas e em especial à Gloria Maria Genari Pozzobon e à Marilda Menchon Tavares Fornari do Instituto Ambiental do Paraná – IAP, Escritório Regional de Toledo.

Ninguém vence sozinho, por trás de grandes vitórias e realizações, existem muitas pessoas que amparam e auxiliam os sonhos, tornando-os reais. Portanto, não tenho espaço suficiente para agradecer aqui todas as pessoas envolvidas nesse processo, mas levo-as sempre em meu coração.

SÚMARIO

SÚMARIO.....	7
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE QUADROS	13
INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 1	18
A DISPONIBILIDADE E A QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNDO.....	18
CAPÍTULO 2	22
A DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO BRASIL E AS LEGISLAÇÕES DE PROTEÇÃO	22
CAPÍTULO 3	34
A DISPONIBILIDADE DA ÁGUA NO ESTADO DO PARANÁ E AS LEGISLAÇÕES DE USO E PROTEÇÃO	34
CAPÍTULO 4	37
USO DA ÁGUA NAS ATIVIDADES ECONÔMICAS DO OESTE DO PARANÁ E A AÇÃO ANTRÓPICA.....	37
CAPÍTULO 5	43
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) E ÍNDICE DE POLUIÇÃO DO RIO (IPR).....	43
CAPÍTULO 6	47
METODOLOGIA.....	47
CAPÍTULO 7	51
RESULTADOS.....	51
7.1 CARACTERIZAÇÃO DO RIO TOLEDO	51
7.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DO RIO TOLEDO	53
7.2.1 Formas Nitrogenadas.....	55
7.2.2 Matéria Orgânica e Teor de Oxigênio	61
7.2.3 Fósforo	63
7.2.4 Turbidez	64
7.2.5 Elementos Traço	66
7.2.6 Agrotóxicos	69

7.3 O USO DA ÁGUA DO RIO TOLEDO PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO	72
7.4 O RIO TOLEDO COMO RECEPTOR DE ESGOTO DOMÉSTICO E EFLUENTES INDUSTRIAIS	74
7.5 LEVANTAMENTO DOS POÇOS ARTESIANOS UTILIZADOS EM TOLEDO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E ATIVIDADES ECONÔMICAS DO MUNICÍPIO	77
7.6 COBERTURA DE MATA CILIAR E FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE TOLEDO - PR.....	81
CAPÍTULO 8	94
LEVANTAMENTO SOBRE O CUMPRIMENTO DAS METAS ESTABELECIDAS EM 1992 PARA RECUPERAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TOLEDO	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFERÊNCIAS.....	105

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ADAPAR- Agência de Defesa Agropecuária do Paraná

ANA - Agência Nacional das Águas

FUNTEC - Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Toledo

IAP- Instituto Ambiental do Paraná

IQA - Índice de Qualidade da Água

IPR - Índice de Poluição do Rio

ITCF - Instituto de Terras, Cartografia e Florestas

ONU - Organização das Nações Unidas

OMS - Organização Mundial da Saúde

MMA - Ministério do Meio Ambiente

SEMA - Secretaria Estadual de Meio Ambiente

UNESCO- Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura.

UNICEF- Fundo das Nações Unidas para a Infância

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração da APP locada a partir da borda da calha do leito regular.	30
Figura 2 - Curvas de Qualidade da água em função de sua concentração.	44
Figura 3 - Mapa de Toledo-PR e demarcação do Rio Toledo.	51
Figura 4 - Nascente do Rio Toledo na linha Gramado.	52
Figura 5 - Perfil do IQA no percurso do rio Toledo. Ponto 1: nascente; Pontos 2 a 4: zona rural, antes da captação da Sanepar; Pontos 5 a 7: área urbana. ...	54
Figura 6 - Espécies de Nitrogênio a jusante de uma fonte de poluição orgânica em um rio.	56
Figura 7 - Média da concentração das formas nitrogenadas no rio Toledo entre 1985-1987. P1: nascente; P2: próximo à antiga captação da Sanepar, atual Parque dos Pioneiros.	57
Figura 8 - Média da concentração das formas nitrogenadas no rio Toledo entre 2003 a 2005.	57
Figura 9 - Média da concentração das formas nitrogenadas no rio Toledo entre 2003 a 2006.	58
Figura 10 - Composição fracionaria das espécies de amônia/ion amônio com o pH. Programa Hydra/Medusa [®] . Elaborado pelos autores.	60
Figura 11 - Diagrama pE-pH para nitrogênio inorgânico em um sistema aquoso.	60
Figura 12 - Concentração das formas nitrogenadas no rio Toledo em 2004. ...	61
Figura 13 - Correlação entre Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).	62
Figura 14 - Concentração de fosforo total no rio Toledo em 2004.	64
Figura 15 - Comparação entre turbidez média anual e área conservada da Bacia do Rio Toledo ao longo dos anos. Local: Estação de tratamento de água da Sanepar.	65
Figura 16 - Concentração média de metais encontrados no trabalho de Espinoza <i>et al.</i> (2010), no período de coleta entre 2003-2004.	68
Figura 17 - Captação de Água e consumo por habitante em Toledo. Fonte: SANEPAR.	72
Figura 18 - Evolução do PIB per capita no Município de Toledo.	73

Figura 19 - Localização da ETE Norte (em funcionamento) e a ETE Sul (previsão de instalação). A linha em preto demarca o limite urbano atual da cidade de Toledo/PR.....	75
Figura 20 - Lançamento de efluente industrial no Rio Toledo no ano de 2015, localizado entre os pontos 4 e 5 da referencia de Espinoza et al, 2010.....	76
Figura 21 - Lançamento de efluente industrial no Rio Toledo no ano de 2003. Mesmo local da Figura 21.	77
Figura 22 - Poços artesianos considerados insignificantes para Outorga de acordo com a Resolução estadual 39/2004	79
Figura 23 - Poços artesianos outorgados pelo Instituto das Águas.....	80
Figura 24 - Média de vazão em m ³ utilizada por cada setor	80
Figura 25 - Ausência de mata ciliar no entorno do Rio Toledo.	84
Figura 26 - Ocupações próximas às margens do Rio Toledo.....	85
Figura 27 - Nascente principal do Rio Toledo, PR (2016).	86
Figura 28 - Nascente principal do Rio Toledo no ano de 2003.....	87
Figura 29 - Nascente principal do Rio Toledo no ano de 2016.....	87
Figura 30 - Ponte do Rio Toledo na BR 467 no ano de 2005.	88
Figura 31 - Ponte do Rio Toledo na BR 467 no ano de 2016.	88
Figura 32 - Parque Aquático em 2006.....	89
Figura 33 - Parque Aquático em 2016.....	89
Figura 34 - Unidade de Produção Agroindustrial, 2006.	90
Figura 35 - Unidade de Produção Agroindustrial, 2016.....	91
Figura 36 - Loteamento situado na PR 371 em 2006.....	92
Figura 37 - Loteamento situado na PR 371 em 2016.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos (CETESB, 2011)	43
Tabela 2 - Classificação das águas de acordo com o IQA.	45
Tabela 3 - Valores médios históricos de IQA do rio Toledo	53
Tabela 4 - Dados de média e amplitude dos valores de turbidez nas diversas referências estudadas no ponto de captação da SANEPAR.....	65
Tabela 5 - Quantidade e localização das Estações de Tratamento de Esgoto	74
Tabela 6 - Vazão dos poços em m ³ /h utilizada em cada setor de Toledo.....	81
Tabela 7 - RPPN reconhecidas pelo IAP no Município de Toledo - PR.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pontos de amostragem de águas do rio Toledo, de acordo com as referências consultadas.	49
Quadro 2 - Valores do Índice de Poluição do Rio (IPR) calculados a partir das referências analisadas.	55
Quadro 3 - Valores de metais encontrado por Pozzobon <i>et al.</i> (1991).....	67
Quadro 4 - Teor de agrotóxicos determinados no rio Toledo por Pozzobon <i>et al.</i> (1991).....	70
Quadro 5 - Propostas de recuperação da bacia do rio Toledo na área de manancial.....	95
Quadro 6 - Propostas de recuperação da bacia do rio Toledo na área urbana.	96
Quadro 7 - Propostas de recuperação da bacia do rio Toledo na área peri-urbana.	97
Quadro 8 - Análise SWOT - Uso da Água	99

RESUMO

PEREIRA, ELOISA A. Exaustão das Águas: o que mudou no Rio Toledo e no Potencial Hídrico no Município de Toledo – PR no período de 1985 a 2010. Data da defesa 08 de Dezembro de 2016. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Campus de Toledo. Toledo, 2016.

A água é indispensável para a sobrevivência dos seres vivos e nas últimas décadas os debates sobre sua disponibilidade e qualidade para as futuras gerações tem se acirrado, pois os dados e informações na literatura sobre a mesma têm apresentado resultados preocupantes do ponto de vista ambiental. O objetivo desse trabalho é apresentar um panorama histórico sobre a Qualidade da Água do rio Toledo - Paraná e a disponibilidade hídrica no município de Toledo. Para isso foram realizadas análises documentais de relatórios de análises de águas do rio Toledo e informações de órgãos oficiais, bem com revisão bibliográfica das principais legislações brasileiras de preservação ambiental. O estudo demonstra que a demanda de utilização hídrica do município aumentou consideravelmente nas últimas décadas e que seu principal manancial vem sofrendo com os efeitos da ocupação de seu entorno e da descarga de efluentes. O Índice de Qualidade da água do rio Toledo apresentou valores que oscilam para índices cada vez menores ao longo de seu percurso, indicando degradação de seu ecossistema. A garantia dos recursos hídricos para utilizações futuras depende de maior atenção dos gestores e da população em relação a seu uso.

PALAVRAS CHAVE: Recursos Hídricos, Políticas Públicas, Gestão de Recursos Naturais.

ABSTRACT

PEREIRA, ELOISA A. Exhaustion of Water: what changed in the Toledo River and in the water Potential in the Municipality of Toledo - PR in the period from 1985 to 2010. Defense Date December 08, 2016. 113 p. Dissertation (Master in Environmental Sciences) - of the State University of West Paraná/Campus of Toledo. Toledo, 2016.

Water is essential for the survival of living beings and in recent decades the debate on its availability and quality for future generations has increased, because the data and information in the literature about it have shown worrying results from an environmental point of view. The aim of this paper is to present a historical overview of the water quality in Toledo river and water availability in the city of Toledo - Paraná. For this purpose, documentary analysis of Toledo river water analysis reports and information from official organs were realized, as well as a literature review of the main Brazilian legislation for environmental preservation. The study shows that the municipal demand for water use has increased considerably in recent decades, and that its main source has been suffering the effects of the occupation of their surroundings and the discharge of effluents. The index of water quality in Toledo river demonstrated values ranging for smaller and smaller indexes along its route, indicating degradation of their ecosystem. The guarantee of water resources for future use depends on more attention from the managers and the public in relation to its use.

KEY WORDS: Water Resources, Public Policies, Natural Resource Management.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano se acelerou na segunda metade do século XX com a concentração da população em espaços reduzidos, produzindo grande competição pelos recursos naturais (principalmente água e solo) e destruindo parte da biodiversidade natural (TUCCI, 2008).

A poluição dos mananciais, o desmatamento, o assoreamento dos rios, o uso inadequado de irrigação e a impermeabilização do solo, entre tantas outras ações do ser humano moderno, são responsáveis pela contaminação da água (MACHADO, 2003).

Segundo Boff (2012), precisamos com urgência frear a crescente escassez da água pelo mau uso dela, pois há água suficiente para todos, mas ela é desigualmente distribuída. Por isso, muito se tem debatido sobre a qualidade e disponibilidade da água para a atual e as futuras gerações, ocasionando o que alguns cientistas chamam de crise da água (ROGERS *et al.*, 2006) (SOMLYODY & VARIS, 2006) (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

De acordo com Wolkmer e Pimmel (2013), a crise da água que vem sendo apontada por muitos como a possível causa das disputas deste século, cuja escassez poderia provocar guerra entre países, da mesma forma como aconteceu com o petróleo durante o século passado. Essa crise da água é descrita por alguns como um reflexo da má gestão desse recurso.

O setor agrícola é o maior consumidor de água. Em nível mundial, a agricultura consome 69% de toda a água derivada das fontes (rios, lagos e aquíferos subterrâneos) e os outros 31% são consumidos pelas indústrias e uso doméstico (CHRISTOFIDIS, 1997 *apud* PAZ, TEODORO E MENDONÇA, 2000).

Já para a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura - UNESCO (2001), na agricultura a água provém diretamente das chuvas, que recompõem a umidade do solo ou é gerada artificialmente, por meio da irrigação. Um pouco mais de 60% da produção global de alimentos é atribuído à chuva e quase 40% à agricultura irrigada.

Além do uso pelas atividades agrícolas, Tucci (2008) aponta a intensa urbanização como uma das causas da crise da água no século XXI, pois ela

aumenta a demanda pela água para abastecimento e desenvolvimento econômico e social e amplia a descarga de recursos hídricos contaminados.

Os recursos hídricos são utilizados para o abastecimento público e precisam ter adequados parâmetros de qualidade para o consumo da população. O comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico é decorrente de poluição causada por diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola (MERTEN e MINELLA, 2002).

Augusto *et al.* (2012) explicam que o despertar da água como um direito humano fundamental e a preocupação com legislações para salvaguardar a qualidade e o acesso a esse elemento natural, mediante políticas públicas são questões recentes. Por isso, Políticas Públicas que visem à preservação ambiental foram elaboradas e devem ser aplicadas para assegurar a qualidade das águas, principalmente de rios que atravessam o espaço urbano.

No Município de Toledo, o Rio Toledo percorre uma extensão considerável dentro do espaço urbano sendo um manancial de captação de água para abastecimento da população e, por isso, objeto de estudo desta dissertação. Além disso, diversas fontes de captação de águas a partir de poços são utilizadas para suprir a necessidade hídrica do município.

Nessa perspectiva, este trabalho procura responder as seguintes perguntas: as águas do rio Toledo apresentaram parâmetros de conformidade, de acordo com a legislação vigente, nos últimos trinta anos? Quais parâmetros de qualidade foram mais afetados no percurso urbano do rio Toledo? Qual a demanda de água no município atualmente comparada com os últimos 30 anos?

CAPÍTULO 1

A DISPONIBILIDADE E A QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNDO

O planeta Terra tem dois terços de sua superfície ocupados por água com aproximadamente 360 milhões de km² de um total de 510 milhões. Entretanto, 98% da água disponível no planeta são salgadas (MARENGO, 2008).

Da água doce existente no nosso planeta, 68,9% encontram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas; 30% são águas subterrâneas; 0,9 % compõem a umidade do solo e pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial da água doce presente em rios e lagos que são propícias ao uso da população, de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, (UNESCO, 2006).

Os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades e, além de ser material primordial dos organismos vivos, é utilizado no abastecimento público, na geração de energia, na irrigação, na navegação, na aquicultura e em harmonia paisagística (MORAES e JORDÃO, 2002). Deve ser utilizada primeiramente na dessedentação e alimentação dos seres humanos, mas também é utilizada como meio de transporte para efluentes sanitários e industriais.

As principais fontes de fornecimento de água para abastecimento público são de dois tipos: as águas superficiais (rios, lagos, canais etc.) que são de mais fácil captação e, portanto, as mais utilizadas, e as águas subterrâneas (lençóis subterrâneos).

Guimarães, Carvalho e Silva (2007) definem como manancial de abastecimento a fonte na qual se retira a água com condições sanitárias adequadas e vazão suficiente para atender a demanda. Assim, de acordo com os autores, na escolha de um manancial deve-se levar em consideração o consumo atual e a previsão de crescimento da comunidade e a capacidade ou não de o manancial satisfazer a este consumo. Estes autores, contudo, expõem um conceito de natureza como estoque, com fornecimento da matéria prima para as exigências humanas.

Este conceito deriva do conceito de sustentabilidade a partir do Relatório Brundtland, do documento Nosso Futuro Comum (ONU, 1987) que defende

atender as necessidades atuais de uma população sem comprometer a capacidade de gerações futuras atenderem à sua própria.

Um conceito mais integral e que apresenta maior respeito ao ambiente é a definição de Miller Jr (2012). Nele, a sustentabilidade é a

capacidade dos sistemas naturais da Terra e dos sistemas culturais humanos de sobreviver prosperar e se adaptar às mudanças nas condições ambientais no longo prazo, conceito que também se refere à pessoas preocupadas em transmitir um mundo melhor para as gerações futuras (p. 9).

Este conceito mais integral é importante, uma vez que a quantidade de água doce disponível no planeta é diferente em cada continente, sendo abundante na America Latina e escassa em algumas regiões da África e Ásia como expõem Paz, Teodoro e Mendonça (2000).

Atualmente, vários países enfrentam problemas com a falta de água, como Kuwait, Israel, Jordânia, Arábia Saudita, Líbia, Iraque, Bélgica, Argélia, Cabo Verde, Etiópia, Hungria, México, Estados Unidos, França, Espanha e outros, ou seja, em 26 países do planeta a seca é crônica (p 466).

Sobre a disponibilidade mundial da água, em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro com a participação de 179 países, foi produzido o documento Agenda 21, considerado um instrumento de planejamento para cidades sustentáveis que traz no capítulo 18 que

a água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água (p 267).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2013), o acesso à água potável e ao saneamento básico é um direito humano essencial.

Para Heller e Pádua (2006), saneamento ou saneamento básico tem sido definido como o conjunto das ações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza pública, drenagem pluvial e controle de vetores.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) entende o saneamento básico como o controle de todos os fatores do meio físico do ser humano, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu bem estar físico, mental ou social. Portanto, a utilização dos instrumentos do saneamento básico buscam em sua essência a promoção da saúde dos seres humanos e a preservação do meio ambiente.

Partindo do entendimento de que a qualidade da água é determinante para a saúde e bem estar dos seres humanos, estudos realizados pela OMS (2013) apontam que o consumo de água contaminada adoecce milhares de pessoas no mundo todo, sendo que a diarreia, por exemplo, mata 2.195 crianças por dia e faz mais vítimas do que a AIDS, a malária e o sarampo juntos; 3,5 milhões de pessoas morrem por ano no mundo por problemas relacionados ao fornecimento inadequado da água e 10% das doenças registradas ao redor do mundo poderiam ser evitadas se os governos investissem mais em acesso à água, medidas de higiene e saneamento básico.

Ainda segundo dados da OMS (2013), 2,5 bilhões de pessoas (36%) vivem sem saneamento adequado, sendo que 71% vivem em áreas rurais. De acordo com dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, 2013) mais de um bilhão de pessoas no mundo não tem acesso a banheiro, representando 15% da população mundial.

Os problemas apresentados em todas as regiões do mundo em relação ao saneamento básico prejudicam de forma direta a qualidade dos recursos hídricos indispensáveis para a sobrevivência dos seres vivos, pois o despejo inadequado de esgoto, a disposição de resíduos e o descarte de materiais tóxicos nos rios e mananciais vêm diminuindo a quantidade de água potável em todo planeta, um desafio para o próximo século, (SILVA, 2012).

O Direito Internacional ainda não dispõe de uma convenção ou tratado abrangente sobre a preservação e o uso racional da água, sendo que iniciativas mais relevantes nesse sentido se concentram no Fórum Mundial da Água. Esse, por sua vez, se reúne a cada três anos representantes de várias esferas sociais, mas que não consta na agenda oficial da Organização das

Nações Unidas (ONU), ficando então a critério de cada país desenvolver legislações que visem a preservação da água.

CAPÍTULO 2

A DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO BRASIL E AS LEGISLAÇÕES DE PROTEÇÃO

O Brasil detém 12% da água doce superficial disponível no planeta e 28% da disponível nas Américas. Em seu território encontra-se grande parte da maior reserva de água doce subterrânea, o Aquífero Guarani, com 1,2 milhões de quilômetros quadrados (SILVA, 2012).

De acordo com a Agência Nacional das Águas (BRASIL, 2013) existe uma grande variação de distribuição da água entre as diferentes regiões brasileiras: 81% do volume total de águas de superfície se concentra na Região Norte, 8% na Região Centro-Oeste, enquanto o restante do país detém apenas 11% da água onde vivem 86% da população brasileira. Percebe-se assim que, embora considerado um país com abundante disponibilidade de água, existem problemas sérios em relação à distribuição desse recurso no território brasileiro, influenciados pelo clima diferente de cada região e por questões de investimento em infraestrutura, utilização e preservação desse recurso, ou seja, por problemas na gestão dos recursos hídricos.

Thomas (2002) explica que a gestão de Recursos Hídricos no Brasil esta dividida em duas fases.

A primeira inicia-se em 1934, ano em que foi promulgado o Código de Águas, e estende-se até 1988, quando da promulgação da nova Constituição Federal. Nesta fase prevaleceu um modelo de gestão de recursos hídricos setorial, centralizado e insuficiente (Velho Paradigma). A segunda fase inicia-se após a promulgação nova Constituição Federal em 1988, e estende-se até os dias atuais. A nova fase caracteriza-se por um novo paradigma de gestão de recursos hídricos, baseado na gestão descentralizada e participativa, no uso múltiplo, na bacia hidrográfica como unidade de planejamento e no valor econômico da água (p 6).

No Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934 que instituiu o Código das águas, no Art 2º, eram previstas águas de bem público de uso comum:

a) os mares territoriais, nos mesmos incluídos os golfos, baías, enseadas e portos;

- b) as correntes, canais, lagos e lagoas navegáveis ou fluviáveis;
- c) as correntes de que se façam estas águas;
- d) as fontes e reservatórios públicos;
- e) as nascentes quando forem de tal modo consideráveis que, por si só, constituam o "*caput fluminis*";
- f) os braços de quaisquer correntes públicas, desde que os mesmos influam na navegabilidade ou fluviabilidade.

Em relação à água particular, o Art. 8º declarava que seriam particulares as nascentes e todas as águas situadas em terrenos que também o sejam, quando as mesmas não estiverem classificadas entre as águas comuns de todos, as águas públicas ou as águas comuns.

Araujo e Barbosa (2008) apontam que esse decreto constitui-se marco legal pioneiro do gerenciamento dos recursos hídricos, pois as constituições anteriores e demais legislações que contemplaram a questão hídrica preocuparam-se em disciplinar apenas o domínio, a competência e a propriedade das águas.

Em 1988, com a promulgação da nova Constituição da República Federativa do Brasil, esta, diferente das anteriores, dedicou um capítulo inteiro sobre o meio ambiente, avançando-se assim os mecanismos legais da preservação ambiental e mais especificamente no tocante aos recursos hídricos e delegou à União a competência de legislar sobre a água e energias.

Finalmente, por meio da Lei nº 9.433 de oito de janeiro de 1997, instituiu-se a Política Nacional de Recursos Hídricos que definiu em seu Art. 1º que

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

Mediante a Lei das águas, diferente do que se estabelecia no antigo Código de Águas, o Decreto nº 24.643/1934, sobre a existência de "águas particulares", o domínio da água passa ser público, não transforma o Poder Público Federal e Estadual em proprietário da água, mas o torna gestor desse bem, no interesse de todos.

Por meio da Lei nº 9.433/97 criou-se também o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, estabelecendo que a

gestão dos recursos hídricos no país deve ser realizada de forma descentralizada e participativa, envolvendo o poder público, os usuários de recursos hídricos e as comunidades. Os Planos de Recursos Hídricos constituem-se em instrumentos para a implementação da Política e são desenvolvidos em três níveis:

I – Nacional – Plano Nacional de Recursos Hídricos;

II – Estadual – Planos de Recursos Hídricos dos Estados;

III – Bacia Hidrográfica – Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas.

Segundo Machado (2003), os principais instrumentos da Política de Recursos Hídricos são os Planos de Recursos Hídricos, elaborados por bacia hidrográfica e por Estado, o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água, a outorga de direito de uso e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Nesse sentido, de acordo com Cardoso (2003), a descentralização proposta na Política Nacional de Recursos Hídricos se traduz do ponto de vista institucional na criação de instâncias colegiadas (comitês e conselhos), nas quais o poder de decisão é dividido com três setores por ela definidos: o poder público, os usuários da água e a sociedade civil, tirando das mãos do estado o monopólio da gestão de um bem público.

Outro ponto fundamental da legislação brasileira em relação ao uso da água foi a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) por meio da Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000 e trata-se de um órgão gestor dos recursos hídricos de domínio da União.

De acordo com esta Lei, as águas são classificadas como doce, salinas e salobras, definindo também quais são os usos múltiplos da água: para abastecimento público, abastecimento industrial, atividades agropastoris incluindo a irrigação e a dessedentação de animais, preservação da fauna e flora aquáticas, recreação, geração de energia elétrica, navegação e diluição e transporte de poluentes. De acordo com o Art. 9 da Política Nacional de Recursos Hídricos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visa a

- I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;
- II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Segundo a ANA, até a década de 70 do século XX, os serviços de saneamento básico eram executados por diversos órgãos. Em 1971, foi criado o Plano de Saneamento por parte do Governo Federal, incentivando a criação de companhias estaduais de saneamento (água e esgoto), que eram de fato empresas públicas, com o controle acionário por parte do Estado.

Porém, com esse modelo, pouco se priorizava a qualidade da água e o que estava em foco era o retorno financeiro. Em outubro de 2003 foi realizada em Brasília a 1ª Conferência das Cidades na qual foram delimitadas as diretrizes para a Política Nacional de Saneamento Básico sancionada em janeiro de 2007 pela Lei nº 11.445 que define no Art. 2º os 12 princípios fundamentais que são a base para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico. Entre estes princípios, destaca-se o inciso III, no qual compõem os serviços de saneamento básico o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

Dados do Instituto Trata Brasil (2015), órgão que divulga estatísticas sobre água e saneamento, 82,5% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água e a média de consumo de água *per capita* em 2013 foi de 166,3 litros sendo que 60% dos municípios são atendidos por rede geral de água, 26,4% dos domicílios dependem de poços e nascentes e ainda que 13,2%, de outras formas, como lagos, açudes e caminhões pipa.

Embora existam legislações que regulamentem o uso da água nas últimas décadas, com a crescente industrialização e globalização, com o aumento da demanda por alimentos e grandes investimentos na área da agricultura e pecuária, esse recurso natural tem sua disponibilidade comprometida. A degradação da água pode acontecer de diferentes maneiras, seja de forma natural, ou devida aos esgotos domésticos, efluentes industriais e a drenagem de áreas agrícolas e urbanas e que, segundo Philippe *et al.*

(2004), ocasiona alterações nas características físicas, químicas e biológicas da água, prejudicando principalmente o abastecimento público.

De acordo com a ANA, o uso e a ocupação do solo promovem mudanças na superfície terrestre que podem provocar consequências para a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos. Deste modo, ao regulamentar o uso do solo, que é uma política primordialmente municipal, deverá esta articular-se com a gestão dos recursos hídricos para a preservação dos mananciais e dos cursos d'água.

Neste sentido, na maioria das cidades em expansão, observam-se construções muito próximas aos leitos dos rios e em grande parte de ocupação irregular que, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2000) são de aproximadamente 50% dos casos de construções às margens de rios e córregos. Para Machado (2003),

como resultado das desigualdades sociais e regionais, da pressão antrópica e da expansão das atividades industriais, rios, riachos, canais e lagoas foram assoreados, aterrados e desviados abusivamente, e até mesmo canalizados; suas margens foram ocupadas, as matas ciliares e áreas de acumulação suprimidas. Imensas quantidades de lixo acumulam-se no seu interior e nas encostas desmatadas, sujeitas à erosão. Regiões no passado alagadiças, com pântanos, mangues, brejos ou várzeas foram primeiro, aterradas e, depois, impermeabilizadas e edificadas (p 123).

Dessa maneira, as ocupações irregulares e a falta da mata ciliar nos entornos dos rios e córregos que cortam as áreas urbanas trazem diversos problemas ao rio como a erosão, que ocasiona o assoreamento dos rios, diminuindo assim a quantidade de água nesses locais e causando a degradação desse recurso assim como danos à sua fauna e flora.

Além disso, a mata ciliar é um importante aliado na preservação dos rios, córregos e nascentes visto que fazem a proteção física de suas margens, reciclam elementos, realizam interação entre o ambiente aquático e terrestre ajudando a regular a temperatura da água e auxiliando na alimentação da fauna aquática, armazenando água nas arvores, na serapilheira e no solo.

A mata ciliar também fornece proteção contra erosões pela propriedade de retenção física promovida pelas raízes da vegetação, pela mitigação do

impacto da água sobre o solo por meio das folhas e dos caules (POLETO, 2014). De acordo com Gamberini (2006),

nos pequenos riachos das cabeceiras, folhas mortas e galhos são as fontes primárias de carbono orgânico para as cadeias alimentares aquáticas, chegando a representar 70% do fluxo de energia anual desses ecossistemas. A destruição da mata ciliar eliminará esta fonte de nutrientes e de energia alterando a cadeia alimentar. E o aumento de sedimentos decorrentes da erosão (areia e argila) remove por atrito as algas, fungos e bactérias que recobrem o leito do rio, ou as enterra (assoreamento) modificando bastante o ambiente aquático, levando ao desaparecimento de espécies de peixes que vivem nas áreas das nascentes e cabeceiras de rios (p 6).

A retirada de florestas e matas ciliares reduz sensivelmente a capacidade de retenção e percolação da água da chuva no solo, havendo menor reposição hídrica no lençol freático e maior escoamento superficial o que aumenta o transporte de sedimentos para os rios (POLETO, 2014).

A escassez de matas ciliares associadas a outros fatores como a contaminação causada pelo uso dos solos na agricultura e pecuária provoca diversos problemas em relação à qualidade da água. Um dos fatores indicados como causador da contaminação da água e comprometimento de sua qualidade é a urbanização. Para Jacobi (2000),

A dinâmica de “urbanização por expansão de periferias” produziu um ambiente urbano segregado e altamente degradado com graves consequências para a qualidade de vida de seus habitantes, dando-se a partir da ocupação de espaços impróprios para habitação, como áreas de encostas e de proteção de mananciais (p 33).

Por isso, ao longo do tempo foram instituídas leis que estabelecem critérios para a ocupação desses locais. Tais legislações, no entanto, passaram por grandes mudanças ao longo dos anos, provocando inúmeras discussões, como ocorreu com o Código Florestal Brasileiro, uma das principais leis ambientais de nosso país.

O primeiro Código Florestal do Brasil foi instituído por meio do Decreto 23.793, de 23 de janeiro de 1934, que estabeleceu, entre outros pontos, o

conceito de florestas protetoras, porém, não previa a distância mínima para proteção dessas áreas.

Em 1965 entrava em vigor o Novo Código Florestal que substituía o de 1934 pela Lei Federal 4.771 de 15 de setembro de 1965. Essa lei estabeleceu as Áreas de Reserva Legal nas propriedades particulares e as Áreas de Preservação Permanente (APP), definida pelo Art 1º inciso II como

APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

No Art. 2º considerou-se a APP como as florestas e demais formas de vegetação natural situadas: a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima era:

(...) de 5 (cinco) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura; 2 - igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distância entre as margens; 3 - de 100 (cem) metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 200 (duzentos) metros de largura (...)

Após trinta anos de discussões entre especialistas, sociedade e legisladores, entrou em vigor, com uma série de modificações, o Novo Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

Porém, as discussões sobre capacidade deste código de preservação continuam gerando inúmeros impasses, pois a pessoa ou empresa (seja indústria, agricultura ou pecuária) que desmata para fins econômicos acaba tendo mais respaldo na responsabilização do crime já que, de acordo com a nova legislação, existe um período de carência para a remediação do ato, antes que qualquer multa ou punição seja aplicada. Nesse sentido, aos órgãos que realizam a fiscalização ambiental cabe informar ao proprietário do local o dano causado e esperar que este, no tempo determinado, faça o processo de recuperação.

O Código Florestal determina, na Seção II do Regime de Proteção da Reserva Legal, Art. 17 que: "A Reserva Legal deve ser conservada com

cobertura de vegetação nativa pelo proprietário do imóvel rural, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado". Determina também no § 3º que é obrigatória a suspensão imediata das atividades em área de Reserva Legal desmatada irregularmente após 22 de julho de 2008 e dispõem no § 4º:

Sem prejuízo das sanções administrativas, cíveis e penais cabíveis, deverá ser iniciado, nas áreas de que trata o § 3º deste artigo, o processo de recomposição da Reserva Legal em até 2 (dois) anos contados a partir da data da publicação desta Lei, devendo tal processo ser concluído nos prazos estabelecidos pelo Programa de Regularização Ambiental.

Além disso, a nova interpretação sobre a área de preservação permanente deixa descoberta a faixa de alagamento sazonal, comum em diversos corpos hídricos. No novo Código Florestal Brasileiro, o Art. 4º estabelece as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura (...)

Para Ellovitch e Valera (2014) embora a Lei nº 12.651/12 tenha mantido as metragens de APP da Lei nº 4771/65, a alteração do parâmetro para sua medição acarreta redução substancial de áreas protegidas, pois

afinal, um rio que tenha alteração significativa do leito em períodos de cheias (como acontece muito em Minas Gerais e na Amazônia) terá boa parte (senão toda) a área de preservação permanente periodicamente inundada. Assim, essas APPs não cumprirão seus processos ecológicos essenciais e a ocupação das áreas de várzea poderão acarretar situações de graves riscos a bens e vidas humanas (p 8).

De maneira simplificada, essa nova definição deixa de considerar as faixas de inundações naturais, que ficam desprotegidas, conforme demonstra a Figura 01.

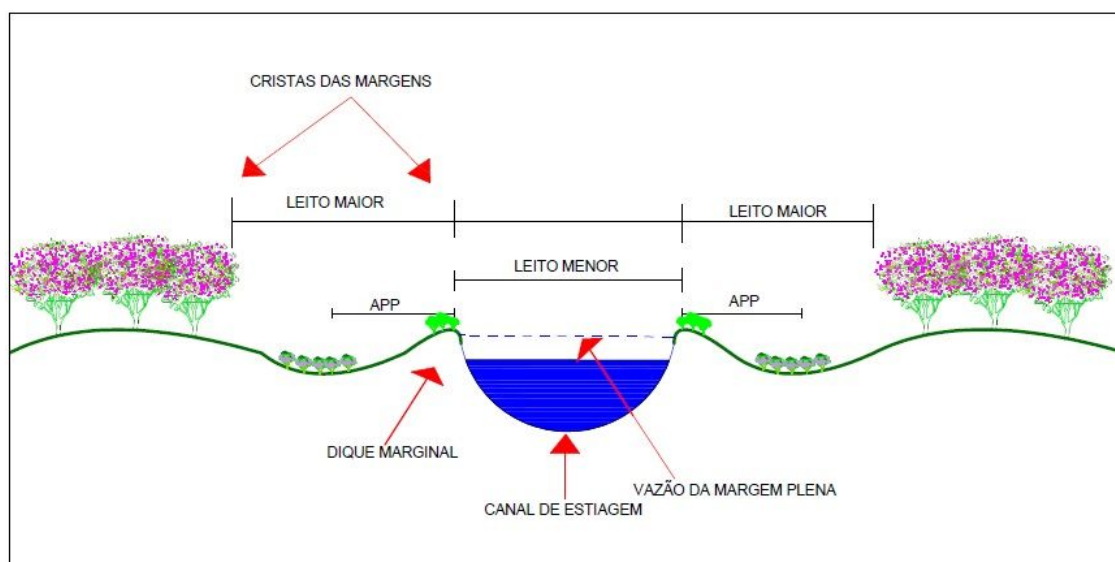


Figura 1 - Ilustração da APP locada a partir da borda da calha do leito regular.
Fonte: Adaptado de ABES (2012) apud Figueira (2014).

O corpo d'água não pode ser compreendido somente como o espaço que as águas correm na maior parte do tempo, pois seu leito sazonal varia em função das chuvas, como explica Figueira (2014),

foi reduzida de forma drástica a proteção dos cursos d'água, pois a faixa ao longo das mesmas é localizada no que se entende ser o próprio corpo d'água, uma vez que o leito maior sazonal nada mais é do que o local em que as águas extravasam no período de cheias, correspondentes às planícies de inundação, também conhecidas como várzeas (p 23).

As áreas de preservação permanente garantem a estabilidade de todos os recursos naturais ali existentes e Silva *et al.* (2011) expõem suas principais funções, tais como:

a regularização hidrológica, a estabilização de encostas, a manutenção da população de polinizadores e de ictiofauna, o controle natural de pragas, das doenças e das espécies exóticas invasoras. Na zona ripária, além do abrigo da biodiversidade com seu provimento de serviços ambientais, os

solos úmidos e sua vegetação nas zonas de influência de rios e lagos são ecossistemas de reconhecida importância na atenuação de cheias e vazantes, na redução da erosão superficial, no condicionamento da qualidade da água e na manutenção de canais pela proteção de margens e redução do assoreamento (p 12).

Portanto, ao se utilizar dessas áreas de maneira inadequada, com construções de moradias e outros empreendimentos, com utilização indiscriminada do solo pela agricultura e pecuária entre outras atividades, coloca-se em risco a qualidade e a quantidade da água.

Do ponto de vista ambiental e a partir do que foi exposto sobre a importância das APPs, fica claro que quanto mais restritiva a lei, maior a possibilidade de preservação dos mananciais e, conseqüentemente, da sua disponibilidade para uso consciente e adequado da sociedade.

As ocupações irregulares nos entornos dos rios e córregos que cortam as áreas urbanas podem ocasionar diversos problemas e, de acordo com Tucci (2008), os mais graves são a falta de tratamento de esgoto que é lançado na rede pluvial, a não implementação da rede de drenagem urbana e a ocupação do leito de inundação ribeirinha o que causa inundações, impermeabilização e canalização dos rios urbanos e deterioração da qualidade da água por falta de tratamento de efluentes que constitui um risco para a saúde humana. De acordo com a ONU (2010) o Brasil é um dos países com o índice maior de pessoas que não possuem banheiro com quase 7,2 milhões de habitantes.

Essas questões são contrárias à Política Nacional de Saneamento Básico, Lei N° 11.445 de 05 de janeiro de 2007 que, em seu Art 2° destaca os princípios fundamentais e, em seu inciso IV garante disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado. O Plano Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2013) com o advento da Lei nº 11.445/07 explica o termo como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas.

Após seu uso, a água adquire propriedades químicas, físicas e biológicas que podem contaminar e prejudicar a saúde dos seres vivos e, para

isto, é necessário o cumprimento de parâmetros mínimos de qualidade das águas.

Os padrões de qualidade estão definidos pela Resolução nº 357 do CONAMA de 17 de março de 2005 e complementada pela Resolução 430 de 13 de maio de 2011 e dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Em seu Art. 3º define que

os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Além disso, na sessão III do Art. 21 determina-se que para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidos padrões específicos para o pH, a temperatura, a Demanda Bioquímica de Oxigênio, entre outras.

No Brasil, o investimento em saneamento básico ocorreu pontualmente em alguns períodos específicos, com um destaque para as décadas de 1970 e 1980. Esse investimento tardio continua trazendo consequências nos dias atuais. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2015), 82,5% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada, 48,6% da população têm acesso à coleta de esgoto e apenas 39% dos esgotos do país são tratados.

Muitos dos problemas relacionados ao saneamento básico são reflexos das ocupações irregulares nas margens dos recursos hídricos que destroem as matas ciliares e conseqüentemente afetam a qualidade e disponibilidade da água.

Para compreender esta questão, é importante esclarecer que a preservação dos recursos hídricos depende muito das atividades que acontecem em suas margens. De acordo com Tambosi *et al.* (2015) a região localizada nas margens dos corpos d'água é considerada uma zona de transição ou ecótono entre os ecossistemas terrestres e aquáticos que

influencia diretamente os parâmetros físico-químicos e biológicos dos corpos d'água.

Percebe-se que a discussão sobre os meios de preservar os recursos naturais, sejam as florestas ou os recursos hídricos, perduram por quase 100 anos na história do Brasil, e que ainda não se tem um consenso sobre o assunto, pois, de um lado pensa-se na preservação dos recursos naturais que exigem medidas mais restritivas e de outro, leva-se em consideração as questões econômicas do país que, para produzir bens de consumo e se desenvolver, precisa fazer uso desses recursos. De certo modo, as discordâncias e conflitos sobre o uso do solo, da água e da flora continuarão, pois são diferentes interesses envolvidos.

CAPÍTULO 3

A DISPONIBILIDADE DA ÁGUA NO ESTADO DO PARANÁ E AS LEGISLAÇÕES DE USO E PROTEÇÃO

O Estado do Paraná está localizado na região Sul do Brasil e segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015) possui uma área de 199.307,945 km² e uma população de 11.163.018 habitantes concentrando 5% da população nacional.

Entre as atividades econômicas desenvolvidas no Paraná, destacam-se a agricultura e a pecuária, além do setor industrial. Os principais produtos agrícolas do Paraná são a cana-de-açúcar, o milho, a soja, a mandioca, o trigo, o algodão e a laranja (MANTOVANI, 2003). O setor agropecuário conta com a criação de bovinos, suínos e ovinos e o setor industrial é representado principalmente pela agroindústria, a de papel e celulose, a de fertilizantes e, mais recentemente, a automobilística e a de eletroeletrônicos.

De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná - SEMA (2010) em relação aos recursos hídricos, o Estado do Paraná está subdividido em 16 bacias hidrográficas: Cinzas, Iguaçu, Itararé, Ivaí, Litorânea, Paraná I, Paraná II, Paraná III, Paranapanema I, Paranapanema II, Paranapanema III, Paranapanema IV, Piquiri, Pirapó, Ribeira e Tibagi. Possui uma disponibilidade hídrica superficial de 3,6 mil m³ de água por ano para cada habitante e possui aquíferos subterrâneos que podem fornecer volumes anuais da ordem de 690 m³ por habitante.

No que diz respeito ao uso e proteção da água, a Política Estadual de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei nº 12.726 de 26 de novembro de 1999, que também criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, como parte integrante dos Recursos Naturais do Estado, nos termos da Constituição Estadual e na forma da legislação federal aplicável. Essa política tem como instrumentos:

- I- O Plano Estadual de Recursos Hídricos
- II- O Plano de Bacia Hidrográfica
- III- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água
- IV- A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos
- V- A cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos

VI- O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos.

O Plano de Recursos hídricos do Estado do Paraná segue os pressupostos estabelecidos no Plano Nacional e tem como objetivo atuar como instrumento básico na definição da Política e da Gestão dos Recursos Hídricos em nosso Estado.

O órgão gestor de Recursos Hídricos do Estado do Paraná é a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - SUDERHSA, criado pela Lei Estadual nº 11.3352/96 (Paraná, 1996). O Instituto das Águas do Paraná é responsável pela formulação e execução da Política Estadual de Recursos Hídricos e pela implementação do sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos (POLETO, 2014).

Na perspectiva da gestão descentralizada dos recursos hídricos, com a participação comunitária e atendendo as legislações Federal e Estadual, de acordo com o Instituto das Águas (2015) o estado possui atualmente 10 Comitês de Bacia Hidrográfica, identificados como: Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, Comitê da Bacia do Tibagi, Comitê da Bacia do Jordão, Comitê de Bacia Paranapanema, Comitê dos rios Pirapó, Paranapanema III e IV, Comitê dos rios Cinzas, Itararé, Paranapanema I e II, Comitê da Bacia do Paraná 3, Comitê do Baixo Iguaçu, Comitê do Baixo Ivaí e Paraná1 e o Comitê da Bacia Litorânea.

Além disso, de acordo com a SEMA (2010) tendo em vista a gestão dos recursos hídricos, juntamente com os critérios fisiográficos e as características sócio-econômicas e de uso e ocupação do solo, as bacias hidrográficas foram subdivididas e/ou agrupadas, resultando em 12 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos, de acordo com a Resolução Nº 49/2006/CERH/PR, a saber: Litorânea, Alto Iguaçu/Ribeira, Médio Iguaçu, Baixo Iguaçu, Itararé/Cinzas/Paranapanema I e II, Alto Tibagi, Baixo Tibagi, Pirapó/Paranapanema III e IV, Alto Ivaí, Baixo Ivaí/Paraná I, Piquiri/Paraná II, Paraná III.

Contudo, apesar das legislações de proteção hídrica, sabe-se que o desenvolvimento de um município, de um estado e de um país depende intimamente da utilização da água, necessária em praticamente todas as

atividades econômicas e no estado do Paraná existe uma demanda grande utilizada principalmente na agricultura e pecuária que podem causar degradação dos recursos hídricos, se não houver gestão ou manejo adequados (POLETO, 2014).

CAPÍTULO 4

USO DA ÁGUA NAS ATIVIDADES ECONÔMICAS DO OESTE DO PARANÁ E A AÇÃO ANTRÓPICA

O município de Toledo localiza-se na região oeste do Paraná e, segundo dados do IBGE (2010), possui população de 119.313 habitantes com projeção de 132.077 em 2015 e conta com uma unidade territorial de 1.196,999 km² localizada na Bacia Hidrográfica do Paraná 3.

A Bacia do Paraná 3 possui uma área total de 7.979,40 km² cerca de 4% da área total do Estado. É ocupada em grande parte pela agricultura intensiva, ocorrendo uma faixa de uso misto que segue do sul até a região central da bacia. Há ainda pequenas áreas de cobertura florestal e concentrações urbanas e industriais (SEMA, 2010). O índice de atendimento para abastecimento público de água é de 97% já o índice de atendimento de coleta de efluentes domésticos fica em torno de 32%.

A demanda hídrica da Bacia do Paraná 3 é de aproximadamente 3 mil L/s, dos quais 63% provém de mananciais superficiais e 37% de mananciais subterrâneos. Com relação aos setores usuários, 49% vão para o abastecimento público, 24% para uso industrial, 11% para o setor agrícola, 16% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2010).

No Oeste do Paraná, há grandes produtores de grãos como soja e milho. No cultivo dessas culturas utiliza-se grande quantidade de insumos, herbicidas, inseticidas entre outros produtos químicos. De acordo com a Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989,

os agrotóxicos são os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2015), o agrotóxico tem grande potencial de atingir o solo e as águas, devido aos ventos e à água das chuvas, que promovem a deriva, a lavagem das folhas tratadas, a lixiviação e a

erosão, qualquer que seja o caminho dele no ambiente o ser humano é seu potencial receptor.

Anualmente são usados no mundo aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de agrotóxicos. O consumo anual de agrotóxicos no Brasil tem sido superior a 300 mil toneladas de produtos comerciais (SPADOTTO *et al.*, 2004). Desde 2008, o Brasil é o país que mais usa agrotóxico no planeta, chegando em 2009, à marca de mais um bilhão de litros de agrotóxicos aplicados, com o equivalente a um consumo médio de 5,2 kg de agrotóxico por habitante (LONDRES, 2011).

Além disso, no oeste do Paraná, especificamente no município de Toledo, as principais atividades econômicas desenvolvidas são além da agricultura a suinocultura. De acordo com Roesler e Cesconeto (2003), as atividades da suinocultura no estado do Paraná e na região de Toledo tornaram-se representativas nos efeitos multiplicadores de renda e emprego em todos os setores da economia.

De acordo com Perdomo, Lima e Nones (2001) a suinocultura é uma atividade de grande potencial poluidor, face ao elevado número de contaminantes gerados pelos seus efluentes, cuja ação individual ou combinada, pode representar importante fonte de degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo. Ainda segundo os autores,

o problema da adição de dejetos aos recursos hídricos, resulta do rápido aumento populacional das bactérias e na extração do oxigênio dissolvido na água para o seu crescimento. As bactérias são as principais responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (...) Quando se adiciona uma grande quantidade de dejetos num corpo d'água, teoricamente, a população de bactérias pode dobrar a cada divisão simultânea (p 13).

Roesler e Cesconeto (2003) citam outros aspectos relacionados à suinocultura e a poluição hídrica como grande volume de dejetos produzido por suínos e sistema de criação por confinamento, que traz um aumento de volume e concentração de dejetos poluentes em pequenas áreas.

O IAP estabelece os critérios pra os empreendimentos de suinocultura na Instrução Normativa 105.006 de 21 de março de 2002, da qual destaca-se

b) a área do empreendimento, incluindo armazenagem, tratamento e disposição final de dejetos, deve situar-se a uma distância mínima de corpos hídricos, de modo a não atingir áreas de preservação permanente, conforme estabelecido no Código Florestal.

Esta Instrução estabelece os valores máximos admissíveis para o lançamento de efluentes de suinocultura em corpos hídricos que são os seguintes:

- a.1) pH entre 5 a 9;
- a.2) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a elevação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3 °C;
- a.3) materiais sedimentáveis: até 1 mL/litro em teste de 1 hora em cone Imhoff para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- a.4) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do empreendimento;
- a.5) óleos e graxas: óleos vegetais e gorduras animais até 50 mg/l;
- a.6) ausência de materiais flutuantes;
- a.7) DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) até 50 mg/L.
- a.8) DQO (Demanda Química de Oxigênio) até 150 mg/L.
- Cobre: 1,0 mg/L de Cu Zinco: 5,0 mg/L de Zn

As atividades econômicas, agrícolas, agropecuárias ou industriais geram efluentes que alteram as características da água, podendo torná-la de má qualidade, porém além desses fatores, outras ações antrópicas influenciam esse quadro, tais como o despejo de esgotos sanitários, o descarte incorreto de resíduos, as ocupações irregulares e o mau uso do solo.

Além disso, o uso indiscriminado da água pode gerar uma situação de escassez em períodos de seca. No oeste do Paraná há uma concentração significativa de agroindústrias, que utilizam grande quantidade de água em suas produções e, por isso, muitas destas optam em adquirir poços artesianos, no caso no município de Toledo esses vão desde poços rasos (com 10 metros de profundidade) a poços profundos (com 500 metros de profundidade) o que pode implicar num fator de diminuição dos recursos hídricos ao longo do tempo.

No Brasil, a lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos dispõe sobre a outorga de direito dos recursos hídricos. Como definido pelo Instituto das águas do Paraná (2016)

a outorga é o ato administrativo que expressa os termos e as condições mediante as quais o Poder Público permite, por prazo determinado, o uso de Recursos Hídricos. Direciona-se ao atendimento do interesse social e tem por finalidades assegurar o controle quantitativo dos usos da água e disciplinar o exercício dos direitos do acesso à água.

No Estado do Paraná, os atos de autorização de uso de recursos hídricos de domínio estadual são de competência do Instituto das Águas do Paraná. O Decreto Nº 9.957 de 23 de janeiro de 2014 que dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e adota outras providencias, expõe no Art. 5º as finalidades de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e disciplinar o exercício dos direitos de acesso à água, vinculando-as aos seguintes objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de águas em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - promover a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vista ao desenvolvimento sustentável;
- III - prevenir e defender contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Segundo este decreto, estão sujeitos à outorga, independentemente da natureza pública ou privada dos usuários, os seguintes usos ou interferências em recursos hídricos:

- I - derivações ou captação de parcela de água existente em um corpo hídrico, para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- III - lançamento em corpo de água, de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

- IV - usos de recursos hídricos para aproveitamento de potenciais hidrelétricos;
- V - intervenções de macrodrenagem urbana para retificação, canalização, barramento e obras similares que visem ao controle de cheias;

A cobrança pelo uso da água tem por objetivo principal garantir quantitativamente e qualitativamente a disponibilidade da água para as futuras gerações, visando o uso consciente e o não desperdício da mesma.

Já o Decreto Estadual nº 9.957 de 2 de janeiro de 2014, que no Art. 7º define que independem de outorga:

- I - as acumulações, derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;
 - II - os usos insignificantes correspondentes aos poços destinados ao consumo familiar de proprietários e de pequenos núcleos populacionais dispersos no meio rural.
 - III - outros usos, intervenções e ações descritos nos incisos V e VI do art. 6 deste regulamento, considerados insignificantes.
- § 1º Os parâmetros quantitativos para a qualificação, como insignificantes, serão estabelecidos pelo Poder Público Outorgante, com base em proposições dos Comitês de Bacia Hidrográfica.

De acordo com a Resolução Estadual 39 de 22 de novembro de 2004 no Art. 1º - Ficam dispensados de outorga, considerando-se como de uso insignificante, as seguintes acumulações, derivações, captações e lançamentos:

- I - Acumulações com volume de até 15.000 m³, ou com área de espelho d'água inferior ou igual 10.000 m², ou com altura de barramento inferior a 1,5 m;
- II – Derivações e captações individuais até 1,8 m³/h;
- III – Lançamentos de efluentes em corpos d'água com vazão até 1,8 m³/h

O artigo Art. 2º determina também são dispensados de outorga os poços destinados ao consumo familiar de proprietários e de núcleos populacionais inferiores ou iguais a 400 (quatrocentos) habitantes dispersos no meio rural. No Art. 3º determina que as acumulações, derivações e captações consideradas insignificantes serão objeto de cadastro e fiscalização pela Superintendência

de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - SUDERHSA.

Entender a problemática envolvida na perfuração de poços artesianos é necessário para se compreender o potencial hídrico do município, pois, de acordo com Augusto *et al.* (2012)

A superexploração de aquíferos subterrâneos acentua a escassez de água. A capacidade de sua recarga fica comprometida por um grande período de tempo. Outras adversidades advindas dessa insustentabilidade podem ocorrer, tais como: a contaminação e a salinização de águas subterrâneas oriundas de aquíferos superficiais degradados; drenagem de rios; subsidência de terrenos; e o aumento dos custos de bombeamento (p 1514).

Portanto, deve-se ter o entendimento que a perfuração de poços artesianos pode comprometer o abastecimento dos rios que muitas servem como mananciais, pois a água proveniente das chuvas, ao percolarem no solo, abastecem os lençóis freáticos e também outros recursos hídricos.

A exploração dos recursos hídricos pela captação em fontes superficiais ou subterrâneas deve obedecer às legislações de preservação que visam assegurar o contínuo ciclo de abastecimento hidrológico, pois compreende-se que um depende do outro para ocorrer.

CAPÍTULO 5

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) E ÍNDICE DE POLUIÇÃO DO RIO (IPR)

Para que haja um entendimento das condições das águas em fontes naturais e para facilitar o reconhecimento de impactos antropogênicos nestas fontes, um dos instrumentos é o Índice de Qualidade da Água – IQA.

O IQA foi elaborado em 1970 pelo National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos, a partir de uma pesquisa de opinião realizada com especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, seu peso relativo e a condição em que se apresentam cada parâmetro. No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB o utiliza desde 1975, em uma versão adaptada da versão original do NSF.

O IQA é composto por nove parâmetros. Para cada parâmetro é atribuído um peso w , que foram fixados em função de sua importância para a conformação global na qualidade da água, conforme demonstrado na Tabela 1. Além do seu peso w , cada parâmetro possui um valor de qualidade q , obtido da respectiva curva de qualidade (Figura 2) em função de sua concentração (GRUNITZKI, 2013; IGAM, 2005).

Tabela 1 - Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos (CETESB, 2011)

Parâmetro	Peso
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogenionico	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO _{5,20})	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo Total	0,08

O cálculo do IQA é dado por meio do produto ponderado dos nove parâmetros (Equação 1).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

na qual: *IQA*: Índice de qualidade de água; *qi*: qualidade do parâmetro *i* obtido pela respectiva curva média de qualidade; *w*: peso do parâmetro *i*, atribuído em função de sua importância na qualidade de água.

A partir do cálculo efetuado e o uso dos gráficos demonstrados na Figura 2, pode-se determinar a qualidade da água bruta, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100.

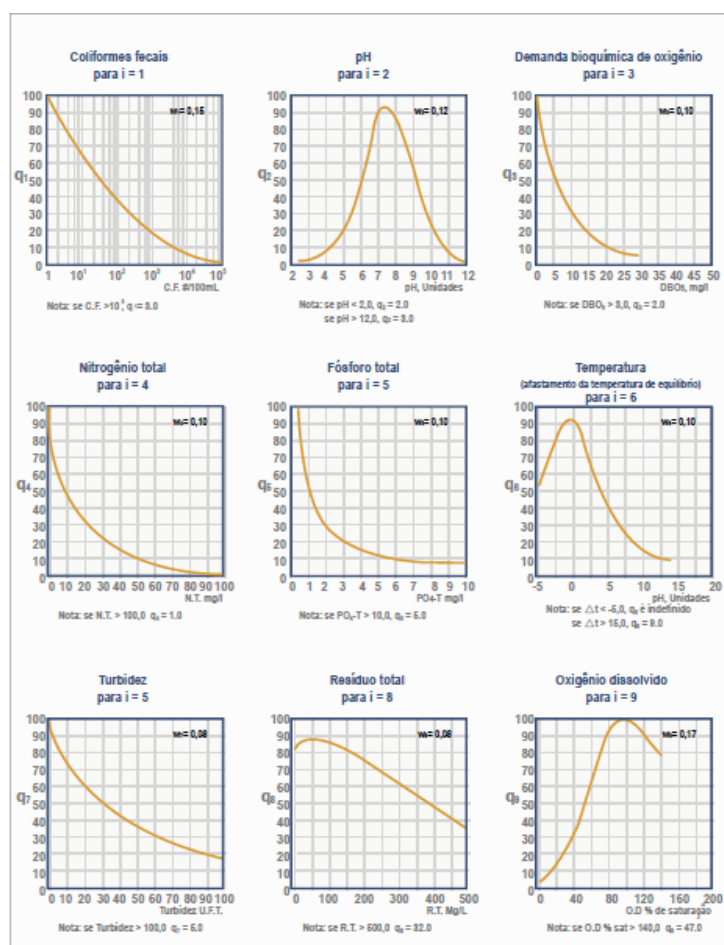


Figura 2 - Curvas de Qualidade da água em função de sua concentração.

Por meio dos cálculos executados e dos valores obtidos, pode-se então definir o IQA que é compreendido de diferentes maneiras por diferentes instituições, conforme apresenta a Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação das águas de acordo com o IQA.

Classificação	IQA (CETESB)	IQA (IAP)
Ótima	80-100	91-100
Boa	51-79	71-90
Aceitável	37-50	51-70
Ruim	20-36	26-50
Péssima	0-19	0-25

Enquanto a CETESB classifica como ótima as águas com IQA de 80-100, o IAP faz essa mesma classificação utilizando os valores 91-100, o que garante uma margem de erro menor, já que dentro de valores muito extensos o padrão de qualidade pode variar muito.

Apesar de este índice ser muito utilizado para se medir a qualidade da água de um recurso natural, ele é bastante limitado, pois não analisa outros parâmetros importantes, como alcalinidade, presença de íons como Na^+ e K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , metais de transição ou pesados (elementos traço) e outros contaminantes como agrotóxicos e poluentes emergentes. Mesmo assim, é referência em muitos estudos para determinar inclusive a classe das águas em rios de uma determinada bacia hidrográfica.

Além do Índice de Qualidade da Água (IQA), o índice de poluição do rio (IPR), ou River Pollution Index (RPI), estabelecido pela agência de proteção ambiental dos EUA (EPA), refere-se a faixas de concentrações dos parâmetros de oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal e sólidos suspensos, estabelecendo pontuação para cada item e para a pontuação geral (S) que classifica o rio (EPA, 2015). A classificação é dada por: S menor que 2 = rio não poluído; entre 2 e 3 = rio ligeiramente poluído; entre 3,1 e 6 = rio moderadamente poluído e acima de 6,0 = rio severamente poluído.

Estas diferentes formas de avaliar a qualidade da água são limitadas e, por isso, a análise de diversos parâmetros físico-químicos é importante para

verificar a influência dos ambientes urbano e rural e das fontes poluidoras no rio.

CAPÍTULO 6

METODOLOGIA

Nesse trabalho realizou-se análise documental de relatórios, artigos, teses e outras referências sobre parâmetros físico-químicos do Rio Toledo, estabelecendo um panorama histórico do índice de qualidade da água (IQA). Este IQA foi correlacionado com alterações ocorridas no entorno do rio, como a presença de vegetação nativa, mata ciliar e de recuperação do entorno do rio. Também foram quantificadas as fontes de água utilizadas para consumo humano e no setor produtivo.

A pesquisa documental proporciona um levantamento histórico do Rio Toledo em conjunto com os documentos elaborados no início da década de 1990, que efetivamente realizaram um diagnóstico da situação do referido Rio e estabeleceu metas para a preservação do mesmo. Segundo Gil (2002)

[...] a pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes. A pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa (p 45).

A análise documental constitui uma técnica importante na pesquisa qualitativa, seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema (LUDKE e ANDRE, 1986).

Os documentos de referência para o levantamento histórico da qualidade do Rio Toledo foram: “Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Toledo” organizado pela Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Toledo (FUNTEC, 1992) e “Controle Ambiental do Rio Toledo” organizado pelo Instituto Ambiental do Paraná (Pozzobon *et al.*, 1991), entre outros documentos como boletins, laudos e relatórios disponibilizados pelos órgãos consultados durante o período da pesquisa.

Para comparação entre épocas distintas, o IQA geral foi calculado a partir dos parâmetros determinados por Pozzobon *et al.* (1991), Hickson e Fornari (2002), Nieweglowski (2005), PNMA II (2006) e Espinoza-Quinones *et al.* (2010) por meio do programa QualiGraf[®], versão 1.1- Funceme. O Quadro 1 apresenta os pontos de amostragem de cada referência.

Quadro 1 - Pontos de amostragem de águas do rio Toledo, de acordo com as referências consultadas.

REFERÊNCIA	CÓDIGO	LOCAL
Pozzobon <i>et al.</i> 1991 (período de amostragem de dezembro de 1985 a março de 1989)	P1	NASCENTE
	P2	ANTIGA CAPTAÇÃO SANEPAR
Hickson e Fornari 2002 (período de amostragem de julho a agosto de 2002)	P1	NASCENTE
	P2	SOL NASCENTE
	P3	MARILOPE
	P4	CAPTAÇÃO SANEPAR
Nieweglowski 2006 (período de amostragem de outubro de 2003 a junho de 2005)	P1	NASCENTE
	P2	CAPTAÇÃO SANEPAR
	P3	FOZ RIO TOLEDO
PNMA 2006 (período de amostragem entre 2003 a 2006)	P1	NASCENTE
	P2	CAPTAÇÃO SANEPAR
	P3	FOZ RIO TOLEDO
Espinoza-Quinones <i>et al.</i> 2010 (período de amostragem de dezembro de 2003 a novembro de 2004)	P1	NASCENTE
	P2	SOL NASCENTE
	P3	SEM DENOMINAÇÃO
	P4	CAPTAÇÃO SANEPAR
	P5	PIONEIROS
	P6	BRESSAN
	P7	FOZ RIO TOLEDO

*Em relação aos pontos históricos de coleta que foram analisados e serão apresentados nos resultados é preciso se atentar que, como os mesmos variam entre os anos de 1985 e 2010, ficando claro que nos mais antigos existem menos pontos de análise do que nos atuais, é preciso uma atenção ao se fazer a leitura dos gráficos e figuras, pois sempre serão apresentados os autores que realizaram essa análise e seus pontos da época, conforme mencionadas no Quadro 1. Portanto, em diferentes épocas alguns pontos tendem a ser diferentes, dependendo da interpretação do autor consultado.

Esse estudo considerou o histórico do IQA do rio Toledo, a evolução populacional e os aspectos hidrológicos como o abastecimento de água e o esgoto sanitário.

Também realizou-se pesquisa bibliográfica para o apontamento da importância das Políticas Públicas de preservação ambiental, e, para isso, foram realizadas buscas na base de dados Scielo (Scientific Electronic Library Online) e pelo aplicativo Google Acadêmico, tendo como palavras chave: Bacia Hidrográfica, Preservação de mananciais, Índice de Qualidade da Água. Também foram utilizados livros impressos.

Foram analisados ainda os seguintes documentos: Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), a Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2007) e o Novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) além de legislações Estaduais e Municipais, entre outras resoluções e Decretos.

Cabe ressaltar que a vantagem da pesquisa bibliográfica está no fato de permitir uma abrangência de dados muito mais ampla do que uma pesquisa centralizada; contudo, cabe ao pesquisador estar comprometido com a qualidade da pesquisa, para que não se promova a reprodução de dados (GIL, 2002).

Para complementar a pesquisa, fotos em locais determinados geograficamente do Rio Toledo foram coletados e pelo aplicativo Google Earth além de informações documentais cedidos por profissionais ligados às áreas específicas visando a confirmação das informações e a comparação temporal com documentos históricos dos últimos trinta anos.

CAPÍTULO 7 RESULTADOS

7.1 CARACTERIZAÇÃO DO RIO TOLEDO

O Rio Toledo, objeto desse estudo, integra a bacia hidrográfica do Paraná 3, percorre o Município de Toledo e situa-se entre os paralelos 24°43' e 24°47' de latitude Sul e os meridianos 53°33' e 53°45' de longitude Oeste. O talvegue (canal principal do rio) do rio apresenta em seu desenvolvimento uma extensão aproximada de 27,0 km, apresentando como cotas máxima e mínima, respectivamente, de 610 e 440 m (FUNTEC, 1992), com vazão média mensal histórica de 2,94 m³/s (ENVEX, 2016) conforme representada na Figura 3.

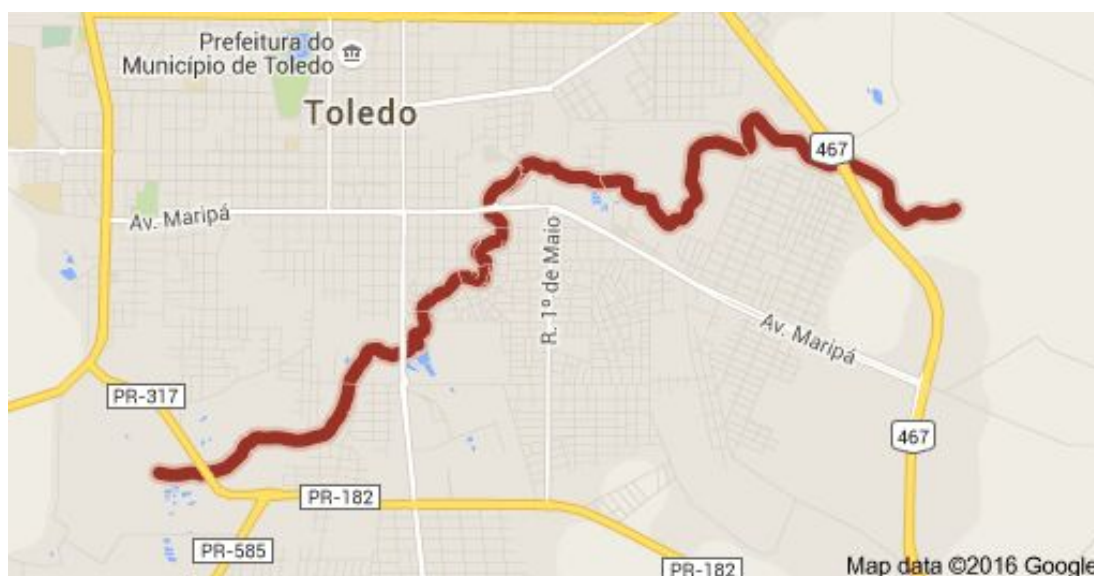


Figura 3 - Mapa de Toledo-PR e demarcação do Rio Toledo.

Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Rio+Toledo/>

A Figura 4 aponta o local de sua nascente que fica entre São Luís do Oeste e linha Gramado, e sua foz no rio São Francisco. Os afluentes do Rio Toledo são a Sanga Perdida, Sanga Golondrina, Sanga Guarani, Sanga Manaus, Sanga Pinheirinho, Sanga Capellari e Sanga Lajes (FUNTEC, 1992).



Figura 4 - Nascente do Rio Toledo na linha Gramado.

Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=mapa++nascente+rio+toledo>

Segundo Malta (2009), de sua nascente até a estação de captação da Sanepar, o rio Toledo recebe a influência de atividades suinocultoras, com trinta e nove produtores de suínos e com um plantel de 16.853 cabeças, com densidade de 179,48 cabeças/km².

Ainda de acordo com os levantamentos realizados por Malta (2009), a produção de dejetos (esterco e urina) neste espaço apresenta a quantidade de 2.221,08 toneladas/mês. Apesar do esforço dos órgãos ambientais em promover a proteção ambiental do rio neste trecho, a contaminação do rio por estes dejetos pode ocorrer.

Em seguida, o rio Toledo percorre o trecho urbano no qual recebe os efeitos antrópicos como as ocupações irregulares, o aumento de áreas impermeabilizadas, a ausência de estrutura básica, o desmatamento e as alterações na morfologia fluvial.

É um manancial de grande importância para o município de Toledo, pois além de fornecer a água para captação e distribuição, é também um receptor de efluentes, domésticos e industriais, além de sua utilização nas atividades agrícolas. A densidade demográfica na Bacia do Rio Toledo é de 571,02 hab/km² (ENVEX, 2016).

De acordo com Funtec (1992), a Bacia Hidrográfica do Rio Toledo (1992) na época apresentava locais identificados como áreas de risco e traçava

metas a serem cumpridas nos próximos anos para sua preservação e a recuperação das áreas degradadas. A execução destas metas será discutida também neste trabalho.

7.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DO RIO TOLEDO

A Tabela 3 apresenta os valores calculados de IQA na serie histórica estudada a partir das referências consultadas, para os pontos de amostragem que possam ser comparados (nascente, captação atual e foz).

Tabela 3 - Valores médios históricos de IQA do rio Toledo

Referencia	IQA ¹		
	nascente	captação	Foz
Pozzobon <i>et al.</i> , 1992	65	-	-
Hickson e Fornari, 2002	73	70	-
Nieweglowski, 2004	68	64	45
PNMA, 2006	55	51	38
Espinoza-Quinones <i>et al.</i> 2010	81	65	43

¹ Ausência do valor do IQA reflete parâmetros físico-químicos incompletos para o cálculo. Classificação IQA CETESB: Ótima (80-100); Boa (51-79); Aceitável (37-50); Ruim (20-36) e Péssima (0-19).

De acordo com estes valores, no ponto de amostragem próximo à nascente, o IQA indica classificação boa da água, de acordo com os critérios da CETESB, mas este índice vai diminuindo ao longo do trecho percorrido pelo rio, chegando a níveis de classificação apenas aceitável (segundo Cetesb) e ruim (segundo IAP) na foz do rio.

Importante ressaltar que o IQA classifica a qualidade da água em determinadas faixas e que alguns dos valores encontrados nas referências consultadas entram-se nos limites entre as classificações, como é o caso do valor 51 (próximo a aceitável) e 38 (próximo a ruim), indicando uma limitação da metodologia no que tange a avaliação real das condições físico-químicas das águas brutas. Neste sentido, a metodologia do IQA não prevê o uso estatístico, por exemplo, de intervalos de confiança, que permitiriam uma análise mais completa das condições do recurso hídrico.

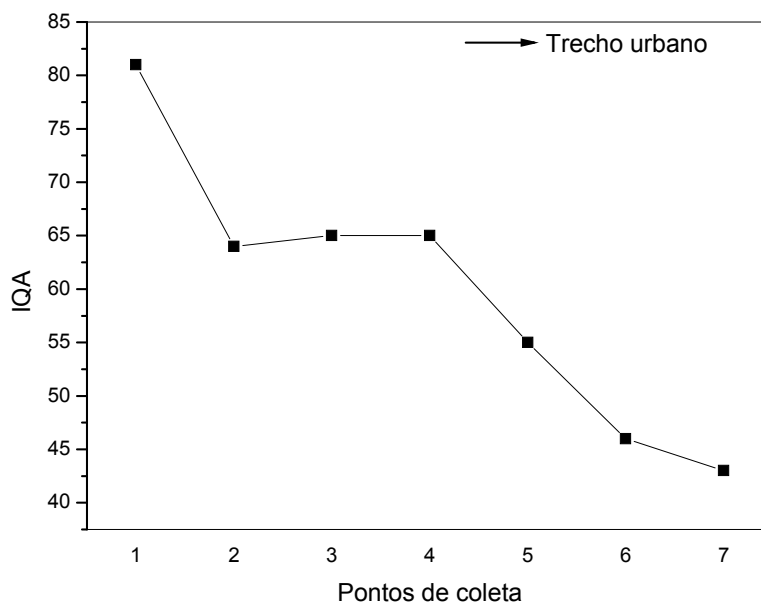


Figura 5 - Perfil do IQA no percurso do rio Toledo. Ponto 1: nascente; Pontos 2 a 4: zona rural, antes da captação da Sanepar; Pontos 5 a 7: área urbana.

Fonte: Espinoza-Quinones et al. 2010.

Os dados indicam que a qualidade da água do rio Toledo torna-se menor a partir da nascente, devido ao percurso do rio sobre áreas agrícolas intensas e suinoculturas instaladas próximas ao recurso natural. Apesar do trabalho desenvolvido pelo IAP na década de 1980 (FUNTEC, 1992) no sentido de minimizar o impacto dos dejetos de suínos, percebe-se a influência desta fonte poluidora no IQA. Este índice se estabiliza até o ponto de amostragem 4.

Nos pontos de 1 a 3, verifica-se que as margens do rio estão preservadas, com mata ciliar estreita, mas abundante, com baixa interferência antrópica. A ligeira queda no IQA deve-se a uma das margens do rio (direita) estar com menor extensão de mata ciliar e com gramíneas.

A Figura 5 mostra o decaimento drástico do IQA do ponto 5 ao ponto 7 e indica impacto por atividades antrópicas, pois percorreu cerca de 9,3 km no perímetro urbano e recebe efluentes de empresas e da concessionária de tratamento de esgoto, com mata ciliar pouco preservada. O decaimento do IQA após o ponto 4 é indicativo de uma ou mais fontes poluidoras importantes.

Além do IQA, o cálculo do Índice de poluição do rio pode trazer informações, como apresentado no Quadro 2 para os dados históricos.

Quadro 2 - Valores do Índice de Poluição do Rio (IPR) calculados a partir das referências analisadas.

Índice de Poluição do Rio ¹							
Referencia	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Pozzobon <i>et al.</i> 1991	2,25	3,25	-	-	-	-	-
Nieweglowski 2006	2,25	2,75	6,75	-	-	-	-
PNMA 2006	3,75	3,75	6,75	-	-	-	-
Espinoza-Quinones <i>et al.</i> 2010	1	1	1	1	2,5	5,75	5,75

¹ pontos de coleta sem índice refletem ausência de algum parâmetro físico-químico.

Os dados mostram claramente que o rio Toledo tem classificação em sua nascente como rio não poluído ($S < 2$) ou ligeiramente poluído (S entre 2 e 3) seguindo para rio moderadamente (S entre 3,1 e 6) ou severamente poluído ($S > 6$) ao longo do trecho urbano que o mesmo percorre, corroborando com dados de IQA.

Os dados de IQA e IPR juntamente com outros dados físico-químicos podem ser detalhados para compreender a dinâmica do rio ao longo de seu percurso.

7.2.1 Formas Nitrogenadas

A determinação de formas nitrogenadas em sistemas aquáticos permite conhecer possíveis fontes de poluição (Figura 7) e a dinâmica do ciclo de nitrogênio neste ambiente (STUMM e MORGAN, 1995). De acordo com a Figura 6, de modo geral, o aumento nos níveis de nitrogênio amoniacal reflete fonte poluidora próxima ao ponto de amostragem, enquanto que níveis altos de nitrato refletem fonte poluidora a certa distância do ponto de amostragem.

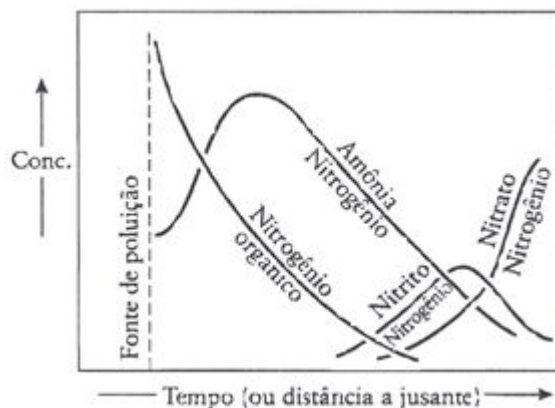


Figura 6 - Espécies de Nitrogênio a jusante de uma fonte de poluição orgânica em um rio.

Fonte: Vesilind e Morgan (2013).

Em relação ao valor máximo permitido (VMP), para N-amoniacal ($1,5 \text{ mg L}^{-1}$); nitrito ($1,0 \text{ mg L}^{-1}$) e nitrato ($10,0 \text{ mg L}^{-1}$) estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), para os dados coletados nas referências consultadas, verifica-se que os dados de N-amoniacal excedem o VMP nos pontos após o perímetro urbano, principalmente na foz do rio Toledo. Tanto nitrato como nitrito não excedem os limites, mas encontram-se em valores preocupantes e indicam a existência de fontes poluidoras.

Em relação à toxicologia aos seres vivos, o nitrato e o nitrito são agentes metemoglobinizantes, ou seja, interferem com a entrega do oxigênio à citocromooxidase (KLAASSEN, 2008).

Nos dados apresentados por Pozzobon *et al.* (1991) considerando-se somente dois pontos de coleta, observam-se concentrações de nitrato superiores às concentrações de amônia e nitrito, indicando contaminação por nitrato lixiviado de solo a partir da aplicação de fertilizantes (Figura 7).

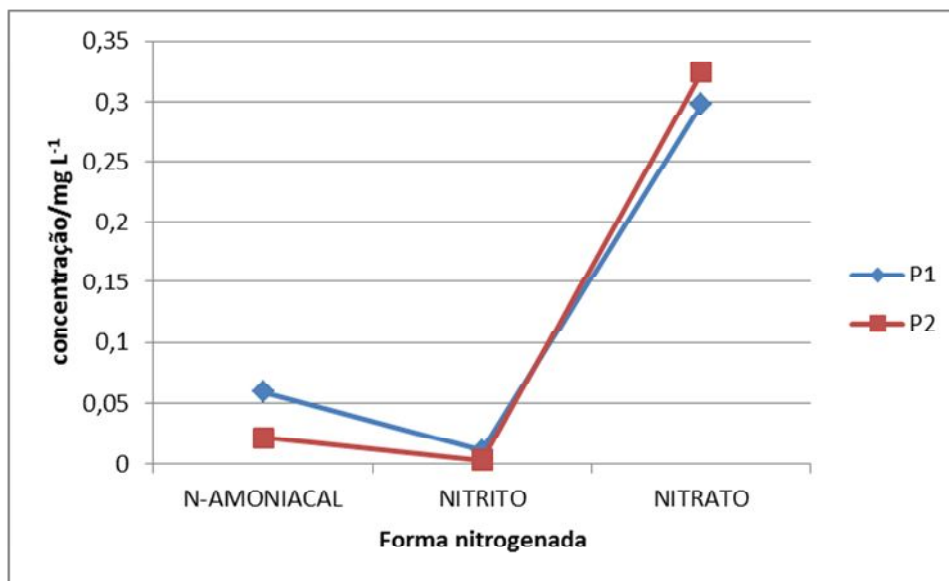


Figura 7 - Média da concentração das formas nitrogenadas no rio Toledo entre 1985-1987. P1: nascente; P2: próximo à antiga captação da Sanepar, atual Parque dos Pioneiros.

Fonte dos dados: Pozzobon *et al.* (1991).

As Figuras 8 e 9 mostram os valores de espécies nitrogenadas encontrados na literatura mais recente.

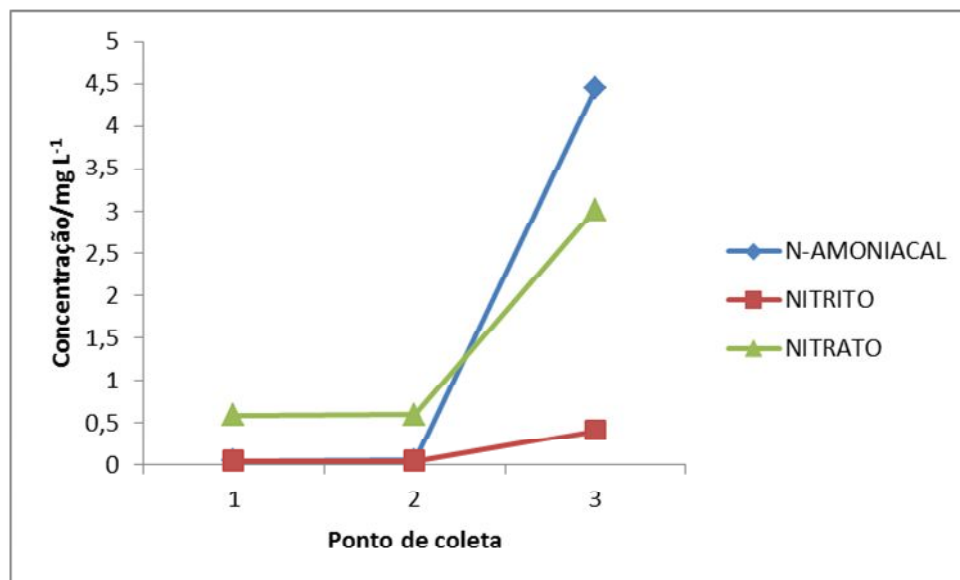


Figura 8 - Média da concentração das formas nitrogenadas no rio Toledo entre 2003 a 2005.

Fonte dos dados: Nieweglowski (2006).

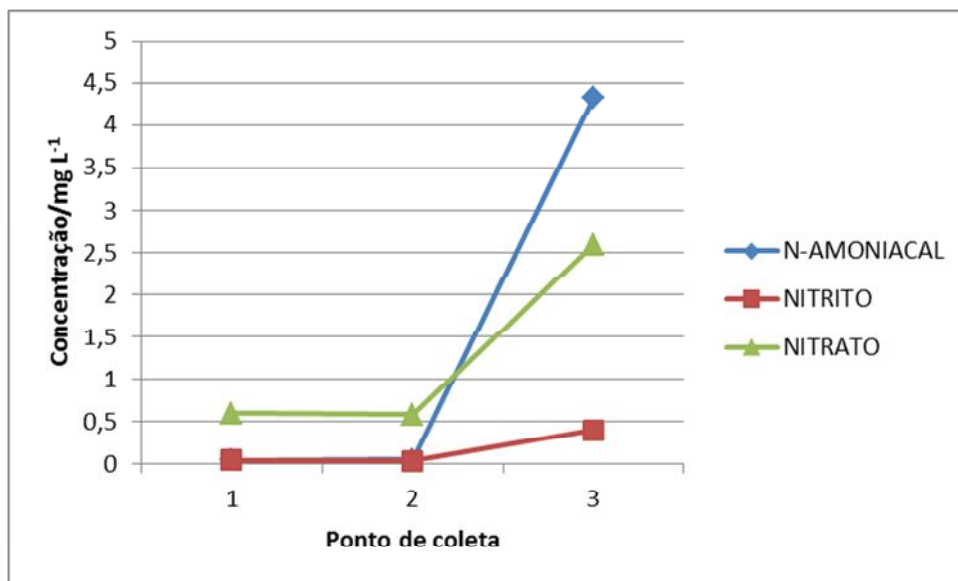


Figura 9 - Média da concentração das formas nitrogenadas no rio Toledo entre 2003 a 2006.

Fonte dos dados: PNMA (2006).

Os resultados demonstrados nas Figuras 8 e 9 demonstram que, em situação de estiagem, a estação de coleta situada à jusante da cidade (P3 ou P7) manifesta a presença do Nitrogênio Amoniacal mais intensamente que as estações localizadas na área rural (P1 e P2). O aumento na concentração das espécies nitrogenadas no ponto 3 (Foz) reflete a influência do espaço urbano na qualidade da água. A presença de níveis mais altos de amônia em detrimento de nitrito e nitrato implica que há uma fonte poluidora importante próxima ao ponto de coleta 3. Uma vez que a amônia representa a forma primária do Nitrogênio, pode-se então inferir que esta contaminação é proveniente de fezes *in natura* ou de esgotos em fase de tratamento primário, pois esta forma de Nitrogênio é um dos produtos da degradação dos compostos nitrogenados componentes das proteínas e aminoácidos presentes em fezes ou tecidos que contem proteínas (NIEWEGLOWSKI, 2006).

Nieweglowski (2006), de acordo com os dados apresentados na Figura 9, afirma que o teor de nitrato no ponto 1 pode indicar a lixiviação de fertilizante nitrogenado do solo para o rio, uma vez que este ponto de coleta se encontra próximo à nascente do rio sem a influência urbana, mas com agricultura em seu entorno (Figuras 28 e 29). O teor de nitrato no ponto 3 pode indicar uma poluição remota (uma vez que o nitrato é a forma mais oxidada de nitrogênio)

ou uma junção de poluição remota mais entradas ao longo do trecho do rio. O aumento de nitrato observado neste trabalho corresponde a 1,01% entre os pontos 1 e 2 e a 505% entre os pontos 2 e 3.

Por outro lado, teores de nitrato observados nos pontos de coleta anteriores ao perímetro urbano também podem indicar aporte de dejetos suínos nas águas do rio, pois, de acordo com Aguida, 2014, a fase líquida do dejetos apresentou valores de $20,85 \text{ mg L}^{-1}$ e na fase sólida apresentou o valor de $228,44 \text{ mg L}^{-1}$, que podem contaminar as águas do rio.

O nitrito surge na água em uma fase intermediária natural do ciclo do Nitrogênio, na oxidação microbiana. Com o aumento drástico do íon amônio (NH_4^+) ou valor elevado de pH e temperatura, pode ocorrer a formação rápida de NH_3 , tóxico para peixes. Nos corpos de água, o Nitrato está geralmente presente em concentrações moderadas como metabólito natural do processo de nitrificação (conversão da Amônia ou Nitrito para Nitrato). Quantidades excessivas podem resultar na proliferação em massa de fitoplâncton e macrófitas aquáticas, principalmente em rios de baixa velocidade de vazão e em lagos. As principais fontes de poluição por Nitrato são os adubos de solo, esgotos sanitários humanos e animais e, ainda, a deposição atmosférica (FATMA, 1999; BRITISH COLUMBIA, 1998; MCNEELY *et al.*, 1979).

A toxicidade da amônia é influenciada pelo pH, devido ao equilíbrio entre as espécies NH_4^+ (íon amônio) e NH_3 (amônia). A amônia é muito mais tóxica que o íon amônio e, assim, a concentração de amônia total tende a ser mais tóxica em pH elevado, como mostra a Figura 10. Contudo, somente a medida do pH do meio não é suficiente para determinar a concentração de cada espécie, sendo necessária a medida do potencial redox ou $p\varepsilon$ (Figura 11) muitas vezes não considerada na maioria das análises ambientais.

Águas naturais apresentam um intenso estado dinâmico de equilíbrio em relação a processos de oxidação e redução. Diagramas pH x $p\varepsilon$ permitem importante auxílio na interpretação de constantes de equilíbrio permitindo a representação simultânea de diversas reações que ocorrem neste meio (STUMM, 1995). Por meio deste diagrama é possível prever as espécies predominantes e sua influência no ecossistema aquático, desde que outros fatores sejam analisados como a presença de moléculas complexas, organismos vivos, composição do sedimento, entre outros.

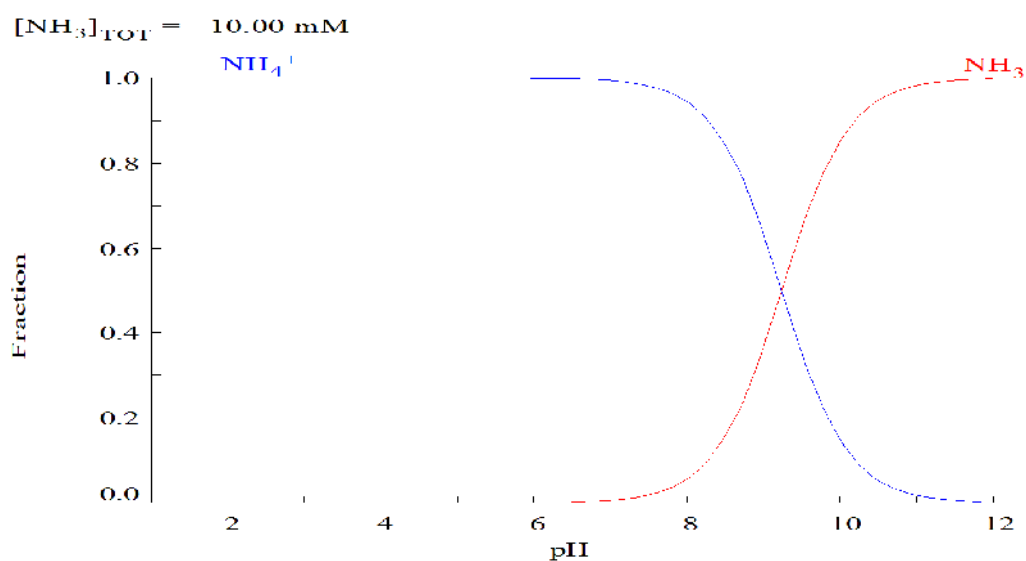


Figura 10 - Composição fracionária das espécies de amônia/ion amônio com o pH. Programa Hydra/Medusa[®]. Elaborado pelos autores.

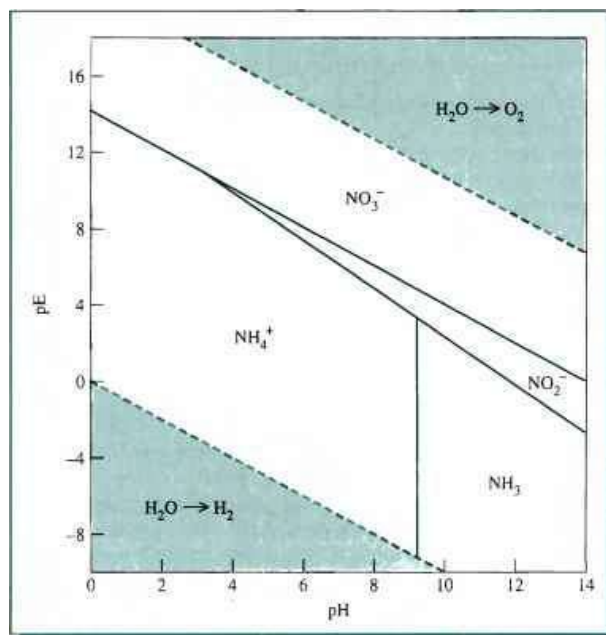


Figura 11 - Diagrama pE-pH para nitrogênio inorgânico em um sistema aquoso.

Fonte: Adaptado de Sawyer *et al.*, (1994).

A Figura 12 apresenta os resultados de concentração de espécies nitrogenadas de acordo com Espinoza-Quinones *et al.* 2010, com o alto teor de nitrogênio amoniacal presente nos pontos 6 e principalmente 7, cujos pHs são

respectivamente, 7,10 e 7,30, o que, pelos dados da Figura 12, indica concentração da espécie NH_3 (mais tóxica) é baixa. Esta contradição entre altos valores encontrados e previsão de concentração baixa nos pH encontrados reflete justamente a necessidade de se determinar também o potencial redox do meio e, por meio do diagrama pE-pH, determinar a espécie mais abundante.

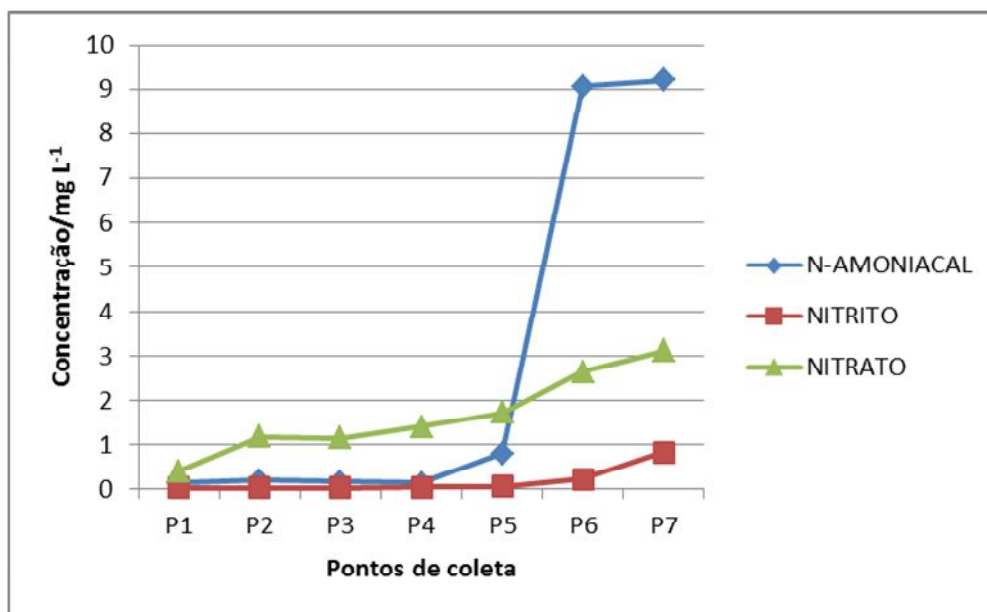


Figura 12 - Concentração das formas nitrogenadas no rio Toledo em 2004. Fonte dos dados: Espinoza-Quinones *et al.* (2010).

7.2.2 Matéria Orgânica e Teor de Oxigênio

Há uma relação importante entre o teor de matéria orgânica e o consumo de oxigênio dissolvido em águas naturais, pois a oxidação desta matéria orgânica consome o oxigênio, diminuindo sua disponibilidade aos seres vivos, indicando também índices de poluição neste ambiente.

Nieweglowski (2006) observou também em seus estudos que a média dos resultados de Condutividade, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) demonstraram a crescente presença de matéria orgânica e inorgânica oxidável, respectivamente, na transição da área rural (P1 e P2) para a área urbana, sendo que a media da DBO ficou acima dos

5 mg.L⁻¹, previsto para os limites da Classe 2 da Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005).

A relação Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio pode indicar a presença de poluentes que consomem o oxigênio dissolvido, limitando sua disponibilidade para os seres vivos. A Figura 13 apresenta a relação entre estes dois parâmetros de acordo com resultados obtidos por Espinoza *et al.* (2010). O que se observa é o aumento exponencial da DBO com a consequente diminuição do teor de oxigênio dissolvido, ainda que em níveis tolerados pela legislação.

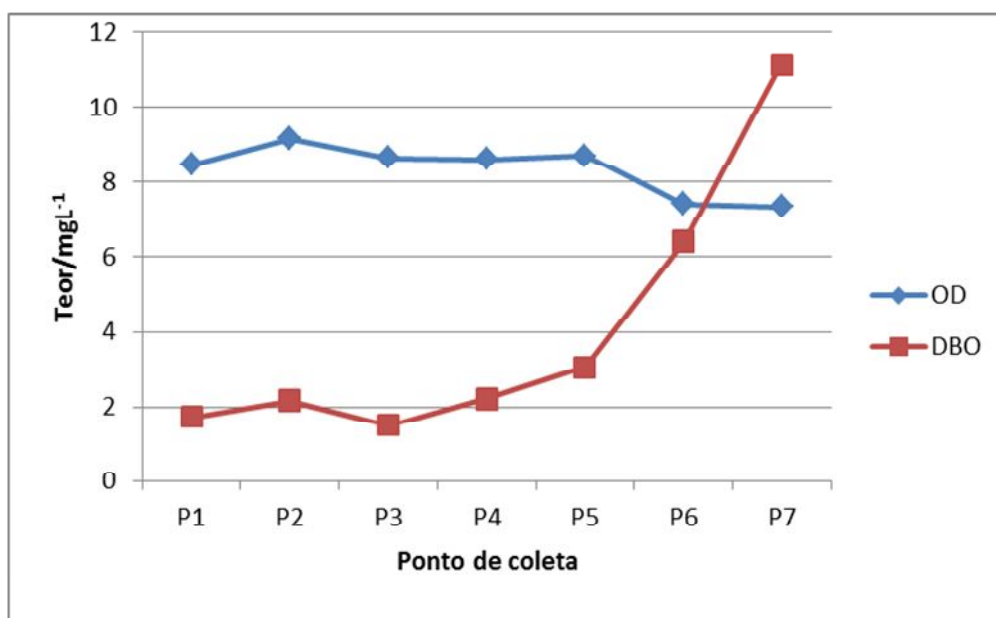


Figura 13 - Correlação entre Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Fonte dos dados: Espinoza et al. (2010).

De acordo com British Columbia (1998), as fontes antrópicas que causam decréscimo de Oxigênio são o desflorestamento, os efluentes industriais, a agricultura, os efluentes de esgotos domésticos e as estações de tratamento, outros efluentes industriais e alagamentos. O ligeiro aumento na DBO entre os pontos 1 e 2 indicam aumento na matéria orgânica provavelmente proveniente devido à vazamentos de dejetos suínos em esterqueiras em suinoculturas encontradas neste trecho.

7.2.3 Fósforo

Em relação à concentração de fósforo total, Nieweglowski (2006) observou aumento crescente de violações do limite máximo de $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 para Fósforo, ocorrendo do P1 ao P2 e P3, indicando que a contaminação por este nutriente é eminentemente urbana. Historicamente, nas referências utilizadas neste trabalho, os valores de fósforo nos pontos após a área urbana excederam o valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, sendo $0,909 \text{ mg L}^{-1}$ (NIEWEGLOWSKI, 2006); $0,124 \text{ mg L}^{-1}$ (POZZOBON *et al.*, 1991); $0,875 \text{ mg L}^{-1}$ (PNMA, 2006).

Estes resultados são corroborados por Espinoza-Quinones *et al.* (2010), que indicam que a maior parte do Fósforo presente na água provém da influência urbana, configurando a contaminação agrícola como pouco significativa (Figura 14). Nos pontos 6 e 7, a media para os valores ($0,91$ e $0,84 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente) ultrapassou o limite de $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ estabelecido na Resolução CONAMA 357/05, indicando uma fonte poluidora importante na área urbana, provavelmente de estações de tratamento de esgoto. As concentrações mais altas encontradas nestas coletas, em relação às referências anteriores, devem-se a diferentes condições climáticas ou períodos diferentes.

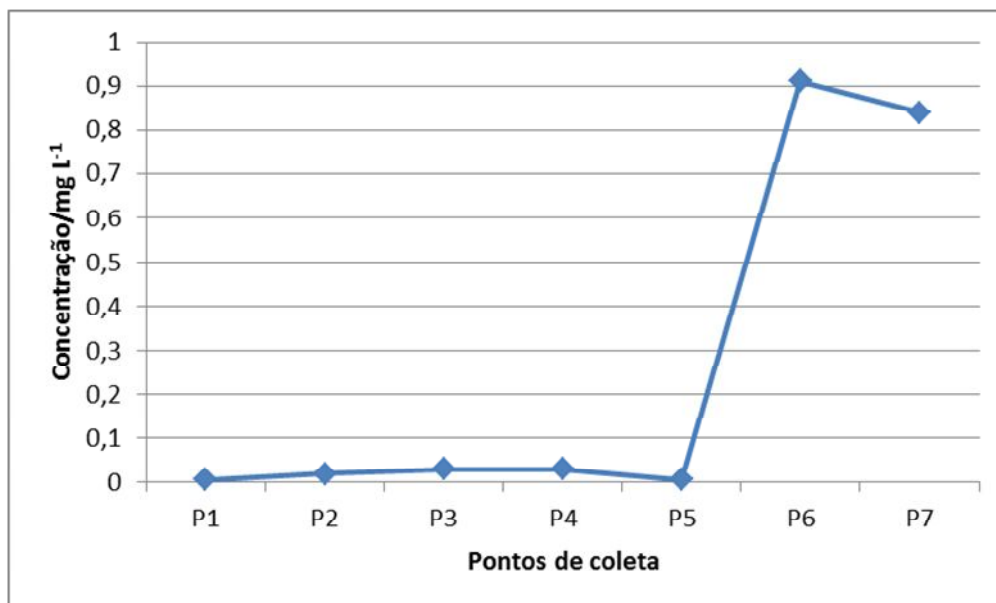


Figura 14 - Concentração de fósforo total no rio Toledo em 2004.

Fonte dos dados: Espinoza-Quinones *et al.* 2010.

7.2.4 Turbidez

A Figura 15 mostra a diminuição da turbidez no rio Toledo com o aumento na área preservada na Bacia do Rio Toledo, que compreende desde a nascente até sua Foz, passando pelo trecho urbano, em dados históricos coletados há mais de 30 anos mostrando claramente que o aumento na área conservada reflete na diminuição dos índices de turbidez, parâmetro indicativo de poluição ou lixiviação de sedimentos (erosão) para o leito do rio. Daronco *et al.* (2015) descreveram o processo de lixiviação ou erosão em solos, ressaltando a importância da cobertura vegetal nas margens dos cursos d'água.

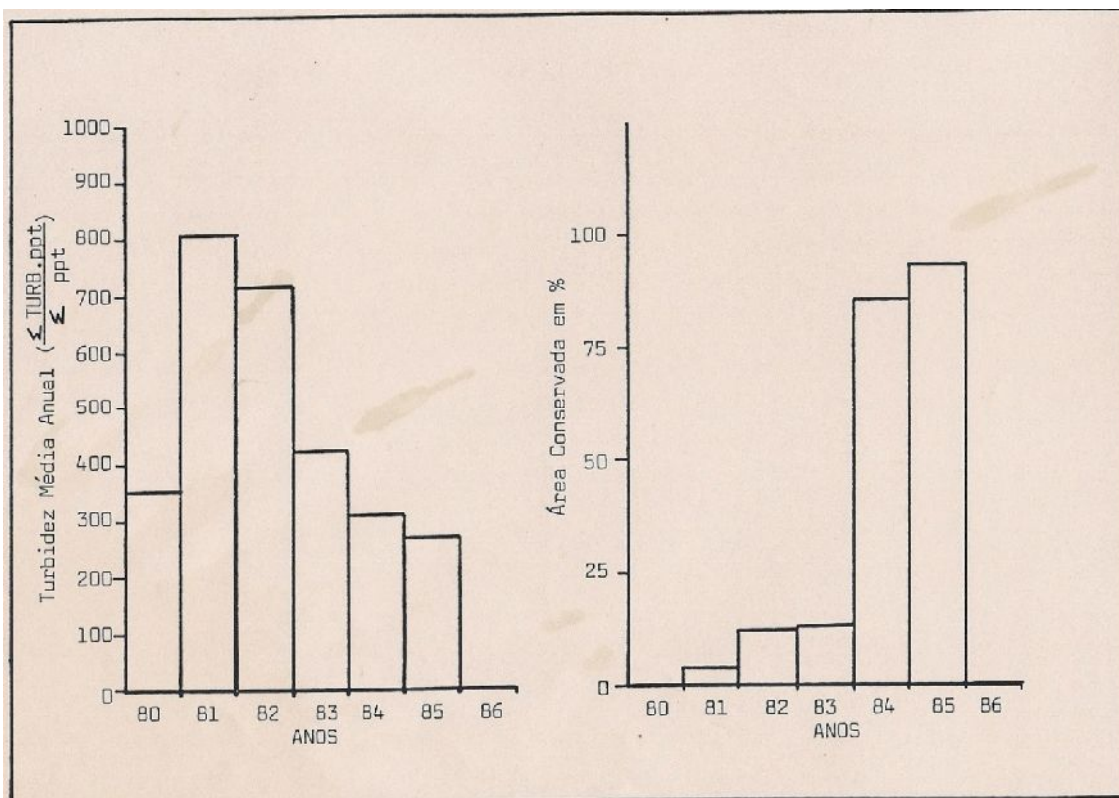


Figura 15 - Comparação entre turbidez média anual e área conservada da Bacia do Rio Toledo ao longo dos anos. Local: Estação de tratamento de água da Sanepar.

Fonte: Pozzobon *et al.* (1991).

A Tabela 4 apresenta os resultados de turbidez obtidos das outras referências estudadas.

Tabela 4 - Dados de média e amplitude dos valores de turbidez nas diversas referências estudadas no ponto de captação da SANEPAR.

Referencia	Valor médio (NTU)	Amplitude (NTU)
Pozzobon <i>et al.</i> , 1992	173	55-520
Hickson e Fornari, 2002	21	7,1-54
Nieweglowski, 2004	18	*
PNMA, 2006	18	1,6-36
Espinoza-Quinones <i>et al.</i> , 2010	25	4,2 - 36,2

*Valores insuficientes para o cálculo.

Os dados mostram que os valores médios não excederam o preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) de 100 NTU, havendo contudo episódios que extrapolam este valor nas coletas realizadas por Pozzobon *et al.*, 1992, devido provavelmente a episódios de chuvas intensas. Estes resultados mostram que de maneira geral, a turbidez tem-se mantido dentro dos parâmetros aceitáveis dos órgãos regulamentadores/fiscalizadores

7.2.5 Elementos Traço

De acordo com Guilherme *et al.* (2005), diversos elementos-traço podem ser determinados na água, sedimentos ou solo como consequência da geoquímica das rochas e solos de origem na bacia (liberados da rocha matriz por intemperismo), poluição antropogênica (derivada de resíduos ou deposição atmosférica) e reações químicas (adsorção de partículas e outras superfícies e deposição nos sedimentos). Uma parte destes metais encontra-se na coluna d'água na fração não dissolvida adsorvido a superfície de partículas sólidas em suspensão.

A presença de diversos metais nas águas e sedimentos do rio Toledo foi verificada em alguns trabalhos. Pozzobon *et al.* (1991) encontraram diversas violações nos limites máximos permitidos para metais pela Resolução 357/2005 do CONAMA, no rio Toledo, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Valores de metais encontrado por Pozzobon *et al.* (1991).

Período e local da coleta	Íon	Concentração (mg L⁻¹)	Limite Conama 357/05 (mg L⁻¹)	Violação
Dez/85 P1	Al ³⁺	0,3	0,1	sim
	Ba ²⁺	0,03	0,7	não
Fev/86 P1	Al ³⁺	0,7	0,1	Sim
	Cu ²⁺	0,12	0,009	Sim
	Cr total	0,04	0,05	Não
	Mn ²⁺	0,5	0,1	Sim
Fev/86 P2	Al ³⁺	20,6	0,1	Sim
	Mn ²⁺	0,35	0,1	Sim
Ago/86 P1	Al ³⁺	0,7	0,1	Sim
	Fe total	1,6	0,3	Sim
Ago/86 P2	Al ³⁺	20,6	0,1	Sim
	Cu ²⁺	0,02	0,009	Sim
	Fe total	14,58	0,3	sim
	Mn ²⁺	0,12	0,1	sim

Nota: Os principais elementos críticos para os seres vivos são o cobre, o alumínio, o bário e o cromo.

A concentração alta de ferro ocorre devido ao Latossolo Vermelho eutroférico (LVef - Solos de alta fertilidade e com altos teores de ferro), característico da bacia hidrográfica de estudo (EMBRAPA, 2016).

Já Nieweglowski (2006) encontrou concentração de Cu de 0,012 mg kg⁻¹ nas águas do Rio Toledo no ponto de amostragem P1; 0,008 mg kg⁻¹ em P2 e 0,007 mg kg⁻¹ em P3. Segundo a autora, a redução do teor até P3 refere-se à complexação/sedimentação e diluição pelo aumento na vazão. O trabalho também determinou as concentrações de Zn em P1 (0,03 mg kg⁻¹); P2 (0,07 mg kg⁻¹) e P3 (0,03 mg kg⁻¹).

Junchen e Poletto (2015), também estudando o rio Toledo, encontraram valores de Cr de 81,8 mg kg⁻¹ em sedimento juntamente com 35,9 mg kg⁻¹ de Ni e 15,4 mg kg⁻¹ de Pb. Estes valores encontrados no estudo estão de acordo

com os realizados por Covelo *et al.* (2007), que estudaram a sorção de alguns metais pesados e afirmam que o cromo tem preferência em ser adsorvido pela caulinita e mica, enquanto os óxidos de ferro e manganês adsorvem o chumbo.

A Figura 16 apresenta os resultados de diversos metais nos pontos de coleta.

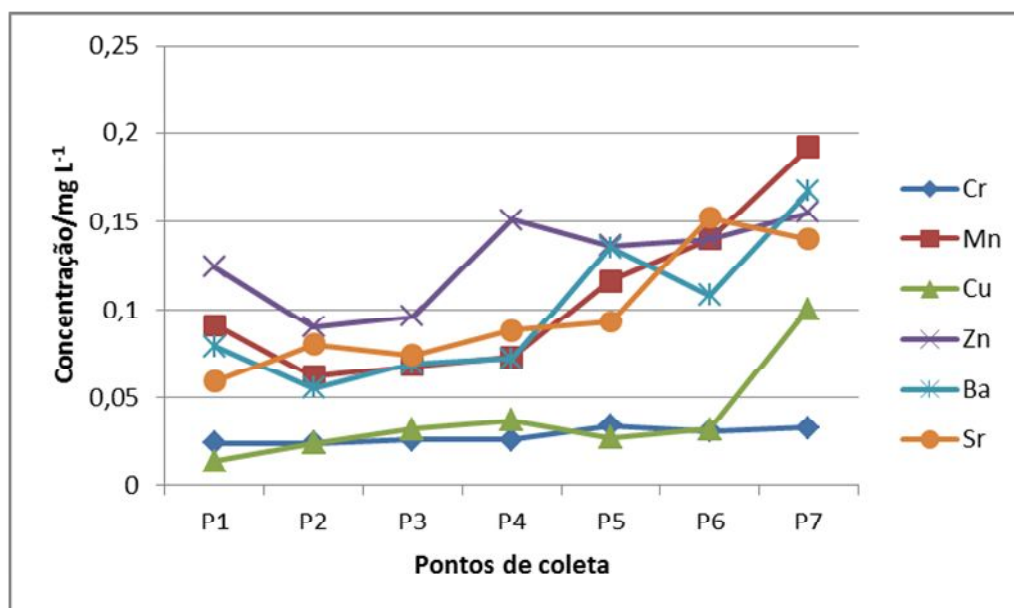


Figura 16 - Concentração média de metais encontrados no trabalho de Espinoza *et al.* (2010), no período de coleta entre 2003-2004.

Além dos elementos traço representados na Figura 16, Espinoza *et al.* (2010) encontraram níveis de Titânio (Ti) entre 0,266 mg L⁻¹ em P1 a 1,173 mg L⁻¹ em P7. Junsen e Poletto (2015) também encontraram o mineral rutilo (TiO₂) em suas amostras, sendo que a presença deste mineral pode estar associada a vários tipos de rochas, fato comentado também por Renner *et al.* (2011) devido a rochas da Formação Serra Geral que provavelmente é a fonte desse elemento nas águas.

Em relação a outros elementos-traço, Campos *et al.* (2003) estabeleceram as concentrações basais de metais pesados nos latossolos brasileiros e ficaram caracterizadas as seguintes medias, considerando-se a grande variação devido as diferentes origens dos materiais dos latossolos: Cadmio: 0,66 ± 0,19 mg kg⁻¹; Cobre: 65 ± 74 mg kg⁻¹; Níquel: 18 ± 12 mg kg⁻¹; Chumbo: 22 ± 9 mg kg⁻¹ e Zinco: 39 ± 24 mg kg⁻¹.

A contaminação de águas por elementos traço, quando não proveniente de fontes naturais como rochas, deve-se principalmente ao despejo de efluentes industriais ou deposição inadequada de materiais ferrosos ou não em locais próximos ao recurso natural. Além da lixiviação de solos contaminados em meios urbano e rural, outra fonte importante de metais tem sido a utilização de dejetos da suinocultura na lavoura, pois as rações de suínos tem a adição dos metais cobre, zinco e manganês (MOREIRA *et al.*, 2004).

O uso indiscriminado de dejetos destes animais como fertilizante pode levar ao acúmulo destes elementos, comprometendo a qualidade do solo, água e outros sistemas (MOREIRA *et al.* 2004).

7.2.6 Agrotóxicos

A literatura que descreve a determinação de agrotóxicos no rio Toledo é escassa e os trabalhos se concentram em Pozzobon *et al.* (1991) e Nieweglowski (2006).

Pozzobon *et al.* (1991) encontraram diversos agrotóxicos na água e no sedimento do rio Toledo em suas análises há 30 anos, destacando-se a presença de BHC (proibido no Brasil em 1985) e DDT. O Quadro 4 apresenta a porcentagem de amostras e os agrotóxicos detectados neste estudo.

Quadro 4 - Teor de agrotóxicos determinados no rio Toledo por Pozzobon *et al.* (1991)

Agrotóxico	% detectada nas amostras (água)	% detectada nas amostras (sedimento)	Valores encontrados nas amostras de água ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Valores encontrados nas amostras de sedimento ($\mu\text{g L}^{-1}$)	VMP ($\mu\text{g L}^{-1}$) Conama 357/05*
BHC	76	100	0,001-0,06	0,01-1,01	---
Heptaclor	57	63	0,001-0,1	0,01-0,68	0,01
Aldrin	24	80	0,001-0,065	0,01-0,56	0,005
Lindane	19	57	0,001-0,01	0,01-0,45	0,02
DDT	---	89	---	0,20-8,08	0,002

*Somente água. VMP = valor máximo permitido.

Durante a Conferência das Nações Unidas, em 2000, ficou declarado que oito pesticidas considerados nocivos ao ambiente e à saúde seriam proscritos pelos países signatários, a saber: hexaclorobenzeno, endrin, dodecacloro, toxafeno, clordano, heptaclor, aldrin e dieldrin. Mas propôs-se que o DDT ainda fosse utilizado no controle de malária, pois países que o utilizavam para este propósito, ainda necessitam de recursos e tempo para definir e implementar alternativas (AMATO *et al.*, 2002).

Neste contexto, no trabalho de Nieweglowski (2006), detectou-se a presença do inseticida organoclorado Endrin em três épocas de amostragem. Este ingrediente ativo é um organoclorado proibido no Brasil desde 1985. O fato de se encontrar ainda esta substância pode ser devido à sua pouca solubilidade em água e forte adsorção ao solo o que torna a lixiviação pouco provável, tornando baixa a sua mobilidade no solo. Este agrotóxico é resistente a biodegradação no solo, com meia vida de quatro a quatorze anos (FAO, 2005).

Nos sistemas aquáticos não sofre hidrólise, sujeito a fotodegradação para Cetoendrin, sendo pouco evaporado. Pequenas quantidades podem ser

volatilizadas do solo ou serem carregadas por partículas de poeira, e é significativamente bioacumulativo em organismos aquáticos (FAO, 2000).

Nieweglowski (2006) comenta em seu trabalho que dois eventos de contaminação no ponto de coleta próximo à nascente ocorreram em meses subsequentes (junho e julho de 2004) obtendo-se valores com 2910 e 2945 vezes mais alto do que o limite estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 para o Endrin, eventos estes marcados por chuvas nas últimas 48 h (junho) e ausência de chuva (julho).

Segundo a autora, as causas destas contaminações podem ser a utilização na agropecuária de sobras de produto estocado em alguma propriedade rural ou tratar-se de remanescentes do período em que o uso foi permitido ou ainda utilização de produtos contrabandeados. Para que tenha ocorrido contaminação é possível que tenha ocorrido espalhamento de produto durante a aplicação ou lavagem de pulverizador contaminado ou de embalagem ou ainda, descarte de sobra de calda de pulverização ou produto, em algum córrego ou nascente afluente do Rio Toledo.

De acordo com os dados da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - ADAPAR, por meio do Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos no Estado do Paraná - SIAGRO, em Toledo foram comercializadas 1580,14 toneladas de agrotóxicos em 2015, um aumento de 17,1% em relação a 2014. Dos agrotóxicos comercializados os herbicidas correspondem a 36,68% do total, seguido pelos inseticidas (24,66%) e fungicidas (19,16%). O agrotóxico mais utilizado é o glifosato e seu equivalente ácido, com 13,05% do total dos princípios ativos presentes nos produtos. Importante frisar que esta porcentagem de glifosato foi de 13,55% em 2014 e 23,77% em 2013, indicando um decréscimo no uso desta substância provavelmente pela resistência da planta daninha Buva (*Conyza bonariensis*) ao glifosato, sendo necessário o uso de outros princípios ativos para o controle desta planta.

Esta quantidade de agrotóxicos utilizados na região podem contaminar solos, rios e aquíferos, tornando o monitoramento destes ecossistemas uma necessidade importante.

Importante ressaltar que havia diversas estações de medição de qualidade da água registradas no sistema de informações hidrológicas do Instituto das Águas do Paraná e localizadas no Município de Toledo, que foram

desativadas, a última delas em 2010. Embora os dados de qualidade da água tenham sido obtidos, essas informações não permitem uma avaliação do estado atual dos recursos hídricos do município uma vez que os dados mais recentes são de 2006, e é provável que tanto os usos da água quanto o uso da terra nesses últimos 10 anos tenham passado por muitas mudanças. De fato, essa afirmativa é possível quando se considera o aumento da população e das produções agrícola e pecuária do município (ENVEX, 2016).

7.3 O USO DA ÁGUA DO RIO TOLEDO PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO

Historicamente, a estação de captação de água do rio Toledo, no ano de 1992, estava localizada no Parque dos Pioneiros. Atualmente, a estação de captação encontra-se nas margens da BR-467. Em 1992, Toledo apresentava uma população de 67.342 habitantes segundo informações do IBGE (1992) e pelas projeções do mesmo em 2016 apresentava uma população de 133.824 habitantes. O volume captado de água (Sanepar, 2015) e o consumo por habitante em dois momentos históricos estão apresentados na Figura 17.

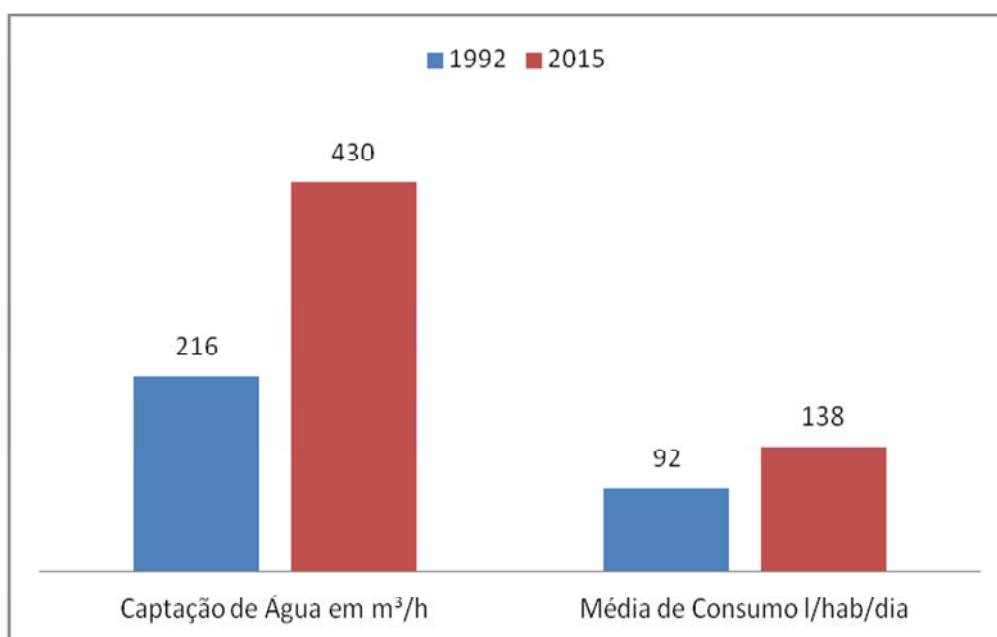


Figura 17 - Captação de Água e consumo por habitante em Toledo. Fonte: SANEPAR.

No período de 24 anos houve aumento da população de 98,7% e aumento da captação de água em 50%. Além do crescimento populacional, as atividades econômicas do município também se ampliaram no período, com aumento do PIB municipal, exigindo uma demanda maior de água para consumo nas atividades produtivas. A Figura 18 apresenta a evolução do PIB per capita do Município de Toledo, resultante das atividades econômicas, com destaque para o agronegócio. O valor do PIB per capita do Município de Toledo em 2013 foi de R\$ 30.826,00 (IBGE, 2016).

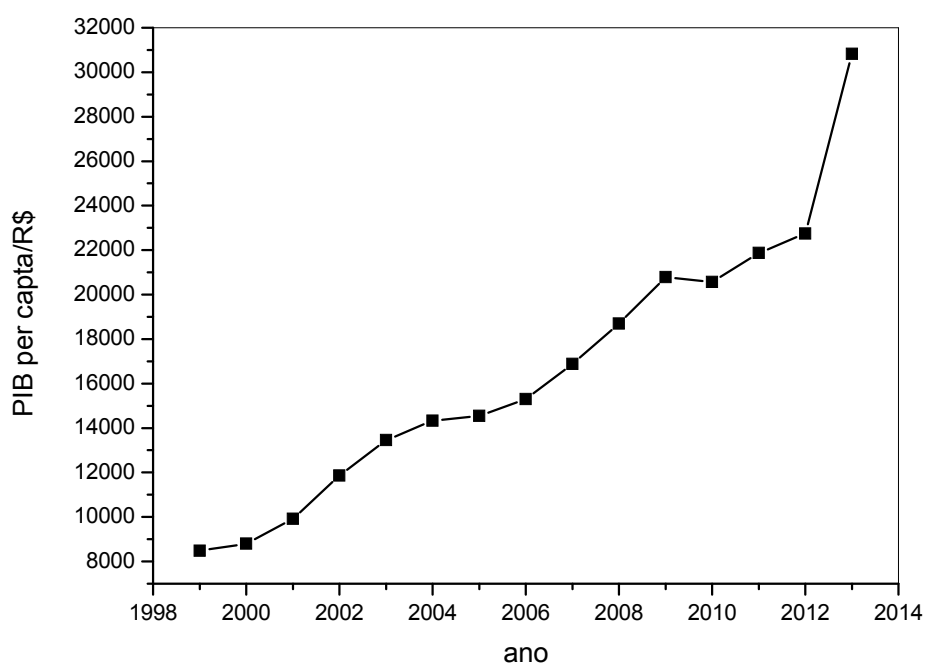


Figura 18 - Evolução do PIB per capita no Município de Toledo.

Fonte: IBGE (2016).

Atualmente vem sendo discutido a adoção de outro rio do município para abastecimento público, pois o rio Toledo enfrenta diversas dificuldades em relação à quantidade e qualidade da água, isso porque além de ser a principal fonte de abastecimento da população, serve também a indústria e atividades agrícolas, e ainda é também receptor de esgoto sanitário tratado pela Sanepar e efluentes industriais.

7.4 O RIO TOLEDO COMO RECEPTOR DE ESGOTO DOMÉSTICO E EFLUENTES INDUSTRIAIS

Na cidade de Toledo, são três os rios receptores do esgoto tratado pela Sanepar: o Rio Toledo, a Sanga Panambi e o Arroio Marreco. Desde a década de 1990, Toledo conta com sete estações de tratamento de esgoto localizadas e distribuídas conforme apresentadas na Tabela 5, todos atualmente na zona urbana de Toledo.

Tabela 5 - Quantidade e localização das Estações de Tratamento de Esgoto

Local	Capacidade de tratamento/ L/s
Bressan	2,5
Paulista	70
D. Pedro II	10
Parizotto	2,5
Beata Angelina	10
Campagnolo	17,22
Industrial	45
Total	157,22

Segundo dados fornecidos pela Sanepar, a rede de esgoto atende atualmente a 110.116 habitantes, o que corresponde a 81% do total da população e a meta da Sanepar é manter este percentual até o ano de 2025. A eficiência do tratamento situa-se entre 70 e 80% e a fiscalização e as análises de controle no sistema de tratamento de esgoto, de acordo com a Sanepar, são seguidos os critérios estabelecidos na Portaria 256/13 (PARANÁ, 2013).

A quantidade de esgoto tratado atualmente corresponde a 13.583,8 m³/dia, o que perfaz um valor de 123,3 L/dia/hab. Em 1992, a rede de esgoto disponível atendia 60% de um total de 67.342 habitantes.

Com isso a rede de coleta e tratamento de esgoto não consegue expandir na mesma proporção do crescimento geográfico e populacional, ficando sempre perto de 80% do total do município.

Atualmente, as unidades de tratamento de esgoto Campagnolo e Industrial (62,22 L/s de esgoto tratado) estão sendo substituídas pela Estação de Tratamento Norte (ETE-Norte) com capacidade de tratamento de 100 L/s e atendimento para uma população de 40 mil habitantes. A ETE-Sul está em planejamento, devendo substituir as estações Bressan, Paulista, D. Pedro II, Parizzoto e Beata Angelina. Estas novas ETEs estão afastadas da zona urbana e de acordo com o Plano Diretor do Município (Figura 19).

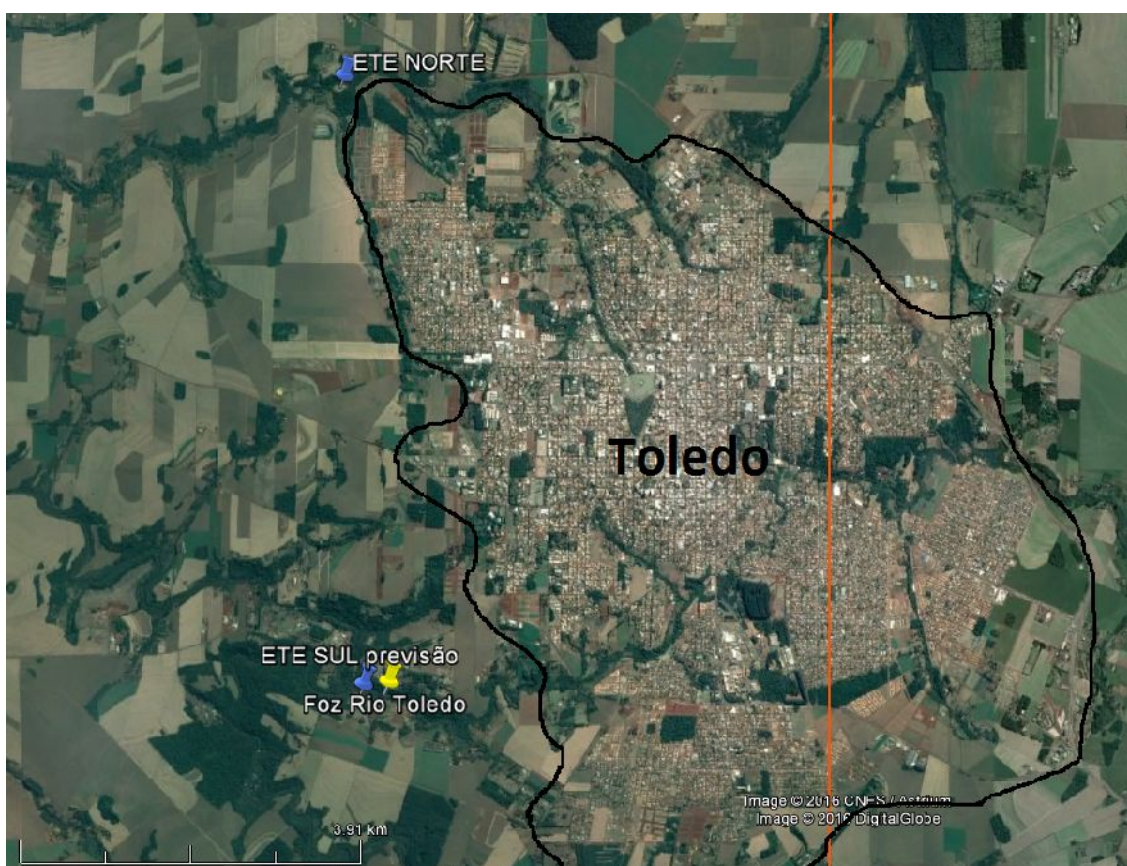


Figura 19 - Localização da ETE Norte (em funcionamento) e a ETE Sul (previsão de instalação). A linha em preto demarca o limite urbano atual da cidade de Toledo/PR.

A recepção do esgoto, embora tratado nos parâmetros definidos por lei, não garante que as características físico-químicas da água sejam totalmente preservadas, pois os critérios de análise não correspondem a todos os fatores

que podem alterar a qualidade da mesma. Além disso, sabe-se que em períodos de chuva intensa o processo de tratamento fica comprometido e muitas vezes não chega a ser finalizado, sendo que esse esgoto retorna aos recursos hídricos sem ter todos os aspectos químicos e biológicos tratados.

O rio Toledo é receptor de outros efluentes provenientes de indústrias localizadas no seu entorno, o qual se percebe que, apesar de um tratamento prévio ainda nas dependências da empresa, o efluente que chega ao rio é escuro e causa um mau cheiro na região, ficando bastante evidente a diferença na coloração das águas quando se encontram (Figura 20). O volume outorgado para diluição de efluentes industriais das cinco principais empresas de Toledo é de 444,85 m³/h (ENVEX, 2016).



Figura 20 - Lançamento de efluente industrial no Rio Toledo no ano de 2015, localizado entre os pontos 4 e 5 da referencia de Espinoza et al, 2010.

Fonte: Autores.

Um imagem histórica realizada no ano de 2003 e apresentada na Figura 21 aponta o mesmo local da Figura 20 em 2015, demonstrando que as condições de lançamento desse efluente industrial continuam a mesma, sendo possível se diferenciar a olho nu o momento em que o rio da de encontro com o despejo do efluente industrial.

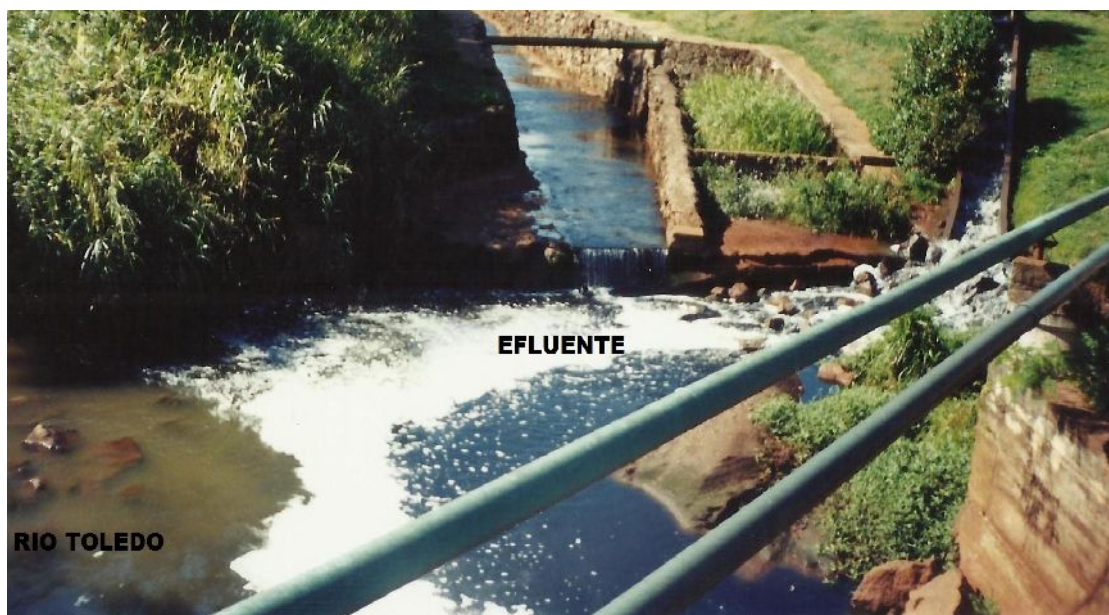


Figura 21 - Lançamento de efluente industrial no Rio Toledo no ano de 2003. Mesmo local da Figura 21.

Fonte: Martin e Lindino, 2004.

Essas atividades caracterizam algumas das externalidades que podem alterar o Índice de Qualidade da Água do Rio Toledo que junto com o uso e exploração do solo no seu entorno podem diminuir também a quantidade de água necessária a seu abastecimento.

7.5 LEVANTAMENTO DOS POÇOS ARTESIANOS UTILIZADOS EM TOLEDO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E ATIVIDADES ECONÔMICAS DO MUNICÍPIO

A água captada do Rio Toledo representa um total de 40% do abastecimento total do município, sendo que o restante da água necessária para abastecer a população vem de poços artesianos.

O Município de Toledo encontra-se na Bacia do Paraná 3, ele pertence à unidade aquífera Serra Geral Norte. Como toda a área de Toledo está sobre esta unidade aquífera e seu território é de aproximadamente 1199 km², sua reserva subterrânea permanente ou potencial hidrogeológico é de 5,04 m³/s e a vazão disponível para retirada é de 1,01 m³/s ou 3625,78 m³/h.

A porcentagem de vazão demandada para consumo humano na área urbana da bacia do rio Toledo é de 55,53 % enquanto que na área rural é de 8,09% (Envex, 2016).

Em 1992 existiam três poços, distribuídos da seguinte maneira:

- Poço 01- Vila Paulista
- Poço 02- Parque dos Pioneiros
- Poço 03- Jardim Europa

Para suprir a demanda atual de utilização de água, a Sanepar necessitou captar água em 10 poços artesianos:

- Poço 01- Vila Paulista
- Poço 02- Parque dos Pioneiros
- Poços 04 e 05- Granja Troyan (Jardim panorama)
- Poço 10- Prolongamento da Rua Ari Barroso (Jardim Europa)
- Poço 12- Prolongamento da Rua Osvaldo Aranha (Jardim Panorama)
- Poços 15 e 16- Linha Floriano
- Poço 17- BR 467
- Poço 18- Linha Buê Caé.

Além destes, outros 379 poços artesianos em atividade no município de Toledo são considerados de uso insignificante, de acordo com a Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e com a Resolução Estadual 9 de 22 de novembro de 2004 (citada na página 38 desse trabalho).

A Figura 22 demonstra o percentual de uso em cada setor do município, sendo eles classificados pelo Instituto das Águas como: Administração Pública, Agropecuária, Comercio/Serviço, Indústria, Saneamento e Outros (condomínios, associações e particulares).

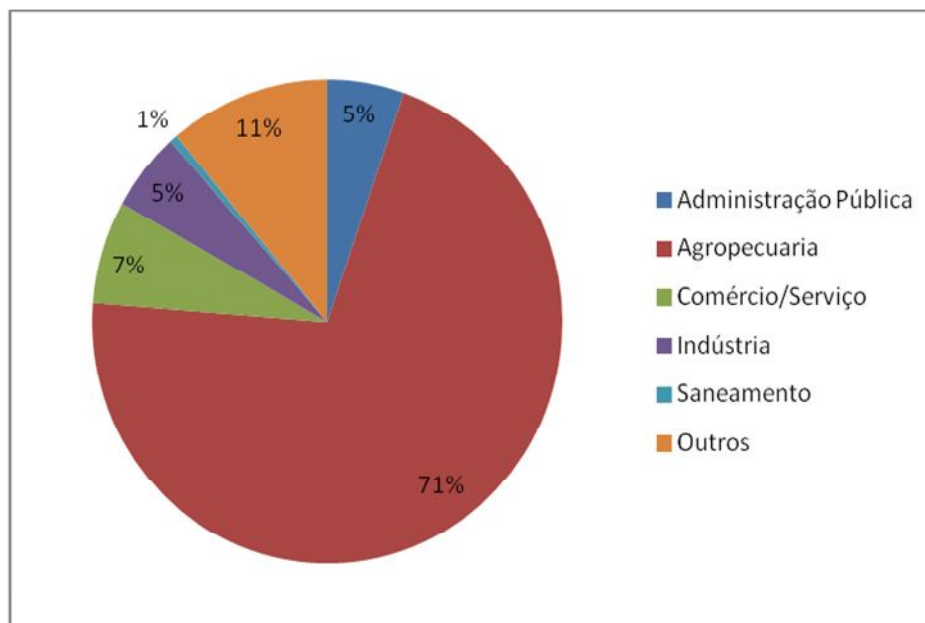


Figura 22 - Poços artesanais considerados insignificantes para Outorga de acordo com a Resolução estadual 39/2004

A maior demanda utilizada está no setor agropecuário que, segundo dados do Instituto das Águas, é utilizada principalmente para criação de animais, reflexo da intensa atividade suinicultora do município.

Além desses, existem ainda 410 poços outorgados, pois apresentam uma média de vazão diária maior e se encaixam nos parâmetros estabelecidos por lei. No caso de Toledo as profundidades variam de 10 a 500 metros, com média de 140 metros e os principais setores consumidores podem ser verificados na Figura 23.

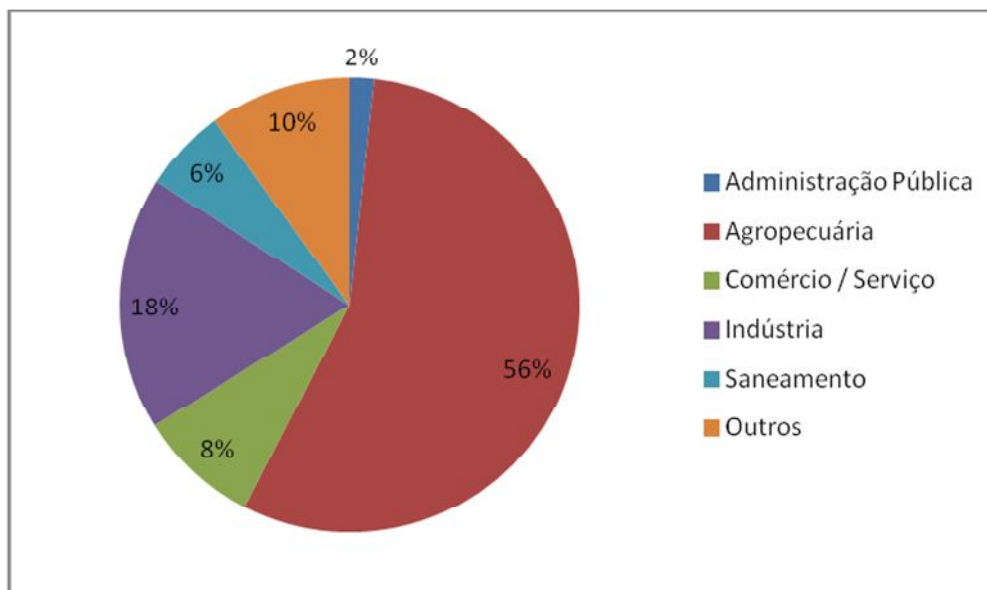


Figura 23 - Poços artesianos outorgados pelo Instituto das Águas.

A maior quantidade de outorgas para uso das águas subterrâneas são o setor Agropecuário, seguido pelo setor industrial, outro setor forte na economia do município. A Figura 24 demonstra a quantidade de água utilizada por cada setor.

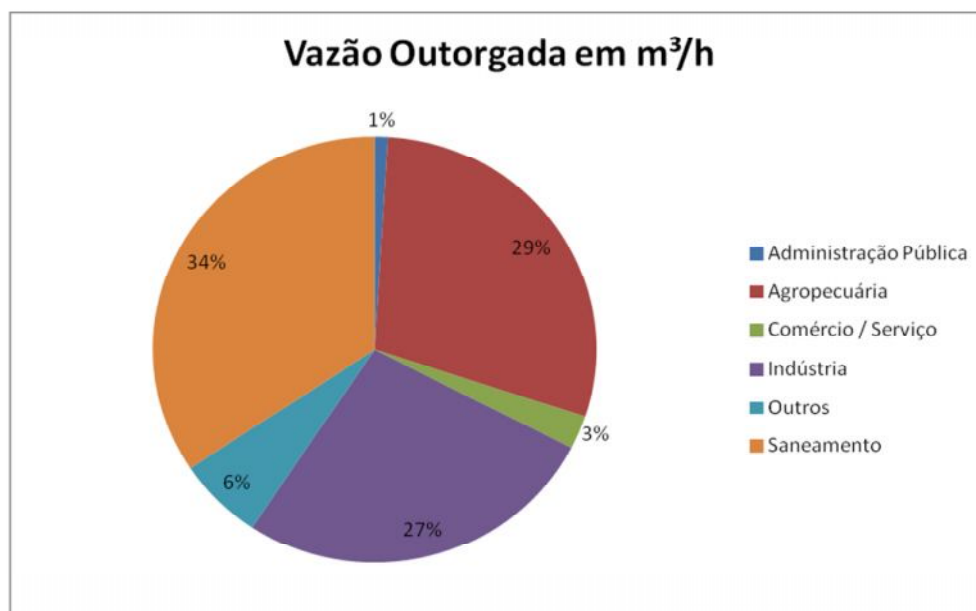


Figura 24 - Média de vazão em m³ utilizada por cada setor

Apesar do setor agropecuário apresentar o maior número de poços outorgados, é o setor de saneamento que utiliza uma demanda maior de

captação de água, pois a utiliza para o abastecimento público, como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 - Vazão dos poços em m³/h utilizada em cada setor de Toledo.

Setor	Vazão outorgada em m³/h
Administração Pública	42,0
Agropecuária	1263,4
Comércio/Serviço	110,8
Indústria	1158,6
Outros	273,0
Saneamento	1492,3
Total	4340,08

A indústria aparece como a terceira maior demanda de utilização de água, enfatizando-se que diferente da utilizada no setor agropecuário, essa se transforma em efluente e que, apesar de receber um tratamento prévio, vai contribuir para o aumento de diversos parâmetros físico-químicos no recurso hídrico, que podem alterar a dinâmica do ecossistema.

A perfuração de poços artesianos pode diminuir a quantidade de água nos lençóis freáticos e comprometer o abastecimento de mananciais como o Rio Toledo.

Percebe-se que a quantidade de poços artesianos aumenta na mesma proporção do crescimento populacional, o que pode no futuro ser um empecilho para instalação de novas atividades econômicas, visto que a demanda utilizada atualmente já é significativa.

7.6 COBERTURA DE MATA CILIAR E FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE TOLEDO - PR

De acordo com o documento da FUNTEC (1992), em 1953 a bacia do Rio Toledo possuía aproximadamente 90% de sua área com cobertura florestal, já em 1963 apresentava 60% e em 1980 aproximadamente 1%. Além disso, na década de 1990 contava com uma pequena reserva florestal de 60,98 ha doado pelo Banco do Estado do Paraná ITCF (instituto de terras, cartografia e florestas) na qual subsistem as matas nativas, conhecida como “cabeça de cachorro” localizada no município de São Pedro.

O documento cita ainda o projeto de Restauração e Preservação de Matas da Microbacia do Rio Toledo que começou a ser desenvolvido no ano de 1985 e já havia atendido 165 propriedades das 215 existentes. O número de mudas plantadas até a data da publicação do documento foi de 122.580 sendo que número previsto era 101.000.

De acordo com informações repassadas pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP - no escritório de Toledo, as metas estabelecidas na década de 1990 foram cumpridas e atualmente a cobertura vegetal nativa do município está em torno de 10% e cita as atuais Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN- do município, indicadas na Tabela 7.

Tabela 7 - RPPN reconhecidas pelo IAP no Município de Toledo - PR.

Ano de Criação	Portaria IAP/GP	Área (ha)	Denominação PPPN
1997	98/98	4,6	Wilson Eugenio Donin
1997	42/98	14,52	Augusto Dunke
1997	121/02	2,97	Leonildo Donin
1997	114/02	20,08	Mitra Diocesana de Toledo
1997	84/98	17,54	Oswaldo Hoffmann
1997	122/02	5,22	Wilson Eugenio Donin
1997	120/02	2,50	Wilson Eugenio Donin
Total	-	67,43	--

A Lei Nº 2.154, de 06 de dezembro de 2013, que instituiu o Plano Municipal de Arborização Urbana de Toledo não prevê a recuperação e

preservação da mata ciliar no entorno do rio Toledo, que na maior parte de sua extensão cruza o perímetro urbano do município e nem faz menções as áreas de mata ciliar de outros rios que também cortam o município ficando evidente o quão frágil ainda são as legislações que visam a preservação dos recursos hídricos (TOLEDO, 2013).

De acordo com o IAP, a manutenção e fiscalização da mata ciliar cabem ao município por meio da Secretaria de Meio Ambiente e ao IAP.

No portal da Prefeitura Municipal de Toledo (Toledo, 2016) encontra-se apenas uma informação datada de 28 de janeiro de 2010 que relata: “A Secretaria Municipal do Meio Ambiente em parceria com o IAP e Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA desenvolve o programa Mata Ciliar, onde atua na produção de espécies florestais nativas para a recuperação das matas ciliares dos rios e nascentes, sendo que as mudas são entregues aos produtores gratuitamente”. Porém, sem mais informações como laudos de acompanhamento ou índices de recuperação realizados até o momento, novamente em dissonância com o Código Florestal Brasileiro a Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012 em seu Art 1º inciso IV prevê:

“responsabilidade comum da união, estados, distrito federal e municípios em colaboração com a sociedade civil na criação de políticas para preservação e restauração da preservação nativa e de suas funções ecológicas e sócias nas áreas urbanas e rurais.

A referida Lei ainda prevê na Seção III o Regime de Proteção das Áreas Verdes Urbanas, no Art. 25 "O poder público municipal contará, para o estabelecimento de áreas verdes urbanas, com os seguintes instrumentos":

- I - o exercício do direito de preempção para aquisição de remanescentes florestais relevantes, conforme dispõe a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;
- II - a transformação das Reservas Legais em áreas verdes nas expansões urbanas
- III - o estabelecimento de exigência de áreas verdes nos loteamentos, empreendimentos comerciais e na implantação de infraestrutura; e
- IV - aplicação em áreas verdes de recursos oriundos da compensação ambiental.

Grande parte da extensão do Rio Toledo encontra-se na área urbana e é possível verificar em vários trechos a inexistência da mata ciliar, conforme demonstrado na Figura 25.



Figura 25 - Ausência de mata ciliar no entorno do Rio Toledo.

Fonte: Autores (2015).

Além disso, em alguns locais é possível observar ocupações em desacordo com o Código Florestal Brasileiro que determina um mínimo de 30 metros nas margens dos rios com até 10 metros de largura, conforme demonstrado na Figura 26.



Figura 26 - Ocupações próximas às margens do Rio Toledo.

Fonte: Autores (2015)

Este cenário reflete o distanciamento entre o preconizado na lei e a realidade da maioria das cidades brasileiras.

Ao longo dos últimos 10 anos a mata ciliar no entorno do Rio Toledo sofreu algumas alterações, que podem ser identificadas nas imagens nas Figuras 26 a 36 a seguir. Elas foram realizadas a partir do aplicativo Google Earth® e datam do ano de 2003 a 2016, havendo variação nos anos mais antigos, pois em alguns pontos as imagens históricas começam a aparecer somente a partir de 2006.

As imagens realizadas pelo aplicativo Google Earth apresentam cinco pontos do rio Toledo: nascente principal, ponte do rio Toledo na BR 467, Parque das águas (ou Pioneiros), indústria agroindustrial e uma região próxima à rodovia PR 371. Na Figura 27 é possível visualizar o ponto no qual fica a nascente do Rio Toledo.

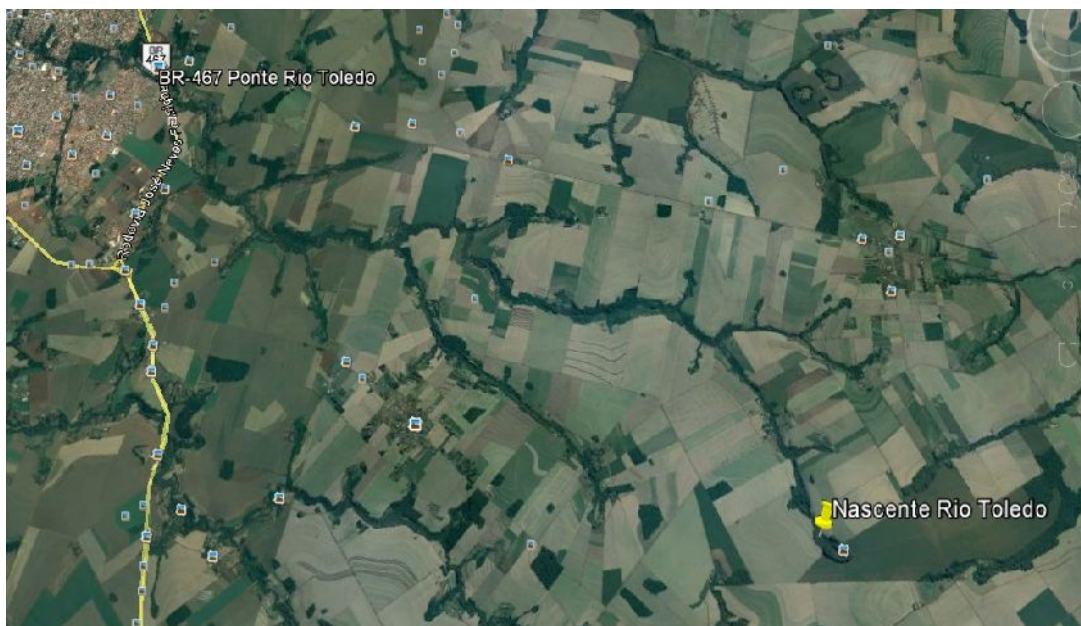


Figura 27 - Nascente principal do Rio Toledo, PR (2016).

Em relação a preservação da mata ciliar no entorno da nascente a Lei N° 12.651 de 25 de maio de 2012 que institui o Código Florestal Brasileiro, no Capítulo II Art. 4º apresenta: "Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas no inciso IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros". As Figuras 28 e 29 demonstram a mata ao redor da nascente do Rio Toledo nos anos de 2003 e 2016.



Figura 28 - Nascente principal do Rio Toledo no ano de 2003.



Figura 29 - Nascente principal do Rio Toledo no ano de 2016.

A mata ciliar no entorno da nascente encontra-se estável nos últimos 13 anos, com possível aumento, dentro do erro da imagem e do programa Google Earth. Porém, isso não garante a qualidade da água, pois a nascente está localizada em uma região na qual predominam as atividades agrícolas, podendo sofrer contaminação por produtos utilizados na mesma (fertilizantes e agrotóxicos). As Figuras 30 e 31 apresentam a localização da ponte do Rio

Toledo na BR 467, próxima à atual estação de captação de água da Sanepar, em 2005 e 2016, respectivamente.



Figura 30 - Ponte do Rio Toledo na BR 467 no ano de 2005.



Figura 31 - Ponte do Rio Toledo na BR 467 no ano de 2016.

Até o ano de 1995 o ponto de captação de água utilizado pela Sanepar ficava após a BR 467 posicionada já no perímetro urbano, o que acarretava um risco muito grande de contaminação do manancial, visto que o transporte de diferentes produtos na BR 467 poderiam causar um grande impacto em caso

de acidentes. Hoje o ponto de captação fica em um local anterior a rodovia, diminuindo assim os riscos e a contaminação produzida pelo perímetro urbano. Percebe-se também nessas imagens que nas últimas décadas a faixa de mata ciliar aumentou, sendo isso possivelmente um reflexo dos programas de recuperação que foram executados pelo IAP na região.

Nas Figuras 32 e 33 podem ser vistos o um trecho urbano do rio Toledo (2006 e 2016, respectivamente), chamando a atenção para a região do Parque Aquático ou das Águas, local onde já existe um parque linear.

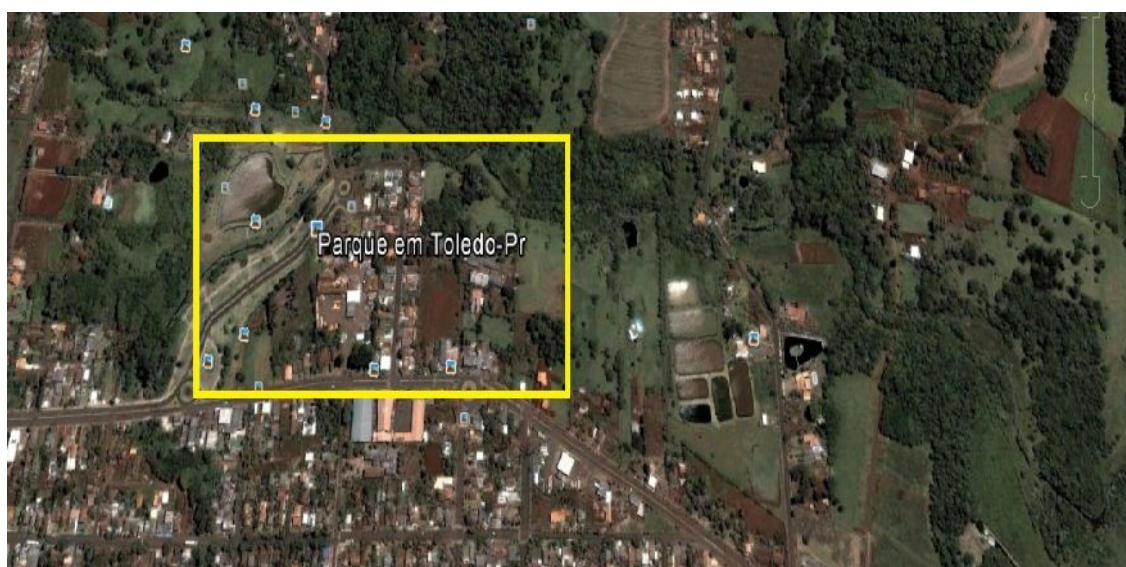


Figura 32- Parque Aquático em 2006.



Figura 33 - Parque Aquático em 2016.

Ao longo do perímetro urbano é perceptível que a quantidade de mata ciliar aumentou, porém no local onde existe o parque propriamente dito, a quantidade de mata continua praticamente a mesma, e, além disso, com alguns trechos com ausência total de mata ciliar. Por ser um local onde já existe um parque linear esperava-se que a preservação da mata ciliar estivesse em consonância com o que determina ao código florestal brasileiro.

O próximo ponto, apresentado nas Figuras 34 e 35 é a unidade de produção agroindustrial, com atenção especial ao ponto de reflorestamento realizado pela empresa.



Figura 34 - Unidade de Produção Agroindustrial, 2006.



Figura 35 - Unidade de Produção Agroindustrial, 2016.

Em 2006, a área plantada era mais extensa que em 2016, isso porque essa área de reflorestamento é utilizada para corte da madeira e uso nos processos de produção da empresa.

O último ponto, apresentado nas Figuras 36 e 37 referem-se ao trecho da PR 317 no final do perímetro urbano do município e início da zona rural.



Figura 36 - Loteamento situado na PR 371 em 2006.



Figura 37 - Loteamento situado na PR 371 em 2016.

Nessa região nos últimos anos foram construídos alguns empreendimentos comerciais além de muitas moradias, conforme é demonstrado nas circunferências das imagens, porém a faixa de mata ciliar apresenta-se mais conservada atualmente.

O resultado da análise das imagens históricas da mata ciliar do Rio Toledo, demonstra que no geral houve um aumento da mesma, sendo que nos últimos anos ela aparece de forma mais preservada na maioria dos pontos.

Esses resultados podem ser um reflexo dos programas de recuperação que ocorreram na década de 1990 e também um alerta para que a sociedade tenha o entendimento que a recomposição da mata ciliar não é algo que acontece de forma rápida, pois após o plantio são necessários vários anos para que se possam ter resultados positivos a partir da preservação da mesma.

Em relação ao índice de Qualidade da Água a preservação da mata ciliar está ligada mais diretamente ao parâmetro de determina a turbidez da água, que é consequência direta do arraste dos sedimentos como sólidos em suspensão (silte, argila, sílica, coloides), matéria orgânica e inorgânica, organismos microscópicos e algas, o que está diretamente ligada aos eventos de erosão e assoreamento muito comuns em regiões nos quais o solo encontra-se exposto.

CAPÍTULO 8

LEVANTAMENTO SOBRE O CUMPRIMENTO DAS METAS ESTABELECIDAS EM 1992 PARA RECUPERAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TOLEDO

No ano de 1992, a Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Toledo - FUNTEC publicou um documento intitulado "Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Toledo" que identificava por meio de um diagnóstico a situação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Toledo.

Na época da publicação foram sugeridas algumas alternativas para a recuperação ambiental dessa bacia hidrográfica, pois já era conhecida a importância da mesma para Toledo, tanto como principal manancial do município quanto receptor de efluentes industriais, agrícolas, domésticos e de esgotamento sanitário.

Para um encaminhamento mais claro dessas propostas elas foram subdivididas em três partes, de acordo com a localização geográfica, sendo:

- **Área de Manancial:** Compreendida pelas nascentes do rio Toledo até a ponte de cruzamento com a BR 467. Representa áreas de atividade agropecuárias da bacia.
- **Área Urbana:** Compreendida entre a BR 467 e a avenida industrial. Representa a área urbana com suas atividades residenciais, comerciais, industriais e serviços.
- **Área Peri-urbana:** Compreendida entre a Av. Industrial e a Foz do Rio Toledo junto ao Rio São Francisco. Representa a área ainda não ocupada pela malha urbana, preservada de certa forma e fora do perímetro urbano.

As propostas de recuperação da bacia hidrográfica do rio Toledo deveriam ser cumpridas nos anos seguintes à publicação, mediante parceria do setor público e privado.

Os quadros 5 a 7 apresentam as propostas e o resultado de um levantamento realizado sobre o cumprimento das mesmas ou a situação das delas nos dias atuais.

Quadro 5 - Propostas de recuperação da bacia do rio Toledo na área de manancial.

ÁREA DE MANANCIAL	
METAS	SITUAÇÃO ATUAL
Instalação e operação das estações pluviográficas e fluviográficas.	A maioria está extinta ou apresenta dados temporais incompletos.
Realização de campanhas periódicas de medição de vazões, de medição de transporte de sedimentos, e amostragem de parâmetros indicadores da qualidade da água.	Sem Registro.
Manutenção e ampliação do sistema integrado de manejo e conservação de solos em microbacias.	Sem Registro.
Fiscalização e controle de lançamento de agrotóxicos na cultura existente na área de manancial.	Sem Registro.
Cuidados especiais com os cruzamentos sobre o rio Toledo.	Sem Registro.
Estabelecimento de legislação sobre o uso e ocupação do solo.	Lei Nº 2.198 de 8 de julho de 2015 Institui o Programa de Usos e Conservação de Solos agrícolas e águas, no âmbito do município de Toledo.
Estabelecimento da faixa de preservação junto as margens do Rio Toledo e seus afluentes.	Presente no Art. 58 da lei Lei Nº 1.944, de 27 de dezembro de 2006 que dispõe sobre o zoneamento do uso e da ocupação do solo urbano no Município de Toledo – " <i>Para o efeito de proteção necessária dos recursos hídricos do Município, ficam definidas as faixas de preservação ao longo dos cursos d'água ou fundos de vale, de acordo com o Código Florestal Brasileiro, de forma a garantir o perfeito escoamento das águas pluviais das bacias hidrográficas, a qualidade da água dos mananciais superficiais, a preservação da biodiversidade de flora e fauna e a preservação de áreas verdes</i> ".
Recuperação da mata ciliar junto as margens do Rio Toledo e seus afluentes.	Realizado pelo IAP nas décadas de 1980 e 1990 (conforme consta nesse trabalho no cap. VIII) e nos trechos do Rio Toledo onde já existe o Parque Linear.
Controle de esterqueiras e abastecedores comunitarios.	Sem Registro.
Destinação adequada de lixo tóxico.	Sem Registro.

Mobilização e educação ambiental da população rural.	Sem Registro.
--	---------------

Quadro 6 - Propostas de recuperação da bacia do rio Toledo na área urbana.

ÁREA URBANA	
METAS	SITUAÇÃO ATUAL
Instalação e operação das estações pluviográficas e fluviográficas.	A maioria está extinta ou apresenta dados temporais incompletos.
Realização de campanhas periódicas de medição de vazões, de medição de transporte de sedimentos, e amostragem de parâmetros indicadores da qualidade da água.	Sem Registro.
Ampliação do sistema de tratamento de esgoto.	Realizado conforme aumento demográfico, atualmente cobre 80% do município.
Fiscalização e controle do lançamento de efluentes domésticos e industriais no rio e seus afluentes.	Sem Registro.
Ampliação e adequação do sistema de galerias de águas pluviais, principalmente quanto a infraestrutura dos conjuntos habitacionais e instalação de dissipadores de energia na extremidade dos emissários.	Sem Registro.
Retificação e drenagem do Rio.	Sem Registro.
Melhoramento dos pontos de estrangulamento da seção transversal do rio.	Sem Registro.
Revisão da definição do novo manancial abastecedor da cidade.	Estão sendo realizados estudos e o manancial cotado é o Rio Santa Quitéria.
Mudança do ponto de captação do sistema de abastecimento de água da Sanepar.	Realizado em 1992 e localizado atualmente próximo a ponte da BR 467.
Revisão da legislação de usos e ocupação do solo, procurando orientar adequadamente o zoneamento do trecho urbano da bacia, voltado principalmente ao setor industrial.	Lei Nº 1.944, de 27 de dezembro de 2006 Dispõe sobre o zoneamento do uso e da ocupação do solo urbano no Município de Toledo. Revisão sendo realizada em 2016.
Formação de um parque linear passando pela área urbana estendendo-se até o início da área periurbana e em alguns dos seus afluentes.	Existentes em alguns trechos da área urbana e com previsão de ampliação em 2017, financiada por recursos da Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD).
Definição de atividades a serem desenvolvidas e equipamentos urbanos a serem implantados no	Sem Registro.

parque linear do Rio Toledo.	
Estabelecimento de faixa de preservação junto as margens do Rio Toledo e alguns de seus afluentes.	Presente no Art. 58 da lei Lei Nº 1.944, de 27 de dezembro de 2006 que dispõe sobre o zoneamento do uso e da ocupação do solo urbano no Município de Toledo – " <i>Para o efeito de proteção necessária dos recursos hídricos do Município, ficam definidas as faixas de preservação ao longo dos cursos d'água ou fundos de vale, de acordo com o Código Florestal Brasileiro, de forma a garantir o perfeito escoamento das águas pluviais das bacias hidrográficas, a qualidade da água dos mananciais superficiais, a preservação da biodiversidade de flora e fauna e a preservação de áreas verdes</i> ". Mas sem registro para efetivação do mesmo.
Programa de incentivo de ocupação de vazios urbanos através de loteamento.	Sem Registro.
Mobilização e educação ambiental da população urbana.	Realizada por meio da Secretaria de Meio Ambiente com campanhas nas escolas públicas e privadas além dos Centros de Educação Infantil. Também pela realização de eventos, programas ambientais e distribuição de panfletos informativos para população.
Realização de diagnóstico detalhado sobre o sistema de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos urbanos.	O Município possui aterro sanitário e cooperativa de recicladores.

Quadro 7 - Propostas de recuperação da bacia do rio Toledo na área peri-urbana.

ÁREA PERI- URBANA	
METAS	SITUAÇÃO ATUAL
Retificação e drenagem do trecho peri-urbano do rio Toledo.	Sem Registro.
Controle e fiscalização do lançamento de efluentes na bacia peri-urbana.	Sem Registro.
Estabelecimento de faixa de preservação junto as margens do Rio Toledo e alguns de seus afluentes.	Sem Registro.
Estabelecimento de legislação sobre	Não realizado.

o uso e ocupação do solo do trecho peri-urbano.	
Recuperação/reativação do Recanto Municipal na confluência do rio Toledo com o rio São Francisco, como patrimônio histórico e de lazer da comunidade toledana.	Não realizado.
Mobilização e educação ambiental da população.	Realizada por meio da Secretaria do Meio Ambiente de Toledo.

O levantamento das metas estabelecidas na década de 1990 demonstram que muitas delas existem na forma de leis que foram estabelecidas durante os anos 2000, porém as ações relacionadas as mesmas ainda são pouco efetivas.

Atualmente, o município se encaminha para um importante passo pois está sendo discutido a implantação do Plano Municipal de Recursos Hídricos de Toledo, a partir de estudos e audiências que contam com a participação comunitária e dos órgãos a quem compete o cumprimento das legislações de proteção ambiental. Para isso, o município contratou uma empresa privada para realização do diagnóstico dos recursos hídricos da cidade.

Nos documentos elaborados e disponibilizados para a população pela empresa Envex Engenharia e Consultoria (2016), consta uma análise SWOT, que é uma ferramenta muito utilizada para fazer análise do desempenho de empresas, mas que pode ser utilizada na área ambiental.

O termo SWOT é uma sigla da língua inglesa, de Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*). O Quadro 8 apresenta a análise SWOT apontando as principais forças, fraquezas, oportunidades e ameaças em relação ao uso da água em Toledo.

Quadro 8 - Análise SWOT - Uso da Água

ANALISE SWOT - USO DA ÁGUA		
	FORÇAS	FRAQUEZAS
AMBIENTE INTERNO	<ul style="list-style-type: none"> - O aquífero Serra Geral Norte é considerado adequado para abastecimento humano e industrial, apesar das incertezas em relação ao volume disponível; - Existência de programa de monitoramento da potabilidade da água subterrânea; - Existência de programas e ações de recuperação de nascentes; - Existência de programas e ações de recuperação de estradas; - Existência de diversos parques e pontos destinados ao lazer, turismo e à preservação de recursos hídricos; - Previsão de construção de mais parques lineares nos projetos municipais; - Existência de potencial hidrelétrico; - Existência de Programa Municipal de Agricultura de Precisão e desenvolvimento da aquicultura; - Existência e previsão de instalação de estações de tratamento de esgoto; - Existência de Plano Municipal de Saneamento Básico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incerteza em relação aos dados de demanda e disponibilidade de recursos hídricos; - Necessidade de diagnóstico detalhado do grau de conservação das APPs do município, incluindo áreas úmidas; - Baixa disponibilidade de informações sobre qualidade e quantidade de água; - Inexistência de informações atualizadas e de monitoramento sistemático da qualidade e quantidade de recursos hídricos, tanto de fontes superficiais quanto subterrâneas; - Trechos de rios com qualidade da água aparentemente degradada e/ou alta turbidez; - Intensa atividade agropecuária, com alta demanda de recursos hídricos; - Alta demanda para atividades de piscicultura; - Existência de pontos de disposição inadequada de resíduos; - Necessidade de revisão e aprovação do Plano Municipal de Saneamento Básico.

AMBIENTE EXTERNO	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de legislação nacional e estadual voltada aos recursos hídricos; - Existência de Plano Nacional, Estadual e da Bacia do Paraná 3 na qual o município está inserido; - Existência de Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraná 3; - Presença de escritórios regionais de órgãos como Instituto das Águas do Paraná e Instituto Ambiental do Paraná, além da Emater, ADAPAR, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Sanepar; - Existência de sistema de outorgas de recursos hídricos e de licenciamento ambiental; - Existência de instituições de ensino superior com atividades voltadas à área ambiental; - Possibilidade de convênio para acesso aos dados do CAR (Cadastro Ambiental Rural); - Existência de metodologias para uso sustentável da água em agropecuária e empreendimentos comerciais e industriais; - Existência de metodologias para pagamentos por serviços ambientais; - Previsão de novo manancial de abastecimento de água na sub-bacia do Rio Santa Quitéria. 	<ul style="list-style-type: none"> - Variações climáticas; - Impossibilidade de controle quanto à qualidade e quantidade de água de rios que são influenciados por outros municípios; - Projeto de extração de gás de xisto pelo método de fraturamento hidráulico de rochas (<i>Fracking</i>); - Dados de outorga bastante generalizados, para as atividades agropecuárias; - Município com grande potencial de crescimento econômico.

Fonte: Envex Engenharia e Consultoria. Plano Municipal de Recursos Hídricos de Toledo/PR, 2016.

A análise SWOT proporciona uma importante fonte de informações que podem auxiliar na escolha dos objetivos do futuro Plano Municipal de Recursos Hídricos de Toledo, visando a preservação da qualidade e quantidade dos mesmos.

Neste contexto, no campo das forças destaca-se a existência do programa de monitoramento da potabilidade da água subterrânea, além disso um ponto forte que aconteceu recentemente no município e apesar de não fazer parte do quadro de análise SWOT foi a revisão do plano diretor do município que pode ser uma importante ferramenta de preservação dos

mananciais, delimitando os espaços mais indicados para cada setor existente em Toledo e fortalecendo as legislações de proteção.

No campo fraquezas, ressalta-se a inexistência de informações atualizadas e de monitoramento sistemático de qualidade e quantidade de recursos hídricos, tanto de fontes superficiais quanto subterrâneas. Uma das grandes dificuldades na realização de trabalhos que necessitam de informações históricas é a falta de um banco de dados. Os dados existentes são poucos e muitas vezes incompletos dificultando a obtenção de resultados seguros.

Entre as oportunidades, destaca-se a presença de escritórios regionais de órgãos como o Instituto das Águas do Paraná e do Instituto Ambiental do Paraná, além da Emater, Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - ADAPAR, Secretaria de Agricultura e Abastecimento e Sanepar. Porém, cabe a ressalva que muitas dessas instituições estejam atualmente com o setor de recursos humanos defasado, o que atrasa e dificulta os processos de fiscalização e punição em caso de danos ambientais. Além do que, mesmo esses órgão tem dificuldades em compilar informações sobre as questões ambientais relevantes ao município o que caracteriza umas das ameaças no que diz respeito ao uso da água em Toledo.

Dentre as principais ameaças, uma bastante evidenciada no levantamento de informações desse trabalho foi: dados de outorga bastante generalizados para as atividades agropecuárias, pois no cadastro dos poços autorgados o setor agropecuário apresenta licenças para suinocultura, agricultura, pecuária entre outros, ficando difícil a interpretação da utilização dessa água.

Fica claro que se todas as metas de recuperação da bacia hidrográfica do rio Toledo tivessem sido efetivadas, o desenvolvimento do plano de Recursos Hídricos do município estaria com sua instituição em processo avançado, diferente do que demonstra a análise SWOT, que indica a necessidade de muitas adequações a serem realizadas nos próximos anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um recurso natural renovável, mas finito se houver negligência na manutenção de sua qualidade, devendo os gestores e a população zelar por sua disponibilidade, garantindo a conservação adequada para a manutenção de ecossistemas íntegros que possam ser compartilhados entre os seres que deles dependem. A preservação dos recursos hídricos está intimamente ligada às ações humanas e depende de uma série de fatores políticos, econômicos e sociais.

O IQA e o IPR históricos do rio Toledo demonstraram que, durante seu percurso pelo município, os valores calculados vão decrescendo, indicando a diminuição da qualidade da água, principalmente após atravessar o perímetro urbano. Ao chegar à foz no rio São Francisco, o rio Toledo pode ser classificado como ruim ou severamente poluído.

Utilizando como referencial os pontos: nascente, perímetro urbano e foz foi possível observar que os melhores valores de IQA, segundo os padrões estabelecidos pela CETESB, ficam próximos a nascente, chegando ao valor 81 e, assim, classificada com água de boa qualidade. Já nos pontos analisados ao longo do perímetro urbanos os valores de IQA situam-se entre 65 e 70 classificando-a apenas como aceitável e na sua foz apresenta resultados entre 38 e 45 o que indica uma água de qualidade ruim.

Indicaram também que durante o período de 30 anos, a qualidade das águas no rio Toledo pouco se modificou, inclusive com a degradação ao longo do trecho urbano até sua foz.

Recomenda-se que o IQA deva ser complementado por outras medidas devido ao seu aspecto frágil no que se refere a estabelecer um critério de qualidade de águas. Sugere-se a adoção dos índice mais amplos preconizados pela Resolução nº 903 de 2013 da Agência Nacional de Águas – ANA, que estabelece a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais, e que este monitoramento seja contínuo, com medidas diárias (BRASILb, 2013).

Em relação à presença de mata ciliar percebeu-se que a faixa preservada aumentou nas últimas décadas, sendo um reflexo das ações

realizadas na década de 1990, o que demonstra um rigor mais efetivo em relação as leis de áreas de preservação permanente e ao mesmo tempo chama a atenção sobre a importância da presença da vegetação que pode influenciar de forma direta no índice de qualidade visto que a mesma ajuda a manter equilibrados parâmetros como turbidez e temperatura. Porém, se analisarmos do ponto de vista da legislação, ainda não atende o que preconiza o Código Florestal Brasileiro (2012), tendo em diversos trechos ocupações irregulares e ausência total de APP.

O potencial hídrico de Toledo pode ser projetado por meio dos dados sobre a utilização dos mananciais existentes, sejam superficiais ou subterrâneos. Na atualidade, o município vem utilizando uma grande demanda de água no abastecimento público, na agricultura e na indústria produzindo efluentes na mesma proporção. O Rio Toledo já não tem o mesmo potencial abastecedor de 20 anos atrás e hoje se vê a necessidade da utilização da água de outro rio além das centenas de poços artesianos utilizados. Cabe enfatizar que os poços apresentados nesse trabalho já não têm a mesma vazão da época em que foram perfurados e, hoje, a Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar já está em fase de implantação de novos poços para conseguir dar conta da demanda de água utilizada no abastecimento público.

Este trabalho mostrou que as águas do rio Toledo apresentaram parâmetros (indicados pelo IQA) de não conformidade, de acordo com a legislação vigente, nos últimos trinta anos, após o trecho urbano e sua foz. Em relação à nascente, ainda é possível encontrar parâmetros de qualidade acima dos exigidos pela legislação. Todos os parâmetros de qualidade apresentaram índices compatíveis com a presença de fontes poluidoras após o percurso em trecho urbano.

Esgotos irregulares, efluentes industriais, ausência de mata ciliar (e consequente erosão) e lixo são situações que alteram a qualidade do rio, confirmados por outros parâmetros físico-químicos avaliados por fontes bibliográficas ao longo dos últimos anos. A necessidade de políticas públicas de preservação dos recursos hídricos indica que estas políticas precisam ser mais efetivas, visto que apesar das já existentes ainda são identificados níveis de poluição que praticamente não se alteraram nos últimos 30 anos.

Este trabalho também apontou a alarmante ausência de informações/publicações sobre contaminação por agrotóxicos ou elementos traço no rio Toledo e, por conseguinte, em outros rios da região. Considerando o aporte de agrotóxicos na agricultura em Toledo, um monitoramento contínuo é necessário para a tomada de decisões que envolvem planejamento urbano, saúde pública e preservação ambiental.

Portanto, cabe aos gestores garantir que as leis de proteção ambiental sejam cumpridas, e à sociedade cabe a função de conhecer seus direitos e deveres, fazendo-os valer, garantindo além do abastecimento por água tratada a coleta dos efluentes provenientes de suas necessidades básicas, a fim de evitar a contaminação dos locais em que vivem e a debilidade de sua saúde.

REFERÊNCIAS

AGUIDA, L. M. Transporte de nutrientes e de carbono no solo submetido à aplicação de resíduos agropecuário, doméstico e industrial. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Fundação Universidade Regional de Blumenau, 74p.

AUGUSTO, L. G. S. et al. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciênc. saúde coletiva vol.17 n.6 Rio de Janeiro Jun. 2012.**

ARAÚJO, A. R BARBOSA, E. M. Evolução do direito de águas no Brasil: uma visão histórico-jurídica. Texto apresentado no GT 7: **História Ambiental: sociedade e cultura da Natureza**, por ocasião do I Colóquio Internacional de História: Sociedade, Natureza e Cultura, realizado de 28 a 31/07/2008, na UFCG em Campina Grande-PB.

BOFF, L. **Sustentabilidade**. Ed. Vozes. Petrópolis RJ. 2012.

BRASIL a, Agência Nacional de Águas, ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Brasília - DF, 2013.

BRASIL b, Agência Nacional de Águas, ANA. Resolução nº 903. Cria a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das águas Superficiais – RNQA e estabelece sua diretrizes. Brasília - DF, 2013.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL, Decreto N° 23.793 de 23 de janeiro de 1934 que aprova o Código Florestal Brasileiro. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm. Acessado em 03 de março de 2016.

BRASIL, Decreto N° 24.643 de 10 de julho de 1934 que institui o Código das Águas. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm. Acessado em 02 de março de 2016.

BRASIL, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Censo Demográfico 2010.

BRASIL, Instituto Trata Brasil, Situação do Saneamento do Brasil, 2015.

BRASIL, LEI N° 7.802 de 11 de julho de 1989, Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm. Acessado em 05 de junho de 2016.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, MMA. Agenda 21 Global. Cap. 18 Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos. Disponível em <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global/item/670> Acessado em 30 de setembro de 2015.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, MMA Agrotóxicos. Disponível em <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>. Acessado em 25 de maio de 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, MMA. **Cidades sustentáveis**: subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira. Brasília: Ministério de Meio Ambiente. 2000. 155 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, MMA. Plano Nacional de Saneamento Básico. 2013. Disponível em <http://www.mma.gov.br/florestas/projeto-br-163/item/485-plano-nacional-de-saneamento-b%C3%A1sico> Acessado em 01 de outubro de 2015.

BRASIL, Política Nacional de Saneamento Básico, Lei N°11.445 de 05 de janeiro de 2007. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm Acessado em 15 de maio de 2015.

BRASIL, Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei N° 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acessado em 25 de maio de 2015.

BRASIL, Novo Código Florestal Brasileiro, Lei N° 12.651 de 25 de maio de 2012. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm Acessado em 15 de maio de 2015.

BRITISH COLUMBIA (Canada). Guidelines for Interpreting Water Quality Data, 1998. Disponível em: <https://www.for.gov.bc.ca/hts/risc/pubs/aquatic/interp/intrptoc.htm>. Acesso em 30 de setembro de 2016.

CAMPOS, M.L.; PIERANGELI, M.A.P.; GUILHERME, L.R.G. & CURI, N. Baseline concentration of heavy metals in Brazilian Latosols. Commun. Soil Sci. Plant Anal, 34, 2003, p.547-557.

CARDOSO, M.L.M. Desafio e Potencialidades dos comitês de bacia hidrográficas. *Cienc. Cult.* vol.55 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2003.

CHRISTOFIDIS, D. *apud* PAZ, V. P. S TEODORO, R. E. F. MENDONÇA, F. C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.3, p.465-473, 2000 Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

COVELO, E. F.; VEGA, F. A.; ANDRADE, M. L. Competitive sorption and desorption of heavy metals by individual soil components. **Journal of Hazardous Materials**, v.140, n.1-2, 2007, p.308–315.

D'AMATO, C.; TORRES. J. P. M; MALM, O. DDT (dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental: uma revisão. *Química Nova*, vol.25 no.6, 2002.

DARONCO, G.C. PEREIRA, C. A. B., HAUENSTEIN, L. F., POZZOBON, R. FRONER, R. R., MULLER, Y. C. Influência da erosividade no relevo e cobertura vegetal. 5ª Reunião de estudos Ambientais e II Simpósio de Sistemas Sustentáveis, Porto Alegre, REA 105, 2015.

ELLOVITCH, M. F. VALERA, C. A. Apontamentos sobre a Lei Federal 12.651/12 - Novo Código (anti) Florestal. 2014. Disponível em <http://www.gnmp.com.br/publicacao/233/apontamentos-sobre-a-lei-federal-12-651-12-novo-codigo-anti-florestal>. Acessado em 04 de junho de 2016.

ENVEX ENGENHARIA E CONSULTORIA, Plano Municipal de Recursos Hídricos de Toledo - PR. De Curitiba/PR para Toledo/PR, agosto 2016.

ESPINOZA-QUINONES, F. R., PALÁCIO, S. M., MODENES, A. N., SZYMANSKI, N., ZACARKIM, C.E., ZENATTI, D. C., FORNARI, M.M.T., RIZZUTTO, M.A., TABACNIKS, M. H., ADDED, N., KROUMOV, A. D. Water quality assessment of Toledo River and determination of metal concentrations by using SR-TXRF technique. *J Radioanalytical Nuclear Chemistry*, 283, 2010, p.465–470.

ENVEX ENGENHARIA E CONSULTORIA. Diagnostico das disponibilidades e demandas hídricas atuais, uso e ocupação do solo, potencial de produção de sedimentos e levantamento de eventos críticos. Relatório para o Plano Municipal de Recursos Hídricos do Município de Toledo, 2016.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA, River Pollution Index. In: *Environmental Water Quality Information*. Disponível em: <http://wq.epa.gov.tw/Code/Business/Standard.aspx?Languages=en>. Acesso em 15 de agosto de 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Assessing soil contamination. A reference manual. Roma: FAO, 2000. Disponível em:

<http://www.fao.org/docrep/003/X2570E00.htm>. Acesso em: 30 de setembro 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Control of water pollution from agriculture – FAO – Irrigation and drainage paper 55. Roma: FAO, 2005. 75p. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/W2598E/W2598E00.htm>. Acesso em: 30 de setembro 2016.

FIGUEIRA, P. S. S. Visão do novo código florestal em relação a áreas de várzeas. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/visao-do-novo-codigo-florestal-em-relacao-a-areas-de-varzeas/128295/#ixzz4AcMx1qG4>. Acessado em 04 de junho de 2016.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA - FATMA. Relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados à águas correntes. Parte I: Características gerais, nutrientes, elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas. Florianópolis: FATMA/GTZ, 1998.

FUNTEC- Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Toledo. Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Toledo/ Trabalho elaborado pela FUNTEC Toledo, Ed. Grafo-Set. 1992. 88 p.

GAMBERINI, M. **Mata Ciliar: Importância, Conservação e Recuperação**. Instituto Socioambiental. 2006. Disponível em <http://ciliosdoribeira.org.br/files/ApresentacaoMataCiliar-CampanhaRibeira24-05-07.pdf> Acessado em 30 de setembro de 2015.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4ª edição. Editora Atlas, São Paulo, 2002.

GUILHERME, L.R.G., MARQUES, J.J.; PIERANGELI, M.A.P.; ZULIANI, D.Q.; CAMPOS, M.L. Elementos traço em solos, sedimentos e águas. Tópicos de Ciência do Solo, 4, 2005, p. 345-390.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. Saneamento básico, ago. 2007. Disponível em <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf> Acessado em 29 de março de 2016.

GRUNITZKI, R., FERRARI, J. C., CARLA, A., ZAMBÃO, P. H., e NECKEL, E. V. P. (2013). Ferramenta WEB Para Determinação do Índice de Qualidade de Água A Partir da Reestruturação das Equações que Descrevem as Curvas dos Indicadores de Qualidade. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves, RS.

HELLER, L. PÁDUA, V.L. Abastecimento de água para consumo humano. Editora UFMG. Belo Horizonte - MG, 2006.

HICKSON, J. N.; FORNARI, M. M. T. Avaliação preliminar dos resultados (caracterização) no monitoramento dos recursos hídricos das Bacias do Rio Toledo e rios Pinheiros e Conrado, tributários do rio Pato Branco, no período de 19/06/2002 a 21/08/2002, nos municípios de Toledo e Mariópolis-PR. Relatório. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA e Instituto Ambiental do Paraná - IAP, 2002.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. 2005 . Sistema de Cálculo de Índice de Qualidade de Água (SCQA) - Estabelecimento das Equações do índice de Qualidade das Águas (IQA).Belo Horizonte: IGAM, 2005.

JACOBI, P. Do centro à periferia - meio ambiente e cotidiano na cidade de São Paulo. Ambient. soc. no.6-7 Campinas Jan./June 2000.

JUNCHEN, C. R.; POLETO, C. Caracterização dos sedimentos fluviais urbanos - Toledo PR. Anais da 5ª Reunião de Estudos Ambientais e II Simpósio de Sistemas Sustentáveis, REA116, Porto Alegre, 2015.

KLAASSEN, C.D. Casarett and Doull's Toxicology. A Base Science of Poisons. 7th Edition. New York: McGraw-Hill, 2008.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil**: um guia para a ação e defesa da vida. Rio de Janeiro: AS-PTA. Assessoria e serviços a projetos em agricultura alternativa,2010. 190 p.: il., 23cm.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.

MACHADO, C.J.S. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafio Ambiente & Sociedade – Vol. VI nº. 2 jul./dez. 2003.

MALTA, L. R. S. **Simulação do balanço e transporte de nitrogênio e fósforo provenientes de dejetos animais aplicados em áreas agrícolas estudo de caso: Bacia do Rio Toledo - Paraná - Brasil**. São Paulo, 2009. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MANTOVANI, A. M. "Paraná: Economia". Laboratórios de Informática Unilasalle. 2003. Disponível em http://www.labin.unilasalle.edu.br/infoedu/siteinfoedu1_03/trabalhos/sitescc/geo/htms/pp.html Acessado em 29 de março de 2016.

MARENCO, J. A. Água e mudanças climáticas. Estud. av. [online]. 2008, vol.22, n.63, pp.83-96. ISSN 0103-4014.

MARTIN, N.; LINDINO, C.A. Relatório de Iniciação Científica. Unioeste, 2004. 33f.

Mc NEELY. R. N. , NEIMANIS, V.P., DWYER. L. Water Quality Sourcebook. A Guide to Water Quality Parameters. Ottawa: Environment Canada, 1979. 90 p.

MERTEN, G. H MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.

MORAES, D. S. L. JORDÃO, B. Q. Degradação dos recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. ver. Saúde Pública 2002;36(3):370-4. Disponível em <ftp://www.ufv.br/dns/NUT392/degrada%E7%E3o%20dos%20recursos%20hidricos.pdf> Acessado em 20 de maio de 2015.

MOREIRA, I. C. O.; MATTIAS, J. A.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; POCOJESKI, E.; TRENTIN, E. E. fs227.pdf. Cobre, Zinco e Manganês em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em microbacias hidrográficas de Santa Catarina. Disponível em <http://www.ufsm.br/ppgcs/congressos/Fertbio2004/fs227.pdf>. Acesso em 26 de setembro de 2016.

NIEWEGLOWSKI, A. M. A. Indicadores de Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Toledo – PR. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em agronomia. 2006. 218 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, ONU. Organização das Nações Unidas. Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso Futuro Comum. Relatório, 1987.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E A CULTURA, UNESCO BRASIL, A ética do uso da água doce: um levantamento. Brasília, 2001.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, ONU. O direito humano à água e ao saneamento Sugestões de Leitura Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação (UNW-DPAC), 2010.

PARANÁ. AGENCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ (ADAPAR). Sistema de Monitoramento do Comercio e Uso de Agrotóxicos no Estado do Paraná (SIAGRO), 2015.

PARANÁ, Instituto Ambiental do Paraná, IAP. Empreendimentos Agropecuários - SUINOCULTURA. Normativa 105.006 de 21 de março de 2002.

PARANÁ, Instituto das Águas do Paraná. Outorga de Uso Recursos Hídricos. Disponível em <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=10>. Acessado em 10 de agosto de 2016.

PARANÁ. Instituto das Águas do Paraná, DECRETO N° 9.957 de 23 de janeiro de 2014 que Dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e adota outras providências. Disponível em <http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=113097&indice=1&totalRegistros=1>. Acessado em 04 de junho de 2016.

PARANÁ, Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999. Disponível em <http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=5849&indice=3&anoSpan=2000&anoSelecionado=1999&isPaginado=true>. Acessado em 05 de junho de 2016.

PARANÁ, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos- SEMA, Bacias Hidrográficas do Paraná, serie histórica. Curitiba- Paraná, 2010.

PARANÁ, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, Resolução 39 de vinte e seis de novembro de 2004. Usos independentes de outorga. Disponível em http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/atos2/exibir_ato.asp?codAto=994. Acessado em 07 de junho de 2016.

PAZ, V. P. S TEODORO, R. E. F. MENDONÇA, F. C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.3, p.465-473, 2000 Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M.; NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA. 2001. Gramado. Anais..., Gramado 2001. p. 25-38.

PHILIPPI, A.J.et al. Curso de Gestão Ambiental. Controle Ambiental da água. Ed.Manole Ltda. Barueri, SP, 2004.

PNMA. Monitoramento Quali-Quantitativo da Água do Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMAII. Bacias do Paraná III e Baixo Iguaçu. SEMA Relatório. 2006.

POLETO, C. Bacias hidrográficas e recursos hídricos. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2014.

POZZOBON, M. G. G.; FOIATO, V. F.; HICKSON, J. N.; SHIMIZU, J. N. Controle Ambiental do Rio Toledo. Relatório. SUREHMA, 1991.

RENNER, L. C., HARTMANN, L. A., WILDNER, W. MASSONNE, H. J., THEYE, T. Coeficientes de distribuição de elementos-traço em clinopiroxênio e plagioclásio de sillsbasálticos da Formação Serra Geral, Brasil. Pesquisas em Geociências, 38 (2), 2011, p. 158-167.

ROESLER, R.M.V.B. CESCNETO, E.A. A produção de suínos e as propostas de gestão de ativos ambientais: O caso da região de Toledo - Paraná. Informe GEPEC, v.7, n.2, 2003.

ROGERS, P. P. et al. (Ed.) *Water crisis: myth or reality?* London: Fundación Marcelino Botín, Taylor & Francis, 2006. 331 p.

SILVA, C.H.R.T. Recursos Hídricos e desenvolvimento Sustentável no Brasil. Brasília : Senado Federal, Consultoria Legislativa. (Boletim do Legislativo; n. 23 (2012).

SILVA, J. A. A. et al. **O Código Florestal e a ciência:** contribuições para o diálogo. São Paulo: SBPC; ABC, 2011. 124p. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-547.pdf>. Acessado em 04 de junho de 2016.

SPADOTTO, C.A.; GOMES, M.A.F.; LUCHINI, L. C.; ANDREA, M. M. de. Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 42).

SOMLYODY, L; VARIS, O. Freshwater under pressure. *International Review for Environmental Strategies*, v.6, n.2, p.181-204, 2006.

STUMM, W.; MORGAN, J.J. AQUATIC CHEMISTRY: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, 3rd Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, 1995. 1040p.

SAWYER, C.N., MCCARTY, P.L., PARKIN, C.F. Chemistry for Environmental Engineering, 4th ed. New York: McGraw-Hill, 1994.

TAMBOSI, L. R. et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estud. av. vol.29 no.84 São Paulo May/Aug. 2015.**

THOMAS, P.T. **Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água vinculada à escassez.** RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL AGOSTO DE 2002. Tese de Mestrado (Mestrado em Ciências Em Engenharia Civil) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

TOLEDO, Plano Municipal de Arborização Urbana, Lei Nº 2.154, de 06 de dezembro de 2013. Disponível em http://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/lei_2154-2013_arborizacao_urbana_de_toledo.pdf. Acessado em 02 de março de 2016.

TUCCI, C.E.M. Águas Urbanas. p. 97-112. In: Dossiê Água. Estudos Avançados, Vol. 22 (63). São Paulo: Editora USP, 2008;

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. São Paulo: oficina de textos, 2008. 631p.

TYLLER, G.; MILLER JR. Ecologia e sustentabilidade. São Paulo: Cengage Learning. 2012.

VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

WOLKMER, M. F. S PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. 2013. v34, n 67, p165.

World Water Development Report – UNESCO / Nações Unidas. World Water Resources at the Beginning of the Twenty-First Century, 2006. Disponível em: <http://catdir.loc.gov/catdir/samples/cam034/2002031201.pdf>. Acesso em 18 de março de 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION AND UNICEF. Progress on Sanitation and Drinking-water. 2013 update. Disponível em http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMPreport2013.pdf. Acessado em 28 de setembro de 2015.