



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

---

RAFAEL HENRIQUE DELGADO

**ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARA: ASPECTOS DA  
QUALIDADE DA ÁGUA**

---

Londrina  
2010

RAFAEL HENRIQUE DELGADO

**ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARA: ASPECTOS DA  
QUALIDADE DA ÁGUA**

Dissertação submetida ao Departamento de Geociências, curso de Pós Graduação em Geografia: Dinâmica Espaço Ambiental da Universidade Estadual de Londrina, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre

Orientadora: Profa. Dra. Nilza Aparecida Freres Stipp

Londrina  
2010

RAFAEL HENRIQUE DELGADO

**ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARA: ASPECTOS DA QUALIDADE DA  
ÁGUA**

Dissertação submetida ao Departamento de Geociências, curso de Pós Graduação em Geografia: Dinâmica Espaço Ambiental da Universidade Estadual de Londrina, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre

Orientadora: Profa. Dra. Nilza Aparecida Freres Stipp

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Nilza Aparecida Freres Stipp  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Antonio Cezar Leal  
UNESP – Presidente Prudente – SP

---

Profa. Dra. Eloiza Cristiane Torres  
UEL Londrina - PR

Londrina, 23 de Agosto de 2010

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a João  
Delgado Filho (In memoriam)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao pessoal do curso de Mestrado em Geografia: Dinâmica Ambiental.

Aos professores André Celligoi, Eloiza Cristiane Torres, Miriam Vizintin Barros, pelo “despertar ambiental”, com ótimas aulas.

A professora Dra. Nilza Aparecida Freres Stipp pela orientação nesse trabalho, amizade e compreensão.

Aos colegas Júlio, Kim, Mari, Sarah, Morimoto, Cicilliato, Pedro, entre outros, pelos ótimos momentos juntos.

A Iara Imbriani, por sempre me socorrer nos momentos que precisei na UEL.

Em especial aos meus pais, Ana e Lupercio que me deram a chance de poder fazer esse curso de especialização. A minha avó querida, Irma, por simplesmente ser quem é.

A minha amada Angélica, pela compreensão, companherismo, ajuda, amizade e amor sempre.

Esse é mais um trabalho realizado em memória de meu avô João Delgado Filho, pois sempre me apoio incondicionalmente, e foi quem teve mais orgulho de mim, e sempre soube me escutar sempre que precisei.

DELGADO, R. H. **Análise da contaminação ambiental da bacia hidrográfica do rio Taquara**: aspectos da qualidade da água. 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Dinâmica Espaço Ambiental) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

## RESUMO

A área da bacia hidrográfica do rio Taquara drena além do município de Londrina, aproximadamente 56% do total da região, abrangendo os municípios de Arapongas, Apucarana, Califórnia e Marilândia do Sul, bem como os distritos de São Luiz, Paiquerê, Guaravera e Lerrovile. Com uma área aproximada de 894 km<sup>2</sup>, apresenta em sua maioria o predomínio de cultivos agrícolas e pastagens. Para a presente pesquisa, foram feitos levantamentos quanto à sua caracterização física, utilizando-se de ferramentas de geoprocessamento, que justificaram as escolhas dos pontos de amostragem. Esta pesquisa teve como principal objetivo, verificar a qualidade da água encontrada em alguns cursos d'água, tributários da bacia hidrográfica do rio Cerne e Taquara, levando em conta suas características físicas e seu potencial de degradação ambiental. Para isso foram realizadas análises físico-químicas da água, levando em consideração os padrões estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA, para identificação da sua qualidade ambiental. Com a realização de tais testes foi possível encontrar pontos onde existe contaminação ambiental por alguns elementos, devido principalmente a ação antrópica. Foram propostas medidas mitigadoras com o objetivo de amenizar o avanço da degradação ambiental.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica. Contaminação ambiental. Degradação ambiental. Erosão do solo.

DELGADO, R. H. **Analysis of the environmental contamination of the watershed of Taquara's river**: aspects of the water's quality. 2010. 175 f. Dissertação. (Mestrado em Geografia, Dinâmica Espaço Ambiental) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

### ABSTRACT

The area of the watershed of Taquara's river drains besides the municipal district of Londrina, approximately 56% of the total of the area, including the municipal districts of Arapongas, Apucarana, California and South Marilândia, as well as São Luiz's districts, Paiquerê, Guaravera and Lerrovile. With an approximate area of 894 km<sup>2</sup>, it presents in its majority the prevalence of agricultural cultivations and pastures. For to present this research, they were made risings as for its physical characterization, being used GIS tools, that justified the choices of the sampling points. This research had as main objective, to verify the quality of the water found in some courses of water, tax of the watershed of Taquara's river and its sifs, taking in their bill physical characteristics and his/her potential of environmental degradation. For that physiochemical analyses of the water were accomplished, taking into account the established patterns for the resolution 357 of CONAMA, for identification of its environmental quality. With the accomplishment of such tests it was possible to find points where environmental contamination exists for some elements, owed mainly the antropic action. Reliever measures were proposed with the objective of soften the progress of the environmental degradation

**keywords:** Watershed. Environmental contamination. Environmental degradation . Soil erosion

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Localização da área de estudo em relação à área de ocupação dos municípios .....	42
<b>Figura 2</b> – Mapa da Divisão Política da área da bacia hidrográfica do Rio Taquara .....	43
<b>Figura 3</b> – Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio Taquara .....	45
<b>Figura 4</b> – Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Taquara .....	47
<b>Figura 5</b> – Mapa de Classes Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Taquara .....	50
<b>Figura 6</b> – Visualização da classe de solo nitossolo vermelho predominante na bacia hidrográfica do rio Taquara .....	52
<b>Figura 7</b> – Aspectos do Relevo, no Terceiro Planalto, próximo a Guaravera, às margens do rio Taquara.....	56
<b>Figura 8</b> – Fragmentos de vegetação predominantes na área da bacia hidrográfica do Rio Taquara – remanescentes de florestas (ao fundo) e áreas de cultivo (no primeiro plano).....	61
<b>Figura 9</b> - Áreas de preservação permanente de acordo com o artigo 2.º da lei n.º 4.771/65.....	63
<b>Figura 10</b> – Mapa de Matas e áreas de preservação permanente encontradas na bacia Hidrográfica do Rio.....	65
<b>Figura 11</b> – Mapa de Uso e Ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Taquara .....	68
<b>Figura 12</b> – Localização dos pontos de coletas de água dentro da área da bacia hidrográfica do rio Taquara .....	72
<b>Figura 13</b> – Nascente aterrada do Rio Taquara no município de Califórnia, PR.....	73
<b>Figura 14</b> – Nascente do Rio Taquara, Califórnia – PR.....	74
<b>Figura 15</b> – Lixo domestico encontrado dentro da área da nascente do rio Taquara, Califórnia – PR.....	75

<b>Figura 16</b> – Rio Taquara, dentro de um parque no município de Califórnia – PR.....	76
<b>Figura 17</b> – Imagem de satélite SPOT 5 da área do Parque ecológico da Raposa no município de Apucarana – PR.....	77
<b>Figura 18</b> – Outra imagem de satélite da área do Parque ecológico da Raposa no município de Apucarana – PR.....	78
<b>Figura 19</b> – Infra estrutura encontrada no Parque Ecológico do Raposa no município de Apucarana, PR.....	79
<b>Figura 20</b> – Aspecto do rio Xaxim, afluente do rio Cerne, no município de Apucarana – PR .....	80
<b>Figura 21</b> – Uma cena do rio Cerne, área rural do município de Apucarana, PR .....	81
<b>Figura 22</b> – Rio Cerne, no município de Londrina.....	82
<b>Figura 23</b> – Rio Cerne, próximo ao Rio Taquara .....	83
<b>Figura 24</b> – Área cultivada por agricultores beneficiados pelo extinto Programa Banco da Terra, às margens dos rios Taquara e Cerne.....	84
<b>Figura 25</b> – Rio Taquara, aos fundos das propriedades do Banco da Terra, evidenciando pontos de erosão pelo descuido com a mata ciliar .....	84
<b>Figura 26</b> – Imagem de satélite do rio Lajeado.....	85
<b>Figura 27</b> – Rio Lajeado.....	86
<b>Figura 28</b> – Imagem de satélite do rio Clementino .....	87
<b>Figura 29</b> – Rio Clementino, no distrito de Guaravera.....	87
<b>Figura 30</b> – Imagem de satélite do rio Gamelão.....	88
<b>Figura 31</b> – Rio Gamelão.....	89
<b>Figura 32</b> – Rio Taquara, próximo ao distrito de São Luis e Guaravera onde se evidencia um processo de assoreamento devido a ausência de mata ciliar .....	90
<b>Figura 33</b> – Localização do Rio Taquara e a ponte supracitada, próximo a Guaravera .....	91

<b>Figura 34</b> - Outro aspecto do Rio Taquara, próximo ao Distrito de Guaravera, com a presença de vegetação nativa .....	91
<b>Figura 35</b> – Rio Taquara, entre duas grandes propriedades agrícolas .....	92
<b>Figura 36</b> – Aspecto do capoeirão à margem esquerda do Rio.....	93
<b>Figura 37</b> – Rio Taquara, próximo a uma propriedade com grande atividade pecuária.....	94
<b>Figura 38</b> – Margem do Rio Taquara onde aparece solo pisoteado pelo gado .....	94
<b>Figura 39</b> – Rio Taquara próximo a grandes propriedades .....	95
<b>Figura 40</b> – Ausência de mata ciliar na margem esquerda do rio Taquara .....	96
<b>Figura 41</b> – Rio Taquara entre propriedades de monoculturas.....	97
<b>Figura 42</b> – Aspectos da mata ciliar em ambas as margens no rio Taquara .....	97
<b>Figura 43</b> – Ponte sobre o rio Taquara, na PR-445 .....	98
<b>Figura 44</b> – Corredeiras no rio Taquara.....	98
<b>Figura 45</b> – Imagem do Rio Taquara próximo a Irerê .....	99
<b>Figura 46</b> – Acampamento do MST à margem direita do Rio Taquara.....	99
<b>Figura 47</b> – Rio Taquara próximo ao Distrito de Paiquerê .....	100
<b>Figura 48</b> – Rio Taquara próximo ao Distrito de Paiquerê mostrando a presença de mata ciliar.....	101
<b>Figura 49</b> – Imagem do Rio Taquara próximo ao Distrito de Paiquerê .....	102
<b>Figura 50</b> – Outro aspecto do Rio Taquara próximo a Paiquerê.....	102
<b>Figura 51</b> – Imagem de satélite evidenciando a Foz do Rio Taquara no Rio Tibagi.....	103
<b>Figura 52</b> – Aspecto da Margem direita do Rio Tibagi, próximo à Foz do Rio Taquara.....	104

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	16
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
3.1 PARÂMETROS INDICADOS DE POTABILIDADE DE ÁGUA .....	31
3.1.1 Demanda Bioquímica De Oxigênio – DBO .....	32
3.1.2 Demanda Química de Oxigênio – DQO.....	32
3.1.3 Potencial Hidrogeniônico – PH .....	33
3.1.4 Fósforo.....	35
3.1.5 Nitrogênio .....	35
3.1.6 Nitrato (MG L-1).....	37
3.1.7 Nitrito (MG L-1) .....	37
3.1.8 Coliformes (Totais e Fecais) .....	38
<b>4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARA</b> .....	41
4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	41
4.2 HIPSOMETRIA .....	44
4.3 DECLIVIDADE.....	46
4.4 SOLOS.....	48
4.5 GEOLOGIA.....	54
4.6 GEOMORFOLOGIA .....	55
4.7 CLIMA .....	57
4.8 FAUNA .....	58
4.9 FLORA .....	59
4.9.1 MATA CILIAR.....	62
<b>5 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO</b> .....	66

5.1 A AÇÃO ANTRÓPICA E A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL .....	69
<b>6 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>70</b>
6.1 MATERIAIS .....	70
6.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	71
<b>7 RESULTADOS .....</b>	<b>106</b>
<b>8 PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NA ÁREA DA BACIA.....</b>	<b>112</b>
<b>9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>122</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>134</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo da História a natureza tem sido concebida sob diversos pontos de vista. Desde o dualismo inerente a Kant, cristalizado na ideologia burguesa de natureza, à concepção de natureza como unidade diferenciada, cujo trabalho humano coloca-se no centro da relação homem-natureza em Marx. A forma como a natureza tem sido produzida nos apresenta diferentes formas de subjugação, como desenvolvimento do capitalismo. A idéia de produção da natureza desafia a separação que foi legada entre sociedade e natureza, e se coloca como um desafio imposto pelo próprio capitalismo.

Segundo ROSS (2003), “os sistemas ambientais naturais em face das intervenções humanas apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características genéticas”. A princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostravam-se, em estado de equilíbrio dinâmico, até que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir, cada vez mais intensamente, na apropriação dos recursos naturais

A ação antrópica tem ameaçado, desde a antiguidade, a preservação dos mananciais hídricos, criando áreas de risco em vários espaços geográficos da superfície terrestre, principalmente pelos desmatamentos desenfreados em áreas de várzeas. Devido a toda problemática ambiental decorrente das atividades econômicas predatórias o homem tem marcado a História e deixado implicações muito graves para a sociedade a médio e longo prazo. Isso se percebe facilmente pelos desperdícios dos recursos naturais e pela degradação ambiental que contribuem para a perda da qualidade de vida no planeta (STIPP, 2010)

Ainda de acordo com o autor citado, os problemas ambientais das últimas décadas provocaram grandes alterações em quase todos os setores da vida na Terra. O homem hoje se encontra seriamente ameaçado pelas suas próprias práticas econômicas destrutivas.

Derisio (2000), em estudos comprova que a poluição ambiental pode ser considerada como degradação do ambiente, resultante das atividades que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, segurança e o bem-estar das populações; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota e as condições sanitárias do meio ambiente e nele lancem resíduos em desacordo com os padrões de qualidade ambiental estabelecidos.

Conforme Leff (2001) são vários os acontecimentos na história que geram mudanças de época, e o mais eloqüente sinal destas mudanças está sendo a crise ambiental, a reconstrução social a partir dos potenciais da natureza e da cultura (...) as grandes narrativas da modernidade ignoram o tempo que determina e delimita sua projeção para o futuro.

O conceito de áreas degradadas vem sendo modificado ao longo dos tempos com a visão multidisciplinar que exige a questão ambiental, e desta forma podendo ser tanto uma área explorada que por sua vez perdeu suas características de solo, vegetação e relevo, inclusive para uma área de mata que sofreu cortes seletivos (STIPP, 2000).

No entanto, neste estudo será considerado como área degradada sempre aquela que por ação antrópica ou natural perdeu sua capacidade de sustentação de uma vegetação merecendo por isso uma ação corretiva para que possa sustentar uma vegetação que for plantada ou introduzida nessa região.

Assim sendo o processo de recuperação de áreas degradadas consiste muito mais em criar condições de sustentação de uma população vegetal na área, do que o próprio plantio desta população, uma vez que a área não estando bem preparada e estável dificilmente terá sucesso um plantio, ou mesmo, sua manutenção.

O estudo e a avaliação ambiental envolvem a busca de soluções aos impactos gerados, principalmente quanto à cobertura vegetal original, alagada ou destruída, a formação de várzeas de inundação, os biomas de transição, os processos erosivos, a sedimentação e acumulação, alterações no microclima local, o ordenamento e ocupação das margens e espaços inundados, novas ilhas, penínsulas, ocupação agropecuária, e transformações no espaço pela ocupação humana, cidades, vilas e povoados.

Impacto ambiental é o processo de mudanças sociais e ecológicas causados por perturbações (ocupação e/ou construção de um objeto novo) no ambiente. É ao resultado entre sociedade e natureza que transforma, diferencial e dinamicamente, o meio ambiente (COELHO, 2001).

Os impactos podem ser classificados quanto aos aspectos: positivos e negativos; diretos e indiretos; imediatos e em longo prazo; temporários e permanentes, reversíveis e irreversíveis, entre outros. Da definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos e da elaboração do programa de

acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, surgem os fatores e parâmetros que devem ser levados em consideração.

Assim, após intensa revisão bibliográfica, descreveu-se no quarto item do trabalho a caracterização física da área abrangida pela bacia hidrográfica do Rio Taquara.

Em seguida foram abordadas as transformações ocorridas na paisagem, decorrentes do uso e ocupação dos solos.

Após as análises físico-químicas e bacteriológicas dos pontos pré-estabelecidos para a coleta de água dos rios, procurou-se discutir os resultados obtidos, culminando com algumas propostas de amenização dos problemas ali identificados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Esta pesquisa teve como principal objetivo, verificar a qualidade da água encontrada em alguns cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Taquara, considerando a sua caracterização física e seu potencial ambiental.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Comparar os dados obtidos com a legislação vigente;
- Avaliar os impactos gerados pela intervenção do homem no perímetro rural e urbano;
- Apontar os pontos críticos de contaminação e intervenção antrópica;
- Propor ações mitigadoras para os problemas ambientais encontrados.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### Degradação Ambiental

Segundo Guerra (1999), assim define-se degradação ambiental:

É a degradação do meio ambiente causada pela ação do homem, que na maioria das vezes, não respeita os limites impostos pela natureza. A degradação ambiental é mais ampla que a degradação dos solos, pois envolve não só a erosão dos solos, mas a extinção de espécies vegetais e animais, a poluição de nascentes, rios, lagos e bacias, o assoreamento e outros impactos prejudiciais ao meio ambiente e ao próprio homem (p.184).

Ação antrópica atualmente é a principal responsável por acelerar o processo de degradação ambiental, porém, de acordo com Guerra e Cunha (1996), existem processos naturais que independem da intervenção humana, como formação dos solos, lixiviação, erosão, deslizamentos, modificações do regime hidrológico e composição da cobertura vegetal, sendo que a maioria desses processos não são reflexos da degradação ambiental, mas podem ser agravados com algum tipo de contribuição antrópica.

Quando acontece essa intervenção no meio ambiente equilibrado, devido ao homem, agente transformador do ambiental, através de desmatamento, construções, plantio, ou seja, transformando a paisagem, esses processos ditos naturais tendem a acontecer com maior intensidade, podendo causar desastres ambientais (GUERRA e CUNHA, 1996).

Ainda de acordo com a opinião do autor citado, a área rural apresentar uma taxa de é onde essa degradação do meio ambiente é mais visível, nas atividades agropecuárias, onde necessitam de técnicas de manejo de solo, maquinário pesado e de espaço para o plantio. Devido a isso as características ambientais do local são mudadas drasticamente, gerando consequências como o desenvolvimento de processos erosivos, desmatamento e assoreamento dos cursos d' água.

A degradação ambiental ocorre em toda parte nos mais variados ambientes, com maior ou menor grau de intensidade, dependendo das técnicas utilizadas na

exploração dos recursos naturais, e, da preocupação local na manutenção e conservação desses recursos (LIMA-E-SILVA; GUERRA; DUTRA; 1999).

Esse processo no meio ambiente sofre influência direta do modelo econômico vigente no mundo, que se apropria dos recursos naturais, explorando-os de forma negativa, visando gerar capital, que no futuro custarão um preço alto a sociedade (CHUEH, 2000).

Estes impactos socioambientais, segundo Guerra e Cunha (1996), se apresentam em duas situações: na primeira, além do desmatamento para ocupação de novas terras, as áreas abandonadas dificilmente conseguirão recuperar por si mesmas as características e a biodiversidade que possuíam antes de serem exploradas; na segunda, fica sempre a possibilidade de ocorrer a poluição atmosférica, das águas superficiais, dos solos e do lençol freático, em face do uso de produtos químicos, que contaminam tanto o ambiente como os próprios alimentos produzidos. "Em ambas as situações é preciso enfatizar que, além do custo social e ecológico, nos próprios locais onde a degradação ocorre, existem também, os custos para pessoas e ambientes, que podem estar afastados das áreas atingidas, diretamente pela degradação".

Assim, quando se contextualiza a problemática do desequilíbrio ambiental no âmbito social, a essência do seu tema se revela ser o mesmo já muitas vezes questionado, mas, vista por ângulos diferentes, isto é, são abordadas na sua contingência, pois ela (a problemática) reside no fator cultural, na saúde (no sentido mais amplo), na educação, ou seja, é conseqüência do modelo de exploração econômico em voga, apresentando suas contradições (CHUEH, 2000).

## **Bacias Hidrográficas**

O que mais atinge e influencia diretamente o homem, por estar mais próximo de seu cotidiano, seja na forma de consumo, lazer, sobrevivência ou pelo despejo de dejetos, são as águas superficiais e subterrâneas. A problemática ambiental fluvial surgiu a partir da fixação de antigas civilizações nas margens dos rios e vales férteis, justamente para servi-las no abastecimento, alimentação, transporte e irrigação, passando a existir, assim, um laço íntimo entre homem e natureza. São através

deles que se pode fazer o estudo mais minucioso dos recursos naturais disponíveis ou não, por conter os elementos fundamentais para entender o mecanismo de funcionamento de um sistema.

De acordo com Cristofolletti (1980), a bacia hidrográfica pode ser considerada uma área da superfície terrestre drenada por um determinado sistema fluvial, funcionando como um sistema aberto, limitada por divisores hidrográficos que podem ser topográficos (superficiais) ou freáticos (subterrâneos e dividem tanto as águas permanentes quanto as temporárias).

Resende et. al (1988) descreve as bacias hidrográficas como sendo uma unidade natural básica, em que são encontradas relações tetraedais entre clima, solos, organismos e aspectos socioeconômicos. Diante disto, as bacias hidrográficas devem ser utilizadas como unidades fundamentais para a conservação do meio ambiente, devido a interdependência existente entre os atributos bióticos e abióticos presentes no seu interior.

Polette et al., (2000) define a bacia hidrográfica, como “uma área topográfica, drenada por um curso de água ou sistema conectado de cursos de água de forma que toda vazão afluente seja descarregada através de uma simples saída”.

A bacia hidrográfica representa uma unidade ideal de planejamento de uso de terras devida à presença de inter-relações entre diversos elementos físicos, bióticos e sócios econômicos existentes na paisagem, ao contrario de outras unidades definidas por critérios diferentes que não abrangem a paisagem como um todo (BOTELHO, 1999).

Assim se manifesta Silva et al. (2003) sobre as bacias hidrográficas:

“Em função de suas características naturais, as bacias hidrográficas tem se tornado importante unidade espacial utilizada para gerenciar atividades de uso e de conservação dos recursos naturais principalmente nas situações atuais de grande pressão sob o ambiente em função do crescimento populacional e do desenvolvimento”.

Tomando como referencial uma seção transversal de um rio, chama-se bacia hidrográfica ou bacia de contribuição, a área coletora de água proveniente da precipitação que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada. Neste sentido as diferentes definições de microbacia têm sua origem na interpretação ou na compreensão científica da interação entre as suas funções na

paisagem e a sua conformação geomorfológica, considerando-se fundamentalmente cada um dos seus componentes (GUERRA & CUNHA, 1996).

Rocha (1991) conceitua microbacia e bacia hidrográfica da mesma forma, ou seja, ambas estão relacionadas com aquelas áreas drenadas pelas águas pluviais, as quais, por ravinas, canais e tributários, dirigem-se para um curso principal, com vazão afluyente convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago.

Lima & Zakia (2000), explicam que, no que se refere ao fator área na distinção entre os termos bacia e microbacia hidrográfica, sob o ponto de vista da hidrologia, a classificação das bacias hidrográficas em grandes e pequenas deve ser feita com base não somente na sua superfície total, mas também considerando os efeitos de certos fatores dominantes. Sendo assim, hidrologicamente as microbacias têm como características distintas uma grande sensibilidade tanto a chuvas de alta intensidade (curta duração), como também ao fator uso do solo (cobertura vegetal). Concluindo que as alterações na quantidade e na qualidade da água do deflúvio, em função de chuvas intensas e ou em função de mudanças no uso do solo, são detectadas com muito mais sensibilidade nas microbacias do que nas bacias de grande porte.

Pela importância dos corpos d'água em um contexto global, é extremamente necessária a implantação de instrumentos de gestão ambiental para evitar o agravamento da degradação ambiental nas proximidades dos cursos dos rios.

### **Qualidade da água dos rios**

O termo qualidade da água refere-se a um padrão próximo do natural, ou seja, a água em suas condições normais e, além disso, um grau de pureza desejável para o qual depende do uso que dela será feito.

De acordo com Sperling (2005), o Planeta Terra conta com um volume total de água de 1.386 milhões de Km<sup>3</sup>, e deste volume total, 3% correspondem às águas doces, sendo que somente esta percentagem apresenta-se superficialmente de maior acessibilidade ao ser humano, todo restante, 97% são distribuídos nos mares

e oceanos. Destas, 2,2% formam as calotas polares e geleiras, e os 0,8% restantes correspondem às águas subterrâneas e superficiais

Hirata (2001) argumenta que o Brasil possui uma situação privilegiada no cenário mundial com relação aos recursos hídricos, com 12% do volume total de água doce do planeta e 53% da América do Sul, sendo que proximadamente 70% da água disponível no país está localizada na Região Amazônica, e os outros 30% nas demais localidades.

Entre os vários benefícios que os recursos naturais oferecem, a água é o bem natural que todo ser vivo necessita para a sua sobrevivência. A água sempre foi um recurso estratégico à sociedade. É um recurso finito e a crise da água nas últimas décadas tem ameaçado a sociedade e conseqüentemente a sobrevivência de toda biosfera. O crescimento populacional e as demandas sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos são algumas das causas fundamentais da crise mundial da água (TUNDISI, 2003).

Ainda segundo referido autor, nos últimos anos, o uso dos recursos naturais disponíveis no mundo tem aumentado intensamente com atividades antrópicas e seus diversos modos de utilização e conseqüentemente com os recursos hídricos disponíveis nas bacias hidrográficas que são de extrema importância a vida, pois nelas estão alguns recursos naturais que beneficiam as comunidades com a disponibilidade dos recursos naturais disponíveis para a utilização.

A qualidade da água se altera sob a influência de diferentes fatores, como as condições geológicas e geomorfológicas, com o tipo da cobertura vegetal, da atividade dos organismos dos diferentes ecossistemas (terrestres e aquáticos) e ações antrópicas existentes na bacia de drenagem. A interferência humana é o fator de maior influência para contaminação dos recursos hídricos e conseqüentemente de alterações deste ambiente, tanto por meio de lançamentos de cargas em sistemas hídricos, como pelas alterações conseqüentes do uso do solo e urbano pelas modificações nos sistemas fluviais (TUCCI et AL, 2001).

Entre os outros fatores estão o clima e litologia da região, da vegetação próxima, do ecossistema aquático e da influência humana. Com relação ao clima, essa interferência se dá através da distribuição das chuvas, temperatura e ventos. O clima influencia o tipo de vegetação existente na região, então, climas úmidos possuem vegetação abundante que em geral, apresenta baixas concentrações de sólidos na água e altos teores de compostos orgânicos.

Guerra (1999), Bertoni e Lombardi Neto (1999) comprovam que o processo de ocupação antrópica em uma bacia hidrográfica para o desenvolvimento de determinadas atividades produtivas, pode proporcionar uma exposição do solo, pela retirada total ou parcial da cobertura vegetal. Sendo assim, o processo de erosão hídrica é iniciado a partir do momento em que a gota de chuva, ao tocar o solo, provoca uma ruptura dos agregados, transformando-os em partículas passíveis de serem transportadas pelo fluxo superficial e de preencher os poros do solo, formando crostas que dificultam a infiltração. A formação de crostas possibilita o surgimento de poças, em conjunto com a saturação do solo, que podem gerar o início do processo de escoamento superficial, proporcionando o carreamento de material particulado para os corpos hídricos, podendo acarretar no aumento do assoreamento dos mesmos.

Dumanski & Pieri (2000) abordam a questão da degradação de solos e dos recursos hídricos frisam que pelas estimativas atuais, um terço ou metade das terras do globo, que não estão ocupadas por geleiras, são regularmente manejadas e que acima de 70% delas recebem algum grau de intervenção humana.

Com relação à degradação das bacias hidrográficas, Guerra (2003) mostra que ela pode ser caracterizada como qualquer alteração artificial e acelerada, nas suas características físicas, químicas e biológicas, podendo resultar em modificações na geomorfologia, biodiversidade e aspectos quantitativos e qualitativos dos cursos d'água tributáveis.

Para Calijuri e Oliveira (2000) o mau uso dos recursos naturais tem ocorrido tanto pela escassez e excesso de seu uso, como também pelo fato da humanidade tratar este assunto com descaso. Os recursos naturais pertencentes às bacias hidrográficas são de extrema importância à sociedade, pois é através da utilização deles que a humanidade se beneficia para sua sobrevivência.

Em decorrência da ocupação desenfreada nas proximidades dos leitos dos rios, para diversos fins, tanto relacionado à moradia, quanto agricultura, comércio e indústria, devem ser acompanhados de um estudo ou, contendo todos os requisitos para receber este tipo de instalação, o que geralmente não acontece, impactando assim, o relevo, vegetação e a qualidade das águas.

## Aspectos legais sobre recursos hídricos do Brasil

Em relação aos recursos hídricos no Brasil, foram desenvolvidas diversas leis e normas, com a intenção de racionalizar o seu uso. Em 10 de julho de 1934, foi provido o Código das Águas que influenciou a criação de leis que dispõem sobre a gestão das águas no Brasil. Este código foi elaborado pelo jurista Alfredo Valadão, em uma época em que o aproveitamento hidrelétrico era considerado como prioritário para o desenvolvimento econômico brasileiro, sendo, por muitos anos, o único instrumento jurídico sobre o assunto (MACIEL Jr, 2000).

Segundo Pompeu (2002) o referido código prevê a utilização gratuita de qualquer água corrente ou nascente para o atendimento às primeiras necessidades da vida, assim como a preferência à derivação para abastecimento das populações. O código também impede a derivação das águas públicas, sem a devida concessão, para uso na indústria, agricultura e higiene, e, nos demais casos sem a autorização.

Kettelhut (1999) explica que o código estabelece, ainda, que a autorização mais a concessão devem ser feitas sem prejuízos à navegação, salvo para usos de primeira necessidade e que a ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas que não consome, de forma a causar prejuízos a terceiros, sendo passível de multas e processos por perdas e danos.

A lei 9433/97, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a partir da sua criação foi possível atender aos anseios da sociedade que participa ou trabalha na área de recursos hídricos. Esta lei contém os mais modernos preceitos de gestão de águas (MACIEL Jr, 2000). Ela estabelece, em seu artigo 1º:

- 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 para o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI – a gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Kettelhut (1999) descreve que, essa lei tem por objetivo assegurar a disponibilidade de água em conformidade com os padrões de qualidade adequados aos usos previstos, à atual e às futuras gerações; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, no intuito de promover o desenvolvimento sustentável; a preservação e a defesa contra eventos hidrológicos críticos, em decorrência da utilização inapropriada dos recursos naturais.

Conforme explica Magalhães (2000), um dos instrumentos regulamentados por esta lei refere-se ao enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes, que permite uma gestão qualitativa e quantitativa da água por meio de controle sobre os níveis de qualidade dos mananciais. O referido instrumento consiste no estabelecimento de meta ou objetivo de qualidade de água, tornando-a compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, por meio de medidas preventivas permanentes.

Há de se considerar também que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir ou serem mantidos, para atender às necessidades da comunidade (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003).

De acordo com a legislação vigente, o Comitê de Bacia Hidrográfica é o responsável pela aprovação da proposta de enquadramento dos corpos de água em classes de uso, elaborada pela Agência de Bacia, para posterior encaminhamento ao respectivo Conselho de Recursos Hídricos Nacional ou Estadual, de acordo com o domínio dos corpos de água.

De acordo com LEEUWESTEIN e MONTEIRO (2000), as entidades envolvidas no processo decisório de enquadramento são Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA/MMA, Conselhos Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, Secretaria de Recursos Hídricos - SRH/MMA, Agência Nacional de Águas - ANA/MMA, Comitês de Bacia Hidrográfica, Agências de Água, órgãos estaduais de recursos hídricos e de meio ambiente, representantes dos usuários de água e da sociedade civil.

As classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental. Atualmente estas classes são definidas pela Resolução CONAMA n° 20, de 18 de junho de 1986. A título de curiosidade, essa resolução define que enquanto não

forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas de Classe 2, ou seja, aquelas com a seguinte destinação:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; e
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

No âmbito nacional, a Resolução 20/86 – CONAMA, (Brasil, 2009), dispõe sobre a classificação de corpos de água, dá diretrizes para o seu enquadramento e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.

As águas doces são classificadas em cinco classes, ou seja, classe especial e classes 1,2,3 e 4, de acordo com sua qualidade e condições de utilização, que assim podem ser descritas:

*Classe especial* – águas destinadas:

- Ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
- À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

Classe 1 – águas destinadas:

- Ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas que se desenvolvem rente -ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 2 – águas destinadas:

- Ao abastecimento após tratamento convencional;

- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- À irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 3 – águas destinadas:

- Ao abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- A dessedentação de animais.

Classe 4 – águas destinadas:

- À navegação;
- À harmonia paisagística;
- Aos usos menos exigentes

Essa Resolução estabelece os teores máximos permitidos de substâncias químicas potencialmente prejudiciais, além de valores relativos a parâmetros físico-químicos e biológicos.

Para PORTO (2002), o enquadramento de corpos de água segundo classes de usos preponderantes é um instrumento de planejamento e, como tal, tem as seguintes características:

- representa a visão global da bacia; para se tomar à decisão de quais serão os usos prioritários em cada trecho de rio ou lago da bacia hidrográfica, é necessário olhar o todo, numa visão de macro-escala;
- representa a visão futura da bacia e, portanto, são objetivos de qualidade a serem alcançados no médio e longo prazo e servirá para definir a estratégia a ser utilizada e as metas de qualidade da água a serem perseguidas;
- faz parte do plano de bacia, como garantia de integração entre os aspectos quantitativos do uso da água e os qualitativos que serão atingidos pelas metas resultantes da definição dos objetivos de qualidade da água.

No Paraná existem alguns decretos e leis sobre recursos hídricos, descritos abaixo:

A Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências (PARANÁ, 1999).

O Decreto nº 4.646, de 31 de agosto de 2001, que dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, estabelece que a análise técnica dos requerimentos de outorga de direitos de uso, a ser coordenada pelo Poder Público Outorgante, está condicionada, dentre outros critérios ao enquadramento dos corpos de água em classes de uso de acordo com os Planos de Bacia Hidrográfica e com as demais disposições legais e regulamentares aplicáveis, observando-se as concentrações limites de cada indicador de poluição para seção de corpo hídrico ou sub-bacia (PARANÁ, 2001).

O Decreto nº 2.314, de 17 de julho de 2000, que dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, estabelece dentre as suas competências aprovar o enquadramento dos corpos de água em classes, em consonância com as diretrizes do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e de acordo com a classificação estabelecida na legislação ambiental em vigor, considerando, quando possível, propostas aprovadas pelos Comitês de Bacia, em acordo com as metas previstas no respectivo Plano de Bacia Hidrográfica (PARANÁ, 2000).

O Decreto nº 2315, de 17 de julho de 2000, que estabelece normas e critérios para a instituição de comitês de bacia hidrográfica, determina como sendo de sua competência a apreciação e aprovação das propostas que lhe forem submetidas por Unidades Executivas Descentralizadas - UEDs, em especial quanto ao enquadramento de corpos de água em classes segundo o uso preponderante, para encaminhamento ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (PARANÁ, 2000).

O Decreto nº 2317, de 17 de julho de 2000, regulamenta competências da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos como órgão executivo gestor e coordenador central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH/PR (PARANÁ, 2000).

Este Decreto estabelece que para a manutenção e a operacionalização de instrumentos técnicos, administrativos e financeiros necessários à gestão dos recursos hídricos, competem, à SUDERHSA, as seguintes ações e atividades quanto ao enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes:

- emitir parecer, quando solicitado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH/PR ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, sobre propostas de enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- efetuar a classificação e o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em bacias hidrográficas onde não esteja instituída a Unidade Executiva Descentralizada, observando a legislação pertinente;
- emitir as portarias e as normas regulamentares de enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em processos já analisados e aprovados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (PARANÁ, 2000).

O Decreto nº 5361, de 26 de fevereiro de 2002, que regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos, estabelece dentre os seus objetivos, o de disciplinar a localização dos usuários, buscando a conservação dos recursos hídricos de acordo com sua classe preponderante de uso (PARANÁ, 2002).

O valor a ser cobrado pelo 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: é determinado por meio de uma equação, cujo coeficiente regional – Kr, leva em consideração dentre outros fatores, a classe preponderante de uso em que esteja enquadrado o corpo de água objeto de utilização (PARANÁ, 2002).

### **Contaminação das águas**

Para Porto et al. (1991) e Arcova e Cicco (1999), os fatores naturais como clima, vegetação e litologia influenciam na qualidade das águas superficiais em uma bacia hidrográfica e a interferência antrópicas, com a introdução de novos compostos no sistema. Assim, segundo Porto (2002) os rios que drenam certa área apresentam suas águas como características físicas e químicas próprias, as quais refletem as atividades de uso do solo das áreas à montante do curso.

As alterações nas condições naturais dos fatores integrantes da bacia hidrográfica podem gerar impactos sobre os fluxos energéticos de saída, tais como cargas sólidas e dissolvidas (CUNHA & GUERRA, 1996).

Conforme Meybeck & Helmer (1996) as águas pluviais da drenagem urbana, ao escoarem pelas ruas das cidades e demais áreas, são contaminadas por derivados de combustíveis fósseis, bactérias, chumbo, poluentes orgânicos e também por pesticidas e herbicidas provenientes de jardinagem urbana.

Outra fonte de poluição das águas em áreas urbanas são os esgotos sanitários que correspondem às águas utilizadas para a higiene pessoal, lavagem de utensílios e preparo de alimentos, de origem de domicílios residências, comerciais, hospitalares e industriais. A composição dos esgotos sanitários é praticamente uniforme que é constituída por matéria orgânica biodegradável, bactérias, vírus, nitrogênio, fósforo, óleos e detergentes (BENETTI & BIDONE, 2001).

Poleto (2003) demonstra o uso inadequado dos solos, o desmatamento irracional, bem como o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos mais agrotóxicos vêm causando diversos problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes e ribeirinhas, causando alteração na qualidade e quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica.

A pecuária contamina microbiologicamente afetando a qualidade das águas devido ao contato direto do rebanho com o corpo hídrico. Tal contaminação ocorre especialmente por coliformes fecais e estreptococos (DIAS & GRIFFITH, 1998).

Telles (2002) cita que o poder poluente de certos tipos de dejetos, como os de suínos, é de 10 a 12 vezes superior ao do esgoto humano, sendo a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), 100 vezes mais forte.

De acordo com Carvalho (2000) o aumento excessivo da concentração de sólidos e da descarga sólida dos mananciais, pode ocorrer o assoreamento, no decorrer do tempo, que além de modificar ou deteriorar a qualidade da água, a fauna e a flora, também, reduz a disponibilidade hídrica. Já o aumento da concentração de nutrientes na água pode resultar em eutrofização.

Tal processo é o resultado do enriquecimento com nutrientes, principalmente o fósforo e nitrogênio, que são despejados de forma dissolvida ou particulada em lagos, represas e rios e são transformados em partículas orgânicas, matéria viva vegetal, pelo metabolismo das plantas (TUNDISI, 2003).

Dependendo da variação encontrada nas análises da água, ela pode estar infectada com organismos patogênicos (causadores de doenças). Surtos de febre tifóide, cólera, disenterias e outras doenças foram debitadas à água infectada. Sua ameaça é real e doenças transmitidas pela água ainda representa as principais causas de morte no mundo subdesenvolvido, onde as condições de saneamento básico são precárias.

### **Monitoramento de bacias hidrográficas**

O monitoramento refere-se ao processo programado de amostragem medição e subsequente gravação ou divulgação, ou ambos, de várias características da água, no intuito de avaliar a conformidade com os objetivos específicos (BARTRAM & HELMER, 1996).

Para Benetti e Bidone (2001) o programa de monitoramento pode ter como objetivos a avaliação da qualidade da água, para verificar a conformidade com os usos propostos, como a recreação e acompanhar a evolução da qualidade de corpos d'água ao longo do tempo, como reflexo do uso e ocupação do solo presente na bacia.

Chapman e Kimtsach (1996) afirmam que o monitoramento de organismos patogênicos em cursos d'água, consiste em um componente essencial de qualquer avaliação de qualidade das águas, em que o uso possibilita a ingestão direta ou indireta de água.

O contexto atual da escassez de águas doces não poluídas leva a necessidade de se desenvolver e programar planos de prevenção e recuperação ambiental, e de estabelecer metodologias eficazes ao acompanhamento dessas atividades. É necessário ainda, a fiscalização e monitoramento qualitativos, para subsidiar medidas de mitigação e controle dos impactos negativos aos corpos d'água causados por poluições pontuais e difusas (QUEIROZ, 2003).

Segundo esses autores, para a obtenção de dados referentes ao estado do ambiente aquático que subsidiem elaborações de planos e o acompanhamento do desenvolvimento deste, torna-se importante a realização de programas de

monitoramento da qualidade da água, que avaliem os seus aspectos físicos, químicos e biológicos.

Magalhães Jr. (2000) explica que:

“O monitoramento deve ser visto como um processo essencial a implantação dos instrumentos de gestão das águas, já que permitem a obtenção de informações estratégicas, acompanhamento de medidas efetivadas, atualização dos bancos de dados e o direcionamento das decisões. Pois uma sólida base de dados é imprescindível aos instrumentos de gestão, sob pena de gerenciar o que não se conhece”.

Conforme Fernandes e Silva (1994), a avaliação dos efeitos negativos oriundos da atividade antrópica, torna-se fundamental para as evidências a qualidade da água, por meio da análise do uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas, tendo em vista a correlação entre estas variáveis.

A noção de qualidade das águas está ligada aos objetivos de uso atribuídos aos corpos d'água, de forma que estes usos exigem diferentes níveis de qualidade que podem variar em função da finalidade pretendida a uma determinada água (MAGALHAES JR, 2003; SPERLING, 2005).

### **3.1 Parâmetros indicadores de enquadramento da água**

Conforme Chapman e Kimstach (1996), a qualidade da água pode ser representada através de vários fatores que expressam suas características físicas, químicas e biológicas que são selecionadas de acordo com a necessidade específica de cada uso da água e dos objetivos do programa de monitoramento. A seleção adequada dos parâmetros ajudará na obtenção de informações mais aproximadas da realidade da água a ser analisada

A CETESB (2005) mostra que a caracterização das águas envolve um grande número de variáveis, tornando-se uma tarefa complexa, o que pode conduzir a elaboração de programas com extensão e recursos superdimensionados, redundando em uma relação custo/benefício inadequada. Entre os parâmetros existentes, os mais indicados para avaliar a potabilidade da água são os seguintes:

### **3.1.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO**

Caiado (1999) define a Demanda Bioquímica de Oxigênio como a quantidade de oxigênio requerida para a estabilização da matéria orgânica e oxidação de materiais inorgânicos como sulfetos e ferro-ferroso presentes em uma amostra de água.

Segundo este autor, o teste de DBO é um bio-ensaio em que é medido o oxigênio consumido por organismos vivos, enquanto utilizam a matéria orgânica presente na amostra de água. O teste mede as condições de poluição por matéria orgânica tanto de origens industriais como urbanas, quando executado em águas de rio.

Macedo (2004), em sua obra “Métodos laboratoriais de análises físico – química e microbiológicas”, para a decomposição da matéria orgânica presente ou lançada nos corpos d’água, há o envolvimento do consumo de oxigênio dissolvido na água durante os processos metabólicos de organismos aeróbicos. Diante disto, a alta atividade microbiológica pode ser indicada pela redução da taxa de oxigênio dissolvido.

Com a finalidade de oxidar a matéria orgânica é necessária a DBO, que nada mais é que um teste onde é determinado o requerimento relativo de oxigênio, através da respiração aeróbica de microorganismos (bactérias, protozoários e outros), num período de 5 (cinco) dias a 20°C, medida esta de necessidades respiratórias de uma população microbiológica (MACEDO, 2004; LIBÂNIO, 2005).

Para a determinação do resultado, o teor de oxigênio é obtido atrás de uma técnica química ou eletro-química no início e no final do período da incubação, sendo que a diferença dos mesmos será utilizada para calcular estatisticamente a DBO, levando em consideração o fator de diluição (FUNASA, 2006)

### **3.1.2 Demanda química de oxigênio - DQO**

O teste de DQO é usualmente utilizado para medir a quantidade de oxigênio necessário para oxidação de matéria por meio de um agente químico, normalmente o Dicromato de potássio (SAWYER et al, 1994).

Para Deberdt (2007) esse teste baseia-se no fato de que todos os compostos orgânicos, com poucas exceções, podem ser oxidados pela ação de um agente oxidante forte em meio ácido, entretanto, uma das limitações é o fato de que o teste não diferencia matéria orgânica biodegradável e matéria orgânica não biodegradável, sendo que a primeira é determinada pelo teste de DBO. A grande vantagem do teste de DQO é o tempo em que pode ser realizado, ou seja, em poucas horas, enquanto o teste de DBO requer no mínimo 5 (cinco) dias (período de incubação).

Segundo a CETESB (2005) os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO e este aumento de concentração de DQO se deve principalmente a despejos de origem industrial. A DQO se apresenta muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Na DBO mede-se somente a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO, mais facilmente será biodegradável a amostra analisada.

Inicia-se o teste separando cerca de 20 ml da amostra e introduzir no tubo especial para o aparelho, adicionando em seguida 10 ml de dicromato de potássio, prosseguindo, adiciona lenta e cuidadosamente 30 ml de ácido sulfúrico. Se a coloração da amostra ficar verde, significa que essa amostra está muito concentrada, sendo assim necessária uma diluição. A seguir, conectar os balões nos condensadores e refluxar durante duas horas, esfriar e lavar as paredes internas do condensador com aproximadamente 20 ml de água bideionizada. Desconectar os balões e resfriá-los, finalizando com o acréscimo de 3 a 4 gotas de indicador ferroína, titulando a amostra (FUNASA, 2006).

### **3.1.3 Potencial Hidrogeniônico – pH**

Macedo (2004) e Libânio (2005) explicam que o pH consiste na concentração dos íons  $H^+$  na água e representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do ambiente aquático. As águas naturais da superfície apresentam

valores que podem variar de 6,0 a 8,5 (Intervalo adequado à manutenção da vida aquática).

Exerce influência no grau de solubilidade de diversas substâncias, na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, definindo assim o potencial de toxicidade de vários elementos, além de determinar comunidades vegetais e animais característicos (ESTEVES, 1998; LIBÂNIO, 2005).

Esteves (1998) reconheceu a importância do pH como fator limitante à colonização dos ecossistemas aquáticos pelos diferentes organismos, possibilitando formular um princípio básico em Ecologia.

THEINEMANN<sup>1</sup> (Citado por ESTEVES, 1998) ensina que:

“Quanto mais as condições de vida de um biótopo se afastarem das condições ótimas para a maioria dos organismos, tanto mais pobre em espécies será as comunidades, tanto mais uniforme e mais típicas serão estas, tanto maior será o número de organismos de cada espécie”.

Segundo Fravet (2006) o valor do pH não indica a quantidade de ácidos nas amostras de águas ou efluentes, mas sim a intensidade de acidez ou alcalinidade.

O nível de pH indica o potencial corrosivo da água sobre a tubulação e equipamentos de sistemas de água e esgoto, além de identificar a toxicidade de certos compostos com metais pesados em relação à ictiofauna (BENETTI E BIDONE, 2001).

As análises de pH serão realizadas com a ajuda de um Phmêtro, aparelho utilizado para mensura do potencial hidrogeniônico. Sua utilização se inicia com o ligamento do aparelho e até sua estabilização, lavando os eletrodos com água destilado e enxugando-os no final, após a esterilização, faz-se necessário calibrá-lo com soluções padrões que acompanham o aparelho (pH 4-7 ou 9). Ao se calibrar sempre se devem lavar novamente os eletrodos antes de introduzir e após tirar da amostra a ser examinada, finalizando com o desligamento do aparelho (FUNASA, 2006).

A resolução 357/2005 do CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE) determina que as águas destinadas ao abastecimento e ao consumo humano, devem conter seu pH na escala de 6,0 a 9,0.

---

<sup>1</sup> THIENEMANN, A. Lebensgemeinschaft und Lebensraum. **Nat. Wochenschr.**, 17, 282-290.1918.

### 3.1.4 Fósforo

Para o processo do metabolismo dos seres vivos, como o armazenamento de energia (moléculas de ATP) e estrutura da membrana celular (fosfolipídios), o fósforo se mostra essencial, em conseqüência, torna-se o principal fator limitante da produtividade e controle populacional das comunidades no ecossistema aquático, além de ser responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas (ESTEVES, 1998).

Para Metcalf et al. (1991) o fósforo é um importante elemento para o crescimento das algas e outros organismos no meio aquático. As descargas residuárias, domésticas, industriais e as águas drenadas superficialmente podem aumentar os níveis de concentração dos componentes de fósforo, promovendo o crescimento excessivo de algas na superfície de corpos da água receptores.

Libânio (2005) explica que quase todo fósforo presente em águas naturais encontra-se sob forma de fosfato que tem origem de fontes naturais (depende do conteúdo de fosfato presente nos minerais primários das rochas da bacia, de material particulado da atmosfera e da decomposição de organismos de origem alóctone) ou artificial (esgotos domésticos e industriais, material particulado de origem industrial contido na atmosfera e por carreamento de resíduos agrícolas).

Os testes realizados para obtenção da quantidade de fósforo serão feitas através da digestão acida ( $H_2SO_4 + H_2O_2$ ) com  $MgCl_2$  saturado (BROOKES & POLWSON, 1982). As análises serão realizadas a partir de amostras de 0,05 g de sedimento secos em estufas a 60°C, sendo os dados expressos em  $mg\ kg^{-1}$ , determinando assim os teores de fósforo.

### 3.1.5 Nitrogênio

Segundo Esteves (1998) o nitrogênio consiste em um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos e é encontrado sob várias formas, sendo elas: nitrato, nitrito, amônia, íon amônio, nitrogênio molecular e nitrogênio orgânico dissolvido.

O nitrogênio é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos (eutrofização) (MOTA, 2003).

Algumas formas de nitrogênio podem apresentar propriedades tóxicas, causando alterações nas populações e comunidades aquáticas. Uma das alterações mais importantes ocorre quando as algas cianofíceas (cianobactérias ou algas azuis) passam a predominar, provocando o aumento do consumo de oxigênio, causando a ocorrência de baixas concentrações destes nas camadas mais profundas dos lagos e dessa forma a diversidade é afetada (CANADÁ, 1999).

A principal forma de nitrogênio presente nas águas corresponde ao nitrato e as principais fontes estão relacionadas aos dejetos humanos e animais. Os nitratos podem acelerar o processo de eutrofização em corpos d'água e causar doenças, como a metahemoglobinemia (Síndrome do bebê azul) (IMGA, 2004). De acordo com NSF (2006), a Síndrome do Bebê azul ocorre em função da redução do nitrato mais nitrito no intestino humano, afetando a capacidade dos glóbulos vermelhos em transportar o oxigênio.

A avaliação da forma predominante de nitrogênio em um corpo hídrico possibilita a interferência sobre o atual estágio da poluição, tendo em vista que a poluição recente associa-se ao nitrogênio na forma de amônia e a poluição mais antiga é relacionada aos nitratos (SPERLING, 2005).

Para obtenção do resultado da quantidade de nitrogênio total em uma amostra, segundo Pinto (1998), será necessário pesar em uma balança analítica cerca de 0,5 a 0,8g ou ml de amostra homogeneizada e transferir para um tubo de Kjeldahl, adicionando em seguida 2,5 g de mistura catalítica e 7 ml de ácido sulfúrico. Aquecer em bloco digestor, a princípio lentamente, mantendo uma temperatura de aproximadamente 50°C por uma hora, em seguida, elevar a temperatura de modo gradativo até atingir 350 à 400°C.

Após o tempo necessário para o líquido se tornar límpido e transparente, com uma tonalidade azul-esverdeada, retirar do aquecimento, esfriar e adicionar cerca de 10 ml de água. Em seguida será necessária uma destilação, onde se acoplará ao destilador o erlenmeyer contendo 20 ml de solução de ácido bórico 4% com 4 ou 5 gotas de solução de indicador misto. Adaptar o tubo de Kjeldahl ao destilador e adicionar a solução de hidróxido de sódio 50% até a obtenção de uma cor negra, seguindo com a destilação. No próximo passo, será recolhido o volume

suficiente para a completa destilação da amônia. Titular com uma solução padrão de ácido sulfúrico 0,05 mol/L ou solução padrão de ácido clorídrico 0,1 mol/L até viragem do indicador.

### **3.1.6 Nitrato (mg L<sup>-1</sup>)**

O nitrato é a forma mais oxidada do nitrogênio, que é formado durante a fase final da decomposição biológica. Baixas concentrações de nitrato podem estar presentes em ambientes naturais, porém o nível máximo de nitrato permitido pela Legislação, Resolução nº 357/05 do CONAMA, é de 10 mg L<sup>-1</sup>.

Ainda segundo explica A Saúde (2007), em relação às concentrações, pode-se dizer que o nível máximo de nitrato permitido pela Legislação, a Resolução nº 357/05 do CONAMA, é de 1,0 mg L<sup>-1</sup>, uma vez que valores superiores oferecem riscos à saúde, podendo causar algumas doenças como a do sangue marrom, ocasionada por altas concentrações de nitrito associados com baixos teores de cloreto e oxigênio dissolvido.

Na realização do teste de nitrato, Pinto et al (1998) explica que, é necessário a preparação de 1000 ml de solução de nitrato de potássio, dissolvendo 0,1629 g do composto puro em água destilada. Após a primeira parte, é preciso pipetar 10,0 ml da solução preparada para um balão volumétrico de 100 ml e preparar a correspondente em solução aquosa, sendo que esta solução deverá conter  $1,0 \times 10^{-5}$  de íon nitrato por ml de solução. No passo seguinte, pipetar 0,5 ml, 1,0 ml, 2,5 ml e 5, ml da solução preparada no passo 2 para cada um de quatro balões volumétricos de 50 ml, e preparar os correspondentes volumes de solução. Levar ao espectrofotômetro e ler a 410nm de absorvância, traçando um gráfico em função dos padrões de nitrato e potássio, terminando com a leitura do teor de nitrato das análises interpretando o gráfico traçado.

### **3.1.7 Nitrito (mg L<sup>-1</sup>)**

O nitrito (estado intermediário do nitrato) é formado durante a decomposição da matéria orgânica que pode ocorrer tanto em águas naturais como em estações de tratamento. Sua presença pode indicar decomposição parcial da matéria orgânica e também a presença de bactérias redutoras de nitrato, quando as condições presentes são anaeróbicas (A SAÚDE, 2007)

Deve-se preparar 500 ml de solução de nitrito de sódio, dissolvendo 0,1125 g do composto anidro em água destilada, sendo que esta solução deverá conter  $1,0 \times 10^{-4}$  g de íon nitrito por  $\text{cm}^3$  de solução. Após a primeira etapa, será necessário pipetar 5 ml da solução preparada em um balão volumétrico de 500 ml, preparando o correspondente solução aquosa. Em seguida pipetar 1,0 ml, 2,0 ml, 3,0 ml, 4,0 ml da solução preparada no passo 2 para cada um de quatro balões volumétricos de 50 ml, levar ao espectrofotômetro lendo a 520 nm de absorvância, traçando o gráfico em função da composição de nitrito de potássio, fazendo sua leitura para obtenção do resultado (PINTO, 1998).

### 3.1.8 Coliformes (Totais e Fecais)

Bolmann et al. (2005) define o grupo de coliformes da seguinte forma:

“Coliformes totais – indicador que representa vários gêneros de bactérias pertencentes à família enterobacteriaceae. A definição histórica deste grupo está baseada no método usado para sua detecção (através da possibilidade de fermentação da Lactose), e não na sua sistemática. Deste modo, quanto à técnica de fermentação é empregada, o grupo é definido por compreender todos os gêneros de bactérias anaeróbias facultativas (não apenas as de origem fecal), gram-negativas e não formadoras de esporos capaz de multiplicar-se no Caldo Lactosado com temperatura de 35°C, com produção, em 48 horas, de ácidos e de gás (APHA, 1995). A técnica de fermentação em Tubos Múltiplos é empregada para acessar o conceito de densidade de coliformes cuja mensuração é importante para se ter uma noção da ordem de grandeza da população bacteriana de um manancial. O resultado é normalmente expresso por uma concentração estatisticamente provável de coliformes: O número mais provável de coliformes presentes”;

“Coliformes fecais – Dentre as bactérias pertencentes ao grupo anterior, o número mais provável de coliformes fecais é empregado para a investigação da poluição por conteúdo fecal em rios e águas de abastecimento. O indicador é utilizado para avaliar a eficiência da operação de sistemas de tratamento de efluentes, da balneabilidade das águas dos rios e do mar, além de servir como elemento de controle de sistemas de monitoramento dos recursos hídricos em geral. Embora não sejam particularmente deletérias à saúde (as bactérias deste grupo são oriundas

do intestino de animais de sangue quente). A medida da densidade bacteriana serve como indicadora de poluição fecal. A presença nas águas dos corpos hídricos, indica possibilidade da presença de bactérias patogênicas. Esta, será tanto maior quanto maior o número mais provável de coliformes fecais”.

Hermes e Silva (2004) explicam que os coliformes totais correspondem às bactérias que, além do trato intestinal, podem ser encontrados em pastagens, solos, e outros locais do organismo. Já os coliformes fecais estão associados às bactérias do trato intestinal, como a *Escherichia coli*, que é utilizada como indicador por ser específica de fezes humanas e outros animais de sangue quente. A presença de coliformes fecais indica a possibilidade de existência de outros organismos patogênicos, mesmo não apresentando riscos à saúde humana.

De acordo com Libânio (2005), a medida dos coliformes é dada por uma estimativa estatística de sua concentração, conhecida como o Número mais Provável de Unidade Formadora de colônias (NMP/ml ou MNP/100 ml), determinada por técnicas próprias de laboratório.

A terminologia mais apropriada para os coliformes fecais refere-se aos coliformes termotolerantes, devido às características dos microorganismos fecais que se apresentam resistentes à temperatura elevada do teste (VALLE & SILVEIRA, 2000).

Conforme descreve Sperling (2005) a utilização de coliformes termotolerantes como indicadores de qualidade de águas para fins de recreação e consumo, apresenta a vantagem de estes serem facilmente isolados e identificados na água por técnicas simples e de baixo custo e também por apresentarem sobrevivência semelhante a das bactérias enteropatogênicas.

Segundo FUNASA (2006), o procedimento metodológico se inicia ao pesar 3,7 gramas de um meio de cultura à base de Agar, utilizando um Elenmeyer, frasco para mistura, dissolvendo assim o meio em 100 ml de água destilada, adicionando 1 ml de uma solução de ácido rosólico diluído a 1%, aquecendo-o até a ebulição. Após tais procedimentos, deixar esfriar e distribuir cerca de 2,0 ml em cada placa de petri, onde o meio de cultura irá crescer, princípio para o desenvolvimento de colônias e fungos.

Após a inoculação da água coletada nas placas, tampá-las e incubá-las invertidas a 45°C durante 24 horas. Logo depois desse período, examinar o material

inoculado fazendo a contagem das colônias, que serão da cor azul, indicando coliforme termotolerantes e não tolerantes na cor rósea ou mais clara.

## 4 Caracterização Física da Bacia Hidrográfica do Rio Taquara

### 4.1 Localização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Taquara se localiza ao sul do município de Londrina, no estado do Paraná (Figura 1). Encontra-se situada, no Planalto de Apucarana contido no Terceiro Planalto Paranaense, na área de derrames do “trapp”, processo de cobertura dos arenitos do Grupo Rio do Rasto e do Botucatu da Era Mesozóica, por camadas de rochas efusivas básicas (basalto), que terminou no início do período Cretáceo Inferior. O Terceiro Planalto representa o plano de declive que forma a encosta da escarpa da Serra Geral do Paraná, pertencente ao Grupo São Bento denominado também de Escarpa Mesozóica (MAACK, 2002).

Abrange essa bacia além do município de Londrina, aproximadamente 56% do total da área, os municípios de Arapongas, Apucarana, Califórnia e Marilândia do Sul, bem como os distritos de São Luiz, Paiquerê, Guaravera e Lerrovile (Figura 2). De acordo com Stipp (2009), possui uma área aproximada de 894 km<sup>2</sup>, localizando-se entre as coordenadas geográficas de 23°29'30" e 23°43'29" de Latitude Sul e 50°56'07" e 51°29'08" de Longitude Oeste, apresentando na maior parte da sua extensão o predomínio de cultivos agrícolas e pastagens.

Limita-se ao norte com a bacia do Ribeirão dos Apertados e ao sul com a bacia do Rio Apucarantina numa área de plantio de diversas culturas, entre elas o soja e a cana-de-açúcar, sendo que a pecuária local encontra-se em expansão, conseqüentemente a área de pastagens.

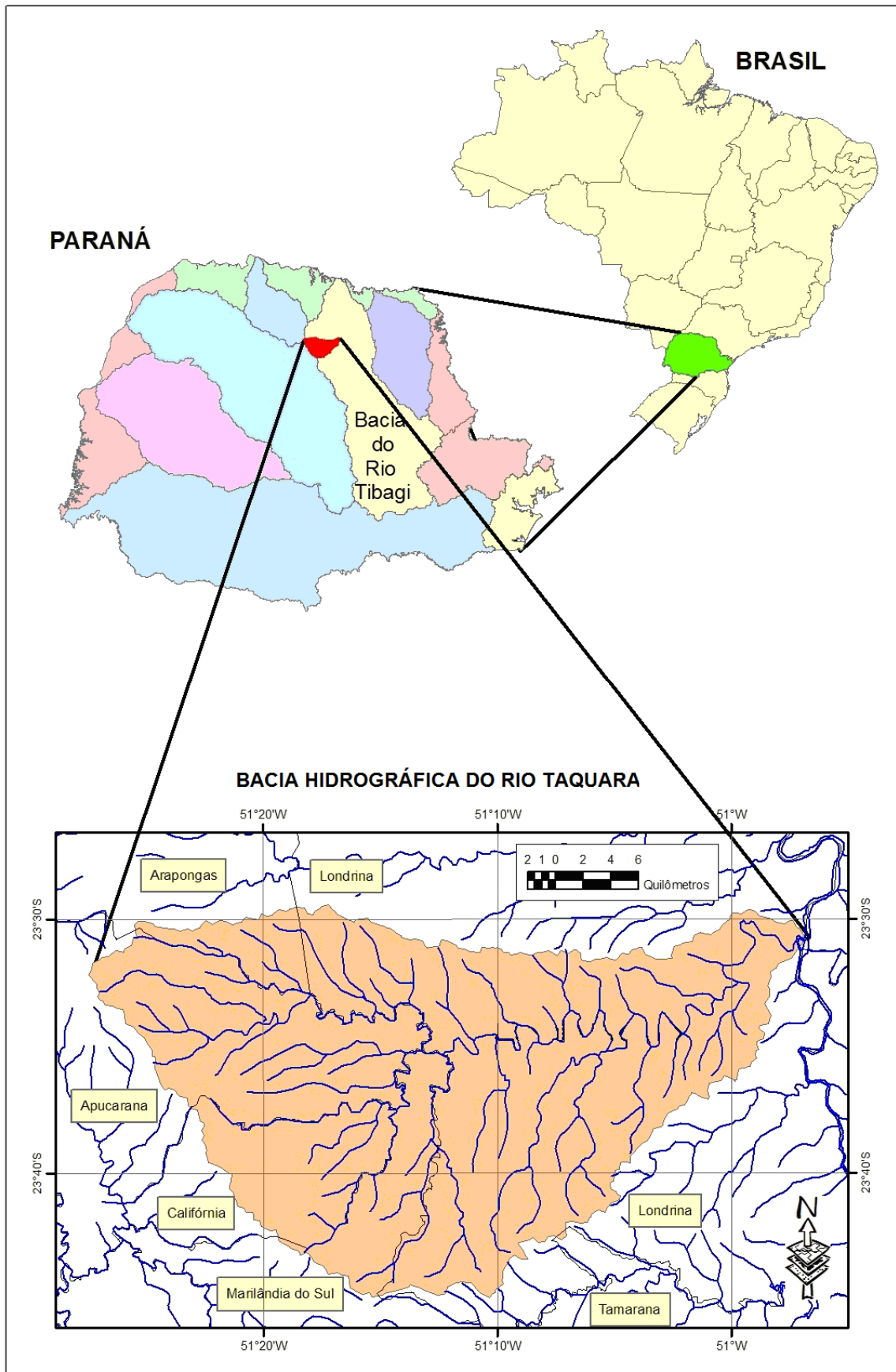


Figura 1: Localização da área de estudo (Fonte: STIPP, N.A.F. 2010).

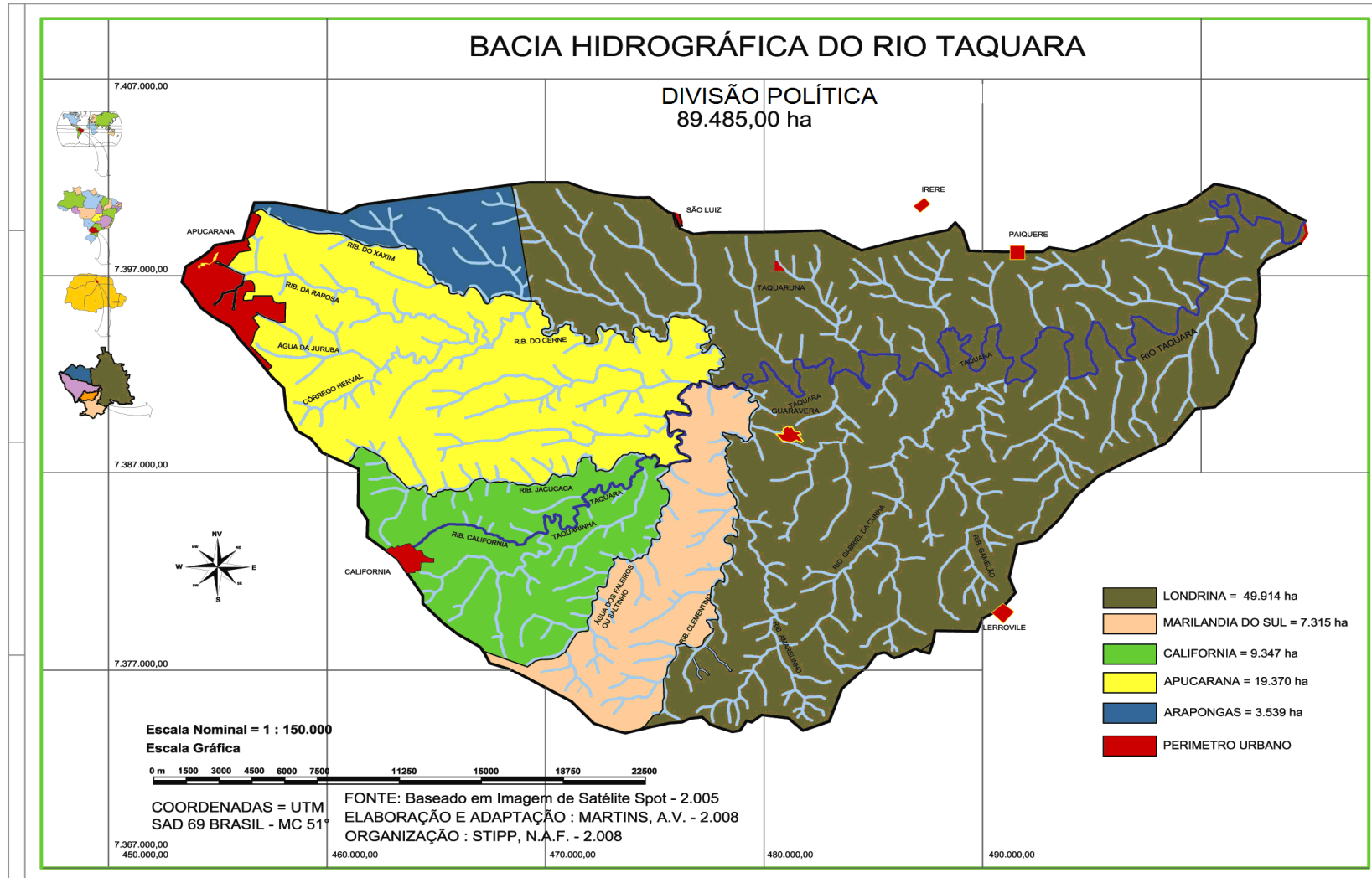


Figura 2: Mapa da Divisão Política da área da bacia hidrográfica do Rio Taquara (Fonte: STIPP, N.A F. 2010).

## 4.2 Hipsometria

A hipsometria tem como função uma determinação mais específica das cotas de altitudes, permitindo assim, uma melhor identificação dos setores de maiores e menos altitudes de um local.

De Biasi (1970), descreve uma carta hipsométrica como uma representação gráfica de um relevo que pode ser analisado entre suas diferentes altitudes em relação ao nível do mar, sendo essa representação feita a partir das curvas de níveis do local a ser estudado.

Com a observação do relevo por meio da carta hipsométrica, pode-se estimar baseado nesses dados a quantidade de água a ser escoada em determinado lugar, já que um dos principais responsáveis por isso é a sua declividade.

Em muitos casos, é a topografia do terreno, especialmente a declividade, o principal condicionador de sua capacidade de uso. Em função disto, através de manipulação numérica do mapa MNT, obteve-se o mapa de classes de declividades. A imagem resultante desta interpolação foi fatiada em sete classes de declividades, definidas segundo os intervalos sugeridos pelo "Soil Survey Manual", devidamente adaptados às características da área de estudo.

Na bacia hidrográfica do Rio Taquara, a altitude varia entre 420 metros da foz até 870 metros na região das nascentes, sendo assim a variação hipsométrica encontrada foi de 430 metros (Figura 3).

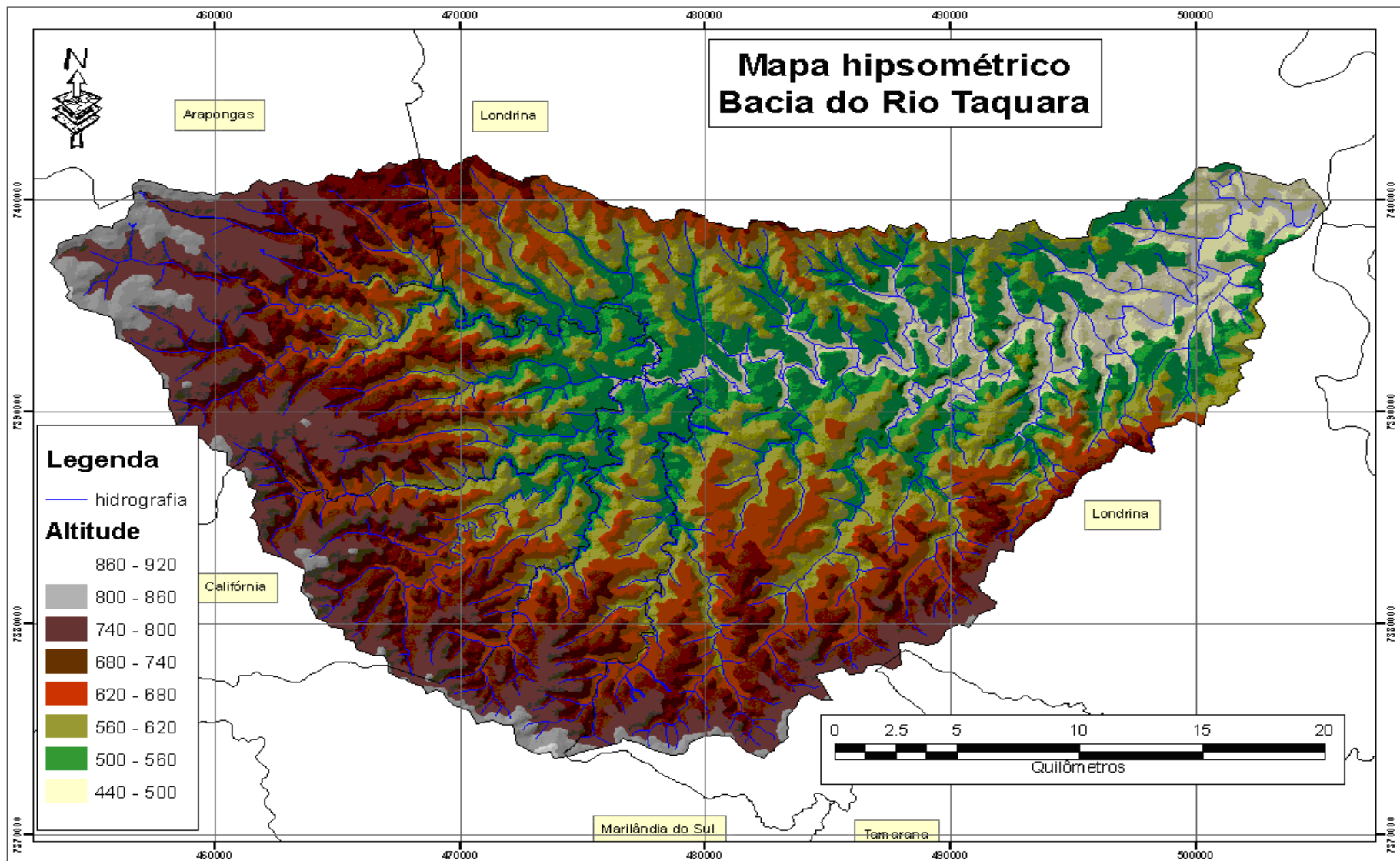


Figura 3: Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Rio Taquara. (Fonte: STIPP, N.A F. 2010).

### 4.3 Declividade

A declividade pode ser conceituada como a inclinação do terreno em relação ao plano horizontal e esta pode ser expressa em percentual ou em graus. Ela é calculada pela variação de altitude entre dois pontos do terreno (curvas de nível) em relação à distância que os separa.

Em sua grande maioria o relevo local pode ser considerado como ondulado, ou seja, topografia pouco movimentada, onde podem ser encontradas, colinas, morros, onde as diferenças de declividade são acentuadas, variando entre 8% a 20% (Figura 4).

As regiões de fundo de vale possuem pouca declividade, com desníveis muito baixos, média de 3%. Na região das nascentes dos rios, o relevo é pouco movimentado, plano a suaves ondulados, onde existe a presença de algumas colinas com pouca declividade (3% a 8%). A porção oeste da bacia possui relevo forte ondulado, contendo vários morros com grandes declives, de 20% a 45%, sendo que esse tipo de configuração pode ser encontrado em pequenas áreas na porção leste e próximo da foz do Rio Taquara.

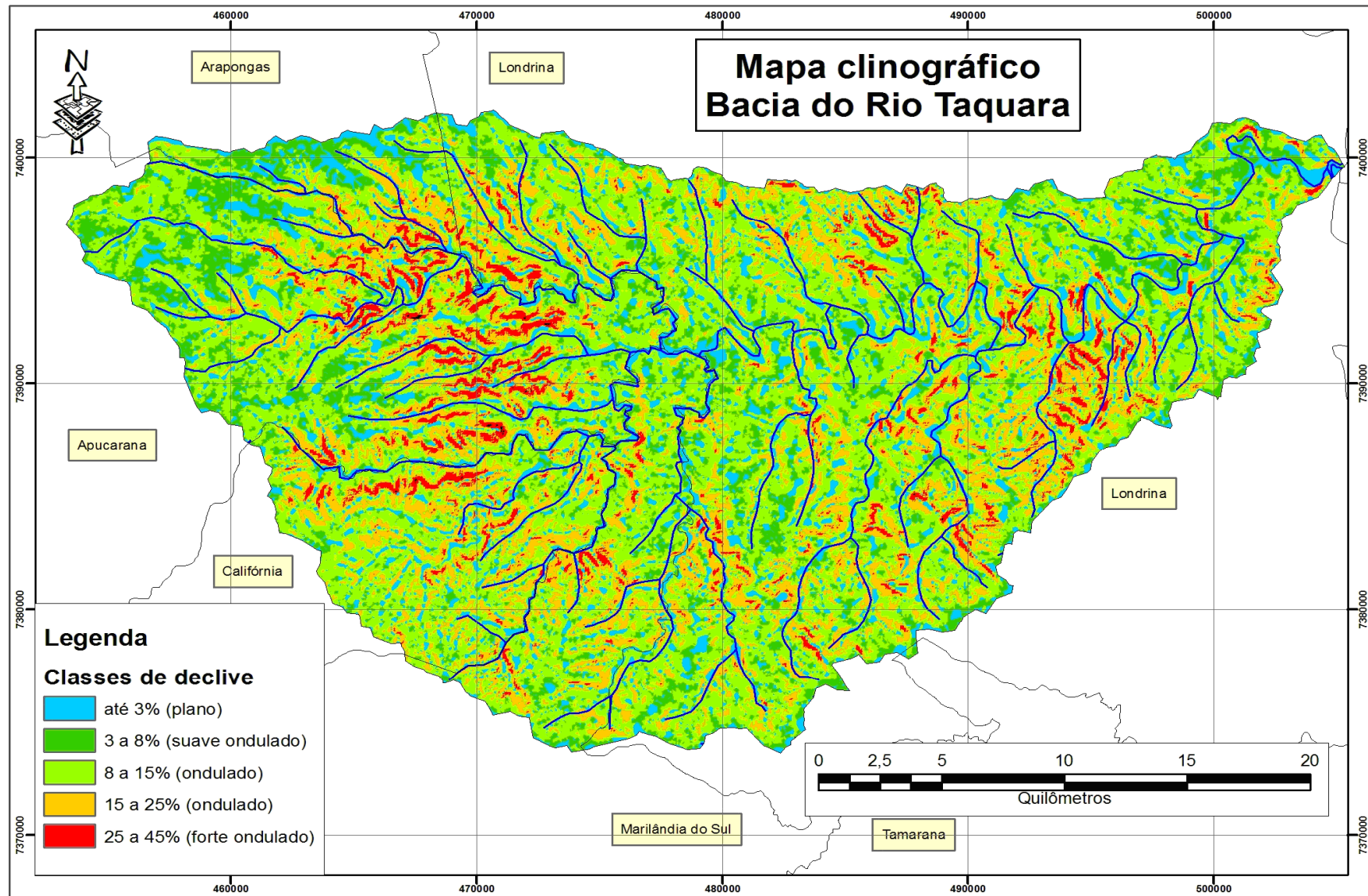


Figura 4: Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Rio Taquara. (Fonte: STIPP, N.A F. 2009/2010)

#### 4.4 Solos

Segundo Guerra & Cunha (1996), “O solo é formado por um conjunto de corpos naturais tridimensionais, resultantes da ação integradas do clima e organismos sobre o material de origem, condicionados pelo relevo em diferentes períodos de tempo, o qual apresenta características que constituem a 15 expressões dos processos e dos mecanismos dominantes na sua formação”.

Os aspectos mais gerais dos solos que são encontrados no município de Londrina e na bacia hidrográfica do Rio Taquara estão ligados aos extensos derrames vulcânicos. O basalto constitui o material de primário que sob a ação do intemperismo, ao longo do tempo geológico, deu origem aos solos da região norte do Paraná (MINEROPAR, 2001).

Ainda referente ao autor citado, a combinação da geologia bastante homogênea, restrita ao basalto e suas variedades, com o clima mesotérmico, brando e úmido, sem estação seca, são responsável pela presença de um perfil de intemperismo pouco variado em todo o município.

Faria (2005) também expõe que, devido à uniformidade litológica e estrutural dos derrames vulcânicos, a área abrangida pelo município possui extensas áreas com o mesmo padrão de solos.

De acordo com Tagima & Kadozawara (2001), as variações das feições geomórficas possuem um papel preponderante na tipificação pedológica, portanto, segundo a Teoria de Catenas, as diferentes classes de solo são determinadas em função de suas respectivas localizações ao longo do relevo. A situação topográfica dos tipos de solos aliada ao gradiente das encostas age, indiretamente, nos processos pedogenéticos que aí se desenvolvem.

Desta forma, levando-se em conta a Teoria das Catenas, pode-se dizer que, em geral, predominam os chamados latossolos (anteriormente conhecidos como *terras roxas*) principalmente nas partes altas e aplainadas do relevo. Nas encostas com declividade acentuada estes solos assumem a variedade que anteriormente era conhecida como *terra roxa estruturada* e que atualmente recebe a denominação de nitossolo. Nos terrenos íngremes ocorrem afloramentos de rocha, havendo a ocorrência de solos menos desenvolvidos, denominados de litossolo, mas que atualmente recebem a denominação de neossolos. Nas várzeas e cabeceiras de

drenagens, onde os terrenos se mantêm saturados em água praticamente o ano todo ocorre os solos hidromórficos, ou *gleissolos* (MINEROPAR, 2001).

Ao sul do município de Londrina, onde se se localiza a área de estudo deste trabalho, a topografia apresenta-se mais acidentada, refletindo conseqüentemente na profundidade do solo, sua fertilidade e susceptibilidade à erosão.

Conforme o mapa pedológico (escala 1:650.000) da EMBRAPA e IAPAR, de 1984 utilizado neste trabalho predominam na área da Bacia do Ribeirão Taquara três diferentes classes de solo ou seja: Neossolos Litólicos (antigos litólicos), Nitossolos Vermelho (antiga terra roxa estruturada) e Latossolos Vermelhos (antigo latossolo roxo), segundo a nova nomenclatura estabelecida pela EMBRAPA em 1999 (Figura 5).

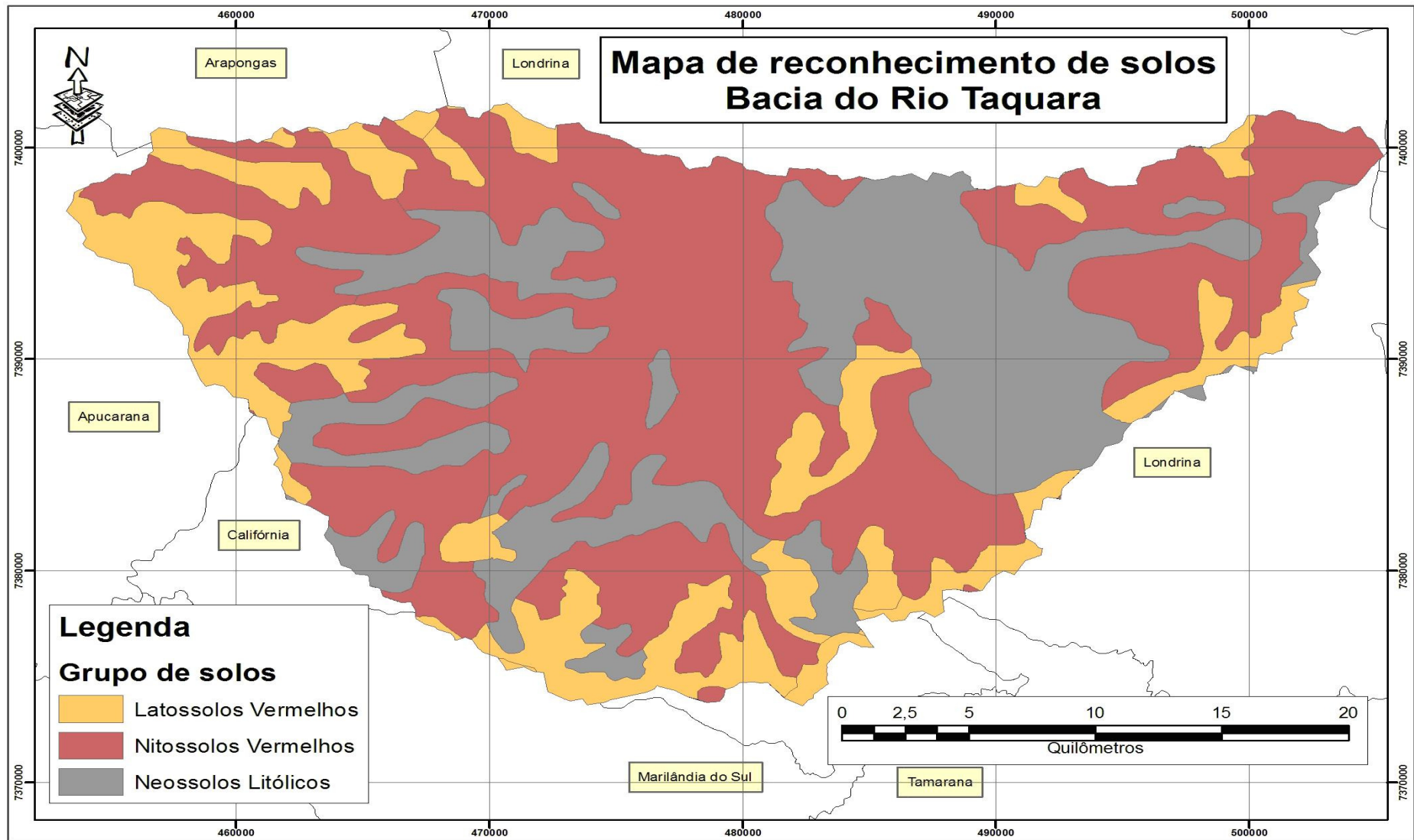


Figura 5: Mapa de classes solos da bacia hidrográfica do Rio Taquara (Fonte: STIPP, N.A F. 2009/2010).

## Latossolos (antiga terra roxa)

Os Latossolos constituem uma classe de solos maduros, bem desenvolvidos, estando no topo da escala de evolução dos perfis pedogenéticos. São solos que se caracterizam pela extrema homogeneidade em termos estruturais (cor e textura), apresentam composição argilosa e em condições normais, possuem boa porosidade e permeabilidade.

Uma das características mais evidentes destes solos, além da homogeneidade estrutural, é a grande espessura, que excede geralmente 3 metros, mas pode passar dos 10 e chegar aos 30 metros nas regiões de relevo plano. Estes solos são típicos dos relevos com declividades de até 2% e 8%, menos freqüentemente até 12% e raramente até 15% (MINEROPAR, 2001).

A profundidade e a ocorrência em áreas de relevo suaves a planos tornam estes solos propícios à construção civil.

As características dos Latossolos (homogeneidade estrutural, boa porosidade e permeabilidade e ocorrência em locais de relevo suave) conferem a estes solos uma resistência natural à erosão, no entanto, quando condicionados ao uso e manejo inadequados, se tornam suscetíveis aos processos erosivos.

São normalmente muito profundos, sendo a espessura do *solum* raramente inferior ao um metro. Têm seqüência de horizontes A, B, C, com pouca diferenciação de horizontes, e transições usualmente difusas ou graduais. De um modo geral os teores da fração argila no *solum* aumentam gradativamente com a profundidade, ou permanecem constantes ao longo do perfil. São em geral, solos fortemente ácidos com baixa saturação por bases, Distróficos ou Álicos. Ocorrem, todavia, solos com média e até mesmo alta saturação por bases, encontrados geralmente em zonas que apresentam estação seca pronunciada, semi-áridas ou não, como também em solos formados a partir de rochas básicas (STIPP, 2010)

São típicos das regiões equatoriais e tropicais, ocorrendo também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, sedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso. São originados a partir das mais diversas espécies de rochas, sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos (STIPP, 2010).

Latossolo Vermelho: esta classe é constituída por solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico, formados a partir de rochas eruptivas básicas. São muito profundos, porosos, muito friáveis, acentuadamente drenados, com predomínio de argila de baixa atividade (1:1) e elevados teores de sesquióxidos de ferro, alumínio e óxidos de titânio e manganês. O caráter eutrófico faz referência a solos com alta fertilidade natural e praticamente sem alumínio trocável. O caráter distrófico corresponde a solos de baixa fertilidade natural, ácidos e com teores moderados de alumínio trocável. Os solos com caráter alumínico possuem fertilidade natural muito baixa, muito ácido e com elevados teores de alumínio trocável.



Figura 6: Visualização da classe de solo nitossolo vermelho predominante na bacia hidrográfica do rio Taquara (Foto: DELGADO, 2009).

### **Nitossolos (antiga terra roxa estruturada)**

Os Nitossolos correspondem a uma classe de solos desenvolvidos, não como os Latossolos, estando abaixo destes em termos de escala evolutiva dos

solos. Localizam-se em declividades entre 8% e 20% e apresentam profundidade de até 2,5 m.

Em relação às características físicas, são solos de composição argilosa e apresentam homogeneidade em relação à cor ao longo do perfil. Assim como os Latossolos, quando condicionados ao manejo inadequado, tornam-se suscetíveis a processos erosivos, havendo a necessidade de emprego de práticas conservacionistas conforme o grau de declividade das vertentes.

Nitossolo Vermelho: sob esta denominação estão compreendidos solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural, com predomínio de argila de baixa atividade (1:1) e ricos em sesquióxidos de ferro e alumínio e derivados de rochas eruptivas básicas. São profundos, argilosos, bem drenados e porosos. O caráter eutrófico faz referência a solos com alta fertilidade naturais, moderadamente ácidos e praticamente sem alumínio trocável. O caráter distrófico corresponde a solos extremamente ácidos e de alta saturação com alumínio trocável, sendo estes menos abundantes no Município de Londrina. Estes solos geralmente ocorrem em áreas de relevo ondulado, com 8% a 20% de declividade ou em relevo forte ondulado, com 20 a 40% de declividade, sendo que nesta região podem ser encontrados também em superfícies de declives suaves ou em superfícies com mais de 40% de declividade. Outra particularidade encontrada na região é a associação desta classe de solo às classes Chernossolo Argilúvico e Neossolo Litólico eutrófico.

### **Neossolos litólicos**

Quanto aos Neossolos litólicos compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram ainda a modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos. São solos constituídos por material mineral ou orgânico com menos de 30 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico e satisfazendo os seguintes requisitos:

- ausência de horizonte glei, exceto no caso de solos com textura areia ou areia franca, dentro de 50cm da superfície do solo, ou entre 50cm e 120 cm de profundidade, se os horizontes subjacentes apresentarem mosqueados de redução em quantidade abundante;
- ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A;
- ausência de horizonte plúntico dentro de 40cm, ou dentro de 200cm da superfície se imediatamente abaixo de horizontes A, E ou precedidos de horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados em quantidade abundante, com uma ou mais das seguintes cores:
  - matiz 2,5Y ou 5Y; ou
  - matizes 10YR a 7,5 YR como cromas baixos, normalmente iguais ou inferiores a 4, podendo atingir 6, no caso de matiz 10YR;
- ausência de horizonte A chernozêmico conjugado a horizonte cálcico ou C carbonático.

Na abrangência desta classe estão incluídos os solos que foram reconhecidos pela Embrapa Solos como: Litossolos e Solos Litólicos, Regossolos, Solos Aluviais e Areias Quartzosas (Distróficas, Marinhas e Hidromórficas). Solos A-C com caráter sálico pertencem à classe dos Gleissolos, pois todos os Solonchaks (identificados no país) têm horizonte glei.

#### **4.5 Geologia**

A Bacia Sedimentar do Paraná possui uma área de 1.600.000 km<sup>2</sup>, dos quais 1.000.000 situa-se em território brasileiro. A maior parte nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina (regiões central e ocidental), Rio Grande do Sul (regiões norte, central e ocidental) e uma pequena parte em Minas Gerais. No Paraná a Bacia Sedimentar aflora no Segundo e Terceiro Planalto, compreendendo

rochas paleozóicas (Grupo Paraná, Supergrupo Tubarão, Grupos Itararé e Guatá e Grupo Passa Dois), mesozóicas (Grupo São Bento) e cenozóicas (STIPP, 2000).

No que diz respeito à geologia regional, na região do ribeirão Taquara aflora a Formação Serra Geral, caracterizada pela presença de rochas ígneas vulcânicas.

Das cinco formações que constituem a área do Terceiro Planalto do Paraná, a formação Serra Geral ocupa uma posição preponderante não só pela imensidão da área coberta (superior a 1200000 Km<sup>2</sup>), mas principalmente por ser o material materno dos solos mais férteis e produtivos de nosso estado (STIPP, 2000).

A Formação Serra Geral é representada por um espesso pacote de lavas basálticas continentais, com variações químicas e texturais importantes, resultantes de um dos mais volumosos processos vulcânicos dos continentes. Esta unidade cobre mais de 1,2 milhões de km<sup>2</sup> correspondentes a 75% da extensão da Bacia do Paraná. Com espessura de 350m nas bordas a mais de 1.000m no centro da bacia, o volume atual é estimado em torno de 790.000 km<sup>3</sup> (MINEROPAR, 2001).

#### **4.6 Geomorfologia**

A abordagem geomorfológica nos estudos ambientais tem a preocupação de dar uma noção nas bases conceituais, analisando: compartimentação topográfica; caracterização dos padrões de formas e das vertentes e suas relações com o solo, as rochas, o clima e a vegetação; classificação das formas de relevo quanto à sua gênese, tamanho e dinâmica atual; classificação das formas de relevo quanto à sua fragilidade potencial e emergente, procurando identificar problemas de erosão e assoreamento, inundações e instabilidade dos terrenos nas vertentes.

O ribeirão Taquara está situado dentro de um compartimento geomorfológico denominado por Maack (1963) de Terceiro Planalto Paranaense, sendo a maior compartimentação do Estado abrangendo uma área de 135.000 km<sup>2</sup>.

As formas superficiais do Terceiro Planalto, em mesetas estruturais que se destacam, constituem as paisagens típicas, dando origem a uma topografia de aspecto tabuliforme, entremeada, em diversas áreas, pelas formas onduladas, com chapadas de encostas mais suavizadas. Apesar da uniformidade geral na conformação de sua superfície, observa-se uma divisão em vários blocos,

delimitados pelos grandes rios que percorrem o Planalto, os quais têm curso nitidamente conseqüente, condicionados pelas inclinações das rochas vulcânicas para W, SW e NW (MAACK, 2002).

Segundo Maack (2002), o Terceiro Planalto é segmentado em vários blocos, os quais estão relacionados aos grandes rios que percorrem o seu território. Neste sentido, de acordo com o autor, este planalto é compartimentado em cinco grandes blocos, quais sejam, o Bloco Planalto São Jerônimo-Cambará, Bloco Planalto Apucarana, Bloco Planalto Campo Mourão, Bloco Planalto Guarapuava e Bloco Planalto de Palmas

A bacia está localizada no Bloco Planalto Apucarana, que se estende a oeste do Rio Tibagi, constituindo o divisor de águas dos rios Paranapanema – Ivaí (EMBRAPA/IAPAR, 1984). É caracterizado como sendo bloco planáltico, suavemente ondulado no sentido do rio Paraná e ondulado nos sentidos noroeste e sudeste (Figura 7).



Figura 7: Aspectos do Relevo, no Terceiro Planalto, próximo a Guaravera, às margens do rio Taquara (Foto: DELGADO, R. H. 2009).

O município de Londrina apresenta terrenos cujo relevo vai de praticamente horizontalizado, passando por suave ondulado no topo dos interflúvios (paisagem de colinas amplas e médias) até ondulado e forte ondulado junto às nascentes dos rios e na borda do Terceiro Planalto onde as vertentes são mais dissecadas e a drenagem mais encaixada (vales profundos e estreitos) (PML, 1995).

As cotas mais elevadas estão ao sul e sudeste do município, Unidade do Platô de Lerroville, atingindo ali 800 metros influenciando sensivelmente na relação dos elementos naturais ali presentes, sobretudo na vegetação, clima, relevo e solos. As porções menos elevadas são encontradas à Leste, próximas às margens do rio Tibagi, aonde as altitudes chegam a 400 metros. No limite Oeste do município predominam as altitudes entre 550 e 700 metros, nos topos dos interflúvios (GUERRA, 2005).

#### **4.7 Clima**

De acordo com a classificação de Köppen, Londrina apresenta o clima tipo Cfa - Subtropical úmido, com chuvas em todas as estações do ano, podendo ocorrer um período de seca durante o inverno (STIPP, 2000).

A temperatura no município de Londrina oscila entre 26 a 28 °C no período mais quente do ano, que corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e 15 a 17 °C no período mais frio (junho, julho e agosto).

O período mais chuvoso concentra-se nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com média de 500mm a 600 mm, e o período com o menor índice pluviométrico é junho, julho e agosto, variando de 175 mm a 250 mm.

Os ventos de superfície na cidade de Londrina também participam de maneira significativa na configuração climática urbana, pois podem intensificar as trocas de calor e umidade entre os locais. Conforme a PML (1995), a escassez de áreas verdes ao redor da cidade e a grande quantidade de propriedades agropecuárias, deixam os solos nus em algumas épocas do ano, principalmente na preparação do solo para plantio, desse modo, o solo se aquece muito quando secos e sob a radiação solar direta, podendo atingir temperaturas de até 48°C na superfície.

Segundo dados meteorológicos da estação da IAPAR em Londrina, a temperatura média anual do município é de aproximadamente 21°C, sendo que no mês de janeiro acontecem as maiores temperaturas registradas no ano, com média mensal de 23,9°C, e a menor temperatura registrada nos meses de junho e julho, com média mensal aproximada de 16,9°C (IAPAR, 1994).

As médias pluviométricas anuais ocorrem próximas de 1600 mm (1975 - 1999). Os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro (média 210 mm), e menos chuvoso é o mês de agosto (média de 51mm) (IAPAR, 2000).

#### 4.8 Fauna

Na região norte do Estado do Paraná, as atividades extrativistas e agropecuárias desenvolvidas pela ocupação desordenada e desenfreada das terras pelos colonizadores, colaboraram para a crescente descaracterização da paisagem natural. Paralelamente à destruição e fragmentação do ambiente, retirando o abrigo e alimento das populações de mamíferos, ocorreu a introdução de algumas espécies exóticas e o aumento das atividades de caça. Esses fatores combinados levaram à extinção local de algumas espécies com menor capacidade de adaptação às alterações antrópicas e ao aumento das populações de outras, com maior plasticidade ecológica (TOREZAN, 2006).

A extinção local ou a radical diminuição do porte das populações de muitos mamíferos em um breve período de tempo (cerca de 30 anos) impediu que se obtivesse informação científica sobre a ocorrência, biologia e ecologia dessas espécies. A falta de conhecimento constitui-se atualmente um fator complicador na elaboração de afirmações sobre a maior ou menor plasticidade ecológica das espécies, frente às alterações ambientais impostas pelo homem, assim como sobre o *status* populacional das espécies da mastofauna. Nesse sentido, fazem-se inferências baseadas no conhecimento que se tem do modo de vida desses táxons estudados em outras áreas (MEDRI, 2002)

Lorini e Persson (1990) comprovam que, entre os registros históricos importantes sobre a mastofauna paranaense estão as coletas do naturalista alemão André Mayer, entre as décadas de 30 e 50, tendo este se concentrado

especialmente nas áreas do segundo planalto paranaense (Municípios de Castro e Tibagi) e na porção noroeste do Estado do Paraná (ao longo do rio Ivaí).

A mastofauna da região responde às influências dos domínios zoogeográficos Tupi e Subtropical. O domínio Tupi apresenta uma fauna com representantes caracteristicamente atlânticos, já o domínio Subtropical responde tanto as influências patagônicas, quanto tropicais. Considerando as principais formações de vegetação e suas implicações na distribuição geográfica dos mamíferos, a área encontra-se nos domínios do bioma Floresta Atlântica (Lato sensu) (TOREZAN, 2006).

O Parque Estadual Mata dos Godoy constitui um dos locais mais interessantes para a observação de aves no norte do Paraná, pois, em razão de sua floresta estar muito bem conservada, a riqueza de espécies de aves que nele pode ser encontrada é estimada em torno de 300 espécies, que habitam a área do parque e seus arredores (TOREZAN, 2006)

Os principais estudos realizados neste Parque indicaram a presença de 282 espécies de aves e as principais são: Tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*), Araçari-de-bico-branco (*Pteroglossus aracari*), Jacutinga (*Pipile jacutinga*), Macuco (*Tinamus solitarius*), Gralha-picaça (*Cyanocorax chrysops*) e Urubu-rei (*Sarcoramphus papa*) (MEDRI, 2002).

Há 31 espécies de mamíferos no Parque, e destas, podemos destacar: Tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), Macaco-prego (*Cebus apella*), Onça-parda (*Puma concolor*), Lontra (*Lontra longicaudis*), Quati (*Nasua nasua*), Anta (*Tapirus terrestris*) e o quase extinto Gato-mourisco (*Puma yaguarondi*) (MEDRI, 2002).

#### **4.9 Flora**

O Paraná apresentava originalmente mais de 80% de sua área recoberta por formações florestais (MAACK, 2002), mas o ritmo intenso de devastação fez com que as florestas ficassem restritas a cerca de 8% da área do Estado.

Tal devastação foi mais intensa e acelerada nas regiões Norte e Oeste, fato relacionado diretamente à alta fertilidade dos solos associada à recente colonização

dessa porção do Estado, onde as florestas foram transformadas em pastagem ou áreas de cultivo de café, feijão, milho e soja, restando apenas alguns remanescentes representativos de Floresta Estacional Semidecidual, que outrora cobria toda a região (TOREZAN, 2006)

Segundo Torezan (2006), as famílias que se destacam como típicas do Baixo Tibagi foram Leguminosae, Euphorbiaceae, Meliaceae, Moraceae, Rubiaceae e Solanaceae, sendo a família Meliaceae a que ocorre em maior abundância nesta região. Famílias como Apocynaceae, Phytolaccaceae e Moraceae apresentam um pequeno número de espécies mais se destacam por serem representadas por árvores de grande porte e alta dominância na floresta como a peroba-rosa, o pau-d'álho e as figueiras, respectivamente.

A vegetação originalmente dominante era a floresta estacional semidecidual, a qual sofreu um intenso processo de fragmentação desde o século XIX, resultando numa paisagem composta por uma miríade de pequenos fragmentos, somando apenas 2-4% da área anteriormente coberta por florestas. Antes da fragmentação, esse tipo de ecossistema formava um contínuo com a floresta ombrófila densa (a Floresta Atlântica) desde a costa atlântica brasileira, sendo por isso considerado parte do bioma das florestas tropicais. A variação da profundidade do solo e as condições de drenagem nas topossequências determinam fisionomias distintas da floresta estacional semidecidual, considerado um prolongamento da Mata Atlântica (TOREZAN, 2006) (Figura 8).



Figura 8: Fragmentos de vegetação predominantes na área da bacia hidrográfica do Rio Taquara – remanescentes de florestas (ao fundo) e áreas de cultivo (no primeiro plano) (Foto: DELGADO, R. H. 2009).

Soares-Silva & Barroso (1998) destacam, nas áreas com o solo profundo e bem drenado, um sub-bosque pouco denso composto por *Actinostemon concolor* (Euphorbiaceae) e *Trichilia clausenii* (Meliaceae) como as principais espécies. No dossel com poucas interrupções, emergem acima dos 35m, espécies como a peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*, Apocynaceae) e o pau d'alho (*Galesia integrifolia*, Phytolaccaceae) (TOREZAN, 2006).

Conforme Silveira (1993) são encontradas em áreas de encosta com os solos mais rasos, onde as clareiras são freqüentes e maiores, e dossel interrompido com espécies como *Nectandra megapotamica* (Lauraceae), *Cabralea canjerana* (Meliaceae), *Paraptadenia rigida* (Fabaceae-mimosoideae) e abundância de lianas.

Nas áreas com solo hidromórfico, em margens de rios sujeitas à inundação, há alterações na composição e na estrutura da floresta, levando a um dossel mais baixo, composto principalmente por *Nectandra megapotamica* (Lauraceae) e *Campomanesia xantocarpa* (Myrtaceae), com sub-bosque dominado por

*Actinostemon concolor* (Euphorbiaceae). Em áreas mal drenadas, são comuns agrupamentos de baixa estatura (até 6-8m) de *Sebastiania commersoniana*, *Sebastiania brasiliensis* (Euphorbiaceae) e *Tabernaemontana meridionalis* (Apocynaceae) (TOREZAN, 2006).

Na região da bacia hidrográfica do ribeirão Taquara podem ser encontradas outras espécies, destacando-se a peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), o pau d'alho (*Gallesia integrifolia*), espécie indicadora do solo fértil denominado "terra roxa", paineiras (*Chorisia speciosa*) e primaveras-arbóreas (*Bougainvillea glabra*), diversas canelas, e vários gêneros das famílias Meliaceae, como a canjarana (*Cabralea cajarana*) e o cedro (*Cedrela fissilis*). Entre as leguminosas, destacam-se a gurucaia (*Parapiptadenia rigida*), o ingá (*Inga* sp.) e o alecrim-de-campinas (*Holocalix balansae*) (TOREZAN, 2006).

#### **4.9.1 Mata Ciliar**

Conforme o artigo 2º da Lei 4.771, do Código Florestal, as mata ciliares são reconhecidas como uma área de preservação permanente, onde as florestas e demais formas de vegetação existentes ao redor dos rios, nascentes, lagoas e reservatórios, devem possuir uma dimensão mínima de faixa marginal a ser preservada.

Ao longo dos rios ou de qualquer outro curso de água, de acordo com a largura exigida, a faixa de proteção terá que ter necessariamente de 30 a 50 metros, oportunizando a conservação da biodiversidade, a proteção física do solo, dos mananciais e principalmente a manutenção do ambiente natural (BRASIL, 1995) (Figura 9).

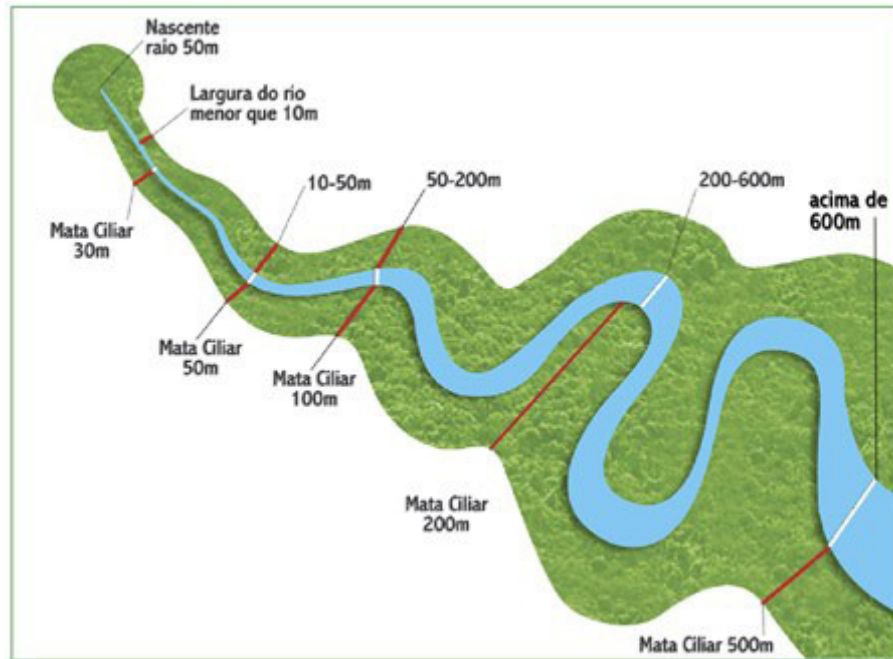


Figura 9: Áreas de preservação permanente de acordo com o artigo 2.º da lei n.º 4.771/65 (Fonte: SEMA/PR – 2009)

Hidrologicamente, o ecossistema ripário desempenha funções importantes tais como: estabilização das ribanceiras dos rios pelo desenvolvimento e manutenção de um emaranhado radicular; tampão e filtro entre os terrenos mais altos e ecossistemas aquáticos, participam do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, através de ação no escoamento superficial, quanto na absorção de nutrientes do escoamento subsuperficial pela vegetação ciliar; diminuição e filtragem do escoamento superficial impedindo ou dificultando o carregamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuindo, desta forma, para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas; integração com a superfície da água, proporcionando cobertura florestal e alimentação para os peixes e outros componentes da fauna aquática; interceptação e absorção de radiação solar, contribuindo parte a estabilidade térmica dos pequenos cursos de água (MACEDO,1993).

A remoção da vegetação natural através do desmatamento é a primeira etapa da ocupação de um território. A vegetação natural mantém na região um processo de erosão natural, atenuando a ação das chuvas no solo. Quando esta vegetação é removida pode se instalar na região problemas de erosão. Esse processo é dito acelerado quando a erosão é mais rápida do que os processos de formação do solo,

não permitindo que este se regenere. Dentre outros danos, a erosão causa assoreamento de cursos e corpos d'água, degradação do solo prejudicando a manutenção da sua fertilidade, alterando a sua profundidade e causando a perda do horizonte A, o qual contém a maior parte dos nutrientes para as plantas, a maioria da matéria orgânica e a melhor estrutura para o desenvolvimento das raízes. A erosão e o assoreamento trazem também como conseqüências uma maior freqüência e intensidade de enchentes e alterações ecológicas que afetam a fauna e a flora (SÃO PAULO, 1990).

As nascentes são as que mais sofrem com a falta de cobertura florestal, ocasionando muitas vezes seu completo desaparecimento. O pouco que resta de vegetação florestal está descaracterizado na sua estrutura, em virtude de intervenções sem planejamento, durante décadas. Espécies outrora abundantes atualmente são difíceis de serem encontradas e a recuperação das áreas degradadas através de plantios florestais é dificultada em função do deficiente regime hídrico da região (Figura 10).

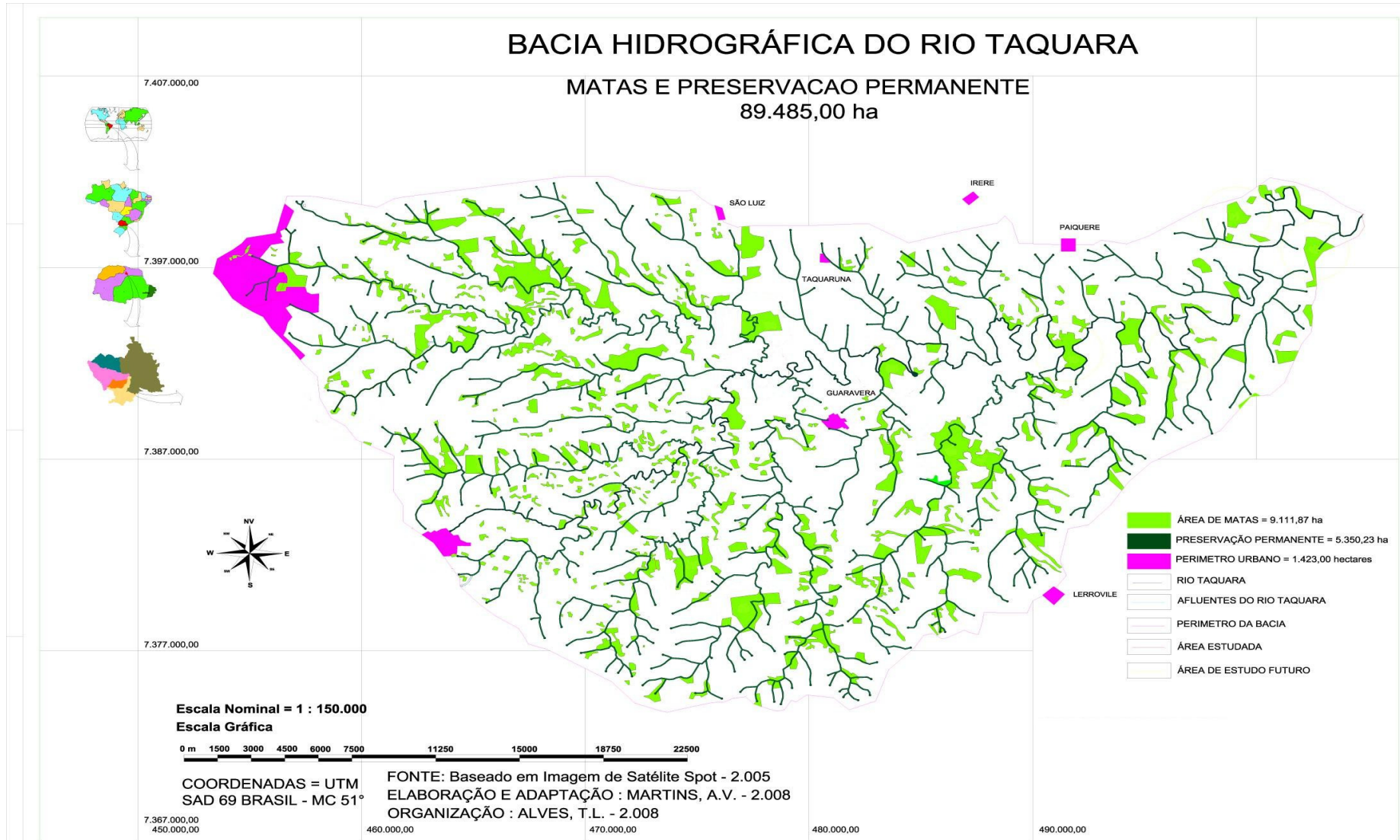


Figura 10: Mapa de Matas e áreas de preservação permanente encontradas na bacia hidrográfica do Rio Taquara (Fonte: ALVES, T. L. 2009)

## 5 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O uso e ocupação do solo, segundo Lanna (1997), pode ser entendido como a “forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem, deste modo, torna-se uma ferramenta essencial para analisar os impactos sofridos pelo meio ambiente, e de comparação entre o “antes” e “depois” da ocupação”.

O conhecimento do uso – ocupação do solo pode indicar fortes potenciais de poluição e a proteção dos recursos hídricos depende fundamentalmente de medidas disciplinadoras daquele uso da bacia. A qualidade da água de um rio reflete as atividades que estão sendo desenvolvidas em toda a bacia, onde cada um de seus usos produz um resultado específico e característicos estudos realizados para estabelecer ou restabelecer o equilíbrio em um ambiente natural está diretamente ligados às ações antrópicas que promovem modificações em função do uso do solo, portanto, estas ações devem ser desempenhadas sempre buscando os menores efeitos dos impactos socioambientais.

Fernandes e Silva (1994) alertaram para a expansão desordenada com o uso indevido do solo, sem levar em conta sua aptidão agrícola, bem como para a retirada das matas e matas ciliares que desempenham importantes funções hidrológicas e contribuem para evitar o assoreamento das drenagens provocando o seccionamento dos canais naturais. Além disso, a implantação de culturas agrícolas em locais inadequados como próximo às nascentes dos rios podem contaminar a rede de drenagem com produtos agrotóxicos, adubos e fertilizantes e conseqüentemente, os reservatórios de água que abastecem a população.

A bacia hidrográfica do Rio Taquara está localizada em uma área de intensa atividade agrícola, na qual os processos de degradação ambiental estão evidenciados pela presença de vários tipos de acidentes, como ravinas e também voçorocas em formação, onde os principais responsáveis são o desmatamento para pastagem e lavoura, e o manejo inadequado do solo.

O uso do solo em declives acentuados requer certas medidas conservacionista como a construção de terraços em áreas de culturas agrícolas e também a abertura de caixas de contenção / retenção de água da chuva ao longo das estradas, a fim de se reduzir as taxas de erosão superficial.

Segundo o mapa de uso do solo da região estudada, a grande maioria dos espaços correspondentes a sua área da mesma, estão ocupados pela agricultura, tanto com culturas provisórias, quanto permanentes, sendo a cana-de-açúcar uma das mais expressivas (Figura 11).

As pastagens continuam a ocupar grandes espaços na região, conhecida como um dos principais pólos bovinos do estado e do país, porém comparando-se com alguns anos atrás, antes da expansão da cana-de-açúcar, o volume atual de pastagens tem diminuído para dar espaços a novas culturas.

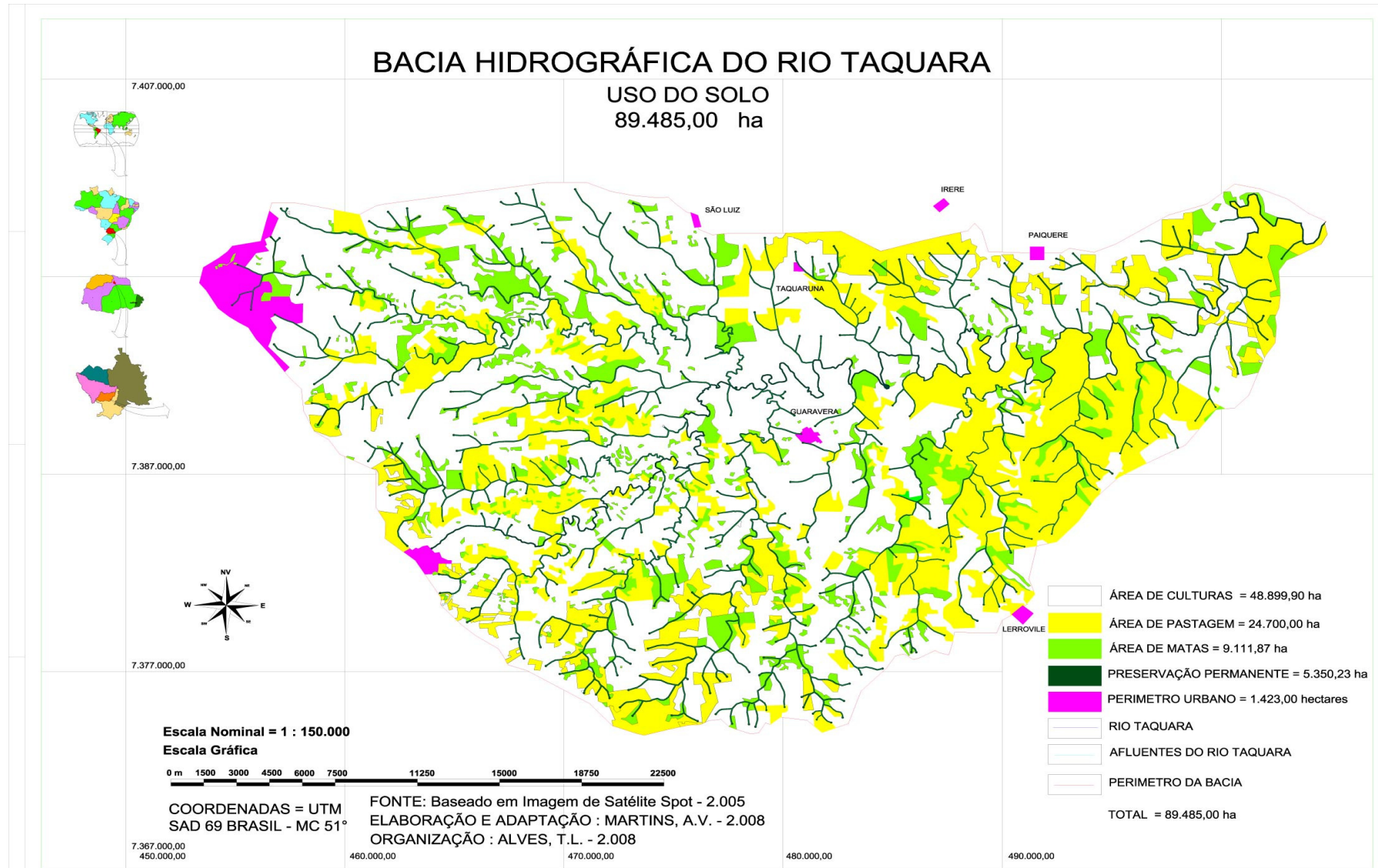


Figura 11: Mapa de Uso e Ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Taquara (Fonte: ALVES, T. L. 2009)

## 5.1 A Ação antrópica e a problemática ambiental

A ação antrópica na área de estudo acelera, cada vez mais, os processos de erosão e degradação da área, e entre outros fatores, a falta da mata ciliar, tem influenciado no assoreamento e outros processos de degradação nas margens e leito do rio.

O pisoteio do gado sobre o solo provoca, ao longo do tempo, o processo de compactação, reduzindo o seu espaço poroso e diminuindo, por consequência, a taxa de infiltração da água que, por sua vez, provoca o escoamento superficial causando a erosão desse solo. O escoamento superficial quando constante, pode provocar o aparecimento de ravinas / sulcos que dependendo da frequência e intensidade com que a água escoar, podem se aprofundar mais ainda e formar voçorocas (AMARAL, 2002).

A compactação do solo, além de reduzir a infiltração da água das chuvas e provocar o processo de erosão, dificulta o desenvolvimento das plantas, por limitar o seu crescimento radicular.

No que diz respeito aos principais fatores que levam à formação das voçorocas, segundo Guerra (1994) figura a ação antrópica através do mau uso da terra, por força da intensidade agrícola e das pastagens destinadas ao gado bovino, como também as características climáticas da região, com o fluxo pluviométrico, temperatura e as características do solo.

Áreas atingidas por voçorocas são de difícil recuperação, uma vez que toda a cobertura de solo que é perdida leva milhares e milhares de anos para se regenerar e formar uma nova cobertura. Atualmente, já existem meios disponíveis para se reduzir a ação das voçorocas em áreas em que já se instalaram este processo erosivo. Também existem estudos de monitoramento delas visando a análise do comportamento desta forma de erosão para, posteriormente, se propor possíveis medidas de recuperação (GUIMARÃES, 2000).

Em termos de recuperação de áreas de pastagem degradadas, existem formas simples e bastante antigas como a realização de pousio destas áreas, seguida pela recuperação das características morfoestruturais do solo por meio da gradagem e incorporação de matéria orgânica ao solo.

## 6 MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 Materiais

Para a realização do trabalho foram utilizados vários tipos de materiais, abaixo descritos:

- Garrafas plásticas esterilizadas, de aproximadamente 3 (três) litros cada ("PET"). Esse tamanho foi selecionado pela quantidade de água necessária a gama de testes a serem realizados;
- Caixas térmicas de aproximadamente 40 litros cada, contendo gelo, cuja função foi a de retardar o desgaste dos parâmetros a serem analisados em laboratório, devido ao calor fora das caixas. Foram utilizadas também;
- Adaptações nas garrafas, feitas de corda e barbante, onde era impossível o acesso ao leito dos rios;
- Cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), projeção UTM, SAD 69 Brasil, de escalas 1:50.000: Carta de Apucarana, folha SF 22-Y-D-VI-1; Carta de Tamarana, folha SF 22-Y-D-VI-2; Carta de Santa Cecília, folha SF 22-Z-C-IV-1 e Carta de Londrina, folha SF 22-Y-D-III-4.
- Imagem digital SPOT 5 – Datada de 25 de novembro de 2005;
- Software SPRING 5.3 (Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas); para elaboração de mapas;
- Software Adobe Illustrator CS2; acabamento nos mapas;
- Software AutoCAD Mapper 2008; configuração dos mapas;
- Software Global Mapper 10; elaboração de mapas;
- Camera Digital SONY DSC-W320;
- GPS Garmim Etrex H Gold; para obtenção de dados de campo.

## 6.2 Procedimentos metodológicos

- Realização de vários trabalhos de campo, percorrendo, desde as nascentes da área recortada da bacia hidrográfica até a foz do Rio Taquara;
- Elaboração de mapas temáticos para localização de pontos mais susceptíveis a degradação ambiental;
- Coleta de água em 20 pontos estratégicos de possíveis contaminações;
- Análises físico-químicas e bacteriológicas da água;
- Propostas de medidas mitigadoras para amenizar a ação antrópica na região estudada

### Descrição dos pontos de amostragem de água

O mapa a seguir apresenta a localização de cada ponto de coleta do presente trabalho. Os pontos foram escolhidos aleatoriamente, mas de acordo com a percepção ambiental realizada nos trabalhos de campo quando se convalidaram os locais observados nas imagens de satélite. Locais estes em que se notou principalmente a ausência de mata ciliar e expansão urbana (Figura 12).

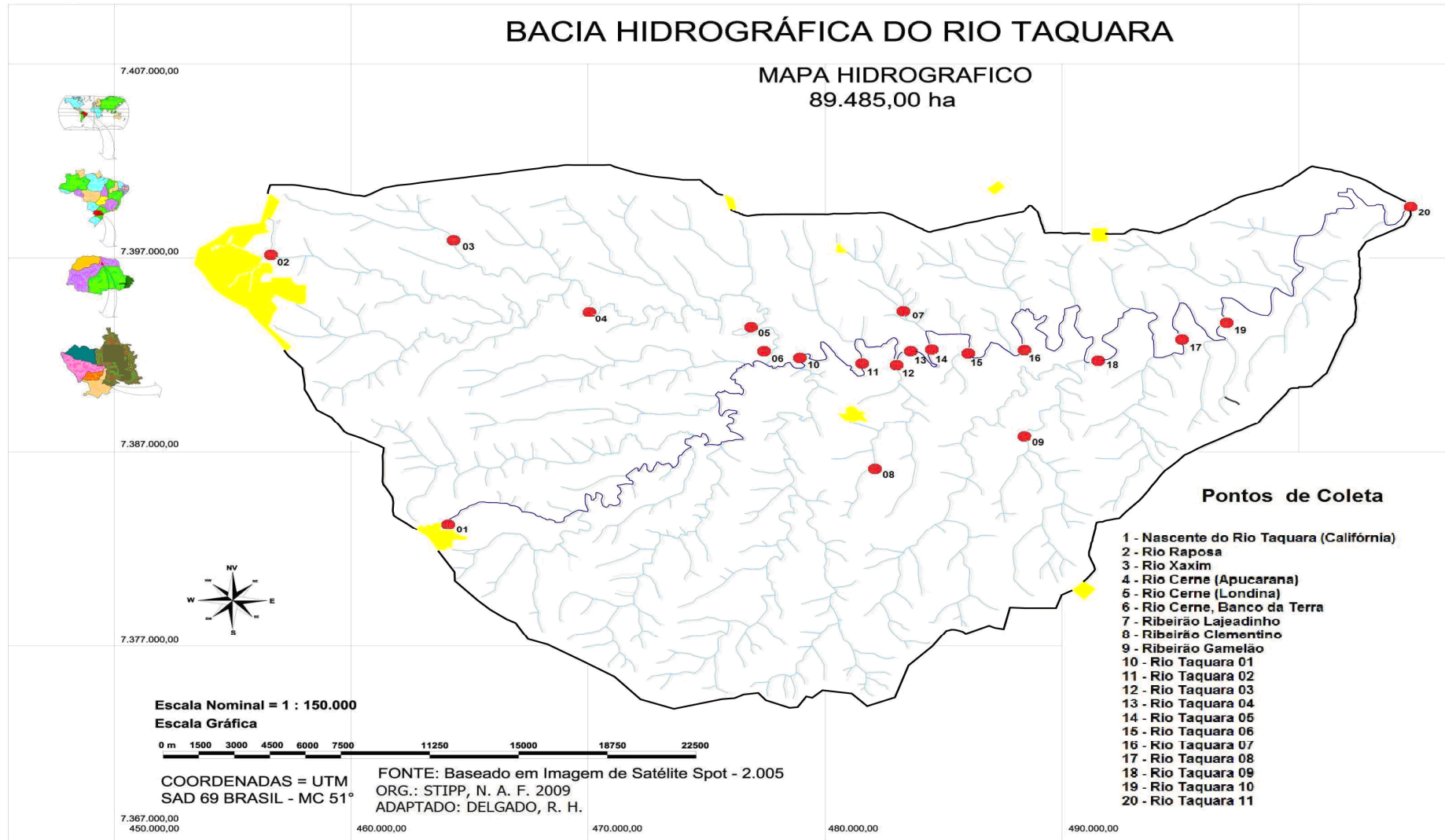


Figura 12: Localização dos pontos de coletas de água dentro da área da bacia hidrográfica do Rio Taquara (Org.: DELGADO, 2010)

### Ponto 1 – Nascente do rio Taquara em Califórnia, PR

O ponto 1 de coleta refere-se à nascente do Rio Taquara no município de Califórnia, PR, localizada entre as coordenadas S 23°33'27" e W51° 21'07,9", sendo conhecido na região também como Rio Taquarinha.

O lugar onde inicialmente nascia o ribeirão, foi aterrado para a construção de um pátio da prefeitura local, utilizada para estacionamento de ônibus de uso municipal. Também é possível visualizar uma espécie de pequeno “lago” onde as águas do rio se acumulam para começar a formar um pequeno leito d’água.



Figura 13: Nascente aterrada do Rio Taquara no município de Califórnia, PR. (FONTE: Google earth).

Com o propósito de diminuir o impacto causado pelo aterro da nascente, a prefeitura preservou uma área de mata natural, estabelecendo um Parque Municipal, que delimita a atual nascente (figura 13) e uma pequena parte do leito d’água existente na área da cidade onde existem remanescentes de vegetação nativa.



Figura 14: Nascente do Rio Taquara, Califórnia – PR. (Foto: DELGADO, 2009).

Após a construção do aterro, a nascente do Rio Taquarinha surge nesse ponto da Figura 14, com vegetação nativa e um represamento natural formando um pequeno lago, que é utilizado para recreação. No entanto, observou-se que existem resíduos sólidos urbanos nessa região, e segundo informações de moradores vem servindo de abrigo de diversas espécies de animais perigosos ao homem, como exemplo, aranhas, escorpiões, cobras e outros animais venenosos.



Figura 15: Lixo doméstico encontrado dentro da área do Parque Municipal, Califórnia – PR. (Foto: DELGADO, 2009).

Na área do Parque, atualmente observa-se o total descaso do poder público, pois entulhos de toda a espécie vêm sendo jogados pela poluição local, como se pode notar na Figura 15. Isso significa um total descaso pela natureza e o não cumprimento da Legislação Ambiental. A impressão causada é de que a Prefeitura Municipal criou o parque, inaugurou-o e depois o deixou sem qualquer manutenção ou monitoramento.



Figura 16: Rio Taquara, dentro de Parque Municipal de Califórnia – PR. (Foto: DELGADO, 2009).

Dentro do parque o leito do rio possui volume de água reduzido, com pouca ou nenhuma mata ciliar, cercado por pedras, e também contendo grande quantidade de lixo. Devido à importância da área para a cidade, coletou-se água nesse local que fica próximo a nascente do Rio Taquarina, constituindo o 1º ponto de amostragem (Figura 16).

## Ponto 02 – Rio Raposa

O segundo ponto de coleta de água para análise, se deu no Parque Ecológico da Raposa, dentro do município de Apucarana, PR, entre as coordenadas de S 23° 32' 16,6" e W51° 24' 32,1",.Nessa área encontram-se diversas nascentes d'água, originando várias minas, surgindo aí a nascente do Rio Raposa. Nas imagens de satélite (figura 17 e 18) a seguir, é possível visualizar a localização dessa área.



Figura 17: Imagem de satélite SPOT 5 da área do Parque Ecológico da Raposa no município de Apucarana – PR. (FONTE: Google Earth).



Figura 18: Outra Imagem de satélite da área do Parque Ecológico da Raposa no município de Apucarana – PR. (FONTE: Goggle Earth).

O Parque Ecológico da Raposa possui uma boa infraestrutura relacionada ao turismo, contendo quiosques e uma área represada própria para banho, formando piscinas naturais. Existem alguns animais e aves que habitam o local, entre elas algumas espécies de patos e gansos (Figura 19).

O local se encontra em uma posição privilegiada, motivo que potencializa o turismo ecológico. No entanto, está praticamente sem manutenção, tendo apenas um funcionário municipal designado para tomar conta da área.



Figura 19: Infraestrutura encontrada no Parque Ecológico da Raposa no município de Apucarana, PR. (Foto: DELGADO, 2009).

Também se procedeu à coleta de água das minas do Parque, com o objetivo de constatar se mantinha a potabilidade necessária ao consumo, uma vez que está localizada próxima a grandes propriedades e a área urbana.

### Ponto 03 – Rio Xaxim

O local da terceira coleta se deu nas seguintes coordenadas de S23°31'26,3" e W51°21'32, em estradas secundárias entre o município de Apucarana e Londrina dentro de uma propriedade rural de grande porte. Às margens do rio Xaxim foi possível visualizar grandes plantações de milho, soja e café, além da pecuária extensiva com o predomínio de grande propriedade rurais.

O trecho encontra-se com pouca sinuosidade. Possui um substrato rochoso, o fundo com pouco depósito de Nitossolos com mata ciliar pouco preservada ou ausente, cercada por gramíneas e arbustos. Apresenta algumas corredeiras, remansos e brejos, porém com água pouco turva (Figura 20).



Figura 20: Aspecto do rio Xaxim, afluente do Rio Cerne, no município de Apucarana – PR. (Foto: DELGADO, 2009).

#### **Ponto 4 – Rio Cerne, Município de Apucarana – PR**

O 4º local de coleta se localiza nas coordenadas de S 23°33'27" e W51° 18'50", às margens do Rio Cerne, o qual tem grande importância para região, relacionado ao abastecimento, alimentação da população ribeirinha e da cidade de Apucarana.

A área da coleta foi de difícil acesso devido às ribanceiras e encostas inclinadas. Nessa região foi possível a visualização de maiores áreas contendo matas e remanescentes florestais, porém ainda com a predominância de culturas, dentre elas a mais expressiva foi a do soja.

Trecho com pouco ou quase nenhum meandro, como na maioria dos rios analisados. Possui um substrato rochoso com grandes depósitos de areia e lama nos remansos, mata ciliar praticamente ausente, com árvores dispersas; predomínio de colônia. Apresenta algumas corredeiras, poucos remansos e brejos, com água transparente, como no ponto anterior (Figura 21).

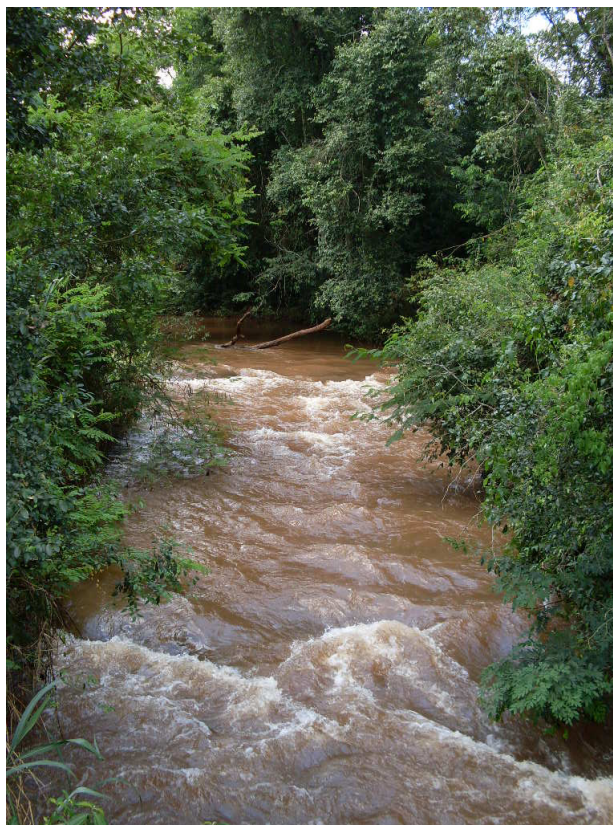


Figura 21: Uma cena do Rio Cerne na área rural do município de Apucarana, PR. (Foto: DELGADO, 2009).

### Ponto 5 – Rio Cerne, no município de Londrina – PR

O 5º ponto foi próximo ao encontro do Rio Cerne com o Rio Taquara, localizado nas coordenadas de S 23º34'47,2" e W51º12'59,7". O local foi escolhido para averiguar a qualidade da água do Rio Cerne que deságua no Rio Taquara, podendo verificar assim a sua importância (Figura 22).



Figura 22: Rio Cerne, no município de Londrina – PR. (Foto: DELGADO, 2009).

Próximo ao encontro dos dois rios (Figura 23) existe uma área de um antigo Projeto do Governo Federal chamado de Programa Banco da Terra, mantido com recursos do Ministério do Desenvolvimento Agrário, onde numa área de 485,65ha assentaram-se 42 famílias sem terras, com compromisso de cultivar com condições facilitadas de pagamento, desde que comprovassem o seu uso efetivo.



Figura 23: Rio Cerne, próximo ao Rio Taquara. (FONTE: Google Earth).

### **Ponto 6 – Banco da Terra**

A ponto nº 6, localiza-se nas coordenadas S 23°38'0,15 e W 51°13'0,78", onde está inserido o Assentamento do Banco da Terra, já mencionado anteriormente (Figura 24). Na imagem de satélite é possível visualizar a ocupação do solo local, com vários tipos de cultivos, entre eles o soja e o feijão. Foi possível visualizar também a falta de mata ciliar por parte dos agricultores responsáveis (Figura 25).



Figura 24: Área cultivada por agricultores beneficiados pelo extinto Programa Banco da Terra, às margens dos rios Taquara e Cerne (Foto: DELGADO, 2009).

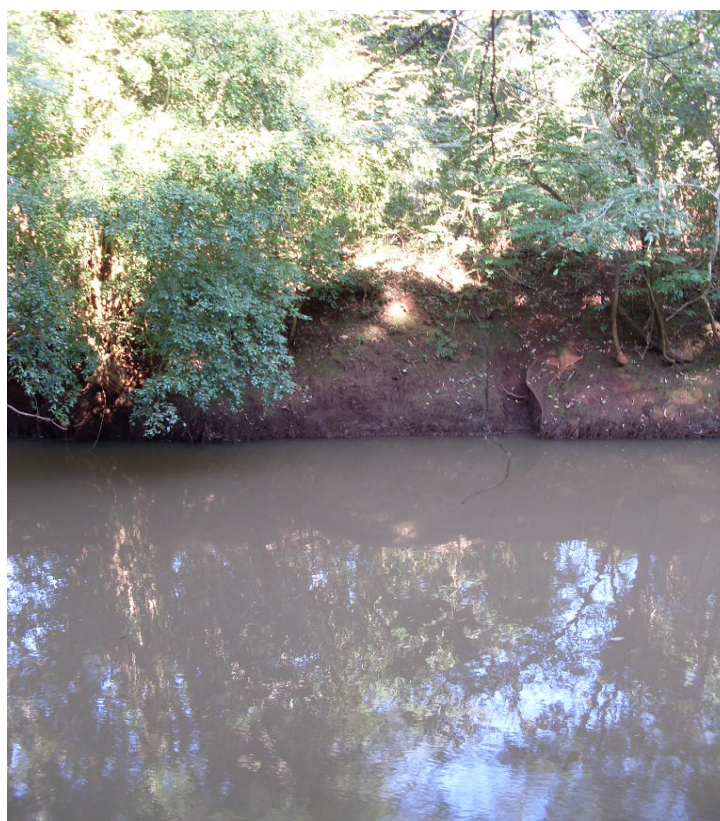


Figura 25: Rio Taquara, aos fundos das propriedades do Banco da Terra, evidenciando pontos de erosão pelo descuido com a mata ciliar. (Foto: DELGADO, 2009).

## Ponto 07 – Rio Lajeado



Figura 26: Imagem de satélite do rio Lajeado (FONTE: Google Earth).

Este ponto acima é o ponto 07, encontrado nas coordenadas S 23°33'59.36" e W 51°11'47.46", onde está localizado o Rio Lajeado. O local escolhido para coleta de água encontra-se entre os municípios de Londrina e Guaravera (Figura 26).

A mata ciliar está em grande parte ausente, embora o trecho da figura 27 demonstre a presença de gramíneas e arbustos secos, que podem agravar mais ainda o problema das queimadas.

Próximo ao local da coleta foi possível a visualização de algumas corredeiras, porém de pouca intensidade, cuja profundidade média desse local não passa de 1,80m e a água é transparente.

Na área escolhida existem grandes propriedades de monoculturas, sendo o soja a mais importante.

Algumas ravinas foram originadas devido à falta da mata ciliar, podendo se agravar e formar voçorocas.



Figura 27: Rio Lajeado (Foto: DELGADO, 2010)

### **Ponto 08 – Rio Clementino**

O acesso ao local de coleta no Rio Clementino foi possível através do distrito de Guaravera, percorrendo estradas de chão secundárias. O ponto é localizado nas coordenadas S 23°37'19.30" e W 51°12'49.35".

O trecho do rio escolhido assemelha-se ao anterior por ser pouco sinuoso, possuindo um substrato rochoso com seixos e rochas, depósitos de latossolos em brejos, remansos e corredeiras. Constatou-se a existência de mata ciliar em uma das margens e poucas fileiras de árvores na outra.

Outro quesito que diferencia esse local do anterior é a turbidez da água, que aparentou grande diferença. A coloração escura também está mais visível do que no Ribeirão Lajeado, provavelmente devido aos sólidos suspensos carreados pela água durante a chuva, ou através do vento contido nas estradas secundárias e plantações locais (Figura 28).

Além do soja, a pecuária apresenta importante papel nessa região. Existem propriedades menores quando comparadas ao ponto 09, contudo, em maior quantidade e com mais atividades às margens do rio.



Figura 28: Imagem de satélite do rio Clementino (FONTE: Google Earth).



Figura 29: Rio Clementino, no distrito de Guaravera (Foto: DELGADO, 2010).

### Ponto 09 – Rio Gamelão

O Rio Gamelão, encontra-se mais próximo à foz, do Rio Taquara, que a jusante. É cortado pela rodovia PR-445, porém em sua maior parte é cercado por propriedades com monoculturas, sendo facilmente identificados o cultivo de café, soja, feijão e plantio de eucalipto, destinados, em sua maioria, à venda de créditos de carbono, além de uma significativa área reservada as pastagens (Figura 30).

A localização do ponto de coleta encontra-se nas coordenadas S23°37'04.69" e W 51°06'35.41" em uma cota altimétrica de aproximadamente 520 metros.

Este trecho continua, igualmente, apresentando pouca sinuosidade, como a grande maioria dos pontos de coleta. Possui um substrato rochoso com depósito de terra roxa estruturada, argila, poucas rochas e muitas raízes de gramíneas nas margens, sendo possível encontrá-las por quase toda sua extensão (Figura 31).

O leito possui pouca profundidade, com leves corredeiras e remansos, cujas águas apresentam pouca ou baixa transparência, pela falta da mata ciliar. Destaca-se as áreas de pastagens, que se estendem até a margem do rio, agravando mais o processo do assoreamento fluvial.



Figura 30: Imagem de satélite do rio Gamelão (FONTE: Google Earth).



Figura 31: Rio Gamelão (Foto: DELGADO, 2010).

### **Ponto 10 – Rio Taquara 01**

Esse ponto de coleta está situado nas coordenadas S 23° 30'59,3'' e W 51° 14'13,6'', próximo aos distritos de São Luis e Guaravera (Figura 32). Encontra-se cercado de propriedades rurais com predomínio de soja e cana de açúcar, possuindo também a área urbana dos distritos nas proximidades. A água apresenta coloração mais escura, devido à grande quantidade de sedimentos carregados até o leito do rio.



Figura 32: Rio Taquara, próximo ao distrito de São Luis e Guaravera, no qual se evidencia um processo de assoreamento devido à ausência de mata ciliar. (Foto: DELGADO, 2009).

### **Ponto 11 – Rio Taquara 02**

O ponto número 11, localizado nas coordenadas de S 23°35'15,6" e W51°12'13,5", é o primeiro local onde se pode visualizar o Rio Taquara próximo a Londrina (Figura 33). Essa parte do rio está localizada também entre São Luis e Guaravera, com uma ponte que permite sua travessia.



Figura 33: Localização do Rio Taquara e a ponte supracitada, próximo a Guaravera. (FONTE: Google Earth).

Nas margens do rio é possível visualizar grande quantidade de vegetação nativa e de grande porte. Percebe-se que ali o homem ainda não alterou a paisagem original (Figura 34).



Figura 34: Outro aspecto do Rio Taquara, próximo ao Distrito de Guaravera, com a presença de vegetação nativa. (Foto: DELGADO, 2009).

### Ponto 12 – Rio Taquara 03

Está localizado próximo à ponte do ponto 11, em uma área onde existe apenas a cultura da cana na margem esquerda e uma grande propriedade na margem direita (Figura 35).



Figura 35: Rio Taquara, cortando duas grandes propriedades agrícolas (FONTE: Google Earth).

Situa-se nas coordenadas S 23° 34'41" e W 51°11'54" apresentando uma expressiva mata ciliar na margem esquerda, onde pode ser visualizado também um capoeirão, que é a fase em que as plantas do sub-bosque se desenvolvem, a diversidade aumenta, surgindo um segundo substrato arbóreo, mais alto que a fase anterior (Figura 36).

O trecho do rio continua pouco sinuoso, apresentando pontos com assoreamento e matéria orgânica, além de plantas submersas, e uma pequena quantidade de algas.

Há a presença de alagados nas áreas mais baixas formando pequenos remansos, com águas de pouca transparência, e uma razoável quantidade de sedimentos visíveis na superfície do curso.



Figura 36: Aspecto do capoeirão à margem esquerda do Rio (Foto: DELGADO, 2010).

#### **Ponto 13 – Rio Taquara 04**

Esse ponto se encontra entre as coordenadas S 23°31'65,5'' e W51° 05'10,4'', próximo à Fazenda Figueira, uma grande propriedade às margens do curso do Rio Taquara. A principal atividade econômica dessa propriedade, que atualmente pertence à FEALQ (Fundação com uma Fazenda Experimental da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de Piracicaba, SP), é a criação de gado. Na foto a seguir nota-se a pouca quantidade de mata ciliar e ausência de qualquer tipo de vegetação nativa nessa área, sendo possível a visualização de “caminhos” criados pelo gado (Figura 37).



FIGURA 37: Rio Taquara, próximo a uma propriedade com grande atividade pecuária (FEALQ) (FONTE: Google Earth).

Na foto abaixo se observa a situação do solo próximo às margens do Rio Taquara, em estado compactado, trazendo periculosidade aos animais, além de cooperar para o assoreamento do leito do rio (Figura 38).



FIGURA 38: Margem do Rio Taquara onde aparece solo pisoteado pelo gado (Foto: DELGADO, R. H. 2009).

### Ponto 14 – Rio Taquara 05

Diferente do ponto anterior, esse local se encontra em uma área de atividade intensa, pois possui na sua margem esquerda uma propriedade agropecuária, e na direita, um grande latifúndio voltado para a monocultura do soja (figura 39).



Figura 39: Rio Taquara próximo a grandes propriedades (FONTE: Google Earth).

Na figura 39 é possível visualizar que na margem esquerda, quase não existe mata ciliar, apenas uma pequena capoeira, contendo algumas árvores de pequeno porte, porém em sua grande maioria, apenas arbustos e gramíneas

Na margem direita, a presença da faixa de mata ciliar é um pouco mais expressiva, no entanto, devido à atividade agrícola intensa, existe uma possibilidade maior de contaminação do leito do rio por agrotóxicos no geral, além de esgotar os nutrientes do solo, o risco de assoreamento é muito grande.

Está localizado nas coordenadas S 23°35'23.87" e W 51°11'03.89", em um trecho onde a sinuosidade continua baixa, e o substrato rochoso contém depósitos de Nitossolos. Existe a presença de corredeiras mais à frente e a transparência da água, continua baixa.



Figura 40: Ausência de mata ciliar na margem esquerda do Rio Taquara (Foto: DELGADO, 2010).

Foi possível também nesse ponto a visualização de formações de ravinas, principalmente na área onde a pecuária predomina, com a presença erosão acelerada (Figura 40).

### **Ponto 15 – Rio Taquara 06**

O ponto 15 encontra-se na metade da extensão do Rio Taquara, nas coordenadas S 23°34'47" e W 51°08'11.87", com características parecidas com as do ponto 14, porém tanto a margem esquerda quanto a direita estão totalmente ocupadas pelo cultivo do soja.



Figura 41: Rio Taquara entre propriedades de monoculturas (FONTE: Google Earth).

Possui uma boa quantidade de mata ciliar, porém não a ideal para o local. O trecho continua pouco sinuoso, com um substrato constituído basicamente por lajes, rochas soltas e depósitos de matéria orgânica.

A mata ciliar com árvores e arbustos, com total ausência em alguns pontos, aproximadamente possui 10 metros de largura no ponto estudado. Apresenta corredeiras e remansos, com águas um pouco turvas (Figura 42).

Não foram visualizadas erosões no solo de qualquer tipo no local, contudo, pode-se notar que aí, não existe rotação de culturas, sendo prejudicial ao solo, esgotando seus nutrientes.



Figura 42: Aspectos da mata ciliar em ambas as margens no Rio Taquara (Foto: DELGADO, 2010).

### Ponto 16 – Rio Taquara 07

Foi escolhido em razão do fácil acesso e também pela importância do trecho, que também é cortado pela PR-445, adentrando em grandes propriedades agropecuárias

Localiza-se nas coordenadas S 23°34'58" e W 51°06'07.87", próximo ao trevo que liga a rodovia ao distrito de Guaravera, onde existe plantio de pinus e eucaliptos em grande escala, para venda de créditos de carbono, cuja principal compradora é a Klabin S/A.

O trecho é pouco sinuoso, onde o substrato é rochoso com seixos e rochas, depósitos de Nitossolos em brejos e remansos. A mata ciliar está presente em maior evidência na margem direita.

Nas proximidades do ponto de coleta existem corredeiras, em que se podem praticar esportes e lazer, mesmo sendo a água um pouco turva (Figura 43 e 44).



Figura 43: Ponte sobre o Rio Taquara, na PR-445 (FONTE: Google Earth).



Figura 44: Corredeiras no Rio Taquara (Foto: DELGADO, 2010).

### **Ponto 17 – Rio Taquara 08**

Neste local escolhido para coleta, situado nas coordenadas S 23° 27'88,5'' e W 30° 59'90,3'', existe um pequeno acampamento de pessoas do MST que vivem às margens do Rio Taquara, sendo responsáveis por depósitos de lixo e despejo de dejetos no local. Foi possível visualizar material de pesca, como barcos e varas com anzóis, provavelmente utilizados por eles para obtenção de peixes (Figura 45 e 46).



Figura 45: Imagem do Rio Taquara próximo a Irerê. (Fonte: Google Earth).

Foi desmatada uma pequena faixa de terra na beira rio para instalação de alojamentos, o que, sem dúvida, contribui para o assoreamento deste local, uma vez que ai são depositados restos de alimentos e lixos de vários tipos.



Figura 46: Acampamento do MST à margem direita do Rio Taquara. (Foto: DELGADO, 2009).

### Ponto 18 – Rio Taquara 09

O ponto de coleta a seguir está localizado nas coordenadas S 23° 30'28,5'' e W 51°07'72,6'', situado próximo ao Distrito de Paiquerê. No local foi possível a visualização de clareiras abertas pelos pescadores para melhor acesso às margens. Neste trecho, existem pequenas corredeiras, que podem ser encontradas também em outras partes do manancial hídrico. Apesar da interferência do homem no local, pelo menos nesse ponto, existe uma boa parte de mata ciliar preservada (Figura 47).



Figura 47: Rio Taquara próximo ao Distrito de Paiquerê (Fonte: Google Earth).

Na imagem a seguir (Figura 48), é possível ver algumas corredeiras encontradas em boa parte do leito do rio. Pode-se visualizar também a presença de gramíneas e arbustos em ambos os lados, sendo que no lado direito, isso está evidenciado pela presença de pastagens.



Figura 48: Rio Taquara próximo ao Distrito de Paiquerê mostrando a presença de mata ciliar. (Foto: DELGADO, 2010).

### **PONTO 19 – Rio Taquara 10**

Nesse ponto também se constatou a existência de grandes propriedades rurais, com predomínio de cana-de-açúcar, milho, soja e criação de gado. No local, além das áreas ocupadas pelas culturas, visualizou-se a pouca quantidade de mata ciliar e depósitos de lixo. O ponto está localizado entre as coordenadas S 23° 35'25,4'' e W 51° 12'26,5'' (Figura 49 e 50).

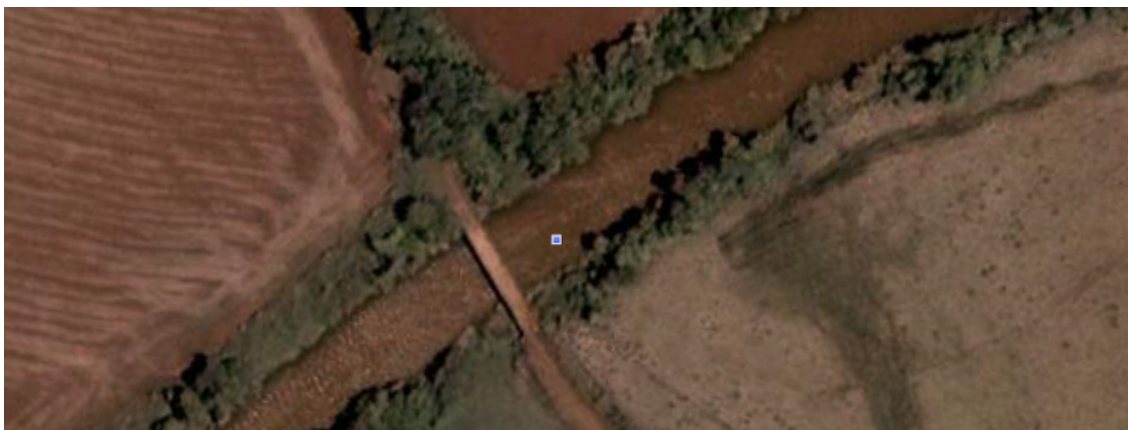


Figura 49: Imagem do Rio Taquara próximo ao Distrito de Paiquerê. (FONTE: Google Earth).

Pode se visualizar na figura 49 grandes campos de cultivo à margem direita, e a pequena quantidade de mata ciliar em ambos os lados, contendo algumas fileiras de árvores.



Figura 50: Outro aspecto do Rio Taquara próximo a Paiquerê. (Foto: DELGADO, 2010).

## Ponto 20 – Rio Taquara 11

A última parada foi feita entre as coordenadas S 23° 30'76,8'' e W 50° 57'25,0'', em uma grande propriedade na Foz do Rio Taquara, que desemboca no Rio Tibagi (Figura 51). O local apresenta ausência total de mata ciliar em razão do desmatamento realizado pelos proprietários das fazendas em ambos os lados. O lugar foi adequado para realização de pesca e lazer, sendo possível encontrar até uma pocilga, cujos dejetos são jogados diretamente no rio, sendo esse, um grande agravante na contaminação das águas. Em boa parte da extensão da margem direita do Tibagi existem também propriedades com pouca ou quase nenhuma mata ciliar.



Figura 51: Imagem de satélite evidenciando a Foz do Rio Taquara no Rio Tibagi. (Fonte: Google Earth, 2010).

Na foto abaixo, é possível visualizar a falta de mata ciliar nas margens direita do curso do rio, utilizada hoje para lazer e para pesca (Figura 52).



Figura 52: Aspecto da Margem direita do Rio Tibagi, próximo à Foz do Rio Taquara. (Foto: DELGADO, R. H.,2009).

A avaliação da contaminação das águas da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquara, foi realizada levando em consideração padrões de monitoramento físico-químicos e microbiológicos da qualidade das águas, de acordo com a Resolução 357 do CONAMA.

Foram selecionados os pontos já mencionados e descritos, de importância regional, levando-se em consideração o uso e ocupação do solo, declividade, altimetria, e o acesso para a realização das coletas. Esses pontos, no geral, mostraram a interferência da poluição pela atividade agropecuária.

Os parâmetros escolhidos para a realização dos testes foram sugeridos pela National Sanitation Foundation (NSF). Realizou-se a análise individual dos parâmetros alcalinidade, condutividade elétrica, cor, pH, turbidez, DQO, DBO, sólidos dissolvidos, nitrogênio total, nitrato, nitrito, fósforo, coliformes fecais e coliformes totais.

Todas as análises realizadas em laboratório atendem às especificações do Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater – APHA, de 1998.

Segundo Barbieri(1997) é possível identificar quais parâmetros podem estar alterados de acordo com o tipo de atividade trabalhada, como é apresentada na tabela abaixo.

TABELA 1. Atividades antrópicas e suas conseqüências sobre as águas e parâmetros alterados.

Uso	Impactos sobre as águas	Parâmetros alterados
Agricultura	Contaminação por agrotóxicos, eutrofização e assoreamento	Fósforo, nitrato, nitrito e metais pesados
Pecuária	Contaminação microbiológica	Coliformes fecais e totais
Mineração	Assoreamento e contaminação por metais pesados	Turbidez, pH, sólidos em suspensão, OD e DBO
Indústria	Contaminação por efluentes	Turbidez, pH, OD, DBO e temperatura
Urbanização	Assoreamento, contaminação por efluentes domésticos e industriais	Coliformes fecais e totais, DBO e OD

Fonte: Adaptado de Barbieri et al. (1997).

Tabela 1: Tabela de atividades antrópicas e suas conseqüências em relação aos parâmetros alterados de qualidade da água (Adaptado de Barbieri, 1997).

## 7 RESULTADOS

Conforme pôde ser observado nos trabalhos de campo, a área pesquisada detém propriedades que possuem de 4,5 a 200 alqueires.

Observou-se de um modo geral, em entrevistas realizadas aleatoriamente, que há uma concentração de moradores com baixo nível de escolaridade, conseqüentemente com dificuldades para leitura e principalmente para interpretação dos rótulos dos defensivos agrícolas.

Portanto os riscos de exposição a esses agentes nocivos à saúde aumentam a probabilidade de intoxicações nessa população que vive na área da bacia hidrográfica do Rio Taquara. Embora esta pesquisa não tenha abordado detalhadamente o uso de agrotóxicos, percebe-se que a maioria dos agricultores não usa proteção no seu preparo e aplicação. E com isso é notório que sua utilização tem gerado uma serie de conseqüências para o meio ambiente e para a saúde dos moradores da zona rural.

As análises da água mais detalhadas realizadas neste trabalho se prenderam às físico-químicas e bacteriológicas, e parte delas foram realizadas no Laboratório de Hidráulica e Saneamento do Departamento de Construção Civil, do Centro de Tecnologia e Urbanismo da UEL e outra parte pelo IAP, Instituto Ambiental do Paraná, em Londrina e Curitiba entre 2009 e 2010.

A seguir apresenta-se a tabela 2, onde são apresentados os resultados obtidos de cada ponto de coleta, levando em consideração os padrões escolhidos para as análises.

Pontos	PH	DBO	DQO	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	NKT	P-PO <sub>4</sub> total	Coliformes s totais	Coliformes Termotolerantes
		(mgO <sub>2</sub> /L)	(mgO <sub>2</sub> /L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(NMP 100 mL)	(NMP 100 mL)
Ponto 01	7,1	3,5	<3	1	0,12	2,1	0,84	1,8x10 <sup>3</sup>	n.d.
Ponto 02	7	<3	<3	0,03	0,008	0,8	0,037	1,3x10 <sup>3</sup>	135
Ponto 03	7,2	<3	3,12	0,4	n.d.	1,3	n.d.	1,5x10 <sup>4</sup>	332
Ponto 04	7,1	<3	<3	n.d.	n.d.	0,9	n.d.	1,0x10 <sup>4</sup>	272
Ponto 05	6,6	<3	3,2	1,02	0,008	0,8	n.d.	2,4x10 <sup>4</sup>	309
Ponto 06	6,9	<3	<3	5,6	0,01	1,23	0,6	1,5x10 <sup>4</sup>	211
Ponto 07	6,9	<3	3,1	0,8	n.d.	2,7	1,1	1,5x10 <sup>4</sup>	350
Ponto 08	6,8	<3	3	0,4	n.d.	2,23	0,9	1,7x10 <sup>4</sup>	428
Ponto 09	7,6	<3	4	0,56	0,002	0,084	n.d.	2,4x10 <sup>3</sup>	1600
Ponto 10	7,5	<3	4	0,56	0,002	0,14	0,047	9,2x10 <sup>4</sup>	1100
Ponto 11	7,8	<3	4	0,32	0,002	0,029	0,078	5,4x10 <sup>4</sup>	5400
Ponto 12	7,8	<3	4	0,56	0,003	0,13	0,039	1,7x10 <sup>4</sup>	7000
Ponto 13	7,8	<3	<3	0,52	0,002	0,063	0,027	5,4x10 <sup>4</sup>	1100
Ponto 14	7,6	<3	5	0,56	0,002	0,078	0,034	1,7x10 <sup>4</sup>	1600
Ponto 15	7,6	<3	8	0,64	0,002	0,11	0,044	5,4x10 <sup>4</sup>	700
Ponto 16	7,5	<3	8	0,4	0,003	0,11	0,092	1,7x10 <sup>4</sup>	1600
Ponto 17	7,7	<3	<3	0,32	0,002	0,079	0,029	5,4x10 <sup>4</sup>	2400
Ponto 18	7,3	<3	<3	4,43	0,17	1	0,19	1,7x10 <sup>4</sup>	3500
Ponto 19	7,3	<3	<3	1,16	0,002	0,082	0,035	5,4x10 <sup>4</sup>	110
Ponto 20	7,4	<3	<3	4,24	0,16	0,42	0,17	1,7x10 <sup>4</sup>	110

Tabela 2: Resultados das análises físico químicas e bacteriológicas da água dos pontos coletados (Org.: DELGADO, 2010)

**pH** - O pH é um parâmetro que indica se a água tem caráter ácido (pH<7) ou alcalino (pH>7). Ele é decorrente da concentração de íons de hidrogênio na água. As alterações nesse valor podem afetar a vida aquática (flora e fauna). Em relação a diferença do pH entre os pontos, não houve uma diferença expressiva, sendo que os resultados variaram de 6,8 no ponto 08 e 7,8 nos pontos 11, 12 e 13; nos pontos 09, 14 e 15 o pH permanece 7,6, sendo que essas variações pode implicar no caráter ácido e básico do local de coleta de água. Esses valores obtidos através das análises laboratoriais, provam que essa variância entre eles, não comprovam uma

contaminação da água, porém, valores abaixo de 7,0, mostram uma certa acidez na água, causada por despejo de dejetos no leito do rio pela eutrofização.

**DBO** - Outro parâmetro de avaliação é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) que é feita através do teste DBO5, o qual avalia a quantidade de matéria orgânica biodegradável presente em uma amostra. Uma vez lançada na água, a matéria orgânica promoverá o desenvolvimento de uma população de microorganismos que a utilizará como alimento. Tais microorganismos respiram oxigênio no seu metabolismo, no caso, o oxigênio dissolvido (OD) nas águas dos rios, cuja concentração começa a cair. O teste de DBO5 mede essa queda de OD da amostra, em um período de 5 dias, sendo, portanto, uma medida indireta de matéria orgânica presente, através de consumo de oxigênio pelos microorganismos. Os esgotos domésticos são ricos em matéria orgânica e seu lançamento nos cursos d'água pode trazer problemas para a fauna aquática. O CONAMA, n.º 357/2005 afirma que os rios de classe 1, 2 e 3 devem ter DBO5 máxima de 3, 5 10mg/l, respectivamente.

Os resultados das análises de DBO mantiveram basicamente o mesmo resultado, <3, estando desse modo dentro dos padrões de qualidade exigidos pelo CONAMA. Somente o ponto 01, apresentou um valor de 3,5, sendo este, um valor maior do que o número limite permitido por essa resolução.

**Fósforo** – O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico. Na sua origem natural é proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. O homem também contribui consideravelmente na elevação deste composto nos corpos d'água, devido aos aportes de lixos domésticos, industriais, de detergentes, excrementos e fertilizantes

As principais fontes de fósforo dos sistemas lóticos tropicais dominados pelo ciclo hidrológico derivam da própria geologia local e a matéria orgânica, tanto de origem natural (folhas e serrapilheiras) como a de origem antrópica. Por este motivo as variações de concentração podem ser muito amplas dependendo da estação, cheia ou estiagem, e da geologia da bacia de drenagem.

Apenas os pontos 7, 18 e 20, apresentaram quantidade de fósforo maior que o limite permitido por lei, mostrando que a atividade do homem afetou mais esses locais pela adição de nutrientes do que pela adição de coliformes fecais.

**DQO** – A demanda química de oxigênio, assim como a DBO, indica a presença de matéria orgânica na água, sendo assim, medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica na água. Diferencia-se da DBO pela adição de substâncias químicas para se obter resultados, enquanto no outro, utilizam-se bactérias. O aumento da concentração de DQO em um curso d água deve-se principalmente ao despejo de dejetos nos rios, principalmente de origens industriais, podendo assim reduzir o número de oxigênio dissolvido na água, afetando a sobrevivência de organismos aquáticos.

Não existe limite estabelecido da quantificação do valor de DQO em corpos d água, pois o ideal seria não possuir valor nenhum, porém, em todos os pontos de coleta, encontraram-se concentrações significativas desse padrão.

Nos pontos 1, 2, 4, 6, 13, 17, 18, 19 e 20, as amostragens apontaram uma quantidade  $<3 \text{ MgO}_2/\text{L}$ , sendo esse valor, um valor comum, em locais de atividade agrícola e industrial intensa. Os pontos, 14, 15 e 16 obtiveram resultados mais alarmantes, variando de 5 a  $8 \text{ MgO}_2/\text{L}$ , mostrando uma grande quantidade de resíduos despejados nos locais citados.

**Nitrogênio** - O Nitrogênio Total é a soma de 3 espécies o nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrito). No processo de decomposição da matéria orgânica, o nitrogênio orgânico se transforma em nitrogênio amoniacal, assim como a uréia proveniente da urina, o qual é oxidado por bactérias aeróbicas a nitritos e posteriormente a nitratos. A série de nitrogênio é um indicativo da “idade da poluição”. Um trecho do rio com predominância de nitrogênio orgânico e amoniacal indica poluição recente por esgotos domésticos; se houver predominância de nitratos, o lançamento foi realizado bem a montante. O nitrogênio nitrito é rapidamente oxidado a nitrogênio nitrato, encontrando-se normalmente em pequenas concentrações.

Segundo a Resolução CONAMA 357 de 2005 o valor máximo permitido é de  $3,7 \text{ mg NTK/L}$  para águas da Classe 1 e 2. Em nenhum local amostrado foram

observados valores dessa magnitude. Os valores médios da concentração de nitrogênio total variam entre 0,029 até 2,2 mg/L.

Em todos os pontos de coleta, o valor da quantidade de nitrogênio, encontrou-se dentro dos parâmetros de potabilidade, sendo mais expressivo esse número apenas nos pontos 01, 07 e 08.

**Nitrato** – Provem da biodegradação de dejetos humanos, principalmente urina, liberados pelas fossas da região. Conhecido por ser um dispersante muito eficiente, espalha-se pela totalidade do corpo d'água com eficácia. O nitrato é associado ao risco de duas doenças graves a metemoglobinemia, ou síndrome do bebê azul e ao câncer gástrico. Os valores limites permitidos de nitrato em água potável é de 10,0 Mg/L.

Nos pontos onde foram coletados água, todos obtiveram resultados satisfatórios quanto a esse parâmetro, estando dentro do limite permitido pela legislação nacional, sendo os pontos 18 e 20 os locais de valores mais expressivos, na faixa de 4,0 a 4,5 Mg/L.

**Nitrito** - O nitrito é um parâmetro simples, mas de fundamental importância na verificação da qualidade da água para consumo, pois sua presença é um indicativo de contaminação recente, procedente de material orgânico vegetal ou animal. O nitrito pode ser encontrado na água como produto da decomposição biológica, devido à ação de bactérias ou outros microorganismos sobre o nitrogênio amoniacal, ou ser provenientes de ativos inibidores de corrosão em instalações industriais. Raramente ele é encontrado em águas potáveis em níveis superiores a 0,1 mg/L. Os valores obtidos do nível de nitrito nos corpos d'água da referida bacia, estão em sua maioria menores que 0,1 mg/L, sendo excedido esse valor apenas nos pontos 01, 18 e 20, comprovando assim nesses locais, uma contaminação por dejetos humanos.

**Coliformes Totais** – O grupo coliforme consiste basicamente em alguns gêneros de bactérias da família Enterobacteriaceae, detectados principalmente durante a fermentação da lactose, que não causam doenças, visto que habita o intestino de animais mamíferos inclusive o homem. O valor tolerável desse

parâmetro varia de acordo com o tipo de classe no qual o rio estudado se encaixa. A concentração de coliformes totais variaram de  $1,3 \times 10^3$  a  $9,4 \times 10^4$ .

Todos os pontos escolhidos para realização das coletas possuem coliformes totais, sendo esse um grande indicador de poluição hídrica, proveniente de dejetos humanos e lixo.

**Coliforme fecais** - são bactérias que vivem normalmente em grande número, nos intestinos humanos e de animais de sangue quente. Sua presença está relacionada à presença de esgotos domésticos. O teste para coliformes indica a qualidade bacteriológica da água e sua presença torna-a suspeita para o uso humano, pois, se forem de origem patológica, podem causar doenças, como: cólera, hepatite, disenterias, etc. Os rios de classe 1, 2 e 3 devem ter concentrações máximas de coliformes fecais de 200, 1000 e 4000 NMP/100ml, respectivamente.

Os valores médios encontrados variaram de 110 a 7000. Apenas em 4 pontos amostrados o número de coliformes fecais foram inferiores aos definidos pela legislação. Em sua grande maioria, existe um número muito maior do que o permitido por lei de contaminação por esse tipo de bactéria, sendo o ponto 12 o mais crítico, com um valor de 7000 NMP/100 ml.

Após todos as amostragens serem enviadas ou para a UEL ou para o IAP, foi esperado um prazo de aproximadamente uma semana para obtenção dos resultados dos parâmetros físico-químicos e duas semanas para os parâmetros microbiológicos, pois estes tiveram que ser enviados para laboratórios em Curitiba.

## 8 PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS NA ÁREA DA BACIA

De modo à melhor explicar a real situação de cada ponto pesquisado e apresentar medidas mitigadoras, foram propostas estratégias de recuperação com o objetivo de alertar a comunidade local sobre a importância de preservar e manter os seus recursos naturais.

**Ponto 01** - A área da nascente do Rio Taquara, rio responsável pelo abastecimento de água da cidade de Califórnia, possui elevado valor de nitrogênio, nitrato e DBO, comprovando assim, que existe uma contaminação da área por despejo de dejetos humanos, fezes e urina, devido, à proximidade da nascente de residências onde existem fossas sépticas e ausência de saneamento básico.

Particularmente para esse local, faz-se necessário com urgência:

- \* intervenção de órgãos públicos e privados para preservação do local, sendo que o ideal seria a desocupação de casas próximas às margens do rio;
- \* plantio de espécies arbóreas, para tentar conter um pouco o despejo e carregamento de todo e qualquer tipo de material que pode vir a contaminar o corpo d' água;
- \* divulgação de noções de Educação Ambiental para os moradores próximos ao rio, demonstrando a importância de manter limpo o local da nascente;
- \* monitorar processos erosivos próximos, tanto na nascente, quanto dos parques próximos à bacia do Rio Taquara;
- \* cobranças aos órgãos responsáveis pelo abastecimento de água local para monitoramento freqüente da área;
- \* identificar a presença de esgotos clandestinos que chegam à nascente e aos parques;
- \* efetuar levantamentos florísticos e fitossociológicos objetivando a recomposição da área, bem como identificar as mesmas com placas, principalmente nominando as espécies nativas;
- \* realizar a substituição gradativa das espécies exóticas por espécies nativas;
- \* construção de cercas que impeçam a entrada de animais domésticos nos parques;
- \* promover o controle de insetos e vetores de doenças.

**Ponto 02** – Pelo fato da nascente do Rio Cerne se localizar na área de Apucarana, tem uma importância fundamental para a cidade, sendo o rio Raposa, seu afluente, um dos responsáveis pelo abastecimento local. A análise dos resultados desse ponto mostrou que a área do curso do referido rio encontra-se em boas condições de qualidade, comprovando que é possível manter limpa a área em seu entorno. Localizado próximo a um Parque municipal, talvez por esse motivo, exista uma cobrança maior por parte dos órgãos públicos reguladores e também pelos moradores próximos, no tocante à prática da Educação Ambiental. Para manter tal qualidade no local, faz-se necessário:

- \* mais investimentos quanto ao plantio e reflorestamento em torno do rio e do parque;
- \* investir em Educação Ambiental, não só com os moradores próximos e escolas, mas também com toda sociedade local;
- \* disponibilizar pessoas treinadas para devidos esclarecimentos aos visitantes do parque;
- \* realizar monitoramentos constantes quanto a qualidade da água;
- \* monitorar a nascente do rio, a qual se encontra nas proximidades do parque;
- \* identificar, monitorar e evitar processos erosivos nas margens de ambos os rios.

**Ponto 03** - O Rio Xaxim, afluente do Rio Cerne, corta toda a extensão das propriedades tanto de grande quanto de pequeno porte. No ponto escolhido para coleta de água, encontra-se uma grande fazenda, contendo vários tipos de culturas e pecuária, pouca quantidade de mata ciliar, sendo em sua grande maioria arbustos, gramíneas e árvores de pequeno porte. Segundo as análises laboratoriais realizadas, os níveis mais preocupantes locais são o DBO e o nitrogênio total, demonstrando dessa forma, contaminação do leito do rio por fezes e urina, devido provavelmente ao despejo direto de fossas e esgotos, no curso d'água. Para tentar amenizar a ação antrópica em tal local, propõe-se:

- \* implantação de métodos de aproveitamento de dejetos, como por exemplo, biodigestores, tratando-se de granjas e pocilgas no geral;
- \* difusão de práticas de Educação Ambiental para os moradores, escolas da região mostrando a importância de se manter limpo o corpo d'água;
- \* doação de mudas para reflorestamento da mata ciliar pelo IAP ou Prefeitura;

- \* uma maior fiscalização por parte do órgão ambiental responsável;
- \* monitorar os processos erosivos nas encostas e vertentes;
- \* acompanhamento técnico nas propriedades (IAP, EMATER).

**Ponto 04** – O local escolhido era de difícil acesso, afastado da área urbana, e contendo uma boa quantidade de mata ciliar, portanto em excelente conservação, comprovada pelos resultados das análises de água, que evidenciaram apenas um distúrbio quanto ao valor de nitrogênio total, tendo como medida mitigadora, apenas evitar o despejo de esgoto direto no leito do rio. Como medida para preservar a boa condição do local deve-se:

- \* evitar desmatar a mata ciliar;
- \* monitorar processos erosivos;
- \* fiscalizar constantemente tanto em relação a qualidade de água quanto fauna e flora;

**Ponto 05** – Encontra-se próximo a uma rodovia, que liga Londrina a Guaravera, cercado por grandes propriedades e não possuindo quase nada de mata ciliar, e segundo os resultados obtidos, detém uma certa acidez de água no local, um elevado valor de nitrogênio total e nitrato, além de uma concentração elevada de coliformes totais, comprovando também em mais um ponto a contaminação por dejetos humanos, por fezes, uréia e bactérias. Para tentar evitar uma maior degradação da área, pode-se:

- \* investir em reflorestamento no local;
- \* cobrança por parte dos órgãos fiscalizadores, quanto a ausência de mata ciliar;
- \* propor cursos de Educação Ambiental para preservar os recursos naturais na propriedade;
- \* monitoramento constante do corpo d água e erosões existentes em alguns locais;
- \* rotatividade de culturas.

**Ponto 06** – Área das propriedades ligadas ao Banco da Terra, onde ora predomina uma agricultura de subsistência ora uma grande atividade agrícola, pelas famílias que possuem propriedade. Neste trabalho de campo, nesse local, foi possível visualizar algumas instalações familiares precárias, o que com certeza também influenciou nos resultados da coleta, que apontaram contaminação também

por dejetos humanos, com um elevado valor de nitrato e nitrogênio. Sugere-se para o local:

- \* treinamento para as famílias de como evitar a poluição do manancial próximo;
- \* manutenção da faixa de mata ciliar; evitando assim, carreamento de sólidos para os cursos d água;
- \* monitoramento constante da água;
- \* manutenção das cercas, impedindo a dessedentação dos animais nas proximidades do leito;

**Ponto 07** – O local encontra-se em uma área de grande declividade, cercado também por grandes propriedades onde aparecem monoculturas, nas proximidades de Guaravera. As análises da água apontaram um elevado valor no DQO e nitrogênio, mostrando também contaminação por dejetos humanos. Entretanto nesse ponto mostra uma menor quantidade de oxigênio na água, mas evidenciando ainda a contaminação do manancial hídrico. Como medidas mitigadoras são mantidas as mesmas sugeridas para o ponto 06.

**Ponto 08** – Localizado próximo ao centro do distrito de Guaravera, com grande quantidade de pastagens e plantações de soja, demonstrando principalmente contaminação por nitrogênio, assim como nos outros pontos citados, diferenciando de alguns, pela acidez um pouco mais elevada na área. No local, faz-se necessário:

- \* intervenção de órgãos responsáveis (IAP);
- \* investir em Educação Ambiental nas escolas e moradores das propriedades locais;
- \* incentivos por meio da Prefeitura local;
- \* realização de estudos que comprovem mais problemas in loco;

**Ponto 09** – A partir desse ponto, nota-se um elevado aumento no valor de coliformes fecais, comparados aos pontos anteriores, e nesse local especificamente, um elevado valor de DQO, acarretado provavelmente pela proximidade de grandes latifúndios e rodovias. No local necessita-se de:

- \* cortinas de árvores, barreiras, evitando assim o transporte de sedimentos pelo vento, para as margens dos rios;
- \* monitoramento constante;

- \* intervenção de órgãos estaduais e privados;
- \* Educação Ambiental

**Ponto 10** – A partir desse ponto, começaram as análises no Rio Taquara propriamente dito, sendo que ele encontra-se perto do distrito de Guaravera, do deságüe do rio Cerne (Ponto 04, 05 e 06) e do ribeirão Clementino (Ponto 08), mantendo assim o elevado valor de nitrogênio e coliformes totais e fecais, comprovando em mais um ponto, contaminação por dejetos despejados diretos no curso d água, sendo que para melhorar o meio abiótico, deve-se investir em:

- \* monitoramento constante da água;
- \* treinamento para as famílias de como evitar a poluição do manancial próximo;
- \* promover reflorestamento no local;
- \* monitorar erosões;

**Ponto 11** – Tanto o ponto 10 quanto os pontos a seguir, possuem resultados aproximados, diferenciando-se por um parâmetro ou outro, sendo que nesse caso, a concentração alarmante, é a de coliformes fecais, proveniente provavelmente de esgoto doméstico ou industrial, lançado sem tratamento no rio, sendo necessária uma fiscalização mais freqüente e rígida na localidade e proximidades por parte do órgão ambiental responsável. Entre muitas medidas mitigadoras necessárias no local, pode-se citar:

- \* investimento em Educação Ambiental com moradores e escolas locais;
- \* realização de monitoramentos constantes no tocante à qualidade da água;
- \* acompanhamento técnico nas propriedades;
- \* monitoramento dos processos erosivos nas vertentes;

**Pontos 12, 13, 14 e 15** – Localizados próximos uns dos outros, estão todos cercados por propriedades com grandes culturas e pastagens, com pouca ou nenhuma mata ciliar, água turva, assemelham-se uns com os outros nos resultados obtidos, porém com algumas ressalvas:

- 1) no ponto 12, o valor de coliformes fecais é o mais elevado de todos os pontos, devido a uma granja ou grande propriedade próxima ao leito do rio;
- 2) no ponto 13, apenas o ph que se encontra com um valor um pouco elevado, porém não acarretando maiores problemas;

3) no ponto 14, o DBO e os coliformes totais, estão com uma concentração muito elevada;

4) no ponto 15, aparece o valor mais elevado de DQO, sendo essa concentração, o suficiente para acarretar prejuízos para a fauna e flora local;

Após as análises e coletas nos locais pontuados, foi comprovado que as 4 áreas distintas, requerem propostas de mitigação parecidas, entre elas:

- \* acompanhamento técnico nas propriedades;
- \* monitoramento dos processos erosivos;
- \* uma maior fiscalização por parte do órgão ambiental responsável
- \* manutenção da faixa de mata ciliar; evitando assim, carreamento de sólidos para os cursos d água;
- \* treinamento técnico para as famílias locais sobre como evitar a poluição do manancial próximo;
- \* rotatividade de culturas, para que o solo não perca nutrientes, e deixe de absorver a água da chuva, que escoar diretamente para os rios;
- \* Treinamento em estratégias de Educação Ambiental para os moradores, mostrando a importância para eles de manter limpo o corpo d água.

**Pontos 16, 17, 18 e 19** – São pontos localizados mais a jusante, cortados por rodovias, pontes, pequenas e grandes propriedades, contendo uma quantidade mediana de mata ciliar, grande quantidade de corredeiras e evidenciando algumas erosões em sua extensão, porém, diferenciando-se entre si de acordo com alguns resultados obtidos, por exemplo:

1) o ponto 16, junto com o ponto 15, apresentam um valor de DBO de 8 mg/L, sendo esse um valor muito elevado;

2) o ponto 17, possui apenas um valor um pouco acima do normal quanto a concentração de coliformes totais e fecais, devido a esgoto doméstico;

3) o ponto 18, apresenta-se com o maior valor de nitrato, e uma boa quantidade de nitrogênio e coliformes totais;

4) o ponto 19, é o local com o maior valor de coliformes totais, devido a presença de um matadouro próximo às margens do rio e a grande presença de bactérias contidas no trato intestinal de animais de sangue quente;

Identificadas as alterações ambientais locais, são indicadas algumas propostas de melhoria no tocante à degradação ambiental e contaminação da água:

- \* implantação de métodos de aproveitamento de dejetos, como por exemplo, biodigestores, tratando-se de granjas no geral;
- \* investir em Educação Ambiental para os moradores, mostrando a importância de manter limpo o corpo d água que se avizinha de suas moradias;
- \* monitorar os processos erosivos;
- \* acompanhamento técnico nas propriedades;
- \* realizar monitoramentos constantes quanto a qualidade da água;
- \* mais investimentos quanto a plantio e reflorestamento de espécies nativas;

**Ponto 20** – O último ponto de coleta de água encontra-se na parte inferior da bacia, no encontro entre o Rio Taquara e o Rio Tibagi, isto é, foz do Rio Taquara, local onde existe a prevalência de grandes propriedades de cultivo de soja, com pouco ou quase nenhuma mata ciliar, onde as margens em grande parte foram devastadas para lazer e pesca, sendo possível encontrar no local da coleta uma pocilga que despeja os dejetos diretamente nos rios provocando o elevado valor de nitrato, nitrogênio e coliformes totais aí encontrados. Devido à falta de vegetação à beira rio e a ausência de conscientização geral, sugerem-se as seguintes medidas mitigadoras:

- \* intervenção de órgãos públicos e privados para preservação do local, principalmente em relação a mata ciliar e reserva legal;
- \* plantio de espécies arbóreas, para tentar conter um pouco o despejo e carreamento de todo e qualquer tipo de sólido ou liquido que pode vir a contaminar o corpo d água;
- \* ações de Educação Ambiental para os moradores;
- \* efetuar levantamentos florísticos e fitossociológicos objetivando a recomposição da área, bem como identificar as mesmas com placas elucidativas.

A seguir apresenta-se um quadro com a síntese dos principais problemas ambientais encontrados nesta pesquisa, com suas características, alterações provocadas e formas de controle (Quadro 1).

PONTOS	PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS	CARACTERISTICAS	ALTERAÇÕES	FORMAS DE CONTROLE
Ponto 01	-Decomposição biológica	- Decomposição biológica	Nitrito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ações de educação ambiental para os moradores próximos, comprovar a importância de manter limpo o local da nascente;</li> <li>- monitorar processos erosivos próximos, tanto na nascente, quanto no parque próximo ao local;</li> <li>- cobrar o órgão responsável pelo abastecimento de água local para monitoramento freqüente da área;</li> <li>- verificar a presença de esgotos clandestinos chegando a nascente e ao parque</li> </ul>
Ponto 07	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Decomposição biológica</li> <li>- Lixo doméstico, industrias, detergentes, excrementos e fertilizantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proliferação excessiva de algas, resultando na redução de OD;</li> <li>- Liberação de toxinas do sedimento;</li> <li>- Redução de diversidade da comunidade de vertebrados;</li> <li>- Mortandade de peixes;</li> <li>- Redução na capacidade de transporte de oxigênio no sangue de recém nascidos;</li> <li>- Decomposição biológica</li> </ul>	Fósforo, nitrito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- treinamento para as famílias de como evitar a poluição do manancial próximo;</li> <li>- manutenção da faixa de mata ciliar; evitando assim, carreamento de sólidos para os cursos d água;</li> <li>- monitoramento constante da água;</li> <li>- manutenção das cercas, impedindo a dessedentação dos animais nas proximidades do leite;</li> </ul>

Pontos 09, 10, 11, 12, 13, 17	- Esgotos domésticos	- Transmissão de doenças como cólera, disenteria e hepatite	Coliformes	- acompanhamento técnico nas propriedades; - monitoramento dos processos erosivos; - uma maior fiscalização por parte do órgão ambiental responsável - Preservação da mata ciliar
Ponto 14	- Esgotos domésticos - Presença de matéria orgânica	- Redução de oxigênio dissolvido, causando mortandade de peixes - Transmissão de doenças como cólera, disenteria e hepatite	DQO, coliformes	- treinamento técnico para as famílias locais sobre como evitar a poluição do manancial próximo; - rotatividade de culturas, para que o solo não perca nutrientes, e deixe de absorver a água da chuva, que escoar diretamente para os rios
Ponto 15	- Decomposição biológica - Presença de matéria orgânica	- Redução de oxigênio dissolvido, causando mortandade de peixes; - Decomposição biológica	DQO, nitrito	- acompanhamento técnico nas propriedades; - monitoramento dos processos erosivos; - uma maior fiscalização por parte do órgão ambiental responsável - manutenção da faixa de mata ciliar; evitando assim, carreamento de sólidos para os cursos d água;
Ponto 16	-Decomposição biológica - Esgotos domésticos - Presença de matéria orgânica	- Transmissão de doenças como cólera, disenteria e hepatite - Redução de oxigênio dissolvido, causando mortandade de peixes; - Decomposição biológica	DQO, nitrito, coliformes	- monitorar os processos erosivos; - acompanhamento técnico nas propriedades; - realizar monitoramentos constantes quanto a qualidade da água; - mais investimentos quanto a plantio e reflorestamento de espécies nativas; - investir em Educação Ambiental.
	-Decomposição	- Proliferação excessiva de		

Ponto 18	biológica - Lixo doméstico, indústrias, detergentes, excrementos e fertilizantes - Esgotos domésticos	algas, resultando na redução de OD; - Liberação de toxinas do sedimento; - Mortandade de peixes; - Transmissão de doenças como cólera, disenteria e hepatite - Decomposição biológica	Fósforo, nitrito, coliformes	- monitorar os processos erosivos; - acompanhamento técnico nas propriedades; - realizar monitoramentos constantes quanto a qualidade da água; - mais investimentos quanto a plantio e reflorestamento de espécies nativas; - investir em Educação Ambiental.
Ponto 20	-Decomposição biológica - Lixo doméstico, indústrias, detergentes, excrementos e fertilizantes	- Proliferação excessiva de algas, resultando na redução de OD; - Liberação de toxinas do sedimento; - Redução de diversidade da comunidade de vertebrados; - Mortandade de peixes; - Redução na capacidade de transporte de oxigênio no sangue de recém nascidos; - Decomposição biológica	Fósforo, nitrito	- ações de Educação Ambiental para os moradores; - efetuar levantamentos florísticos e fitossociológicos; - intervenção de órgãos públicos e privados para preservação do local, principalmente em relação a mata ciliar e reserva legal.

QUADRO 1: Síntese dos principais problemas com suas formas de controle (Org.: DELGADO, 2010).

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi desenvolvido para verificar o enquadramento e diagnosticar a contaminação da água dos rios contidos na bacia hidrográfica do Rio Taquara. Para tanto fez-se necessário uma avaliação da qualidade da água desse rio e de alguns tributários, averiguando parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, tendo como objetivo a mensuração do nível de interferência antrópica nos locais estudados.

Tratando-se de recursos hídricos, que são muito abundantes na região, torna-se importante a obtenção de dados e novas metodologias para estudos quanto aos corpos d'água de importância vital para todos na região.

De uma forma geral, foi possível identificar vários pontos de contaminação comprovadas pelas análises laboratoriais de água, evidenciando uma diferença de um ponto para o outro pelos parâmetros obtidos.

As análises registraram um elevado valor de algumas variáveis, entre elas, DBO, nitrato, nitrogênio e coliformes fecais em quase todos os pontos de coleta, comprovando a baixa capacidade dos rios tributários e do Rio Taquara em diluir cargas de coliformes oriundas de esgotos domésticos e industriais.

A evolução da ocupação do solo na área da bacia pesquisada a partir das décadas de 1960 e 1970 devido à corrida do café foi um dos principais agravantes da falta de estrutura e manejo das propriedades que beiram as margens dos corpos d'água.

O grande avanço da área urbana nas proximidades também acarretou uma impermeabilização do solo, entre outros fatores, resultando em uma menor qualidade da água, devido à quantidade de sólidos, dejetos entre outros motivos que causaram a contaminação de vários pontos dessa bacia.

De uma forma geral serão necessárias várias medidas mitigadoras de forma isolada e em conjunto, porém todas com a função de evitar, e melhorar as condições das águas dos rios da bacia hidrográfica do Rio Taquara.

Diante dos problemas encontrados, é de extrema importância um permanente controle da qualidade de todos esses mananciais, uma vez que a água vem sendo comprometida pela ação antrópica, pelo lançamento de efluentes e resíduos entre outros fatores.

Segundo os resultados das análises laboratoriais realizadas, as águas dos rios da bacia do Taquara, de um modo geral, são enquadradas como “classe 2” segundo o CONAMA.

A portaria 003/91 de 21 de Março de 1991 dispõe sobre o enquadramento dos rios da bacia do Tibagi, onde todos os rios são enquadrados como classe 2, salvo algumas exceções, entre elas:

III - Ribeirão Cambé e seus afluentes, contribuinte da margem esquerda do rio Tibagi, município de Londrina, até o Parque Arthur Thomas, que pertence à **classe “1”**.

IV - Afluentes da margem esquerda do Ribeirão dos Apertados, contribuinte da margem esquerda do Rio Tibagi, município de Londrina, dentro dos limites do Parque Estadual Mata do Godoy, que pertence à **classe “1”**.

V - Rio Quebra Perna, Rio Barrosinho e seus afluentes, contribuintes da margem direita do rio Tibagi, município de Ponta Grossa, que pertence à **classe “1”**.

VI - Ribeirão Lindóia e seu afluente Ribeirão. Quati, contribuinte da margem esquerda do rio Tibagi, município de Londrina, que pertence à **classe “3”**.

Deste modo, pode-se enquadrar as águas da bacia estudada tanto como “classe 2”, quanto como “classe1”, devido a proximidade de suas águas com os rios acima citados como exceções na legislação ambiental brasileira.

Este estudo confirmou alterações causadas na qualidade das águas, em virtude das mudanças no uso e ocupação do solo, da ausência de vegetação e da urbanização, bem como da falta de saneamento básico, comprovando que é necessário um planejamento adequado do uso da terra e dos mananciais hídricos, para evitar um agravamento da situação presente, implementando no local ferramentas de gestão ambiental com uma urgente instalação de esgotos pelos órgãos públicos.

A ausência de saneamento básico tanto na zona rural quanto no perímetro urbano, onde se localiza boa parte das nascentes dos rios estudados, tem trazido uma série de consequências desastrosas quer para o meio ambiente, quer para a saúde da população da área urbana e rural.

Essas consequências são condicionadas em geral por fatores intrinsecamente relacionados, tais como o uso inadequado das águas dos rios, com o lançamento de esgoto “in natura” e a falta de monitoramento pelos órgãos públicos.

Tudo isso evidencia a necessidade de cursos de Educação Ambiental para esclarecimento, buscando a conscientização em relação ao risco de exposição dos indivíduos e animais à contaminação das águas e seus efeitos no meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS/ FUNDO PARA O MEIO AMBIENTE MUNDIAL/ PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE/ ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS - ANA/GEF/PNUMA/OEA (2003a). **Diagnóstico Analítico da Bacia do Rio São Francisco e da sua Zona Costeira**. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003, 66p. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/gefsf/arquivos/ResumoExecutivo4-5A.pdf>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2010.

ALVES, T. L. **Fragmentos florestais na área da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquara: uma análise pelo caminhar e geo-foto-grafar**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Estadual de Londrina.

AMARAL, S. B. do **Aspectos da relação entre Uso - Ocupação do solo e qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Pequeno - São José dos Pinhais/Pr**. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) - Dep. de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

APHA: American Public Health Association, AWWA: American Water Works Association, WPCF: Water Pollution Control Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater**. 19ed. Washington, DC, USA: ed. APHA, 1995.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, A. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha. **Scientia Forestalis**, v. 56, 1999.

**A SAÚDE da água**. 2007. Disponível em: <[http://www.micronal.com.br/artigostecnicos/saude\\_agua.htm](http://www.micronal.com.br/artigostecnicos/saude_agua.htm)>. Acesso em: 22 jan 2010.

BARBIERI, A. F. et al. Atividades antrópicas e impactos ambientais. In: PAULO, J. A. (Org.). **Biodiversidade, população e economia: uma região de Mata Atlântica**. Belo Horizonte, 1997

BARTRAHM, J.; HELMER, R. Introducing. In: BARTRAM, J; BALANCE, R. (Ed.). **Water quality monitoring: a practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes**. London: UNEP/WHO, 1996.

BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2001.

BENETTI, A.; BIDONE. F. **O meio ambiente e os recursos hídricos**. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999. 243p.

BOLLMANN, H; NIEWEGLOWSKI A.M.A.; SILVA, E.M.F.M. da; DIAS, L.N. In: INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANPÁ. **Monitoramento da qualidade das águas dos rios da bacia do Alto Iguaçu no período de 1992 a 2005**. Curitiba, 2005.

BOLLMANN, H. A., CARNEIRO, C., PEGORINI, E. S. **Qualidade da água e dinâmica de nutrientes**. In: ANDREOLI, C.V., CARNEIRO, C. Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados. Curitiba: Sanepar, 2005.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T. et al (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BRASIL. **Legislação Federal**: controle da poluição ambiental. São Paulo: Cetesb. 213p. (série documentos). 1995.

BRASIL. Resolução n.º. 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/Conama/> Acesso em: 15 nov. 2009.

BROOKES, P. C. & POWLSON, D. C. Preventing phosphorus losses during perchloric acid digestion of sodium bicarbonate soil extracts. **Journal of Science and Food Agriculture**, 32, 671-674, 1982.

CAIADO, M.A.C., **Desenvolvimento regional e qualidade das águas da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 13ed. Belo Horizonte: Anais/ABRH, 1999.

CALIJURI, M. C., OLIVEIRA, R. Manejo da qualidade da água: uma abordagem metodológica. In: CASTRO, R. et. al. **Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias**. 1ª Edição. São Carlos: EESC-USP, 2000. Volume 1, capítulo 1, p. 39-58.

CANADA. Canadian Council of Ministers of the Environment. **Canadian water quality guidelines or the protection aquatic life**: Introduction. In: Canadian Environmental Quality Guidelines. innipeg, 1999.

CARVALHO, N de O.; FILIZOLA JUNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C. dos; LIMA, J. E. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL/ Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO, **Guia de coleta e preservação de amostra**. São Paulo: Cetesb, 1987. 150 p.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Variáveis de Qualidade das águas**. 2005. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp> > Acesso em: 10 jan. 2010.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (Ed.). **Water quality assessments** – a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2<sup>o</sup>ed. London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996.

CHUEH, A. M. **Legislação ambiental e meio ambiente na bacia hidrográfica do rio Pequeno: situação atual e possibilidades**. Curitiba, 2000. Monografia (Conclusão de Curso) - Dep. de Geografia, Setor de Ciências da Terra, UFPR

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA (1986). **Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Resoluções n. 20, de 18 de junho de 1986**. Lex: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2004. Revisão atualizada: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>.

CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2<sup>o</sup> Ed. São Paulo: E. Blucher, 1980. 1880p.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DEBERDT, A. J. **QUALIDADE DE ÁGUA**. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

DE BIASI. Carta de Declividade de Vertentes: Confeccao e Utilizacao, **Geomorfologia**, Instituto de geografia. Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, n 8, v.21, 1970.

DELGADO, R. H. **Caracterização ambiental da porção médio-inferior da bacia hidrográfica do ribeirão Taquara**. Londrina, 2009. Monografia (Análise Ambiental em Ciências da Terra) – Dpto de Geociências, UEL.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed., São Paulo: Signus Editora, 2000.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998.

DUMANSKI, J., PIERI, C. **Land quality indicators: research plan. Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 81, p.155-162, 2000.

EMBRAPA / IAPAR. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA / IAPAR, 1984. 414p. (Boletim Técnico, nº 57).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2<sup>o</sup>ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

FARIA, G. G. **Caracterização física e análise comparativa das formas de uso e ocupação do solo (1970-1999) Na Microbacia Hidrográfica Do Ibeirão Cambé, Londrina-Pr.**Ed. UEL, Geografia – V, 14, n.2, jul 2005.

FERNANDES, M. R.; SILVA, J. C. **Programa estadual de manejo de sub-bacias hidrográficas: fundamentos e estratégias**. Belo Horizonte: EMATER, 1994.

FRAVET, A. M. M. F. de. **Qualidade de água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu-SP e saúde pública**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônomicas - Unesp, Botucatu, 2006.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2<sup>a</sup> ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. da. (org). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1994.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 1<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Ltda. 1996.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T. et al. (Org.). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). **Erosão e conservação dos solos** – conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, J. B. **Avaliação do potencial natural erosivo da microbacia do ribeirão Taquara**. Monografia do curso de bacharelado em Geografia – UEL, 2005.

GUIMARÃES, J. L. B. - **A relação entre a ocupação do solo e o comportamento hídrico na bacia hidrográfica do rio Pequeno - São José dos Pinhais - Pr**. Curitiba, 2000. Dissertação (Mestrado em Conservação da Natureza) - Setor de Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

HERMES L. C.; SILVA, A. S. **Avaliação da qualidade das águas: manual prático**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

HIRATA, R. Recursos hídricos. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.). **Decifrando a terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001.

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas climáticas do estado do Paraná 1994**. Londrina: IAPAR, 1994, p. 06.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Relatório de monitoramento das águas superficiais da bacia do Rio Grande em 2003**. Belo Horizonte, 2004. 262p.

KETTELHUT, J. T. S.; RODRIGUEZ, F. A.; GARRIDO, R. J.; PAIVA, F.; NETO, O. C.; RIZZO, H. Aspectos legais, institucionais e gerenciais. In: FREITAS, M. A. V. (Org.). **O estado das águas no Brasil – 199, perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos**. Brasília: ANEEL-SRH-MMA-OMM, 1999. 336p.

LANNA, A. E. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília, IBAMA/MMA, 1997. 171p.

LEFF, E. **Saber ambiental I: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes. 2001.

LEEUWESTEIN, J.M.; MONTEIRO, R.A. (2000). **Procedimentos técnicos para enquadramento de corpos de água – documento orientativo**. Brasília: MMA/SRH, 2000. 47p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas – SP: Átomo, 2005.

LIMA - E - SILVA, P. P.; GUERRA, A. J. T.; DUTRA, L. E. D. Subsídios para avaliação econômica de impactos ambientais. In: CUNHA, S.B. da ; GUERRA, A.J.T. **Avaliação e Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 218 - 259.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. *Hidrologia de Matas Ciliares*. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-44.

LORINI, M. L.; PERSSON, V. G. **Nova espécie de *Leontopithecus* LESSON 1840, do sul do Brasil (Primates, Callithrichidae)**. Boletim do Museu Nacional, nova série 338:1-14. 1990.

MAACK, R. 1963. **O ritmo da devastação das matas no Estado do Paraná, suas consequências e problemas de reflorestamento**. Ciência e Cultura. 1963.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba, Papelaria Max Roesner Ltda, 2002.

MACEDO, A. C. **Restauração, Matas Ciliares e de Proteção Ambiental**. Fundação Florestal, p.27.2004.

MACIEL, JR P. **Zoneamento das águas**: um instrumento de gestão dos recursos hídricos. Belo Horizonte: RC, 2000. 112p.

MAGALHAES JR., A. P. **A situação do monitoramento das águas no Brasil – Instituições e Iniciativas**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V. 5, n. 3. Porto Alegre: ABRH, 2000.

MAGALHÃES, Jr. A. P. **Dinâmica e transformações das águas no meio ambiente: tópicos em geografia física e recursos hídricos**. Belo Horizonte, IGC/UFMG, 2003.

MEDRI, M. E. et al. (eds.). **A bacia do Rio Tibagi**. Londrina: Os Autores, 2002.

MELLO, M.H.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; LOMBARDI NETO, F. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, 1994.v.2.

METCALF & EDDY. **Wasterwater Treatment, disposal and reuse. Water resources and environmental engineering**. New York: McGraw-hill, 1991.

MEYBECK, M. et al. Water quality. In: BARTRAM, J.; BALANCE, R. (Ed.). **Water quality monitoring – a practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes**. London: UNEP/WHO, 1996.

MINEROPAR. **Projeto Riquezas Minerais**: avaliação do potencial mineral e consultoria técnica no município de Ibiporã – Outubro / 2001. Disponível em: [www.mineropar.pr.gov.br](http://www.mineropar.pr.gov.br). Acessado em: 08/03/2009.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 3ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003, p. 120-158.

NATIONAL SANITATION FOUNDATION. **Water quality index-WQL**. NSF, 2006. Disponível em: [http://www.nsf.org/consumer/earth\\_day/wqi.asp#calculating](http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp#calculating). Acesso em: 01 fev. 2010.

PARANÁ (1999). Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999. **Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências**. Lex: Disponível em : <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2010.

PARANÁ (2000). Decreto n.º 2.317, de 15 de julho de 2000. **Regulamenta competências da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos como órgão executivo gestor e coordenador central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH/PR, e adota outras providências**. Lex: Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2010.

PARANÁ (2000). **Decreto nº 2314, de 17 de julho de 2000**. Lex: Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2010.

PARANÁ (2000). Decreto n.º 2.315, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o processo de instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica, e adota outras providências.** Lex: Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2010.

PARANÁ (2001). Decreto n.º 4.646, de 31 de agosto de 2001. **Dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e adota outras providências.** Lex: Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2010.

PARANÁ (2002). Decreto n.º 5.361, de 26 de fevereiro de 2002. **Regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências.** Lex: Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml#>>. Acesso em: 28 de maio de 2010.

PINTO, H.C., Carvalho, M.J., Fialho, M.M., 1998, **Técnicas Laboratoriais de Química**, Texto Editora, 1ª Edição, Lisboa, Portugal. 1998.

PML - **Prefeitura Municipal de Londrina**. Secretaria municipal de agricultura e abastecimento. Atlas do município de Londrina. Londrina, 1995. 89p.

POMPEU, C. T. Águas doces do direito brasileiro. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISE, J. G. **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ª ed. São Paulo: Escrituras, 2002.

POLETTE et al. **Gerenciamento costeiro integrado e gerenciamento de recursos hídricos: como compatibilizar tal desafio**. In: MUNOZ, H. R. (Org.). Interfaces da gestão de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.

POLETO, C. **Monitoramento e avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira-SP**. Ilha Solteira, 2003. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista).

PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R. L. (Org.) **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991.

PORTO, M. F. A. **Sistemas de gestão da qualidade das águas: uma proposta para o caso brasileiro**. Tese de Livre Docência. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

QUEIROZ, A. B.; QUEIROZ, R. V.; MOREIRA, H. A. Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa Nacional do Meio Ambiente II: **Qualidade da Água**. 2003. Disponível em: <[www.cprh.pe.gov.br](http://www.cprh.pe.gov.br)> Acesso em 28 jan. 2010.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília: Ministério da Educação /ESAL/POTAFOS, 1988. 84p.

ROCHA, J.S.M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1991.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 4º Ed. S. Paulo: EDUSP, 2003.

SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas**. 2.ed. São Paulo, DAEE/IPT. 92p. 1990.

SAWYER, C.N.; McCARTY, P.L.; PARKIN, G. F.. **Chemidtry for envitonmental engineering**. 4º ed. New York.McGraw-Hill Book Company. 1994. 658p.

SEMA – Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **ResoluçãovSEMA n0. 031/98**. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap/>>. Acesso em 10/05/2010.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: Rima, 2003.

SILVEIRA, M. **Estudo da vegetação em uma toposeqüência no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1993.

SOARES-SILVA, L. H.; KITA, K. K.; SILVA, F. C. 1998. Fitossociologia de um trecho de floresta de galeria no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer 3**: 46-62. 1998.

SPERLING, M. VON.; **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ºed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, v.1, 2005. 452p.

STIPP, N. A. .F; (org).**Sociedade Natureza e Meio Ambiente no Norte do Paraná**. Editora UEL.Londrina-2000

STIPP, N. A. F; **Macrozoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibaji (PR)**.Londrina: Editora da UEL, 2000.

STIPP, N. A. F. **Uma abordagem empírica sobre a fragilidade de ambientes naturais e antropizados na área da bacia hidrográfica do ribeirão taquara, no município de Londrina - Pr**. Tese de Pós-doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPR. 2010.

TAGIMA, N.; KADOZAWA, P. **Metodologia Para Montagem De Perfis Pedológicos**. Londrina, editora Uel, 2001. 1ª edição.

TELLES, D. D. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ªed. São Paulo: Escrituras, 2002.

TOREZAN, J. M. D. **Ecologia da Mata dos Godoy**. 1. ed. Londrina: Instituto de Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e Social - ITEDES, 2006. v. 1.169 p.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO O. M. C. **Gestão da água no Brasil**. Unesco. Brasília, 2001.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 2ª Edição. São Paulo: Rima, 2003. 248p.

VALLE, R. H. P.; SILVEIRA, I. A. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: água**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000.

**ANEXOS****RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005****DOU 18.03.2005**

*Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.*

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

CONSIDERANDO a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

CONSIDERANDO o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;

CONSIDERANDO que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

CONSIDERANDO que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

CONSIDERANDO que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

CONSIDERANDO os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes - POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004;

CONSIDERANDO ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

CONSIDERANDO que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

CONSIDERANDO que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

CONSIDERANDO a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

CONSIDERANDO a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

CONSIDERANDO que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água;

RESOLVE:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

## CAPÍTULO I

### Das Definições

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 %;
- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 % inferior a 30 5%;
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 %;
- IV - ambiente lêntico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;
- VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;
- VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;
- VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;
- IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;
- XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44? - 45?C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;
- XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;
- XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;
- XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

- XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;
- XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;
- XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;
- XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;
- XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;
- XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;
- XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;
- XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;
- XXIII - escherichia coli (E.Coli): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima  $\beta$ -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;
- XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;
- XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;
- XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

- XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;
- XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;
- XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;
- XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;
- XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);
- XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;
- XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;
- XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;
- XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;
- XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;
- XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar;
- e
- XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

## CAPÍTULO II

### Da Classificação dos Corpos de Água

Art. 3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único - As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

## SEÇÃO I Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

## SEÇÃO II Das Águas Salinas

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas; e
- c) à aquicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

## SEÇÃO III Das Águas Salobras

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à aqüicultura e à atividade de pesca;
- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
- e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

### CAPÍTULO III

#### Das Condições e Padrões de Qualidade das Águas

#### SEÇÃO I

#### Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único - Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de

causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou

biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

## SEÇÃO II

### Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.
- b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;
- j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e
- m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1. ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila a	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm <sup>3</sup> /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li

Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH £ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH £ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH £ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>
Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L

Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L

Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA II - CLASSE 1. ÁGUAS DOCES	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L

Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O<sub>2</sub>;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;

VII - clorofila a: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm<sup>3</sup>/L; e,

IX - fósforo total:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com freqüência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com freqüência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm<sup>3</sup>/L;
- i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O<sub>2</sub>;
- j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub>;

- l) turbidez até 100 UNT;  
 m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,  
 n) pH: 6,0 a 9,0.
- II - Padrões de qualidade de água:

TABELA III - CLASSE 3. ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	Valor MÁXIMO
Clorofila a	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm <sup>3</sup> /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes	0,15 mg/L P

intermediários)	
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercúrio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH >8,5
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>
Sulfeto (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L

Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	280 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (g-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloro de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspecto: não objetáveis;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4. aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH;

VI - OD, superior a 2,0 mg/L O<sub>2</sub> em qualquer amostra; e,

VII - pH: 6,0 a 9,0.

### SEÇÃO III Das Águas Salinas

Art. 18. As águas salinas de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de

um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>; e

j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IV - CLASSE 1. ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo Total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N

Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio Total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'- DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L

PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA V - CLASSE 1. ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L

Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroetano	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L<, /DIV>
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 19. Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- c) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C; e
- d) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg/L O<sub>2</sub>.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VI - CLASSE 2. ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo

Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,21 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Fósforo total	0,093 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel	74 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,0465 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p'DDT + p-p'DDE + p-p'DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,16 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 20. As águas salinas de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

- I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- III - substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
- V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- VI - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- VII - carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;
- VIII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/ L O<sub>2</sub>; e
- IX - pH: 6,5 a 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

#### SEÇÃO IV Das Águas Salobras

Art. 21. As águas salobras de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/ L O<sub>2</sub>;
- d) pH: 6,5 a 8,5;
- e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e

i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VII - Classe 1. ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu

Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p'DDT+ p,p'DDE + p,p'DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que	0,003 mg/L

reagem com 4-aminoantipirina)	C6H5OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA VIII - Classe 1. ÁGUAS SALOBRAS	
Padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L

Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 22. Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub>; e

d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IX - CLASSE 2. ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + li e)-	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p'DDT + p-p'DDE + p-p'DDD)	0,13 µg/L

Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido+ Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 23. As águas salobras de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - pH: 5 a 9;

II - OD, em qualquer amostra, não inferior a 3 mg/L O<sub>2</sub>;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e

VIII - carbono orgânico total até 10,0 mg/L, como C.

## CAPÍTULO IV

### Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes

Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único - O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

- I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e
- II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único - O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

- I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;
- II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;
- III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;
- IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e
- V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias, entre aquelas previstas nesta Resolução para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no seu efluente.

§ 4º O disposto no § 1º aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Resolução, exceto se o empreendedor não tinha condições de saber de sua existência nos seus efluentes.

Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.

Parágrafo único - Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 28. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 29. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 30. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 31. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 32. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;

II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e

III - atender a outras exigências aplicáveis.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 33. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

Parágrafo único - A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 34. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis: § 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 5 a 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;

III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L 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;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

1. óleos minerais: até 20mg/L;

2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e

VI - ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fé

Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C6H5OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Art. 35. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do § 1º do art. 24, desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras conseqüências:

- I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou
- II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 36. Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 37. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

## CAPÍTULO V

### Diretrizes Ambientais para o Enquadramento

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

## CAPÍTULO VI

### Disposições Finais e Transitórias

Art. 39. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.

Art. 40. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 43. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada, poderão a critério do órgão ambiental competente, ter prazo de até três anos, contados a partir de sua vigência, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Resolução.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no *caput* deste artigo.

§ 2º O prazo previsto no *caput* deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até dois anos, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.

§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

§ 4º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo será objeto de resolução específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Resolução, ressalvado o padrão de lançamento de óleos e graxas a ser o definido nos termos do art. 34, desta Resolução, até a edição de resolução específica.

Art. 44. O CONAMA, no prazo máximo de um ano, complementarará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução.

Art. 45. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 46. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no *caput* deste artigo conterá, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa de seus efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos, o estado de manutenção dos equipamentos e dispositivos de controle da poluição.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no *caput* deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.

Art. 47. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA

Presidente do Conselho