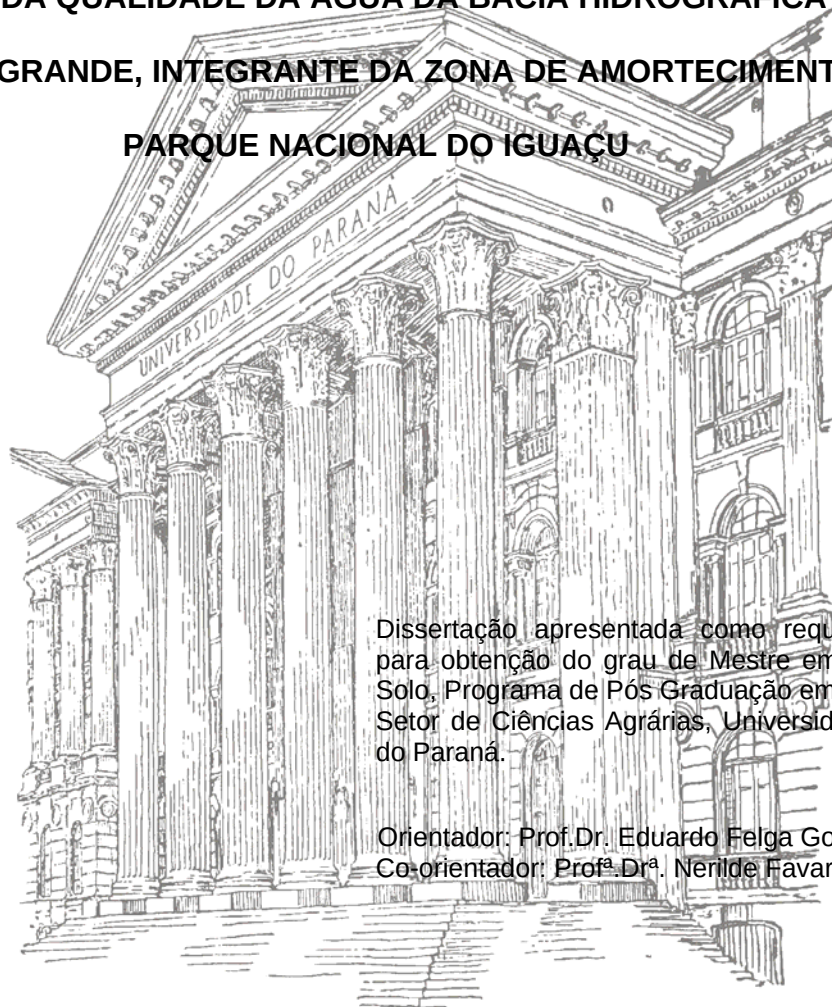


JONEL NAZARENO IURK

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
REPRESA GRANDE, INTEGRANTE DA ZONA DE AMORTECIMENTO DO
PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU**



Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof.Dr. Eduardo Felga Gobbi
Co-orientador: Prof.^a Dr.^a. Nerilde Favaretto

CURITIBA
2005

JONEL NAZARENO IURK

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
REPRESA GRANDE, INTEGRANTE DA ZONA DE AMORTECIMENTO DO
PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Ciência do
Solo, Programa de Pós Graduação em Agronomia,
Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal
do Paraná.

Orientador: Prof.Dr. Eduardo Felga Gobbi
Co-orientador: Prof^a.Dr^a. Nerilde Favaretto

**Para Maria Lorena,
Antônio Carlos, Karina e Marco Antônio,
Por amor**

AGRADECIMENTOS

Sem a colaboração de muitas pessoas não seria possível a realização desta dissertação. Agradeço ao professor e orientador Eduardo Felga Gobbi pelo acompanhamento, análise crítica e revisão do estudo, e ao engenheiro civil Humberto José Sanches, pelo auxílio inestimável nos trabalhos de campo.

A professora Nerilde Favaretto, por suas orientações.

Aos servidores do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, em especial ao técnico João Iraci da Silva e aos biólogos Apolônio N. Rodrigues e Jorge Pegoraro.

A Gilmara Antunes Fermiano e Cristina Braga do Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto da Universidade Federal do Paraná, pela inestimável contribuição a esta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE QUADROS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.2 HIPÓTESE	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	4
2.1.1 Parque Nacional do Iguaçu	5
2.1.2 Zona de amortecimento.....	8
2.2 GESTÃO AMBIENTAL	12
2.2.1 Planejamento ambiental	13
2.2.2 Gestão de bacias hidrográficas	13
2.3 DEGRADAÇÃO DO SOLO.....	15
2.3.1 Processos de degradação do solo	16
2.3.2 Compactação do solo	16
2.3.3 Erosão hídrica	17
2.3.4 Poluição do solo	18
2.4 QUALIDADE DA ÁGUA.....	19
2.4.1 Fatores relacionados à qualidade da água.....	24
2.4.2 Parâmetros de qualidade da água	25
2.4.2.1 Condutividade elétrica	26
2.4.2.2 Temperatura.....	27
2.4.2.3 Turbidez	27
2.4.2.4 Material em suspensão	28
2.4.2.5 Cloretos	29
2.4.2.6 Nutrientes em formas nitrogenadas	30
2.4.2.7 Nutrientes em formas fosfatadas.....	34
2.4.2.8 Colimetria	35

2.4.2.9 Demandas bioquímica e química de oxigênio (DBO _{5,20} , DQO)	36
2.4.2.10 Potencial hidrogeniônico - pH.....	37
2.4.2.11 Metais.....	38
2.4.2.12 Praguicidas.....	43
2.4.3 Fontes de poluição da água	43
2.4.4 Agroquímicos	45
2.4.4.1 Praguicidas no Parque Nacional do Iguaçu.....	47
3 MATERIAIS E MÉTODOS	48
3.1 ÁREAS DE ESTUDOS	48
3.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Represa Grande	48
3.1.1.1 Aspectos geológicos.....	51
3.1.1.2 Pedologia	53
3.1.1.3 Clima	56
3.1.1.4 Uso atual do solo.....	56
3.1.2 Sub Bacia do Rio Azul.....	57
3.1.3 Pontos de coleta de amostras	58
3.1.3.1 Velocidade da corrente e vazão	59
3.1.3.2 Campanhas para coletas de amostras	61
3.2 PARÂMETROS ANALISADOS	61
3.3 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DAS CAMPANHAS REALIZADAS	62
3.3.1 Aspectos dos pontos de coleta na campanha 1 de junho de 2004	62
3.3.2 Aspectos dos pontos de coleta na campanha 2 de novembro de 2004	64
3.3.3 Aspectos dos pontos de coleta na campanha 3 de março de 2005	66
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	68
4.1 RESULTADOS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	68
4.2 RESULTADOS DA TEMPERATURA	70
4.3 RESULTADOS DA TURBIDEZ	71
4.4 MATERIAL EM SUSPENSÃO.....	73
4.5 RESULTADOS DOS CLORETOS.....	77
4.6 RESULTADOS DOS NUTRIENTES	78
4.6.1 Resultados do nitrato.....	79
4.6.2 Resultados do nitrito.....	81
4.6.3 Resultados do nitrogênio orgânico	82
4.6.4 Resultados do nitrogênio amoniacal	84

4.6.5 Nitrogênio Kjeldahl Total	85
4.6.6 Resultados do nitrogênio total	86
4.6.7 Resultados do fósforo	87
4.7 RESULTADOS DA COLIMETRIA	90
4.8 RESULTADOS DA DBO _{5,20} E DA DQO.....	93
4.8.1 Resultados DBO _{5,20}	93
4.8.2 Resultados DQO	95
4.9 RESULTADOS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH.....	96
4.10 RESULTADOS PARA OS METAIS.....	98
4.10.1 Resultados do cádmio.....	98
4.10.2 Resultados do cobalto.....	99
4.10.3 Resultados do cobre.....	99
4.10.4 Resultados do cromo.....	100
4.10.5 Resultados do ferro	100
4.10.6 Resultados do manganês.....	101
4.10.7 Resultados do zinco	102
4.11 RESULTADOS PARA OS PRAGUICIDAS.....	103
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	108
6 REFERÊNCIAS.....	114
ANEXO 1 FICHA DE RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE	
ÁGUA E SEDIMENTOS.....	120

LISTA DE FIGURAS

1 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	7
2 MAPA DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU E ZONA DE AMORTECIMENTO.....	10
3 ATIVIDADES AGRÍCOLAS NA ZONA DE AMORTECIMENTO EM FOZ DO IGUAÇU - PR	11
4 ATIVIDADES AGRÍCOLAS NA ZONA DE AMORTECIMENTO EM MEDIANEIRA - PR.....	11
5 ZONA DE AMORTECIMENTO – SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR	11
6 EROÇÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO REPRESA GRANDE – MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA - PR	18
7 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO REPRESA GRANDE	49
8 MAPA DA BACIA DO RIO REPRESA GRANDE - PONTOS DE COLETAS DE AMOSTRAS DE ÁGUA E SEDIMENTOS	50
9 MAPA DAS PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO REPRESA GRANDE.....	52
10 MAPA DAS CLASSES DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO REPRESA GRANDE.....	55
11 PERFIS TOPOGRÁFICOS.....	60
12 ASPECTO GERAL DO PONTO P01.....	62
13 ASPECTO GERAL DO PONTO P02.....	62
14 ASPECTO GERAL DO PONTO P03.....	63
15 ASPECTO GERAL DO PONTO P04.....	63
16 ASPECTO GERAL DO PONTO P05.....	63
17 ASPECTO GERAL DO PONTO P06.....	63
18 ASPECTO GERAL DO PONTO P07.....	63
19 PROXIMIDADES DO PONTO P01 NO RIO REPRESA GRANDE... ..	64
20 COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA NO PONTO P01	64
21 PROXIMIDADES DO PONTO P02 NO RIO REPRESINHA.....	64
22 RIO REPRESINHA NO PONTO P02	64
23 PROXIMIDADES DO PONTO P03 NO RIO REPRESINHA.....	64
24 COLETA DE ÁGUA NO PONTO P03	64
25 PROXIMIDADES DO PONTO P04 NO RIO REPRESA GRANDE	65

26 COLETA DE ÁGUA NO PONTO P04	65
27 MATA CILIAR DO RIO REPRESA GRANDE NO PONTO P05	65
28 PONTO DE COLETA P05	65
29 MATA CILIAR DO RIO MORENO NO PONTO P06.....	65
30 COLETA DE ÁGUA NO PONTO P06	65
31 TRILHA DE ACESSO AO PONTO DE COLETA P07 NO RIO AZUL	66
32 COLETA DE ÁGUA NO PONTO P07	66
33 ASPECTOS DO PONTO P01	66
34 ASPECTOS DO PONTO P02	66
35 ASPECTOS DO PONTO P03	66
36 ASPECTOS DO PONTO P04	66
37 ASPECTOS DO PONTO P05	67
38 COLETA DE ÁGUA NO PONTO P06	67
39 ASPECTOS DO PONTO P07	67
40 VALORES DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	70
41 VALORES DE TURBIDEZ.....	73
42 VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS.....	74
43 VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS SUSPENSOS	75
44 VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	76
45 VALORES DOS CLORETOS	78
46 VALORES DOS NITRATOS.....	80
47 VALORES DOS NITRITOS	82
48 VALORES DOS NITROGÊNIO ORGÂNICO.....	83
49 VALORES DO NITROGÊNIO AMONIACAL	84
50 VALORES DO NITROGÊNIO KJELDAHL TOTAL	86
51 VALORES DOS NITROGÊNIO TOTAL.....	86
52 VALORES DO FÓSFORO TOTAL	89
53 VALORES DO FÓSFORO TOTAL DISSOLVIDO	90
54 VALORES DE COLIFORMES FECAIS	92
55 VALORES DE COLIFORMES TOTAIS	93
56 VALORES DE DBO _{5,20}	95
57 VALORES DE DQO	96
58 VALORES DO pH	97
59 CONCENTRAÇÕES DE FERRO	100

60 CONCENTRAÇÕES DE MANGANÊS	101
61 CONCENTRAÇÕES DE ZINCO	102
62 MAPA DA DIVISÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ NA ÁREA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU E ENTORNO	112
63 MAPA DA DIVISÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ NA ÁREA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU E ENTORNO E PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DE LIMITES DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.....	113

LISTA DE TABELAS

1 MUNICÍPIOS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU	9
2 PORTARIA SUREHMA QUE DISPÕEM SOBRE O ENQUADRAMENTO DOS CURSOS D'ÁGUA	23
3 DADOS CLIMÁTICOS DA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR.....	56
4 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	58
5 VELOCIDADE DA CORRENTE E VAZÕES	59
6 PRECIPITAÇÕES OCORRIDAS DURANTE AS CAMPANHAS	61
7 PARÂMETROS EM NÃO CONFORMIDADE CAMPANHA 1.....	105
8 PARÂMETROS EM NÃO CONFORMIDADE CAMPANHA 2.....	106
9 PARÂMETROS EM NÃO CONFORMIDADE CAMPANHA 3.....	107

LISTA DE QUADROS

1 RELAÇÃO ENTRE PH, NH + E NH ₄ OH	33
2 VALORES DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	69
3 VALORES DA TEMPERATURA DO AR E DA ÁGUA.....	71
4 VALORES DE TURBIDEZ.....	72
5 VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS.....	74
6 VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS SUSPENSOS	75
7 VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	76
8 VALORES DE CLORETOS.....	77
9 NUTRIENTES NA FORMA NITROGENADA PONTOS P01, P02, P03, P04	79
10 NUTRIENTES NA FORMA NITROGENADA PONTOS P05, P06, P07	79
11 NUTRIENTES NA FORMA FOSFATADA PONTOS P01, P02, P03, P04.....	88
12 NUTRIENTES NA FORMA FOSFATADA PONTOS P05, P06, P07	88
13 COLIFORMES TOTAIS E FECAIS PONTOS P01, P02, P03, P04	91
14 COLIFORMES TOTAIS E FECAIS PONTOS P05, P06, P07	91
15 VALORES DA DBO E DQO PONTOS P01, P02, P03, P04.....	94
16 VALORES DA DBO E DQO PONTOS P05, P06, P07	94
17 VALORES DO pH PONTOS P01, P02, P03, P04	97
18 VALORES DO pH PONTOS P05, P06, P07	97
19 CONCENTRAÇÃO DE METAIS PONTOS P01, P02, P03, P04	98
20 CONCENTRAÇÃO DE METAIS PONTOS P05, P06, P07.....	98
21 PRAGUICIDAS MONITORADOS NOS PONTO P01,P05 E P07	103
22 CONCENTRAÇÕES DOS PRAGUICIDAS MONITORADOS	103

RESUMO

Este trabalho trata da Zona de Amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu que é uma das mais significativas unidades de conservação do Brasil, pois abriga a maior e mais importante área de Floresta Estacional Semidecidual (floresta tropical subcaducifólia) do território brasileiro. A Zona de Amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu tem sido caracterizada como uma área de intensos conflitos motivados pelo permanente desafio de abrigar simultaneamente duas demandas importantes para a sociedade: servir de proteção ambiental ao parque e ter seus recursos naturais utilizados para o desenvolvimento econômico regional. O Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu (IBAMA, 1999) relata que a falta de um manejo adequado dos recursos naturais existentes na Zona de Amortecimento contribui para o desequilíbrio do ecossistema daquela unidade de conservação. O principal objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Represa Grande pertencente à Zona de Amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu tendo em vista as atividades antrópicas realizadas naquela bacia hidrográfica. Para isso foram monitorados os rios Represinha, Represa Grande e Moreno. Para efeitos de comparação com a qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Represa Grande, também foi monitorado o Rio Azul, que é um corpo de água que representa a qualidade das águas naturais, visto que está inteiramente situado dentro dos limites do parque nacional, sendo tributário da Bacia Hidrográfica do Rio Floriano. A pesquisa realizada contemplou três campanhas de coleta de dados em sete pontos de monitoramento, sendo dois deles demarcados na divisa do parque nacional para avaliação da qualidade das águas que adentram o mesmo. Os parâmetros analisados para as amostras de água foram: potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, turbidez, temperatura da água e do ar, material em suspensão, nitrogênio orgânico total, amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo total e fósforo total dissolvido, metais (cromo, ferro, níquel, cádmio, zinco, cobalto, cobre e manganês), demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, cloretos, coliformes totais e fecais. Para a quantificação de praguicidas na água e nos sedimentos foram monitorados os ingredientes ativos clorimuron etílico, glifosato e o endossulfan. Os resultados obtidos comprovam a existência de poluição nas águas da Bacia Hidrográfica do Rio Represa Grande em decorrência das atividades antrópicas realizadas na Zona de Amortecimento, o que contribui para afetar negativamente a qualidade ambiental do ecossistema protegido pelo Parque Nacional do Iguaçu.

Palavras-chave: unidade de conservação; qualidade ambiental; praguicidas; glifosato.

ABSTRACT

This work deals with the Buffer Zone of Iguaçu National Park. This park is one of the most significant conservation unit in Brazil, because it shelters the greatest and most important area of semideciduous seasonal forest (subcaducifolia tropical forest) remainder of our country. The Buffer Zone of Iguaçu National Park has been characterized as intense conflicts area, motivated by the permanent challenge of simultaneously sheltering two important demands for the society: to serve of environmental protection of the park in one hand and exploration of the environmental resources for economic development in other hand. The handling plan of Iguaçu National Park (1999, IBAMA) certifies that the lack of an adjusted handling of the existing natural resources in the Buffer Zone contributes for the ecosystem disequilibrium of the conservation unit. The main objective of this research was to analyze the amount of waters of Represa Grande River's watershed pertaining to the Buffer Zone of the Iguaçu National Park, in view of the anthropics activities carried through in that watershed. For this, the Represinha River, the Represa Grande River and the Moreno River were monitored. For the comparison purpose with the water qualities of the Represa Grande River's watershed, the Azul River was also monitored. The Azul River is a course of water that represents the quality of natural waters, since it's situated inside the limits of the national park and tributary of Floriano River's watershed. The carried through research contemplated three campaigns of data collections in seven points of control, being two of them demarcated in the verge of the national park for evaluation of waters quality. The analyzed parameters for the water samples had been: hydrogenionic potential, electric conductivity, turbidity, water and air temperature, material in suspension, nitrite, nitrate, ammoniac, dissolved total phosphorus, dissolved phosphorus, metals (chromium, iron, nickel, cadmium, zinc, cobalt, copper and manganese), chemical demand of oxygen, biochemical demand of oxygen, chlorides, coliform bacteria. For the pesticides qualification in the water and the sediments, the active ingredients clorimun ethyl, glyphosate and endossulfan had been monitored. The results obtained prove the existence of pollution in waters of Represa Grande River's watershed caused by the anthropic activities at the Buffer Zone, which contributes to negative affect the environmental quality of the ecosystem protected by the Iguaçu National Park.

Key words: conservation units; environmental quality; pesticides; glyphosate.

1 INTRODUÇÃO

No seu processo evolutivo o homem tem provocado incessantemente alterações sobre o meio ambiente. Com a utilização inadequada dos recursos naturais do planeta a humanidade vem deteriorando a qualidade ambiental de seu habitat. Diante da ameaça real à sua sobrevivência, a degradação ambiental passa a exigir da humanidade soluções e estratégias que interrompam e revertam seus danosos efeitos a Terra. As soluções para recuperação, conservação e preservação ambiental devem considerar os ambientes modificados pelo homem e especialmente os ambientes naturais remanescentes. Uma estratégia já adotada pelo estado brasileiro, para se evitar o esgotamento dos recursos naturais, é a criação de áreas de proteção para porções de ecossistemas remanescentes, áreas estas denominadas de unidades de conservação.

Dentre as diversas categorias de unidades de conservação existentes no Brasil os parques nacionais fazem parte do grupo de unidades de proteção integral. O parque nacional tem como objetivo básico à preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Para estabelecer um cinturão de proteção aos parques nacionais a legislação ambiental brasileira definiu uma zona de transição entre as terras protegidas, pertencentes à unidade de conservação e as terras intensivamente usadas no seu entorno, denominada de zona de amortecimento (ZA). A zona de amortecimento foi criada através da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 013 /90, e reconhecida pela Lei Federal Nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que foi regulamentada pelo Decreto Federal Nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. A zona de amortecimento constitui-se numa faixa de terra de 10 km de largura envolvendo o perímetro da unidade de conservação.

Esta pesquisa foi realizada na zona de amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu, que é uma das mais significativas unidades de conservação do Brasil, visto que abriga a maior e mais importante área de Floresta Estacional Semidecidual (floresta tropical subcaducifólia) remanescente de nosso País. A zona de amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu tem sido caracterizada como uma área de intensos conflitos motivados pelo permanente desafio de abrigar simultaneamente

duas demandas importantes para a sociedade: conservação ambiental do parque e exploração dos recursos naturais de seu entorno para desenvolvimento econômico.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é analisar a qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Represa Grande pertencente à zona de amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu. Como objetivos específicos se pretende:

- a) qualificar e quantificar os efeitos das ações antrópicas sobre a qualidade da água no âmbito da bacia hidrográfica pertencente à zona de amortecimento, avaliando-se os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, turbidez, material em suspensão, cloretos, nutrientes formas nitrogenadas (nitrato, nitrito e nitrogênio), nutrientes formas fosfatadas (fósforo total e fósforo total dissolvido), colimetria (coliformes totais e fecais), demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, praguicidas e metais (cobre, cádmio, cobalto, cromo, zinco, manganês e ferro).
- b) comparar a qualidade das águas do rio Represa Grande (zona de amortecimento) e do rio Azul (Parque Nacional do Iguaçu) através dos parâmetros descritos no item anterior.
- c) em decorrência dos resultados obtidos, subsidiar plano de gestão ambiental para bacias hidrográficas integrantes da zona de amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu a ser elaborado pela administração pública; municipal, estadual ou federal; jurisdicionada na área de influência dos estudos.
- d) em decorrência dos resultados obtidos, comprovar a necessidade de que, para a criação de unidades de conservação de proteção integral, deverá ser considerada a proteção de toda a bacia hidrográfica na qual a unidade estará inserida.

1.2 HIPÓTESE

Como áreas de estudos foram escolhidas duas sub-bacias hidrográficas do rio Iguaçu, a bacia do rio Represa Grande e a bacia do rio Azul. A bacia hidrográfica do rio Represa Grande tem suas nascentes fora da zona de amortecimento, com controle nesta zona e no Parque Nacional do Iguaçu; e a bacia do rio Azul tem suas nascentes e controle exclusivamente dentro daquela unidade de conservação.

Foram formuladas as seguintes hipóteses:

- a forma atual de ocupação e uso do solo da zona de amortecimento influencia negativamente a qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Represa Grande afetando diretamente a unidade de conservação.
- A utilização inadequada de pesticidas nas atividades agrícolas no âmbito da bacia em estudo tem contribuído para a poluição do rio Represa Grande, carreando para dentro da unidade de conservação, por veiculação hídrica, princípios ativos prejudiciais à fauna e flora do parque.
- A comparação da qualidade da água das duas bacias em estudo permitirá avaliar o grau de degradação da qualidade da água do rio Represa Grande.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Durante seu desenvolvimento as sociedades humanas identificaram a existência de sítios geográficos com características especiais e providenciaram medidas para protegê-los. Esses espaços geográficos estavam associados a usos e costumes como proteção de fontes de água, áreas para caça, plantas medicinais e outros recursos naturais. Conforme URBAN (2002), a primeira iniciativa de proteção integral pelo Estado, de uma área natural delimitada, aconteceu nos Estados Unidos, em 1872, com a criação do Parque Nacional Yellowstone. Os motivos para a criação desse parque foram à preservação de atributos cênicos, a significação histórica e o potencial para atividades de lazer. Ainda que o esforço não tenha sido para a preservação ambiental, esta iniciativa serviu de exemplo para outros países, inclusive para o Brasil, pois conforme citado por URBAN (2002), em 1876 André Rebouças já propunha a criação do Parque Nacional de Guaira.

A Constituição Brasileira em vigor reconhece o meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito de todos. Para manter este equilíbrio a Constituição destacou algumas obrigações ao Poder Público. Entre estas obrigações está a de definir “espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos”.

Para MARÉS (1993) a criação destes espaços há de ser feita por atos normativos ou administrativos que possibilitem ao Poder Público a proteção especial de certos bens, restringindo ou limitando sua possibilidade de uso ou transferência, pelas suas qualidades inerentes, ou porque fazem parte de um complexo que exige proteção especial pela sua fragilidade. Estes espaços territoriais podem se converter em unidades de conservação especialmente protegidas e administradas.

MARÉS (1993) afirma que cada espécie de unidade de conservação ou espaço protegido tem uma finalidade própria criada pela lei, dependendo dos atributos que justifiquem a sua proteção, que podem ser ora para proteger a beleza natural ou artificial, ou determinada forma de vegetação ou vida animal ou mesmo a cultura humana, ora para lazer ou para puro divertimento, pesquisa, estudo ou investigação científica.

De acordo com a Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, as unidades de conservação (UC's) são espaços territoriais (incluindo seus recursos ambientais e as águas jurisdicionais) com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e com limites definidos, sob regime especial de administração, às quais se aplicam com garantias adequadas de proteção. As unidades de conservação (UC's) são divididas em dois grupos:

- unidades de proteção integral: o objetivo básico dessas unidades é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, ou seja, atividades educacionais, científicas e recreativas. Fazem parte desta categoria as unidades: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.

- unidades de uso sustentável: o objetivo básico dessas unidades é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Esse grupo é composto pelas seguintes categorias de unidades de conservação: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

2.1.1 Parque Nacional do Iguaçu

Os parques nacionais pertencem ao grupo de unidades de conservação de proteção integral destinadas à preservação integral de áreas naturais com características de grande relevância sob os aspectos ecológicos, beleza cênica, científico, cultural, educativo e recreativo, vedada às modificações ambientais e a interferência humana direta (IBAMA,1999). Também comportam a visitação pública com fins recreativos e educacionais, regulamentada pelo plano de manejo da unidade.

As pesquisas científicas, quando autorizadas pelo órgão responsável pela sua administração, estão sujeitas às condições e restrições determinadas por este, bem como ao que for definido em seu plano de manejo.

Descrição e Histórico

O Parque Nacional do Iguaçu, criado pelo Decreto Federal n.º 1.035, de 10 de janeiro de 1939 e alterado pelo decreto nº 86.676 de 01 de dezembro de 1981, constitui-se no primeiro Parque Nacional tombado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO como Patrimônio da Humanidade em 1986. Unidade de Conservação administrada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA é o segundo parque nacional criado Brasil. Tendo as Cataratas como atração principal, o Parque Nacional do Iguaçu é visitado anualmente por cerca de um milhão de pessoas (IBAMA, 2000). Ainda que a maioria dos visitantes seja atraída pela quedas d'água do rio Iguaçu, outros atrativos podem ser desfrutados como trilhas para caminhadas e interpretação ambiental, passeios de barco, observação guiada de aves, piquenique no Porto Canoas e hospedagem.

Está localizado na região sul do país, no estado do Paraná, na porção meridional de seu terceiro planalto (Figura 01). A cidade mais próxima da sede administrativa da unidade é Foz do Iguaçu que fica a 680 Km de distância da capital. O acesso principal é através da BR-469, que liga a cidade de Foz do Iguaçu até o Parque.

Com uma área de 185.265,5 hectares e 400 quilômetros de perímetro seus terrenos são parte integrante dos extensos derrames vulcânicos que ocupam considerável área na Bacia do Paraná da ordem de 1.200.000 km². No Estado do Paraná esses derrames pertencem ao Grupo São Bento (Formação Serra Geral) e ocupam aproximadamente 2/3 do território, distribuindo-se em toda sua porção oriental (IBAMA, 1999).

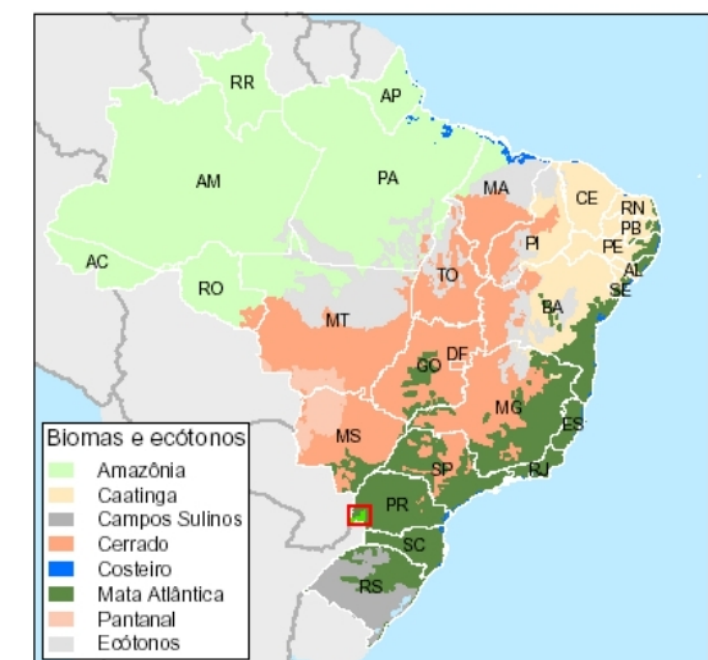
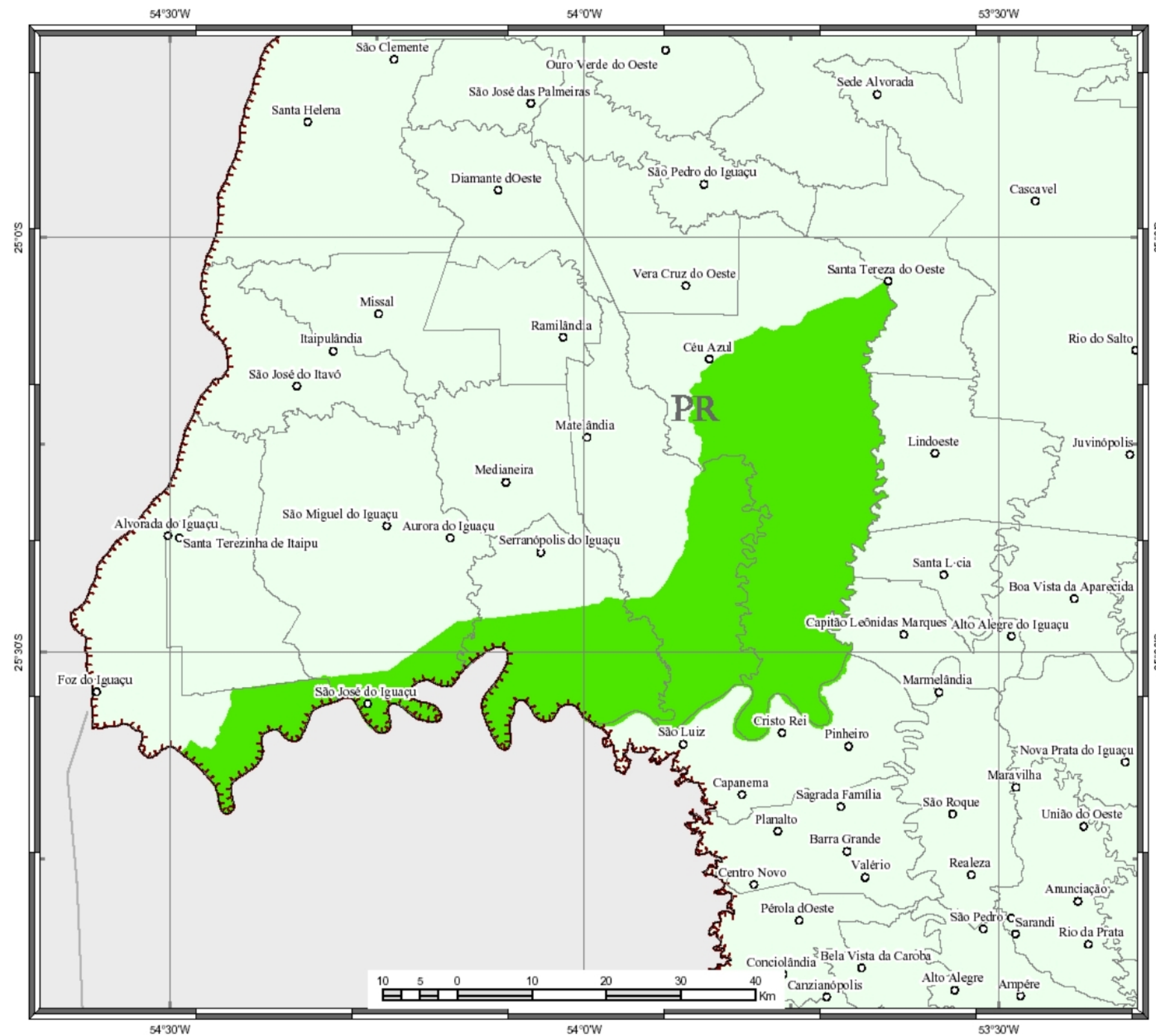
O clima é temperado (Mesotérmico brando superúmido sem seca), com temperatura média anual entre 18 e 20 graus centígrados. A estação mais quente é janeiro, com inverno ameno. A média pluviométrica é de 1600mm. Os meses secos são abril, maio e junho e os meses chuvosos, outubro, novembro e dezembro.

FIGURA 01 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
FEDERAIS DO BRASIL

Parque Nacional do Iguaçu

- Localização no Brasil -



A vegetação é representada pela Floresta Estacional Semidecidual, tratando-se do único e último registro ecologicamente viável no estado do Paraná (IBAMA,2000). Ainda na unidade existem formações de Savanas, Floresta Ombrófila Densa e Mista (araucária) e Formação Pioneira de Influência Fluvial (banhados e meandros). A Floresta Estacional Semidecidual é caracterizada pela exuberância em espécies, com árvores de grande porte como alecrim, angico, cedro, açoita-cavalo, cabriúva, pau-marfim e peroba-rosa.

De acordo com o IBAMA (2000), com relação à diversidade biológica, foram identificadas até o momento, 257 espécies de borboletas, 18 espécies de peixes, 12 espécies de anfíbios, 41 espécies de serpentes, 8 de lagartos, 3 de quelônios, 348 espécies de aves e 45 de mamíferos. A fauna existente no parque é de expressão rara e representativa, com a presença de espécies como a onça-pintada, puma, anta, veado-mateiro, capivara, lontra, jacaré-de-papo-amarelo, muitas delas ameaçadas de extinção no território brasileiro. A avifauna é composta por espécies como araras, tucanos, gaviões, beija-flores, pintassilgos, jaburus, destacando-se ainda a arara-canindi, o papagaio-de-peito-roxo, o macuco e o pato mergulhador (IBAMA, 1989).

2.1.2 Zona de amortecimento

De acordo com ORLANDO (1991), a zona de amortecimento de uma unidade de conservação é constituída pelas áreas de transição entre terras protegidas e terras intensivamente usadas. A integridade de qualquer unidade de conservação (UC), e em especial do Parque Nacional do Iguaçu (PNI), depende fundamentalmente do uso da terra e das atividades exercidas nos municípios e áreas de entorno.

Segundo a Lei Federal N° 9.985 de 18 de julho de 2000, no Capítulo I, Artigo 2°, entende-se por:

I - unidade de conservação: "espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção". XVIII - zona de amortecimento: o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

O Capítulo IV, Artigo 25 prevê que: "As unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir uma zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos". Os parágrafos 1º e 2º do Artigo 25 prevêem o seguinte:

§ 1º O órgão responsável pela administração da unidade estabelecerá normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos de uma unidade de conservação.

§ 2º Os limites da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos e as respectivas normas de que trata o § 1º poderão ser definidas no ato de criação da unidade ou posteriormente.

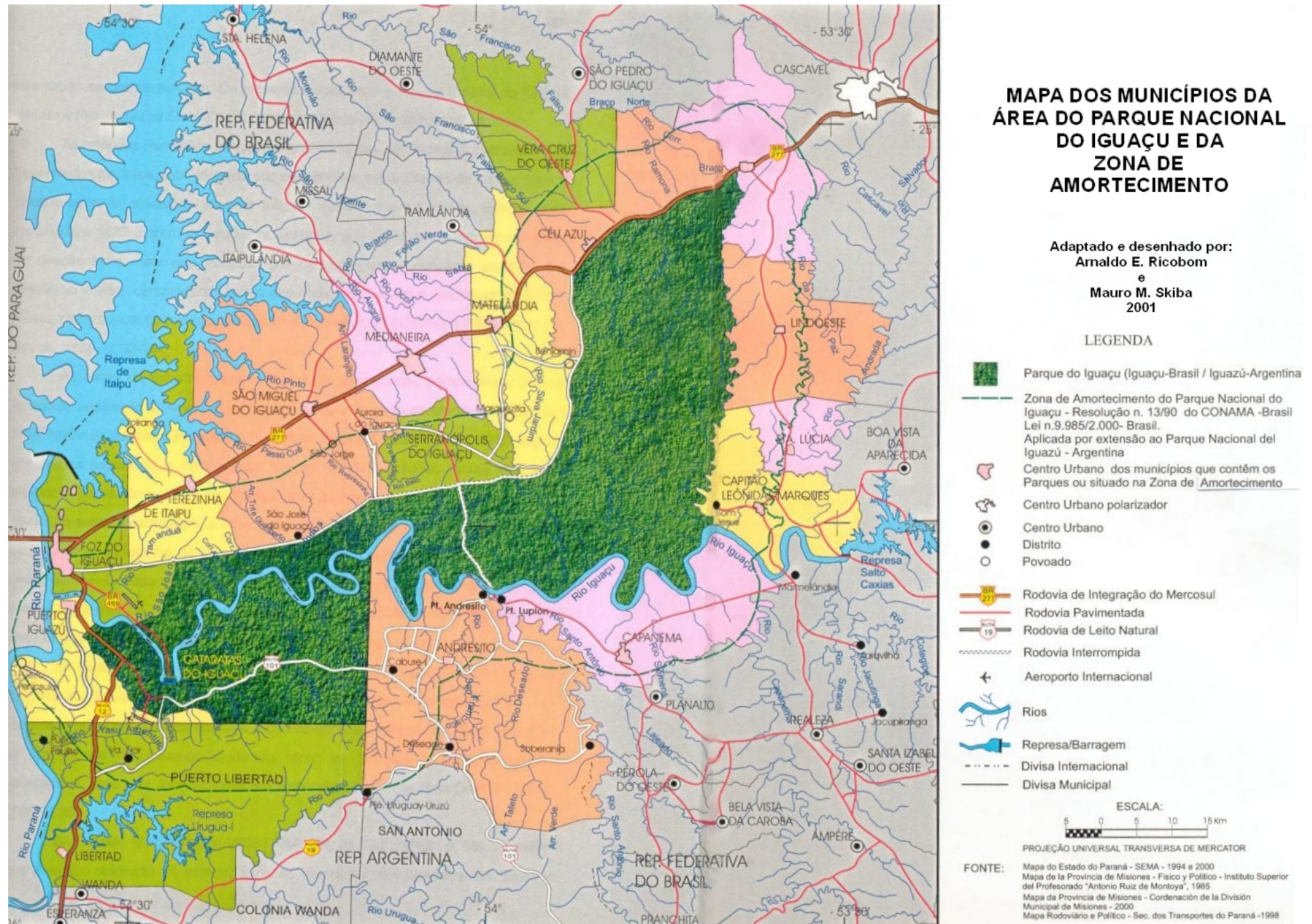
A zona de amortecimento (ZA) do Parque Nacional do Iguaçu abrange uma faixa de terra envoltória ao seu perímetro com 10 quilômetros de largura, a partir dos limites da área protegida. Conforme mostrado na Tabela 01, são 2.364,96 km² de área envolvendo 13 municípios do oeste e do sudoeste do Paraná: Foz do Iguaçu, São Miguel do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu, Serranópolis do Iguaçu, Medianeira, Matelândia, Vera Cruz do Oeste, Céu Azul, Santa Tereza do Oeste, Lindoeste, Santa Lúcia, Capitão Leônidas Marques e Capanema (Figura 02).

TABELA 01- MUNICÍPIOS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU

MUNICÍPIO	SUPERFÍCIE DO MUNICÍPIO EM KM ²	ÁREA DO MUNICÍPIO NO PNI EM KM ²	ÁREA DO MUNICÍPIO NA ZA EM KM ²	% DA ÁREA DO MUNICÍPIO NA ZA
1. Capanema	419,48		391,88	93,42
2. Capitão Leônidas Marques	277,77		162,72	58,58
3. Céu Azul	1.179,26	841,64	301,54	25,57
4. Foz do Iguaçu	595,38	123,13	137,53	23,10
5. Lindoeste	361,73		222,28	61,45
6. Matelândia	645,27	303,99	235,65	36,52
7. Medianeira	326,72		26,79	0,82
8. Santa Lúcia	116,55		50,43	43,27
9. Santa Tereza do Oeste	326,29		233,95	71,70
10. Santa Terezinha de Itaipu	283,64		139,95	49,34
11. São Miguel do Iguaçu	848,84	104,57	238,78	28,13
12. Serranópolis do Iguaçu	484,08	299,98	168,94	34,90
13. Vera Cruz do Oeste	327,07		54,52	16,67
TOTAL			2.364,96	

FONTE: SKIBA,M.M. - 2001. Adaptada por IURK,J.N.

FIGURA 02 - MAPA DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU E DA ZONA DE AMORTECIMENTO



A principal atividade econômica realizada na zona de amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu é a agricultura mecanizada, com uso intensivo de agroquímicos (Figura 03). Em algumas propriedades rurais a falta de práticas adequadas de conservação do solo tem provocado, através da erosão hídrica (Figura 04), a presença de sedimentos e agrotóxicos nos rios que atravessam a zona de amortecimento e chegam ao parque.

FIGURA 3 - ATIVIDADES AGRÍCOLAS NA ZONA DE AMORTECIMENTO - FOZ DO IGUAÇU-PR



FONTE: IBAMA - PNI - 2003

FIGURA 4 - ATIVIDADES AGRÍCOLAS NA ZONA DE AMORTECIMENTO - MEDIANEIRA - PR



FONTE: SANCHES, H.J. 20/11/2004

FIGURA 5 - ZONA DE AMORTECIMENTO - SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR



FONTE: SANCHES, H.J. 20/11/2004

2.2 GESTÃO AMBIENTAL

O desenvolvimento de nosso país tem sido lastreado basicamente com a exploração dos recursos naturais. A ausência de um planejamento adequado, que ponderasse a variável ambiental, produziu no território brasileiro a degradação de vários de seus ecossistemas.

ANDRADE e LOPES (2000) consideram que entre os diversos problemas ambientais enfrentados na atualidade pela sociedade brasileira merecem destaque as diversas formas de poluição causadas por atividades industriais, de mineração e pela expansão urbana, com conseqüente contaminação do ar, do solo e da água. Além destes os referidos autores mencionam também os desmatamentos estimulados pelo aumento das atividades agrosilvopastoris, com perda de diversidade da fauna e da flora e exposição do solo a processos erosivos; as práticas agrícolas inadequadas que provocam a erosão dos solos e o assoreamento de rios, a contaminação de águas superficiais e subterrâneas por produtos químicos, como fertilizantes e pesticidas; a implantação de empreendimentos de grande porte, como represas, estradas e ferrovias, com problemas múltiplos de desmatamento, degradação do solo, aterros e alterações nas drenagens e prejuízo à fauna, com mudanças ou eliminação de habitats, entre outros.

Com a promulgação da Constituição Brasileira em 1988, a sociedade brasileira mostrou capacidade de reação e estabeleceu as condições necessárias para que a variável ambiental obrigatoriamente fosse incorporada em todas as ações de desenvolvimento de nosso país.

O Capítulo VI da Constituição do Brasil, que trata do Meio Ambiente, traz em seu Artigo 225º que "todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações" e indica em seu § 1º que incumbe ao Poder Público "preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas", de "exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade" e de "promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente", entre outros itens (BRASIL, 1988).

A aprovação de um capítulo sobre meio ambiente na Constituição Brasileira de 1988 incumbiu o poder público para a formulação da Política Ambiental a ser implantada em nosso país. Conceitualmente, Política Ambiental é um instrumento legal que oferece um conjunto consistente de princípios doutrinários que conformam aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação no uso, controle, proteção e conservação do ambiente (LANNA, 1995). Como consequência direta da formulação da Política Ambiental e para sua implementação surge a Gestão Ambiental.

Segundo LANNA (1995), Gestão Ambiental é o processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço, visando garantir, com base em princípios e diretrizes previamente acordados e definidos, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais naturais, econômicos e sócio-culturais às especificidades do meio ambiente.

2.2.1 Planejamento ambiental

O Planejamento Ambiental constitui importante instrumento para o processo de gestão do espaço. Para sua implementação existe uma grande disponibilidade de métodos e modelos, que variam desde a concepção filosófica até a unidade espacial de referência (por exemplo: bio-região, zona ecológico-econômica, bacia hidrográfica, etc.). De acordo com LANNA (1995), Planejamento Ambiental é um processo organizado de obtenção de informações, reflexão sobre os problemas e potencialidades de uma região, definição de metas e objetivos, definição de estratégias de ação, definição de projetos, atividades e ações, bem como definição do sistema de monitoramento e avaliação que irá retroalimentar o processo. Este processo visa organizar a atividade sócio-econômica no espaço, respeitando suas funções ecológicas, de forma a promover o desenvolvimento sustentável.

2.2.2 Gestão de bacias hidrográficas

Conforme MUSETTI (1999), Bacia Hidrográfica (BH), é uma área de terra determinada por feições topográficas, tendo em conjunto uma superfície de água e drenagens subterrâneas (lençol freático). O limite da bacia hidrográfica é estabelecido considerando-se a topografia, declividade e divisores de água.

Normalmente, numa bacia hidrográfica estão incluídas atividades sócio-econômicas de uso e ocupação, além de fatores físicos, ambientais e jurídicos.

A bacia hidrográfica deve ser entendida como sendo a unidade ecossistêmica e morfológica que permite a análise e entendimento dos problemas ambientais. Ela também é perfeitamente adequada para um planejamento e manejo, buscando otimizar a utilização dos recursos humano e natural, para estabelecer um ambiente sadio e um desenvolvimento sustentado.

De acordo com LANNA (1995), Gerenciamento de Bacia Hidrográfica é um processo de orientação de longo prazo para o poder público e a sociedade, visando a utilização e monitoramento dos recursos ambientais, econômicos e sócio-culturais, dentro dos limites de uma bacia hidrográfica, no intuito de promover o desenvolvimento sustentável. A gestão de bacias hidrográficas requer processos de negociação social, sustentada por conhecimentos científicos e tecnológicos, que visem a compatibilização das demandas e das oportunidades de desenvolvimento da sociedade com o potencial existente e futuro do meio ambiente, na unidade espacial de intervenção da bacia hidrográfica.

Este modelo de gestão apresenta algumas vantagens e desvantagens. A vantagem é que a rede de drenagem de uma bacia consiste num dos caminhos preferenciais de boa parte das relações causa-efeito, particularmente aquelas que envolvem o meio hídrico. As desvantagens são que nem sempre os limites municipais e estaduais atualmente estabelecidos respeitam os divisores da bacia e, conseqüentemente, a dimensão espacial de algumas relações de causa-efeito de caráter econômico e político (LANNA,1995).

Além disso, em certas situações, a delimitação completa de uma bacia hidrográfica poderá estabelecer uma unidade de intervenção demasiadamente grande para que os processos de negociação social sejam eficazes. Nesses casos, alguns esquemas de subdivisão de grandes bacias em micro-bacias deverão ser adotados, em conjunto com uma necessária articulação entre as partes. Uma microbacia hidrográfica é definida como o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, cuja delimitação é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno. Estas linhas são definidas pela conformação das curvas de nível existentes na carta topográfica e ligam os pontos mais elevados da região em torno da drenagem considerada (CUNHA & GUERRA, 1996).

De acordo com LACENLU e ALVARENGA (2000), a micro-bacia, constitui a unidade geográfica ideal para um planejamento integrado dos recursos naturais no ecossistema por ela envolvido. Rede de drenagem, geologia, geomorfologia e a vegetação são recursos naturais que interagem entre si e entre a distribuição de classes de solo, considerado o principal recurso natural na elaboração de planejamentos racionais de uso das terras.

2.3 DEGRADAÇÃO DO SOLO

LARIOS (2000) afirma que o solo é constituído de camadas ou horizontes de compostos minerais e/ou orgânicos, com diferentes espessuras, que constituem o denominado perfil de intemperismo. Sendo a camada superficial da crosta terrestre em que a vegetação se sustenta e é nutrida, é formada por diversas partículas de rochas em diferentes estágios de decomposição, água e substâncias químicas dissolvidas, ar, organismos vivos e matéria orgânica.

Como suporte essencial à sobrevivência humana o solo é passível de ser degradado em função de sua utilização pelo homem. A degradação do solo acontece de formas diversas sendo as mais conhecidas àquelas decorrentes da implantação de sistemas agrícolas e urbanos, tais como: desmatamento, expansão desordenada de cidades, poluições orgânicas e industriais. Fatores naturais, por sua vez também contribuem para a deterioração do solo, como as chuvas intensas.

Em 1992, a Conferência das Nações Unidas em Desertificação - UNCOD (United Nations Environment Programme - UNEP) produziu a seguinte definição de degradação das terras:

"Degradação é a redução de recursos potenciais por um ou uma combinação de processos agindo sobre a terra. Estes processos incluem erosão hídrica, erosão eólica e sedimentação por aqueles agentes, provocando redução no total ou na diversidade da vegetação natural" (UNEP,1992).

A degradação prejudica severamente o desempenho das funções básicas do solo, provocando impactos ambientais negativos sobre a qualidade de vida nos ecossistemas. SHERIDAN (1981) enfatizou que a degradação das terras caracteriza-se através dos sintomas: redução gradativa do nível do lençol freático, salinização da superfície do solo e da água, redução das águas superficiais, elevada erosão não natural do solo, e a desolação da vegetação nativa.

2.3.1 Processos de degradação do solo

Diversos são os processos que causam a degradação do solo. De acordo com o relatório GEO BRASIL (IBAMA, 2002), estes processos estão associados a fatores edáficos, climáticos e antrópicos, podendo ser potencializados pelo uso e manejo inadequados da terra. Desmatamento indiscriminado, exploração acima da capacidade de suporte, uso intensivo de grades de discos no preparo do solo, são práticas que expõe o solo aos fatores intempéricos que provocam a alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. “A perda da camada superficial do solo é a principal forma de expressão da degradação das terras no Brasil, sendo a erosão a sua causa maior” (GEO BRASIL, 2002).

2.3.2 Compactação do solo

O United States Department of Agriculture - USDA (1993) considera que a compactação do solo é resultado da pressão nele exercida pelo impacto da chuva, pelo pastoreio animal, pelas grandes variações repetitivas no estado da água do solo, e finalmente por tratores e outras máquinas agrícolas.

A compactação causada somente pelas variações repetitivas do estado da água no solo é chamada de "compactação da água" enquanto a causada pela pressão de máquinas e animais, como também pelo impacto da chuva, é chamada de "compactação mecânica" (USDA, 1993). Conforme HILLEL (1982) as camadas compactadas de solos restringem a infiltração de água e aceleram a erosão superficial do solo nos períodos de chuva. “Se a camada compactada é muito próxima à superfície do solo, a água pode não penetrar até o nível de crescimento radicular das plantas, ou mesmo até horizontes mais profundos” (HILLEL, 1982).

A redução da penetração da água no solo irá fazer o solo efetivamente mais árido que aquele esperado, devido à variação climática. Camadas superficiais compactadas podem impedir o crescimento de plântulas, pela penetração na superfície do solo, enquanto que camadas mais profundas compactadas podem restringir o crescimento de raízes, dentro das camadas profundas do solo (HILLEL, 1982).

2.3.3 Erosão hídrica

Conforme BERTONI & LOMBARDI (1990), no Brasil a erosão hídrica é a principal forma de degradação dos solos e ocorre em três fases: desagregação, transporte e deposição; e principalmente nas formas laminar, sulcos e voçorocas. De acordo com o USDA (1993) a erosão laminar é uma remoção, aproximadamente não uniforme, de solo para uma área fora do local de desenvolvimento, de fácil identificação pelos canais de água formados. Em consequência de seu desenvolvimento tem-se a erosão em sulcos e as voçorocas. A erosão laminar pode ser séria em inclinações de somente 1 a 2%, mas é geralmente grave a fortes inclinações, em gradientes de solo.

Erosão em sulcos é a remoção de solos causada por vários cortes de pequenas dimensões, canais conspícuos, onde o escoamento superficial é concentrado. Os pequenos canais podem ser facilmente corrigidos pelo cultivo.

De maior gravidade são as erosões em voçorocas: a água corta profundamente o solo, ao longo da linha de fluxo. Os canais resultantes desse tipo de erosão não podem ser ordinariamente corrigidos para o cultivo, e pode ficar impossível a utilização de maquinaria (USDA, 1993).

O USDA (1993) considera ainda um outro processo, menos usual, que é o tipo de erosão proporcionada pela água em forma de funil. Ele ocorre quando subsuperfícies ou camadas subsuperficiais são mais susceptíveis ao movimento livre da água que as camadas superficiais. A água ganha entrada no interior da subsuperfície, através de fendas ou buracos. A água penetra no material subsuperficial e move-se para baixo, no interior do solo, ou se existir um caminho preferencial, completamente para fora do solo. Isso forma uma série de túneis largos e coalescentes, e, na direção desses túneis, pode produzir um aumento da largura, em forma de funil (USDA, 1993). Tal tipo de erosão é um processo danoso, uma vez que, sobre esses minadouros embaixo da superfície, pode ocorrer o colapso, pelo peso de uma pessoa trabalhando, de um animal, ou de uma maquinaria.

Nas Figuras 05 e 06 são mostrados processos de erosão hídrica em áreas cultivadas na zona de amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu, dentro dos limites da bacia hidrográfica do rio Represa Grande, no município de Medianeira.

FIGURA 6 - EROSÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO REPRESA GRANDE - MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA - PR



FONTE: SANCHES, H.J 24/11/2004

2.3.4 Poluição do solo

Através do desenvolvimento tecnológico, a civilização moderna tem produzido uma série de substâncias que contaminam a atmosfera, o solo, os rios e os mares, alterando a qualidade ambiental do planeta. A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) considera que quando a alteração ecológica afeta, de maneira nociva, direta ou indiretamente, a vida e o bem estar humano, trata-se de poluição (CETESB,2005).

A contaminação através de substancias poluentes é um dos principais fenômenos de degradação dos solos. O relatório GEO BRASIL (2002) aponta como causas da contaminação do solo o uso de defensivos agrícolas, a sobreutilização de terras de menor potencial agrícola, disposição inadequada de lixo urbano e industrial, lançamento de efluentes domésticos e industriais sobre o solo, diretamente ou via extravasamento de rios e canais de esgotamento.

A contaminação do solo por agroquímicos tem sido registrada em situações específicas como a contaminação por cobre e zinco em áreas de horticultura e fruticultura, e compostos de atrazina em áreas de arroz irrigado, dentre outras (GEO BRASIL,2002).

De acordo com o AMBIENTEBRASIL (2005):

O processo de contaminação pode então se definir como a adição no solo de compostos, que qualitativa e/ou quantitativamente podem modificar as suas características naturais e utilizações, produzindo então efeitos negativos, constituindo poluição. Estando a contaminação do solo diretamente relacionado com os efluentes líquidos e sólidos neste lançados e com a deposição de partículas sólidas (lixeiros), independentemente da sua origem, salienta-se a imediata necessidade de controlo destes poluentes, preservando e conservando a integridade natural dos meios receptores, como sendo os recursos hídricos, solos e atmosfera.

2.4 QUALIDADE DA ÁGUA

A água pura (H_2O) é um líquido formado por moléculas de hidrogênio e oxigênio. Na natureza, ela é composta por gases como oxigênio, dióxido de carbono e nitrogênio, dissolvidos entre as moléculas de água. Também fazem parte desta solução líquida, sais como nitratos, cloretos e carbonatos; elementos sólidos, poeira e areia podem ser carregados em suspensão. Sendo um recurso natural renovável a água é encontrada em três estados físicos: sólido (gelo), gasoso (vapor) e líquido (AMBIENTE BRASIL, 2005).

O termo qualidade da água é aplicado para descrever suas características químicas, físicas e biológicas, através da utilização de parâmetros de qualidade que, quando analisados, possibilitam verificar se a água é adequada ao uso para o qual foi designada, de acordo com o estabelecido pela legislação pertinente (MOTA, 1995, BITTENCOURT, 2003). Para cada uso a ser feito da água nas atividades humanas são necessárias características de qualidade específica (BRANCO, 1991; MOTA, 1995; VON SPERLING, 1996, BITTENCOURT, 2003).

As normas legais referentes à qualidade da água vigentes na legislação brasileira são as Resoluções CONAMA Nº 274/2000, que trata sobre condições de balneabilidade; Resolução CONAMA Nº 357/2005 que substituiu a Resolução CONAMA Nº 20/1986, e a Portaria Nº 518/2004, do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

A Resolução CONAMA Nº 357/2005, não faz distinção entre águas superficiais ou subterrâneas e dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Por imposição do Artigo 2º da Resolução CONAMA Nº 357, as águas do território nacional, com base na qualidade requerida para os usos preponderantes, foram dispostas em treze classes de qualidade:

ÁGUA DOCE

Com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ as águas doces são assim classificadas:

Classe Especial

Águas destinadas ao abastecimento para consumo humano com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Classe 1

Águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA Nº 274, de 2000; 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 proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Classe 2

Águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; 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 à aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 3

Águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e a dessedentação de animais.

Classe 4

Águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

ÁGUA SALOBRA

Com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰ as águas salobras são assim classificadas:

Classe Especial

Águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

Classe 1

Águas que podem ser destinadas à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à proteção das comunidades aquáticas; à aquicultura e à atividade de pesca; ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; 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.

Classe 2

Águas que podem ser destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário.

Classe 3

Águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

ÁGUA SALINA

Com salinidade igual ou superior a 30 ‰ as águas salinas são assim classificadas:

Classe Especial

Águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

Classe 1

Águas que podem ser destinadas à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à proteção das comunidades aquáticas e à aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 2

Águas que podem ser destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário.

Classe 3

Águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Para cada classe são estabelecidos limites e/ou condições de qualidade a serem respeitadas de modo a assegurar seus usos preponderantes, sendo mais restritivo quanto mais nobre for o uso pretendido.

No Estado do Paraná, em atenção a Resolução CONAMA Nº 20/1986, os enquadramentos dos corpos hídricos foram definidos pelas portarias (Tabela 02) emitidas entre 1989 e 1992 pela Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SUREHMA, que posteriormente foi sucedida pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP e Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA.

O critério para o enquadramento utilizado pela SUREHMA, baseou-se numa estratégia preventiva, sendo realizado com base nos usos preponderantes da água. A metodologia utilizada na época adotou por princípio o enquadramento de todos os cursos d'água na classe 2.

Na classe especial, águas destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e também a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, foram enquadrados os cursos d'água na Bacia Litorânea, localizados dentro dos limites da área de tombamento da Serra do Mar, e ainda os cursos d'água da Bacia do Rio Iguaçu contíguos à Bacia Litorânea, dentro da Área de Especial Interesse Turístico Marumbi.

Na classe 1 foram enquadrados os cursos d'água que atendessem a um dos 3 critérios: cursos d'água da Bacia Litorânea localizados a jusante da área de Tombamento da Serra do Mar, que apresentassem boas condições de preservação;

cursos d'água utilizados para abastecimento público e seus afluentes, desde suas nascentes até o ponto de captação para abastecimento público, quando a área desta bacia de captação fosse igual ou inferior a 50 (cinquenta) km²; cursos d'água localizados dentro do Parque Nacional do Iguaçu e nos demais Parques do Estado do Paraná.

TABELA 02 - PORTARIAS SUREHMA QUE DISPÕEM SOBRE O ENQUADRAMENTO DOS CURSOS D'ÁGUA

BACIAS HIDROGRÁFICAS		PORTARIAS
1	Cinzas	006 de 19/09/1991
2	Iguaçu	020 de 20/09/1992
3	Itararé	005 de 19/09/1991
4	Ivaí	019 de 12/05/1992
5	Litorânea	005 de 06/09/1989
6	Paraná I	011 de 19/09/1991
7	Paraná II	012 de 19/09/1991
8	Paraná III	010 de 19/09/1991
9	Paranapanema I	009 de 19/09/1991
10	Paranapanema II	007 de 19/09/1991
11	Paranapanema III	008 de 19/09/1991
12	Paranapanema IV	014 de 31/10/1991
13	Piquiri	017 de 31/10/1991
14	Pirapó	004 de 21/03/1991
15	Ribeira	013 de 15/10/1991
16	Tibagi	003 de 21/03/1991

FONTE: O autor

Na classe 3, foram enquadrados os cursos d'água, ou trechos dos mesmos, situados em áreas definidas como áreas industriais de grandes centros urbanos do estado. Ao todo foram enquadrados 7 trechos de cursos d'água e seus afluentes na classe 3 : rio Belém, rio Barigui e rio Cambuí, na região metropolitana de Curitiba, todos integrantes da Bacia do Iguaçu; córrego Moscado, Bacia do Ivaí, no município de Maringá; córrego Mandacaru, Bacia do Pirapó, no município de Maringá; ribeirão Lindóia, Bacia do Tibagi, no município de Londrina; arroio da Ronda, Bacia do Tibagi, no município de Ponta Grossa.

Nenhum curso d'água foi enquadrado na classe 4, que é a classe menos restritiva da Resolução CONAMA 20/86, cujas águas são destinadas à navegação, paisagismo e outros usos menos exigentes.

Na Bacia Litorânea, as águas salobras foram enquadradas como águas da classe 7, águas destinadas à recreação de contato primário, à proteção das comunidades aquáticas e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana, que é o enquadramento estabelecido como padrão pelo artigo 20.

2.4.1 Fatores relacionados à qualidade da água

A qualidade da água existente nos diversos ecossistemas é decorrência de fenômenos naturais associados às ações antrópicas produzidas nas ocupações e usos do solo. Fatores como o clima, a geologia e a pedologia têm influência direta na qualidade da água de uma bacia hidrográfica. O clima; através da distribuição das chuvas, temperaturas e ventos; influencia no processo de decomposição e transporte de elementos químicos de rochas e solos até os corpos d'água da bacia hidrográfica.

A água da chuva também pode contribuir com a introdução de uma série de substâncias presentes na atmosfera (PORTO et al., 1991, BITTENCOURT, 2003). A água da chuva infiltra e escoar sobre o solo provocando o transporte de sólidos suspensos e dissolvidos até os cursos d'água. Este processo depende das características de relevo, de solo, de vegetação e de uso da bacia hidrográfica. São transportados, íons como cálcio, magnésio, potássio, bicarbonatos, sulfatos, fosfatos, nitratos entre outros, e diversas formas de compostos orgânicos, proveniente da decomposição da matéria orgânica de origem animal e vegetal, incluindo resíduos de áreas agrícolas (BITTENCOURT, 2003).

Também influenciam na qualidade dos corpos d'água a descarga de águas residuárias de origem doméstica e industrial (PORTO et al., 1991; HORNE & GOLDMAN, 1994; VON SPERLING, 1996, BITTENCOURT, 2003). Ainda de acordo com VON SPERLING (1996), o uso e a ocupação do solo na bacia hidrográfica é um dos principais fatores que afeta a qualidade das águas, sendo por este motivo um indicativo da qualidade ambiental da bacia.

2.4.2 Parâmetros de qualidade da água

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (2002) a poluição das águas tem como origem diversas fontes, dentre as quais se destacam: efluentes domésticos; efluentes industriais; carga difusa urbana e agrícola. Essas fontes estão associadas ao tipo de uso e ocupação do solo. Cada uma dessas fontes possui características próprias quanto aos poluentes que carregam aos corpos de água. Para a análise dos poluentes que possam estar presentes nas águas superficiais a CETESB faz uso de 50 indicadores (parâmetros) de qualidade de água (físicos, químicos, hidrobiológicos, microbiológicos e ecotoxicológicos). São eles:

- Parâmetros Físicos: absorvância no ultravioleta, coloração da água, série de resíduos (filtrável, não filtrável, fixo e volátil), temperatura da água e do ar e turbidez.
- Parâmetros Químicos: alumínio, bário, cádmio, carbono orgânico dissolvido, chumbo, cloreto, cobre, condutividade específica, cromo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), demanda química de oxigênio (DQO), fenóis, ferro total, fluoreto, fósforo total, manganês, mercúrio, níquel, óleos e graxas, ortofosfato solúvel, oxigênio dissolvido, pH, potássio, potencial de formação de trihalometanos, série de nitrogênio (Kjeldahl, amoniacal, nitrato e nitrito), sódio, surfactantes e zinco.
- Parâmetros Microbiológicos: *Clostridium perfringens*, coliformes termotolerantes, *Cryptosporidium* sp, *estreptococos* fecais e *Giardia* sp.
- Parâmetros Hidrobiológicos: clorofila a e feofitina a.
- Parâmetros Ecotoxicológicos: sistema Microtox, teste de Ames para a avaliação de mutagenicidade e teste de toxicidade crônica a *Ceriodaphnia dubia*.

Quando da necessidade de estudos específicos de qualidade de água em determinados trechos de rios ou reservatórios, com vistas a diagnósticos mais detalhados, outros parâmetros podem vir a ser determinados, tanto em função do uso e ocupação do solo na bacia contribuinte, atuais ou pretendidos, quanto pela ocorrência de algum evento excepcional na área em questão (CETESB,2002).

Os parâmetros escolhidos para análise da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Represa Grande são descritos a seguir.

2.4.2.1 Condutividade elétrica

A capacidade da água de conduzir uma corrente elétrica é denominada condutividade e depende da concentração dos íons presentes na solução, cátions e ânions, decorrentes de conteúdos de nutrientes como cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato, sulfato e cloreto (ESTEVES, 1988). Sendo a condutividade dependente da temperatura é conveniente a associação dos resultados destes parâmetros. De acordo com ZOLNIER (2005), com o aumento da temperatura, a resistência da solução à passagem de corrente diminui, resultando em acréscimo na condutividade.

A condutividade é mensurada através da unidade básica Siemens/m, sendo também expressa nos seus sub-múltiplos (mS/cm, uS/cm, dS/m etc.). A determinação do parâmetro Condutividade Elétrica de uma amostra de água é de fácil determinação e pode contribuir com importantes informações a respeito dos ecossistemas aquáticos. Cada corpo de água tende a ter um grau relativamente constante de condutividade que, uma vez estabelecido, pode ser usado para comparação com medidas regulares, do mesmo ponto, de condutividade. Mudanças significativas podem ser indicadores de que processos de poluição estão ocorrendo com a descarga de material na água (EMBRAPA,2001).

Altos índices de condutividade podem ter origem em fontes não pontuais como efluentes de áreas residenciais/urbanas, águas de drenagem de sistemas de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas. De forma geral, quanto mais poluídas estiverem as águas, maior será a condutividade em função do aumento do conteúdo mineral (ESPÍNDOLA, 2004). A condutividade também é influenciada pela formação geológica da área em que está situado o corpo de água.

2.4.2.2 Temperatura

Os corpos de água sofrem variações em sua temperatura devido a fatores como latitude, altitude, época do ano, hora do dia e profundidade. As variações de temperatura que se verificam no ar e na água afetam as reações químicas, físicas e biológicas aplicadas aos recursos hídricos. A temperatura da água exerce influência direta sobre vários tipos de organismos aquáticos e sobre o teor de gases dissolvidos na água, principalmente o O₂ (oxigênio) e CO₂ (gás carbônico) (Branco, 1986).

2.4.2.3 Turbidez

Conforme a CETESB (2002), a turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. Deve ser feita uma distinção entre matéria suspensa de precipitação rápida denominada de sedimento, e aquela que precipita vagarosamente, que efetivamente provoca a turbidez. De acordo com a EMBRAPA (2001) a avaliação da turbidez da água é resultante da medida da dispersão e absorção da luz incidente no material em suspensão, não sendo portanto uma medida da concentração dos sólidos suspensos ou o grau de sedimentação das águas uma vez que mede apenas a quantidade de luz que é dispersa pelas partículas em suspensão.

A turbidez é medida através do turbidímetro, comparando-se o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra com o espalhamento de um feixe de igual intensidade ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento maior será a turbidez. Os valores são expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT). As águas claras de cabeceiras de rios normalmente têm turbidez em torno de 1 UNT, ao passo que em rios de grande envergadura a turbidez está em torno de 10 UNTs. A turbidez é uma variável extremamente importante em monitoramentos de microbacias hidrográficas atuando como indicador de programas de manejo e conservação de solos nas microbacias (EMBRAPA, 2001).

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS, o limite máximo de turbidez em água potável deve ser 5 UNT. As águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas devido ao excesso de turbidez. Em alguns casos, águas ricas em íons Fe, podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar.

Altos valores de turbidez e sólidos em suspensão prejudicam e sobrecarregam os processos de tratamento de água destinada ao consumo humano. Podem ainda provocar danos à biota aquática, pois limitam a penetração da radiação solar e com isso reduzem a fotossíntese, além de provocar alterações nos processos de reprodução e crescimento de peixes (BRANCO, ZUCCARI, FEPAM, citados por CONTE e LEOPOLDO, 2001).

2.4.2.4 Material em suspensão

A presença de material sólido em suspensão nos corpos de água, a exemplo da turbidez, tem como origem os processos naturais, tais como decomposição de vegetação e presença de microorganismos, ou por meio da atividade antrópica, como erosão provocada principalmente pelas chuvas, atividades agrícolas e urbanas, efluentes domésticos e industriais, além de lixo de toda espécie (ZUCCARI, 1992; CONTE E CASTRO et al., 1998).

De acordo com a CETESB (2002), sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado.

Após as operações de secagem, calcinação e filtração ficam definidas as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). As determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos).

Conforme a EMBRAPA (2001), sólidos totais dissolvidos (STD) é a medida da concentração de todos os cátions, ânions e os sais resultantes da combinação de cátions e ânions que se encontram dissolvidos na água e materiais em suspensão. Corresponde, portanto, a fração dos solutos suspensos que passam por filtros com poros de 2.0 mm (0.002cm).

Já os sólidos totais em suspensão (SST) determinam a fração dos sólidos presentes na água que ficam retidos nessa peneira. Complementarmente, os sólidos voláteis (SV) representam as substâncias voláteis presentes na água. Estas substâncias são determinadas através da perda de peso dos SST e dos STD, após serem submetidos a altas temperaturas (ignição), quantificando-se então os sólidos suspensos voláteis (SSV), os sólidos dissolvidos voláteis (SDV), sendo que do material restante, são determinadas as concentrações dos sólidos suspensos fixos (SSF) e sólidos dissolvidos fixos (SDF). Finalmente, sólidos totais (ST) nada mais é que a soma dos sólidos dissolvidos com os sólidos em suspensão, podendo também ser classificados em sólidos totais fixos (STF) e sólidos totais voláteis (STV).

O monitoramento do material em suspensão em corpos de água permite detectar tendências de aumento de erosão em bacias hidrográficas. Ainda de acordo com a EMBRAPA (2001), altas concentrações de sólidos em suspensão podem significar a presença de substâncias tóxicas nos corpos de água, em função de que, agrotóxicos, fertilizantes e metais são facilmente adsorvidos nas partículas de solo e transportados pelas enxurradas aqueles corpos. Na maioria das vezes as substâncias não são detectadas em pontos de coleta próximos ao local de sua aplicação, podendo ser encontradas em locais muito distantes, em sedimentos de lagos e rios. Alterações bruscas nas características químicas da água podem mobilizar este material, podendo ocasionar efeitos tóxicos em organismos e animais.

Em relação aos materiais em suspensão, a Resolução CONAMA 357/2005 limita o valor permitido em até 500 mg/L para os sólidos totais dissolvidos em corpos d'água de classe 1 e 2.

2.4.2.5 Cloretos

Os sólidos totais dissolvidos também são caracterizados, além de outros sais em menores quantidades, pelos cloretos e sulfatos. A presença dos cloretos num corpo de água se dá de forma natural ou por cargas de poluição geradas por esgotos sanitários ou efluentes industriais. De acordo com a CETESB (2002) o cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas. Nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca 6 g de cloreto por dia, o que faz com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que

ultrapassam a 15 mg/L. Diversos são os efluentes industriais que apresentam concentrações de cloreto elevadas como os da indústria do petróleo, algumas indústrias farmacêuticas, curtumes, etc.

Em teores elevados, causam sabor acentuado à água, podendo ainda provocar reações fisiológicas ou aumentar sua corrosividade (MOTA, 1995). Da mesma forma, os cloretos podem interferir na coagulação, sendo 250 mg/L o valor máximo admitido para águas de abastecimento.

2.4.2.6 Nutrientes em formas nitrogenadas

A avaliação dos teores de nutrientes em amostras de água revela a sua qualidade sanitária, bem como as eventuais cargas de poluição orgânica presente e o enquadramento do corpo de água em relação aos padrões estabelecidos pela legislação em vigor. Esta avaliação permite também a quantificação de possíveis perdas de nutrientes de regiões agricultáveis no âmbito da bacia hidrográfica.

Conforme a EMBRAPA (2001), na atmosfera 78% dos gases é constituído de nitrogênio. Suas formas incluem amônia (NH_3), nitratos (NO_3^-) e nitritos (NO_2^-). O íon nitrato (NO_3^-) é bioquimicamente reduzido a nitrito (NO_2^-) por processos de denitrificação em condições anaeróbicas.

O íon nitrito é rapidamente oxidado para a forma de nitrato. De acordo com a CETESB (2002), o nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato, sendo que as duas primeiras chamam-se formas reduzidas e as duas últimas, formas oxidadas.

Pode-se associar a idade da poluição com a relação entre as formas de nitrogênio, isto é, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo. Por outro lado, havendo maiores concentrações de nitrito e nitrato, significa que as descargas de esgotos se encontram distantes.

Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas (CETESB, 2002).

Nitratos

Os nitratos, normalmente encontrados na água são oriundos de fontes naturais que incluem as rochas ígneas, drenagem da terra e decomposição de plantas e tecidos animais. Os nitratos provenientes do solo chegam mais rapidamente aos corpos de água do que o fósforo ou outros nutrientes. Apesar de serem nutrientes essenciais para as plantas, podem, em excesso, causar problemas significativos na água, isto é, juntamente com o fósforo, podem acelerar a eutrofização dos lagos. Concentrações acima de 0,2mg/L de nitrato (NO_3^-), desencadeiam o processo de proliferação de plantas.

Excesso de nitrato na água pode ser tóxico para animais de sangue quente, uma vez que, há transformação do nitrato (NO_3^-) para nitrito (NO_2^-). Os nitratos também podem causar uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (o nitrato se reduz a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul). Por isso, o nitrato é padrão de potabilidade, sendo 10 mg/L o valor máximo permitido pela Portaria Nº 518/2004 do Ministério da Saúde (CETESB, 2002).

Conforme EMBRAPA (2001), a quantidade natural de nitrato e amônia em águas superficiais é baixa ($< 1\text{mg/L}$). Concentrações acima de 5mg/L NO_3^- normalmente indicam poluição por fertilizantes usados na agricultura, ou dejetos humanos e animais.

Nitritos

Conforme PÁDUA (2004), o nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois o sendo instável na presença do oxigênio, ocorre como uma fase intermediária da amônia e do nitrato. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por “poluição orgânica” sendo portanto um bom indicador. É encontrado na água como resultado da decomposição biológica, devido à ação de microrganismos sobre o nitrogênio amoniacal, ou também proveniente de aditivos oriundos de efluentes industriais, (anticorrosivos de instalações industriais).

A presença de nitrito em concentrações elevadas indica que a fonte de matéria orgânica presente na água encontra-se a pouca distância do ponto onde foi

feita a amostragem para análise. O nitrito (NO_2^-) é uma forma transitória, sendo rapidamente oxidado a nitrato (NO_3^-). Sua persistência indica despejo contínuo de matéria orgânica. Não se pode esperar concentrações acima de 0,2 mg/l nas águas naturais.

Nitrogênio Amoniacal

A amônia (NH_3) é um gás incolor, de odor característico, muito solúvel em água com pH ácido. Está presente nos corpos de água de forma natural sendo originária de processos de degradação de compostos orgânicos nitrogenados, matéria inorgânica do solo e água, excreção de organismos e redução do gás nitrogênio.

De acordo com a EMBRAPA (2001), a proporção entre as formas ionizadas e amônia livre depende do pH, sendo que em pH alcalino ($\text{pH} > 9$) a amônia não ionizada é a forma predominante; por outro lado em pH baixo combina com as moléculas de água produzindo o íon amônio (NH_4^+), não tóxico, e o íon hidroxila (OH^-). A amônia total é a soma das duas formas. A amônia pode ainda combinar-se com íons metálicos podendo ser adsorvida nas partículas coloidais presentes no material particulado, sendo liberada por alterações no movimento da água.

Os níveis normais de amônia situam-se em valores abaixo de 0,1mg/L, enquanto que, os valores de amônia total se situam na faixa de 0,2mg/L (EMBRAPA,2001). Elevadas concentrações de amônia sugerem de processos de poluição relacionados a efluentes domésticos, utilização excessiva de fertilizantes na agricultura e descargas indústrias.

Pela legislação federal em vigor, a Resolução CONAMA 357/2005 o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos. De acordo com a CETESB (2002), a amônia é um agente tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L. Além disso, a amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada DBO de segundo estágio. Por estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é importante parâmetro de classificação das águas naturais e normalmente é utilizado na constituição de índices de qualidade das águas.

Dentre as formas de nitrogênio inorgânico, o íon amônio é a preferida para as atividades de bactérias e fungos, sendo por isso muito importante a sua avaliação nos corpos de água. WETZEL (1993), citado por ESPÍNDOLA (2004) considera que o amônio está presente na água como NH_4^+ e NH_4OH não dissociado, tornando-se altamente tóxico para muitos organismos. A proporção de NH_4^+ e NH_4OH é dependente de dissociações dinâmicas determinadas pela temperatura e pelo pH. Ainda de acordo com Hutchinson citado por ESPÍNDOLA (2004), a relação mostrada no Quadro 01 ocorreria entre pH, NH_4^+ e NH_4OH .

QUADRO 01: RELAÇÃO ENTRE pH, NH_4^+ e NH_4OH

pH	$\text{NH}_4^+ : \text{NH}_4\text{OH}$
6	3000: 1
7	300:1
8	30:1
9,5	1:1

FONTE: ESPÍNDOLA, E. L. G. ; BRIGANTE, J.. Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RiMa, 2003.

Nitrogênio Kjeldahl Total

O Nitrogênio Kjeldahl é a soma das formas de nitrogênio orgânico e amoniacal, respectivamente. Ambas as formas estão presentes em detritos de nitrogênio orgânico oriundos de atividades biológicas naturais. O nitrogênio Kjeldahl total pode contribuir para a completa abundância de nutrientes na água e sua eutrofização (CETESB, 2002). As formas de nitrogênio: amoniacal e orgânico, são importantes na avaliação do nitrogênio disponível para as atividades biológicas. Ainda de acordo com a CETESB (2002) a concentração de Nitrogênio Kjeldahl Total em rios que não são influenciados pelo excesso de insumos orgânicos varia de 0,5 a 1 mg/L.

Nitrogênio Total

O Nitrogênio Total (amônia, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico), é constituinte essencial da proteína em todos os organismos vivos e está presente em muitos depósitos minerais na forma de Nitrato (CETESB, 2002).

O Nitrogênio na matéria orgânica sofre trocas do complexo protéico de aminoácidos para amônia, nitrito e nitrato. A concentração total de Nitrogênio é altamente importante considerando-se os aspectos tópicos do corpo d'água (CETESB,2002).

2.4.2.7 Nutrientes em formas fosfatadas

Fósforo

O fósforo é um nutriente essencial para todas as formas de vida (EMBRAPA, 2001). É facilmente encontrado como parte da molécula de fosfato (PO_4^{-3}), tendo origem nas rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Atua como fator limitante em ecossistemas aquáticos pois controla o crescimento de algas, pois quando é totalmente consumido, o crescimento de plantas nestes sistemas cessará, independente da quantidade de nitrogênio presente.

O fósforo, juntamente com o nitrogênio, tem sido apontado como um dos principais responsáveis pela eutrofização dos corpos de água (BRANCO,1986; ESTEVES, 1988). O fósforo é encontrado nos sistemas aquáticos na forma de fosfato, podendo ter origem em fatores como: decomposição de rochas na bacia de drenagem, decomposição de organismos alóctones, processos de erosão e lixiviação de solos agrícolas e esgotos domésticos.

O fósforo que forma parte da drenagem superficial e que chega aos corpos d'água, depende da quantidade do elemento presente nas rochas e nos solos, da topografia, da cobertura vegetal, da intensidade e duração da vazão causada por chuvas, do uso da terra e da poluição em uma bacia hidrográfica (WETZEL, 1981; HORNE & GOLDMAN, 1994; BITTENCOURT, 2003).

Nos sistemas aquáticos o fósforo se apresenta como fosfato orgânico e fosfato inorgânico, estando distribuído como ortofosfatos dissolvidos e fosfatos organicamente ligados. Ainda que a principal forma seja a dissolvida, mudanças entre as duas formas ocorrem devido à decomposição e síntese da forma orgânica e da forma inorgânica oxidada (EMBRAPA, 2001).

Dependente do pH do meio, o fosfato inorgânico presente nas formas H_3PO_4 , H_2PO_4^- , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$ e PO_4^{-3} é a principal forma de fósforo assimilável pelos vegetais aquáticos (ESPÍNDOLA, 2004), sendo portanto a sua quantificação imprescindível

para avaliação deste nutriente nos corpos de água. Segundo ESTEVES, citado por ESPÍNDOLA (2004), como as águas continentais apresentam valores de pH entre 5 e 8, ocorre o predomínio das formas $\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$ e $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$. De acordo com a EMBRAPA (2001), em águas naturais que não foram submetidas a processos de poluição, a quantidade de fósforo varia de 0,005mg/L a 0,020mg/L. Geralmente, concentrações na faixa de 0,01mg/L de fosfato são suficientes para manutenção do fitoplâncton, e concentrações na faixa de 0,03 a 0,1mg/L (ou maiores), já são suficientes para disparar o seu crescimento desenfreado (USEPA,1996; BITTENCOURT,2003).

2.4.2.8 Colimetria

Para os sistemas hídricos que tem suas águas utilizadas, de forma direta ou indireta para o consumo humano, o monitoramento da presença de bactérias patogênicas é essencial para a avaliação da qualidade destas águas.

Segundo a EMBRAPA (2001), membros de dois grupos de bactéria, coliformes e estreptococcus fecais, são usados como indicadores de uma possível contaminação por esgoto, uma vez que, são comumente encontrados em fezes humanas e de animais. Embora a maioria delas não seja propriamente patogênicos, servem como indicadoras de uma potencial contaminação por bactérias patogênicas, vírus e protozoários que também vivem no sistema digestivo. Nem todos estes organismos são patogênicos, ou somente habitam o trato gastro-intestinal. Podem ser encontrados em pastagem, solos, plantas submersas e mesmo em outros lugares do organismo, sendo por isso denominados coliformes totais. Já os coliformes fecais são as bactérias originárias especificamente do trato intestinal.

Conforme a CETESB (2002), as bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*.

Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. A presença das bactérias coliformes num corpo de água indica aporte de matérias fecais, ou esgotos. Considerando que são as fezes das pessoas doentes que transportam, para as águas ou para o solo, os micróbios causadores de

doenças então se a água recebe fezes, ela pode muito bem estar recebendo micróbios patogênicos.

O uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2002).

2.4.2.9 Demandas bioquímica e química de oxigênio ($DBO_{5,20}$, DQO)

De acordo com a CETESB (2002) os parâmetros demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$) e demanda química de oxigênio (DQO) são utilizados para se analisar a poluição orgânica de um corpo de água. A $DBO_{5,20}$ de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A $DBO_{5,20}$ é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é freqüentemente usado e referido como $DBO_{5,20}$.

Conforme ESPÍNDOLA (2004), em águas naturais com baixos níveis de nutrientes, a $DBO_{5,20}$ pode não ultrapassar 5 mg/L. Ao contrário, em águas com níveis altos de nutrientes, como os esgotos domésticos, a $DBO_{5,20}$ pode variar de 100 a 300 mg/L. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para água doces de Classe 02 que a $DBO_{5,20}$ não pode ultrapassar o valor de 5 mg/L O_2 . Já para as águas doces de classe 1 este limite está fixado em 3 mg/L O_2 .

Segundo BRANCO (1983), o parâmetro $DBO_{5,20}$ é utilizado adequadamente em estudos de preservação ecológica de mananciais e de proteção de fauna, flora e microbiota aquáticos, não sendo um parâmetro seguro de medida de contaminação da água para fins de abastecimento. A CETESB (1995) se utiliza do parâmetro $DBO_{5,20}$ para classificar águas limpas ou poluídas; águas com teores de $DBO_{5,20}$ inferiores a 4 mg/L são consideradas mais limpas e águas com teores superiores a 10 mg/L são definidas como mais poluídas.

Já o parâmetro DQO 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. Uma das limitações entretanto é o fato de que o teste não diferencia matéria orgânica biodegradável e matéria orgânica não biodegradável, a primeira determinada pelo teste de $\text{DBO}_{5,20}$.

A vantagem é o tempo de teste, realizado em poucas horas, enquanto o teste de $\text{DBO}_{5,20}$ requer no mínimo 5 dias (período de incubação). De forma resumida, pode-se afirmar que o parâmetro $\text{DBO}_{5,20}$ refere-se exclusivamente à matéria orgânica mineralizada por atividade dos microorganismos, enquanto a DQO abrange também a estabilidade da matéria orgânica ocorrida por processos químicos. Tanto a $\text{DBO}_{5,20}$ como a DQO são influenciadas pela temperatura e pela quantidade de nutrientes na água.

2.4.2.10 Potencial hidrogeniônico - pH

Conforme EMBRAPA (2001), pH é uma medida do equilíbrio entre as cargas de hidroxilas (OH^-) e de íons de hidrogênio (H^+), sendo definido como o logaritmo negativo da concentração molar de hidrogênio em uma solução. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade. Em soluções neutras, como a água pura, o pH é 7.0. Às águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9.

O pH da água é controlado pelo equilíbrio na concentração de compostos dissolvidos. Uma vez que influencia muitos processos químicos e biológicos, é um importante parâmetro ambiental no que se refere ao comportamento de agroquímicos. Com o aumento da concentração dos íons hidrogênio (meio mais ácido), os agrotóxicos ácidos aumentam sua solubilidade, enquanto os pesticidas básicos podem atuar de modo contrário. No caso de agrotóxicos, como por exemplo os organofosforados e carbamatos, que sofrem comumente hidrólise alcalina (pH acima de 7.0), haverá inativação das moléculas para efeito de controle de pragas e doenças. Além disso os produtos gerados pela reação podem muitas vezes ser mais tóxicos que a molécula que os originou.

Para melhorar a eficiência de aplicação desses produtos há necessidade da correção do pH da água, na preparação da calda (EMBRAPA, 2001).

Outros processos importantes como os mecanismos sortivos que ocorrem com colóides em suspensão na água e nos sedimentos, podem ser alterados. Em pH mais ácidos pode ocorrer a liberação (dessorção) dos agroquímicos dos sítios de ligação, ficando assim disponibilizados para serem absorvidos pelas plantas aquáticas e/ou ingeridos pelos animais. Por outro lado, a acidificação dos sistemas aquáticos também inibe a atividade microbiana bentônica, reduzindo a decomposição e a ciclagem de nutrientes. Isto pode levar a uma redução de plânctons e organismos invertebrados que são vitais para a cadeia alimentar.

As medidas de pH devem ocorrer preferencialmente no local da amostragem, juntamente com as medidas de temperatura.

2.4.2.11 Metais

Diversos metais são encontrados naturalmente em corpos de água e se originam no intemperismo das rochas existentes na bacia de drenagem, bem como são carregados para o ambiente aquático através da erosão de solos ricos nesses elementos. Atualmente, além das fontes naturais de metais, as fontes antrópicas têm-se destacado como responsáveis pelos elevados níveis desses elementos nos corpos d'água, colocando em risco o equilíbrio ecológico desses sistemas (ESTEVES, 1988).

De acordo com ESPÍNDOLA (2004), solos com intensa atividade agrícola podem apresentar concentrações elevadas de metais, devidas a utilização inadequada de praguicidas, resíduos orgânicos e inorgânicos, fertilizantes, corretivos e ainda por deposição atmosférica.

Conforme BRANCO (1987) citado por ESPÍNDOLA (2004), adubos sintéticos (superfosfatos) contêm quantidades variáveis de impurezas, cuja remoção não é economicamente viável, entre elas podem ser citados os metais cádmio, cobre, chumbo, níquel e zinco.

Os metais escolhidos para análise da qualidade das águas da bacia do rio Represa Grande foram:

Cádmio

O cádmio é cancerígeno e sua inserção no ambiente pode se dar por meio de praguicidas e fertilizantes, além de outras fontes industriais e de tecnologias, como as pilhas descartadas inadequadamente em lixões (USEPA,1976; ESPINDOLA, 2004). Embora bastante comum na litosfera, o cádmio apresenta baixíssimas concentrações nas rochas e no solo pode variar entre 0,1 e 0,8 mg/kg (NRIAGU & SPRAGUE,1987; ESPINDOLA, 2004).

Conforme CETESB (2002), o cádmio se apresenta nas águas naturais, em concentrações traços geralmente inferiores a 1 µg/L, devido às descargas de efluentes industriais, principalmente as galvanoplastias, produção de pigmentos, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes e acessórios fotográficos. É também usado como inseticida. A queima de combustíveis fósseis consiste também numa fonte de cádmio para o ambiente.

É um metal de elevado potencial tóxico, que se acumula em organismos aquáticos, possibilitando sua entrada na cadeia alimentar. O cádmio pode ser fator para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, inibição no crescimento, doenças crônicas em idosos e câncer. Apresenta efeito crônico, pois se concentra nos rins, no fígado, no pâncreas e na tireóide, e efeito agudo, sendo que uma única dose de 9,0 gramas pode levar à morte (CETESB,2002). Para as águas doces de classe 1 e 2 a Resolução CONAMA 357/2005 estabeleceu a concentração limite de 0,001 mg/L.

Cobalto

O cobalto é prejudicial à saúde humana, principalmente via inalação. De acordo com ESPÍNDOLA (2004), a exposição aguda ao cobalto provoca redução na absorção de iodo, anorexia, náuseas, vômitos e diarreias, além dos sintomas neurotóxicos que incluem dor de cabeça e alterações nos reflexos. A exposição crônica, por sua vez, pode provocar completa perda do olfato, problemas gastrintestinais, dilatação do coração, trombose secundária, aumento dos eritrócitos no sangue e diminuição da absorção de iodo pela tireóide.

Cobre

Conforme CETESB (2002), comumente o cobre ocorre naturalmente nas águas em concentrações inferiores a 20 µg/L. Quando em concentrações elevadas, é prejudicial à saúde e confere sabor às águas. Segundo pesquisas efetuadas, é necessária uma concentração de 20 mg/L de cobre ou um teor total de 100 mg/L por dia na água para produzirem intoxicações humanas com lesões no fígado. No entanto, concentrações de 5 mg/L tornam a água absolutamente impalatável, devido ao gosto produzido. O cobre, em pequenas quantidades é até benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue humano, facilitando a cura de anemias. Para os peixes, muito mais que para o homem, as doses elevadas de cobre são extremamente nocivas. Assim, trutas, carpas, bagres, peixes vermelhos de aquários ornamentais e outros, morrem em dosagens de 0,5 mg/L. O Water Quality Criteria indica a concentração de 1,0 mg/L de cobre como máxima permissível para águas reservadas para o abastecimento público. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para as águas doces de classe 1 e classe 2, o limite de concentração para o cobre de 0,009 mg / L.

Nas plantas o cobre, sendo um micro-nutriente, atua em reações enzimáticas para realizar funções vitais, como para a síntese de clorofila. Compostos de cobre também são comumente utilizados como praguicidas nas lavouras, como, por exemplo, o sulfato de cobre usado no combate a fungos (USEPA,1976; ESPINDOLA, 2004). De acordo com BRANCO & ROCHA (1987), as aplicações desses compostos nas lavouras de forma inadequada, provoca a morte de milhares de peixes em rios brasileiros.

Cromo

As concentrações de cromo em água doce são muito baixas, normalmente inferiores a 1 µg/L. É comumente utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel, fotografia.

Na forma trivalente o cromo é essencial ao metabolismo humano e, sua carência, causa doenças. Na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno.

Os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente (CETESB,2002).

De acordo com ESPÍNDOLA (2004) o cromo é um metal considerado cancerígeno e está normalmente presente na água sob a forma trivalente e hexavalente. O cromo na forma Cr^{3+} é mais inerte, enquanto o Cr^{6+} é mais solúvel e aproximadamente 100 vezes mais tóxico.

Para o homem, a exposição aguda ao Cr^{3+} raramente causa efeitos tóxicos, enquanto a exposição ao Cr^{6+} produz náuseas, diarreias, danos ao fígado e ao rim, hemorragias internas, dermatites e problemas respiratórios. Envenenamento por ingestão de cromo pode causar necrose no fígado e no rim.

Devido à toxidade do metal cromo, a Resolução CONAMA 357/2005 utiliza o padrão de potabilidade recomendado pela Organização Mundial de Saúde e estabelece para as águas doces de classe 1 e classe 2 o limite de 0,05 mg/L para o cromo total.

Ferro

Sendo o ferro um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre, seus compostos são encontrados praticamente em todos os corpos d'água, mesmo em concentrações reduzidas. O ferro atua como micronutriente para as plantas, sendo também importante ao metabolismo animal. Os corpos de água, em função das características geoquímicas da bacia de drenagem, podem apresentar naturalmente teores elevados de ferro e mesmo de manganês, que podem inclusive superar os limites de potabilidade (SPERLING, 1996).

De acordo com a CETESB (2002), o ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida à concentração limite de 0,3 mg/L pela Portaria 1469 do Ministério da Saúde. Este também é o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, para as águas doces de classe 1 e classe 2.

Manganês

O comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus aspectos os mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês desenvolve coloração negra na água, podendo se apresentar nos estados de oxidação Mn^{+2} (forma mais solúvel) e Mn^{+4} (forma menos solúvel) (CETESB,2002).

De acordo com ESPÍNDOLA (2004) os íons de manganês raramente são encontrados na água em concentrações superiores a 1,0 mg/L. Sua faixa de tolerância varia de 1,5 a 1.000 mg/L, portanto, esse metal não é considerado um problema em águas doces, pelo contrário, é um micro-nutriente vital às plantas e aos animais e normalmente são ingeridos traços de manganês pela alimentação, chegando à média de 0,01 mg/dia. A ingestão de manganês em grandes doses pode causar doenças hepáticas. Conforme BRANCO (1986), concentrações superiores a 0,2 mg/L são tóxicas às algas.

O limite estabelecido pelo CONAMA 357/2005 para as concentrações de manganês em águas doces de classe 1 e classe 2, é de 0,1 mg/L

Zinco

Conforme a CETESB (2002), a presença de zinco é comum nas águas naturais, excedendo em um levantamento efetuado nos Estados Unidos da América (EUA) a 20 mg/L em 95 dos 135 mananciais pesquisados. Em águas superficiais, normalmente as concentrações estão na faixa de <0,001 a 0,10 mg/L. Em concentrações acima de 5,0 mg/L, confere sabor à água e uma certa opalescência a águas alcalinas. As águas com altas concentrações de zinco tem uma aparência leitosa e produz um sabor metálico ou adstringente quando aquecida. O zinco é largamente utilizado na indústria e pode entrar no meio ambiente através de processos naturais e antropogênicos, entre os quais destaca-se a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, produção de ferro e aço, efluentes domésticos.

O zinco é essencial ao metabolismo humano, tomando parte em diversos compostos enzimáticos como a insulina. Só é torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, o que é extremamente raro. Esse metal se

acumula no fígado, próstata, pâncreas, suco pancreático e no líquido seminal (ESPINDOLA, 2004).

A ingestão diária de zinco por uma criança em idade pré-escolar deve ser de 0,3 mg/kg de peso corpóreo, pois sua deficiência provoca o retardo no crescimento (USEPA, 1976; ESPINDOLA, 2004). A ingestão diária para adultos é de 0 a 15 mg/kg de peso corpóreo. Portanto, é grande a diferença entre os níveis essenciais e tóxicos do zinco. A deficiência do zinco nos animais pode conduzir ao atraso no crescimento.

De acordo com ESPINDOLA (2004), a agressão provocada pelo zinco em animais aquáticos é influenciada por fatores ambientais como dureza, oxigênio dissolvido e temperatura. Seu efeito tóxico é potencializado com o aumento da temperatura e a conseqüente redução do oxigênio dissolvido (USEPA, 1976). Para a CETESB (1986), a faixa de concentração considerada crônica para peixes varia de 0,026 a 1,368 mg/L. O limite previsto na Resolução CONAMA 357/2005, para a concentração de zinco na águas doces de classe 01 e classe 2, é de 0,18 mg/L.

2.4.2.12 Praguicidas

Os praguicidas podem contaminar a água dos rios, lagos e das represas com compostos químicos que afetam a saúde, como os clorados, fosforados, carbamatos e piretróides (CONTE, 2001). Os praguicidas escolhidos para serem analisados nas amostrados de água e sedimentos nesta pesquisa foram: herbicidas do sub-grupo sulfoniluréia e princípio ativo clorimuron etílico com utilização na cultura do soja; herbicidas do sub-grupo fósforo-amino-ácido e princípio ativo glifosato com utilização na cultura do soja, milho e pastagens; inseticidas do grupo organoclorados e princípio ativo endossulfan com utilização na cultura do soja.

2.4.3 Fontes de poluição da água

Estando a qualidade de um corpo hídrico fora do padrão legal designado para um determinado uso, podemos afirmar que a água está poluída. Neste caso faz-se necessário estudo para identificar as fontes que estão causando esta poluição, bem como o estabelecimento de formas para recuperar a qualidade relativa ao uso previsto.

Entende-se por poluição das águas a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de maneira que prejudique os legítimos usos que dele são feitos (VON SPERLING, 1996). Essa definição em função do uso que é feito da água alterada pela poluição, ou do interesse econômico das espécies prejudicadas, não tem fundamento científico, podendo no máximo ter o fundamento de um conceito legal ou jurídico (BRANCO, 1991).

As cargas de poluentes podem ser transportadas até os corpos hídricos por descarga direta, escoamento superficial, água subterrânea ou deposição atmosférica. As diferentes formas de fontes de poluição permitem a sua classificação em duas categorias: fontes pontuais e fontes difusas, que são governadas por mecanismos diferentes e resultam em distintos impactos no corpo d'água receptor, conforme descrito a seguir (RYDEN et al., 1973; VON SPERLING, 1996; USEPA, 1997; DALCANALE & PORTO, 2001, BITTENCOURT, 2003):

- fonte de poluição pontual: a carga de poluente atinge o corpo d'água de forma concentrada no espaço. Fontes pontuais incluem as descargas de efluentes de estações de tratamento de esgotos municipais e industriais, bem como, a introdução de poluentes por tributários (BITTENCOURT, 2003).

- fonte de poluição difusa: a carga de poluente de fonte difusa tem sua origem de difícil identificação e sua chegada aos corpos d'água está associada a episódios de chuvas. Os poluentes atingem o corpo d'água distribuídos ao longo de parte de sua extensão e não concentrados em um único ponto. O uso do solo e as características hidrológicas da bacia são os principais determinantes da magnitude da carga de poluente de fonte difusa, já que esta geralmente resulta do transporte até os corpos d'água receptores através do escoamento da água seguindo a drenagem da bacia (BITTENCOURT, 2003).

De acordo com BITTENCOURT (2003) e ROCHA (2004) as principais características que distinguem fontes de poluição pontuais de fontes difusas são:

- fontes pontuais: vazão bastante estável, variabilidade menor que uma ordem de magnitude, maioria dos impactos severos durante condições de baixa vazão,

concentrações bastante previsíveis. Redes de efluentes domésticos e industriais, derramamentos acidentais, atividades de mineração, enchentes, dentre outras, são consideradas fontes pontuais de poluição.

- fontes difusas: vazões altamente variáveis que acontecem em intervalos intermitentes ao acaso, variabilidade de várias ordens de magnitude, a maioria dos impactos severos acontece durante ou após eventos de chuvas, concentrações imprevisíveis e variadas. Decorrem de práticas agrícolas, residências dispersas, deposições atmosféricas, trabalhos de construção, enxurradas em solos, etc.

2.4.4 Agroquímicos

A utilização de agroquímicos para aumento da produtividade é prática comum na agricultura. Conforme GUILHERME et al. (2000) a aplicação de insumos agrícolas nos solos e nas culturas tem como objetivos o aumento do suprimento de nutrientes, correção do pH e a proteção das lavouras dos patógenos e pragas. Quando aplicados de forma inadequada podem causar degradação química, com o acúmulo de elementos e/ou de compostos nocivos em níveis indesejáveis.

De acordo com MELLANBY (1982), pragas são organismos considerados nocivos pelo homem, e os praguicidas são as substâncias utilizadas para controlá-los. As principais classes de praguicidas são: herbicidas, utilizados para matar ervas daninhas; fungicidas, usados para controlar fungos patogênicos; nematocidas, que controlam nematódios parasitas, e; inseticidas, utilizados contra insetos.

Já GUILHERME et al. (2000) adota a denominação de “pesticidas” para os produtos químicos usados para controlar ou matar pragas, tais como fungos, bactérias, insetos ou plantas indesejáveis que infestam áreas agrícolas, ou animais que causam ou transmitem doenças. Considera ainda, que embora os pesticidas sejam geralmente associados a substâncias tóxicas, produtos químicos que repelem ou impedem o desenvolvimento de um organismo indesejável são também incluídos nesta categoria.

De acordo com ZAMBRONE (1986) :

Agrotóxicos, defensivos agrícolas, praguicidas, pesticidas e até biocidas são denominações dadas a substâncias químicas, naturais ou sintéticas, destinadas a matar, controlar ou combater de algum modo as pragas, no sentido mais amplo: tudo aquilo que ataca, lesa ou transmite enfermidade às plantas, aos animais e ao homem. Adotando-se essa definição, arrolam-se entre as pragas: insetos, carrapatos, aracnídeos, roedores, fungos, bactérias, ervas daninhas ou qualquer outra forma de vida animal ou vegetal danosa à saúde e ao bem-estar do homem, à lavoura, à pecuária e seus produtos e a outras matérias-primas alimentares. Por extensão, incluem-se nesta categoria os agentes desfolhantes, os dessecantes e as substâncias reguladoras do crescimento vegetal. Excluem-se as vacinas, os medicamentos, os antibióticos de uso humano e veterinário, e os agentes usados para controle biológico das pragas.

GUILHERME et al.(2000), afirma que os pesticidas são classificados conforme seu espectro de ação, sendo que os de amplo espectro matam todos os organismos vivos como é o caso de fumigantes, como o brometo de metila, que são usados para proteger grãos armazenados ou esterilizar o solo. Os pesticidas de espectro estreito são destinados a um tipo específico de peste e podem ser classificados como: herbicidas (usados para controlar plantas daninhas); inseticidas (para controlar insetos); fungicidas (para controlar fungos); acaricidas (para controlar ácaros); rematicidas (para controle de nematóides) e rodenticidas (para o controle de roedores).

A compreensão da interação de pesticidas e solos é relevante em face das suas implicações na qualidade ambiental. O contato dos pesticidas com o solo e a água pode desencadear vários processos como a adsorção pelo solo, degradações biótica e abiótica, volatilização, dentre outros.

Conforme GUILHERME et al. (2000), em microbacias hidrográficas os pesticidas podem transportados por lixiviação e/ou erosão para além do local a que se destinam, causando possíveis efeitos adversos sobre outros organismos que não aqueles considerados como peste, no sentido agrônomo da palavra. Também são passíveis de serem absorvidos e transportados pelas plantas, causando interferências em cadeias alimentares, gerando contaminação através da bioacumulação.

GUILHERME et al. (2000), considera que precipitação, tipo de solo, topografia (declive e comprimento de rampa), cobertura vegetal e práticas de manejo (preparo do solo, rotação de culturas, cultivo do solo, plantio direto e controle biológico) e conservação do solo e da água (terraceamento, bacias de captação de água, uso de plantas de cobertura, quebra-vento e cordões de vegetação), são fatores que devem ser considerados em ações profiláticas para se evitar a contaminação por pesticidas no âmbito de uma microbacia.

2.4.4.1 Praguicidas no Parque Nacional do Iguaçu

Conforme relata URBAN (2001), os grandes tributários do rio Iguaçu que atravessam o parque sofrem os efeitos da falta de projetos específicos para a conservação dos solos, da ausência de controle da emissão de efluentes domésticos e do desmatamento das margens. Estes fatores têm provocado o empobrecimento da fauna de peixes e perda da qualidade da água daqueles rios, afetando os processos ecológicos e as comunidades biológicas do Parque Nacional do Iguaçu.

De acordo com URBAN (2001), todos os ambientes do parque estão submetidos à elevada exposição pela dispersão dos agentes de contaminação originários das áreas de entorno, que registram altos índices de utilização de agrotóxicos. Na questão dos praguicidas no Parque Nacional do Iguaçu, URBAN (2001) afirma que :

A entrada de agrotóxicos, principalmente herbicidas, no parque está afetando insetos, aves e mamíferos de forma direta, pela simples ingestão ou, indiretamente, através do efeito da bioacumulação, através das teias e cadeias tróficas. Além disso, os agrotóxicos podem matar os insetos ou por eles serem absorvidos em quantidades menores e passados aos seus predadores, entrando na cadeia alimentar. De forma geral, os herbicidas possuem em suas composições substâncias que atuam como detergentes, que diminuem a tensão superficial da água, interferindo com a respiração cutânea em anfíbios e particularmente a respiração branquial em girinos. O principal agente herbicida é o glifosato ou glyphosate, um organofosfato de amplo espectro, usado para matar ervas daninhas em plantações, sobretudo de soja e outros grãos. A toxicidade para mamíferos e aves é baixa, porém pode afetá-los indiretamente, atingindo as essências vegetais nativas. Peixes, anfíbios e invertebrados, que dependem de água durante seus ciclos vitais, também podem ser atingidos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa realizada contemplou três regiões de estudo na bacia do rio Represa Grande, e uma região de estudo na bacia do rio Azul (bacia do rio Floriano), dentro dos limites do Parque Nacional do Iguaçu (Figura 07).

Para a definição das regiões de estudo foram considerados os usos e a ocupação do solo para as atividades agro-pecuárias, extrativistas e áreas protegidas pela unidade de conservação.

No âmbito da bacia do rio Represa Grande, a primeira região de estudo compreendeu o curso do rio Represa Grande, desde suas nascentes até os limites do Parque Nacional do Iguaçu (Figura 08), na qual foram monitorados três pontos (P01, P04 e P05). Ainda na mesma bacia, a segunda região de estudo contemplou o rio Represinha, com dois pontos de monitoramento, sendo um deles (P03) em seu trecho médio e outro (P02) nos limites do Parque Nacional do Iguaçu, antes de sua foz no rio Represa Grande (Figura 08). Finalmente, para a terceira região de estudo, foi considerado o trecho médio do rio Moreno (Figura 08), com um ponto de monitoramento (P06). Já na bacia do rio Floriano (sub-bacia do rio Iguaçu), foi monitorado o rio Azul (Figura 07) com um ponto de coleta (P07). Todos os pontos de amostragem foram georeferenciados (Tabela 03).

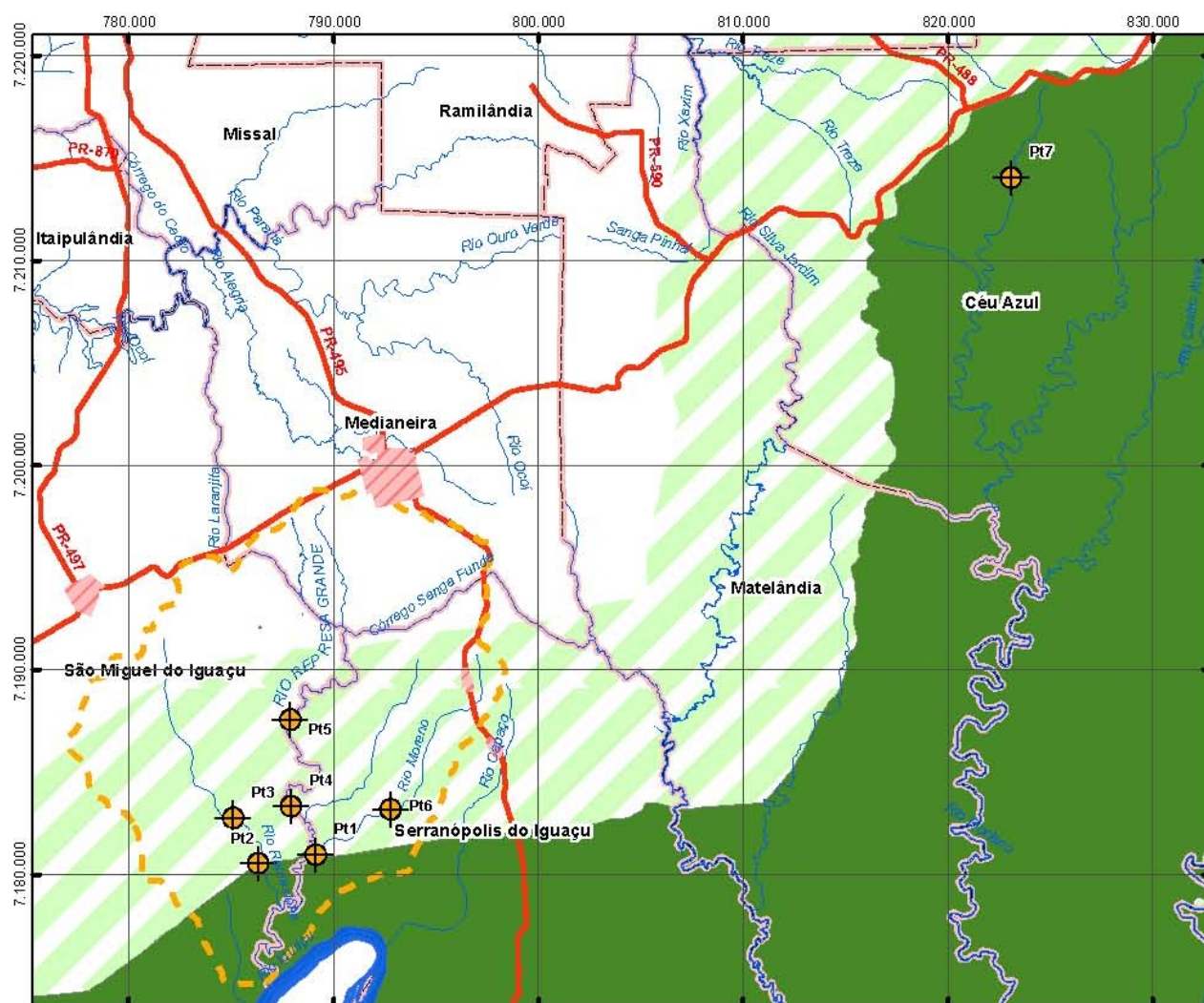
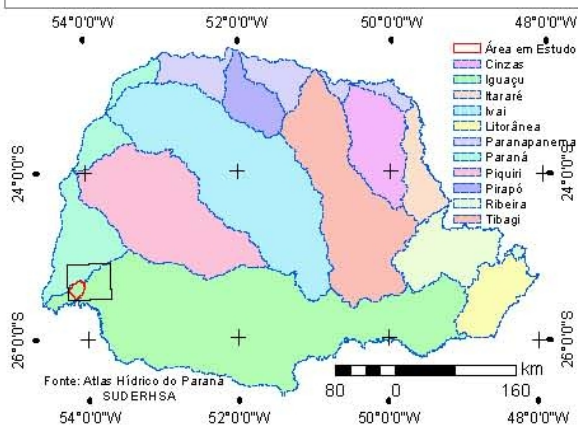
3.1 ÁREAS DE ESTUDOS

3.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Represa Grande

Para a descrição das características gerais da bacia hidrográfica do rio Represa Grande, principalmente relativa aos aspectos clima, precipitação, temperatura, geologia, pedologia e uso do solo tomou-se como base informações do IBAMA (1999), SEMA (2000), SKIBA (2001), ENGEVIX (2004), EMATER (2004) e IAPAR (2005).

FIGURA 07 - LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO REPRESA GRANDE

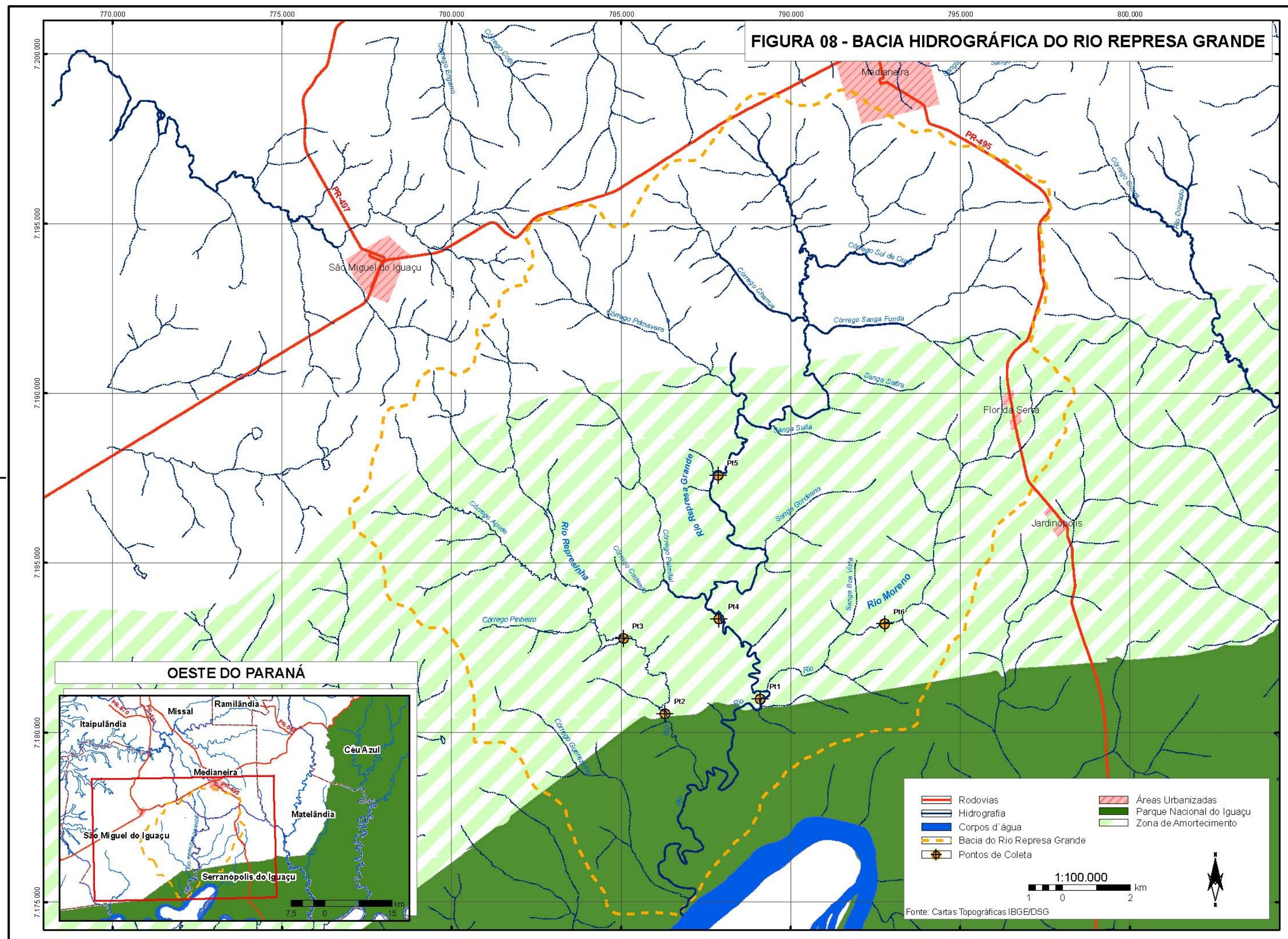
GRANDES BACIAS DO ESTADO DO PARANÁ



- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Municípios | Áreas Urbanizadas |
| Bacia do Rio Represa Grande | Corpos d' Água |
| Pontos de Coleta | Parque Nacional do Iguaçu |
| Principais Rios | Zona de Amortecimento |
| Rodovias | |

Fonte: Cartas Topográficas IBGE/DSG

1:350.000
3,5 0 7 km



A bacia hidrográfica do rio Represa Grande, delimitada a partir de suas nascentes nas proximidades da cidade de Medianeira até a sua foz no rio Iguaçu, possui uma área aproximada de 320 km², e o rio Represa Grande, seu principal curso de água, percorre um trecho aproximado de 43,75 km (Figura 08). Essa área localiza-se entre as coordenadas 25°35' e 25°15' de latitude sul e 54°15' e 54° de longitude oeste de Greenwich, com altitudes variando entre 200 a 450 m (Mapa do Estado do Paraná - SEMA -1994 e 2000).

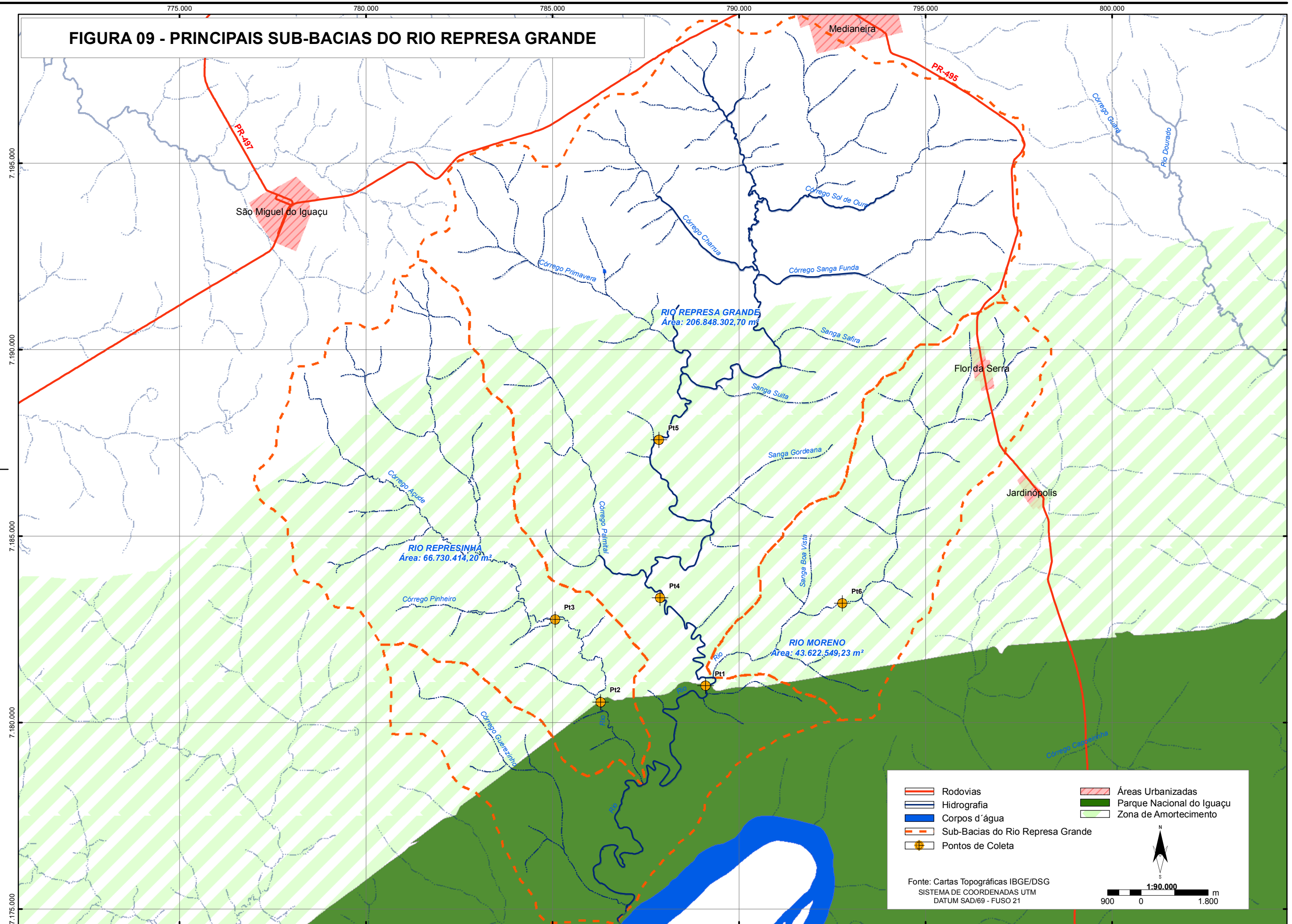
Os compartimentos principais são as sub-bacias do rio Represinha, com área de 6.673,00 ha ; a sub-bacia do rio Moreno, com área de 4.360,00 ha ; e a sub-bacia do rio Represa Grande, com área de 20.684,00 ha. A bacia do rio Represa Grande descrita abrange áreas de terras dos municípios de Medianeira, Serranópolis do Iguaçu e São Miguel do Iguaçu (Figura 09).

Outro fator importante é de que uma parcela da área da bacia hidrográfica do rio Represa Grande encontra-se dentro dos limites do Parque Nacional do Iguaçu, que é uma unidade de conservação de proteção integral (Figura 08).

3.1.1.1 Aspectos geológicos

A bacia hidrográfica do rio Represa Grande está situada no Terceiro Planalto do Estado do Paraná. Suas terras são na sua maioria de origem recente, Terciária e Quaternária, e encontra-se predominantemente, sobre a Formação Serra Geral de idade juro-cretácea, período Mesozóico, a qual é caracterizada por um espesso pacote de lavas basálticas continentais, com variações químicas e texturais importantes, resultantes de um dos mais volumosos processos vulcânicos do mundo. Cada corrida de lava vulcânica forma um pacote de rochas denominado derrame, o qual pode atingir 30 a 40 metros de espessura e compõe-se de base, central e topo. A base se altera facilmente, já a parte central é a mais espessa e formada por basalto maciço, porém recortado por inúmeras fraturas verticais e horizontais. O topo de um derrame típico apresenta "olhos de sapo", bolhas formadas nas partes superiores dos derrames.

FIGURA 09 - PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO REPRESA GRANDE



Esse tipo de rocha tem muitas vezes linhas de fraqueza verticais, características da mesma, em formas angulares poliédricas. Ao se alterarem, deixaram "bolas" de resto de rocha, que vão se escamando como "cascas de cebola", aspecto comum nas encostas do município. Muitas vezes a erosão e decomposição seletivas fazem ressaltar na topografia as unidades de derrames, formando escarpas, representadas por áreas com declividades superiores a 20%, delimitadas por quebras de relevo positivas e negativas, aproximadamente coincidentes com os contatos entre os derrames. O padrão de fraturamento, juntamente com as zonas vesiculares do topo dos derrames, pode funcionar como canais alimentadores de aquíferos subterrâneos (MINEROPAR, 2002).

3.1.1.2 Pedologia

De acordo com o levantamento detalhado realizado por ENGEVIX (2004), as unidades de solos encontrados na bacia (Figura10) são os seguintes:

- Nascentes do Rio Represa Grande

Re1 Solo Litólico eutrófico A chenezêmico relevo forte ondulado e montanhoso substrato rochas eruptivas básicas + Brunizém Avermelhado raso relevo forte ondulado ambos textura argilosa fase pedregosa floresta tropical subperenifólia + Terra Roxa Estruturada eutrófica A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado. Erodibilidade Muito Alta.

- Alto e Médio Rio Represa Grande

LRe1 Latossolo Roxo eutrófico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado e praticamente plano. Erodibilidade Baixa.

LRe2 Latossolo Roxo eutrófico relevo suave ondulado + Terra Roxa Estruturada eutrófica relevo suave ondulado e ondulado ambos A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia. Erodibilidade Baixa.

- Baixo Rio Represa Grande

TRe2 Terra Roxa Estruturada eutrófica A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado. Erodibilidade Média.

LRe1 Latossolo Roxo eutrófico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado e praticamente plano. Erodibilidade Baixa.

- Sub Bacia do Rio Moreno

LRe2 Latossolo Roxo eutrófico relevo suave ondulado + Terra Roxa Estruturada eutrófica relevo suave ondulado e ondulado ambos A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia. Erodibilidade Baixa.

TRe2 Terra Roxa Estruturada eutrófica A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado. Erodibilidade Média.

- Sub Bacia do Rio Represinha

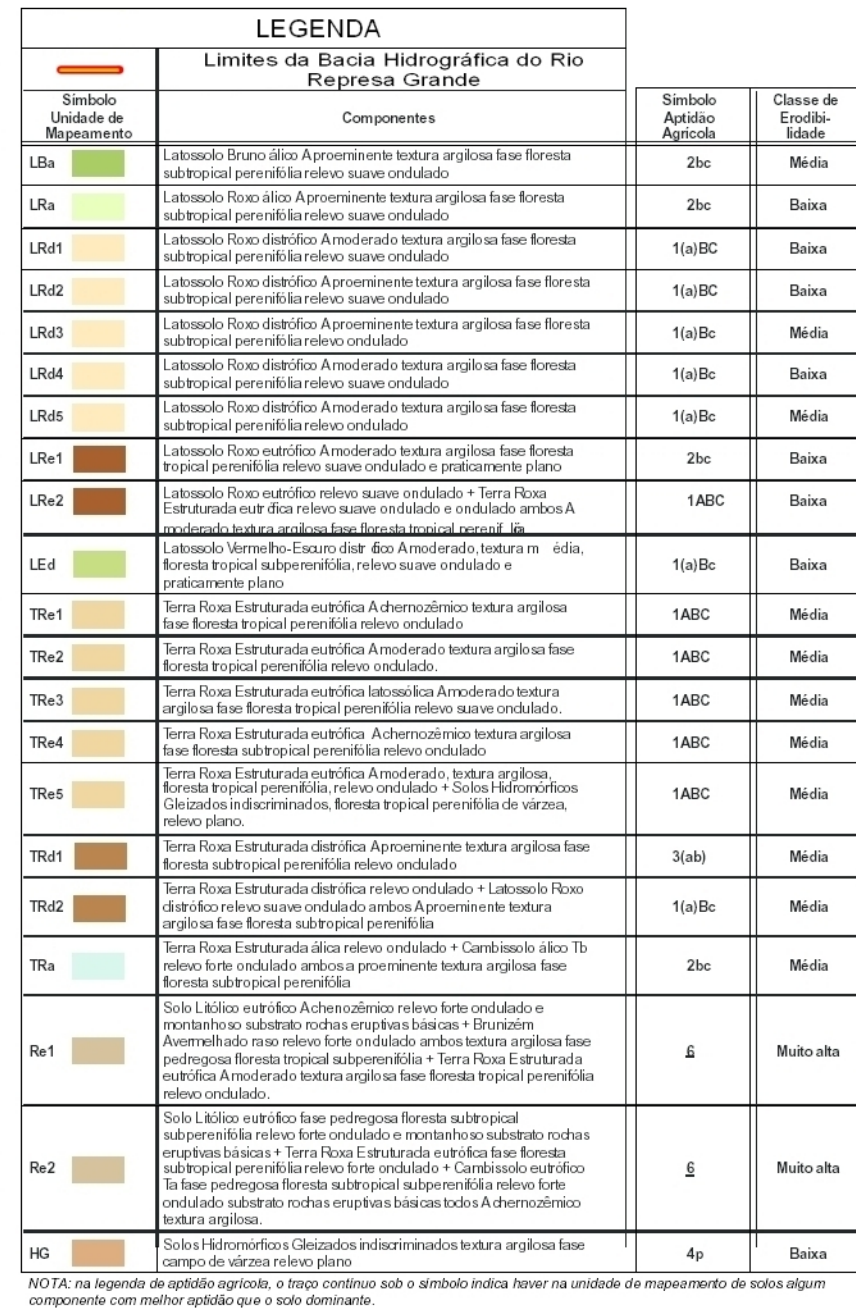
LRe1 Latossolo Roxo eutrófico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado e praticamente plano. Erodibilidade Baixa

TRe2 Terra Roxa Estruturada eutrófica A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado. Erodibilidade Média.

LRd1 Latossolo Roxo distrófico A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado. Erodibilidade Baixa.

Em termos espaciais a unidade de solo Terra Roxa Estruturada representa aproximadamente 50% da área total. Estas áreas podem apresentar localmente pontos de comprometimento ambiental face sua localização e tipo de uso e manejo do solo. Os Latossolos representam pouco mais de 40% dos solos da bacia. Face às suas características físicas e químicas estes solos mostram grande potencial para agricultura, mas devem merecer a atenção adequada no sentido de controle de insumos, que podem provocar danos ao meio ambiente. Com menor áreas de ocorrências, aparecem os Solos Litólicos, ocupando uma pequena área na região norte da bacia, porém apresentam um potencial muito grande de erodibilidade.

GRANDES BACIAS DO ESTADO DO PARANÁ



NOTA: na legenda de aptidão agrícola, o traço contínuo sob o símbolo indica haver na unidade de mapeamento de solos algum componente com melhor aptidão que o solo dominante.

3.1.1.3 Clima

No aspecto climático, a região pode ser enquadrada como tendo um Clima Subtropical Úmido Mesotérmico, com verões quentes e tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 20° C); invernos com geadas pouco freqüentes (temperatura média inferior a 17° C), sem estação seca definida (Tabela 03). De acordo com o IAPAR, a pluviosidade média anual de 1983 a 1997 foi de 1830mm. Sendo as médias de 148 mm para o mês de junho, 147,9 mm para o mês de novembro e 135,2 mm para o mês de março (Tabela 03).

TABELA 03 - DADOS CLIMÁTICOS DA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

EST.: São Miguel do Iguaçu / CÓD.: 02554026 / LAT.: 25°26'S / LONG.: 54°22'W / ALT.: 260m															PERÍODO: 1983 - 1997		
	TEMPERATURA DO AR (°C)							U.REL	VENTO		PRECIPITAÇÃO (mm)				EVAPORAÇÃO	INSOLAÇÃO	
MÊS	média	média máxima	média mínima	máxima absol.	ano	mínima absol.	ano	média (%)	direção pred.	veloc. (m/s)	total	máxima 24h	ano	dias de chuva	total (mm)	total (horas)	
JAN	25,7	31,8	21,2	38,0	1984	13,3	1992	75			167,7	105,2	1984	11	89,9	242,9	
FEV	24,9	31,1	20,6	37,6	1984	10,1	1987	77			156,1	80,9	1992	11	69,9	212,6	
MAR	24,2	30,6	19,6	36,6	1990	7,6	1987	75			135,2	90,0	1984	10	86,5	226,9	
ABR	21,7	27,6	17,4	34,8	1989	6,0	1995	78			146,6	84,8	1988	10	74,0	186,5	
MAI	18,4	24,2	14,3	32,8	1997	0,7	1988	80			184,4	156,6	1997	10	61,6	182,3	
JUN	16,2	22,1	12,1	30,2	1992	-0,2	87/94	80			148,0	100,8	1988	9	50,6	162,2	
JUL	16,0	22,4	11,5	30,8	1987	-1,2	1988	76			99,7	54,8	1983	8	69,2	190,4	
AGO	17,8	24,7	12,7	36,4	1995	-1,2	1991	71			105,4	142,0	1990	7	87,4	198,3	
SET	19,5	26,1	14,4	36,4	1994	2,7	1986	69			150,0	97,4	1983	10	99,3	176,7	
OUT	22,3	28,7	17,1	37,2	1994	5,5	1985	70			227,6	136,0	1996	11	105,8	216,2	
NOV	24,2	30,7	18,8	39,7	1985	8,0	1992	66			147,9	113,0	1991	9	121,7	245,3	
DEZ	25,4	31,5	20,4	39,9	1985	12,2	1993	71			162,0	158,0	1984	10	108,1	257,6	

FONTE: IAPAR

3.1.1.4 Uso atual do solo

As classes de usos do solo identificadas na bacia hidrográfica do rio Represa Grande são representadas por floresta secundária em estágio avançado de regeneração, floresta secundária em estágio médio de regeneração, agricultura,

pastagem/agricultura de subsistência, reflorestamento, áreas urbanizadas, mata ciliar/vegetação de várzea. Conforme dados da ENGEVIX (2004) e EMATER (2004) a bacia é ocupada predominantemente por culturas anuais (52% da área total).

As classes, floresta secundária em estágio avançado de regeneração e floresta secundária em estágio médio de regeneração, ocorrem na forma de capões isolados na bacia, ocupando aproximadamente 11% da área. As florestas primárias, dentro do Parque Nacional do Iguaçu, representam aproximadamente 7% da área. Verifica-se também a ocorrência de mata ciliar ao longo da maioria dos rios. Diversas áreas urbanizadas também são encontradas na bacia, destacando-se as localidades de Navegantes, São Braz e Aurora do Iguaçu (município de São Miguel do Iguaçu); Boa Vista, Cristo Rei, Palmital e Serranópolis (município de Serranópolis do Iguaçu) e Medianeira.

De acordo com a EMATER (2004), as atividades mais comuns realizadas pelos agricultores na bacia são: culturas de verão (soja, milho, milho safrinha e fumo); culturas de inverno (trigo), culturas diversas de subsistência, culturas permanentes (fruticultura e erva-mate), cultura de pastagens (nativas e implantadas), capineiras (cana de açúcar, napier), reflorestamentos (eucalipto), suinocultura (integrados e subsistência), bovinocultura de leite, bovinocultura de corte e avicultura (integrados e subsistência).

3.1.2 Sub Bacia do Rio Azul

A sub bacia do rio Azul, integrante da bacia hidrográfica do rio Florianópolis, está localizada no município de Céu Azul e situa-se dentro dos limites do Parque Nacional do Iguaçu. Como está inserida em uma unidade de conservação de proteção integral é ocupada integralmente por vegetação primária, sendo vedado o uso do solo para quaisquer atividades, que não seja de conservação e preservação ambiental.

De acordo com a ENGEVIX (2004), os solos existentes nesta sub-bacia são o Latossolo Roxo, Terra Roxa Estruturada e Solos Litólicos.

3.1.3 Pontos de coleta de amostras

Os pontos de amostragem foram definidos utilizando-se as Folhas Topográficas da Diretoria de Serviço do Exército na escala 1:50.000, Folha de Medianeira, SG.21-X-D-III-4(MI-2832/4), 1980 e 1997; Folha da Ilha do Pesqueiro, SG.22-211-X-D-VI-2(MI-2847-2), 1997 e Folha de Céu Azul, SG.22-V-C-I-1(MI-2833/1), 1981 e 1999. Em abril de 2004, foram realizadas duas campanhas preliminares nas áreas de estudo, com acompanhamento de técnicos do Parque Nacional do Iguaçu, para a confirmação dos pontos previamente selecionados, sendo que um deles, o ponto 01, já tinha sido utilizado para coleta de amostras para monitoramento da qualidade da água, quando da revisão do plano de manejo do Parque Nacional do Iguaçu em 1998. Nas campanhas preliminares foi realizado também o levantamento de dados de localização geográfica dos pontos de amostragem, utilizando-se do GPS - Sistema de Posicionamento Global, modelo GPS - 45 - Garmin, quando os pontos de monitoramento foram definitivamente escolhidos contemplando as características descritas na Tabela 04.

TABELA 04 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

PONTO	ZONA	COORDENADAS		LOCAL	OBSERVAÇÃO
		LESTE	NORTE		
P01	21J	789101,9	7180990	RIO REPRESA	Divisa Parque - Figuras 13, 20, 21, 40
P02	21J	786291,8	7180553	RIO REPRESINHA	Divisa Parque - Figuras 14, 22, 23, 24, 41
P03	21J	785069	7182771	RIO REPRESINHA	Fora do Parque - Figuras 15, 25, 26, 27, 42, 43
P04	21J	787883,7	7183350	RIO REPRESA	Fora do Parque - Figuras 16, 28, 29, 30, 44
P05	21J	787854,1	7187586	RIO REPRESA	Fora do Parque - Figuras 17, 31, 32, 33, 45
P06	21J	792773,1	7183205	RIO MORENO	Fora do Parque - Figuras 18, 34, 35, 36, 46
P07	22J	218193,8	7214989	RIO AZUL	Dentro do Parque - Figuras 19, 37, 38, 39, 47

FONTE: O autor

Para efeitos de comparação dos resultados obtidos para as amostras de água e sedimentos, desta pesquisa e a do IBAMA realizada em 1998 no rio Represa Grande, o ponto monitorado por aquela instituição recebeu a denominação de ponto P08, que tem sua localização coincidente com o ponto P01. Ainda durante esta fase preliminar, foram determinadas as secções transversais dos rios Represa Grande (P01), Represinha (P02) e Moreno (P06), bem como as velocidades das correntes destes rios para os pontos de monitoramento (P01, P02, P03, P04, P05, P06). Também nesta fase, através de entrevistas com agricultores e revendedores de

defensivos agrícolas na região, foram identificadas as marcas comerciais dos principais praguicidas utilizados nas atividades agro-pecuárias na bacia hidrográfica do rio Represa Grande.

3.1.3.1 Velocidade da corrente e vazão

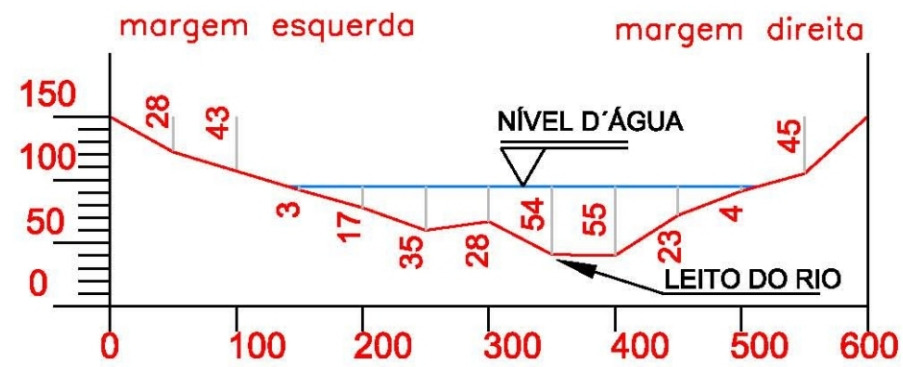
Para o cálculo da velocidade da corrente foi utilizado o Molinete Hidrométrico Universal, tipo 505, marca Amser. Dividiram-se as secções transversais dos rios em verticais a cada 1 metro, e a medição da velocidade da água se deu a 60% de profundidade da vertical, a qual foi considerada como sendo a velocidade média do perfil do rio ($V_{med}=V_{0,6}$), conforme procedimento descrito em PINTO (1976). Também foram determinados os perfis topográficos das secções transversais dos rios Represa Grande (P01), Represinha (P02) e Moreno (P06) e calculadas as respectivas áreas (Figura 11) para a obtenção de uma estimativa de vazão. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 05.

TABELA 05 - VELOCIDADE DA CORRENTE E VAZÕES

Corpo d'água	Ponto	Velocidade (m/s)	Seção (m ²)	Vazão (m ³ /s)
Rio Represa Grande	P01	0,61	25,28	15,42
Rio Represinha	P02	0,91	4,08	4,00
Rio Represinha	P03	0,65	---	---
Rio Represa Grande	P04	0,58	---	---
Rio Represa Grande	P05	1,22	---	---
Rio Moreno	P06	0,72	1,08	0,78

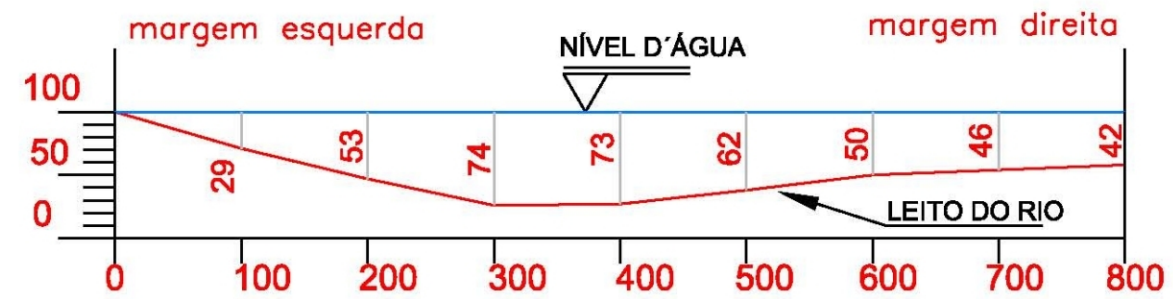
FONTE: O autor

FIGURA 11 - PERFIS TOPOGRÁFICOS DOS RIOS REPRESA GRANDE (P01), REPRESINHA (P02) E MORENO (P06)



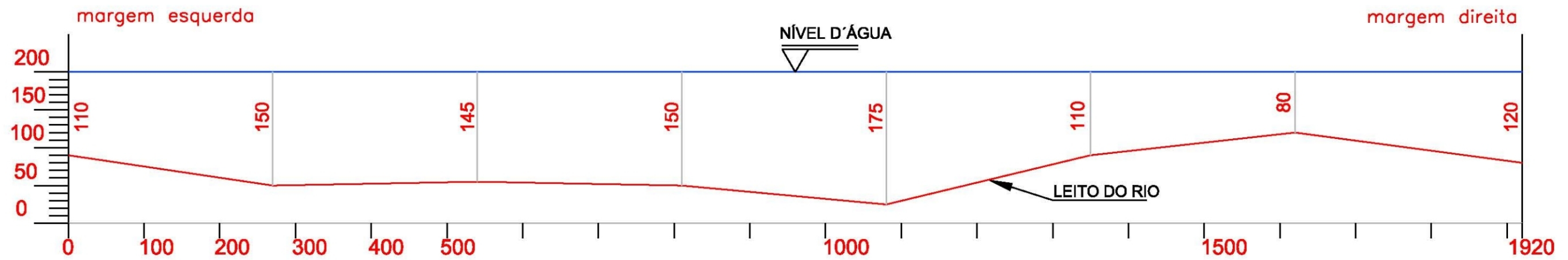
PONTO P06 RIO MORENO

Área da seção
1,082m²



PONTO P02 RIO REPRESINHA

Área da seção
4,08m²



PONTO P01 RIO REPRESA GRANDE

Área da seção
25,275m²

3.1.3.2 Campanhas para coletas de amostras

Foram realizadas três campanhas de coleta de amostras nos sete pontos de monitoramento. As campanhas foram realizadas nos dias 11 junho de 2004, 20 de novembro de 2004 e 29 de março de 2005. Para as condições do tempo, adotou-se como chuva se estas tivessem ocorrido, pelo menos, nas últimas 24 horas que antecederam à coleta (Tabela 06) . Para a definição do período de amostragem foi considerado o calendário agrícola regional, especialmente a cultura da soja. Considerando que a variação sazonal da precipitação (Tabela 03) não é acentuada, os meses escolhidos para a realização das coletas de amostras de água e sedimentos, foram junho, novembro e março, por demonstrarem médias históricas de precipitação aproximadas.

TABELA 06 - PRECIPITAÇÕES OCORRIDAS DURANTE AS CAMPANHAS

	Data	Temperatura do ar (°C)	Clima	PRECIPITAÇÃO (mm)		
				No dia	3 dias antes	30 dias antes
Campanha 01	11.06.04	13	chuvoso	0,8	34,0	239,2
Campanha 02	20.11.04	19	sol	0	0	266,0
Campanha 03	29.03.05	26	sol	0	2,6	59,6

FONTE: O autor

NOTA: Extraído da base de dados do SIMEPAR.

3.2 PARÂMETROS ANALISADOS

As amostras foram coletadas e transportadas até o Laboratório de Engenharia Ambiental do Departamento de Hidráulica e Saneamento, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, onde as análises foram realizadas de acordo com metodologias adotadas naquele laboratório. Ainda em campo, as amostras para as análises de pesticidas em água e sedimentos foram preparadas e encaminhadas ao Bioagri Laboratórios Ltda.

As variáveis químicas e físico-químicas foram determinadas por meio de metodologias preconizadas pela American Water Works Association - AWWA através do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, publicado pela American Public Health Association - APHA em 1995.

Os parâmetros analisados para as amostras de água foram: potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido e temperatura da água e do ar, material em suspensão, nitrogênio orgânico total, amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo total e fósforo total dissolvido. As quantificações dos metais (Cr, Fe, Ni, Cd, Zn, Co, Cu, e Mn), DQO, DBO, cloretos, coliformes totais e fecais também foram determinados segundo APHA (1995).

Para a quantificação de praguicidas na água e nos sedimentos, as amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar, refrigeradas a 4 graus Celsius e enviadas para análise no Bioagri Laboratórios Ltda, localizado na cidade de Piracicaba-SP. Os ingredientes ativos pesquisados foram: Clorimuron Etílico, Glifosato e o Endossulfan. As detecções destes ingredientes foram realizadas por meio de cromatografia gasosa, metodologia recomendada pelas AWWA, APHA e Watter Pollution Control Federation - WPCF, conforme Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

3.3 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DAS CAMPANHAS REALIZADAS

Fotografias de autoria do Engenheiro Civil Humberto José Sanches.

3.3.1 Aspectos dos pontos de coleta na campanha de 1 de junho de 2004

FIGURA 12 - ASPECTO GERAL DO PONTO P01



FIGURA 13 - ASPECTO GERAL PONTO P02



FIGURA 14-ASPECTO GERAL DO PONTO P03



FIGURA 15-ASPECTO GERAL DO PONTO P04



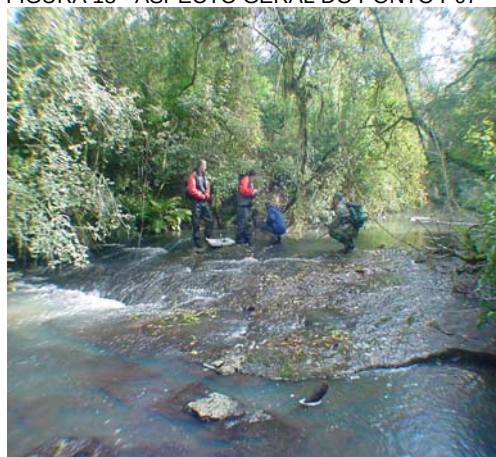
FIGURA 16-ASPECTO GERAL DO PONTO P05



FIGURA 17- ASPECTO GERAL DO PONTO P06



FIGURA 18 - ASPECTO GERAL DO PONTO P07



3.3.2 Aspectos dos pontos de coleta na campanha na 2 de novembro de 2004

FIGURA 19 - PROXIMIDADES DO PONTO P01
À DIREITA MATA CILIAR DO RIO
REPRESA GRANDE



FIGURA 20 - COLETA DE AMOSTRAS DE
ÁGUA NO PONTO P01



FIGURA 21- PROXIMIDADES DO PONTO
P02 NO RIO REPRESINHA



FIGURA 22 - RIO REPRESINHA NO PONTO
P02



FIGURA 23 - PROXIMIDADES DO PONTO
P03 NO RIO REPRESINHA



FIGURA 24 - COLETA DE ÁGUA NO PONTO
P03



FIGURA 25 - PROXIMIDADES DO PONTO P04
AOS FUNDOS MATA CILIAR DO
RIO REPRESA GRANDE



FIGURA 26 - COLETA DE ÁGUA NO PONTO
P04



FIGURA 27- MATA CILIAR DO RIO REPRESA
GRANDE NO PONTO P05



FIGURA 28 - PONTO DE COLETA P05



FIGURA 29 - MATA CILIAR DO RIO MORENO
NO PONTO P06



FIGURA 30 - COLETA DE ÁGUA NO PONTO
P06



FIGURA 31 - TRILHA DE ACESSO AO PONTO DE COLETA P07 NO RIO AZUL



FIGURA 32 - COLETA DE ÁGUA NO PONTO P07



3.3.3 Aspectos dos pontos de coleta na campanha 3 de março de 2005

FIGURA 33 - ASPECTOS DO PONTO P01

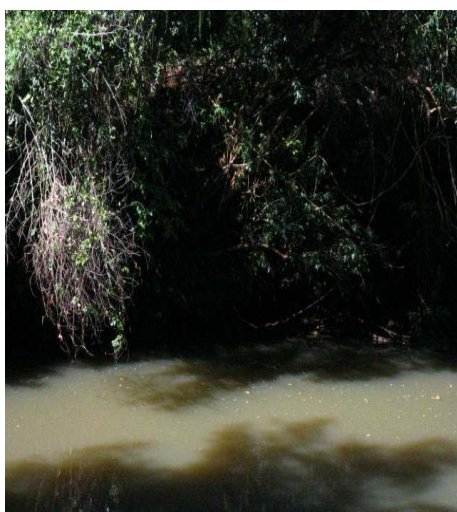


FIGURA 34 - ASPECTOS DO PONTO P02



FIGURA 35 - ASPECTOS DO PONTO P03



FIGURA 36 - ASPECTOS DO PONTO P04



FIGURA 37- ASPECTOS DO PONTO P05



FIGURA 38 - COLETA DE ÁGUA NO PONTO P06



FIGURA 39 - ASPECTOS DO PONTO P07



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta pesquisa visou identificar as condições de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Represa Grande, bem como a qualidade das águas do rio Azul. Os resultados obtidos poderão subsidiar o processo de planejamento e gerenciamento daquela bacia, que muito contribuirá para a proteção do Parque Nacional do Iguaçu.

Quando da revisão do plano de manejo daquela unidade em 1998, amostras de água e sedimentos foram coletadas na mesma localização do ponto 01 monitorado nesta pesquisa, sendo possível portanto, a comparação dos resultados obtidos neste trabalho com os de 1998, para o ponto 01. Nos quadros e figuras de apresentação de resultados, o ponto monitorado pelo IBAMA em agosto de 1998 recebeu a denominação de ponto 8 (P08).

De acordo com a Portaria da SUREHMA Nº 020 de 20 de setembro de 1992 os cursos dos rios Represa Grande e Represinha externos aos limites do Parque Nacional do Iguaçu, juntamente com o rio Moreno estão enquadrados na classe 02. Já o rio Azul e a parte dos cursos dos rios Represa Grande e Represinha dentro dos limites do Parque Nacional do Iguaçu são considerados de classe 01. Desta forma, os pontos de monitoramento P01, P02 e P07 dizem respeito a águas de classe 01 e os pontos de monitoramentos P03, P04, P05 e P06 estão relacionados a águas de classe 02. A pesquisa realizada nos rios Represa Grande, Represinha, Moreno e rio Azul, através da coleta de amostras de água e sedimentos, em sete pontos monitorados, apresentou para os parâmetros analisados os resultados a seguir relatados.

4.1 RESULTADOS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os resultados encontrados e apresentados no Quadro 02 mostram que nas campanhas de junho/2004 e novembro/2004 houve um comportamento similar entre os pontos monitorados em relação à condutividade elétrica. Ficou constatado também, que ao longo do percurso do rio Represa Grande, os valores do parâmetro condutividade elétrica decresce.

No entanto, na terceira campanha, no ponto P01 onde o rio adentra os limites do Parque Nacional, a condutividade elétrica apresentou o valor de 90,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, muito próximo do limite superior esperado para águas naturais, que segundo ESPÍNDOLA (2004) é de 100 $\mu\text{S} / \text{cm}$.

QUADRO 02 - VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

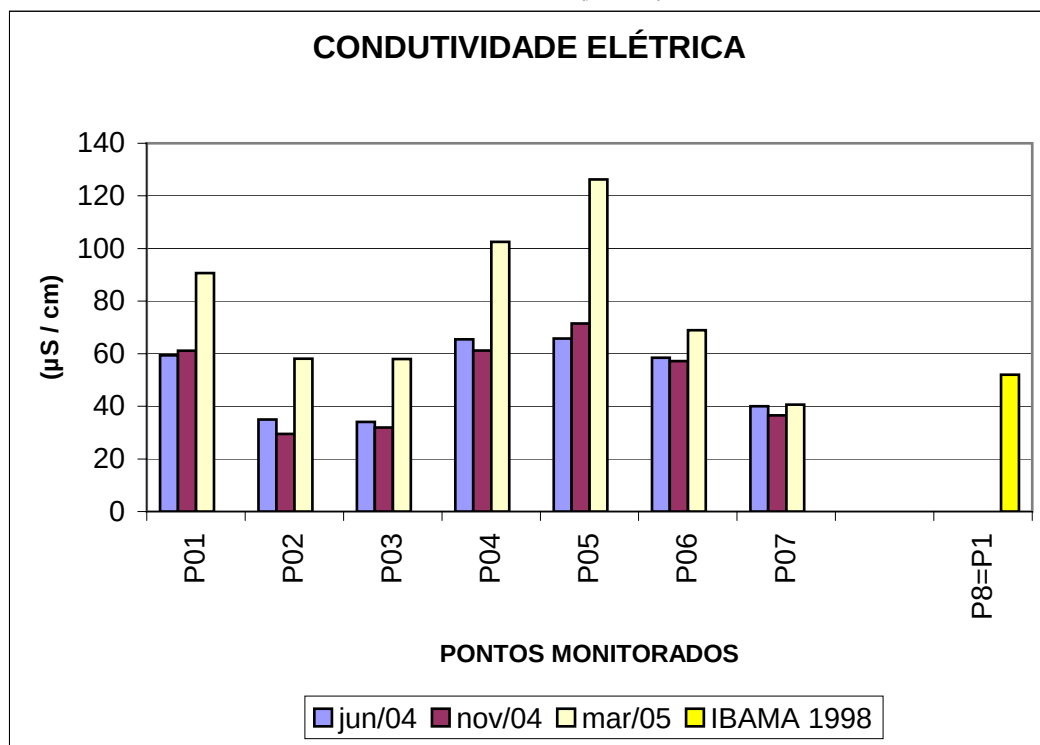
Corpo d'água	Ponto	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S} / \text{cm}$)			
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Ibama/98
Rio Represa Grande	P01	59,4	61,1	90,6	
Rio Represinha	P02	35,0	29,5	58,1	
Rio Represinha	P03	34,1	31,9	58,0	
Rio Represa Grande	P04	65,5	61,2	102,5	
Rio Represa Grande	P05	65,8	71,5	126,25	
Rio Moreno	P06	58,5	57,2	68,9	
Rio Azul	P07	40,0	36,6	40,7	
Rio Represa Grande	P8=P1				52,0

FONTE: O autor

NOTA: em negrito os valores mais elevados encontrados para a condutividade.

Conforme mostrado na Figura 40, o ponto P05 é aquele que apresentou a maior carga de íons em suas águas durante o período da pesquisa. Constata-se ainda que os valores de condutividade sofreram significativa elevação nos pontos amostrados na campanha realizada em março de 2005, sendo que os pontos P04 e P05 ultrapassaram o valor de 100 $\mu\text{S} / \text{cm}$. Esta elevação tem como causa provável o lançamento contínuo de efluentes de propriedades rurais nas proximidades dos pontos P04 e P05, associado ao período de estiagem que antecedeu a campanha de março/2005, o que propiciou o aumento da concentração de minerais naquele corpo de água. Outro fator a ser considerado é a temperatura. Conforme dados de temperatura mostrados no Quadro 02, na campanha de março /2005, a temperatura da água estava significativamente mais elevada que as campanhas anteriores, especialmente para o ponto P05.

FIGURA 40 - VALORES DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S} / \text{cm}$)



FONTE: O autor

Já para o ponto P07, dentro do parque nacional, os resultados para o parâmetro condutividade elétrica não tiveram oscilações significativas durante as campanhas realizadas.

No monitoramento realizado pelo IBAMA (1998), para uma temperatura da água de 21,8 °C, o valor encontrado para a condutividade elétrica para o ponto P08 foi de 52,00 $\mu\text{S} / \text{cm}$. Comparando este resultado com os obtidos em 2004/2005 para o ponto P01, pode-se afirmar que o crescimento dos valores da condutividade elétrica é um indicativo de aumento da poluição no rio Represa Grande. De acordo com a CETESB (2002), em geral para o parâmetro condutividade elétrica, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. A Resolução CONAMA 357/2005 não faz menção ao parâmetro condutividade elétrica.

4.2 RESULTADOS DA TEMPERATURA

As medidas de temperatura da águas dos rios monitorados foram tomadas na superfície sendo influenciadas por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de vazão, profundidade e cobertura florestal.

Os dados de temperatura do ar e da água registrados no momento da coleta das amostras, apresentaram variações relativas ao regime climático da região, com os maiores valores no verão e os menores no inverno.

QUADRO 03 - VALORES DA TEMPERATURA DO AR (°C) E DA ÁGUA (°C)

Pontos	Junho 2004		Novembro 2004		Março 2005	
	ar	água	ar	água	ar	água
1	13	11,8	19	15,3	26	23,2
2	13	11,6	19	15,1	26	22,9
3	13	11,5	19	15,2	26	23°
4	13	11,9	19	15,1	26	23,5
5	13	11,6	19	15,8	26	25,8
6	13	11,1	19	15,3	26	23,7
7	10	7,8	16	11,2	21	17°

FONTE: O autor

O maior valor da temperatura da água registrado foi de 25,8 °C para o ponto P05, sendo que neste local as matas ciliares preconizadas para os corpos de água quase inexistem. Já a menor temperatura da água registrada foi de 7,8 °C na campanha de junho/2004 para a amostra de água coletada no ponto P07, no rio Azul, localizado dentro da floresta primária do Parque Nacional do Iguaçu.

Quanto à temperatura ambiente durante as coletas de amostras, a temperatura mínima registrada foi de 10,5°C no ponto P07 no dia 12 de junho de 2004. A temperatura máxima registrada foi de 26,0°C no dia 29 de março de 2005.

4.3 RESULTADOS DA TURBIDEZ

A Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 01 e 02, estabelece o valor máximo para o parâmetro turbidez de 40 e 100 UNT respectivamente. Como mostra o Quadro 04, foram registrados os maiores resultados de turbidez nos pontos P01, P04 e P05 com valores de 222 , 231 e 175 UNT respectivamente. Estes resultados, obtidos no dia 12 de junho de 2004, foram influenciados pelas fortes chuvas ocorridas durante a campanha, e indicam processos erosivos com carreamento de sedimentos para os rios e tem como causa

provável a ausência ou manejo inadequado de práticas conservacionistas dos solos na bacia do rio Represa Grande. Nesta campanha, apenas os valores encontrados nos pontos P03, P06 e P07 se enquadraram nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

QUADRO 04 - VALORES DE TURBIDEZ

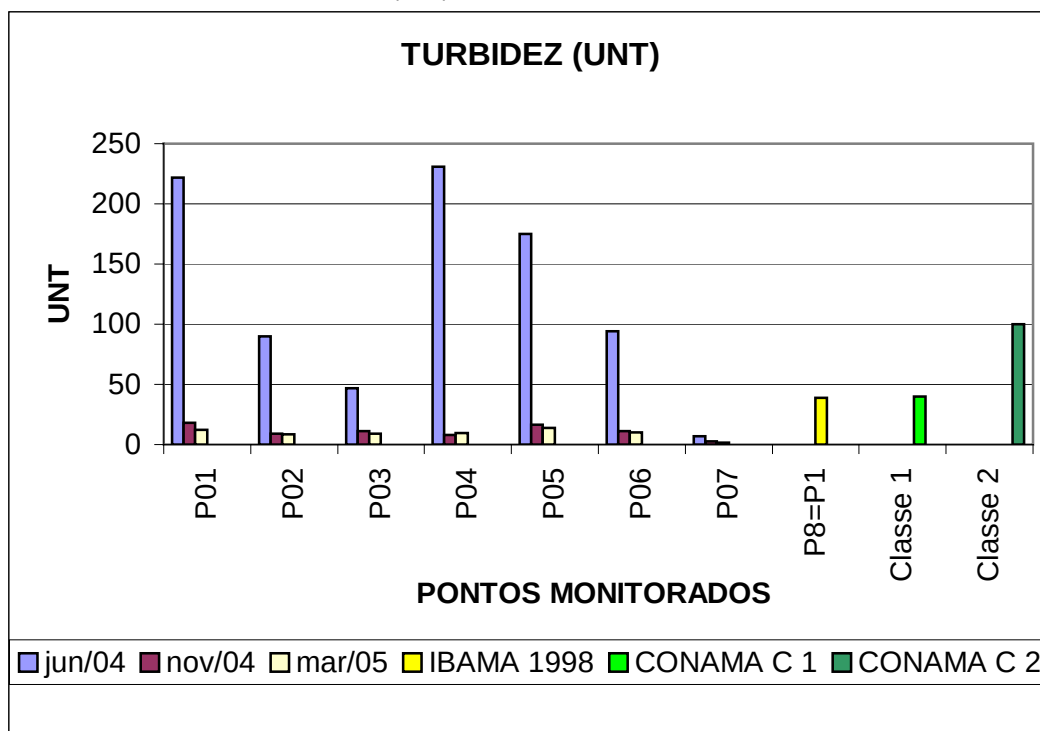
Corpo d 'água	Ponto	TURBIDEZ (UNT)			
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Ibama/98
Rio Represa Grande	P01	222	18,2	12,1	
Rio Represinha	P02	90	9,0	8,4	
Rio Represinha	P03	47	11,4	9,3	
Rio Represa Grande	P04	231	8,0	9,5	
Rio Represa Grande	P05	175	16,7	13,7	
Rio Moreno	P06	94	11,0	10,2	
Rio Azul	P07	7	2,8	1,7	
Rio Represa Grande	P8=P1				39

FONTE: O autor

Conforme pode ser observado na Figura 41, os resultados para o parâmetro turbidez obtidos nas campanhas de novembro/2004 e março/2005 registraram valores inferiores a 20 UNT, bem abaixo dos padrões estabelecidos pela mesma resolução.

Por outro lado, verificando os valores obtidos para o ponto P07, no rio Azul, cujo curso está totalmente protegido pelo Parque Nacional do Iguaçu, portanto enquadrado na classe 01, o valor máximo de turbidez registrado foi de 7,00 UNT (período chuvoso) e o valor mínimo foi de 1,7 UNT, que poderiam ser interpretados como valores padrão das condições naturais do corpo de água para aquela unidade de conservação, que caracterizaria portanto, a classe especial de enquadramento para os rios do Parque Nacional do Iguaçu.

FIGURA 41 - VALORES DE TURBIDEZ (NTU)



FONTE: O autor

O valor encontrado pelo IBAMA/1998, para o ponto P08 foi de 39 UNT num dia de tempo bom, porém com registro de chuvas nas 48 horas antecedentes a coleta de amostras. A oscilação entre os valores obtidos para o parâmetro turbidez entre as campanhas de 2004/2005 e 1998 para o ponto P01, deve ser creditada aos índices pluviométricos registrados durante a realização das mesmas.

4.4 MATERIAL EM SUSPENSÃO

No Quadro 05 são apresentados os resultados encontrados para o parâmetro sólidos totais na amostras de água obtidas nos sete pontos de monitoramentos durante o período de estudo. Conforme mostra a Figura 42, com exceção ao ponto P06, para todos os demais pontos monitorados, a campanha de junho/2004 apresentou resultados mais elevados do que as campanhas de novembro/2004 e março/2005, provavelmente devido as fortes chuvas verificadas no dia 11 de junho de 2004 com índice pluviométrico de 38 mm. Já na campanha realizada em março/2005, em período de estiagem, o efeito foi ao contrário, pois foram obtidos os menores valores de sólidos totais para cada ponto monitorado.

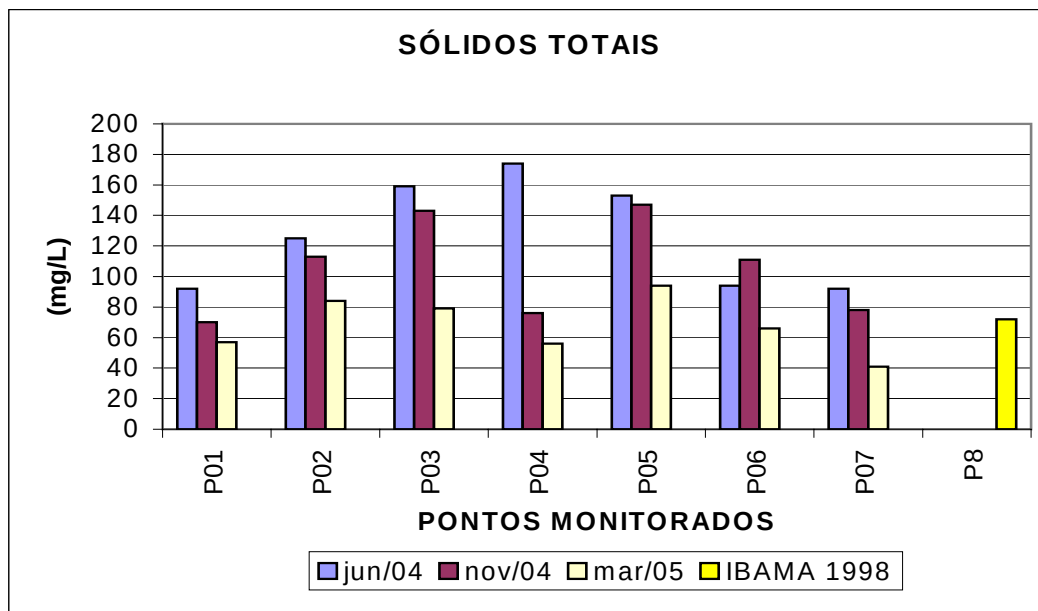
A comparação dos resultados encontrados nas três campanhas para o P01, com o resultado encontrado pelo IBAMA em 1998, confirma este comportamento. Estes fatos indicam a ocorrência de processos de erosão hídrica do solo no âmbito da bacia estudada.

QUADRO 05 - VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS

CORPO D'ÁGUA	PONTO	SÓLIDOS TOTAIS (mg/L)			
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Ago/98
Rio Represa Grande	P01	92	70	57	
Rio Represinha	P02	125	113	84	
Rio Represinha	P03	159	143	79	
Rio Represa Grande	P04	174	76	56	
Rio Represa Grande	P05	153	147	94	
Rio Moreno	P06	94	111	66	
Rio Azul	P07	92	78	41	
Rio Represa Grande	P8=P1				72

FONTE: O autor

FIGURA 42 - VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS (mg/L)



FONTE: O autor

Com relação aos sólidos totais suspensos, o Quadro 06 mostra que as maiores concentrações encontradas para este parâmetro foram 70 , 71 e 110 mg/L respectivamente para os pontos P02, P05 e P04 na campanha de junho/2004.

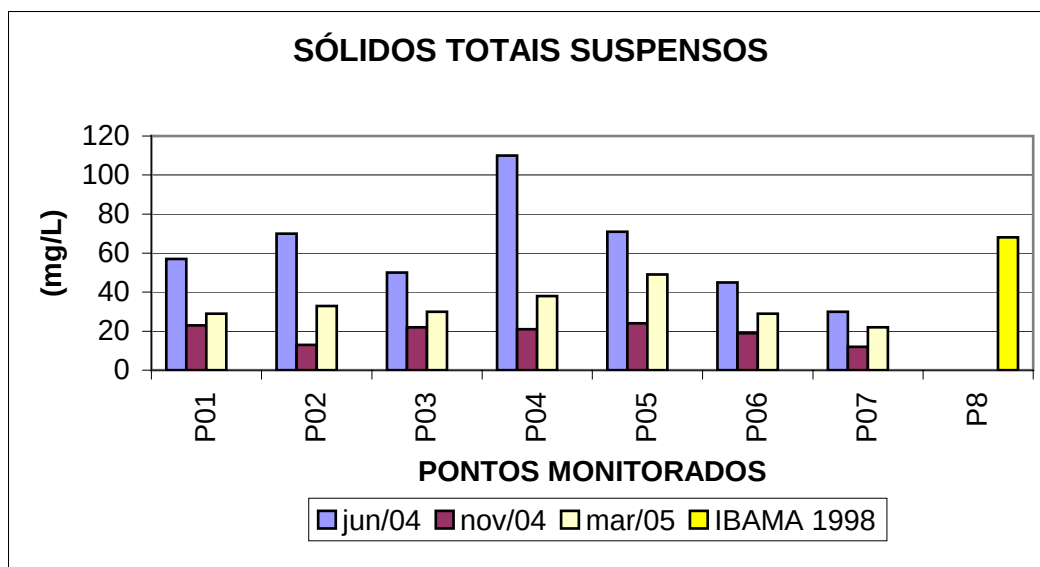
Na Figura 43 pode ser observado que para os valores das concentrações obtidas para o ponto P01 nas campanhas de 2004/2005 foram inferiores aos encontrados pelo IBAMA em 1998.

QUADRO 06 - VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS SUSPENSOS

CORPO D'ÁGUA	PONTO	SÓLIDOS SUSPENSOS (mg/L)			
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Ago/98
Rio Represa Grande	P01	57	23	29	
Rio Represinha	P02	70	13	33	
Rio Represinha	P03	50	22	30	
Rio Represa Grande	P04	110	21	38	
Rio Represa Grande	P05	71	24	49	
Rio Moreno	P06	45	19	29	
Rio Azul	P07	30	12	22	
Rio Represa Grande	P8=P1				68

FONTE:O autor

FIGURA 43 - VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS SUSPENSOS (mg/L)



FONTE:O autor

Para os sólidos totais dissolvidos, conforme mostrado no Quadro 07, os resultados das análises das amostras de água coletadas em todos os pontos monitorados apresentaram concentrações abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doce de classes 1 e 2 que é de 500 mg/L . Na campanha de novembro/2004 este parâmetro apresentou resultados mais elevados do que em junho/2004 e março/2005 (Figura 44), para todos os pontos

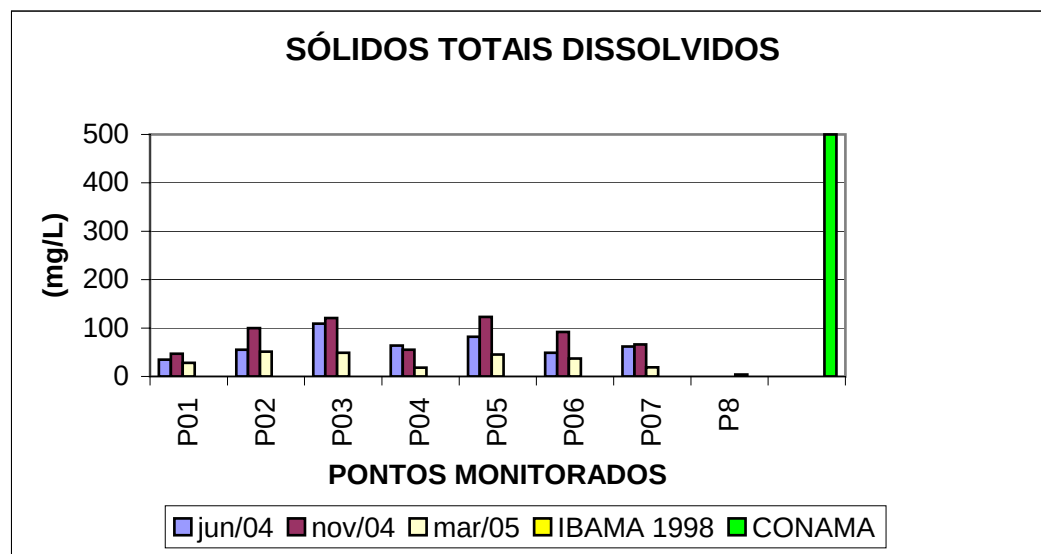
monitorados. Ainda naquela campanha, os resultados mostram uma predominância acentuada da fração de sólidos totais dissolvidos sobre a fração dos sólidos totais suspensos, o que indica uma incidência maior de material particulado mais fino ($< 2,0 \text{ mm}$) no sistema hídrico analisado. Uma justificativa provável para este fato, é a preparação das áreas de terras para cultivo realizada na mesma época da campanha. Para o ponto P01, quando comparados os resultados obtidos para este parâmetro nas campanhas de 2004/2005 com o resultado obtido pelo IBAMA em 1998 mostra que, em junho/2004, novembro/2004 e março/2005 os resultados encontrados superaram em 8,75 , 11,75 e 7 vezes respectivamente, o de 1998 (Quadro 07).

QUADRO 07 - VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

CORPO D'ÁGUA	PONTO	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS			
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Ago/98
Rio Represa Grande	P01	35	47	28	
Rio Represinha	P02	55	100	51	
Rio Represinha	P03	109	121	49	
Rio Represa Grande	P04	64	55	18	
Rio Represa Grande	P05	82	123	45	
Rio Moreno	P06	49	92	37	
Rio Azul	P07	62	66	19	
Rio Represa Grande	P8=P1				4

FONTE: O autor

FIGURA 44 - VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (mg/L)



FONTE: O autor

4.5 RESULTADOS DOS CLORETOS

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 01 e 02, o valor máximo admitido para a concentração de cloretos é de 250 mg/L Cl. O Quadro 08 mostra os resultados encontrados, sendo que o valor máximo registrado foi de 17,8 mg/L para o ponto P05 na campanha de março/2005.

Um dos fatores que podem ter influenciado neste resultado, é o período de estiagem que antecedeu a campanha de março/2005, que resultou na diminuição de vazão e o aumento da concentração de minerais naquele corpo de água. Este fato está diretamente relacionado com o alto valor obtido para a condutividade elétrica na amostra de água para este mesmo ponto, na mesma campanha.

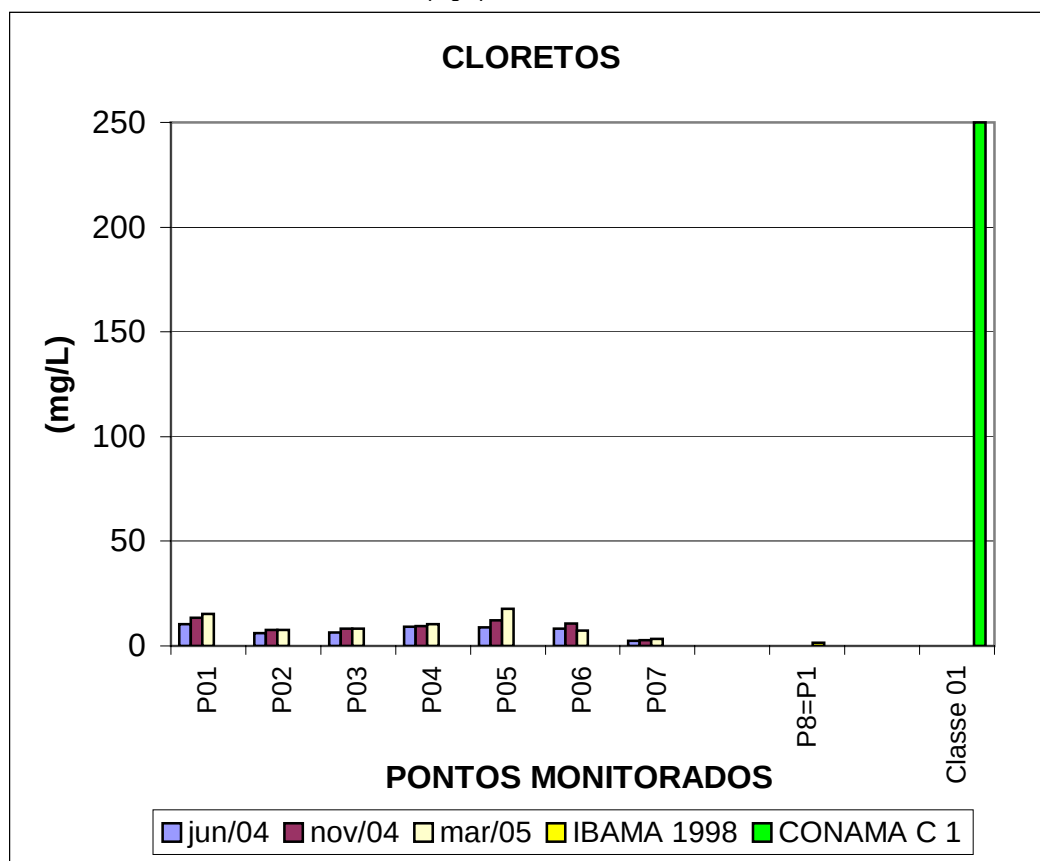
No gráfico da Figura 45 pode ser observado que todos os resultados obtidos para as amostras de água de todos os pontos monitorados ficaram muito abaixo do limite legal admitido. Por outro lado, ao compararmos o resultado obtido pelo IBAMA (1998) com o das campanhas de 2004/2005 para o ponto P01, o crescimento das concentrações de cloretos pode significar o aumento da carga de poluição gerada por esgotos sanitários, no sistema hídrico estudado.

QUADRO 08 - VALORES DE CLORETOS

Corpo d 'água	Ponto	CLORETOS (mg/L)			
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Ibama/98
Rio Represa Grande	P01	10,3	13,4	15,4	
Rio Represinha	P02	6,2	7,6	7,6	
Rio Represinha	P03	6,3	8,2	8,1	
Rio Represa Grande	P04	9,2	9,5	10,3	
Rio Represa Grande	P05	9,0	12,2	17,8	
Rio Moreno	P06	8,3	10,8	7,2	
Rio Azul	P07	2,3	2,7	3,3	
Rio Represa Grande	P8=P1				1,62

FONTE: O autor

FIGURA 45 - VALORES DOS CLORETOS (mg/L)



FONTE: O autor

Outro fato a ser considerado é de que os valores de cloretos encontrados para o ponto P07 dentro do parque nacional no rio Azul são significativamente mais baixos que os valores encontrados para os demais pontos monitorados em 2004/2005. Ainda para o ponto P07, verifica-se que os valores encontrados para os cloretos durante as três campanhas realizadas não tiveram oscilações significativas, o que indica a ausência de fontes de poluição para este parâmetro naquele curso de água.

4.6 RESULTADOS DOS NUTRIENTES

As águas dos rios Represa Grande, Represinha e Azul foram avaliadas quanto a seus teores de nutrientes, incluindo as formas nitrogenadas (nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, nitrato e nitrito) e as formas fosfatadas (fósforo total e fosfato total dissolvido).

Estes parâmetros são indicativos do aspecto sanitário e de poluição orgânica das águas de uma bacia hidrográfica. Os resultados obtidos estão apresentados nos Quadros 09 e 10.

Para o sistema hídrico estudado, os teores de nutrientes mais elevados foram encontrados no curso do rio Represa Grande e os mais baixos nas águas do rio Azul.

QUADRO 09: NUTRIENTES NA FORMA NITROGENADA PONTOS P01, P02, P03 E P04

PARÂMETROS	Unidades	Ponto 01			Ponto 02			Ponto 03			Ponto 04		
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05
Nitrato	N mg.l ⁻¹	<0,05	1,1	0,5	1,13	3,6	0,5	1,63	2,7	0,7	3,47	8,6	0,8
Nitritos	N mg.l ⁻¹	<0,01	0,014	0,012	<0,01	0,029	0,018	<0,01	0,012	0,019	0,01	0,01	0,06
Nitrogênio Orgânico	N mg.l ⁻¹	0,91	1,0	1,01	0,61	1,2	0,95	0,51	1,7	0,84	1,11	3,5	0,91
Nitrog. Amoniacal	N mg.l ⁻¹	0,09	0,35	0,27	0,55	0,30	0,22	0,55	0,50	0,17	1,11	0,67	0,22
Nitrogênio Kjeldahl Total	N mg.l ⁻¹	1,00	1,35	1,28	1,16	1,50	1,17	1,06	2,20	1,01	2,22	4,17	1,13
Nitrog. Total I	N mg.l ⁻¹	1,00	2,46	1,79	2,29	5,13	1,69	2,69	4,91	1,73	5,70	12,78	1,99

FONTE: O autor

QUADRO 10: NUTRIENTES NA FORMA NITROGENADA PONTOS P05, P06, P07

PARÂMETROS	Unidades	Ponto 05			Ponto 06			Ponto 07			Ponto 08=P01	
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05		Ago/98
Nitrato	N mg.l ⁻¹	3,75	9,8	0,9	3,97	8,1	0,9	2,55	2,3	0,38		0,92
Nitritos	N mg.l ⁻¹	<0,01	0,013	0,05	0,01	0,065	0,011	<0,01	<0,01	<0,01		0,029
Nitrogênio Orgânico	N mg.l ⁻¹	1,32	11,3	1,34	1,01	1,9	1,21	0,40	0,95	0,57		0,15
Nitrog. Amoniacal	N mg.l ⁻¹	1,48	0,70	0,22	0,28	0,48	0,20	0,0	0,36	0,1		0,02
Nitrogênio Kjeldahl Total	N mg.l ⁻¹	2,80	12,00	1,56	1,29	2,38	1,41	0,40	1,31	0,67		0,17
Nitrog. Total	N mg.l ⁻¹	6,55	21,81	2,51	5,27	10,54	2,32	2,95	3,61	1,05		1,12

FONTE: O autor

4.6.1 Resultados do nitrato

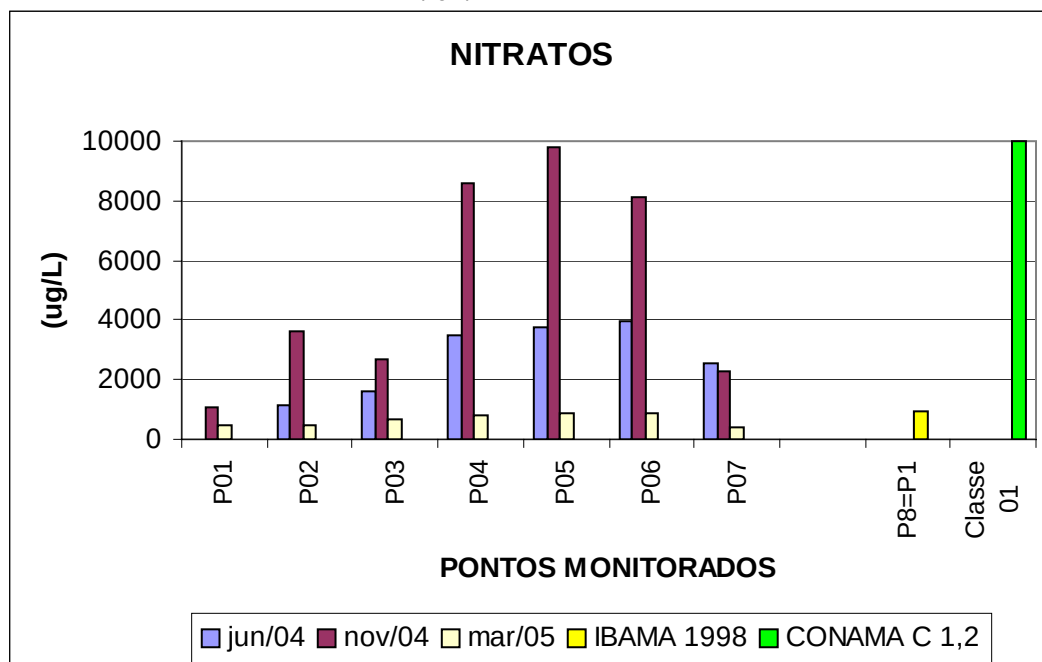
Conforme mostram os Quadros 09 e 10, a análise dos nutrientes mostrou os maiores valores para o nitrato nos pontos P05, P04 e P06 durante a campanha de novembro de 2004, com valores de 9,8 mg/L, 8,6 mg/L e 8,1 mg/L respectivamente.

Note-se que os valores destas concentrações estão muito próximos do limite legal estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que é de 10,00 mg/L para águas doces de classe 1 e 2 (Figura 46).

Para o rio Azul, ponto P07, a maior concentração encontrada para o nitrato foi 2,55 mg/L na campanha de junho de 2004, durante um período de intensas chuvas. A causa provável dos significativos teores de nitratos encontrados no rio Azul, pode ser creditada a decomposição da extensa vegetação que recobre a totalidade de seu curso.

Já para pontos P05, P04 e P06 a justificativa provável para os valores elevados de nitrato encontrados na campanha de novembro/2004, são os fertilizantes nitrogenados utilizados intensamente nas lavouras de milho, que por lixiviação ou percolação, atingem o lençol subterrâneo ou ainda os corpos de água pelo escoamento superficial. De acordo com ESPÍNDOLA (2004), uma vez na água, o nitrato tende a se concentrar por ser resistente à degradação microbiana. Por sua característica resiliente, o nitrato é um eficiente indicador de poluição.

FIGURA 46 - VALORES DOS NITRATOS (ug/L)



FONTE: O autor

A EMBRAPA (2001), considera que concentrações acima de 5mg/L de NO_3^- normalmente indicam poluição por fertilizantes usados na agricultura, ou dejetos humanos e animais.

Em função dos resultados encontrados para os pontos P04, P05 e P06 e considerando também, que a campanha de novembro/2004 coincidiu com os preparativos da safra de verão 2004/2005 na bacia hidrográfica estudada, conclui-se pela necessidade da melhoria das práticas conservacionistas realizadas na bacia.

Para o ponto P01, a comparação entre os resultados obtidos nas campanhas de 2004/2005 com os obtidos em 1998 pelo IBAMA, não apresentou variação significativa para este parâmetro.

4.6.2 Resultados do nitrito

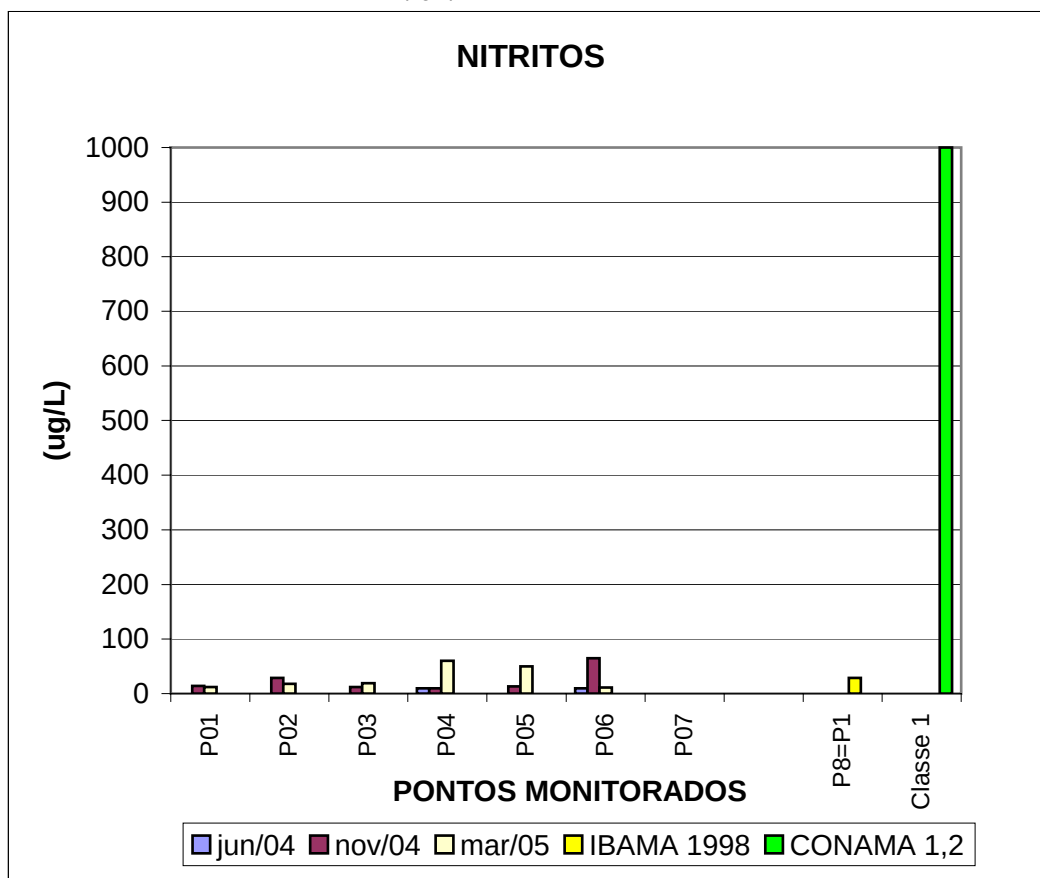
A Resolução CONAMA 357/2005, estabelece o limite da concentração de nitritos em para águas doces de classe 01 e 2 o valor de 1,0 mg/L. O nitrito, que é uma fase intermediária da amônia e do nitrato, é um bom indicador da poluição orgânica. Em concentrações elevadas, indica que a fonte poluente com matéria orgânica encontra-se próxima do local monitorado.

Os Quadros 09 e 10 mostram que os resultados encontrados para este parâmetro, em todos os pontos de monitoramento, não atingiram 10% do valor estabelecido pela norma legal.

Os valores mais altos para o nitrito foram encontrados nos pontos P05 (março/2005) e P06 (novembro/2004) com 0,05 mg/L e 0,065 mg/L respectivamente. Para o ponto P07, no rio Azul, os valores observados foram inferiores a 0,01 mg/L.

Conforme pode ser observado na Figura 47, para o ponto P01, os resultados obtidos em 2004/2005 sofreram uma redução acima de 50% em relação aos resultados obtidos pelo IBAMA em 1998. Este fato, quando associado aos resultados obtidos para o parâmetro nitrogênio orgânico indicam a presença de descargas poluidoras próximas e uma deterioração nas condições sanitárias do rio Represa Grande, no ponto de entrada ao parque nacional.

FIGURA 47 - VALORES DOS NITRITOS (ug/L)



FONTE:O autor

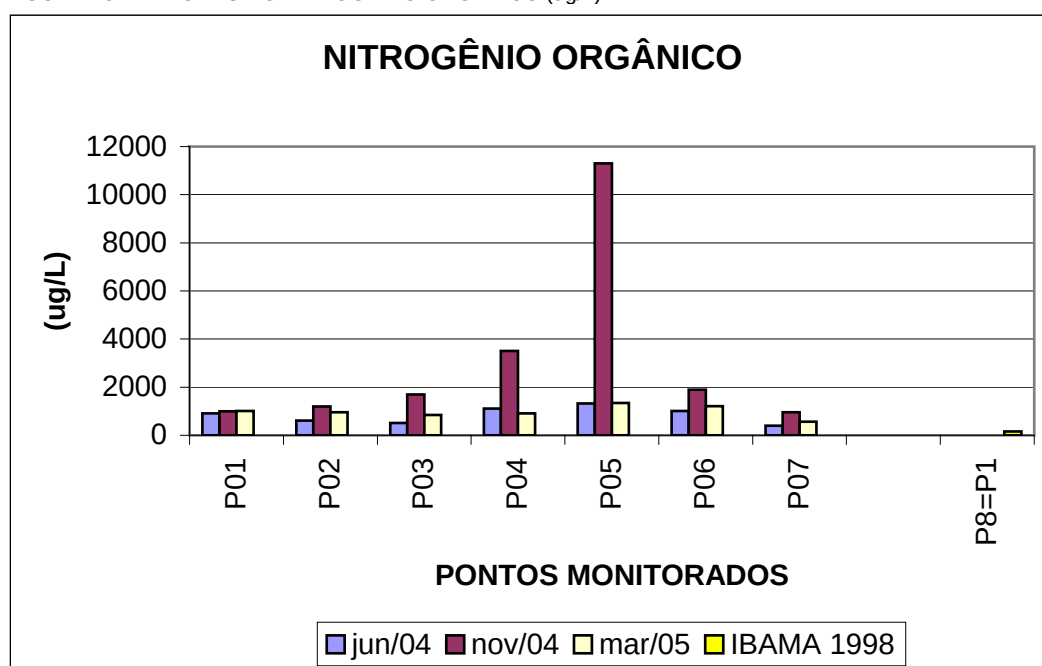
4.6.3 Resultados do nitrogênio orgânico

A Resolução CONAMA 357/2005 não considera o nitrogênio orgânico como parâmetro de classificação dos corpos de água. Entretanto, este parâmetro pode ser associado à idade da poluição, isto é, se análise de uma amostra de água de um rio poluído apresentar predominância das formas reduzidas do nitrogênio, indica que a fonte poluidora encontra-se próxima.

Os Quadros 09 e 10 mostram que os maiores valores encontrados para as concentrações do nitrogênio orgânico foram 3,5 mg/L para o ponto P04 e 11,3 mg/L para o ponto P05, durante a campanha realizada no mês de novembro de 2004. O resultado encontrado para o ponto P05 teve como causa provável a presença de um foco de poluição recente e próximo do local da coleta de amostra de água, visto que, o valor do parâmetro nitrogênio orgânico superou o valor obtido para o parâmetro nitrato para a mesma amostra.

Na campanha de março/2005, para todos os pontos monitorados, ainda que com valores mais reduzidos, os valores encontrados para o parâmetro nitrogênio orgânico também superaram os do nitrato. Uma justificativa provável para este fato, é de que a campanha foi realizada num período de estiagem com os rios estudados tendo sua capacidade de autodepuração natural reduzida. Na Figura 48 pode ser observado que, com exceção das amostras de água coletadas nos pontos P04 e P05 na campanha de novembro/2004, para o conjunto restante de todas as outras amostras coletadas durante o período de estudo, os valores do nitrogênio orgânico variaram entre 0,4 e 1,9 mg/L. Desta forma, os valores de pico encontrados 3,5 mg/L e 11,3 mg/L justificam-se pela provável ocorrência de despejos pontuais concentrado nos pontos P04 e P05.

FIGURA 48 - VALORES DO NITROGÊNIO ORGÂNICO (ug/L)



FONTE:O autor

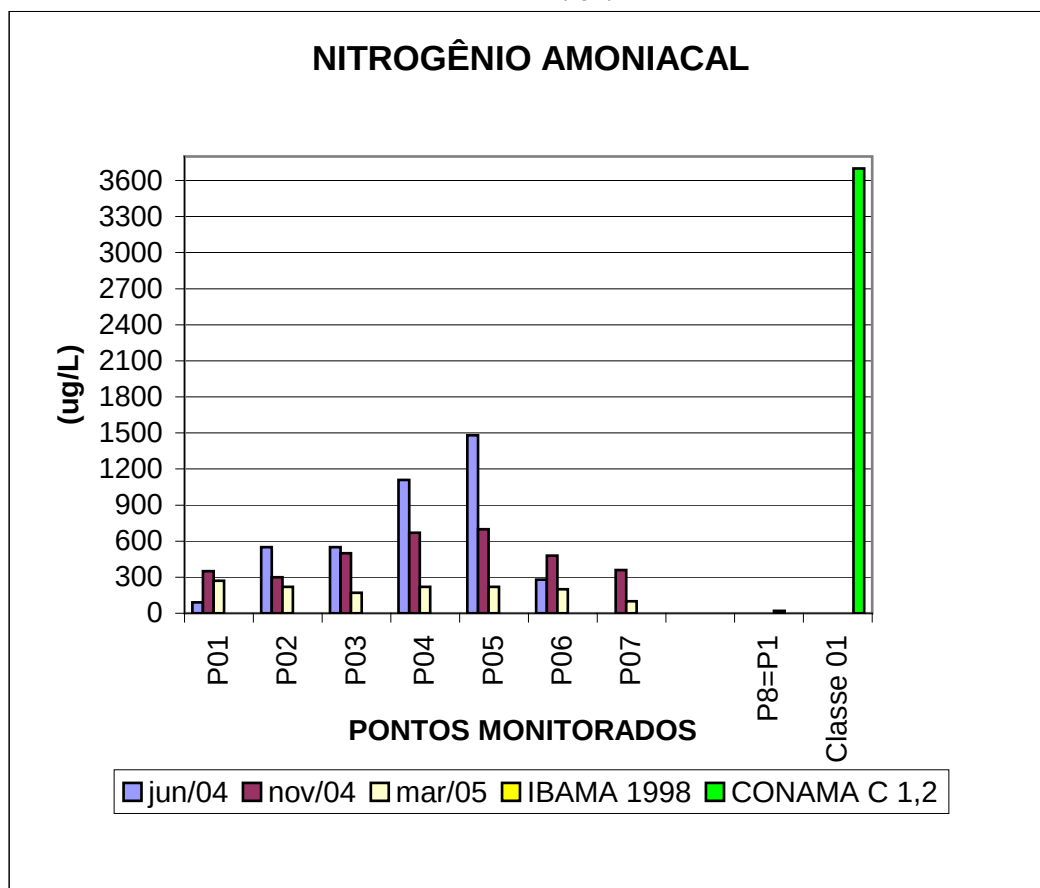
Para o ponto P01, os resultados obtidos em 2004/2005 apresentaram uma significativa elevação dos valores do parâmetro nitrogênio orgânico em relação aos resultados obtidos pelo IBAMA em 1998, o que indica um aumento na carga de poluição e a conseqüente deterioração da qualidade ambiental do rio Represa Grande.

4.6.4 Resultados do nitrogênio amoniacal

Conforme mostram os Quadros 09 e 10 as maiores concentrações encontradas para o nitrogênio amoniacal foram nos pontos P04 e P05 situados no rio Represa Grande, com valores de 1,11 mg/L e 1,48 mg/L respectivamente.

O valor máximo, de 1,48 mg/L foi observado na campanha de junho/2004, quando ocorreram chuvas intensas na região (Figura 49). Naquela campanha, a amostra de água coletada no ponto P05 apresentou um pH de 6,32, satisfazendo o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que prevê para as águas doces de classe 1 e 2, o valor máximo de 3,7 mg/L de nitrogênio amoniacal para valores de pH iguais ou inferiores a 7,5.

FIGURA 49 - VALORES DO NITROGÊNIO AMONIAICAL (ug/L)



FONTE:O autor

Para o ponto P07, no rio Azul, que caracterizaria o estado natural das águas doces de classe especial para os corpos hídricos estudados, o maior valor registrado para o nitrogênio amoniacal foi de 0,36 mg/L para um pH de 6,78.

Para o ponto P01, a comparação entre os resultados obtidos nas campanhas de 2004/2005 com os obtidos em 1998 pelo IBAMA, mostrou um crescimento expressivo para o parâmetro nitrogênio amoniacal, o que evidencia perda de qualidade das águas do rio Represa Grande.

Considerando-se que o pH da água, para todas as amostras coletadas, foi inferior a 6,84 a proporção $\text{NH}_4^+ : \text{NH}_4\text{OH}$, para os corpos hídricos estudados, pode ter sido de 3000:1 (Quadro 01).

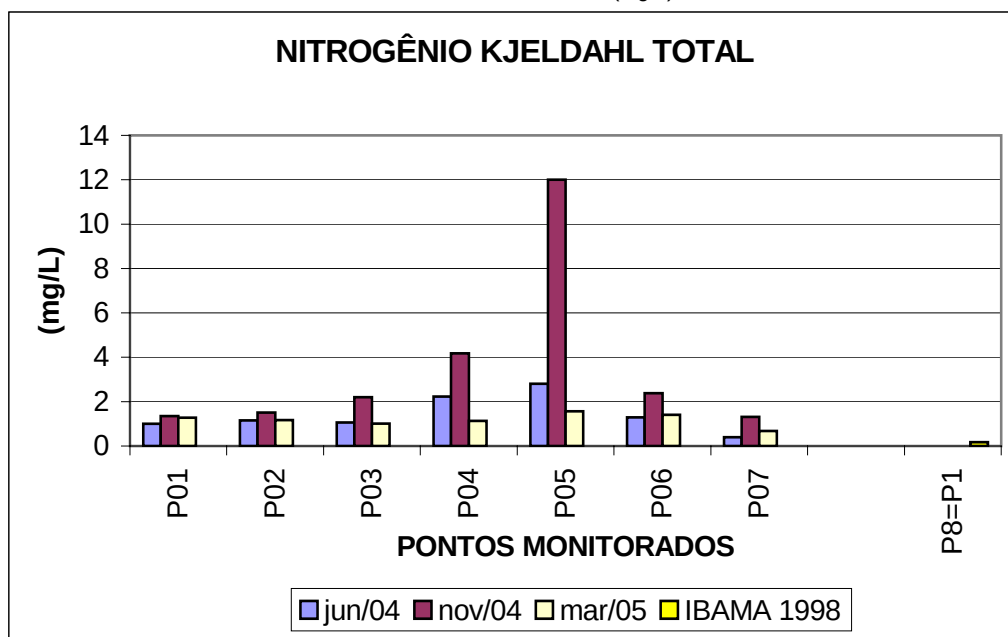
4.6.5 Nitrogênio Kjeldahl Total

De acordo com a CETESB (2002) a concentração de nitrogênio Kjeldahl total em rios que não são influenciados pelo excesso de insumos orgânicos varia de 1 a 0,5 mg/L. Os Quadros 09 e 10 mostram que, com exceção do rio Azul, ponto de monitoramento P07, durante as campanhas de junho/2004 e março/2005, as demais amostras de água dos corpos hídricos avaliados apresentaram resultados superiores aos limites previstos pela CETESB (2002), o que indica a presença de insumos orgânicos no sistema analisado.

Conforme a Figura 50 mostra, os pontos P04 e P05 na campanha de novembro/2004, apresentaram para o parâmetro nitrogênio Kjeldahl total as concentrações de 4,17 e 12,00 mg/L. A causa provável para estes valores pode ser atribuída a despejos pontuais de insumos orgânicos nas proximidades dos pontos monitorados.

A comparação dos resultados obtidos para o nitrogênio Kjeldahl total, entre as campanhas realizadas em 1998 e 2004/2005, mostrou um crescimento acentuado para este parâmetro, o que indica, maior aporte de cargas orgânicas de poluição e a redução da qualidade ambiental do rio Represa Grande.

FIGURA 50 - VALORES DO NITROGÊNIO KJELDAHL TOTAL (mg/L)

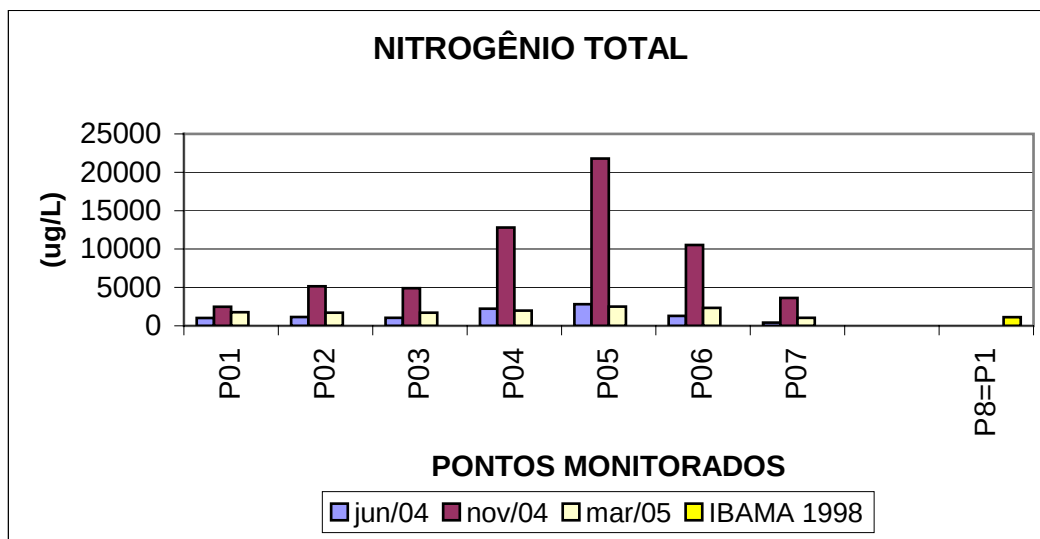


FONTE:O autor

4.6.6 Resultados do nitrogênio total

Os Quadros 09 e 10 mostram que os maiores valores encontrados para o nitrogênio total nas amostras de água foram: 12,78mg/L no ponto P04, 21,81mg/L no ponto P05 e 10,54mg/L para o ponto P06. Na Figura 51 pode ser observado que os resultados obtidos para o nitrogênio total durante a campanha realizada no mês de novembro de 2004 foram acentuadamente maiores do que os valores obtidos nas campanhas de junho/2004 e março/2005.

FIGURA 51 - VALORES DO NITROGÊNIO TOTAL (ug/L)



FONTE:O autor

Sendo o parâmetro nitrogênio total a somatória das formas nitrogênio orgânico, amoniacal, nitratos e nitritos, conclui-se que os pontos P04 e P05 na campanha de novembro/2004, registraram descargas de insumos orgânicos de origem pontual e recente (nitrogênio orgânico), bem como a presença de cargas de poluição de origem difusa (nitrato), caracterizando uma situação crítica para a qualidade das águas do rio Represa Grande. Para o ponto P06, no rio Moreno, o valor obtido para o nitrogênio total indica a presença de uma carga maior de nutrientes de origem difusa (nitrato). As elevadas concentrações de nitrato encontradas nas amostras de água coletadas nos pontos P04, P05 e P06 tem como origem provável os fertilizantes usados na agricultura.

Para o ponto P01, a comparação entre os resultados obtidos para o parâmetro nitrogênio total em 2004/2005 com o obtido em 1998 pelo IBAMA, apresentou variação significativa para as campanhas de novembro/2004 e março/2005, com um crescimento da ordem de 128 e 60% respectivamente, tendo como fator casual o maior aporte de nitrogênio orgânico no rio Represa Grande ocorrido naquelas campanhas.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, 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 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

4.6.7 Resultados do fósforo

A Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 01 e 02 em ambientes lóticos, estabelece o limite de 0,1 mg/L de concentração para o fósforo total. Os Quadros 11 e 12, mostram que as maiores concentrações de fósforo total encontradas nas amostras de água foram: 0,43 mg/L (ponto P06 em novembro/2004 e março/2005), 0,44 mg/L (ponto P03 em novembro 2004), 0,47 mg/L (ponto P04 em março 2005), 0,59 mg/L (ponto P01 em novembro/2004), 0,70 mg/L (ponto P02 em junho e novembro/2004) e 0,90 mg/L (ponto P06 em junho/2004).

Os resultados indicam aporte contínuo de fósforo nos rios Represa Grande, Represinha e Moreno, pois de todas as análises das amostras de água coletadas nas três campanhas, apenas duas, para o ponto P04 e P05 em novembro/2004, não superaram o limite legal. Os resultados obtidos são indicativos de processos erosivos do solo, com carreamento de fertilizantes aplicados ao solo aos rios monitorados.

QUADRO 11- NUTRIENTES NA FORMA FOSFATADA PONTOS MONITORADOS P01, P02, P03 E P04

PARÂMETROS	Unidades	Ponto 01			Ponto 02			Ponto 03			Ponto 04		
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05
Fósforo Total	P mg.l ⁻¹	0,18	0,59	0,41	0,70	0,70	0,23	0,12	0,44	0,29	0,20	0,056	0,47
Fósforo Total Dissolvido	P mg.l ⁻¹	0,09	0,32	0,05	0,01	0,02	0,07	0,04	0,017	0,09	0,10	0,029	0,19

FONTE: O autor

QUADRO 12 - NUTRIENTES NA FORMA FOSFATADA PONTOS MONITORADOS P05, P06, P07

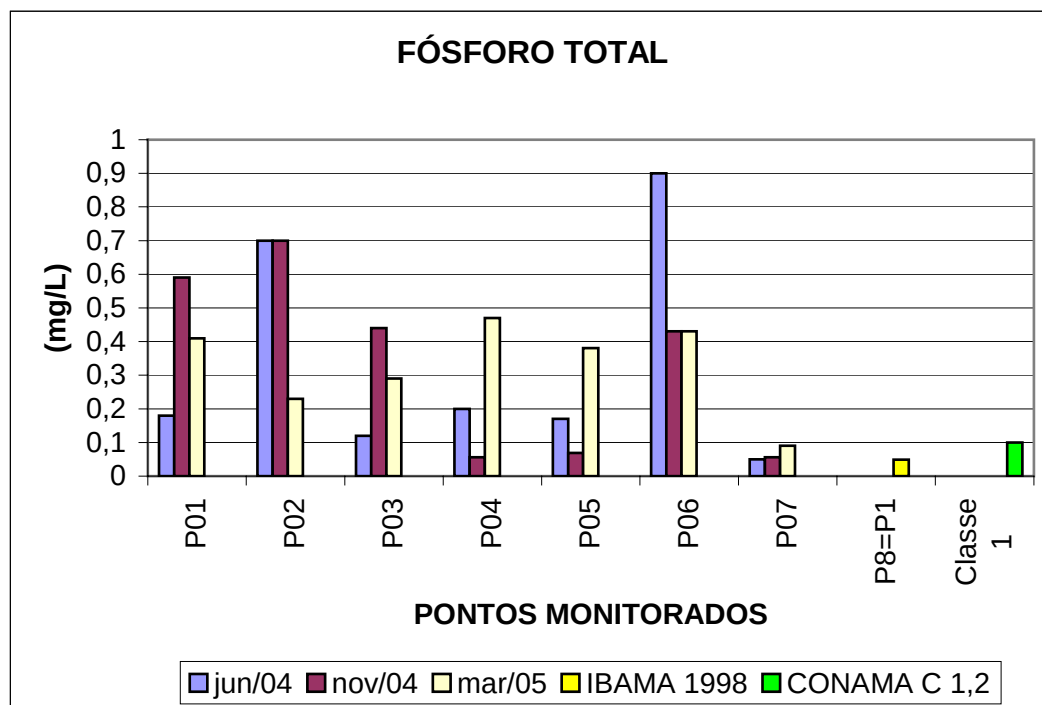
PARÂMETROS	Unidades	Ponto 05			Ponto 06			Ponto 07			Ponto 08=P01		
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05		Ago/98	
Fósforo Total	P mg.l ⁻¹	0,17	0,069	0,38	0,90	0,43	0,43	0,05	0,056	0,09		0,049	
Fósforo Total Dissolvido	P mg.l ⁻¹	0,15	0,04	0,11	0,07	0,11	0,14	0,02	0,03	0,03			

FONTE: O autor

Para o ponto P07, localizado no rio Azul, que caracterizaria o estado natural das águas doces de classe especial para os corpos hídricos estudados, o maior valor registrado para o fósforo total foi de 0,09 mg/L para um pH de 6,84. Os pontos P01 e P02, entrada das águas dos rios Represa Grande e Represinha no Parque Nacional, apresentaram os valores de 0,59 mg/L (pH 6,58) e 0,70 mg/L (pH 6,37 e pH 6,49) para o nutriente fósforo total, valores muito acima do “padrão natural” para as águas de classe especial do sistema hídrico estudado, bem como do limite previsto na legislação.

Na Figura 52, pode-se observar que para o nutriente fósforo total avaliado nas águas do sistema hídrico composto pelos rios Represa Grande, Represinha, Moreno e Azul, apenas este último estaria enquadrado na legislação.

FIGURA 52 - VALORES DO FÓSFORO TOTAL (mg/L)



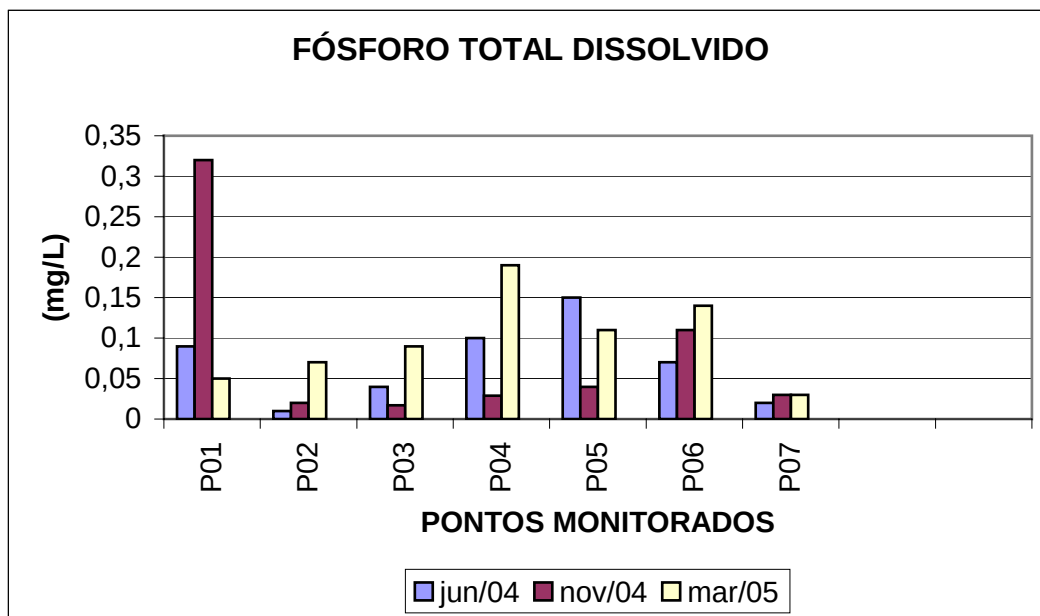
FONTE: O autor

Outro fator importante a ser considerado é que todos os valores encontrados para este nutriente no ponto P01 superaram o valor encontrado pelo IBAMA em 1998 para o mesmo ponto, indicando crescimento nas concentrações de fósforo total presente no rio Represa Grande. Esse resultado comparativo pode ser atribuído aos efeitos da agricultura e a ineficácia ou ausência de práticas de proteção e conservação do solo na bacia do rio Represa Grande. A Figura 52 também mostra que, na campanha realizada em março de 2005, os níveis de nutrientes fosfatados nos pontos P04 e P05 aumentaram significativamente quando comparados com os resultados obtidos nas campanhas de junho e novembro de 2004. Tal comportamento tem origem provável na intensa estiagem ocorrida no primeiro trimestre do ano de 2005, já que o menor volume de água apresentado no rio Represa Grande nesse período favorece a concentração dos nutrientes na água em função dos mesmos estarem associados às partículas finas em suspensão, cujo transporte depende da descarga.

A média histórica da precipitação para o primeiro trimestre na região de estudo, de acordo com o IAPAR (2005), é de 459 mm. No ano de 2005 a precipitação ocorrida no primeiro trimestre registrou a marca de 218 mm.

Quanto ao fósforo dissolvido as maiores concentrações observadas foram 0,15 mg/L para o ponto P05 (junho/2004), 0,19 mg/L para o ponto P04 (março/2005) e 0,32mg/L para o ponto P01(novembro/2004), conforme mostrado na Figura 53.

FIGURA 53 - VALORES DO FÓSFORO TOTAL DISSOLVIDO (mg/L)



FONTE: O autor

A Resolução CONAMA 357/2005 não adota o parâmetro fósforo dissolvido para a classificação dos corpos de água, entretanto ao considerarmos o limite estabelecido pela resolução para o parâmetro fósforo total, verifica-se que os teores encontrados para o parâmetro fósforo dissolvido em seis amostras de água superaram aquele limite (Quadros 12 e 13), tendo como consequência provável a eutrofização de ambientes aquáticos, especialmente aqueles de menor vazão.

4.7 RESULTADOS DA COLIMETRIA

Os Quadros 13 e 14 mostram os resultados obtidos durante as três campanhas para os parâmetros coliformes fecais e coliformes totais. Este parâmetro permitiu avaliar as condições sanitárias do sistema hídrico - rio Represa Grande, rio Represinha, rio Moreno e rio Azul.

O maior valor registrado para os coliformes fecais foi 50.000 NPM/100mL e foi encontrado simultaneamente nos pontos P01 e P05 durante a campanha de junho de 2004, realizada em período de intensas chuvas (Figura 54).

QUADRO 13 - COLIFORMES TOTAIS E FECAIS PARA OS PONTOS P01, P02, P03 E P04

PARÂMETROS	Unidades	Ponto 01			Ponto 02			Ponto 03			Ponto 04		
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05
Coliformes Fecais (Termotolerantes)	NMP / 100 mL	50.000	220	170	13.000	330	---	5.000	62	190	30.000	490	240
Coliformes Totais	NMP / 100 mL	240.000	2.200	630	24.000	4.900	4.100	9.000	1.700	3.400	90.000	7.900	1.800

FONTE: O autor

QUADRO 14 - COLIFORMES TOTAIS E FECAIS PARA OS PONTOS P05, P06 E P07

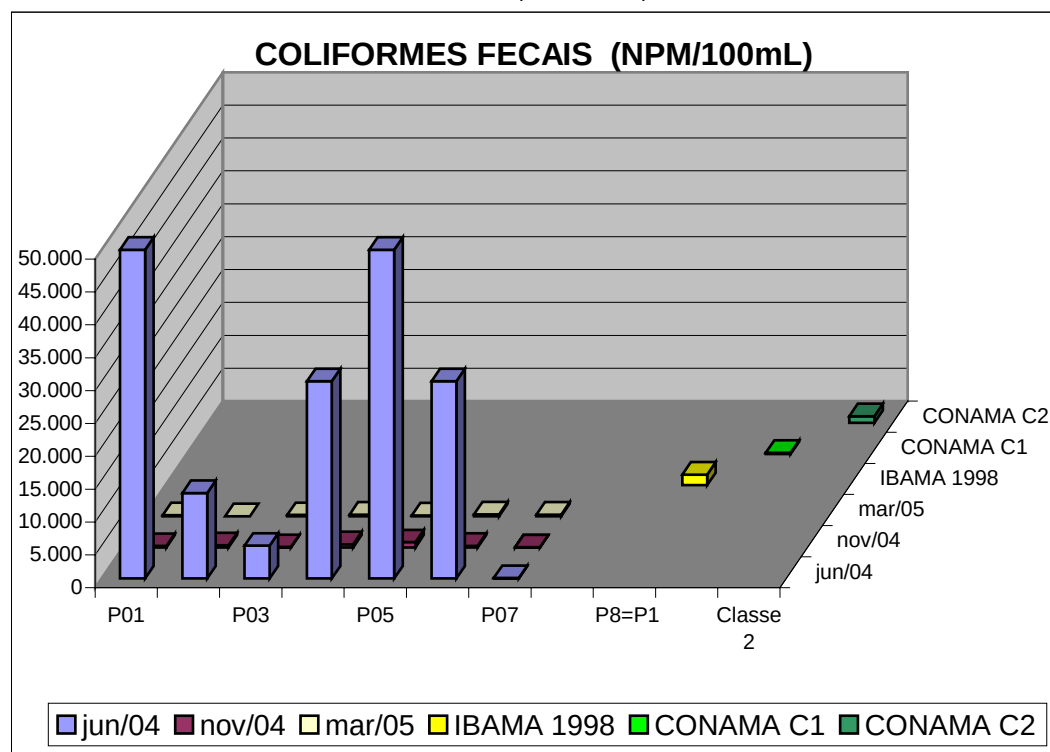
PARÂMETROS	Unidades	Ponto 05			Ponto 06			Ponto 07			Ponto 08		
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05		Ago/98	
Coliformes Fecais (Termotolerantes)	NMP / 100 mL	50.000	790	120	30.000	230	290	80	22	260		1600	
Coliformes Totais	NMP / 100 mL	50.000	2.300	2.600	50.000	790	2.900	300	700	3.400		5000	

FONTE: O autor

A Resolução CONAMA 357/2005 impõe o limite de 200 NPM/100 mL para águas doces de classe 01 e 1000 NPM/100mL para a classe 02. Portanto, durante a campanha de junho de 2004, as condições sanitárias das águas dos rios Represa Grande, Represinha e Moreno apresentaram condições insatisfatórias de sanidade, sendo desaconselhável seu uso naquelas condições para quaisquer atividades.

Uma causa provável para os resultados encontrados é a presença de aglomerados urbanos no âmbito da bacia, sendo que a cidade de Medianeira está localizada aproximadamente 10 km à montante do ponto 05 e a cidade de Serranópolis do Iguaçu (Flor da Serra) está localizada à montante, 7 km do ponto 06 e 11 km do ponto P01, o que possibilitaria o aporte de efluentes de esgotos domésticos ao sistema hídrico estudado. Outra causa possível é a existência de residências rurais e pocilgas nas proximidades dos corpos de água, que poderiam contribuir com despejos de cargas orgânicas durante o período de chuvas.

FIGURA 54 - VALORES DE COLIFORMES FECAIS (NMP/100mL)



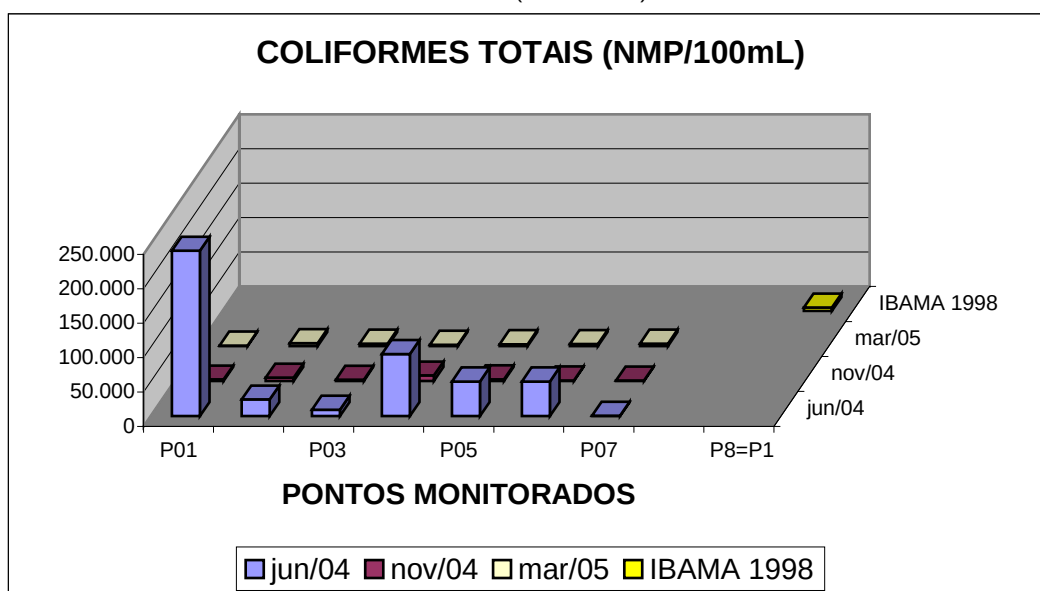
As condições apresentadas pelo rio Represa Grande (P01) e rio Represinha (P02) em junho de 2004, indicam uma carga elevada de patógenos adentrando ao ecossistema do Parque Nacional do Iguaçu, contribuindo desta forma, para prováveis riscos sanitários a parcelas da biodiversidade ali existente. No que diz respeito à recreação de contato primário, os valores registrados classificam as águas dos três rios como impróprias pelos critérios de balneabilidade.

Na campanha de junho/2004 somente as águas do rio Azul demonstraram condições de sanidade satisfatórias. Já para as campanhas de novembro/2004 e março/2005, se considerarmos os rios (curso fora do parque) como de classe 02, todas as amostras de água coletadas nos pontos de monitoramento atenderam a legislação.

O resultado obtido para o parâmetro coliformes fecais na campanha realizada em 1998 já mostrava que as condições sanitárias do rio Represa Grande eram insatisfatórias, e pode-se concluir que no período de 1998 a 2005, nenhuma iniciativa foi tomada para se eliminar as fontes de contaminação fecal daquele corpo de água.

Quanto os coliformes totais, a Resolução CONAMA 357/2005 não considera este parâmetro, mas uma norma antecessora, a Resolução CONAMA 20/1986, estabelecia os limites de coliformes totais de 1000 NPM/100mL para as águas doces de classe 1 e 5000 NPM/100mL para as águas doces de classe 2.

FIGURA 55 - VALORES DE COLIFORMES TOTAIS (NMP/100mL)



FONTE: O autor

Por este critério, também durante a campanha de junho de 2004, somente as águas do rio Azul atenderiam a legislação (Figura 55). Se considerarmos os rios (curso fora do parque) como de classe 02, nas demais campanhas, todos os pontos monitorados, com exceção do ponto P04 (novembro 2004), também atenderiam aos parâmetros da Resolução CONAMA 20/1986.

4.8 RESULTADOS DA DBO_{5,20} E DA DQO

4.8.1 Resultados DBO_{5,20}

A Resolução CONAMA 357/2005, para o parâmetro DBO_{5,20}, estabelece os limites de 3 mg/LO₂ para águas doces de classe 01 e 5 mg/LO₂ para a classe 02. Os valores registrados para a DBO_{5,20}, nos pontos de monitoramento, conforme mostram os Quadros 15 e 16, com exceção dos obtidos na campanha de junho/2004, todos os demais superaram os limites estabelecidos pela Resolução

CONAMA. No Ponto P05, foi encontrado o maior valor para a $DBO_{5,20}$, 23,40 mg/ LO_2 (Figura 56), na campanha de março/2005 no rio Represa Grande, local de amostragem mais próxima da cidade de Medianeira. Nesta mesma ocasião foi registrado o menor valor de pH para o ponto P05, em todo o período da pesquisa. Em relação ao parâmetro $DBO_{5,20}$, ficou comprovado que o sistema hídrico formado pelos rios, Represa Grande, Represinha e Moreno, nas campanhas de novembro/2004 e março/2005 apresentava altos índices de poluição orgânica.

QUADRO 15 - VALORES DA $DBO_{5,20}$ e DQO NOS PONTOS DE AMOSTRAGENS P01,P02,P03 E P04

PARÂMETRO	Unidades	Ponto 01			Ponto 02			Ponto 03			Ponto 04		
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05
$DBO_{5,20}$	mg O_2 / L	0,70	11,78	15,33	1,36	12,66	20,01	0,62	13,23	8,96	1,67	13,71	19,41
DQO	mg O_2 / L	31,49	39,25	49,54	15,75	27,31	23,38	27,56	35,56	37,44	35,43	49,40	48,71

FONTE: O autor

QUADRO 16 - VALORES DA $DBO_{5,20}$ e DQO NOS PONTOS DE AMOSTRAGENS P05,P06 e P07

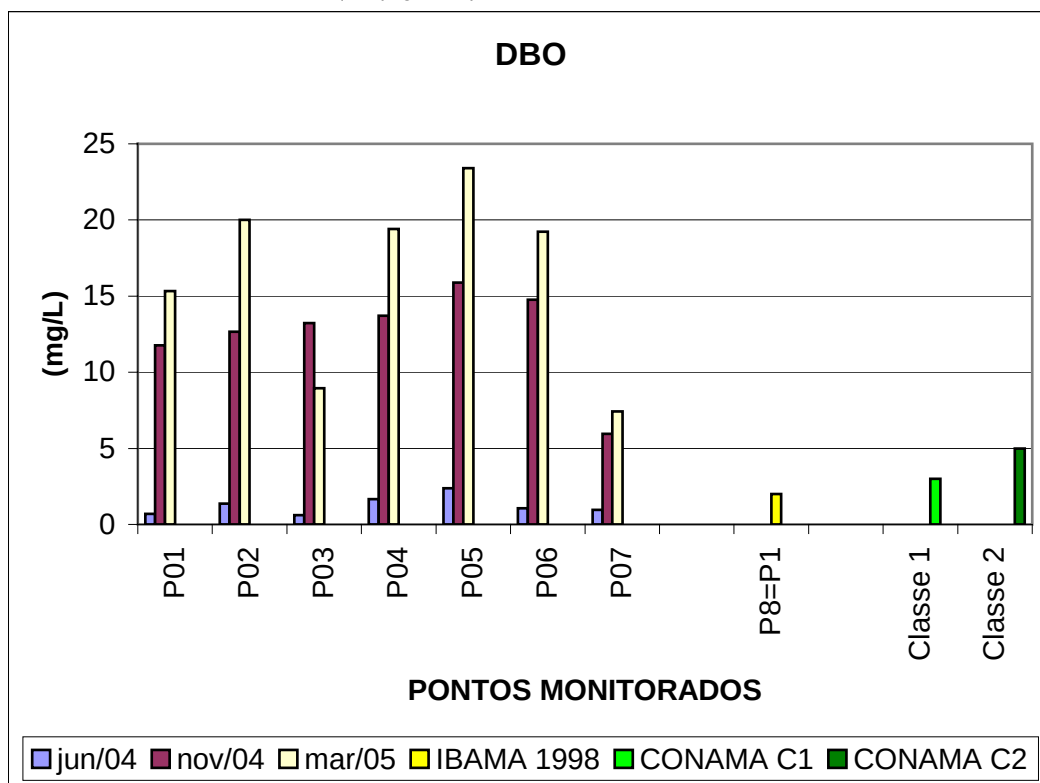
PARÂMETRO	Unidades	Ponto 05			Ponto 06			Ponto 07			Ponto 08		
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05		Ago/98	
$DBO_{5,20}$	mg O_2 / L	2,38	15,89	23,40	1,06	14,77	19,23	0,96	5,95	7,42		2,0	
DQO	mg O_2 / L	39,37	59,78	68,73	19,68	27,93	34,21	11,81	23,12	28,63		4,8	

FONTE: O autor

Para o rio Azul enquadrado como classe 1, que no estudo realizado representa as águas em condições naturais da classe especial para o sistema hídrico analisado, na campanha realizada em junho/2004, durante um período chuvoso, o ponto 07 apresentou para a $DBO_{5,20}$ o valor de 0,96 mg/L.

Nesta mesma campanha, foi registrado o menor valor de pH para o rio Azul. Os valores encontrados para a $DBO_{5,20}$ nas campanhas de novembro/2004 e março/2005 também superaram os limites da Resolução CONAMA 357, ainda que não tenham superado o limite de 10 mg/L considerado pela CETESB (1995) para as águas mais poluídas.

FIGURA 56 - VALORES DE DBO_{5,20} (mg O₂/L)



FONTE: O autor

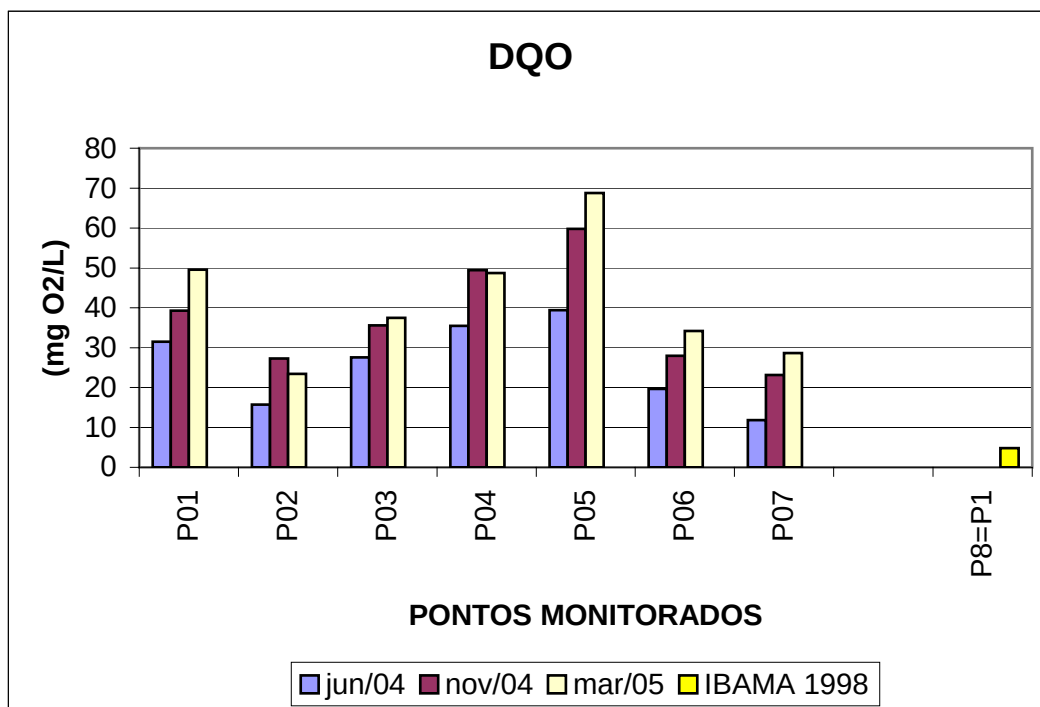
Para o ponto P01, situado na entrada do rio Represa Grande no parque nacional, a comparação entre os resultados obtidos para o parâmetro DBO_{5,20} em 2004/2005 com o obtido em 1998 pelo IBAMA, mostra que as condições sanitárias daquele corpo hídrico se deterioraram ao longo do tempo, tendo como causa provável o aumento das cargas orgânicas lançadas naquele rio.

4.8.2 Resultados DQO

O Quadro 16 mostra que o ponto P05 apresentou uma DQO de 68,73 mg/LO₂ na campanha de março de 2005. Igualmente ao acontecido com o parâmetro DBO_{5,20}, foi o maior valor registrado em todo o período da pesquisa. Nas outras duas campanhas realizadas, este mesmo ponto já havia registrado as maiores demandas, comparativamente aos outros pontos de amostragem (Figura 57).

Por outro lado, o rio Azul, ponto P07 apresentou os menores valores de DQO dentre todos os pontos monitorados.

FIGURA 57 - VALORES DE DQO (mg O₂ / L)



FONTE: O autor

A comparação dos valores da DQO obtidos para o ponto P01 nas campanhas realizadas em novembro/2004 e março/2005 com o valor indicado no Quadro 17 para o ponto P08, encontrado na campanha de agosto/1998 realizada pelo IBAMA, mostra uma elevação acentuada neste parâmetro, indicando o aumento do aporte de cargas orgânicas no rio Represa Grande.

4.9 RESULTADOS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece valores de pH entre 6,0 e 9,0 para águas doces de classe 01 e classe 02. Conforme os valores de pH mostrados nos Quadros 17 e 18, apenas o resultado encontrado para o ponto P05 na campanha de março/2005 não ficou enquadrado na legislação.

O valor encontrado de 5,4 para o pH da amostra de água coletada no ponto P05, indica um aumento na acidez das águas do rio Represa Grande, provavelmente motivado por um despejo de fonte pontual de poluição.

QUADRO 17 - VALORES DO pH VERIFICADOS NOS PONTOS P01,P02,P03 E P04.

PARÂMETROS	Ponto 01			Ponto 02			Ponto 03			Ponto 04		
	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05
pH	6,22	6,58	6,23	6,37	6,49	6,27	6,28	6,51	6,36	6,24	6,60	6,33

FONTE: O autor

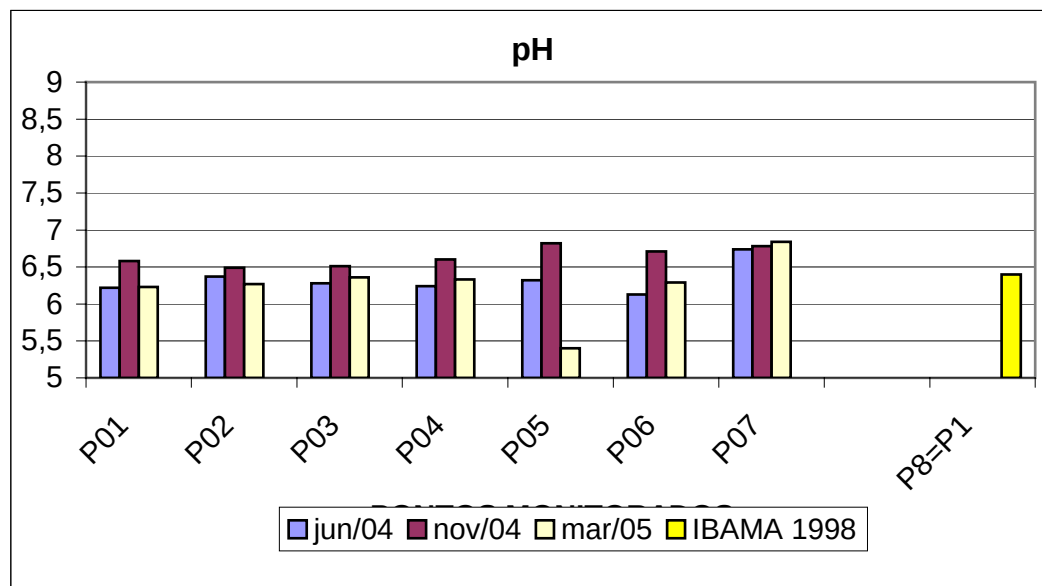
QUADRO 18 - VALORES DO pH VERIFICADOS NOS PONTOS P05,P06,P07

PARÂMETROS	Ponto 05			Ponto 06			Ponto 07			Ponto 08		
	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05		Ago/98	
pH	6,32	6,82	5,40	6,13	6,71	6,29	6,74	6,78	6,84		6,40	

FONTE: O autor

Conforme pode ser observado na Figura 58, os valores encontrados para o pH das amostras de água coletadas no ponto P01, nas campanhas de 2004/2005 não sofreram variações significativas quando comparados com o resultado obtido pelo IBAMA em 1998.

FIGURA 58 - VALORES DO pH



FONTE: O autor

4.10 RESULTADOS PARA OS METAIS

Para a auxiliar na qualificação das águas do sistema hídrico Represa Grande, Represinha, Moreno e Azul foram quantificados os níveis de alguns metais presentes nas águas daquele sistema. As concentrações dos metais monitorados, cádmio, cobalto, cobre, cromo, ferro, manganês e zinco estão registradas nos Quadros 19 e 20.

QUADRO 19 - CONCENTRAÇÃO DE METAIS PONTOS P01, P02, P03 E P04

PARÂMETRO	Unidade	Ponto 01			Ponto 02			Ponto 03			Ponto 04		
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05
Cádmio	mg / L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,01	< 0,002	< 0,002	0,01	< 0,002	< 0,002
Cobalto	mg / L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Cobre	mg / L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cromo	mg / L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Ferro	mg / L	14,48	1,09	0,59	3,48	0,85	0,68	1,88	1,03	0,83	10,14	1,02	0,58
Manganês	mg / L	0,62	0,034	0,03	0,15	< 0,1	0,03	0,04	0,03	0,03	0,36	0,05	0,06
Zinco	mg / L	0,16	0,04	0,01	0,12	0,03	0,01	0,14	0,02	0,02	0,13	0,04	0,01

FONTE: O autor

QUADRO 20 - CONCENTRAÇÃO DE METAIS PONTOS P05, P06 E P07

PARÂMETRO	Unidade	Ponto 05			Ponto 06			Ponto 07			Ponto 08=P01		
		Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05		Ago/98	
Cádmio	mg / L	0,01	< 0,002	< 0,002	0,01	< 0,002	< 0,002	0,01	< 0,002	< 0,002		---	
Cobalto	mg / L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03		---	
Cobre	mg / L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		0,010	
Cromo	mg / L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		< 0,08	
Ferro	mg / L	7,59	1,03	0,43	3,75	0,97	0,68	0,44	0,23	0,14		5,04	
Manganês	mg / L	0,24	0,04	0,05	0,08	0,03	0,03	< 0,01	0,03	< 0,01		0,17	
Zinco	mg / L	0,18	0,04	0,01	0,16	0,05	< 0,005	0,11	0,05	0,01		---	

FONTE: O autor

4.10.1 Resultados do cádmio

As concentrações de cádmio que superaram o limite de 0,001 mg/L definido pela Resolução CONAMA 357/2005, para as águas doces de classe 1 e 2, foram

encontradas nas amostras de água coletadas nos pontos P03, P04, P05, P06 e P07 durante a campanha realizada em junho/2004 (Quadros 19 e 20). O valor encontrado foi de 0,01 mg / L para todos estes pontos. Nas demais campanhas, e para todos os pontos monitorados, os valores quantificados ficaram abaixo de 0,002 mg / L que é o limite de quantificação para as análises realizadas.

4.10.2 Resultados do cobalto

O cobalto não foi detectado nas amostras de águas de todos os pontos de monitoramento do sistema hídrico estudado. As concentrações de cobalto para todas as amostras ficaram abaixo do limite de quantificação para as análises realizadas de 0,03 mg / L (Quadros 19 e 20). Portanto, as concentrações de cobalto presente nos rios monitorados ficaram abaixo do limite de 0,05 mg / L que a Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para as águas doces de classe 1 e classe 2.

4.10.3 Resultados do cobre

Na análise da concentração de cobre nas águas do sistema hídrico estudado, conforme mostra os Quadros 19 e 20, para todas as amostras coletadas em todas as campanhas os valores encontrados ficaram abaixo do limite de quantificação de 0,01 mg / L. Já na campanha realizada pelo IBAMA em 1998 (P08) o valor observado foi de 0,01 mg / L. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para as águas doces de classe 1 e classe 2, o limite de concentração para o cobre de 0,009 mg / L.

Em relação à preservação da vida aquática, o limite de cobre na água estabelecido pela Resolução CONAMA 20/1986 é de 0,02 mg/L, enquanto para ESPÍNDOLA (2004), citando DE MAYO & TAYLOR (1981), o limite é 10 vezes menor, ou seja, 0,002 mg/L. Se considerarmos o limite mais restritivo, é provável que as águas que adentram o parque nacional, nos pontos P01 e P02 estejam com concentrações de cobre acima deste limite, como foi observado na campanha de realizada pelo IBAMA em 1998.

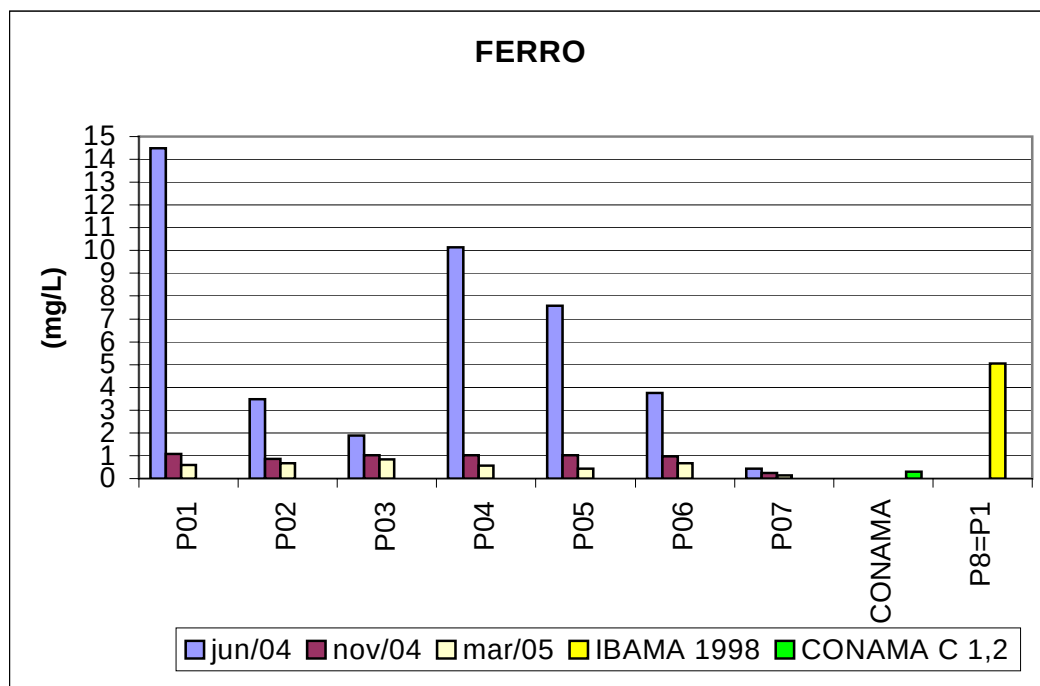
4.10.4 Resultados do cromo

Conforme os resultados apresentados nos Quadros 19 e 20 as concentrações de cromo nas amostras de água, para todos os pontos de coleta e nas três campanhas realizadas, os valores encontrados ficaram abaixo do limite de quantificação de 0,02 mg / L.

4.10.5 Resultados do ferro

As avaliações das concentrações do metal ferro nas águas dos rios Represa Grande, Represinha e Moreno, conforme mostrado nos Quadros 19 e 20, apresentaram para os pontos monitorados P01, P02, P03, P04, P05 e P06, em todas as campanhas, valores acima dos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, que para as águas doces de classe 1 e classe 2 para a concentração de ferro é de 0,3 mg / L.

FIGURA 59 - CONCENTRAÇÕES DE FERRO (mg / L)



FONTE: O autor

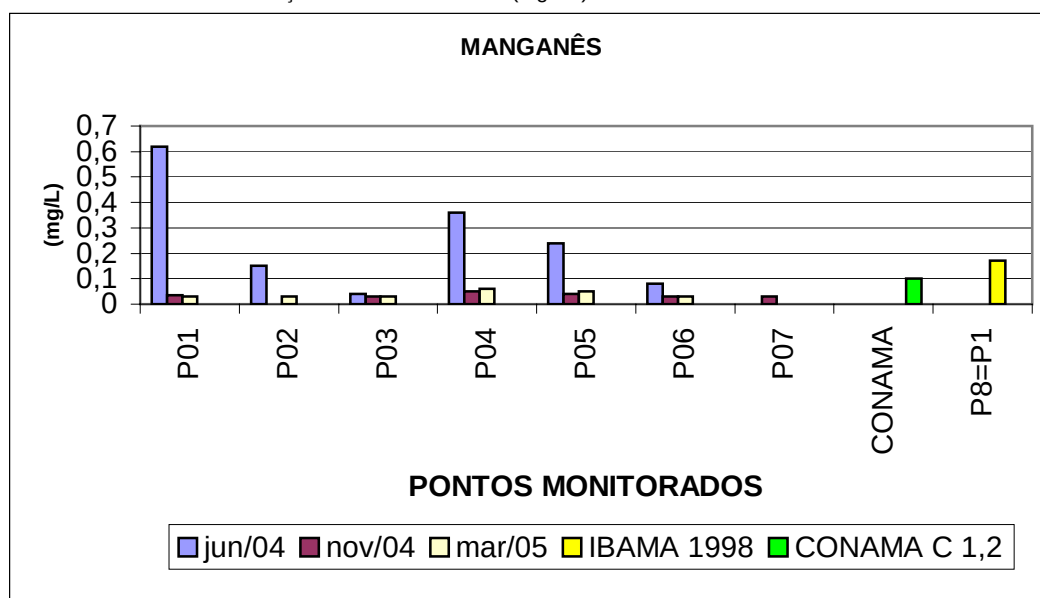
Os maiores registrados ocorreram na campanha realizada em junho de 2004, em período chuvoso, nos pontos P01, P04 e P05, com concentrações de ferro de 14,48 mg / L , 10,14 mg / L e 7,59 mg / L respectivamente (Figura 59).

Já no rio Azul, o único valor encontrado que ficou acima dos limites da Resolução CONAMA foi o da campanha realizada em junho de 2004, com 0,44 mg / L. Com relação ao ponto P01, o resultado encontrado para o parâmetro ferro na campanha de junho/2004, realizada em período chuvoso, é quase três vezes maior que o obtido pelo IBAMA em 1998. No entanto, os resultados obtidos para o mesmo ponto nas campanhas de novembro/2004 e março/2005 apresentaram resultados significativamente inferiores aos obtidos pelo IBAMA, o que indica, uma provável influencia das enxurradas no aumento dos teores de ferro encontrados no rio Represa Grande, em junho de 2004.

4.10.6 Resultados do manganês

Os valores das concentrações de manganês mostrados nos Quadros 19 e 20, em quatro amostras superaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 1 e classe 2, que é de 0,1 mg/L para este parâmetro. Estas amostras foram coletadas na campanha de junho/2004, em período chuvoso , e registraram os valores : 0,62 mg / L (P01), 0,15 mg / L (P02), 0,36 mg / L (P04) e 0,24 mg / L (P05). Na campanha realizada pelo IBAMA em 1998 o valor observado foi de 0,17 mg / L (Figura 60) que também havia superado o limite legal.

FIGURA 60 - CONCENTRAÇÕES DE MANGANÊS (mg / L)

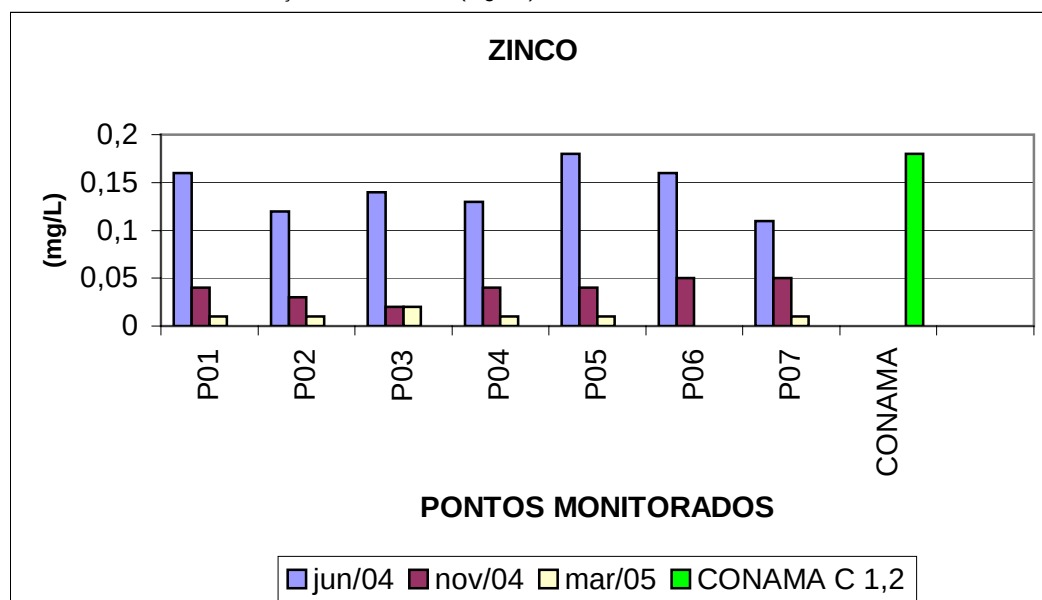


FONTE: O autor

4.10.7 Resultados do zinco

As maiores concentrações de zinco nos corpos de água monitorados foram encontradas na campanha de junho/2004 (Figura 61), realizada em período chuvoso. Conforme mostram os Quadros 19 e 20, os valores registrados naquela campanha para todos os pontos monitorados podem ser considerados elevados, já que os resultados encontrados para os pontos P01 (0,16 mg/L), P03 (0,14 mg/L), P04 (0,13 mg/L) e P06 (0,16 mg/L) ficaram muito próximos ao limite previsto na Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 01 e classe 2, que é de 0,18 mg/L.

FIGURA 61 - CONCENTRAÇÕES DE ZINCO (mg / L)



FONTE: O autor

Ainda na campanha de junho/2004, o resultado encontrado para o P05 (0,18 mg/L), conforme observado na Figura 61, atingiu o limite estabelecido pelo CONAMA. O menor valor encontrado para este parâmetro na campanha de junho/2004 foi para a amostra de água coletada no ponto P07 localizado no rio Azul, que apresentou uma concentração de zinco de 0,11mg/L.

Uma justificativa provável para os teores mais elevados de zinco nas amostras de água em junho/2004 é o aporte de sedimentos de solo agrícola no sistema hídrico provocado pelas enxurradas.

4.11 RESULTADOS PARA OS PRAGUICIDAS

Tendo em vista as finalidades da unidade de conservação Parque Nacional do Iguaçu, e a influência direta da qualidade ambiental das águas da bacia do rio Represa Grande sobre o ecossistema protegido pelo parque, procurou-se avaliar qualitativamente e quantitativamente a presença de praguicidas utilizados nas atividades agrícolas e de pecuária naquele corpo de água.

O Quadro 21 mostra características dos praguicidas monitorados enquanto que o Quadro 22 apresenta as concentrações determinadas pelas análises realizadas durante o período de estudo.

QUADRO 21- PRAGUICIDAS MONITORADOS NOS PONTOS P01, P05 E P07

PRAGUICIDAS			
Classe	Sub-Grupo	Ingrediente Ativo	Culturas / Utilização
Herbicida	Sulfoniluréia	Clorimuron Etílico	Soja
Herbicida	Fósforo - amino - ácido	Glifosato	Milho, soja, pastagens
Inseticida	Organoclorado	Endossulfan	Soja

FONTE: O autor

QUADRO 22 - CONCENTRAÇÕES DOS PRAGUICIDAS MONITORADOS NA ÁGUA E NOS SEDIMENTOS

PRAGUICIDAS		Unidades	Ponto 01			Ponto 05			Ponto 07		
			Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05	Jun/04	Nov/04	Mar/05
Água	Clorimuron Etílico	mg.l ⁻¹	*< LQ	*< LQ	*< LQ	--	--	*< LQ	*< LQ	*< LQ	*< LQ
	Glifosato	mg.l ⁻¹	*< LQ	0,2	*< LQ	--	--	*< LQ	*< LQ	*< LQ	*< LQ
	Endossulfan	mg.l ⁻¹	*< LQ	*< LQ	*< LQ	--	--	*< LQ	*< LQ	*< LQ	*< LQ
Sedimentos	Clorimuron Etílico	mg.l ⁻¹	*< LQ	*< LQ	*< LQ	--	--	*< LQ	*< LQ	*< LQ	*< LQ
	Glifosato	mg.l ⁻¹	*< LQ	0,04	*< LQ	--	--	*< LQ	*< LQ	*< LQ	*< LQ
	Endossulfan	mg.l ⁻¹	*< LQ	*< LQ	*< LQ	--	--	*< LQ	*< LQ	*< LQ	*< LQ

FONTE: O autor

NOTA: *LQ = concentrações abaixo do limite de detecção do método. (-) Não houve monitoramento.

No Quadro 22 estão registrados os resultados das análises dos praguicidas monitorados tanto na água como nos sedimentos dos pontos P01, P05 e P07. A Resolução do CONAMA 357/2005 estabelece que, para águas doces de classe 1 e classe 2, o limite para concentrações de glifosato é de 65µg / L.

Na campanha de novembro de 2004, para o ponto P01, para o princípio ativo glifosato as amostras apresentaram concentrações de 0,2 mg / L para água e 0,04 mg / L nos sedimentos. As demais amostras, para todos os praguicidas monitorados, registraram concentrações abaixo do limite detectável pelo método analítico empregado. Constata-se portanto, que o valor encontrado para a concentração do glifosato na amostra de água coletada no ponto P01 em novembro de 2004, é três vezes maior do que a legislação determina para as águas doces de classe 01. Já a presença do praguicida glifosato nos sedimentos do rio Represa Grande (P01) indica que esse corpo hídrico pode estar estocando substâncias químicas tóxicas, que poderão afetar as comunidades bentônicas e a qualidade da água, com a disponibilização pelos sedimentos dessas substâncias para a coluna de água.

De acordo com NODARI, citado por IBAMA (1999), do ponto de vista ambiental, o glifosato mata plantas indiscriminadamente e produz efeitos diretos na dinâmica populacional de bactérias, fungos e insetos, além de ser considerado altamente tóxico para peixes, anfíbios, invertebrados, minhocas e fungos micorrízicos.

Portanto os resultados obtidos para os praguicidas são indicativos de que está adentrando ao Parque Nacional do Iguaçu através das águas do rio Represa Grande, substâncias químicas tóxicas em níveis preocupantes, que poderão afetar negativamente a sua biodiversidade.

Para uma melhor visualização as Tabelas 07, 08 e 09 apresentam os parâmetros em não conformidade com a legislação CONAMA 357/200.

TABELA 07 - PARÂMETROS EM NÃO CONFORMIDADE - CAMPANHA 1

PARÂMETROS	jun/04						
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
Condutividade							
Turbidez							
Sólidos Totais Dissolvidos							
Cloretos							
Nitrato							
Nitrito							
Nitrogênio amoniacal							
Fósforo total							
Coliforme fecal							
DBO							
pH							
Cádmio							
Cobalto							
Cobre							
Cromo							
Ferro							
Manganês							
Zinco							
Glifosato							
Endossulfan							
Clorimuron							
Em conformidade com a legislação Valores próximos ao limite da Resolução CONAMA 357/2005 Valores acima do limite da Resolução CONAMA 357/2005 Os espaços em branco na tabela indicam ausência de monitoramento.							

FONTE : O autor

TABELA 08- PARÂMETROS EM NÃO CONFORMIDADE - CAMPANHA 2

PARÂMETROS	nov/04						
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
Condutividade							
Turbidez							
Sólidos Totais Dissolvidos							
Cloretos							
Nitrato							
Nitrito							
Nitrogênio amoniacal							
Fósforo total							
Coliforme fecal							
DBO							
pH							
Cádmio							
Cobalto							
Cobre							
Cromo							
Ferro							
Manganês							
Zinco							
Glifosato							
Endossulfan							
Clorimuron							
Em conformidade com a legislação Valores próximos ao limite da Resolução CONAMA 357/2005 Valores acima do limite da Resolução CONAMA 357/2005 Os espaços em branco na tabela indicam ausência de monitoramento.							

FONTE : O autor

TABELA 09 - PARÂMETROS EM NÃO CONFORMIDADE - CAMPANHA 3

PARÂMETROS	mar/05						
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
Condutividade							
Turbidez							
Sólidos Totais Dissolvidos							
Cloretos							
Nitrato							
Nitrito							
Nitrogênio amoniacal							
Fósforo total							
Coliforme fecal							
DBO							
pH							
Cádmio							
Cobalto							
Cobre							
Cromo							
Ferro							
Manganês							
Zinco							
Glifosato							
Endossulfan							
Clorimuron							
Em conformidade com a legislação Valores próximos ao limite da Resolução CONAMA 357/2005 Valores acima do limite da Resolução CONAMA 357/2005 Os espaços em branco na tabela indicam ausência de monitoramento.							

FONTE : O autor

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos pela pesquisa mostram a deterioração da qualidade ambiental das águas dos rios Represa Grande, Represinha e Moreno devido às ações antrópicas realizadas na bacia hidrográfica do rio Represa Grande e por extensão na zona de amortecimento do PNI. Indicam ainda que consideráveis quantidades de solo e de nutrientes são perdidas devido à erosão hídrica, implicando em prejuízos econômicos e ambientais que comprometem o estado ecológico da bacia e a sua função de zona de amortecimento do PNI.

Os elevados teores observados para os parâmetros nutrientes fosfatados e nitrogenados têm como fonte principal a utilização inadequada de fertilizantes nas áreas agrícolas da bacia. Também o parâmetro DBO apresentou nas campanhas de novembro/ 2004 e março/2005 valores acima dos limites previsto na legislação, que podem ser atribuídos a cargas orgânicas de origem pontual lançadas naquele corpo hídrico. Quanto à condutividade elétrica, os elevados valores encontrados na campanha de março/2005 também podem ser atribuídos a fontes pontuais de poluição. Os resultados obtidos para o parâmetro turbidez confirmam a existência de processos de erosão hídrica na bacia, que podem ser minimizados por práticas conservacionistas do solo.

Com relação a colimetria, os resultados da campanha realizada em período chuvoso, mostrou o comprometimento da qualidade sanitária das águas da bacia, devido ao aporte de carga poluição orgânica, o que indicam focos potenciais de contaminação ao longo dos cursos de água. Para o parâmetro metais, o ferro, o cádmio, o manganês e o zinco, apresentaram amostras com concentrações acima do limite legal. Quanto ao ferro e o manganês, os teores observados tem como causa provável a origem do solo, que tem como rocha básica o basalto. Já os teores elevados de cádmio e zinco podem ser originários de praguicidas ou fertilizantes utilizados na bacia.

Quanto aos praguicidas analisados, a detecção do princípio ativo glifosato em amostras de água e de sedimentos nas águas do rio Represa Grande indica que a biodiversidade do Parque Nacional do Iguaçu está sendo afetada com graves conseqüências para sua integridade. Pelo fato de que foram pesquisados princípios ativos de apenas três praguicidas, recomenda-se a realização de estudos que

envolvam outras variáveis, como atrazine, paraquat, lactofen e fomesafem+fluazito p-p-butil , entre outros.

Em função dos resultados desta pesquisa e do reconhecimento das características agrícolas da bacia do rio Represa Grande impõe-se ao poder público, providências urgentes para a implantação de práticas conservacionistas em toda a área da bacia. Dentre estas providências destacam-se, o apoio financeiro subsidiado e a assistência técnica, para que os produtores rurais possam adequar suas práticas, pois são elas que poderão minimizar ou maximizar os impactos ambientais sobre a bacia do rio Represa Grande e conseqüentemente sobre o ecossistema protegido pelo Parque Nacional do Iguaçu. Pelos resultados obtidos para os praguicidas recomenda-se que os agricultores sejam especialmente orientados quanto à sua utilização e até mesmo incentivados a implementar culturas, que dependam menos do seu consumo.

Finalmente, recomenda-se a formulação e implementação de um programa de educação ambiental para os habitantes da bacia do rio Represa Grande para que haja compreensão do estado ecológico da bacia e da importância de sua função como zona de amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu.

Além dos aspectos relativos as atividades antrópicas em ocorrência na bacia do rio Represa Grande, que protagonizam situações de conflitos no uso do solo da zona de amortecimento, faz-se necessária algumas considerações a respeito das normas legais Resolução CONAMA 13/1990, Lei Federal N° 9.985/2000 e Decreto Federal 430/2002, que tratam das unidades de conservação e Resoluções CONAMA 20/1986 e 357/2005, e Portaria SUREHMA 20/1992 que tratam da classificação dos corpos de água, quais sejam:

- a Resolução CONAMA 13/1990 ao estabelecer a faixa de proteção das unidades de conservação não considerou aspectos do meio físico relevantes, especialmente a hidrografia da região em que as unidades estão situadas. A delimitação imposta invariavelmente tem se mostrada ineficaz. Na maioria dos casos, os licenciamentos ambientais das atividades na zona de amortecimento que possam afetar a biota, praticamente não ocorrem. Da mesma forma, a Lei Federal N° 9.985/2000 e o Decreto Federal 430/2002 também desconsideraram a alternativa de adoção do conceito de bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento das unidades de conservação

existentes ou a serem criadas. Recomenda-se para as unidades de conservação de proteção integral , existentes ou a serem criadas, a adoção deste conceito, pois certamente os conflitos existentes na zona de amortecimento das unidades de conservação de proteção integral seriam reduzidos, além de colaborar com a proteção do ecossistema, motivo pelo qual, a unidade de conservação foi ou será criada.

- na questão da classificação dos corpos de água, a Portaria SUREHMA 20/1992 desconsiderou a rede hidrográfica que envolve o Parque Nacional do Iguaçu, impondo um critério de enquadramento simplificado – “corpos de água com cursos fora ou dentro do parque”. Desta forma, um mesmo rio, do ponto de vista legal, pode ter dois enquadramentos. A Resolução CONAMA 357/2005, prevê o 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; prevê ainda que, nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. Recomenda-se o estabelecimento de parâmetros específicos para as águas doces de classe especial dos corpos de água de cada unidade de conservação, inclusive a fixação de metas para os rios com nascentes fora dos limites das unidades de proteção integral e que tenham percurso dentro da unidade.

Como decorrência dessas considerações a Figura 62 mostra a localização do Parque Nacional do Iguaçu e a rede hidrográfica que o envolve (Bacia do Rio Iguaçu), enquanto que Figura 63 mostra uma proposta de ampliação dos limites do Parque Nacional do Iguaçu (Brasil) , bem como do Parque Nacional Del Iguazú (Argentina) , caracterizando toda a rede de drenagem que envolve aquelas unidades de conservação, como área de proteção integral. A adoção do conceito de bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento proporcionaria uma melhor proteção aos ecossistemas daquelas unidades. Ainda que a proposta de alteração dos limites dos Parques Parque Nacional do Iguaçu (Brasil) e do Parque Nacional Del Iguazú (Argentina) seja utópica, a proposta apresentada na Figura 63 evidencia a importância de que este critério deva ser adotado para as unidades de conservação de proteção integral a serem

criadas, ou mesmo implementado em outras unidades de proteção integral existentes.

Finalmente, em decorrência da legislação sobre Recursos Hídricos em vigor, recomenda-se a imediata implementação de um comitê de gestão para as bacias hidrográficas integrantes do Parque Nacional do Iguaçu e de sua zona de amortecimento, para de forma conjunta com a gerencia administrativa do parque implementarem as ações necessárias à gestão e conservação ambiental dos recursos naturais dessas bacias.

FIGURA 62 - MAPA DA DIVISÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ NA ÁREA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU E ENTORNO

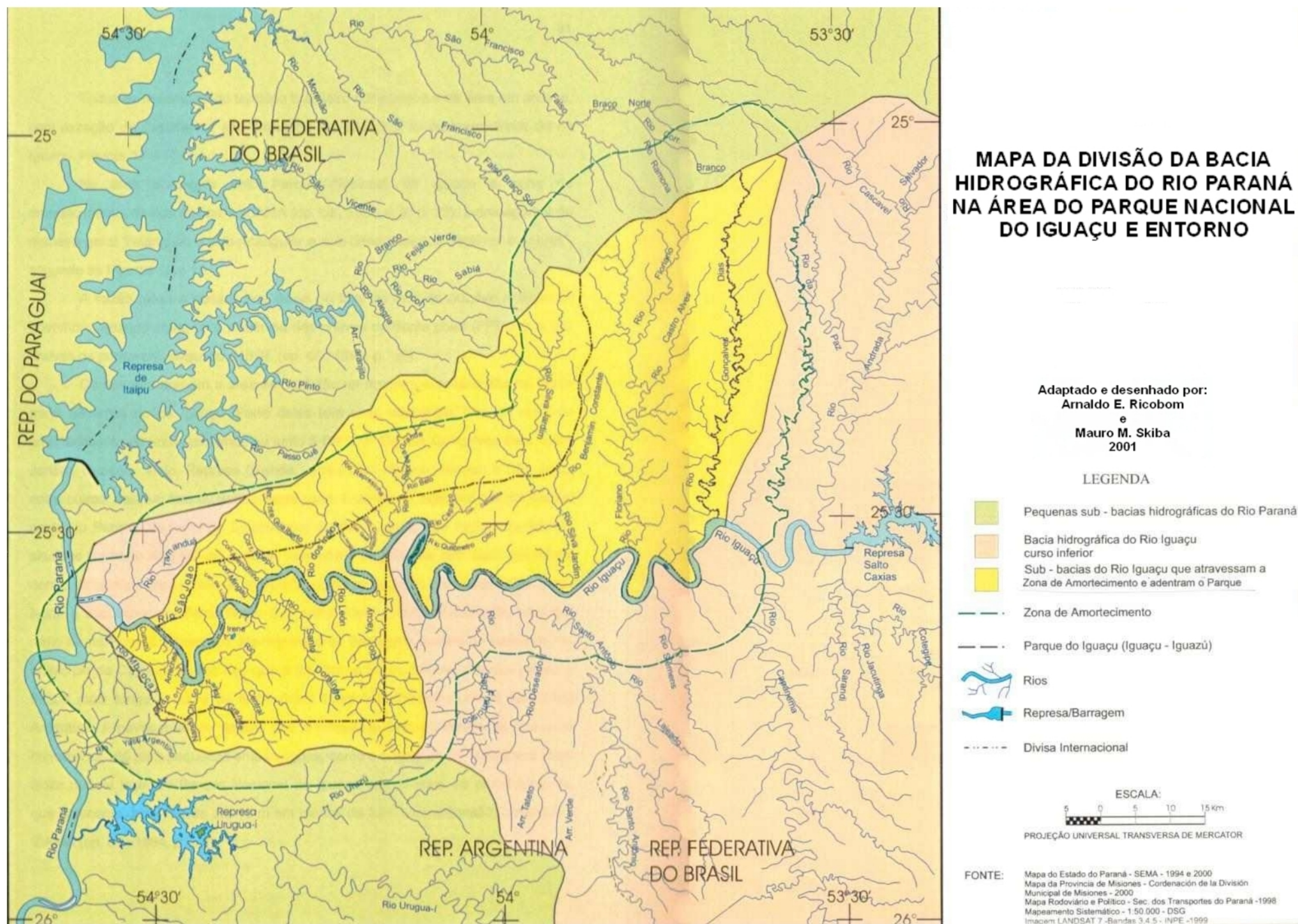
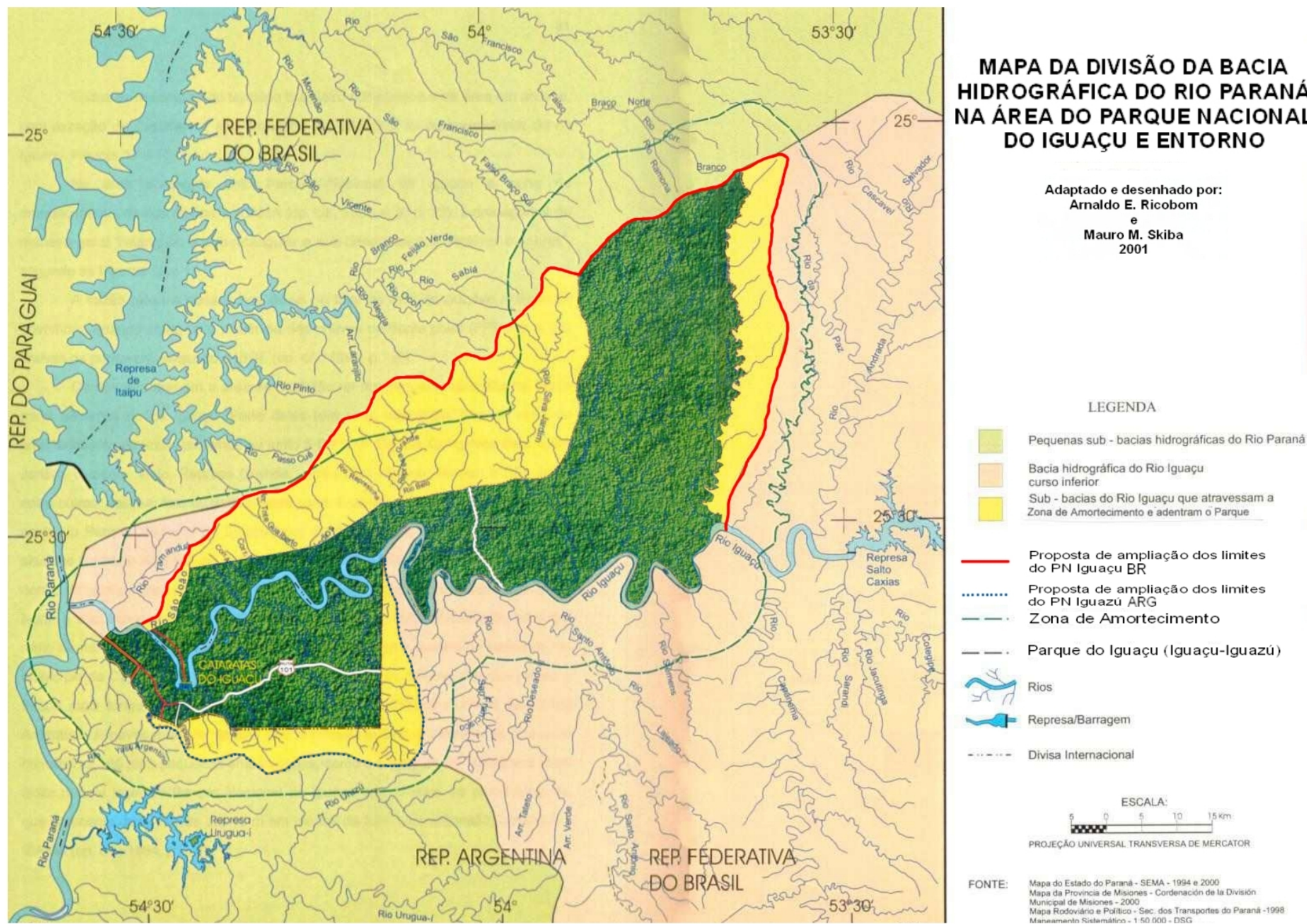


FIGURA 63 - MAPA DA DIVISÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANÁ NA ÁREA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU E ENTORNO
PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DOS LIMITES DOS PARQUES NACIONAIS IGUAÇU (BR) E IGUAZÚ (ARG)



6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, L.N.V.; LOPES, H.L. Aplicação de modelos hidrológicos superficiais e subsuperficiais em bacias hidrográficas: fase I - compilação do banco de dados. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (10: 2000 - Florianópolis). Disponível em: <http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac2001/130/130.htm>. Acesso em agosto de 2005.

BERTONI J., LOMBARDI Neto F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.

BITTENCOURT, S.. Carga máxima de fósforo admissível ao reservatório Piraquara II, região metropolitana de Curitiba. Dissertação de mestrado. Curitiba, UFPR. 2003.

BRANCO, S.M. A água e o homem. In: PORTO, R. et al. (Org). Hidrologia Ambiental. São Paulo: ABRH, 1991. p. 3-26.

BRANCO, S.M. (1983). Poluição e morte de nossos rios. São Paulo: ASCETESB. 155p.

BRANCO, S.M.; ROCHA, A.A. (1986). Elementos de ciência do ambiente. 2.ed. São Paulo: CETESB/ ASCETESB.

BRANCO, S.M. (1989). Ecossistêmica: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. 2. ed. Edgard Blucher Ltda. 202p.

BRASIL. Resolução CNRH n.12, de 19 de julho de 2000. Estabelece procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br/resolucoes> Acesso em: ago. 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 20, de 18 de junho de 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/reso.html> Acesso em: ago. 2005.

BRASIL. Constituição da Republica Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www81.dataprev.gov.br/sislex> Acesso em: ago. 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 13, de 06 de dezembro de 1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/reso.html> Acesso em: ago. 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 274, de 29 de novembro de 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/reso.html> Acesso em: ago. 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/reso.html> Acesso em: ago. 2005.

BRASIL. Lei n. 9433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br/legisla/index.htm> Acesso em ago. 2005.

BRASIL. Lei n. 9984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional das Águas - ANA. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br/legisla/index.htm>. Acesso em ago. 2003.

BRASIL. LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/reso.html> Acesso em: ago. 2005.

BRASIL. LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/reso.html> Acesso em: ago. 2005.

BRASIL Decreto nº 4.340, de 22.08.2002. Regulamenta artigos da LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/reso.html> Acesso em: ago. 2005.

BRASIL. Portaria Nº 518, de 25 de março de 2004, Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> Acesso em: ago. 2005 .

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB (2005). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente> Acesso em: ago. 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB (1986a). Avaliação da toxicidade das águas, sedimentos dos rios e efluentes industriais da região de Cubatão, São Paulo. 136p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB (1986b). Desenvolvimento de métodos para o estabelecimento de critérios ecotoxicológicos. v.I. São Paulo.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB (1995). Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 1994-Relatórios Ambientais, ISSN 0103-4103, 270p. São Paulo.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB (2202). Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002-Relatórios Ambientais, ISSN 0103-4103. São Paulo.

CONTE,M.L.;LEOPOLDO,P.R..Avaliação de recursos hídricos:Rio Pardo, um exemplo.São Paulo:Editora UNESP,2001.

CONTE,M.L.,LEOPOLDO,P.R.,CONTE E CASTRO,M.,ZUCCARI,M.L. Aspectos ecológicos dos recursos hídricos em Botucatu.Ver.Ciênc.Geogr.,n.9,AGB-Núcleo Bauru,p.14-6,1998.

CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T.. Degradação ambiental. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S. B. da (Org.). Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-379.

DALCANALE, F. ; PORTO, M. Avaliação da produção de cargas difusas em bacias rurais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 14, 2001, Aracaju. Relação de trabalhos. Aracaju, ABRH. I CD-ROM.

DEMAYO, A.; TAYLOR, M.O (1980). Cooper. In: Guidelines for surface water quality: inorganic chemical substances- Ottawa, Environment, Canada, v. 1, 55p.

EMATER – Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – Diagnóstico da micro-bacia e plano de ação. Escritório Regional de Serranópolis do Iguaçu,2004.

EMATER – Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – Diagnóstico da micro-bacia e plano de ação. Escritório Regional de Medianeira,2004.

EMATER – Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – Diagnóstico da micro-bacia e plano de ação. Escritório Regional de São Miguel do Iguaçu do Iguaçu,2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. SNLCS - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná. Boletim de Pesquisa nº 27. Tomo I e II, EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IAPAR. Londrina, 1984(a). 791 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/ CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA, Produção de Informação, Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. 1999, 412p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/ CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM MEIO AMBIENTE. Normas de qualidade de água Brasília: EMBRAPA, Produção de Informação, 2001. Disponível em : www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua. Acesso em ago.2005.

ENGEVIX – ENGEVIX ENGENHARIA S. A . Estudo de impactos ambientais, UHE Baixo Iguaçu. Brasília,2004.

ESPÍNDOLA, E.L.G.; BRIGANTE, J.. Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RiMa, 2003.

ESTADO DO PARANÁ. Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/sema/ajiidricos.shtml>. Acesso em ago. 2005.

ESTEVES, F. ^a (1988). Fundamentos de limnologia, Rio de Janeiro, - Editora Interciência Ltda – FINEP. 574p.

GEO BRASIL 2002. Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil / Organizado por Thereza Christina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara. - Brasília: Edições IBAMA, 2002.

GUERRA, A.J. & SILVA, A.S. & BOTELHO, R.G.M. Erosão e conservação dos solos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUILHERME, L.R.G.; SILVA, M.L.N.; LIMA, J.M.; RIGITANO, R.L.O.. Contaminação de micro bacia hidrográfica pelo uso de pesticidas. Revista Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n.207, p.40, 2000.

HILLEL, D. Introduction to Soil Physics. New York: Academic Press, 1982. 364p.

HORNE, A J.; GOLDMAN C. R. Limnology. Second edition. Singapore: McGraw Hill International Edition, 1994. 576 p. (Biological Science Series).

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Disponível em: www.pr.gov.br/iapar . Acesso em ago.2005

IBAMA. Plano de Manejo Parque Nacional do Iguaçu: Brasília, 1999. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/siucweb/unidades/parna> Acesso em: ago. 2005.

IBAMA. Plano de Manejo Parque Nacional do Iguaçu: resumo executivo. Brasília, 2000.

IBAMA. Unidades de Conservação do Brasil/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Brasília: o instituto, 1989.

LACENLU, M.P.C.; ALVARENGA, M.I.N.. Recursos naturais da microbacia. Revista Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n.207, p.21-32, 2000.

LANNA, A.E.L. Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: Ibama, 1995. 171 p.

LARIOS, M.B. Erosão dos solos brasileiros. Disponível em: www.drenagem.ufjf.br. Acesso em ago.2005.

MARÉS DE SOUZA FILHO, C.F. Espaços ambientais protegidos e unidades de conservação. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 1993. 79 p.

MINEROPAR - MINERAIS DO PARANÁ S. A.. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/>. Acesso em ago.2005.

MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos. ABES, 1995. 222 p.

MUSETTI, R.A. BACIAS hidrográficas no BRASIL: aspectos jurídico-ambientais. Disponível em http://www.infojus.com.br/webnews/noticia.php?id_noticia=453&. Acesso em ago.2005.

ORLANDO, H. Unidades de conservação e manejo da zona de entorno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (1: 1997 - Curitiba) Anais... Curitiba: IAP-UNILIVRE: Rede Nacional Pró Unidades de Conservação, v. 2. p. 764-777.

PÁDUA, H.B. Água. Disponível em: <http://www.ecoviagem.com.br/fiquepordentro/>. Acesso em: ago. 2005.

PINTO, N.L.S.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L.S. Hidrologia básica. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1976. 278 p.

ROCHA, J.C.; ROSA, A.H.; CARDOSO, A.A. Introdução à química ambiental. Porto Alegre: Bookman, 2004. 154 p.

RYDEN, J. C.; SYERS, J. K.; HARRIS, R. F. Phosphorus in runoff and streams. Adv. Agron. V.25, p.1-45, 1973.

SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ. Disponível em <http://www.pr.gov.br/meioambiente/sema> . Acesso em ago.2005.

SHERIDAN, D. Desertification of the united states, U.S. Government Printing Office, 1981. 142 p. Estudos Hidrológicos do Nordeste. Ministério do Interior. Fortaleza-CE, 1981. 128p.

SKIBA, M.M. Problemas de degradação ambiental na zona de amortecimento do Parque Nacional do Iguaçu: uma ameaça a sua integridade. Dissertação de mestrado. Curitiba, UFPr. 2001.

SUDERHSA - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL, SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Qualidade das águas interiores do estado do Paraná, 1987 - 1995. SUDERHSA/SEMA. Curitiba, 1997.

UNEP. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification. UNEP, Nairobi, 1992. 88p.

URBAN, T.. Parque Nacional do Iguaçu: caminho aberto para a vida : Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação, Rede Verde de Informações Ambientais. Curitiba, 2002.

USDA UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Survey Manual, USDA Handbook No. 18, U. S. Government Printing Office, 1993. 437 p.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Planning and evaluation: Benefits and feasibility of effluent trading between point sources: an analysis in support of Clean Water Act Reauthorization. Washington. Office of Water and Office Police, 1992.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v. 1).

ZAMBRONE, F.^aD.; Perigosa família. Revista Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 4, n.22, p.42, 1986.

ZOLNIER, S.; STEIDLE NETO, A.J.; MAROUELLI, W.A.; CARRIJO, A.; MARTINEZ, E. P.; Avaliação de um circuito eletrônico para medição da condutividade elétrica de soluções nutritivas. Eng. Agríc. Vol.25 no.2 Jaboticabal May/Aug. 2005.

WETZEL, R.G. (1993). Limnologia. Tradução de Maria José Boavida. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 919p.

ANEXO 1

FICHAS DE RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE ÁGUA E SEDIMENTOS

Universidade Federal do Paraná											PONTO 01
Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto											
DHS - Departamento de Hidráulica e Saneamento											
Análise Físico-Químico STANDARD METHODS 20 TH Edition 1998											
Parâmetro	Datas Campanhas / Resultados									Unidades	
	11/ 06 / 04			20 / 11 / 04			29 / 03 / 05				
Cloretos	10,3			13,4			15,4			mg/L	
Condutividade	59,4			61,1			90,6			µS/cm	
DBO	0,70			11,78			15,33			mg O ₂ /L	
DQO	31,49			39,25			49,54			mg O ₂ /L	
Fósforo total	0,18			0,59			0,41			mg/L	
Fósforo total dissolvido	0,09			0,32			0,05			mg/L	
Nitrato	< 0,05			1,1			0,5			mg/L	
Nitrito	< 0,01			0,014			0,012			mg/L	
Nitrogênio orgânico	0,91			1,0			1,01			N/Org mg/L	
Nitrogênio amoniacal	0,09			0,35			0,27			N/Amo mg/L	
Nitrogênio Total	1,0			2,46			1,79			N/Total mg/L	
pH	6,22			6,58			6,23				
Sólidos Totais -ST	ST	STF	STV	ST	STF	STV	ST	STF	STV	mg/L	
	92	67	25	70	55	15	57	41	16		
Sólidos Suspensos -SST	SST	SSTF	SSTV	SST	SSTF	SSTV	SST	SSTF	SSTV	mg/L	
	57	42	15	23	18	5	29	17	12		
Sulfato	< 25			< 25			< 25			mg/L	
Turbidez	222			18,2			12,1			NTU	
Clima	Chuvoso			Ensolarado			Ensolarado				
Temperatura da Água	11,8° C			15,3° C			23,2° C				
Temperatura Ambiente	13° C			19° C			26° C				
Colimetria	Coliforme fecal	5,0 x 10 ⁴			2,2 x 10 ²			1,7x10 ²			NMP/ 100 mL
	Coliforme total	2,4 x 10 ⁵			2,2 x 10 ³			6,3x10 ²			NMP/ 100 mL
Metais	Cádmio	< 0,002			< 0,002			< 0,002			mg/L
	Cobalto	< 0,03			< 0,03			< 0,03			mg/L
	Cobre	< 0,01			< 0,01			< 0,01			mg/L
	Cromo	< 0,02			< 0,02			< 0,02			mg/L
	Ferro	14,48			1,09			0,59			mg/L
	Manganês	0,62			0,034			0,03			mg/L
	Zinco	0,16			0,04			0,01			mg/L
Pesticidas Água	Glifosato	*< LQ			0,2			*< LQ			mg/L
	Endosulfan	*< LQ			*< LQ			*< LQ			mg/L
	Clorimuron	*< LQ			*< LQ			*< LQ			mg/L
Pesticidas Sedimento	Glifosato	*< LQ			0,04			*< LQ			mg/L
	Endosulfan	*< LQ			*< LQ			*< LQ			mg/L
	Clorimuron	*< LO			*< LO			*< LO			mg/L

*LQ = Limite de Quantificação

Universidade Federal do Paraná											PONTO 02	
Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto												
DHS - Departamento de Hidráulica e Saneamento												
Análise Físico-Químico STANDARD METHODS 20 TH Edition 1998												
	Parâmetro		Datas Campanhas / Resultados									Unidades
			11/06/04			20 / 11/ 04			29 / 03 / 05			
	Cloretos		6,2			7,6			7,6			mg/L
	Condutividade		35,0			29,5			58,1			µS/cm
	DBO		1,36			12,66			20,01			mg O ₂ /L
	DQO		15,75			27,31			23,38			mg O ₂ /L
	Fósforo total		0,7			0,7			0,23			mg/L
	Fósforo total dissolvido		0,01			0,02			0,07			mg/L
	Nitrato		1,13			3,6			0,5			mg/L
	Nitrito		< 0,01			0,029			0,018			mg/L
	Nitrogênio orgânico		0,61			1,2			0,95			N/Org mg/L
	Nitrogênio amoniacal		0,55			0,30			0,22			N/Amo mg/L
	Nitrogênio Total		2,29			5,13			1,69			N/Total mg/L
	pH		6,37			6,49			6,27			
	Sólidos Totais -ST		ST	STF	STV	ST	STF	STV	ST	STF	STV	mg/L
			125	111	14	113	105	8	84	62	22	
	Sólidos Suspensos -SST		SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	mg/L
			70	60	10	13	11	2	33	24	9	
	Sulfato		< 25			< 25			< 25			mg/L
	Turbidez		90			9,0			8,4			NTU
	Clima		Chuvoso			Ensolarado			Ensolarado			
	Temperatura da Água		11,6° C			15,1° C			22,9° C			
	Temperatura Ambiente		13° C			19° C			26° C			
	Colimetria	Coliforme fecal	1,3 x 10 ⁴			3,3 x 10 ²						NMP/ 100 mL
		Coliforme total	2,4 x 10 ⁴			4,9 x 10 ³			4,1x10 ³			NMP/ 100 mL
	Metais	Cádmio	< 0,002			< 0,002			<0,002			mg/L
		Cobalto	< 0,03			< 0,03			<0,03			mg/L
		Cobre	< 0,01			< 0,01			<0,01			mg/L
		Cromo	< 0,02			< 0,02			<0,02			mg/L
		Ferro	3,48			0,85			0,68			mg/L
		Manganês	0,15			< 0,1			< 0,1			mg/L
		Zinco	0,12			0,03			0,01			mg/L
	Pesticidas Água	Glifosato										mg/L
		Endosulfan										mg/L
		Clorimuron										mg/L
	Pesticidas Sedimento	Glifosato										mg/L
		Endosulfan										mg/L
		Clorimuron										mg/L

Universidade Federal do Paraná											PONTO 03	
Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto												
DHS - Departamento de Hidráulica e Saneamento												
Análise Físico-Químico STANDARD METHODS 20 TH Edition 1998												
	Parâmetro		Datas Campanhas / Resultados									Unidades
			11/06/04			20 / 11/ 04			29 / 03 / 05			
	Cloretos		6,3			8,2			8,1			mg/L
	Condutividade		34,1			31,9			58,0			µS/cm
	DBO		0,62			13,23			8,96			mg O ₂ /L
	DQO		27,56			35,56			37,44			mg O ₂ /L
	Fósforo total		0,12			0,44			0,29			mg/L
	Fósforo total dissolvido		0,04			0,017			0,09			mg/L
	Nitrato		1,63			2,7			0,7			mg/L
	Nitrito		< 0,01			0,012			0,019			mg/L
	Nitrogênio orgânico		0,51			1,7			0,84			N/Org mg/L
	Nitrogênio amoniacal		0,55			0,50			0,17			N/Amo mg/L
	Nitrogênio Total		2,69			4,91			1,73			N/Total mg/L
	pH		6,28			6,51			6,36			
	Sólidos Totais -ST		ST	STF	STV	ST	STF	STV	ST	STF	STV	mg/L
			159	121	38	143	136	7	79	52	27	
	Sólidos Suspensos - SST		SST	SSTF	SSTV	SST	SSTF	SSTV	SST	SSTF	SSTV	mg/L
			50	20	30	22	15	7	30	19	11	
	Sulfato		< 25			< 25			< 25			mg/L
	Turbidez		47			11,4			9,3			NTU
	Clima		Chuvoso			Ensolarado			Ensolarado			
	Temperatura da Água		11,5° C			15,2° C			23° C			
	Temperatura Ambiente		13° C			19° C			26° C			
	Colimetria	Coliforme fecal	5,0 x 10 ³			6,2 x 10 ¹			1,9x10 ²			NMP/ 100 mL
		Coliforme total	9,0 x 10 ³			1,7 x 10 ³			3,4x10 ³			NMP/ 100 mL
	Metais	Cádmio	0,01			< 0,002			< 0,002			mg/L
		Cobalto	< 0,03			< 0,03			< 0,03			mg/L
		Cobre	< 0,01			< 0,01			< 0,01			mg/L
		Cromo	< 0,02			< 0,02			< 0,02			mg/L
		Ferro	1,88			1,03			0,83			mg/L
		Manganês	0,04			0,03			0,03			mg/L
		Zinco	0,14			0,02			0,02			mg/L
	Pesticidas Água	Glifosato										mg/L
		Endosulfan										mg/L
		Clorimuron										mg/L
	Pesticidas Sedimento	Glifosato										mg/L
		Endosulfan										mg/L
		Clorimuron										mg/L

Universidade Federal do Paraná													PONTO 04
Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto													
DHS - Departamento de Hidráulica e Saneamento													
Análise Físico-Químico STANDARD METHODS 20 TH Edition 1998													
	Parâmetro		Datas Campanhas / Resultados									Unidades	
			11/06/04			20 / 11/ 04			29 / 03 / 05				
	Cloretos		9,2			9,5			10,3			mg/L	
	Condutividade		65,5			61,2			102,5			µS/cm	
	DBO		1,67			13,71			19,41			mg O ₂ /L	
	DQO		35,43			49,40			48,71			mg O ₂ /L	
	Fósforo total		0,20			0,056			0,47			mg/L	
	Fósforo total dissolvido		0,10			0,029			0,19			mg/L	
	Nitrato		3,47			8,6			0,8			mg/L	
	Nitrito		0,01			0,010			0,06			mg/L	
	Nitrogênio orgânico		1,11			3,5			0,91			N/Org mg/L	
	Nitrogênio amoniacal		1,11			0,67			0,22			N/Amo mg/L	
	Nitrogênio Total		5,70			12,78			1,99			N/Total mg/L	
	pH		6,24			6,60			6,33				
	Sólidos Totais -ST		ST	STF	STV	ST	STF	STV	ST	STF	STV	mg/L	
			174	121	53	76	59	17	56	27	29		
	Sólidos Suspensos - SST		SST	SSTF	SSTV	SST	SSTF	SSTV	SST	SSTF	SSTV	mg/L	
			110	70	40	21	14	7	38	21	17		
	Sulfato		< 25			< 25			< 25			mg/L	
	Turbidez		231			8,0			9,5			NTU	
	Clima		Chuvoso			Ensolarado			Ensolarado				
	Temperatura da Água		11,9° C			15,1° C			23,5° C				
	Temperatura Ambiente		13° C			19° C			26° C				
	Colimetria	Coliforme fecal	3,0 x 10 ⁴			4,9 x 10 ²			2,4x10 ²			NMP/ 100 mL	
		Coliforme total	9,0 x 10 ⁴			7,9 x 10 ³			1,8x10 ³			NMP/ 100 mL	
	Metais	Cádmio	0,01			< 0,002			<0,002			mg/L	
		Cobalto	< 0,03			< 0,03			<0,03			mg/L	
		Cobre	< 0,01			< 0,01			<0,01			mg/L	
		Cromo	< 0,02			< 0,02			<0,02			mg/L	
		Ferro	10,14			1,02			0,58			mg/L	
		Magnésio	2,63			1,94			2,65			mg/L	
		Manganês	0,36			0,05			0,06			mg/L	
		Zinco	0,13			0,04			0,01			mg/L	
	Pesticidas Água	Glifosato										mg/L	
		Endosulfan										mg/L	
		Clorimuron										mg/L	
	Pesticidas Sedimento	Glifosato										mg/L	
		Endosulfan										mg/L	
		Clorimuron										mg/L	

Universidade Federal do Paraná													PONTO 05
Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto													
DHS - Departamento de Hidráulica e Saneamento													
Análise Físico-Químico STANDARD METHODS 20 TH Edition 1998													
	Parâmetro		Datas Campanhas / Resultados									Unidades	
			11/06/04			20 / 11/ 04			29 / 03 / 05				
	Cloretos		9,0			12,2			17,8			mg/L	
	Condutividade		65,8			71,5			126,2			µS/cm	
	DBO		2,38			15,89			23,40			mg O ₂ /L	
	DQO		39,37			59,78			68,73			mg O ₂ /L	
	Fósforo total		0,17			0,069			0,38			mg/L	
	Fósforo total dissolvido		0,15			0,040			0,11			mg/L	
	Nitrato		3,75			9,8			0,9			mg/L	
	Nitrito		< 0,01			0,013			0,05			mg/L	
	Nitrogênio orgânico		1,32			11,3			1,34			N/Org mg/L	
	Nitrogênio amoniacal		1,48			0,70			0,22			N/Amo mg/L	
	Nitrogênio Total		6,55			21,81			2,51			N/Total mg/L	
	pH		6,32			6,82			5,4				
	Sólidos Totais -ST		ST	STF	STV	ST	STF	STV	ST	STF	STV	mg/L	
			153	116	37	147	129	18	94	65	29		
	Sólidos Suspensos -SST		SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	mg/L	
			71	60	11	24	18	6	49	27	22		
	Sulfato		< 25			< 25			< 25			mg/L	
	Turbidez		175			16,7			13,7			NTU	
	Clima		Chuvoso			Ensolarado			Ensolarado				
	Temperatura da Água		11,6° C			15,8° C			25,8° C				
	Temperatura Ambiente		13° C			19° C			26° C				
	Colimetria	Coliforme fecal	5,0 x 10 ⁴			7,9 x 10 ²			1,2x10 ²			NMP/ 100 mL	
		Coliforme total	5,0 x 10 ⁴			2,3 x 10 ³			2,6x10 ³			NMP/ 100 mL	
	Metais	Cádmio	0,01			< 0,002			<0,002			mg/L	
		Cobalto	< 0,03			< 0,03			<0,03			mg/L	
		Cobre	< 0,01			< 0,01			<0,01			mg/L	
		Cromo	< 0,02			< 0,02			<0,02			mg/L	
		Ferro	7,59			1,03			0,43			mg/L	
		Magnésio	2,73			2,13			3,18			mg/L	
		Manganês	0,24			0,04			0,05			mg/L	
		Zinco	0,18			0,04			0,01			mg/L	
	Pesticidas Água	Glifosato							<LQ			mg/L	
		Endosulfan							<LQ			mg/L	
		Clorimuron							<LQ			mg/L	
	Pesticidas Sedimento	Glifosato							<LQ			mg/L	
		Endosulfan							<LQ			mg/L	
		Clorimuron							<LO			mg/L	

*LQ = Limite de Quantificação

Universidade Federal do Paraná													PONTO 06
Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto													
DHS - Departamento de Hidráulica e Saneamento													
Análise Físico-Químico STANDARD METHODS 20 TH Edition 1998													
	Parâmetro		Datas Campanhas / Resultados									Unidades	
			11/06/04			20 / 11/ 04			29 / 03 / 05				
	Cloretos		8,3			10,8			7,2			mg/L	
	Condutividade		58,5			57,2			68,9			µS/cm	
	DBO		1,06			14,77			19,23			mg O ₂ /L	
	DQO		19,68			27,93			34,21			mg O ₂ /L	
	Fósforo total		0,90			0,43			0,43			mg/L	
	Fósforo total dissolvido		0,07			0,11			0,14			mg/L	
	Nitrato		3,97			8,1			0,9			mg/L	
	Nitrito		0,01			0,065			0,011			mg/L	
	Nitrogênio orgânico		1,01			1,9			1,21			N/Org mg/L	
	Nitrogênio amoniacal		0,28			0,48			0,20			N/Amo mg/L	
	Nitrogênio Total		5,27			10,54			2,32			N/Total mg/L	
	pH		6,13			6,71			6,29				
	Sólidos Totais – ST		ST	STF	STV	ST	STF	STV	ST	STF	STV	mg/L	
			94	63	31	111	101	10	66	54	12		
	Sólidos Suspensos - SST		SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	mg/L	
			45	19	26	19	12	7	29	17	12		
	Sulfato		< 25			< 25			< 25			mg/L	
	Turbidez		94			11,0			10,2			NTU	
	Clima		Chuvoso			Ensolarado			Ensolarado				
	Temperatura da Água		11,1º C			15,3º C			23,7º C				
	Temperatura Ambiente		13º C			19º C			26º C				
	Colimetria	Coliforme fecal	3,0 x 10 ⁴			2,3 x 10 ²			2,9x10 ²			NMP/ 100 mL	
		Coliforme total	5,0 x 10 ⁴			7,9 x 10 ²			2,9x10 ³			NMP/ 100 mL	
	Metais	Cádmio	0,01			< 0,002			<0,002			mg/L	
		Cobalto	< 0,03			< 0,03			<0,03			mg/L	
		Cobre	< 0,01			< 0,01			<0,01			mg/L	
		Cromo	< 0,02			< 0,02			<0,02			mg/L	
		Ferro	3,75			0,97			0,68			mg/L	
		Magnésio	2,22			1,50			1,61			mg/L	
		Manganês	0,08			0,03			0,03			mg/L	
	Pesticidas Água	Zinco	0,16			0,05			<0,005			mg/L	
		Glifosato										mg/L	
		Endosulfan										mg/L	
		Clorimuron										mg/L	
	Pesticidas Sedimento	Glifosato										mg/L	
		Endosulfan										mg/L	
		Clorimuron										mg/L	

Universidade Federal do Paraná											PONTO 07	
Laboratório de Engenharia Ambiental Prof. Francisco Borsari Netto												
DHS - Departamento de Hidráulica e Saneamento												
Análise Físico-Químico STANDARD METHODS 20 TH Edition 1998												
	Parâmetro		Datas Campanhas / Resultados									Unidades
			11/06/04			20 / 11/ 04			29 / 03 / 05			
	Cloretos		2,3			2,7			3,3			mg/L
	Condutividade		40,0			36,6			40,7			µS/cm
	DBO		0,96			5,95			7,42			mg O ₂ /L
	DQO		11,81			23,12			28,63			mg O ₂ /L
	Fósforo total		0,05			0,056			0,09			mg/L
	Fósforo total dissolvido		0,02			0,03			0,03			mg/L
	Nitrato		2,55			2,30			0,38			mg/L
	Nitrito		< 0,01			< 0,01			< 0,01			mg/L
	Nitrogênio orgânico		0,40			0,95			0,57			N/Org mg/L
	Nitrogênio amoniacal		0,00			0,36			0,10			N/Amo mg/L
	Nitrogênio Total		2,95			3,61			1,05			N/Total mg/L
	pH		6,74			6,78			6,84			
	Sólidos Totais - ST		ST	STF	STV	ST	STF	STV	ST	STF	STV	mg/L
			92	54	38	78	70	8	41	36	5	
	Sólidos Suspensos - SST		SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	mg/L
			30	10	20	12	7	5	22	14	8	
	Sulfato		< 25			< 25			< 25			mg/L
	Turbidez		7			2,8			1,7			NTU
	Clima		Chuvoso			Ensolarado			Ensolarado			
	Temperatura da Água		7,8° C			11,2° C			17° C			
	Temperatura Ambiente		10° C			16° C			21° C			
	Colimetria	Coliforme fecal	8,0 x 10 ¹			2,2 x 10 ¹			2,6x10 ²			NMP/ 100 mL
		Coliforme total	3,0 x 10 ²			7,0 x 10 ²			3,4x10 ³			NMP/ 100 mL
	Metais	Cádmio	0,01			< 0,002			<0,002			mg/L
		Cobalto	< 0,03			< 0,03			<0,03			mg/L
		Cobre	< 0,01			< 0,01			<0,01			mg/L
		Cromo	< 0,02			< 0,02			<0,02			mg/L
		Ferro	0,44			0,23			0,14			mg/L
		Magnésio	1,61			1,00			1,06			mg/L
		Manganês	< 0,01			0,03			<0,01			mg/L
	Pesticidas Água	Zinco	0,11			0,05			0,01			mg/L
		Glifosato	<LQ			<LQ			<LQ			mg/L
		Endosulfan	<LQ			<LQ			<LQ			mg/L
		Clorimuron	<LQ			<LQ			<LQ			mg/L
	Pesticidas Sedimento	Glifosato	<LQ			<LQ			<LQ			mg/L
		Endosulfan	<LQ			<LQ			<LQ			mg/L
		Clorimuron	<LQ			<LQ			<LQ			mg/L

*LQ = Limite de Quantificação