

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - CURSO DE MESTRADO**

**LUIZ EDUARDO CORREIA**

**DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DAS BACIAS**  
**DO CÓRREGO TRAJANO E RIO GUAIRAÇÁ - TERRA RICA, PARANÁ**

**MARINGÁ - PR**  
**2012**

LUIZ EDUARDO CORREIA

**DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DAS BACIAS  
DO CÓRREGO TRAJANO E RIO GUAIRAÇÁ, TERRA RICA, PARANÁ**

Dissertação apresentada como requisito à  
obtenção do grau de Mestre em Geografia,  
área de concentração: Análise Ambiental,  
Curso de Pós-Graduação em Geografia,  
Universidade Estadual de Maringá – PR

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marta Luzia de Souza

Maringá  
2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

S586o Silva, Marcela Fernandes  
Óxidos de ferro como adsorvente e fotocatalisador  
na remoção de poluentes de águas residuais / Marcela  
Fernandes Silva. -- Maringá, 2012.  
14 f.

Orientador: Prof.a Dr.a Rosangela Bergamasco.  
Monografia (especialização em gestão ambiental) -  
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de  
Engenharia Química, 2012.

1. Óxidos de ferro. 2. Adsorção - Poluentes. 3.  
Fotocatálise. I. Bergamasco, Rosangela, orient. II.  
Universidade Estadual de Maringá. Departamento de  
Engenharia Química. III. Título.

CDD 21.ed. 628.3

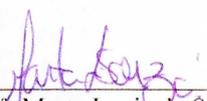
ECSL-00379

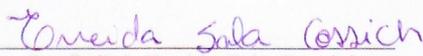
DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DAS BACIAS DO  
CÓRREGO TRAJANO E RIO GUAIRAÇÁ – TERRA RICA, PARANÁ”

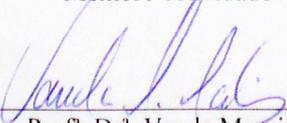
Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia, área de concentração: Análise Ambiental, linha de pesquisa Análise Ambiental.

Aprovada em **25 de maio de 2012.**

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Marta Luzia de Souza  
Orientadora - UEM

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Eneida Sala Cossich  
Membro convidado - UEM

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Vanda Moreira Martins  
(membro convidado) – UNIOESTE/M.C. R.

Dedico essa pesquisa:

À Deus, pela fé.

Aos meus pais, Alcides Correia

Sobrinho e Maria Lucia Correia, por

sempre me apoiarem.

A minha esposa Nayara, que sempre

me ajudou e compreendeu.

## AGRADECIMENTOS

*À Deus, por permitir que mais uma etapa se cumpra-se.*

*À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marta Luzia de Souza, pela orientação, oportunidade, atenção e apoio em todas as etapas e dificuldades desta pesquisa.*

*À toda a minha família, Nayara, ao Herus, que sempre aguardava no portão de casa o meu retorno e me recebia com extrema felicidade, Pai e Mãe, Irmãos e Cunhados, Sobrinhas, enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenrolar da pesquisa.*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, pelos espaços de estudo, pelas disciplinas ofertadas e pelo apoio científico.*

*Ao Departamento de Geografia e ao GEMA (Grupo de Pesquisas Multidisciplinares do ambiente), pelos espaços e equipamentos concedidos durante a execução da pesquisa.*

*Ao Vanderley e aos amigos do GEMA, que muito me ajudaram, tanto nas coletas de amostras, como nas análises de laboratório.*

*Enfim, a todos os amigos que torceram a favor dessa conquista.*

Por uma outra globalização  
(Milton Santos)

## RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo realizar um diagnóstico nos recursos hídricos superficiais, por meio de análises físico-químicas, nos cursos d'água das bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá, localizados no município de Terra Rica, na região Noroeste do estado do Paraná, com 185,5km<sup>2</sup> de área. O córrego Trajano apresenta influência da urbanização na sua cabeceira e de resíduos de indústrias de produção de alimentos, já no rio Guairaçá foi observado problemas relacionados à agropecuária. Primeiramente, foi realizada uma caracterização geográfica com enfoque na elaboração de cartas de uso da terra, período de 1985 a 2010, que subsidiaram as análises do diagnóstico. Após, foram coletadas amostras de água em períodos distintos correspondentes às estações do ano, essas foram submetidas a análises físico-químicas em laboratório e os resultados obtidos forneceram base para o diagnóstico da situação atual dos cursos d'água pesquisados. As variáveis físico-químicas analisadas corresponderam aos seguintes parâmetros: temperatura da água e ambiente, pH, turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio, coliformes fecais e metais pesados. Os resultados obtidos foram comparados com os valores fornecidos pela resolução CONAMA 357/2005 classe II para água doce. Apenas os níveis de Fe e Mn nas amostras de metais pesados apresentaram-se acima dos permitidos pela resolução. A elevada concentração de Fe e Mn pode ser proveniente dos tipos rochosos e dos solos. A pesquisa mostrou que mesmo a área apresentando possíveis fontes de poluição como despejo de resíduos industriais, destinação de água pluvial da área urbanizada e carreamento de partículas por processo erosivo em pastagens degradadas, a qualidade da água de um modo geral não ultrapassou os limites da resolução tomados como base para a pesquisa. Concluiu-se, portanto, que os cursos d'água pesquisados não encontram-se poluídos ou contaminados, conforme os parâmetros da resolução adotada.

**Palavras-chave:** diagnóstico, recursos hídricos, ação antrópica, ambiental, Terra Rica

## ABSTRACT

This study aimed to perform a diagnosis on surface water resources through physical and chemical analyzes, in rivers of the basin of Trajan stream and Guairacá river, located in the city of Terra Rica, in the Northwest Parana state, with 185.5 km<sup>2</sup>. The stream Trajan has influence of urbanization on its head and waste from food industries, for the other hand in the Guairaçá river was observed problems related to agriculture. First, it was conducted a geographic characterization with focus on charters of land use, from 1985 to 2010, which supported the analysis of the diagnosis. Afterward, water samples were collected at different times corresponding to the seasons, these were submitted to physico-chemical analysis in laboratory and the obtained results provided basis for the diagnosis of the current situation of the watercourses studied. The physico-chemical variables analyzed were from the following parameters: water and environment temperature, pH, turbidity, biochemical oxygen demand, fecal coliform and heavy metals. The results were compared with the values provided by CONAMA 357/2005 class II to freshwater. Only the levels of Fe and Mn in samples of heavy metals were above those allowed by the resolution. The high concentration of Fe and Mn can be from the rock and soil types. Research has shown that even the area showing possible sources of pollution such as dumping of industrial waste, disposal of stormwater from the urban area and carrying of particles by erosion in degraded pastures, water quality generally did not exceed the limits of resolution taken as a basis for the search. It was concluded therefore that the watercourses surveyed are not polluted or contaminated, according to the parameters of the resolution adopted.

**Keywords:** diagnosis, water resources, anthropic, environmental, Terra Rica

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Localização da área de estudo .....	18
Figura 2.2 – Média de temperaturas extremas absolutas registradas na estação climatológica do Morro do Diabo/SP .....	21
Figura 2.3 – Mapa da hidrografia do município de Terra Rica/PR, segundo o plano diretor municipal .....	22
Figura 2.4 – Cursos d' água do município de Terra Rica .....	24
Figura 2.5 – Feição erosiva no município de Terra Rica .....	25
Figura 2.6 – A: Plantio de árvores em área de reserva legal e B: plantação de eucalipto na margem do córrego Trajano .....	27
Figura 4.1 – Localização dos pontos de coleta .....	40
Figura 4.2 – Pontos de coleta: 1 e 2 córrego Trajano e 3, 4 e 5 rio Guairaçá.....	41
Figura 5.1 – Feição erosiva no córrego Trajano .....	49
Figura 5.2 – Canal de concreto para desvio das águas pluviais no município de Terra Rica .....	49
Figura 5.3 – Rompimento da rodovia PR-557 no ano de 2006 .....	50
Figura 5.4 – Presença de resíduos sólidos nas margens do córrego Trajano .....	50
Figura 5.5 – Presença de árvores caídas e deslizamento de terra na margem do córrego Trajano .....	50
Figura 5.6 – Despejo de resíduos industriais no córrego Trajano .....	51
Figura 5.7 – Local de despejo de resíduos de um laticínio no córrego Trajano .....	51
Figura 5.8 – Pastagens degradadas na margem do rio Guairaçá .....	52
Figura 5.9 – Possíveis fontes de poluição para as bacias do córrego Trajano e rio Guairaçá/Terra Rica/PR .....	53
Figura 5.10 – Uso da terra em 1985, 1995 e 2010, respectivamente, para as bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá, Terra Rica/PR .....	54
Figura 5.11 – Uso da terra em 1985: bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá/Terra Rica/PR .....	55
Figura 5.12 – Uso da terra em 1995: bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá/Terra Rica/PR .....	56
Figura 5.13 – Uso da terra em 2010: bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá/Terra Rica/PR .....	57

Figura 5.14 – Cultivo de cana-de-açúcar na área rural do município de Terra Rica/PR	58
Figura 5.15 – Plantio de mandioca na área rural do município de Terra Rica/PR	59
Figura 5.16 – Variação na carga suspensa total na água do córrego Trajano/Terra Rica/PR	60
Figura 5.17 – Variação na carga suspensa total na água do rio Guairaçá/Terra Rica/PR	60
Figura 5.18 – Variação na matéria orgânica em suspensão na água do córrego Trajano/Terra Rica/PR	61
Figura 5.19 – Variação na matéria orgânica em suspensão na água do rio Guairaçá/Terra Rica/PR	61
Figura 5.20 – Variação da temperatura ambiente do córrego Trajano/Terra Rica/PR	65
Figura 5.21 – Variação da temperatura ambiente do rio Guairaçá/Terra Rica/PR	65
Figura 5.22 – Variação da temperatura da água do córrego Trajano/Terra Rica/PR	66
Figura 5.23 – Variação da temperatura da água do rio Guairaçá/Terra Rica/PR	66
Figura 5.24 – Variação do pH do córrego Trajano/Terra Rica/PR	68
Figura 5.25 – Variação do pH do rio Guairaçá/Terra Rica/PR	68
Figura 5.26 – Variação da turbidez (UNT) do córrego Trajano/Terra Rica/PR	69
Figura 5.27 – Variação da turbidez (UNT) do rio Guairaçá/Terra Rica/PR	70
Figura 5.28 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio do córrego Trajano/Terra Rica/PR	71
Figura 5.29 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio do rio Guairaçá/Terra Rica/PR	72
Figura 5.30 – Variação da quantidade de coliformes fecais do córrego Trajano/Terra Rica/PR	73
Figura 5.31 – Variação da quantidade de coliformes fecais do rio Guairaçá/Terra Rica/PR	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Área colhida, produção, rendimento médio e valor da produção agrícola - 2009 .....	19
Tabela 2.2 – Perfil do município de Terra Rica - Indicadores.....	20
Tabela 3.1 – Valores máximos permitidos para água doce de classe II .....	38
Tabela 4.1 – Localização dos pontos de coleta .....	40
Tabela 4.2 – Medida logarítmica de classificação granulométrica americana .....	46
Tabela 5.1 – Análise granulométrica para amostras coletadas no córrego Trajano/Terra Rica/PR .....	62
Tabela 5.2 – Análise granulométrica para amostras coletadas no rio Guairaçá/Terra Rica/PR .....	63
Tabela 5.3 – Data e horário da coleta de amostras .....	64
Tabela 5.4 – Concentração média de metais pesados analisados na água em (mg/L) para coletas realizadas no córrego Trajano/Terra Rica/PR .....	74
Tabela 5.5 – Concentração média de metais pesados analisados na água em (mg/L) para coletas realizadas no rio Guairaçá/Terra Rica/PR .....	75

## LISTA DE SIGLAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO – Demanda Química de Oxigênio  
DQI – UEM – Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá  
DEC – UEM – Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá  
GEMA – UEM – Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente da Universidade Estadual de Maringá  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social  
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia  
ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociência  
NMP – Número Mais Provável  
PERH/PR – Política Estadual de Recursos Hídricos  
PH – Potencial Hidrogeniônico  
SEGRH/PR – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
SAMAÉ – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto  
SEGRH/PR – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental  
UNT – Unidade Nefelométrica de Turbidez

## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO .....	14
2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	17
2.1 – Localização e histórico de ocupação do município de Terra Rica .....	17
2.2 – Aspectos socioeconômicos .....	19
2.3 – Aspectos físico-naturais .....	21
3 – RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E AS ALTERAÇÕES NO RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS .....	28
3.1 – Qualidade da água superficial .....	33
4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	39
4.1 – Atividades de campo .....	39
4.2 – Atividades de laboratório .....	43
4.3 – Elaboração de documentos cartográficos .....	46
5 – DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DA ÁREA DE ESTUDO .....	48
5.1 – Fontes potenciais de poluição das bacias do córrego Trajano e rio Guairaçá .....	48
5.2 – Evolução do uso da terra: 1985, 1995 e 2010 .....	53
5.3 – Análise dos sedimentos de fundo dos cursos d' água .....	59
5.3 – Análise das variáveis físico-naturais da água do córrego Trajano e rio Guairaçá .....	63
6 – CONCLUSÕES .....	78
6.1 – Bacia do córrego Trajano .....	78
6.2 – Bacia do rio Guairaçá .....	79
7 – REFERÊNCIAS .....	81

## 1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são elementos prioritários para a sociedade. A importância da temática é facilmente avaliada pela disposição de documentos de natureza diversa, especialmente os que criam estratégias e cenários para o futuro.

As modificações na paisagem natural oriundas de técnicas utilizadas pelos homens, principalmente as relacionadas com a ocupação, são notificadas diariamente em telejornais, revistas, artigos científicos e demais meios de comunicação. Essas modificações, sejam elas positivas ou negativas, afetam diretamente o ambiente.

Os recursos hídricos também são vítimas da ação direta do homem, como a construção de barragens para produção de energia elétrica, a irrigação não controlada, o abastecimento de água para as cidades, entre outras, que influenciam na qualidade e no volume de água consumida tanto superficialmente como dos reservatórios naturais subterrâneos.

Problemas como a inundação ou o destino inadequado das águas das chuvas, normalmente estão relacionados a grandes centros urbanos, porém, esses problemas de infraestrutura são cotidianos também em cidades pequenas.

É comum nos municípios que encerram áreas rurais a poluição e, por vezes a contaminação dos cursos d' água por fertilizantes e outras substâncias tóxicas utilizados nas culturas adjacentes às margens desprovidas de mata ciliar. A erosão marginal também pode ocorrer com a retirada da cobertura vegetal, advinda de técnicas inadequadas de cultivo no entorno dos cursos d'água que podem ocasionar o assoreamento.

Várias medidas legislativas são apresentadas em alguns países buscando controlar ou amenizar os efeitos da ação do homem nas questões ambientais que incluem os recursos hídricos. No Brasil, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) é o órgão responsável pelas normas a serem seguidas, e essas podem ser aplicadas tanto ao Estado, como às empresas particulares, proprietários rurais e cidadãos em geral.

O Instituto das Águas do Paraná é o órgão executivo gestor do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH/PR, tendo por

finalidade oferecer suporte institucional e técnico à efetivação dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH/PR), instituída pela Lei nº 12.726/99 (PARANÁ, 1999).

É o órgão responsável também para o exercício das funções de entidade de regulação e fiscalização do serviço de saneamento básico, integrado pelos serviços públicos de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas nos termos da Lei nº 11.445/07 (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2011).

O Comitê das Bacias Hidrográficas do Pirapó, Paranapanema 3 e Paranapanema 4, instituído pelo Decreto Estadual nº 2.245, de 03 de março de 2008, é um órgão colegiado, vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, a serem exercidas em sua área de atuação e jurisdição, compreendida pelas bacias hidrográficas do Pirapó, Paranapanema 3 e Paranapanema 4, e seus afluentes, definida pelas áreas e limites geográficos descritos na Resolução 49/CERH/PR, de 20 de dezembro de 2006 (REGIMENTO INTERNO DO COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E PARANAPANEMA IV, 2011).

Nesta temática de recursos hídricos superficiais foi desenvolvida a presente dissertação. A área pesquisada está localizada no município de Terra Rica, na bacia do rio Paranapanema 4, na região Noroeste do estado do Paraná, que oferece vários exemplos de alterações ambientais, advindas da ação natural do meio físico e acelerada pela ação do homem nos recursos hídricos superficiais.

Na presente pesquisa a unidade de análise escolhida foi a bacia hidrográfica. A área de estudo apresenta 6 bacias hidrográficas, dentre elas foram escolhidas duas: a do córrego Trajano e a do rio Guairaçá. As duas bacias foram escolhidas por apresentarem características históricas de ocupação distintas no desenvolvimento do município de Terra Rica.

O córrego Trajano apresenta desde a década de 1970 um intenso processo erosivo, dando origem ao que é hoje uma voçoroca, que corta perpendicularmente a rodovia PR-557 no município de Terra Rica. As águas do

rio Guairaçá tiveram importância no período de colonização, quando era fonte de abastecimento para a cidade que se formava.

Assim, a presente pesquisa teve por objetivo realizar um diagnóstico dos recursos hídricos superficiais nas bacias do córrego Trajano e rio Guairaçá, por meio, principalmente, de análises físico-químicas da água.

A hipótese que norteia a pesquisa é demonstrar com os dados obtidos nas análises em campo e laboratoriais, se os cursos d'água encontram-se poluídos ou não, assim como contaminados ou não.

A pesquisa desenvolvida poderá contribuir para futuros trabalhos de planejamento do município, já que o plano diretor municipal não possui detalhamento nessa área.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 Localização e histórico de ocupação do município de Terra Rica

O município de Terra Rica localiza-se aproximadamente a 553km da capital do estado do Paraná. Possui área territorial de 700km<sup>2</sup> (IPARDES, 2010a). As coordenadas geográficas são 52°42'W, 22°50'S e 52°36'W, 22°37'S (Figura 2.1).

O município de Terra Rica possui como limites geográficos ao norte o rio Paranapanema, ao sul o município de Guairaçá, a leste o município de Paranaíba, e a oeste os municípios de Diamante do Norte, Itaúna do Sul e Nova Londrina.

Em 1950, a Sociedade Imobiliária Noroeste do Paraná fundou uma vila para acomodar os primeiros moradores do local, que recebeu o nome de Terra Rica. Em 5/08/1952, essa vila passou a Distrito, pertencendo ao município de Paranaíba. Foi elevada à categoria de município em 26/11/1954, Lei 253 (ALMEIDA, 1989).

Com o avanço do desmatamento, uma nova vila foi criada em 1953, que viria a se tornar distrito de Terra Rica. De acordo com Calírio (2005), os preços convidativos atraíram sítiantes para o local que deram início à construção de um povoado, chamado hoje de Adhemar de Barros.

Ainda segundo o autor, alguns fatos marcaram o desenvolvimento da cidade, como a dificuldade no abastecimento de água na década de 1950, que era feita por meio da captação de água do rio Guairaçá e do córrego Taquara, afluente do ribeirão Coroa do Frade. E, outros fatos curiosos como o incêndio criminoso na prefeitura municipal, que até então era de madeira, em 1959, deixando-a em cinzas no dia da posse do novo prefeito Sr. James Patrick Clarck.

Segundo Calírio (*op.cit*), no ano de 1957, a população do município era estimada em 20.000 habitantes, sendo 7.000 na cidade e 13.000 na zona rural.

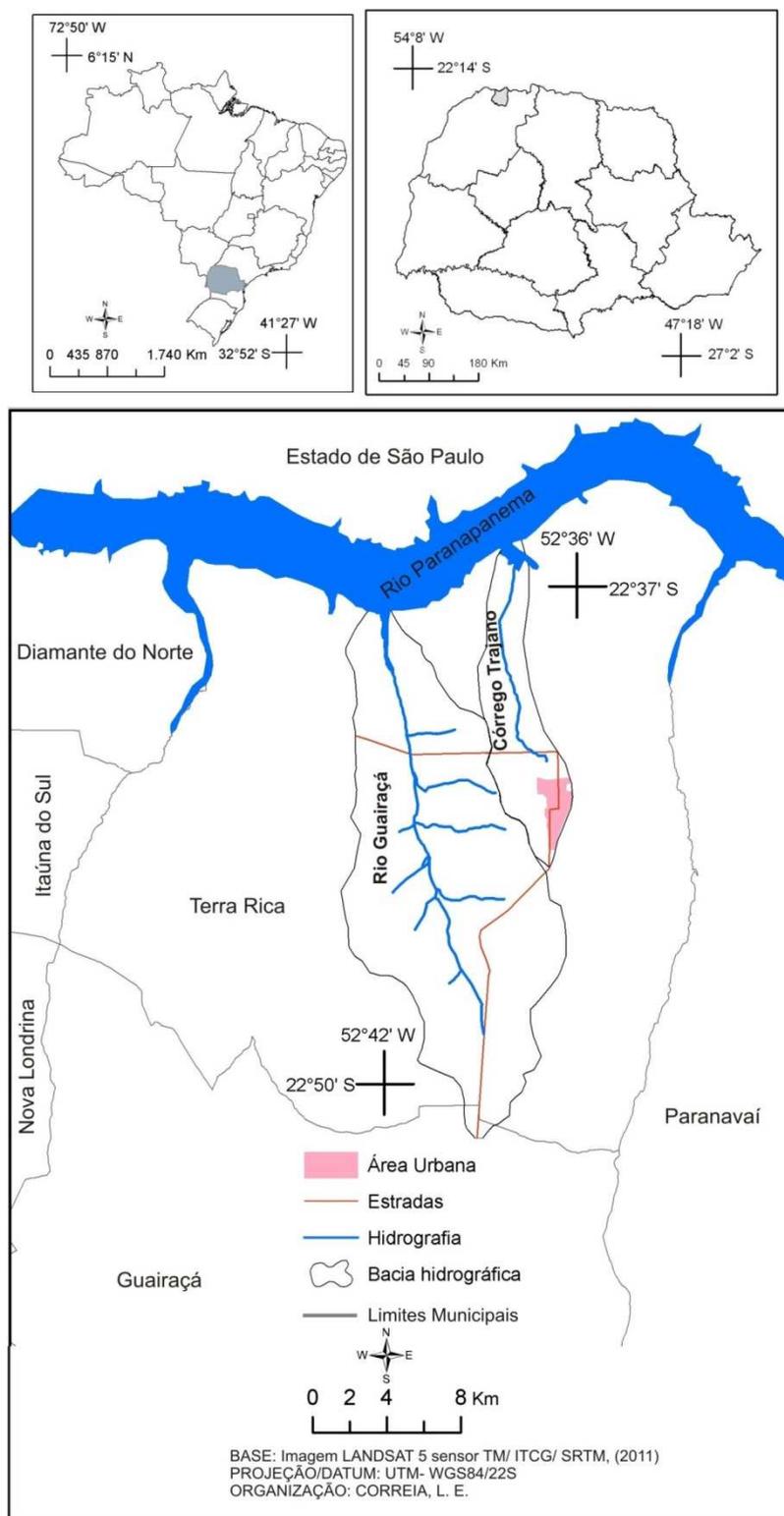


Figura 2.1: Localização da área de estudo

Segundo Censo realizado em 2010, a população total do município de Terra Rica é de 15.256 habitantes, sendo 12.393 moradores da zona urbana e 2.863 moradores da zona rural (IPARDES, 2010b).

As mudanças na quantidade de habitantes e no perfil populacional, que em 1957 era predominantemente rural e em 2010 é urbano, pode estar ligada diretamente ao êxodo rural provocado pelo declínio da produção de café no final da década de 1970. Outro fator que pode ter influenciado foi a abertura de novas fronteiras agrícolas nas regiões centro-oeste e norte do país, que despertou interesse dos colonos pelas terras.

## 2.2. Aspectos socioeconômicos

Em 1957 a atividade econômica estava fixada na agricultura, destacando o cultivo do café, seguido do algodão e de cereais em geral. Nessa época Terra Rica contava com seis milhões e setecentos mil pés de café, dos quais a metade em fase de produção (CALÍRIO, 2005).

Atualmente, a atividade agrícola está voltada para a produção de café, cana-de-açúcar e mandioca (Tabela 2.1). A pecuária apresenta propriedades destinadas tanto para a criação de gado de corte, quanto para criação de gado de leite.

Tabela 2.1: Área colhida, produção, rendimento médio e valor da produção agrícola, 2009  
Fonte: IPARDES (2010a)

Produtos	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento médio (Kg/ha)	Valor (mil reais)
Café (em côco)	325	325	1.000	1.040
Cana-de-açúcar	9.943	796.932	80.150	26.299
Mandioca	3.060	76.500	25.000	19.125

O comércio do município ganhou impulso com a instalação de uma usina de produção de açúcar e álcool no ano de 2004. O período de maior movimento no comércio está relacionado com o pagamento dos salários dos funcionários da usina no início do mês, data que coincide com período em que os idosos recebem a aposentadoria.

Os indicadores de desenvolvimento do município são apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 Perfil do município de Terra Rica – Indicadores  
 Fonte: IPARDES (2010a)

INFORMAÇÃO	INDICADORES			ESTÁTISTICA
	FONTE	DATA		
Índice de Desenvolvimento Humano - IDH-M	PNUD/IPEA/FJP	2000	0,746	
Índice IPARDES de Desempenho Municipal – IPDM	IPARDES	2007	0,6132	
PIB <i>Per Capita</i>	IBGE/IPARDES	2007	6.956	R\$1,00
Índice de Gini	IBGE	2000	0,540	
Índice de Idosos	IBGE/IPARDES	2007	39,19	%
Razão de DependênciaS	IBGE/IPARDES	2007	49,46	%
Razão de Sexo	IBGE/IPARDES	2007	100,46	%
Coefficiente de Mortalidade Infantil	SESA	2008	12,00	mil NV (P)
Taxa de Pobreza	IBGE/IPARDES	2000	25,07	%
Taxa de Analfabetismo de 15 anos ou mais	IBGE	2000	16,00	%
Valor Bruto Nominal da Produção Agropecuária	DERAL	2008	68.630.803,33	R\$1,00

Obs: NV (P) = Nascidos Vivos (nível de significância)

Comparado o IDH dos municípios vizinhos, Guairaçá: 0,708; Diamante do Norte: 0,738; Itaúna do Sul: 0,708; Nova Londrina: 0,762 e Paranavaí: 0,787, o IDH do município de Terra Rica não apresenta grande destaque e encontra-se abaixo da média estadual, que é de 0,786, e da média nacional, que é de 0,764. Essa condição de vulnerabilidade também se confirma na leitura da principal fonte que compõe a receita dos municípios dessa região (IPARDES, 2003).

Os municípios com os menores IDH-M apresentam também uma forte relação de dependência das transferências financeiras do Governo Federal, pautadas substancialmente no Fundo de Participação dos Municípios. Tal dependência indica fraca capacidade de arrecadação dos tributos próprios (IPTU, ISS, taxas e contribuição de melhorias) e de geração do ICMS – tributos que garantem maior autonomia financeira aos municípios. A evasão da população em anos anteriores também indica uma condição de dificuldade de sustentação da base populacional.

O município conta hoje, somando a cidade de Terra Rica e o distrito de Adhemar de Barros, com seis escolas públicas e uma particular, duas bibliotecas, um hospital e três postos de saúde e quatro praças de lazer.

Terra Rica não conta com nenhuma instituição de ensino em nível técnico ou de graduação, apresentando apenas um curso de pós-graduação em Pedagogia em nível de especialização, particular.

Quanto a rede de abastecimento de água, o volume de água distribuída é de 75 1 a 2.500(m<sup>3</sup>/dia), sendo 100% tratada. Quanto ao manejo de resíduos sólidos o volume coletado é de 3,6 a 10,0(t/dia) e o município possui aterro

controlado para destinar esses resíduos. O município não apresenta informações sobre a rede coletora de esgoto (IBGE, 2011).

Quanto a rede coletora de esgoto, pode-se acrescentar que o município possui rede coletora em algumas das avenidas principais, tendo sido instalada no ano de 2009, e que o material coletado é tratado em estação própria. Está sendo realizado um novo projeto para ampliação da rede coletora e da estação de tratamento, segundo a prefeitura local, a intenção é que em poucos anos a rede coletora de esgoto esteja instalada em toda a área urbana (PREFEITURA MUNICIPAL DE TERRA RICA, 2011).

### 2.3. Aspectos físico-naturais

O clima do município de Terra Rica segundo a classificação de Köppen (1948) é Cfa - Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. Regionalmente a pluviosidade apresenta valores entre 1.100mm e 1.300mm anuais.

As temperaturas regionais oscilam entre 13°C (meses de maio a agosto) e 32°C (meses de janeiro a março), com temperaturas extremas absolutas que podem variar de -2°C a 42°C (Figura 2.2) [FARIA, 2006].

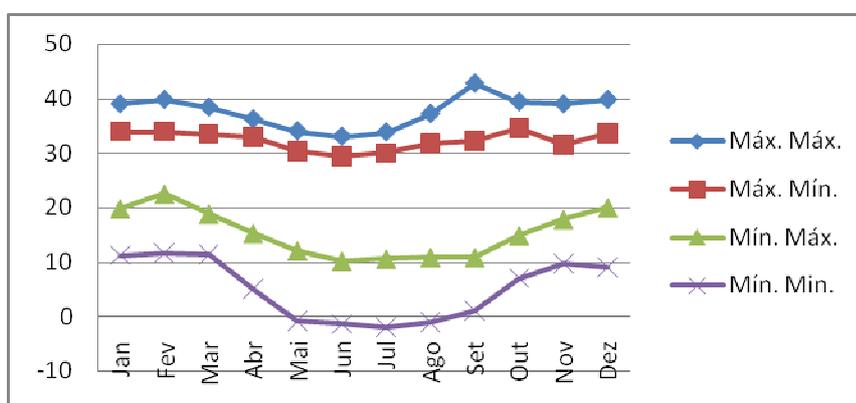


Figura 2.2: Média de temperaturas extremas absolutas registradas na Estação Climatológica do Morro do Diabo/SP entre os anos de 1977 e 2002.  
Fonte: Faria (2006)



no início da colonização, que foi responsável pelo fornecimento de energia elétrica para a cidade de Terra Rica até a chegada da COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica) no município em 1987.

Hoje, essa barragem fornece energia apenas para a SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto) e enfrenta problemas com a documentação do terreno, pois está localizada em uma propriedade particular. No entanto, foram feitos investimentos públicos que foram julgados indevidos, devido a não existência de documentos que comprovem que o terreno onde foi construída a barragem pertence ao município de Terra Rica.

O rio do Corvo está localizado a oeste e faz divisa com o município de Diamante do Norte e Itaúna do Sul, o córrego Santa Luzia e seu afluente, córrego Caipira estão localizados próximos ao distrito de Adhemar de Barros e são influenciados pelas águas das chuvas que se precipitam sobre o distrito e são lançadas para o local. Atualmente, lagoas de contenção estão sendo construídas na tentativa de minimizar esse problema.

O rio Guairaçá tem sua nascente localizada ao sul do município, próximo à divisa com o município de Guairaçá. As margens deste sofrem influência das pastagens degradadas com o surgimento de pequenas feições erosivas.

O córrego Trajano apresenta menor extensão e sua cabeceira de drenagem está localizada no perímetro urbano do município, sofre influência direta da cidade, marcada pela destinação da água que se precipita sobre o perímetro urbano de Terra Rica.

Os cursos d' água que atravessam o município totalizam seis (Figura 2.4) e apesar de todos apresentarem alteração devido ao processo de ocupação e de uso da terra foram escolhidos dois para o desenvolvimento da pesquisa, conforme explicitados anteriormente, o rio Guairaçá e o córrego Trajano, que integram duas bacias hidrográficas com características de uso da terra diferenciadas.



Figura 2.4: Cursos d' água do município de Terra Rica. A: ribeirão Coroa do Frade, B: rio do Corvo, C: córrego Santa Luzia, D: córrego Caipira, E: rio Guairaça e F: córrego Trajano  
Fontes: F (Prefeitura Municipal de Terra Rica, 2007)

Geologicamente o município de Terra Rica está localizado sobre a Formação Caiuá. Ela é constituída predominantemente de arenitos das frações média, fina a muito fina, com grãos arredondados a bem arredondados e grau de seleção variando de pobre a muito bem selecionado com pequenos teores de matriz lamítica na forma de níveis ou lentes. As rochas apresentam cores que variam do vermelho-arroxeadado a vermelho escuro, porém quando alterado e/ou saturado em água apresenta tons amarelados (GASPARETTO e SOUZA, 2003).

A Formação Caiuá apresenta estratificações cruzadas de grande a médio porte, e presença local de cimento e nódulos carbonáticos. Os arenitos são compostos basicamente por quartzo, feldspatos, calcedônia e opacos, definindo-se tipos quartzosos, ocasionalmente com caráter subarcosiano (FARIA, 2006).

Os solos na área de estudo são predominantemente provenientes da Formação Caiuá, são solos susceptíveis à ocorrência de erosões, normalmente desencadeadas pelas águas das chuvas e agravadas pela ação do homem. Segundo Nakashima e Nóbrega (2003), nas áreas de ocorrência da Formação Caiuá observa-se à presença do Latossolo Vermelho textura arenosa/média

nos topos e altas vertentes, e nas médias e baixas vertentes aparecem o Argissolo Vermelho.

O processo de ocupação da região Noroeste do estado do Paraná promoveu um desmatamento generalizado, segundo Cancean (2008), expondo a cobertura pedológica. Esta cobertura, na área de ocorrência da Formação Caiuá é caracterizada pela presença de solos de textura arenosa e apresenta grande susceptibilidade aos processos erosivos gerando sulcos, ravinas e voçorocas (Figura 2.5).



Figura 2.5: Feições erosivas no município de Terra Rica: A – Próximo do rio Guairaçá (2006) e B – Córrego Trajano (2007)

Fonte: Prefeitura Municipal de Terra Rica (2010)

Segundo o ITCG (2006), a região apresenta ainda aluviões atuais e subatuais dispostos em planícies e terraços ao longo das drenagens principais, apresentando constituição variada, predominando depósitos areno-argilosos, com intercalações de bancos arenosos.

Segundo Sallun, Suguio, Stevaux (2007), os depósitos de materiais arenosos são de origem coluvial e receberam diferentes denominações e interpretações informais e foram referidos como solos ou como informações superficiais. Para o autor a denominação desses depósitos é Aloformação Paranavaí e são constituídos por areias muito finas a grossas inconsolidadas, em sua maioria, formada por grãos monocristalinos de quartzo, que exibem coloração avermelhada devido à presença de óxidos e hidróxidos de ferro que ocorrem impregnados nos grãos e como cimento.

Segundo o ITCG (2005), o município de Terra Rica está localizado na sub-unidade morfoescultural número 2.4.11, denominada Planalto de

Paranavaí, situada no Terceiro Planalto Paranaense, como definido por Maack (1968), que apresenta dissecção baixa. A classe de declividade encontrada predominante é menor que 6%. Em relação ao relevo apresenta um gradiente de 340m com altitudes variando entre 240 e 580m. As formas predominantes são topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” aberto, modeladas em rochas da Formação Caiuá.

A vegetação do município, de acordo com IBGE (1992), se enquadra como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, nas partes mais elevadas e Aluvial em uma faixa restrita influenciada por inundações periódicas do rio Paranapanema.

Terra Rica sofreu seu maior desmatamento na década de 1950, por ocasião da colonização (CALÍRIO, 2001). De acordo com Borgui *et. al.* (2004), pode-se encontrar na região espécies como Guarita (*Astronium graveolens*), Peroba (*Aspidosperma polyneuron*), Jaracatiá (*Jaracatia Spinosa*), Jatobá (*Hymenaea Stilbocarpea*), entres outras.

Atualmente o município de Terra Rica conta com pequenas áreas de floresta original, já bastante alteradas pela exploração de madeira em anos anteriores. Existem locais onde os produtores, por iniciativa própria, iniciam-se o processo de reflorestamento, que em alguns casos, acaba sendo com o Eucalipto (*Eucalyptus robusta*) para extração de madeira, onde deveria existir mata ciliar (Figura 2.6).

Quanto à cobertura vegetal atual, Terra Rica apresenta uma variedade de ocupação da terra resultante de diversos ciclos ocorridos, desde o início de sua ocupação. Ou seja, a evolução do uso e ocupação da terra no município passou por várias etapas, partindo da retirada da floresta nativa e a implantação do café. O declínio da produção cafeeira no final da década de 1970 resultou na substituição das lavouras de café por pastagens e outras culturas.

O declínio da produção cafeeira, não gerou apenas uma mudança na paisagem do campo. O êxodo que se seguiu, mudou também o perfil da distribuição da população. De rural, a população, passou a ser predominante urbana. A agricultura familiar abriu espaço para pecuária, com pequenas propriedades produtoras de leite e fazendas de gado corte.



Figura 2.6: A: Plantio de árvores em área de reserva legal. Ao fundo, remanescente de mata ciliar nativa alterada na margem direita do rio do Corvo e B: plantação de “Eucalipto” na margem do Córrego Trajano

### **3. RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA E AS ALTERAÇÕES NOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS**

As alterações na natureza não são provocadas apenas por grandes proprietários de terra ou grandes empresas multinacionais, mas sim, por cada cidadão em seu cotidiano. O consumo desordenado do ambiente está ligado diretamente às técnicas de ocupação da terra utilizada na produção agropecuária e ao desenvolvimento urbano.

Segundo Francisco (2010), ao visar à reprodução ampliada do capital *ad infinitum*, o sistema capitalista rompe a conexão existente entre as necessidades humanas e a produção material da sociedade. O consumo do meio cresce exponencialmente. Por outro lado, ao consumir aceleradamente, desconsiderando o tempo que as próprias trocas de energia do planeta exigem para repor os materiais no meio, ele contribui para sua rarefação e conseqüentemente para a elevação do seu custo.

O modelo de produção agrícola baseado na utilização de agrotóxicos para aumento da produtividade rural foi capaz de atender as crescentes necessidades alimentares da população. Porém, só recentemente, houve a formação de uma consciência científica sobre as possíveis conseqüências do uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura. Com isso, levantou-se a hipótese de que a utilização de agrotóxicos, em certos casos, poderia gerar impactos à saúde humana e ao ambiente, maiores do que os benefícios associados aos seus ganhos de produtividade (TOMITA e BEYRUTH, 2002).

Originalmente, os agrotóxicos eram estáticos, possuíam baixa solubilidade e tinham um forte poder de adesão ao solo, com a evolução tecnológica, os agrotóxicos passaram a ser mais solúveis em água (VEIGA *et. al.*, 2006).

No Brasil, a agropecuária voltada para a exportação faz com que grandes propriedades sejam destinadas ao cultivo de um único tipo de produto, como por exemplo, a cana-de-açúcar, fato esse que oferece condições para aplicação de fertilizantes via foliar por meio de aviões, que podem espalhar o produto para áreas distantes e até mesmo nos cursos d'água.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), em 2006 o Brasil era considerado o segundo maior consumidor de agrotóxico do mundo (RODRIGUES, 2006).

Além dos compostos orgânicos utilizados no controle de pragas daninhas, outros tipos de alterações podem afetar os corpos d' água, como os materiais orgânicos degradáveis despejados nas regiões costeiras, estuários e leitos de rios. Assim como, os fertilizantes e dejetos animais utilizados na adubação de lavouras e pastagens, os resíduos urbanos e industriais, os metais pesados e os materiais contendo radioatividade.

Além disso, observa-se também que na captação de água dos rios para irrigação de produtos consumidos diretamente pelo homem, se não forem feitas análises periodicamente, essa água pode transportar diversos tipos de poluentes que podem contaminar a produção.

Quanto à utilização da água para agricultura; Tomasoni, Pinto e Silva (2009) apontam que a demanda mundial de água para a agricultura chega a 70% do total utilizado. Este elevado consumo tende a se ampliar, especialmente com o aumento de áreas irrigáveis, devido à degradação da terra pela adoção de sistemas de manejo do solo não conservacionistas, à baixa eficiência dos sistemas de aplicação de água pressurizada e à drenagem inadequada, resultando em elevado consumo de água e salinização do solo.

Quanto a destinação da água nos centros urbanos, Guerra e Cunha (1994) falam do problema da inexistência ou do inadequado tratamento do esgoto, somado ao quadro alarmante da disposição de resíduos sólidos, que exercem uma enorme pressão sobre as frágeis drenagens e reservatórios urbanos e periurbanos, justificando um alerta geral em relação à escassez qualitativa e quantitativa da água.

A grande diversidade de atividades industriais ocasiona durante o processo produtivo, a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, os quais podem poluir/contaminar o solo, a água e o ar (PEREIRA, 2001).

Pesquisa realizada por Guedes, Lima e Souza (2005), aponta que os níveis de Cd, Pb, Cr e Zn encontram-se elevados no rio Jundiá, na cidade de Macaíba/RN. Segundos os autores, as atividades de caráter antropogênico associadas aos esgotos domésticos, resíduos industriais e lixo são as principais fontes poluidoras no trecho estudado.

Os problemas de alteração na qualidade da água podem ter origem natural, como demonstra Calheiros e Ferreira (1996). Segundo os autores no Pantanal/MS, ocorre um fenômeno natural de deterioração da qualidade da água, denominado regionalmente como “Dequada”, relacionado à decomposição da grande massa de matéria orgânica submersa no início do processo de inundação. Pode provocar mortandade massiva de peixes (podendo alcançar a ordem de milhares de toneladas), decorrente da depleção de oxigênio e do aumento da concentração de gás carbônico, resultantes dos processos de oxidação da matéria orgânica, tanto nos campos inundados, quanto na coluna d’água dos rios.

Quanto as variações de pH nos rios brasileiros, Maier (1987), diz que esse varia de neutro a ácido e pode se alterar ao longo do curso. Ainda segundo a autora, uma pequena diminuição no pH pode estar associado ao aumento no teor de matéria orgânica que leva a conseqüente queda na quantidade de oxigênio dissolvido disponível no corpo d’água.

Esteves (1998) diz que na maioria das águas naturais o pH é influenciado pela concentração de  $H^+$  originado da dissociação do ácido carbônico, que gera valores baixos de pH, e das reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina.

A maioria das indústrias utiliza grandes quantidades de água limpa no processo de produção inclusive para a refrigeração de máquinas e equipamentos. Ao passar pelo sistema de refrigeração, a água se aquece e carrega resíduos de produtos antioxidantes utilizados para evitar a corrosão dos equipamentos. Sendo assim, a maioria das indústrias usa a água para lavar seus produtos durante o processo de fabricação. Como resultado, a água usada para esse fim também se contamina com resíduos tóxicos, com alguns tipos de metais pesados e resíduos de materiais orgânicos em decomposição. (INMETRO, 2002)

Quando não existe tratamento dos efluentes, ou o tratamento é inadequado ou incompleto, essa água poluída é lançada nos corpos d’água e pode contaminar os peixes, que quando ingeridos, podem passar a contaminação para as pessoas.

Num estudo de caso realizado por Gunther (1999), abordando a contaminação ambiental decorrente da operação de uma indústria galvanotécnica, os principais efeitos identificados foram a contaminação por metais pesados das águas subterrâneas, única fonte de abastecimento da população local, a morte de dezenas de animais dos sítios vizinhos, a impossibilidade de utilização da área atingida para plantio ou criação de animais e os agravos à saúde referidos pela população, principalmente associados à ingestão de água contaminada.

Um exemplo grave de contaminação é a do Pólo de Cubatão, São Paulo, com resíduos tóxicos para o ser humano, tanto no ar, no solo e nos corpos d'água da região. Tais resíduos se constituem em óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido e dióxido de carbono, metano, hidrocarbonetos diversos, diversos tipos de organoclorados e fenóis clorados, fluoretos, aldeídos, ácidos, metais pesados e poeiras (GUIMARÃES, 2005).

Já no estudo realizado por Rodrigues, Rocha e Formoso (2010), avaliando o teor de arsênio em sedimentos fluviais sob a influência da atividade de curtumes observaram um teor médio de 4mg/kg (fração <63µm, base seca), indicando que os níveis observados poderiam estar próximos ao *background* geoquímico da área estudada. Os resultados indicam ainda uma baixa probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à saúde humana e ao ambiente, decorrentes dos teores de arsênio obtidos nos sedimentos avaliados.

Os resíduos sólidos urbanos quando lançados inadequadamente no ambiente, ou transportado para o leito dos rios por meio de enxurradas, são fontes potenciais de contaminação da água.

Os efluentes domésticos são constituídos basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e micro-organismos, que podem ser patogênicos, tornando-se fonte de alteração da qualidade da água (MERTEM e MINELLA, 2002).

Quanto à utilização da água nos centros urbanos, Tomasoni, Pinto e Silva (2009) falam do problema da inexistência ou do inadequado tratamento do esgoto, somado ao quadro alarmante da disposição de resíduos sólidos, que exercem uma enorme pressão sobre as frágeis drenagens e reservatórios urbanos e periurbanos, justificando um alerta geral em relação à escassez qualitativa e quantitativa da água.

Para Sánchez (2008), em países como o Brasil, a incorporação de temas ambientais ao debate público deu-se anos ou décadas após a inclusão do tema na agenda internacional, e as primeiras leis que explicitamente visavam à proteção ambiental, ou de uma parcela dele, tratavam principalmente de problemas relativos à poluição do meio natural.

Para que seja determinada a existência ou não de alteração nas margens dos cursos d'água alguns parâmetros podem ser utilizados segundo, Pinto *et. al.*, (1976):

- a) presença ou ausência de cobertura vegetal;
- b) técnicas de cultivo nas margens dos cursos de água;
- c) existência de fontes de poluentes residuários industriais e destinação de água pluvial;
- d) análises físico-químicas de água;
- e) análise de sedimentos.

Um problema que está ligado a cidades e à destinação irregular das águas das chuvas são as erosões urbanas, que além do transporte de resíduos sólidos, empobrece as propriedades marginais diminuindo a área cultivável e é sempre um grande problema para os proprietários e para as prefeituras.

A erosão traz como consequência a perda da capacidade produtiva, a diminuição da quantidade de água disponível, a contaminação da água de escoamento, bem como o assoreamento de rios e reservatórios (MAIER, 2007).

Durante a história do Brasil foram criadas diversas leis na tentativa de amenizar os impactos de instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades que fazem uso dos recursos naturais.

Por exemplo, no que diz respeito à vegetação ciliar, segundo Francisco (2010), quando o Código Florestal Brasileiro foi sancionado em 1965, estabelecia que a Área de Preservação Permanente ao longo da faixa marginal dos cursos d'água com menos de 10 metros, seria de apenas 05 metros. A redação da Lei nº 7.803/89 aumentou esta faixa marginal em 30 metros a partir do nível mais alto da faixa marginal do curso d'água com menos de 10 metros de largura.

Durante o ano de 2011 e início de 2012, uma proposta de alteração do Código Florestal Brasileiro esteve em votação recebendo apoio de ruralistas e questionamentos de ambientalistas e cientistas.

Entre as modificações destaca-se a diminuição da Área de Preservação Permanente na faixa marginal dos cursos d' água com menos de 10 metros de largura para 15 metros de área de preservação e a modificação no nível de base tomado para a reconstituição da Área de Preservação Permanente, que no código vigente aponta que deve ser considerada a faixa mais alta da maior inundação do rio passando a ser a considerado a margem.

O texto sofreu vetos da Presidente em vigor, que criou uma medida provisória sem data definida para discussão e votação no Senado Federal.

### **3.1. Qualidade da Água Superficial**

Estudos apontam que o crescimento populacional e industrial fez com que uma grande quantidade de resíduos como, lixo doméstico, lixo hospitalar, lixo industrial etc., fosse produzida e descartada de alguma forma na biosfera, comprometendo assim a qualidade ambiental (PAIVA, 1998).

Este problema é ainda mais grave nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, onde há pouco ou nenhum saneamento básico, o que contribui para a contaminação e poluição dos recursos hídricos, tornando-os impróprios para consumos mais nobres (CARVALHO, 2001).

O uso adequado dos recursos naturais na agropecuária deve abranger práticas que visem à diminuição do transporte de poluentes e contaminantes para os sistemas aquáticos.

Não menos importantes são as ações individuais que cada produtor pode adotar em sua propriedade, de uma forma simples e barata, capaz de trazer benefícios na melhoria da qualidade da água no meio rural, tais como: manutenção de cobertura constante no solo, proteção de fontes de águas superficiais, preservação de matas ciliares, utilização mínima de agrotóxicos, maximização da reciclagem dos dejetos animais, seleção do lixo e tratamento do esgoto doméstico, entre outros (RHEINHEIMER *et. al.*, 2003).

O incrível volume de água que cobre a Terra pode levar à conclusões falsas e perigosas de que se trata de um bem abundante e inesgotável, o que

evidentemente não é, pelo menos quando se fala em água doce própria para o consumo humano e para produção de alimentos. Na composição de toda a massa líquida do globo terrestre, 97% correspondem à água salgada dos mares e oceanos, 2% correspondem a gelo e 0,8% à água doce distribuída em rios e lençóis freáticos (COSTA e COSTA, 2004).

A distribuição de água doce na Terra não é homogênea, variando muito entre os continentes em razão das peculiaridades climáticas e geográficas. Além da distribuição mundial ser desigual, há ainda a variabilidade natural das medidas dos volumes e vazões dos rios em determinadas bacias hidrográficas. Essas variabilidades determinam os principais usos da água e as estratégias de gerenciamento (TUNDISI, 2003).

O Brasil possui grande disponibilidade hídrica, distribuída, porém, de forma desigual em relação à densidade populacional. A produção total de água doce no país representa 53% do continente sul-americano e é considerado o maior reservatório de água doce do mundo, com 13,8% da disponibilidade hídrica (REBOUÇAS *et. al.*, 1999).

No entanto, 70% do volume de água doce está localizado na Amazônia, exercendo uma função ecológica importantíssima, compondo o ecossistema da floresta amazônica, mas como a densidade demográfica é baixa, essa água é pouco utilizada pelo homem (SENRA, 2004).

Em outras regiões ocorre o inverso, devido à alta concentração populacional, que consome maiores quantidades de água. De acordo com dados disponíveis, a agricultura intensiva responde pelo maior consumo, cerca de 70%, seguido da indústria com 15% e abastecimento doméstico com o restante (COSTA e COSTA, 2004).

Quando se analisa a qualidade da água de um determinado curso, não se pode esquecer que existe uma relação direta do uso e ocupação da terra na área da bacia hidrográfica com os resultados encontrados, podendo ser características urbanas ou rurais.

Para se utilizar o termo “qualidade de água”, é necessário compreender que esse termo não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas e que, conforme essas características são estipuladas diferentes finalidades para a água (MERTEN e MINELLA, 2002).

Segundo a Agenda 21 (1992), é necessário reconhecer o caráter multisetorial dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento socioeconômico, bem como os interesses múltiplos na utilização desses recursos para o abastecimento de água potável, saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento urbano, pesqueiros de águas interiores, transporte, recreação, manejo de terras baixas e planícies e outras atividades.

As atividades financeiras ligadas aos órgãos do governo devem estar integradas não apenas na construção de novas obras, mas também, para a manutenção de obras existentes, atendendo a padrões de qualidade, tanto para o abastecimento humano quanto para a preservação do ambiente.

A alteração ambiental abrange qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do ambiente e (V) a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

A não observação de alguns critérios, como os anteriormente citados, no bem estar ambiental influencia diretamente na disposição dos recursos existente, incluindo assim a quantidade de água potável.

A escassez dos recursos hídricos projetada frente ao aumento da população e a crescente poluição doméstica ou industrial determinam a necessidade de monitoramento da qualidade das águas utilizando análises físico-químicas, com a finalidade de propor medidas que auxiliem na melhoria dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos (NASCIMENTO e NAIME, 2009).

As alterações na qualidade da água provocadas pela poluição foi tema de pesquisa realizada por Andrade e Felchak (2009), tendo como área de pesquisa a bacia hidrográfica do rio das Antas, no município de Irati-PR. Os impactos causados pela utilização inapropriada do espaço urbano foram estudados, sendo identificados vários fatores que provocaram a alteração nas características naturais do leito do rio.

Os autores apontaram que a intervenção inapropriada, desorganizada e sem critérios de planejamento adequados intensificaram a deterioração da

qualidade da água e o desaparecimento quase total da mata ciliar, responsável pelo equilíbrio geomorfológico do rio. Os processos oriundos dessa má ocupação do solo, como a erosão das margens, o assoreamento do rio e a poluição das águas, foram identificados como provável causa da diminuição do volume de água à jusante do rio, além da inexistência da fauna e flora típicas da área. A falta de interesse do Poder Público na organização e planejamento do uso e ocupação do solo foi identificada como uma causa social e política dos impactos negativos na área estudada.

A alteração da qualidade da água nos cursos dos rios pode ocorrer então de diversas formas e suas fontes são divididas em difusas e pontuais.

Entende-se por poluição difusa a ação de contaminação que ocorre esparsa na natureza por todo tipo de resíduo orgânico ou inorgânico, inserido pelo homem, que pode ser carregado pelo deflúvio superficial para os mananciais de água. Diferente do que ocorre na indústria, por exemplo, quando lança algum tipo de contaminante de forma pontual em um manancial d'água (BRAILE, 1971).

Segundo Von Sperling (2005), na poluição difusa os poluentes adentram no corpo d'água distribuídos ao longo da sua extensão, como é o caso da poluição por fertilizantes ocorridas ao longo de uma bacia de captação em regiões onde a agricultura é intensiva. Já a poluição pontual é aquela na qual os poluentes atingem o corpo d'água de forma concentrada no espaço. Um exemplo é o da descarga direta em um rio dos esgotos gerados pela unidade familiar.

Cada uma dessas fontes de poluição determina certo grau de poluição no corpo hídrico atingido, que é mensurado através de características físicas, químicas e biológicas das impurezas existentes, que, por sua vez, são identificadas por parâmetros de qualidade das águas (físicos, químicos e biológicos). De uma maneira geral, as características físicas são analisadas sob o ponto de vista de sólidos (suspensos, coloidais e dissolvidos na água), gases e temperatura (PEREIRA, 2004).

A ocupação e uso da terra pelas atividades agropecuárias alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Essas alterações ocorridas em uma bacia hidrográfica podem ser avaliadas através do monitoramento da qualidade da água.

No Brasil, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) é responsável pelas normas a serem seguidas e a resolução apresentada para o monitoramento de recursos hídricos é a Resolução 357/2005 (CONAMA, 2005).

Essa resolução classifica os recursos hídricos em classes, de acordo com os usos previstos para as águas. Cada classe de qualidade abrange o conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros.

No estado do Paraná, a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e o Conselho Estadual dos Recursos Hídricos são responsáveis pela legislação estadual dessa área e o Instituto das Águas do Paraná é responsável pela fiscalização do uso e manutenção dos recursos hídricos no estado.

A Lei nº 12.726 de 26 de novembro de 1999, instituiu a Política Estadual dos Recursos Hídricos (PARANÁ, 1999), que prescreve os seguintes artigos:

**Art. 3º.** São objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de águas em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Para a determinação da qualidade da água dos cursos da área de pesquisa, foi tomado como base a classe II da resolução 357/2005 (CONAMA, 2005), a qual apresenta os seguintes valores para parâmetros a serem analisados (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Valores máximos permitidos para água doce de classe II (CONAMA, 2005)

---

Parâmetros	Valor Máximo
Arsênio Total	0,01mg/L As
Cádmio Total	0,001 mg/L Cd
Chumbo Total	0,01 mg/L Pb
Cobre Dissolvido	0,009 mg/L Cr
Cromo Total	0,05 mg/L Cu
Ferro Dissolvido	0,3 mg/L Fe
Manganês Total	0,1 mg/L Mn
Níquel Total	0,025 mg/L Ni
Selênio Total	0,01 mg/L Se
Zinco Total	0,18 mg/L Zn
pH	Deve estar entre os valores 6,0 a 9,0
Turbidez	Até 100 UNT (Unidade Nefelométricas de Turbidez)
DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	até 5 mg/L O <sub>2</sub>
Coliformes termotolerantes	> 1000 termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral

---

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na presente pesquisa a unidade de análise escolhida foi a bacia hidrográfica e o conceito foi adotado de Guerra e Cunha (1994). Os autores consideram que a bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial, sendo o limite de uma bacia de drenagem conhecido como divisor de águas.

A pesquisa deu-se segundo quatro etapas específicas:

1ª etapa: pesquisa bibliográfica e preparação de material de campo;

2ª etapa: atividades de campo;

3ª etapa: atividades de laboratório;

4ª etapa: análises, interpretações e classificações dos dados obtidos.

As etapas ocorreram em conjunto, pois cada resultado da análise deu origem a uma nova revisão bibliográfica para compreensão dos dados obtidos. Sendo assim ocorreu uma nova ida ao campo para identificação da origem do que poderia ter influenciado o resultado e, finalmente uma adequação da redação de acordo com o que foi obtido na pesquisa.

A 2ª e a 3ª etapas foram descritas mais detalhadamente para permitir a reprodução em pesquisas futuras.

### 4.1. Atividades de campo

As atividades de campo foram divididas nas seguintes fases:

- Reconhecimento da área para determinação dos pontos de coleta;
- Identificação de possíveis fontes poluidoras;
- Coleta de amostras de água e de sedimentos.

#### - localização dos pontos de coleta

As coletas de água superficial e sedimentos de fundo foram realizadas no mês de dezembro (dia 06) de 2010 e nos meses de março (dia 11), junho (dia 06) e setembro (dia 12) de 2011 representando, respectivamente, datas aproximadas com as estações de verão, outono, inverno e primavera.

As coletas foram realizadas em cinco pontos. Foram escolhidos locais que além de facilitar o deslocamento e o transporte das amostras, estivessem distribuídos da seguinte forma: próximo a nascente, próximo a foz e um ponto entre os citados para o rio Guairaçá e dois pontos para o córrego Trajano, no qual não foi possível realizar coleta próximo a nascente, já que no local está instalada uma feição erosiva de grande porte.

Os pontos de coleta foram referenciados com o uso do GPS (*Global Positioning System*). Os pontos 1 e 2 localizam-se no córrego Trajano e os pontos 3, 4 e 5 no rio Guairaçá (Tabela 4.1, Figuras 4.1 e 4. 2).

Tabela 4.1: Localização dos pontos de coleta

Córrego Trajano			
Ponto	Elevação	Longitude	Latitude
1	252m	331670mE	7497221mN
2	297m	331793m E	7490717mN
Rio Guairaçá			
3	261m	325902mE	7492291mN
4	299m	327619mE	7482790mN
5	336m	329092mE	7478314mN

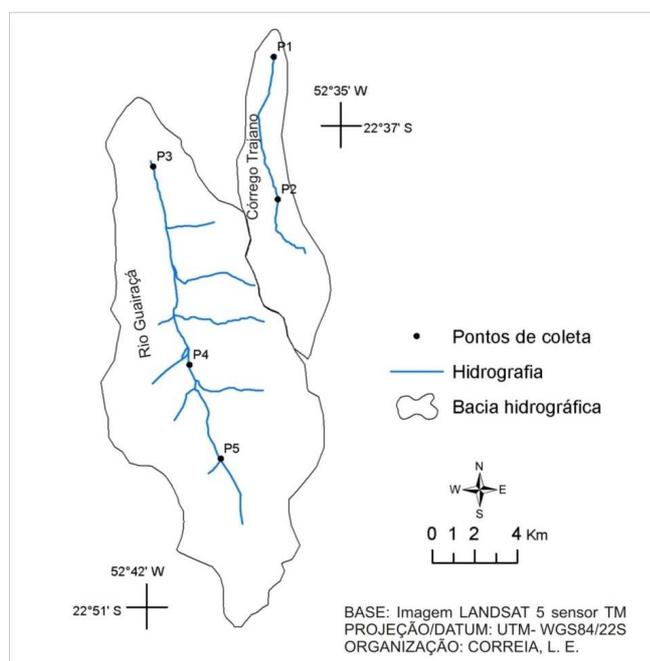


Figura 4.1: Localização dos pontos de coleta



Figura 4.2: Pontos de coleta: 1 e 2 córrego Trajano e 3, 4 e 5 rio Guairacá

#### - coleta de água superficial

A coleta de água superficial foi feita segundo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA, WPCF, 1989).

As coletas foram realizadas visando sempre às margens e o centro das drenagens à frente do coletor para não ocorrer interferência provocada pelo movimento do amostrador.

Na coleta em campo foram utilizados frascos de polietileno. Segundo o Manual Técnico para Coleta de Amostras de Água (2009), os frascos devem ser quimicamente inertes com uma perfeita vedação e rigorosamente limpos. Não se deve tocar a parte interna dos frascos e do material de coleta (como tampas), nem deixá-los expostos ao pó, fumaça e outras impurezas, tais como

gasolina, óleo e fumaça de exaustão de veículos, que podem ser grandes fontes de contaminação de amostras.

Para as coletas referentes à pesquisa, os frascos foram limpos antecipadamente com solução de ácido nítrico 65% e água destilada.

Convém levar frascos adicionais ao programado, pois podem ocorrer quebras, contaminação ou vazamento, obrigando o coletor a substituir a embalagem e em alguns casos, a repetir a coleta. Os frascos de coleta devem permanecer abertos apenas o tempo necessário para o seu preenchimento e devem ser mantidos ao abrigo do sol.

O volume coletado de cada ponto foi o seguinte: 01 frasco de 2L para análise de metais pesados, 01 frasco de 5L para análise de carga suspensa total, matéria orgânica e sedimentos em suspensão. O excedente deste frasco não utilizado na análise ficou armazenado em geladeira para uma possível contraprova. Foi coletado também 01 frasco de 5L para análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio e 01 frasco de 100 mL para análises de coliformes fecais.

Após as coletas, as amostras foram mantidas refrigeradas em caixa de isopor com gelo por um período máximo de 07 horas até chegar ao laboratório onde as análises foram realizadas.

É necessário manter as amostras entre 1°C e 4°C para preservar as características físicas, químicas e biológicas em curto prazo (< 24 horas) e como tal, é recomendado para todas as amostras entre a coleta e a entrega para o laboratório.

Recomenda-se para amostras microbiológicas uma refrigeração entre 2°C e 10°C. O gelo pode ser rapidamente usado para resfriar amostras para 4°C antes do transporte. O gelo não deve entrar em contato com as amostras. O congelamento não deve ocorrer, pois pode interferir na determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO), bem como do teor de sólidos filtráveis e não filtráveis ou de qualquer parâmetro nessas frações, pois os componentes dos resíduos em suspensão se alteram com o congelamento e posterior descongelamento (MANUAL TÉCNICO PARA COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA, 2009).

#### **- coleta de sedimentos**

Para a coleta dos sedimentos de fundo para a análise granulométrica, utilizou-se uma pá limpa. As amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos resistentes, devidamente etiquetados e amarrados com barbante para não vazarem e nem contaminar. As amostras foram coletadas nas margens e no centro das drenagens. Segundo Carvalho *et al.* (2000) a amostragem deve ser de forma a permitir a obtenção de valores médios em toda a seção, uma vez que a distribuição de sedimentos é variável em toda a largura do rio e em profundidade.

#### **- variáveis medidas *in loco***

As variáveis medidas em campo foram: temperatura da água e temperatura ambiente, utilizando um termômetro digital tipo espeto (IncoTerm ref. 9791-16.1.00), e potencial Hidrogeniônico (pH), medido com o analisador digital portátil (Xplorer GLX Datalogger, Pasco®), previamente calibrado.

### **4.2. Atividades de Laboratório**

Foram realizadas as seguintes análises no laboratório do Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente da Universidade Estadual de Maringá – GEMA/UEM: carga suspensa total, matéria orgânica, sedimentos em suspensão, turbidez e análise granulométrica.

Para a análise dos metais pesados, a preparação das amostras foi feita no GEMA/UEM e o ensaio no laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente do DQI/UEM. As análises de coliformes fecais e DBO foram realizadas no laboratório de Saneamento e Meio Ambiente do DEC/UEM.

#### **- carga suspensa total, matéria orgânica e sedimentos em suspensão**

Anterior à coleta em campo, foram preparados filtros para a realização da análise de carga suspensa total. A preparação dos filtros do tipo analítico

AP40 em microfibras de vidro, sem resina, 47mm de diâmetro se deu da seguinte forma:

- numeração do filtro e produção de envelope de alumínio com a mesma numeração;

- os filtros com os envelopes foram colocados na Mufla (Quimis Q-318M24) numa temperatura de 480°C por 1 hora para eliminação de possíveis contaminantes, depois no dessecador por 20 minutos e foram pesados;

- para finalizar, os filtros ficaram num dessecador para evitar contaminação.

Para a análise foi utilizado o método descrito por Orfeo (1995), filtragem a vácuo.

De cada amostra coletada foram preparadas triplicatas de 500mL de água. Os filtros foram conectados a um *manifold*, com a utilização de material próprio pra evitar contaminação, acoplados a uma bomba a vácuo. Após a filtragem, os filtros foram secos em estufa de secagem e esterilização (Orion - modelo 515 A) numa temperatura de 110°C por 24 horas.

Depois de 24 horas na estufa os filtros foram colocados no dessecador por 30 minutos e pesados em balança de precisão (Shimadzu AX200) até obter-se peso constante. Os filtros foram colocadas na mufla por 4 horas numa temperatura de 480°C, para queima da matéria orgânica presente na carga suspensa, na sequencia mais 30 minutos no dessecador, e foram pesados novamente para obter-se a massa inorgânica.

#### **- turbidez**

A medida da turbidez adotada na pesquisa é a UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez) e o índice considerado tolerável, segundo CONAMA (2005), para a classe II, é de até 100 UNT.

O aparelho utilizado foi o Turbidímetro portátil modelo 2100P.

### **- metais pesados**

A metodologia utilizada para análise dos metais pesados (potencialmente tóxicos) presentes na água seguiu modelo proposto por Keithy (1996).

De cada amostra coletada foram preparadas triplicatas. Foram adicionados 5mL de ácido nítrico em cada uma. As amostras tiveram seu volume reduzido por meio de aquecimento a 150°C até atingirem 25mL.

Posteriormente foram colocadas em frascos de vidro devidamente etiquetados, completadas com água destilada até atingir 50mL e levadas para o Laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente da UEM para determinar a concentração dos metais: Fe, Mn, Ni, Cr, Pb, Cd, As, Se e Zn.

### **- coliformes fecais e Demanda Bioquímica de Oxigênio**

As determinações de coliformes fecais e da Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO foram realizadas no laboratório de Saneamento e Meio Ambiente do Departamento de Engenharia Civil da UEM e os procedimentos utilizados estão de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA, WPCF, 1989).

### **- análise granulométrica de sedimentos**

A análise granulométrica dos sedimentos foi realizada no Laboratório de Sedimentologia do Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente – GEMA/UEM. Utilizou-se a metodologia proposta por Suguio (1973), ou seja, a técnica do peneiramento.

As amostras de material de fundo passaram pelo processo de secagem durante alguns dias até que não houvesse nenhum tipo de umidade no material.

Depois de seco, o material coletado foi homogeneizado. Uma amostra com massa de 200g de cada ponto passou por análise granulométrica utilizando peneiramento a seco com auxílio de um agitador de partículas. Tais materiais foram peneirados por 10 minutos.

Em seguida, as quantias retidas em cada peneira foram pesadas em balança de precisão.

As amostras de sedimento de fundo foram classificadas a partir das dimensões das partículas: 4; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0,062mm e fundo.

Para análise dos resultados utilizou-se a Escala de Wentworth, medida logarítmica de classificação granulométrica dos fragmentos de sedimentos clásticos ou detríticos (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 - Medida logarítmica classificação granulométrica americana (WENTWORTH, 1922)

Intervalo granulométrico (mm)	Nome
>256	Matacão
256 a 64	Bloco ou Calhão
64 a 4,0	Seixo
4,0 a 2,0	Grânulo
2,0 a 1,0	Areia muito grossa
1,0 a 0,50	Areia grossa
0,50 a 0,250	Areia média
0,250 a 0,125	Areia fina
0,125 a 0,062	Areia muito fina
0,062 a 0,031	Silte grosso
0,031 a 0,016	Silte médio
0,016 a 0,008	Silte fino
0,008 a 0,004	Silte muito fino
<0,004	Argila

### 4.3. Elaboração de Documentos Cartográficos

O mapeamento do uso da terra foi elaborado por meio das imagens do satélite Landsat5 sensor TM bandas 3R2G1B, disponíveis no INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) no site: [www.dgi.inpe.br](http://www.dgi.inpe.br). Os parâmetros do sensor na aquisição das imagens são: resolução espacial de 30 metros com resolução radiométrica de 8 bits (nível de discretização e cinza da imagem de 0 a 256), a resolução espectral que compreende desde o comprimento de onda do azul ao infravermelho termal com passagem no mesmo ponto em 16 dias. Foram realizadas durante o mapeamento composições coloridas para realce nos alvos da imagem.

As técnicas utilizadas no mapeamento, que corresponde a escala 1: 50.000, foram baseadas na interpretação visual, segundo os parâmetros de Jensen (2009), para avaliar a acurácia das cartas por meio de índices como o Kappa, Exatidão Global, entre outros.

As imagens utilizadas são referentes aos anos de 1985, 1995 e 2010 na órbita/ponto 223/76, considerando a disponibilidade das imagens sem a presença de nuvens.

Na presente pesquisa as classes utilizadas estão de acordo com o proposto pelo IBGE (2006).

## **5. DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DA ÁREA DE ESTUDO**

Nesta parte da dissertação são apresentados os resultados obtidos do levantamento das fontes potenciais de poluição da área de estudo. Assim como, o produto final da elaboração de cartas do Uso da Terra, em três períodos distintos (1985, 1995 e 2010) e os resultados das análises dos sedimentos de fundo dos cursos d'água que incluem a carga suspensa total e matéria orgânica em suspensão e também a granulometria dos sedimentos.

Esses resultados subsidiaram o diagnóstico da qualidade dos recursos hídricos superficiais das bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá. A descrição e a interpretação dos resultados foram feitos por itens distintos explanados a seguir. Ressalta-se que foi feita uma comparação dos resultados obtidos nas análises físico-químicas da água com os valores encontrados na resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005).

### **5.1- Fontes potenciais de poluição das bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá**

#### **- córrego Trajano**

O córrego Trajano apresenta influência da área urbanizada localizada em sua cabeceira de drenagem e por indústrias de produção de alimentos (laticínio, farinheira e indústria de carne).

A água que se precipita sobre o perímetro urbano do município de Terra Rica é direcionada para o córrego Trajano e formou uma feição erosiva do tipo voçoroca, em sua cabeceira. As nascentes do córrego estão localizadas dentro dessa feição.

A feição erosiva, que tem início num ponto próximo ao perímetro urbano de Terra Rica, teve início na década de 1970 e têm hoje aproximadamente 4,5km de comprimento, cortando perpendicularmente a rodovia PR-557. Segundo a prefeitura local, é o principal problema ambiental do município (Figura 5.1).



Figura 5.1: Feição erosiva no córrego Trajano (15/02/2011)

Essa feição erosiva apresenta um histórico de obras de contenção desde o final da década de 1970, quando foi construído um canal de concreto paralelo à feição erosiva para o desvio das águas pluviais. Segundo a SUDERHSA (2010) responsável pelo projeto do canal, ele tem 955,00m de comprimento, com 1,85m de largura e 1,90m de profundidade (Figura 5.2).



Figura 5.2: Canal de concreto para desvio das águas pluviais no município de Terra Rica (17/02/2011)

No ano de 2005, devido a fortes chuvas, houve o rompimento parcial da rodovia PR-557 no local da erosão, seguido de um rompimento total no início do ano de 2006, quando ainda eram feitas as obras de reconstrução (Figura 5.3).



Figura 5.3: Rompimento da rodovia PR-557 no ano de 2006

Fonte: Prefeitura municipal de Terra Rica (2010)

Além de provocar essa feição erosiva, a destinação da água da chuva para o local também é responsável pelo transporte de resíduos sólidos oriundos da cidade ou até mesmo jogados por moradores (Figura 5.4).



Figura 5.4: Presença de resíduos sólidos nas margens do córrego Trajano (15/02/2011)

Outro fator a ser considerado é que com o aumento do fluxo, a vegetação das margens do córrego acaba sendo destruída e levada pela força da água, causando a erosão das margens (Figura 5.5).



Figura 5.5: Presença de árvores caídas e deslizamento de terra na margem do córrego Trajano (15/02/2011)

Outra possível fonte de poluição encontrada no córrego Trajano devido à área urbanizada na sua cabeceira de drenagem são os resíduos industriais da produção de alimentos, uma farinheira, um laticínio e uma indústria de carne.

Na área industrial onde está localizada a farinheira foram encontradas lagoas de contenção e decantação que ficam na margem esquerda do córrego. Na pesquisa de campo foi observada também uma tubulação que despeja os excessos de resíduos líquidos no córrego (Figura 5.6). Foi observado ainda que no período de chuvas ocorre o transbordamento das lagoas e os resíduos líquidos vão diretamente para o córrego, dando à água um tom esbranquiçado com cheiro forte.



Figura 5.6: Despejo de resíduos industriais no córrego Trajano (15/02/2011)

Outra possível fonte de poluição encontrada no córrego Trajano é o despejo de resíduos de um laticínio, que deixa a água com uma tonalidade verde (Figura 5.7). Segundo Matos (2005), às águas residuárias de laticínios são ricas em matéria orgânica dissolvidas.



Figura 5.7: Local de despejo de resíduos de um laticínio no córrego Trajano (15/02/2011)

Ainda segundo Matos (2005), os resíduos de laticínios podem conter soro, leite, leiteiro ou “soro da manteiga” (líquido resultante da batida do leite), coágulos, detergentes e desinfetantes, areia, lubrificantes, açúcar, pedaços de frutas, essências e condimentos diversos, diluídos nas águas de lavagem de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria.

### - rio Guairaçá

Na bacia do rio Guairaçá as possíveis fontes potenciais de poluição estão ligadas à ocupação de suas margens por pastagens e possivelmente por produtos utilizados no cultivo de cana de açúcar.

Segundo Vian *et. al.* (2007), estudos recentes mostram que a persistência no solo dos principais herbicidas utilizados nos canaviais chega a dois anos, representando um alto perigo de contaminação de rios, lençóis e aquíferos subterrâneos.

A criação de gado em pastagens degradadas caracteriza-se como fonte potencial de poluição. As erosões que se formam nestas áreas (Figura 5.8), podem transportar material contaminado com coliformes fecais, produtos químicos utilizados no controle de moscas dos animais e produtos utilizados na preparação das pastagens.

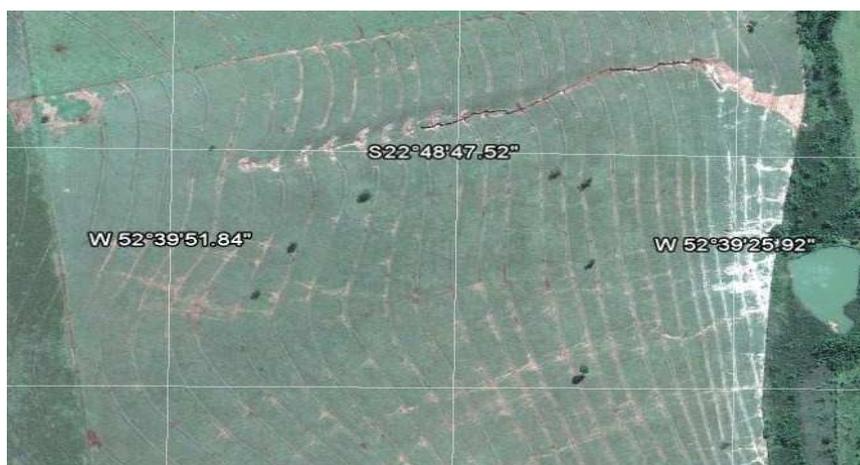


Figura 5.8: Pastagens degradadas nas margens do rio Guairaçá

Fonte: *Google Earth* (12/06/2011)

A figura 5.9 localiza as possíveis fontes de poluição encontradas na área pesquisada.

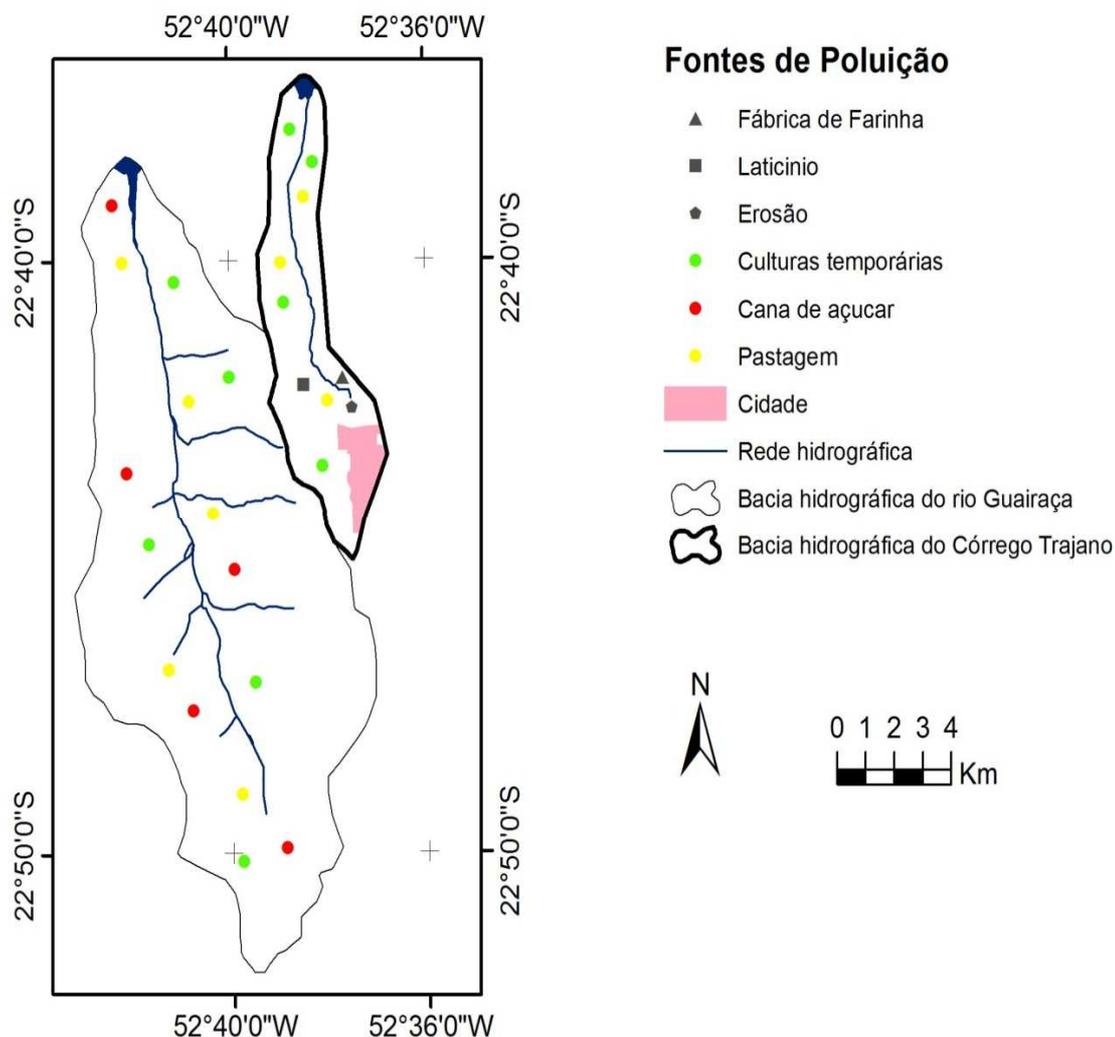


Figura 5.9: Possíveis fontes de poluição nas bacias do córrego Trajano e do rio Guairaça/Terra Rica/PR

## 5.2- Evolução do uso da terra: 1985, 1995 e 2010

A evolução do Uso da Terra, na área pesquisada, foi realizada em três períodos distintos (1985, 1995 e 2010), que serão demonstradas em documentos cartográficos (Figura 5.10) e explanadas.

A figura 5.11 mostra o uso da terra em 1985 onde a área ocupada com floresta se resumia a 2,75%, já alterada pela exploração da madeira que ocorreu em anos anteriores. A área urbana ocupava apenas 1,08% do total estudado.

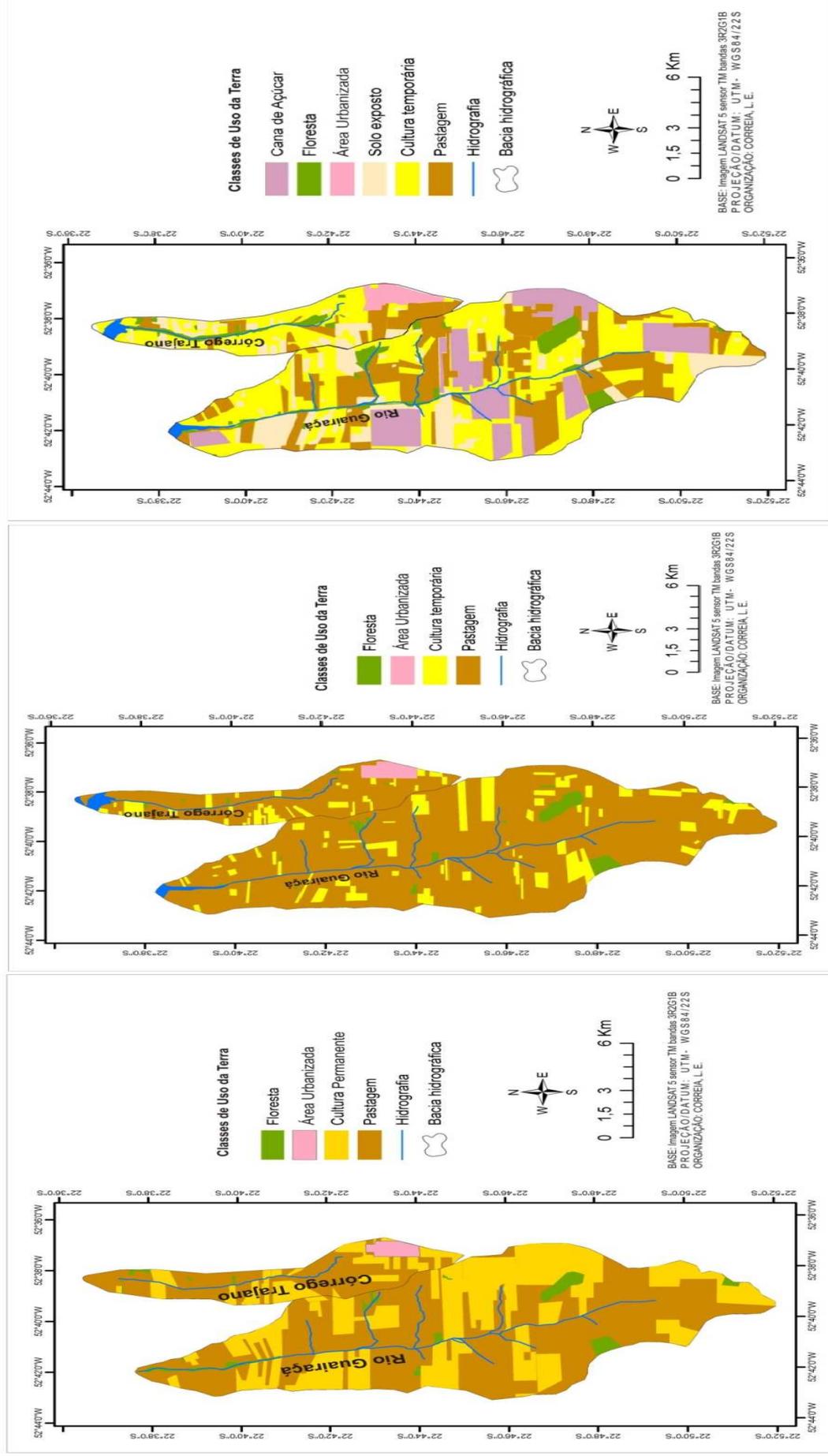


Figura 5.10: Uso da terra em 1985: bacias do córrego Trajano e do rio Guairaça, Terra Rica/ PR

As áreas de pastagens, 58,39%, dividiam espaço com as culturas permanentes, 37,78%, na qual, se destacava o café, cultura principal do período de colonização, mas que já não apresentava tanto interesse para os agricultores, tanto pelas condições climáticas, assim, como pelo alto custo da produção e baixo preço de mercado para venda do café (CHIES e ROCHA, 2006).

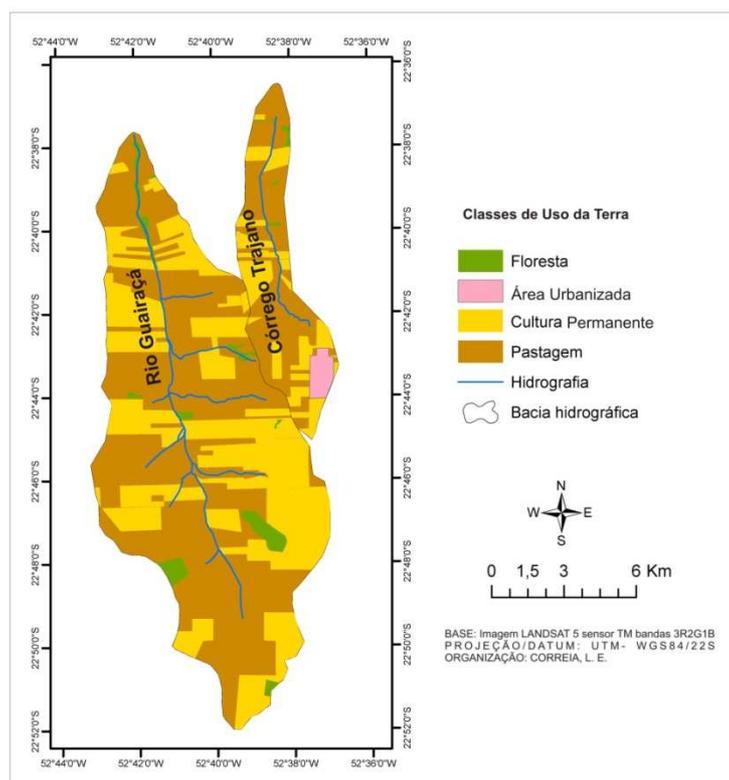


Figura 5.11: Uso da terra em 1985: bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá, Terra Rica/PR

A carta de uso da terra de 1995 apresenta o declínio da cultura cafeeira e o predomínio de pastagens, com 84,75% do total da área. Pode-se observar também a introdução do cultivo de cultura temporária, 11,86%, no caso, com o início do cultivo da mandioca (Figura 5.12).

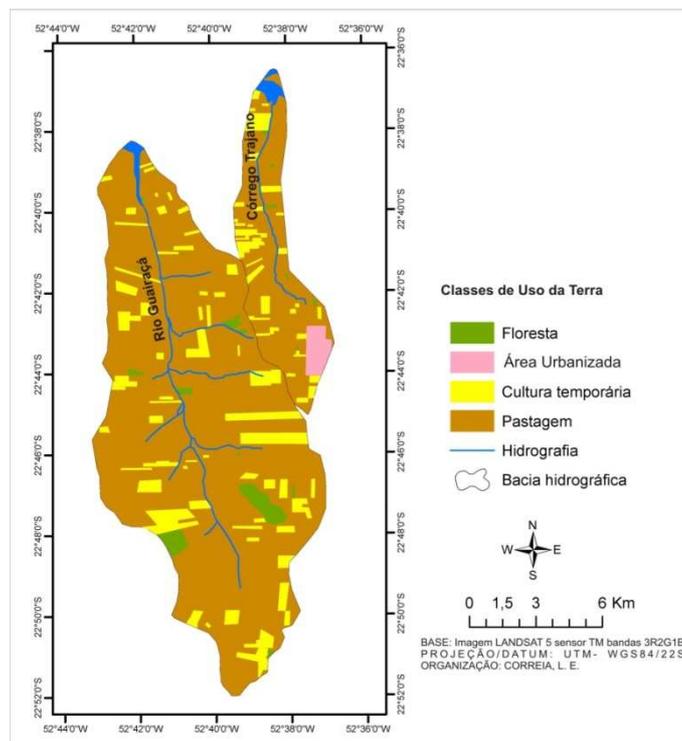


Figura 5.12: Uso da terra em 1995: bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá, Terra Rica/PR

A introdução do cultivo da mandioca deu-se a partir da instalação, no início da década de 1990, de indústrias de produção de fécula e farinha no município e na região. Esse tipo de cultivo também perdeu força no final da década devido aos elevados custos de produção e baixo preço de mercado para venda do produto (VILPOUX, 2011).

As áreas de florestas diminuíram devido o aumento das pastagens e passaram de 2,75% para 2,22% do total. A área urbana teve um pequeno aumento de 1,08%, em 1985, para 1,17%.

A figura 5.13 mostra o uso e ocupação da terra na área pesquisada em 2010, o crescimento da área urbanizada que passou de 1,17% em 1985 para 3,49% em 2010. Isso demonstra que mesmo com a diminuição da população em anos anteriores, houve uma mudança no perfil da população, que passou de quase predominantemente rural para urbana.

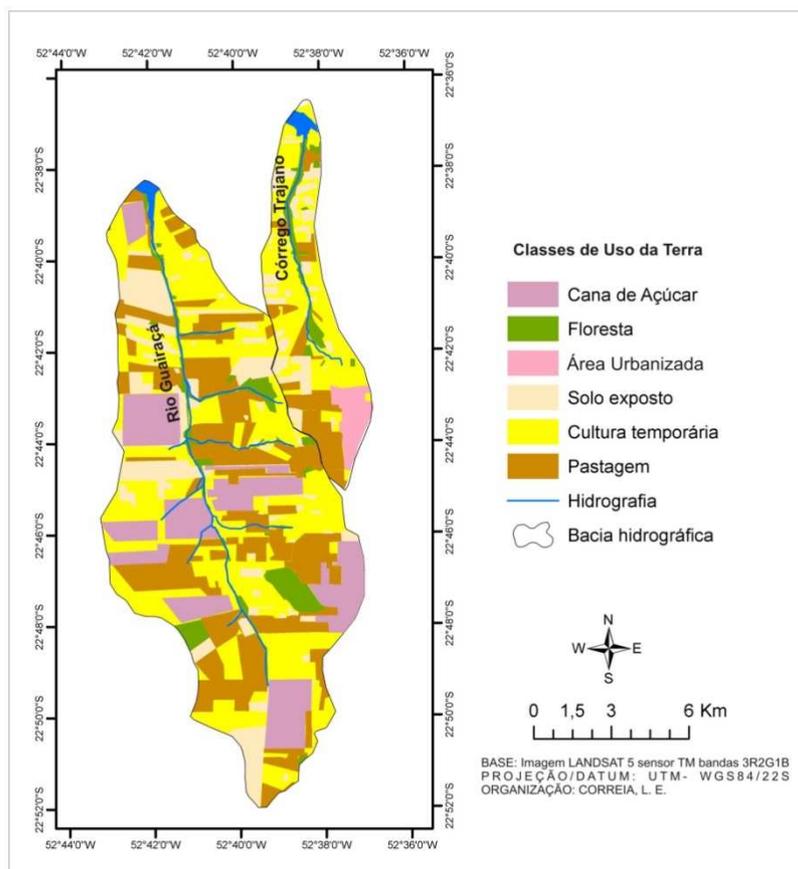


Figura 5.13: Uso da terra em 2010: bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá, Terra Rica/PR

Esse crescimento da área urbanizada está relacionado, provavelmente, com o êxodo rural nas décadas de 1980 e 1990 e também com a chegada de trabalhadores devido ao início das obras de construção de uma usina sucroalcooleira no município no ano de 2004, que foi inaugurada no ano de 2006.

Pode-se observar a diminuição das pastagens devido ao arrendamento de terra para o cultivo da cana-de-açúcar, ou seja, de 84,75% em 1995 para 27,58%. Assim como foram identificadas várias áreas com solo exposto que completam 21,23% na bacia do rio Guairaçá áreas que serão provavelmente destinadas ao mesmo cultivo. A área plantada com cana-de-açúcar representa 16,41% (Figura 5.14).



Figura 5.14: Cultivo de cana-de-açúcar na área rural do município de Terra Rica, PR

O aumento da área plantada foi permitido por meio do arrendamento de terras, que na maioria eram ocupadas por pastagens. A instalação da usina não só gerou mudanças na paisagem rural, como também na área urbanizada, na ocupação do espaço, com novos conjuntos habitacionais.

A expansão das áreas de terra a serem utilizadas para o cultivo da cana-de-açúcar gerou novos empregos no município da área pesquisa e nos municípios vizinhos, principalmente no plantio, corte e transporte da cana.

Observa-se também o aumento de áreas com culturas temporárias, que representavam 11,86% em 1995 para 25,23% em 2010. Essas áreas são destinadas a pequenas plantações de milho e soja, ao retorno do cultivo de mandioca impulsionado pela elevação dos preços de venda (Figura 5.15).



Figura 5.15: Plantio de mandioca na área rural do município de Terra Rica, PR

As áreas com floresta passaram de 2,22% em 1995 para 6,06% em 2010. Justifica-se esse aumento devido ao reflorestamento de mata ciliar e ao plantio de eucalipto (*Eucalyptus robusta*), que também foi incluído nessa classe de uso da terra.

Na pesquisa de campo observou-se também áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, do capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) e do milho para a produção de silagem para abastecer confinamentos de gado de corte e suplementos na alimentação de gado de leite.

Na carta de 2010 podemos observar que na área compreendida pela bacia do córrego Trajano, não ocorre plantações de cana-de-açúcar. Justifica-se de acordo com a Lei Municipal nº 182 do Plano Diretor vigente (PREFEITURA MUNICIPAL DE TERRA RICA, 2004). A lei que impede o plantio naquela região considerou a área de acesso a pontos turísticos do município e também, devido à fuligem produzida pela queima das plantações no período de colheita que causariam transtornos a população local, devido aos ventos que a transportariam para a área urbanizada.

As mudanças no uso e ocupação da terra das bacias estudadas podem interferir na qualidade da água, devido o processo mecânico de preparo do solo pra introdução de novas culturas e os produtos químicos utilizadas no controle de pragas e adubação.

### **5.3- Análise dos sedimentos de fundo dos cursos d'água**

Os resultados obtidos na análise dos sedimentos de fundo dos cursos d'água subsidiaram a análise da qualidade dos recursos hídricos devido à influência que os sedimentos exercem no fluxo.

#### **- carga suspensa total e matéria orgânica em suspensão**

De acordo com Leli; Stevaux; Nóbrega (2010), o transporte de sedimento pelo canal é o produto final da atuação de uma série de processos que se iniciam com a precipitação sobre a bacia, e ao longo de seu caminho pelas vertentes, interagem com uma gama de variáveis, a saber: cobertura vegetal, tipo de solo e de rocha, pendente, além do tipo de uso e de ocupação

da bacia. Ainda segundos os autores é fato dizer que a análise da carga suspensa transportada é fator de grande importância para a compreensão da dinâmica da bacia e do estado de degradação ou preservação.

Os pontos 1 e 2, que representam análises feitas no córrego Trajano, apresentaram índices elevados de carga suspensa e variação nos valores encontrados para o ponto 2. Essa diferença pode estar relacionada com o processo erosivo na parte alta do córrego e a presença de partículas oriundas de indústrias de processamento de alimentos (farinheira e laticínio) próximas ao córrego (Figura 5.16).

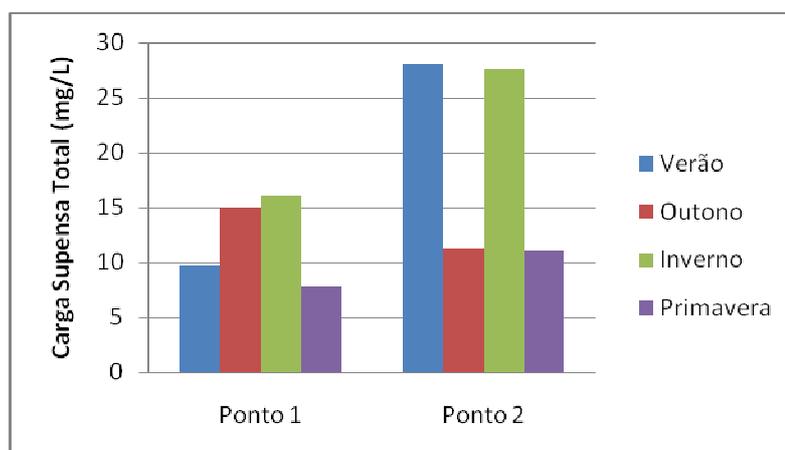


Figura 5.16: Variação na carga suspensa total na água do córrego Trajano/Terra Rica/PR

Já as análises realizadas em amostras coletadas no rio Guairaçá, o índice de carga suspensa total encontrada apresentou uniformidade e baixos valores nos pontos 3, 4, e 5 (Figura 5.17).

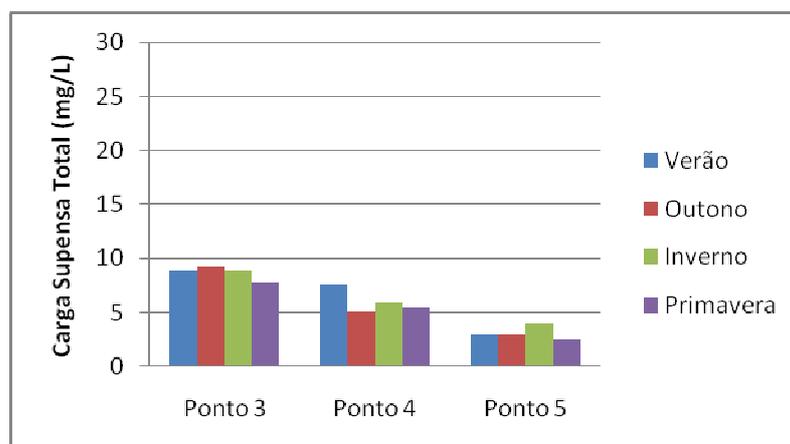


Figura 5.17: Variação na carga suspensa total na água do rio Guairaçá/Terra Rica/PR

A matéria orgânica pode ter origem vegetal, animal e de resíduos de esgoto. Segundo Leli; Stevaux; Nóbrega (2010), o material particulado de

origem orgânica pode ser derivado de fontes terrestres e aquáticas como algas, organismos microscópicos, além dos fragmentos vegetais de origem variada que, em algumas situações específicas, pode predominar sobre o particulado mineral (argila, silte e areia).

O ponto 2 do córrego Trajano apresentou os maiores índices no período de chuva (verão) o que pode estar relacionado ao processo erosivo na parte alta do curso e ao despejo de dejetos industriais de produção de alimentos, que pode ter influenciado também no período seco (Figura 5.18).

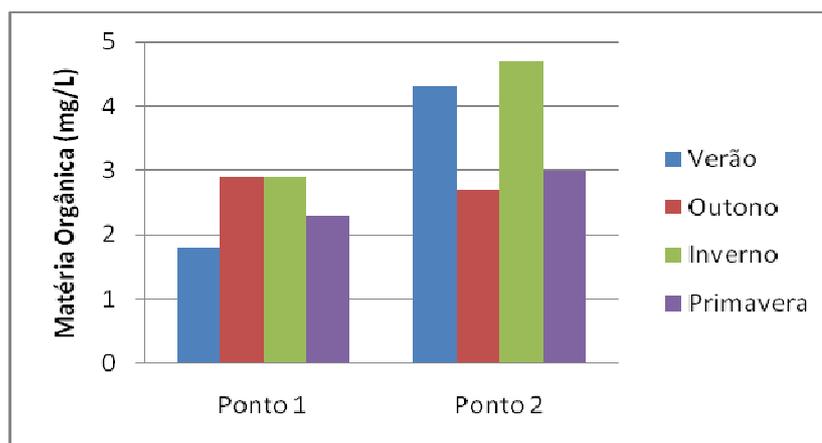


Figura 5.18: Variação na matéria orgânica em suspensão na água do córrego Trajano/Terra Rica/PR

Nos resultados obtidos para o rio Guairaçá (pontos 3, 4 e 5), observa-se certa uniformidade, com um pequeno aumento na coleta de inverno (Figura 5.19).

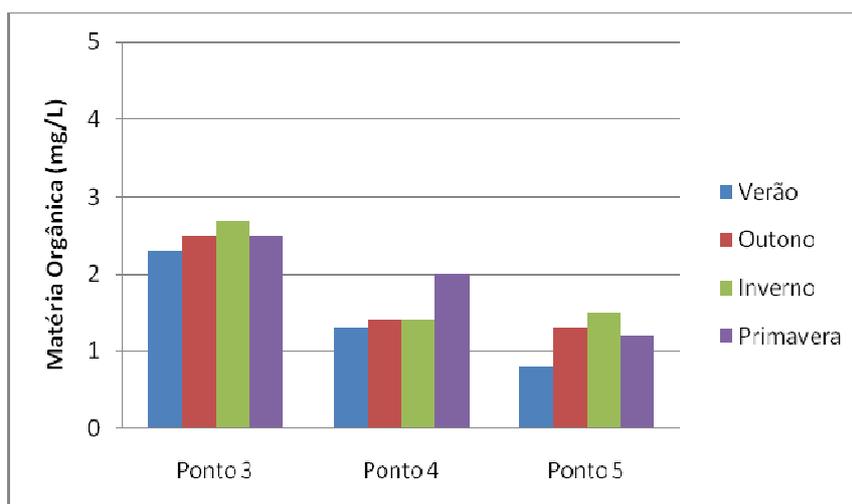


Figura 5.19: Variação na matéria orgânica em suspensão na água do rio Guairaçá/Terra Rica/PR

### - análise granulométrica

A análise granulométrica de partículas sólidas compreende a determinação do tamanho das mesmas, bem como da frequência com que ocorrem em uma determinada classe ou faixa de tamanho. A presença de sedimentos nos cursos d'água é consequência dos processos erosivos ocorridos nas suas bacias de drenagem, processos estes intensificados pela expansão de atividades agrícolas (CANGANI, POLEGATTO e ROCHA, 2008).

As porcentagens encontradas nas análises realizadas mostraram um domínio de areia média, com valores entre 47,08% e 70,53%; a areia grossa apresentou valores entre 20,79% e 52,09%, sendo as duas classes predominantes. Foram encontradas pequenas quantidade de areia fina, grânulos, areia muito grossa, areia muito fina e lama para as amostras coletadas no córrego Trajano (Tabela 5.1).

Tabela 5.1: Análise granulométrica para amostras coletadas no córrego Trajano/Terra Rica/PR

		Escala de PHI ( $\theta$ ) (mm)					
		-1 Grânulos 2,0	0 Areia Mto Grossa 1,0	1 Areia Grossa 0,50	2 Areia Média 0,25	3 Areia Fina 0,125	3,75 Areia Muito Fina 0,062
Pontos		1ª Coleta					
1	ND	0,07	23,89	70,53	4,67	0,81	0,03
2	0,35	0,38	26,11	64,11	8,31	0,67	0,07
		2ª Coleta					
1	0,03	0,24	25,80	70,25	3,08	0,48	0,12
2	0,08	0,23	20,79	69,02	9,08	0,77	0,03
		3ª Coleta					
1	ND	0,53	52,09	47,08	0,29	0,00	0,01
2	ND	0,28	27,96	63,62	7,34	0,66	0,14
		4ª Coleta					
1	ND	0,54	43,46	52,74	3,12	0,13	0,01
2	0,08	0,33	26,53	64,66	7,81	0,49	0,10

Os resultados das coletas realizadas do rio Guairaçá apontam um domínio de areia média com valores entre 35,64% e 77,71%, areia grossa 0,30% a 21,37% e areia fina 8,11% a 51,28%, com pequenas quantidade grânulos, areia muito grossa, areia muito fina e lama (Tabela 5.2).

Tabela 5.2: Análise granulométrica para amostras coletadas no rio Guairaçá/Terra Rica/PR

Escala de PHI ( $\theta$ ) (mm)							
	-1	0	1	2	3	3,75	4
	Grânulos 2,0	Areia Mto Grossa 1,0	Areia Grossa 0,50	Areia Média 0,25	Areia Fina 0,125	Areia Muito Fina 0,062	Lama < 0,062
Pontos	1ª Coleta						
3	ND	0,05	18,71	72,40	8,58	0,26	0,00
4	ND	0,01	0,30	35,64	51,28	11,63	1,14
5	ND	0,10	18,12	70,37	10,71	0,68	0,02
	2ª Coleta						
3	ND	0,00	5,31	77,71	16,43	0,54	0,01
4	0,01	0,03	14,36	74,76	10,60	0,24	0,00
5	0,02	0,08	15,84	68,12	14,74	1,10	0,10
	3ª Coleta						
3	ND	0,00	2,57	70,06	25,70	1,56	0,11
4	0,03	0,17	21,08	68,21	9,91	0,58	0,02
5	0,03	0,15	21,37	69,67	8,11	0,64	0,03
	4ª Coleta						
3	ND	0,03	17,02	73,00	9,76	0,18	0,01
4	0,29	0,11	6,57	74,75	16,46	1,67	0,15
5	ND	0,07	1,49	52,82	40,38	4,79	0,45

#### 5.4. Análise das variáveis físico-química da água do córrego Trajano e rio Guairaçá

As alterações significativas na composição ambiental de determinada porção da bacia de drenagem poderão afetar outras áreas situadas à jusante. Tal motivo faz com a distribuição dos pontos de coleta represente todo o percurso das bacias escolhidas para coletas de amostras a serem posteriormente analisados e comparados os seus resultados.

Os resultados obtidos referem-se à: temperatura ambiente e temperatura da água, pH, turbidez, carga suspensa total, matéria orgânica em suspensão na água, DBO, DQO, coliformes fecais e metais pesados.

As análises foram realizadas nos meses de Dezembro de 2010, Março, Junho e Setembro de 2011, representando respectivamente datas aproximadas com as estações de verão (06/12/2010), outono (10/03/2011), inverno (06/06/2011) e primavera (12/09/2011), como explanados anteriormente na parte dos Procedimentos Metodológicos.

## - temperatura ambiente e temperatura da água

Segundo Pinto *et. al.* (1976) a temperatura influi na viscosidade da água e faz com que a capacidade de infiltração nos meses frios seja mais baixa do que nos meses quentes. Esteves (1998) afirma que dentre os fatores que exercem influência sobre a massa específica da água, a temperatura é um dos mais importantes.

Segundo a CETESB (2005), a temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam.

A temperatura da água e a temperatura ambiente variaram de acordo com a estação do ano, o horário da coleta, as condições do tempo na hora da coleta e as características que cada local apresentou referente à presença ou não de mata ciliar (Tabela 5.3).

Tabela 5.3: Data e horário da coleta de amostras

Data da coleta	Córrego Trajano			Rio Guairaçá	
	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05
Verão	9h30min	10h35min	11h10min	12h20min	14h10min
Outono	10h15min	12h00min	11h00min	13h30min	14h15min
Inverno	10h30min	12h00min	11h15min	13h50min	14h25min
Primavera	11h40min	13h00min	12h25min	14h00min	14h40min

Os índices de precipitação para 48 horas antes da coleta apontaram um volume acumulado de 36,2mm para a coleta de Verão, 20mm para a coleta de Outono. Nas coletas de Inverno e Primavera não houve precipitação nas 48 horas anteriores a coleta, segundo os dados coletados pela na Estação Climatológica da Universidade Estadual do Paraná – Campos de Paranavaí.

Na coleta de Outono, a temperatura ambiente, no córrego Trajano, mostrou-se mais elevada no ponto 2 do que na coleta de Verão, provavelmente pelo horário. A medida de inverno teve as menores temperaturas enquanto que a da primavera apresentou temperaturas intermediárias (Figura 5.20).

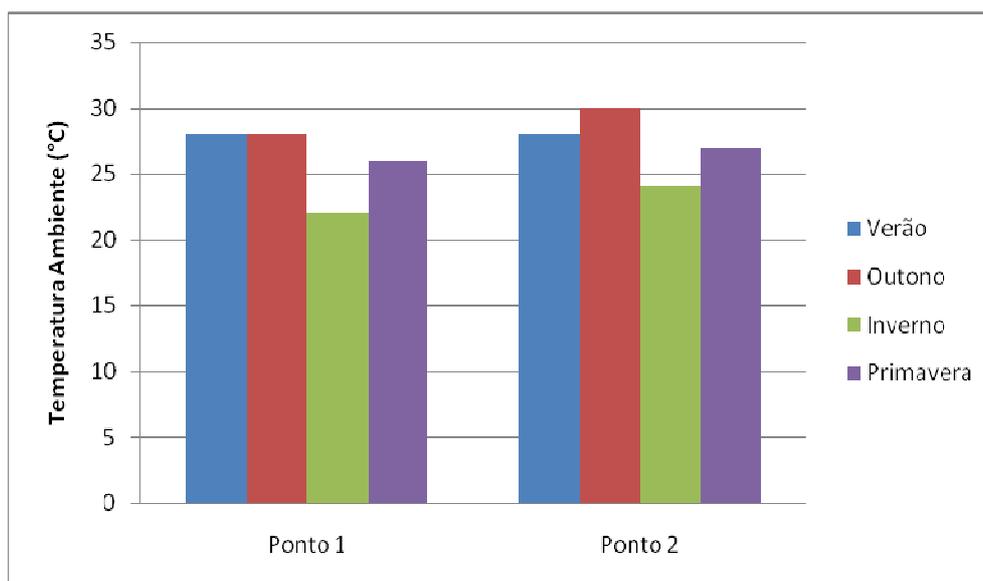


Figura 5.20: Variação da temperatura ambiente do córrego Trajano/Terra Rica/PR

O mesmo aconteceu para as medidas de temperatura ambiente nos pontos de coleta para o rio Guairaçá, com temperaturas mais elevadas no Outono que no Verão nos pontos 3 e 4, e baixas no Inverno em todos os pontos. A temperatura nos pontos 4 e 5 no Outono mostraram-se intermediária, enquanto que no ponto 3 a maior temperatura foi encontrada nessa estação, o que pode estar relacionado com o horário da medida (Figura 5.21).

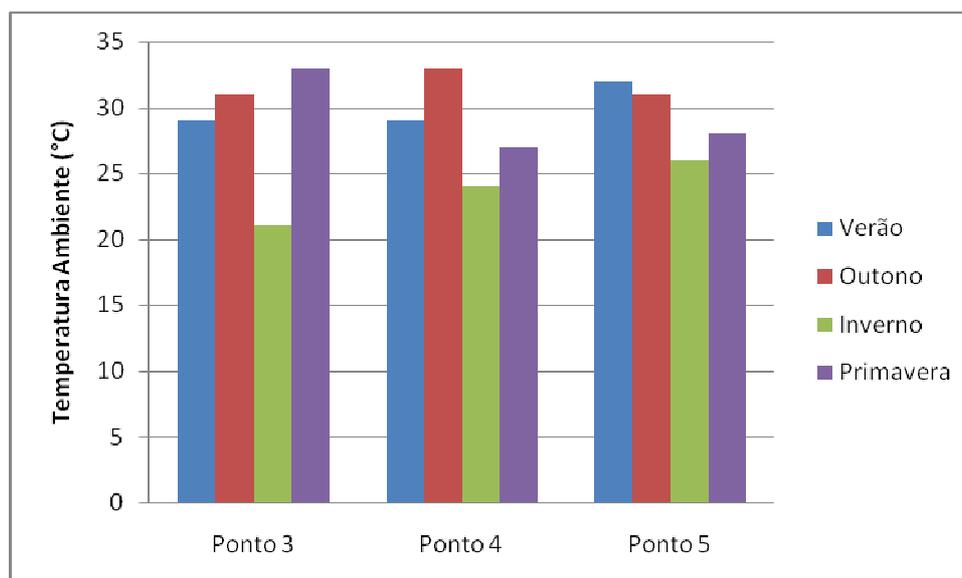


Figura 5.21: Variação da temperatura ambiente do rio Guairaçá/Terra Rica/PR

Na medida de temperatura de água, assim como na de temperatura ambiente, as variáveis de Outono mostraram-se mais elevadas que as de

Verão e as menores temperaturas foram encontradas no Inverno, que registrou 17°C no ponto 1 no córrego Trajano (Figura 5.22).

Os pontos 3, 4 e 5 do rio Guairaçá, localizam-se em locais com pouca vegetação ciliar e a alta incidência de radiação solar, assim, as temperaturas mais elevadas, apontando 28°C, foram encontradas nos pontos 4 e 5 cujas medidas foram realizadas no período da tarde, próximo às 14h00 (Figura 5.23).

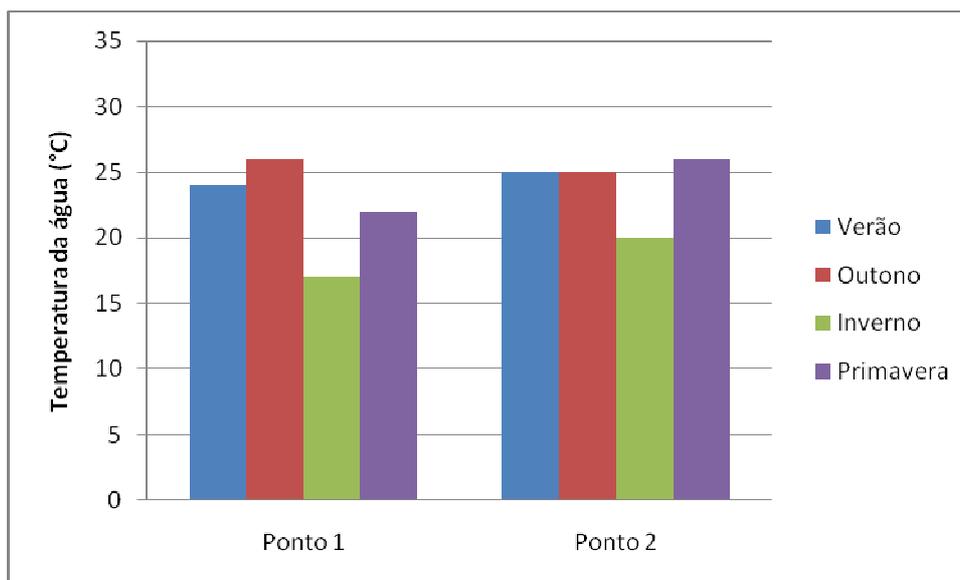


Figura 5.22: Variação da temperatura da água do córrego Trajano/Terra Rica/PR

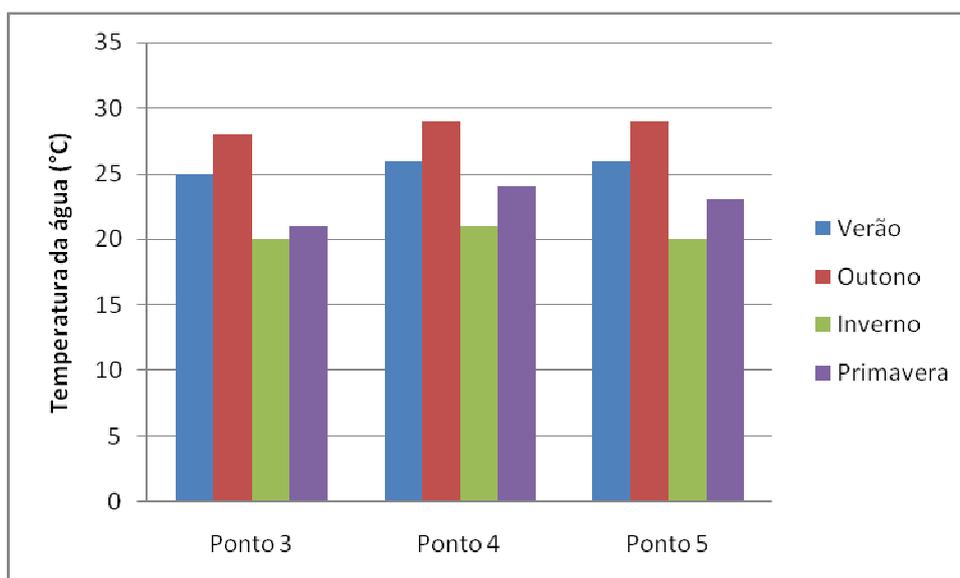


Figura 5.23: Variação da temperatura da água do rio Guairaçá/Terra Rica/PR

## - pH (potencial Hidrogeniônico)

O potencial Hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio em escala antilogarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, sua faixa vai de 0 a 14 (VON SPERLING, 2005).

Segundo a resolução CONAMA 357/2005 os valores de pH devem estar entre 6,0 a 9,0 para as águas de classe II (CONAMA, 2005).

As substâncias que contribuem para variação do pH são os sólidos e gases dissolvidos na água, que podem ser de origem natural, dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, ou podem ser de origem antropogênica, como despejos domésticos e despejos industriais (VON SPERLING, *op. cit.*).

Segundo Esteves (1998), o pH é uma das variáveis ambientais mais importantes nos ecossistemas aquáticos, ao mesmo tempo em que é uma das mais difíceis de interpretar devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo.

Considerando a ecologia aquática, valores de pH distantes da neutralidade podem afetar a vida aquática e os micro-organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, mas em termos de Saúde Pública, para abastecimento de água, não apresentam nenhuma implicação, a não ser que os valores sejam extremamente baixos ou elevados, o que pode causar irritação na pele ou nos olhos (VON SPERLING, 2005).

De acordo com os resultados obtidos para as amostras coletadas no córrego Trajano, o ponto 1 apresentou valores próximos da neutralidade enquanto que o ponto 2 apresentou baixa acidez, porém, dentro do permitido pela resolução adotada (Figura 5.24).

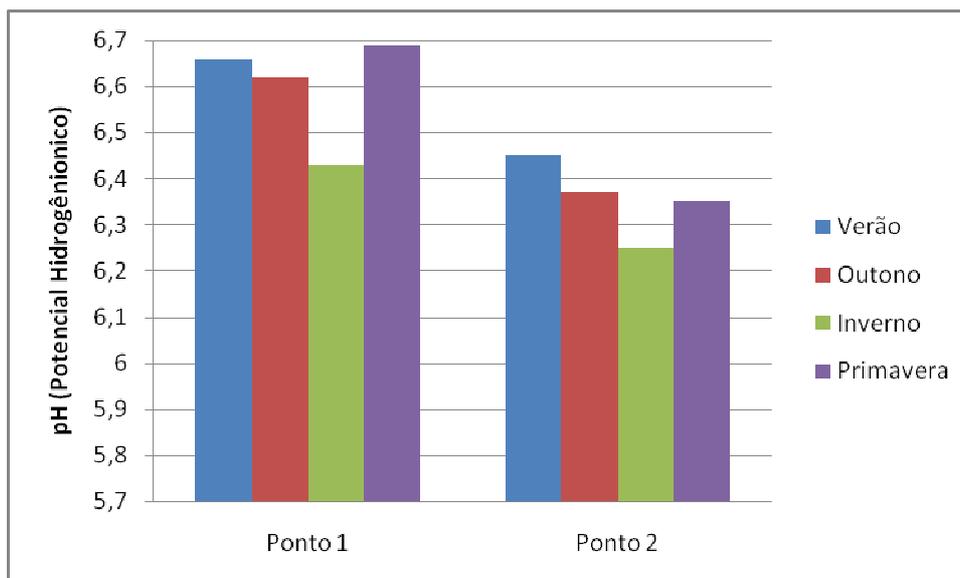


Figura 5.24: Variação do pH do córrego Trajano/Terra Rica/PR

As análises realizadas para amostras no rio Guairaçá mostraram que apenas o ponto 5 (parte alta do curso) apresentou valores abaixo do padrão recomendado pela classe II da resolução adotada nas coletas de verão e inverno, enquanto que o ponto 3 apresentou-se com baixa acidez e o ponto 4 com valores próximos ao neutro (Figura 5.25).

A oxidação de matéria orgânica pode ter contribuído para a situação encontrada no ponto 5. Tal fato afetar a vida aquática e os micro-organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica.

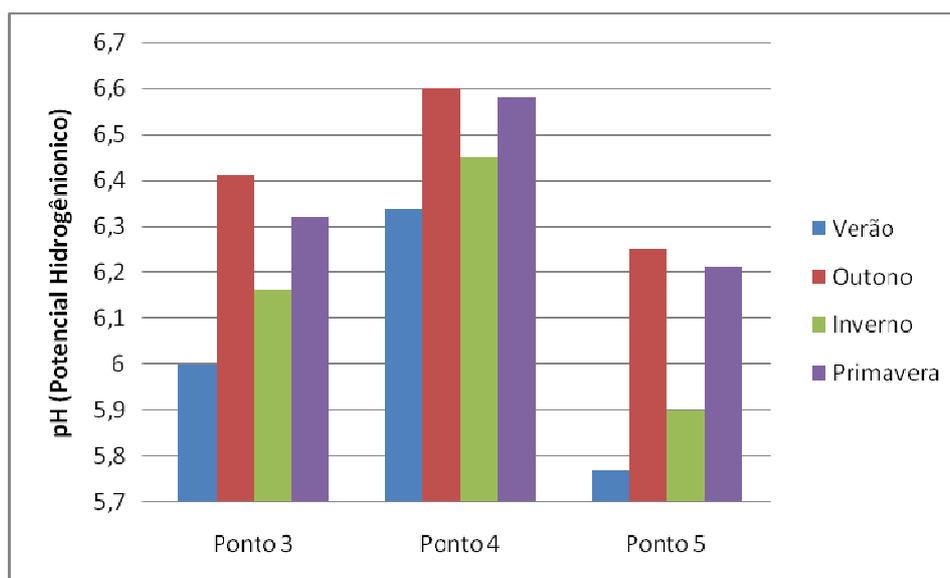


Figura 5.25: Variação do pH do rio Guairaçá/Terra Rica/PR

## - turbidez

De acordo Esteves (1998), turbidez é a capacidade que a água tem em dispersar a radiação solar. Índices elevados de turbidez reduzem a penetração dos raios solares. Ainda segundo o autor, no período de chuvas ocorrem profundas alterações no corpo d' água como, por exemplo, na turbidez. Os materiais inconsolidados em suspensão de natureza variada provenientes de lamas, areias, matéria orgânica e inorgânica podem causar alterações na água.

É comum que nos períodos de seca o índice de turbidez apresente valores menores, ao contrário de períodos chuvosos, quando grandes volumes de materiais são transportados para o corpo d' água. A topografia da área de drenagem, o solo e o tipo ou a ausência de vegetação, também podem contribuir para o aumento da turbidez.

O ponto 1, do córrego Trajano, apresentou valores maiores de turbidez na coleta de inverno, porém, com pequena variação para as demais coletas (Figura 5.26).

O ponto 2, no médio curso do córrego Trajano, apresentou valores que variaram de 61,9UNT na coleta do verão, período chuvoso, para 24,7UNT na coleta de inverno, e 24,6UNT na coleta da primavera, período seco, todos abaixo do permitido pela resolução adotada.

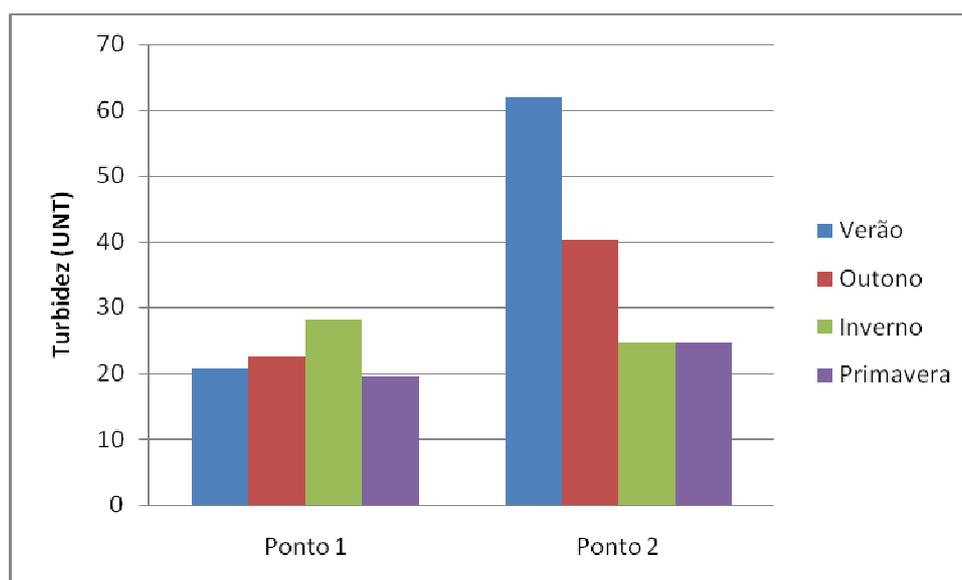


Figura 5.26: Variação da turbidez (UNT), do córrego Trajano/Terra Rica/PR

As análises realizadas no rio Guairaçá (pontos 3, 4 e 5), apresentaram valores relativamente baixos. Os maiores valores apresentados estão ligados ao período das chuvas (verão) e os menores estão relacionados ao período seco (inverno), apresentando pequenas variações entre os pontos coletados e as estações de coleta (Figura 5.27).

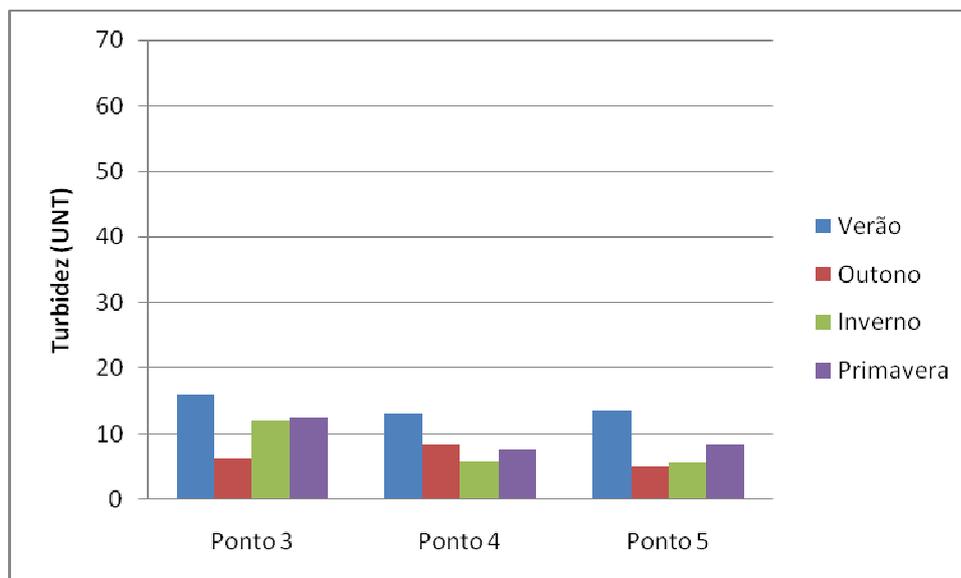


Figura 5.27: Variação da turbidez (UNT), do rio Guairaçá/Terra Rica/PR

A análise de turbidez serviu como parâmetro para indicar diferenças entre os dois cursos d' água que são objeto de pesquisa. O córrego Trajano apresenta sua cabeceira de drenagem no perímetro urbano e destino das águas da chuva que se precipitam sobre a cidade e apresenta em sua parte alta um processo de voçorocamento que resulta no carreamento de partículas.

Também, se encontra na parte alta do córrego Trajano indústrias de produção de alimentos que, por vezes, despejam resíduos no córrego, como já foi visto anteriormente. Já o rio Guairaçá que está localizado na área rural apresentou índices bem menores de turbidez, pode-se concluir que, com exceção das pastagens degradadas na parte alta, a ocupação da terra nessa bacia, apresenta técnicas de cultivo que impedem o escoamento superficial direto para o curso d' água.

## - Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é uma variável da qualidade da água que, de certa forma, quantifica a poluição orgânica pela depleção do oxigênio, que poderá conferir condição anaeróbica ao ecossistema aquático (MACÊDO, 2002).

A DBO sempre foi caracterizada como um dos principais parâmetros para se avaliar a qualidade de um curso d'água. É definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas, ou seja, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido, que será consumido pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica (LIMA *et. al.*, 2006). Ainda segundo os autores define-se como matéria biodegradável, aquela que pode ser consumida e assimilada como alimento e fonte de energia pela população de micro-organismos decompositores do ambiente aquático.

Os índices apresentados nos resultados para o córrego Trajano e o rio Guairaçá apontam valores bem abaixo dos permitidos pela resolução CONAMA 357/2005 que estabelece 5,0mg/L (CONAMA, 2005).

Para as análises realizadas com as amostras coletadas no córrego Trajano, o ponto 2 indicou os maiores valores, chegando a atingir 3,0mg/L, porém, as variações encontradas são pequenas e os valores estão todos dentro dos permitidos pela resolução adotada. (Figura 5.28).

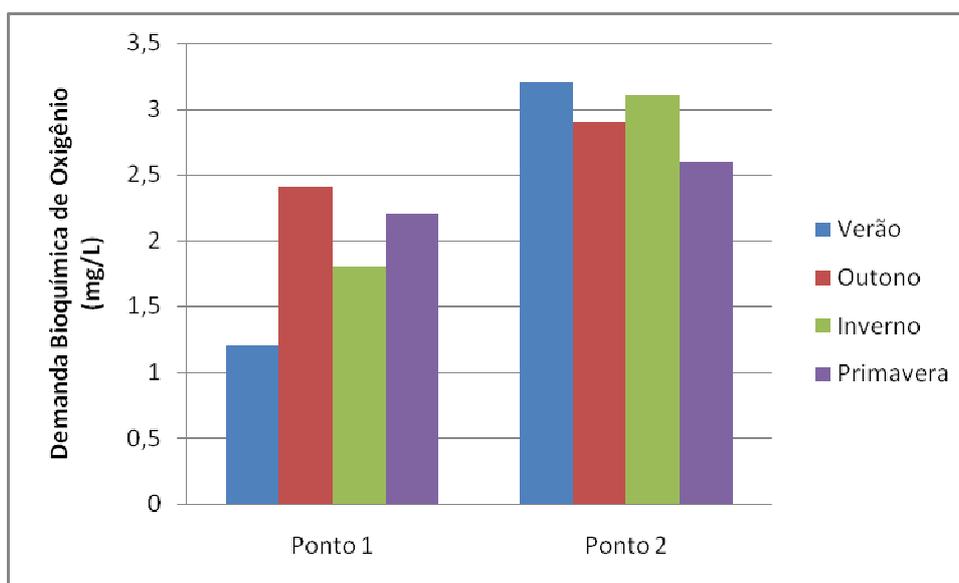


Figura 5.28: Variação da demanda bioquímica de oxigênio do córrego Trajano/Terra Rica/PR

Os valores obtidos nas amostras coletadas no rio Guairaçá apresentaram aumento no outono, o ponto 5 passou de 1,4 mg/L no verão para 2,4mg/L no outono. As demais amostras apresentaram valores abaixo de 2,0mg/L, exceto para o ponto 4 na coleta realizada no verão (Figura 5.29).

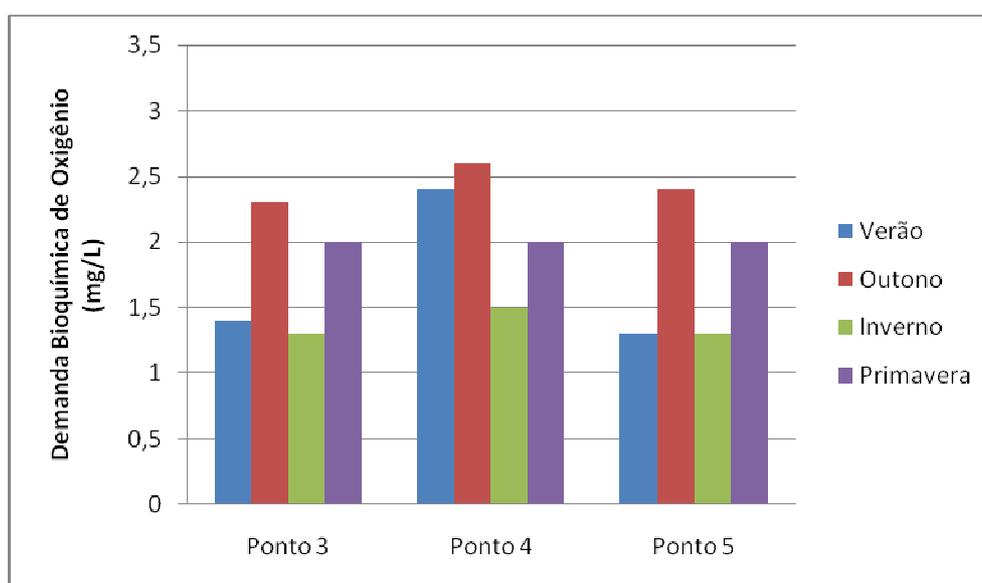


Figura 5.29: Variação da demanda bioquímica de oxigênio do rio Guairaçá/Terra Rica/PR

A quantidade de matéria orgânica presente, indicada pela DBO, é importante para se conhecer o potencial poluidor de um efluente, para o dimensionamento do sistema de tratamento mais adequado e medir a eficiência desse sistema. Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do curso d'água. Neste caso, os valores obtidos indicam baixa quantidade de matéria orgânica na água.

#### - coliformes fecais

As bactérias do grupo coliforme são indicadoras de contaminação fecal, ou seja, indicam se a água foi contaminada por fezes e, em decorrência, se apresenta uma potencialidade para transmitir doenças (VON SPERLING, 2005).

Segundo Barrell *et al.* (2002), o critério para que as bactérias sejam consideradas ideais como indicadoras de poluição de origem fecal, é que

estejam presentes em grande número nas fezes humanas e de animais e em efluentes residuais.

Os índices de coliformes fecais obtidos na presente pesquisa apontam para valores bem abaixo do que o apresentado pela resolução CONAMA (2005).

De acordo com os dados, apresentados na Figura 5.31, pode-se observar que mesmo o córrego Trajano tendo sua cabeceira de drenagem localizada no perímetro urbano da cidade, provavelmente, não são lançados esgotos das residências no corpo d' água, uma vez que os resultados obtidos apontam valores relativamente baixos.

A figura 5.30, mostra os valores de coliformes fecais em torno de 435,2 NMP/100ml, no ponto 2, na amostra da primavera, tal fato pode estar relacionado com a dissolução de resíduos de indústrias de carne na parte alta do curso. A água apresentava cheiro forte, tal fato não foi notado nas demais coletas.

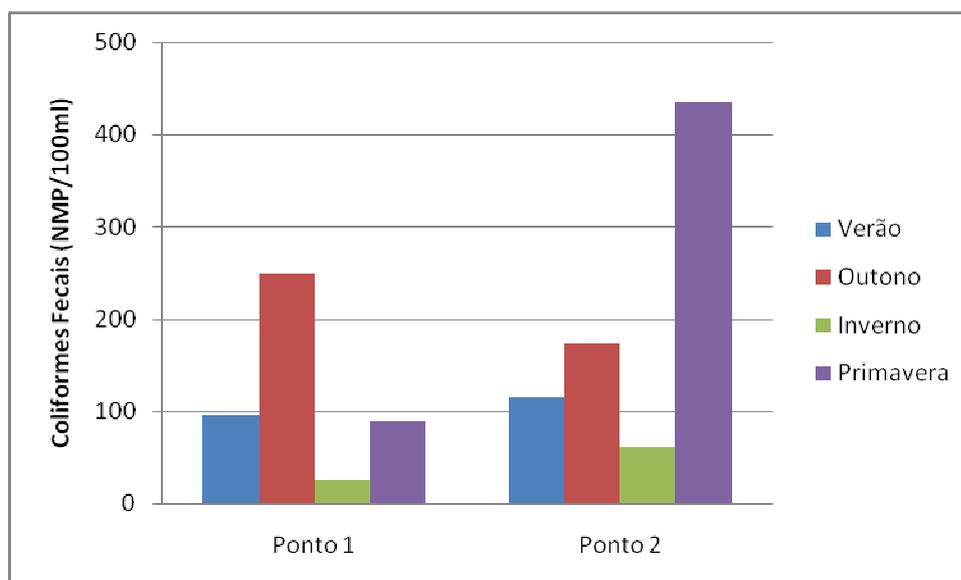


Figura 5.30: Variação na quantidade de coliformes fecais do córrego Trajano/Terra Rica/PR

Foi observado também que nos pontos 4 e 5, parte alta e média do rio Guairaçá, nas coletas de verão e outono, os valores apresentaram-se elevados, chegando a atingir 488,4 NMP/100mL no ponto 5 para a coleta de outono, período chuvoso (Figura 5.31).

Estes valores podem estar relacionados às pastagens degradadas encontradas na margem esquerda do rio, que apresentam feições erosivas, indicando que, no período das chuvas, ocorre o transporte de material

contaminado com coliformes fecais, porém, os valores encontrados estão de acordo com os permitidos pela resolução adotada (CONAMA, 2005).

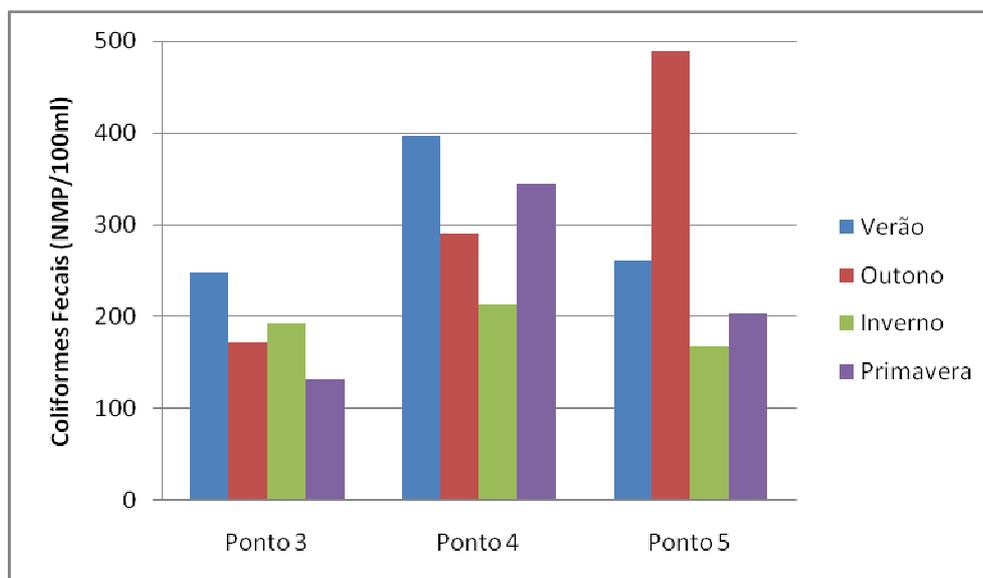


Figura 5.31: Variação na quantidade de coliformes fecais do rio Guairaçá/Terra Rica/PR

#### - concentração de metais potencialmente tóxicos presentes na água

Foram analisados os seguintes metais pesados: Cobre (Cu), Zinco (Zn), Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Arsênio (As), Níquel (Ni), Cromo (Cr), Manganês (Mn), Ferro (Fe) e Selênio (Se).

De acordo com os resultados encontrados o Pb, o Cd, o As, o Ni, o Cr e o Se não foram detectados nas amostras coletadas no córrego Trajano e no rio Guairaçá (Tabelas 5.4 e 5.5).

Tabela 5.4: Concentração média dos metais pesados analisados na água em (mg/L) para coletas realizadas no córrego Trajano/Terra Rica/PR

Primeira coleta: data 06/12/2010 (Verão)										
Pontos	Cu	Zn	Pb	Cd	As	Ni	Cr	Mn	Fe	Se
01	ND	0,0355	ND	ND	ND	ND	ND	0,21	2,27	ND
02	ND	0,0031	ND	ND	ND	ND	ND	0,19	1,13	ND
Segunda coleta: data 10/03/2011 (Outono)										
Pontos	Cu	Zn	Pb	Cd	As	Ni	Cr	Mn	Fe	Se
01	0,0035	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,16	2,33	ND
02	0,0041	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,06	0,86	ND
Terceira coleta: data 06/06/2011 (Inverno)										
Pontos	Cu	Zn	Pb	Cd	As	Ni	Cr	Mn	Fe	Se
01	0,0021	0,0020	ND	ND	ND	ND	ND	0,03	0,52	ND

02	0,0034	0,0003	ND	ND	ND	ND	ND	0,03	1,14	ND
Quarta coleta: data 12/09/2011 (Primavera)										
Pontos	Cu	Zn	Pb	Cd	As	Ni	Cr	Mn	Fe	Se
01	ND	0,0036	ND	ND	ND	ND	ND	0,06	1,61	ND
02	ND	0,0015	ND	ND	ND	ND	ND	0,21	0,84	ND
*	0,0090	0,1800	0,01	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,3	0,01

ND - Não Detectados

\* Valores permitidos (CONAMA 2005)

Tabela 5.5: Concentração média dos metais pesados analisados da água em (mg/L) para coletas realizadas no rio Guairaçá, Terra Rica/PR

Primeira coleta: data 06/12/2010 (Verão)										
Pontos	Cu	Zn	Pb	Cd	As	Ni	Cr	Mn	Fe	Se
03	ND	0,0034	ND	ND	ND	ND	ND	0,31	2,8340	ND
04	ND	0,0092	ND	ND	ND	ND	ND	0,07	0,9192	ND
05	ND	0,0322	ND	ND	ND	ND	ND	0,04	0,9446	ND
Segunda coleta: data 10/03/2011 (Outono)										
Pontos	Cu	Zn	Pb	Cd	As	Ni	Cr	Mn	Fe	Se
03	0,0050	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,09	2,20	ND
04	0,0042	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	0,67	ND
05	0,0041	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,04	0,77	ND
Terceira coleta: data 06/06/2011 (Inverno)										
Pontos	Cu	Zn	Pb	Cd	As	Ni	Cr	Mn	Fe	Se
03	0,0020	0,0016	ND	ND	ND	ND	ND	0,06	0,25	ND
04	0,0031	0,0020	ND	ND	ND	ND	ND	0,02	0,48	ND
05	0,0031	0,0033	ND	ND	ND	ND	ND	0,03	0,54	ND
Quarta coleta: data 12/09/2011 (Primavera)										
Pontos	Cu	Zn	Pb	Cd	As	Ni	Cr	Mn	Fe	Se
01	ND	0,0018	ND	ND	ND	ND	ND	0,07	1,33	ND
02	ND	0,0008	ND	ND	ND	ND	ND	0,04	0,55	ND
03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,03	0,46	ND
*	0,0090	0,1800	0,01	0,001	0,01	0,025	0,05	0,1	0,3	0,01

ND - Não Detectados

\* Valores permitidos pela resolução CONAMA (2005)

Nas análises realizadas no córrego Trajano, os valores apresentados para Zn e Cu estão bem abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA (2005), já os valores de Mn e Fe encontraram-se acima do valor permitido.

Além de serem encontrados no meio natural, esses elementos podem estar presentes nos dejetos de farinha localizada na parte alta do córrego Trajano. Estudos realizados por Silva *et. al.* (2003) e Pinto (2008) caracterizaram a presença dos metais de Cu, Zn, Mn e Fe em efluentes de indústrias de produção de alimentos do tipo farinhas.

Porém, uma pesquisa realizada por Sallun (2007), aponta que o substrato rochoso da região possui alto teor, principalmente, de óxidos e hidróxidos de ferro, tal fato, indica que os valores encontrados estão relacionados com a feição erosiva na parte do curso que transporta os sedimentos resultantes do processo de decomposição da rocha matriz local.

Já nos valores encontrados para amostras coletas no rio Guairaçá foi observado que o Cu e o Zn e o Mn aparecem em valores abaixo do permitido pelo CONAMA (2005).

Os valores obtidos demonstram que o Fe encontra-se acima do permitido. Observa-se também a diminuição dos valores encontrados no período seco (inverno e primavera), se comparados aos encontrados na coleta de verão e outono, período chuvoso, tal fato indica que o escoamento superficial na bacia de drenagem influencia diretamente nos resultados obtidos para este tipo de análise.

O Fe, como já citado anteriormente, pode ser encontrado no meio natural, no substrato rochoso da área pesquisada. Porém, ele está presente também em produtos utilizados nas plantações de cana de açúcar, via aspersão nas folhas, dependendo da necessidade desses elementos na planta para o seu desenvolvimento.

Segundo Vitti, Queiroz e Quintino (2005), os sulfatos de cobre, ferro, manganês e zinco são amplamente utilizados para aplicações via solo ou foliar, apesar do sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) não ser recomendado para aplicações via solo. São geralmente utilizados em adubação foliar e podem também ser empregados na formulação de adubos fluidos, sendo nestes casos, importante o estudo da sua compatibilidade com as outras fontes utilizadas.

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 (CETESB, 2005).

## **6 CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas da água quando comparados com valores encontrados na resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005), indicaram que os mesmos encontram-se, na sua maioria, em conformidade, não interferindo diretamente na qualidade dos recursos hídricos superficiais das bacias do córrego Trajano e do rio Guairaçá. A seguir é apresentada uma análise comparativa dos dados obtidos.

### **6.1. Bacia do córrego Trajano**

Apesar dos resultados obtidos, nas análises laboratoriais das amostras de água coletadas, estarem em conformidade com a resolução CONAMA (2005), a bacia do córrego Trajano apresentou fontes potenciais de poluição detectadas nas visitas a campo.

O pH, que indica a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, apresentou valores dentro limite estabelecido pela resolução (entre 6,0 a 9,0) para as águas de classe II, apresentando próximo da neutralidade.

Os resultados obtidos na análise da turbidez apresentaram os maiores valores para o ponto 2, registrando 61,9UNT na coleta de verão, período chuvoso, bem acima dos 24,7UNT e 24,6UNT registrados no período seco. Tal fato confirma que a destinação da água da chuva que se precipita sobre o perímetro urbano do município para o local interfere na qualidade da água, dificultando a dispersão da radiação solar. Porém, os resultados obtidos nos dois pontos analisados neste córrego estão dentro dos limites permitidos pela resolução adotada.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) que quantifica a poluição orgânica apresentou valores baixos, sendo a maioria inferior a 3,0mg/L, enquanto que o CONAMA (2005) estabelece 5,0mg/L.

Os maiores valores de coliformes fecais (435,2 NMP/100ml), foram encontrados no ponto 2, na amostra da primavera, tal fato pode estar relacionado com a dissolução de resíduos de indústrias de carne na parte alta do curso. Todos os resultados encontrados estão abaixo dos 1000 NMP/100ml permitidos pelo CONAMA (2005).

Já a análise de bactérias do grupo coliforme que são indicadoras de contaminação fecal, indicam eficácia no tratamento do esgoto coletado em parte do município, já que a maioria das residências ainda possui fossa séptica.

Entre os metais pesados potencialmente tóxicos observados na pesquisa, não foram determinados valores para o Pb, o Cd, o As, o Ni, o Cr e o Se em nenhuma das amostras. Foram encontradas pequenas quantidades de Zn e Cu. Já os valores de Mn e Fe encontraram-se acima do valor permitido, sendo que a concentração encontrada é provavelmente resultante do substrato rochoso da área pesquisada.

A característica de ocupação da bacia do córrego Trajano, que empobrece a paisagem com resíduo sólido, resíduos industriais e o processo erosivo, pouco altera a qualidade da água, quando comparada com a resolução (CONAMA, 2005) adotada na pesquisa.

As lagoas de contenção de resíduos industriais possuem falhas que podem influenciar a qualidade da água num período futuro. Seriam necessárias análises específicas nos resíduos para identificar se eles podem ou não comprometer a qualidade da água.

Torna-se, portanto, necessário que o Poder Público em conjunto com os donos das indústrias, tomem providências cabíveis na manutenção das lagoas de contenção, para evitar transtornos para as empresas e contaminação do ambiente.

Também são necessárias medidas urgentes para conter o processo erosivo na cabeceira do córrego Trajano, que é considerado pela Prefeitura Municipal de Terra Rica o principal problema ambiental do município.

## **6.2. Bacia do rio Guairaçá**

Como foi visto a bacia do rio Guairaçá apresenta características do uso e ocupação da terra, que em análises laboratoriais não determinaram influência na qualidade da água que a colocassem fora dos padrões permitidos pela resolução (CONAMA, 2005) adotada na pesquisa.

O pH apresentou pouca variação e apenas o ponto 5, com 5,76 de medida na coleta de verão, está abaixo do que é permitido pela resolução (entre 6,0 a 9,0) para as águas de classe II. Tal fato pode estar relacionado

com a decomposição de matéria orgânica, já que nas demais coletas para o mesmo ponto, os valores se mostraram em conformidade. Os demais pontos indicaram valores próximos da neutralidade.

A análise de turbidez apresentou valores relativamente baixos, próximos a 10UNT, bem abaixo dos limites permitidos pela resolução adotada que é de 100UNT.

A poluição orgânica quantificada pela DBO também apresentou valores baixos, sendo a maioria inferior a 2,5mg/L, enquanto que o CONAMA (2005) estabelece 5,0mg/L.

Já a análise de bactérias do grupo coliforme que são indicadoras de contaminação fecal indica que o escoamento superficial em pastagens degradadas influencia diretamente na qualidade da água.

Os maiores valores encontrados de coliformes fecais (488,4 NMP/100ml), foram detectados no ponto 1, na amostra da outono, local mais próximo da nascente, onde as pastagens são cortadas por pequenas feiçõeserosivas, indicando o carreamento de partículas que podem estar contaminadas com bactérias desse gênero para o curso d' água. Porém, todos os resultados encontrados estão abaixo dos 1000 NMP/100ml permitidos pelo CONAMA (2005).

Entre os metais pesados potencialmente tóxicos observados na pesquisa, não foram determinados valores para o Pb, o Cd, o As, o Ni, o Cr e o Se em nenhuma das amostras. Foram encontradas pequenas quantidades de Zn, Cu e Mn. Já os valores de Fe encontraram-se acima do que é permitido pelo CONAMA (2005), sendo a concentração encontrada resultante provavelmente do substrato rochoso da área pesquisada.

As características agropecuárias de ocupação da terra na bacia do rio Guairaçá, comprovam que quando as técnicas utilizadas, principalmente no caso das pastagens, são inadequadas, podem comprometer a qualidade da água.

Torna-se, portanto, necessário que o Poder Público tome as medidas necessárias para que os proprietários rurais encontrem a solução do problema, evitando a contaminação do ambiente mesmo quando a quantidade de resíduos emitidos é inferior à capacidade de absorção do ambiente da área pesquisada.

## 7. Referências

AGENDA 21, *Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos*, Rio de Janeiro: 1992.

ALMEIDA, P. W. *Paraná Político*, Curitiba: Editora Folha Econômica, 1989, 123p.

ANDRADE, A. R., FELCHAK, I. M., *A poluição e o impacto na qualidade da água do rio das Antas, Irati/PR*. Revista Geoambiente, 2009, 108-132p.

APHA, AWWA, WPCF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 17 ed. Washington: APHA, 1989, 541p.

BARRELL, R.; BENTON, C.; BOYD, P.; CARTWRIGHT, R.; CHADA, C.; COLBOURNE, J.; COLE, S.; COLLEY, A.; D RURY, D.; G ODFREE, A.; HUNTER, P.; LEE, J.; MACHRAY, P.; NICHOLS, G.; SARTORY, D.; SELLWOOD, J.; WATKINS, J. *The Microbiology of Drinking Water - Part 1 - Water Quality and Public Health. Methods for the Examination of Waters and Associated Materials*. Environment Agency, 2002, 50p.

BORGUI, W. A.; MARTINS; S. S.; DEL QUIQUI, E. M.; NANNI, M. R. *Caracterização e avaliação da mata ciliar à montante da Hidrelétrica de Rosana, na Estação Ecológica do Caiuá, Diamante do Norte, PR*, Curitiba: Cadernos da biodiversidade, 2004, 9-18p.

BRAILE, P. M., *Despejos industriais*, São Paulo, Livraria Freitas Bastos, 1971, 231p.

CALHEIROS, D. F.; FERREIRA, C. J. A., *Alterações limnológicas no rio Paraguai (“dequada”) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-Grossense MS.*, Corumbá, EMBRAPA-CPAP, 1996, 51p.

CALÍRIO, E. P. *Vale do Paranapanema – Sonhos de uma Terra Rica*, Paranavaí: Editora Gráfica Paranavaí Ltda, 2005, 70p.

\_\_\_\_\_. *Morro Três Irmãos – História, Lenda e Mistério*, Paranavaí, Editora Gráfica Paranavaí Ltda, 2001, 76p.

CANCEAN, M. D. J. G. *Estudo da Voçoroca Vila Vitória em Área Periurbana no Município de Loanda/PR*, PDE/SEED-PR, 2008, 29p.

CANGANI, M. T.; POLEGATTO, J. C.; ROCHA, P. C. *Análise Granulométrica de sedimentos de fundo nos canais da planície fluvial do alto rio Paraná*, Anais do IV Fórum Ambiental da Alta Paulista, Tupã, 2008, CD ROM.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. *Guia de práticas sedimentométricas*. Brasília: ANEEL, 2000, 154p.

CARVALHO, A. L., *Contaminação de águas superficiais em área de disposição de resíduos sólidos urbanos – o caso do antigo lixão de Viçosa (MG)*, 2001, 146p.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - *Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo*. São Paulo. 2005. Disponível <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 25/07/2011.

CHIES, C.; ROCHA, M. M. *A população do bairro Concórdia – Tuneiras do Oeste – Paraná – Brasil. O tradicional e o moderno produzindo o espaço local*. AGRÁRIA, São Paulo, 2006, N° 3, 83-102p.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 357/2005. *Legislação*, Brasília: Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso: 16/02/2011. 2005.

\_\_\_\_\_, Resolução 001 de 23.01.1986, 1986, 5p.

COSTA, M. A. G., COSTA, E. C., *Poluição ambiental: herança para gerações futuras*. Santa Maria, Editora Orium, 2004, 256p.

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ, CAMPUS DE PARANAÍ, 2011.

ESTEVES, F.A. *Fundamentos de limnologia*. 2º ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 226p.

FARIA, H. H., *Parque Estadual Morro do Diabo: plano de manejo*, São Paulo: Editora Viena, 2006, 312p.

FRANCISCO, A. B., *A questão Ambiental e suas escalas geográficas*, Campo Mourão, Revista GEOMAE, 2010. 57-71p.

GASPARETTO, N. V. L.; SOUZA, M. L. *Contexto Geológico-Geotécnico da Formação Caiuá no Terceiro Planalto Paranaense – PR*, Maringá: Anais: I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense – ENGEOPAR, 2003, CD-ROM.

GUEDES, J. A.; LIMA, R. F. S.; SOUZA, L. C., *Metais pesados em água do rio Jundiá – Macaíba RN*, Revista de Geologia, 2005, 131-142p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, 103-138p.

GUIMARÃES, J. R. P. F. *Resíduos industriais na Baixada Santista: Classificação e riscos*, ACPO, 2005, 9p.

GUNTHER, W. M. R. *Área contaminada por disposição inadequada de resíduos industriais de galvanoplastia*, 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999, p. 2655-2664.

IBGE. *Manual técnico de uso da terra*, 2ª edição. Rio de Janeiro, 2006, p. 91.

\_\_\_\_\_. *Manual técnico da vegetação brasileira*, Rio de Janeiro: 1992, 91p.

\_\_\_\_\_, *Atlas de saneamento 2011, 2011, 268p.*

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, *Caderno Estatístico Município de Terra Rica*, Curitiba: 2010a, 28p.

\_\_\_\_\_. *Perfil do município de Terra Rica*, 2010b, 2p

\_\_\_\_\_. *Índice de desenvolvimento humano municipal, IDHM-2000, anotações sobre o desempenho do Paraná*, Curitiba, 2003, 47p.

INMETRO. *Meio Ambiente e Consumo*, Coleção educação, 2002, 82p.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. Apresentação, disponível em: [www.aguasparana.pr.gov.br](http://www.aguasparana.pr.gov.br), acessado em 09.11.2011.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências, *Carta Geológica de Loanda*, 2006, 2p.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências, *Carta Geomorfológica de Loanda*, 2005, 2p.

JENSEN, J. R. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres*. tradução: José Carlos Neves Epiphanyo (coordenador)... [et al.]. São José dos Campos: Parêntese, 2009, 598p.

KEITH, L. *Compilation of EPA'S (Environmental Agency Protection) sampling and analysis methods*. 2nd Edition. New York: Lewis Publishers (CRC Press, Inc.), 1996, 160p.

KÖEPPEN, W. *Climatologia: com um estúdio de los climas de la Tierra*. Fondo de Cultura Económica (FCE), México, 1948, 467p.

LEI N° 12.726 DE 26 DE NOVEMBRO DE 1999. Publicado no Diário Oficial N° 5628 de 29/11/1999, Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná.

LELI, I. T.; STEVAUX, J. C.; NÓBREGA, M. T., *Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte*, Maringá: Boletim Geográfico, 2010, 43-58p.

LIMA, L. S.; IZARIO FILHO, H. J.; CHAVES, F. J. M. *Determinação de demanda bioquímica de oxigênio para teores  $\leq 5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$* , São Paulo: Revista Analytica, 2006, 52-57p.

MAACK, R. *Geografia Física do estado do Paraná*. 1ed. Curitiba, Paraná. Banco de desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisas tecnológicas, 1968, 350p.

MACÊDO, J. A B., *Introdução à Química Ambiental* - Juiz de Fora - MG. 1ª ed., 2002, 67p.

MAIER, C. *Qualidade de águas superficiais e tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedade de agricultores familiares*, Mestrado, UFSM, 2007, 96p.

MAIER, M.H. *Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55' – 48°55'W; 22°30' – 21°55'S – Brasil): qualidade da água do rio principal*. Ciência e Cultura, 39(2), 1987, 164-185p.

MANUAL TÉCNICO PARA COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA, Florianópolis, SC, 2009, 37p.

MATOS, A. T., *Tratamento de resíduos agroindustriais*, Fundação Estadual do Meio Ambiente, Curso sobre Tratamento de Resíduos Agroindustriais.

Fundação Estadual do Meio Ambiente. Maio (2005). Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental/UFV 2005, 34p.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P., *Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura*, Agroecologia e Desenvolvimento rural sustentável, Porto Alegre, 2002, 6p.

NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M. T. *Solos do Terceiro Planalto do Paraná – Brasil*, Anais I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense, 2003, 66-85p.

NASCIMENTO, C. A.; NAIME, R. *Panorama do uso, distribuição e contaminação das águas superficiais no Arrio Pampa na bacia do rio dos Sinos*. Estudos Tecnológicos, volume 5, 2009, p. 101-120.

ORFEO, O. Sedimentología del río Paraná en el área de confluencia com el río Paraguay. – Tesis Doctoral, Univ. Nacional de la Plata, Facultad de Ciencia Naturales e Museo, La Plata, Argentina, 1995, 290p.

PAIVA, J. O. *Qualidade das águas subterrâneas da região norte ao “lixão” do Jangurussu*, Universidade Federal do Ceará, 1998, 124p.

PEREIRA, R. S., *Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos*, Revista Eletrônica de Recursos Hídricos, UFRGS, 2004, 20-36p.

PEREIRA, J. A. R., *Geração de resíduo industrial e controle ambiental*, Revista Saber, 2001, 1212-139p.

PINTO, P. H. M., *Tratamento de manipueira de fecularia em biodigestor anaeróbico para disposição em corpo receptor, rede pública ou uso em fertirrigação*, Botucatu: Dissertação (Mestrado) - UNESP, 2008, 101p.

PINTO, N. S.; HOLTZ, A. C.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. *Hidrologia Básica*, São Paulo: Editora Blucher, 1976, 278p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERRA RICA, *Banco de dados fotográfico do plano diretor municipal*, Acesso em 17/11/2010.

\_\_\_\_\_, *Banco de dados fotográfico do plano diretor municipal*, 2007.

\_\_\_\_\_, *Banco de dados*, Acesso em 15/11/2011.

\_\_\_\_\_, *Plano Diretor Municipal*, 2004. 322p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação*, Escrituras Ed., São Paulo, 1999, 807p.

REGIMENTO INTERNO DO COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E PARANAPANEMA IV, Secretaria de estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Governo do estado do Paraná, 2011, 17p.

RHEINHEIMER, D. S.; GONÇALVES, C. S.; PELEGRINE, J. B. R. *Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água*, *Ciência & Ambiente*, 2003, 85-96p.

RODRIGUES, F. A. C., *Ecogenotoxicologia dos Agrotóxicos: Avaliação comparativa entre ecossistemas agrícolas e área de proteção ambiental*, Universidade de Brasília, Brasília, 2006, 58p.

RODRIGUES, M. L. K., ROCHA, H. R., FORMOSO, M. L., *Avaliação de teor de arsênio em sedimentos fluviais sob a influência de atividades de curtumes*, FEPAM em revista, 2010, 4-11p.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*, São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 495p.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; STEVAUX, J. C. *Preposição formal do Alogrupo Alto rio Paraná (SP, MS e PR)*, Geologia USP, Série Científica, 2007, 49-70p.

SILVA, F. F.; FREITAS, P. S. L.; BERTONHA, A.; REZENDE, R. GONÇALVES, A. C. A.; DALLACORT, R. *Flutuação das características químicas do efluente industrial de fecularia de mandioca*, Maringá: Acta Scientiarum: Agronomy, 2003, 167-175p.

SENRA, J. B. A. *A paisagem da água no Brasil, Água: bem público Universal*, Editora Unisinos, São Leopoldo, 2004, 33-56p.

SUDERHSA. Banco de dados da construção do canal de drenagem pluvial do município de Terra Rica/PR. Acessado em 02.02.2010.

SUGUIO, K. *Introdução à Sedimentologia*, Edgard Buckler, EDUSP, São Paulo, 1973, 317p.

TOMASONI, M. A.; PINTO, J. E. S.; SILVA, H. P., *A questão dos recursos hídricos e a perspectiva para o Brasil*, Bahia: Geotextos, 2009, 22p.

TOMITA, R. Y.; BEYRUTZ, B. *Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático*, Revista O Biológico, volume 64, 2002, 135-142p.

TUNDISI, M. A. A. *Água no século XXI: Enfrentando a escassez*, Editora Rima, São Paulo, 2003, 247p.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. *Análise de contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do sudoeste do Brasil*, Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2006, 2391-2399p.

VIAN, C. F. F.; PAVANI, A. A.; HANASHIRO, M. M.; OLIVEIRA, D. R. M. S., SOUZA, M. T. F.; MARIN, F. R. *Análise da expansão da agroindústria*

*canaveira no Centro-Sul do Brasil*, Caderno de Ciência & Tecnologia, 2007, 11-38p.

VILPOUX, O. *Desempenho dos arranjos institucionais e minimização dos custos de transação: transações entre produtores e fecularias de mandioca*, Revista de Economia e Sociologia Rural, vol. 49, Brasília, 2011, p. 24.

VITTI, G. C.; QUEIROZ, F. E. C.; QUINTINO, T. A. *Micronutrientes na cana-de-açúcar: mitos e realidades*, Botucatu: Dissertação (Mestrado) - UNESP, 2005, 39p.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005, 452p

WENTWORTH, C. K. *A scale or grade and class terms for clastic sediments*, J. Geology, 1922, 377-392p.