

ODAIR SONEGATTI

ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARRECO – OESTE
DO ESTADO DO PARANÁ

Presidente Prudente - SP

2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Campus de Presidente Prudente

ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARRECO – OESTE
DO ESTADO DO PARANÁ

Odair Sonegatti

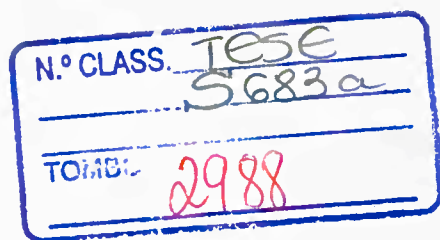
Orientador: Prof. Dr. Edson Luis Piroli



Dissertação de Mestrado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia
– Área de concentração: Produção do
Espaço Geográfico, para obtenção do título
de Mestre em Geografia.

Presidente Prudente - SP

2009



Sonegatti, Odair
S580i Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Marreco – Oeste
do Estado do Paraná / Odair Sonegatti - Presidente Prudente : [s.n],
2009
xiv, 105 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Orientador: Edson Luis Piroli

Banca: Antonio Cezar Leal ; Salvador Carpi Júnior

Inclui bibliografia

1. Bacia Hidrográfica. 2. Gestão em Bacias. 3. Análise do Uso da
Terra 4 Geoprocessamento. I. Sonegatti, Odair. II. Título. III.
Presidente Prudente - Faculdade de Ciências e Tecnologia.

CDD(18.ed.) 621.71

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Presidente Prudente.
claudia@fct.unesp.br

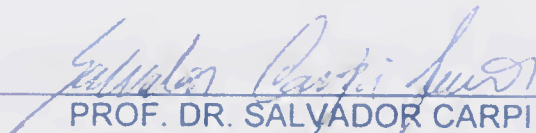
BANCA EXAMINADORA



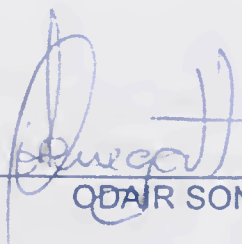
PROF. DR. EDSON LUIS PIROLI
Orientador (UNESP/OURINHOS)



PROF. DR. ANTONIO CEZAR LEAL
(UNESP/FCT)



PROF. DR. SALVADOR CARPI JUNIOR
(UNICAMP)



ODAIR SONEGATTI

Presidente Prudente (SP), 05 de outubro de 2009.

RESULTADO: Aprovado

*Dedico este trabalho à minha
esposa Patrícia*

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi possível graças ao apoio de muitas pessoas, minha gratidão a algumas em especial:

Ao Prof. Dr. Edson Luis Piroli pela orientação.

Ao Prof. Dr. Antonio Cezar Leal pelas sugestões.

Ao Prof. Dr. José Manoel Mateo Rodrigues

Ao CNPQ pela bolsa que permitiu a dedicação integral aos estudos

A Itaipu Binacional pelos materiais cedidos.

A Prefeitura Municipal de Toledo.

Ao IAP na pessoa do Sr Adir Parizotto.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE na pessoa do Prof. Dr. Nyamien Yahaut Sebastien

As Secretárias da Pós-Graduação Márcia, Erynat e Ivonete

Aos amigos que fizemos durante esta caminhada, Gilnei, Cris, Bruna, Cláudia, Alexandre, Maurício, Marcelo, Ricardo e todos os que contribuíram direta ou indiretamente nesta caminhada.

SUMÁRIO

Índice	vii
Lista de Figuras	x
Lista de Quadros	xi
Lista de Fotos	xii
Resumo	xiii
Abstract.....	xiv
Introdução.....	01
CAPÍTULO I - PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	03
CAPÍTULO II - OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARRECO	18
CAPÍTULO III – MATERIAIS E MÉTODOS	48
CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
Considerações Finais	82
Referências Bibliográficas	84
Anexos.....	91

ÍNDICE

Introdução.....	01
CAPÍTULO I - PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	03
1.1- CONCEITOS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	03
1.2- PLANEJAMENTO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	13
1.3- BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III.....	16
1.3.1 – Gestão de Bacia e Comitê da Bacia Hidrográfica	16
1.3.2 – Ações do Comitê na Bacia Hidrográfica do Paraná III.....	16
CAPÍTULO II - OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA	
DO RIO MARRECO	18
2.1 - HISTÓRICO DA CRIAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TOLEDO PR	
DENTRO DA OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO	20
2.2 - DINÂMICA DEMOGRÁFICA.....	21
2.3 – DINÂMICA ECONÔMICA.....	22
2.4 – ABASTECIMENTO DE SERVIÇOS PÚBLICOS	24
2.4.1. Água e Esgoto	24
2.4.2. Energia Elétrica.....	25
2.4.3. Comunicação e Circulação	25
2.4.4. Uso do Solo	25
2.5 - CARACTERÍSTICAS DO RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO	
RIO MARRECO	27
2.5.1 - Relevo e Paisagem.....	27
2.5.2 - Processos geológicos	28
2.5.3. Potencial erosivo do solo	28
2.6 – GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA	
AVALIAÇÃO AMBIENTAL	29

2.7. O SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – IDRISI.....	31
2.8. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS	32
2.8.1. Área de Drenagem e Perímetro	32
2.8.2. Comprimento total dos cursos d'água	32
2.8.3. Densidade de Drenagem	32
2.8.4. Forma da bacia hidrográfica	33
2.8.5. Coeficiente de Compacidade	33
2.8.6. Fator da forma	34
2.8.7. Índice de circularidade	35
2.8.8. Ordem dos cursos d'água.....	35
2.9. - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E PEDOLÓGICAS	36
2.9.1 - Geologia local	36
2.9.2 - Sedimentos recentes	36
2.9.3 - Recursos minerais	36
2.9.4 - Pedologia e Aptidão agrícola das terras	38
2.9.5 - Classe dos solos.....	38
2.9.5.1 - Classe de Solos e Unidades de Mapeamento.....	38
2.9.5.2. Neossolos.....	40
2.9.5.3. Nitossolo.....	40
2.9.5.4. Latossolo	40
2.9.6. - Aptidão Agrícola Regional.....	43
CAPÍTULO III – MATERIAIS E MÉTODOS	48
3.1- MATERIAIS.....	48
3.1.1 Localização da área de estudo	48
3.2- MÉTODOS.....	49
CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1 – TRABALHOS DE CAMPO.....	53

4.2 – ANÁLISES DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA	55
4.2.1. Características Morfométricas	55
4.2.2. Características hidrográficas da bacia	55
4.2.3. Uso da terra na bacia hidrográfica	60
4.2.3.1. Área de mata nativa	66
4.2.3.2. Agricultura	68
4.2.3.3. Áreas de Pastagem	70
4.2.3.4. Reflorestamento	71
4.2.4 - Proteção da Cobertura Vegetal atual do Solo – Parâmetro CA	72
4.2.4.1. Análise utilizando-se os Parâmetros Coletados	73
4.2.5. Análise do Uso das terras nas APPs	74
4.2.6. Solos na bacia do Rio Marreco	79
4.2.7. - Características do Relevo	80
Considerações Finais	82
Referências Bibliográficas	84
Anexos.....	91

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Marreco na região Sul do Brasil no Oeste paranaense.....	48
Figura 2 - Área da bacia hidrográfica do rio Marreco com a distribuição da hidrografia regional	56
Figura 3 - Área da bacia hidrográfica do rio Marreco recortada de imagem do satélite Landsat 5, composição falsa-cor RGB 543	60
Figura 4 - Classes de uso da terra da bacia hidrográfica do rio Marreco.....	61
Figura 5 - Localização da Nascente do Rio Marreco na área urbana de Toledo ..	75
Figura 6 - Distribuição das áreas de preservação permanente ao redor das nascentes e ao longo dos cursos d'água	77
Figura 7 - Aproximação da distribuição das APPs demonstrando a abrangência ao redor das nascentes e dos cursos d'água	78
Figura 8 - Exemplo de usos da terra nas áreas de preservação permanente	78
Figura 9 - Classes de solo da bacia hidrográfica do rio Marreco	79

Lista de Quadros

Quadro 1 - Número de Habitantes e distribuição no território, por município em 2000	22
Quadro 2 - Representação Proporcional de cada setor na Economia.....	22
Quadro 3 - Aspectos financeiros dos Municípios.....	23
Quadro 4 - Produção de grãos em Toledo.....	26
Quadro 5 - Produção de Suínos nas Propriedades do Município de Toledo	26
Quadro 6 - Percentual de Declividade	39
Quadro 7 - Solos da bacia hidrográfica do rio Marreco	41
Quadro 8 - Classe de solo, aptidão agrícola e uso do solo na Bacia Hidrográfica.....	46
Quadro 9 – Materiais e informações utilizadas para o Diagnóstico Físico Conservacionista da Bacia do Rio Marreco	51
Quadro 10 - Características Morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Marreco.....	55
Quadro 11 - Uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Marreco	61
Quadro 12 - Classificação da Proteção fornecida ao Solo pela Cobertura Vegetal.....	72
Quadro 13 - Índice de Proteção Fornecido ao Solo pela Cobertura Vegetal	73
Quadro 14 - Erosividade da Chuva – Parâmetro E – Dados Pluviométricos de 2000	73
Quadro 15 - Usos da terra nas APPs	76

Lista de Fotos

Foto 1 - Leito canalizado do rio Marreco a céu aberto.....	57
Foto 2 - Ponte sobre o rio Marreco – com mata ciliar nas suas margens	58
Foto 3 - Trecho médio do rio marreco – com mata ciliar	58
Foto 4 - Mata nativa em encostas de altas declividades	59
Foto 5 - Foz do rio Marreco no reservatório de Itaipu	59
Foto 6 - Cultura de feijão	62
Foto 7 - Cultura de milho	62
Foto 8 – Criação de caprinos	63
Foto 9 - Criação de gado bovino.....	63
Foto 10 - Plantio de cevada	64
Foto 11 - Floresta plantada ao fundo e milho em primeiro plano.....	65
Foto 12 - Floresta plantada de eucaliptos.....	65
Foto 13 - Mata ciliar no Rio Marreco.....	67
Foto 14 - Mata nativa cobrindo encosta de alta declividade	67
Foto 15 - Área de cultivo de milho com palhada deixada sobre o solo	68
Foto 16 - Cultivo de milho na margem de estrada rural	69
Foto 17 - Cultivo de feijão em área próxima a foz do rio Marreco	69
Foto 18 - Cultivo de milho irrigado	70
Foto 19 - Área de pastagem. Destaque-se a presença de matações	71
Foto 20 - Área de reflorestamento	72
Foto 21 - Área de pastagem próxima ao rio Marreco com erosão.....	80
Foto 22 - Área próxima a estrada com processo erosivo.....	81

Resumo

O objeto desta pesquisa foi a análise ambiental da bacia hidrográfica do Rio Marreco localizada no oeste paranaense, uma das regiões de maior produção de grãos e suínos do Estado. Através de observações e mapeamento procurou-se conhecer a forma com que os agricultores estão trabalhando o solo, o tipo de agricultura e pecuária e a preservação das matas ciliares das nascentes e dos corpos d'água. Este trabalho foi desenvolvido em algumas etapas principais que foram: revisão de literatura, busca de informações nos órgãos responsáveis, delimitação e georreferenciamento da área de estudo, com relação aos solos e à hidrografia e levantamento do uso atual da terra sobre as imagens de satélite. Para a elaboração dos mapas, foi utilizada a metodologia desenvolvida por Piroli (2002). Utilizamos também os parâmetros cobertura vegetal atual (CA), erosividade da chuva (E) e a densidade de drenagem (DD), como proposto por Beltrame (1994) para o Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC). Como resultados das análises das características físicas da bacia, obtivemos características morfométricas, características hidrográficas da bacia e análise do uso das terras nas APPs. Constatamos que a bacia hidrográfica do rio Marreco, apresenta recomposição das matas ciliares nas cabeceiras de nascentes e respeito às faixas de preservação dos corpos d'água, e os agricultores aplicam técnicas conservacionistas para o preparo do solo.

Palavras-Chave: Bacia hidrográfica, Gestão em bacias, Análise do uso da terra, Geoprocessamento

Abstract

The goal of this research was the Marreco River's hydrographic environmental analysis of western Parana state, Brazil, one of the productive regions in grains and swine raising. Through observations and mapping this work intended to identify how the farmers are working their soil, the kind of agriculture and cattle raising and the preservation of gallery forests of their sources and courses. This work was developed in some steps which include: literature revision, information search in the responsible organs, delimitation and georeferencing of the study area, related to soil and hydrography, besides collecting the real use of the soil on the images captured by satellite. For the elaboration of the maps, the methodology used was based on Piroli (2002). We have also used the parameters of present vegetal covering (CA), rain erosion (E) and the density of drainage (DD) as proposed by Beltrame (1994) for the Conservationist Physical Diagnosis – DFC. As a result of the physical characteristics analyses of the river system, we obtained the use of the soil in the APPs. We identified that Marreco River's hydrographic system presents a recomposition of the gallery forests on the river sources and a strict respect to the preservation bounds of the systems, and the agriculturalists apply conservationist techniques for preparing the soil.

Keywords: Hydrographic system; River systems management; Analysis of soil usage; Geoprocessing.

INTRODUÇÃO

Esta dissertação pretende ser o passo inicial para a elaboração do planejamento ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Marreco. A busca de informações e os trabalhos de campo deram ao autor a visão necessária para propor as ações que devem ser efetuadas para que os impactos ambientais negativos detectados sejam minimizados, e propor ações que devem ser desenvolvidas com a visão não só de máxima produção, mas, também de conservação dos recursos naturais.

A preocupação com o estado ambiental da bacia hidrográfica do Rio Marreco foi a mola propulsora para o início desta pesquisa. A idéia foi fazer um trabalho que mostrasse a realidade da bacia hidrográfica e também avaliar as condições de seus recursos naturais e as alterações decorrentes das práticas agrícolas e pecuárias adotadas na área.

Abordou-se os seguintes temas: bacia hidrográfica, gestão em bacias, análise do uso da terra, ocupação do território, adaptando-se a metodologia do Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC) para a Bacia do rio Marreco.

A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Marreco que está localizada na região Oeste do Estado do Paraná, que tem importância destacada na produção de grãos e criação de suínos e aves.

O Rio Marreco tem sua nascente no centro urbano da cidade de Toledo e percorre aproximadamente 45 quilômetros até despejar suas águas no reservatório da Usina Hidrelétrica Itaipu Binacional. A área de sua bacia é de 340,55 quilômetros quadrados. O uso e ocupação das terras foi avaliado através do uso de uma carta gerada a partir de imagem de satélite LANDSAT TM (*Thematic mapper*) 5 de 24 de maio de 2002. Através de observação e mapeamento procurou-se conhecer a forma com que os agricultores estão trabalhando o solo, o tipo de agricultura e pecuária e a preservação das matas ciliares das nascentes e dos corpos d'água.

Considera-se fundamental cuidar dos pequenos mananciais pois estes também são responsáveis por manter a quantidade e a qualidade das águas tanto dos rios, quanto dos grandes reservatórios.

Este trabalho está estruturado em 4 capítulos, no primeiro é feita uma revisão bibliográfica que apresenta a evolução da gestão ambiental desde seu início de implantação tanto no Brasil como no exterior. Na sequência é feita uma descrição histórica da ocupação da área da bacia hidrográfica, e da formação do município de Toledo, uma vez que este abrange a maior parte da área da bacia, contendo inclusive a maior parte das nascentes de cabeceira.

No terceiro capítulo são descritos os materiais e métodos utilizados na pesquisa.

No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa.

CAPÍTULO I – PLANEJAMENTO AMBIENTAL

1.1 - CONCEITOS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Segundo Hidalgo (1992), o planejamento ambiental é um processo político, social, econômico e tecnológico, de caráter educativo e participativo, onde a ação de líderes políticos, instituições não governamentais em conjunto com a sociedade civil organizada deve escolher as melhores alternativas para a conservação da natureza, gerando um desenvolvimento que busque o equilíbrio compatível com o conceito de meio ambiente, de forma que as alterações provocadas pelo homem sejam as menores possíveis.

O objetivo do planejamento ambiental é estabelecer normas para territórios complexos e, para tanto, ele precisa estar suficientemente ligado à realidade em seus múltiplos aspectos. Tem que interpretar o meio em relação à sua composição, estrutura, processo e função, como um todo contínuo no espaço. Por essa razão, seu diagnóstico procura compreender o meio de forma global. (SANTOS, 2004 p. 72)

Planejar para desenvolver determinada área territorial é, antes de qualquer coisa manejar o ambiente em favor do social, visando a melhoria da qualidade de vida do ser humano. Assim, o planejamento ambiental deve orientar o desenvolvimento regional.

O planejamento ambiental consiste em um grupo de metodologias e procedimentos para avaliar as consequências ambientais de uma ação proposta e identificar possíveis alternativas a esta ação, ou conjunto de metodologias e procedimentos que avalia as contraposições entre as aptidões dos territórios planejados. (ALMEIDA, 1993, p. 14)

O planejamento ambiental surge, como uma proposta de superação do uso inadequado dos recursos naturais e da distribuição e organização da sociedade e das atividades econômicas sobre o território.

De acordo com Rodrigues (1998, p. 13), “a questão ambiental deve ser compreendida como um produto da intervenção da sociedade sobre a natureza. Diz respeito não apenas a problemas relacionados à natureza, mas às problemáticas decorrentes da ação social”. A problemática ambiental deve partir da relação dos homens entre si, sobre a natureza, ou seja, das contradições do sistema capitalista, pois, “a natureza é em nossa sociedade, um objeto a ser dominado por um sujeito, o homem, muito embora saibamos que nem todos os homens são proprietários da natureza”. (GONÇALVES, 1990, p. 27)

Cavalcanti e Rodriguez (1997, p. 12) colocam, que em nossa sociedade, os recursos naturais essenciais à sobrevivência não são mais inerentes à existência humana, já que o solo, o alimento e até mesmo a água têm que ser comprados. As questões ambientais devem ser analisadas a partir da relação sociedade-natureza, pois os condicionantes sociais, políticos e econômicos é que vão definir o valor e, conseqüentemente, a preservação, conservação ou apropriação dos diferentes componentes ambientais.

O planejamento ambiental surgiu, nas três últimas décadas, em razão do aumento dramático da competição por terras, recursos energéticos e biológicos que gerou a necessidade de organizar o uso da terra, de compatibilizar esses usos com a proteção de ambientes ameaçados de melhorar a qualidade de vida das populações. Surgiu também como uma resposta adversa ao desenvolvimento tecnológico, puramente materialista, buscando o desenvolvimento como um estado de bem estar, ao invés de um estado de economia nacional. O planejamento ambiental vem como um instrumento de avaliação de estratégias a serem utilizadas para o uso racional da natureza e não para solucionar os conflitos que possam ocorrer entre as metas da conservação ambiental e do planejamento tecnológico (SANTOS, 2004, p. 27).

O termo planejamento ambiental pode ser utilizado para definir “todo e qualquer projeto de planejamento de uma determinada área que leve em consideração fatores físicos-naturais e sócio-econômicos para a avaliação das possibilidades de uso do território e/ou dos recursos naturais” (BOTELHO, 1999, p. 274).

De acordo com Leal (1995),

para que o planejamento constitua-se em instrumento de melhoria de vida da população e de estabelecimento de novas relações sociedade-natureza, torna-se necessário que ocorram algumas mudanças, entre elas: prevalência do interesse coletivo sobre o privado, das determinações sociais sobre as econômicas e ampla participação popular em todo o processo de planejamento.

De acordo com Almeida (1993, p. 41), “no planejamento participativo, a coletividade deve dispor de mecanismos eficazes para influenciar a condução da máquina pública, ter acessos aos meios de comunicação e dispor de informações. Nestas condições, a participação da coletividade torna-se inerente ao planejamento, especialmente no caso da instância municipal e do planejamento urbano”. Para Almeida (1993, p. 42), as perspectivas da gestão ambiental devem ser abordadas no planejamento participativo, e portanto:

A questão ambiental deve ser considerada ao nível de formulação das políticas gerais e setoriais de desenvolvimento. O planejamento ambiental deve ser integrante do conjunto de planejamentos (econômico e social), que compõem o planejamento do desenvolvimento. Qualquer plano, programa ou projeto relacionado com desenvolvimento econômico-social deve se materializar a partir da concepção do uso ecológico dos recursos naturais. Nesse processo, os resultados das ações dependem da consistência da base na qual está apoiada a qualidade dos estudos e das informações (...). A adoção do modelo de desenvolvimento, que contemple a questão ambiental, passa, obrigatoriamente, pela democratização das decisões, de forma a permitir a participação da sociedade, garantindo este acesso à discussão dos problemas e direito de vigilância no cumprimento das ações. (ALMEIDA, 1993, p. 42)

Para Cavalcanti apud Dibieso (2006, p. 7)

o planejamento ambiental é um instrumento dirigido a planejar e programar o uso do território, as atividades produtivas, o ordenamento dos assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade, em congruência com a vocação natural da terra, o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção e qualidade do meio ambiente.

Segundo o autor, ele pode ser dividido em cinco níveis fundamentais:

- a) Ordenamento ambiental ou geoecológico: que trata da projeção no espaço da política ambiental de um território e a definição do modelo territorial dos sistemas ambientais territoriais, baseado na projeção no espaço das atividades, usos e infra-estruturas fundamentais que sustentam o estilo de desenvolvimento prevalecente.
- b) Os projetos, planos e programas de gestão ambiental ou ecoplanos: que determinam o esquema do sistema de gestão ambiental e a concretização e o modelo territorial regional, obra ou projeto (unidade produtiva). Incluem a organização espacial, a infra-estrutura geoecológica, a estrutura organizativa, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos, o programa de vigilância e monitoramento e os recursos para a execução do sistema.
- c) A avaliação ambiental dos projetos: que é um processo de revisão do conteúdo de um projeto e de sua viabilidade de acordo com a exploração dos recursos e serviços ambientais, em concordância com planos de ordenamento e gestão ambiental e aos efeitos e conseqüências ambientais, com o propósito de alcançar a obtenção da licença ambiental.
- d) Execução e implementação dos ecoplanos e sistemas de gestão ambiental de uma obra (unidade produtiva) ou entidade regional concreta.
- e) Auditoria ambiental: que trata de uma revisão (avaliação sobre o andamento) do modelo territorial e diagnóstico ambiental de uma obra (unidade produtiva) ou entidade regional concreta, com o propósito de propor as correções, ou tomar as medidas legais e institucionais pertinentes.

O planejamento ambiental constitui um dos instrumentos principais da política ambiental e uma ferramenta efetiva para o desenvolvimento sustentável. Segundo Rodriguez e Silva (2001, p. 5), a sustentabilidade ambiental “visa garantir um meio

ambiente estável e melhorado que garanta a máxima produtividade econômica e o maior benefício e equidade social". Para os autores, a noção de sustentabilidade abrange: principalmente três categorias: a geoecológica, a econômica e a sócio-cultural.

A Sustentabilidade geoecológica: está associada aos ecossistemas e geossistemas, ou seja, aos sistemas ambientais naturais. Eles estão formados por componentes e estruturas de origem natural. Eles são a base que sustenta o capital natural e garantem os recursos e serviços ambientais para o funcionamento dos outros sistemas. A sustentabilidade geoecológica é obtida quando os sistemas ambientais naturais podem manter-se constantes em relação aos parâmetros e volumes das taxas de circulação de energia, matéria e informação, ou flutuando os mesmos de modo cíclico, em torno de valores médios.

A sustentabilidade econômica está associada aos sistemas tecnológicos e econômicos. Eles garantem as infra-estruturas e o capital físico e financeiro que se incorporam no processo produtivo à base dos recursos e serviços ambientais e os convertem em bens e serviços econômicos. É definida como a habilidade de um sistema econômico de manter a produção através do tempo, mesmo na presença de repetidas restrições geoecológicas e pressões sociais-econômicas. De tal forma, o sistema deverá produzir uma rentabilidade razoável e estável através do tempo, para que a gestão torne-se atrativa e continua por mais tempo.

A sustentabilidade sócio-cultural está associada aos sistemas sócio-ambientais. Eles garantem relações e vínculos emotivos e sociais, os valores culturais e humanos, que os unem, sólida e efetivamente, com o território, e que permitem a adequação dos processos de adaptação aos respectivos nichos biofísicos e econômicos. Para alcançar a sustentabilidade sócio-cultural são necessárias as atuações dos grupos sociais de maneira compatível com os valores culturais e éticos do grupo envolvido, e da sociedade, que aceita em suas comunidades e organizações a continuidade de tal processo através do tempo.

Desde o processo de análise integrada das condições do meio físico e das sócio-econômicas, elaboração do diagnóstico e possível prognóstico de evolução espaço-temporal até a proposição de estratégias de adequação de uso e ocupação

do solo sob uma ótica de desenvolvimento sustentável, é essencial a participação interativa de técnicos de visão e ação interdisciplinar, de poder político-administrativo competente e transparente, além de lideranças comunitárias representativas dos interesses dos diferentes grupos e setores da população (SILVA apud CAVALCANTI, 1997)

Porém, “no Brasil, inicialmente, as questões ambientais foram tratadas de forma setorial (água, floresta, solo, etc); sem uma definição de política ambiental. Inevitavelmente várias leis e órgãos foram criados, muitas vezes com superposição de funções, conduzindo a conflitos e ineficácias” (ALMEIDA, 1993, p 40). Esta falta de integração perdura até os dias atuais, dificultando o desenvolvimento de políticas e ações de planejamento ambiental.

Para Cunha e Guerra (2003, p.352)

Os desequilíbrios ambientais originam-se muitas vezes da visão setorializada dentro de um conjunto de elementos que compõem a paisagem. A bacia hidrográfica, como unidade integradora desses setores (naturais e sociais) deve ser administrada com esta função, a fim de que os impactos ambientais sejam minimizados.

Além disso, a bacia hidrográfica, no caso brasileiro, constitui a unidade físico-territorial para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos, como estabelecido na Lei Estadual Paulista 7.663/91 e na Lei Federal 9.433/97. Nesta perspectiva, optou-se pela escolha da bacia hidrográfica como recorte territorial.

De acordo com Pires (1995) com relação ao planejamento ambiental em nível local, verifica-se que a maioria dos municípios ainda carece de um sistema de gestão voltado a agilizar as mais simples tarefas da administração pública e planejamento municipal; poucos possuem planos coerentes que direcionem o desenvolvimento (plano diretor), e raros possuem o entendimento da necessidade de incorporar parâmetros ambientais no processo de gerenciamento e de planejamento da ocupação e utilização dos recursos ambientais (espaço, materiais e processos).

O mesmo autor informa que somado a isto, o espaço rural, cujos recursos naturais são a base de sustentação de todas as atividades que envolvem o

desenvolvimento das áreas urbanas, raramente é objeto de regulamentação e permanece suscetível a todas as formas de apropriação e degradação. Talvez isto seja consequência da falta de informações, pois em se tratando do governo local, nem sempre existe a consciência sobre a sua responsabilidade em relação à manutenção da qualidade ambiental.

Pires (1995), nos coloca que o governo municipal é o responsável por tomar medidas administrativas para evitar os efeitos negativos das atividades que ocorrem em seu território e as omissões levam-no a ter que reparar e ressarcir os danos causados por estas atividades. Portanto, cabe à administração municipal regular sobre os usos mais adequados do solo, tanto na área urbana como na área rural. Entretanto, é impossível efetivar o processo de gerenciamento e planejamento ambiental, sem um nível adequado de informação sobre as capacidades e limitações ambientais em seu território, mesmo tendo o conhecimento sobre as estratégias políticas existentes para efetivar a gestão ambiental.

A Gestão Ambiental consiste na administração do uso dos recursos naturais por meio de ações que visem manter ou recuperar a qualidade do meio ambiente, assegurando a produtividade dos recursos e o desenvolvimento social ao longo do tempo.

Para efetivar a Gestão Ambiental existem basicamente quatro abordagens nas políticas ambientais do Brasil, que vêm superpondo-se num processo cumulativo desde o primeiro quarto deste século (MONOSOWSKI, 1989).

Em ordem cronológica, a primeira abordagem adotada foi a administração dos recursos naturais. Esta estratégia envolve a preocupação em racionalizar o uso e a exploração dos recursos naturais e regulamentar as atividades extrativistas, além de definir as áreas de preservação permanente. Dentre os principais instrumentos legais envolvidos destacam-se o Código das Águas, o Código Florestal; o Código de Mineração; o Código de Pesca; o Estatuto da Terra. Entre os órgãos que foram criados em nível federal para implementar esta estratégia, encontram-se os extintos IBDF e SUDEPE, hoje incorporados ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais ao Mineral.

A segunda abordagem foi a definição de medidas de prevenção e controle da poluição industrial, motivada pelo rápido desenvolvimento urbano-industrial das regiões metropolitanas. Como órgão catalisador desta estratégia foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente – SEMA, hoje incorporada pelo IBAMA. Foram definidas como áreas críticas de poluição as regiões metropolitanas (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Salvador e Porto Alegre), as regiões industriais de Cubatão e Volta Redonda e várias bacias hidrográficas (Tietê – SP, Paraíba do Sul – SP-RJ, Jacuí – RS e Capibaribe – PE) e o estuário de Guaíba – RS, e foram fixados legalmente padrões de controle de emissão de poluentes do ar e da água, que devem ser observados pela indústria.

Em síntese, existem dois tipos de abordagens voltadas a administração ambiental: a **Abordagem Corretiva** – que implica na adoção de ações voltadas a recuperar a qualidade ambiental de recursos ou áreas degradadas, áreas onde os problemas ambientais precisam ser corrigidos, que compreendem: os investimentos em pesquisa, equipamentos, obras e trabalhos de recuperação; os incentivos econômicos à iniciativa privada para a aquisição de equipamentos; os planos de recuperação de sistemas ambientais; e o controle ambiental através da orientação, fiscalização e acompanhamento das atividades potencialmente degradadoras e/ou poluidoras do meio ambiente por parte da administração pública; e a **Abordagem Preventiva** - que adota ações voltadas a evitar a degradação ambiental e má utilização de recursos naturais, que compreende o planejamento ambiental e ferramentas a ele ligadas como o zoneamento ambiental, a AIA e o licenciamento ambiental das atividades potencialmente degradadoras.

A abordagem preventiva é enfatizada por NORTON & WALKER, 1982; ODUM, 1985), entre outros, como a mais importante para a ordenação do uso dos recursos naturais, objetivando o melhor aproveitamento com os menores impactos sobre o ambiente. Entre eles (DUTRIEUX & GUÉLORGET, 1988) que enfatiza a capacidade de suporte, e (FRISSEL, STANKEY & ZUBE, 1980; GILLILAND & CLARK, 1981) envolvendo a abordagens de sistemas ecológicos organização trófica têm envolvido a teoria ecológica na abordagem metodológica utilizada para análise ambiental e planejamento do uso do solo.

Segundo o Conselho Mundial sobre o Meio Ambiente de Desenvolvimento (CMMAD, 1988), o principal objetivo do planejamento ambiental é decidir, entre alternativas, o melhor uso possível dos recursos ambientais de uma região. O planejamento ambiental deve resolver a questão sobre qual é a melhor combinação de usos de uma área, para satisfazer a necessidade de um maior número de pessoas de forma sustentada (hoje e no futuro). Desta forma, o planejamento ambiental deve estar atrelado ao conceito de “desenvolvimento sustentado”, cuja definição mais aceita e difundida é “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações de satisfazer as suas necessidades”.

Pires (1996) diz que a premissa básica utilizada tanto por planejadores como por legisladores, para o controle do uso do solo, é que as atividades desenvolvidas em uma parcela de solo podem trazer riscos, gerar danos ou inconvenientes para as propriedades vizinhas (como erosão do solo, poluição sonora, aérea ou aquática). Para tanto, a metodologia de análise ambiental que subsidia o planejamento ambiental, deve permitir o conhecimento e mapeamento da estrutura (materiais e recursos – geologia, pedologia, geomorfologia, vegetação, fauna, minerais, possibilidades energéticas, etc), assim como o conhecimento dos processos que operam em uma região (ou em ecossistemas dentro de uma região), como o clima, erosão/sedimentação, ciclos biogeoquímicos, regime hidrológico, etc, das funções dos diversos compartimentos ambientais encontrados e dos riscos a que estão submetidos, devido aos usos dos recursos naturais, para poder auxiliar na tomada de decisão sobre as melhores formas de uso da área sob planejamento, fundamentada em conceitos de sustentabilidade ambiental.

Entretanto, para que o processo de planejamento ambiental possa ser desenvolvido em nível local, existe a necessidade de que uma série de requisitos sejam preenchidos.

Baseando-se nas informações obtidas percebe-se que o maior desafio dos governos municipais para fazer com que a gestão ambiental seja efetivada está na implementação e criação da capacidade crítica sobre a situação ambiental local.

Esta capacitação implica não somente na contratação e/ou treinamento de técnicos, na aquisição ou melhoria de equipamentos básicos e veículos e na

destinação de verbas suficientes para sua manutenção, mas também na adoção de políticas e estratégias de gestão coerentes, negociadas com todos os atores sociais envolvidos na utilização de recursos naturais, visando atingir um padrão aceitável de qualidade ambiental e utilização sustentada dos mesmos. (PIRES, 1995)

A dependência técnica é um dos problemas a ser enfrentado, a mesma é gerada entre os governos federal e estadual e a localidade. Atualmente, os técnicos e o cidadão local dependem em muito das diretrizes e políticas emanadas das esferas superiores de governo, e o gerenciamento de seus recursos naturais e do ambiente local é realizado, na sua maioria, por órgãos estaduais e/ou federais. Entretanto, a deterioração dos serviços prestados por agências federais e estaduais envolvidas na administração ambiental e a sobreposição de competências na área têm contribuído para gerar confusão e desorientação gerencial.

Ao mesmo tempo, as ações do governo estadual e federal são setorializadas (agricultura, indústria, comércio, transportes, saúde, educação, meio ambiente, lazer, etc) e não englobam a abordagem integrada necessária para cuidar da questão ambiental. Além disto, na maioria das vezes as ações ambientais são de caráter intervencionista e temporal, para resolver problemas imediatos - ações corretivas (poluição da água, mortandade de peixes, ruído). Quando ocorrem ações preventivas, estas estão materializadas através da demande de uso de recursos naturais que geram necessidade de avaliação de impactos ambientais. Laudos de inspeção para emitir licenças ambientais e/ou o procedimento AIA, neste caso, estão voltados à análise dos efeitos ambientais de um único projeto e raramente verificam a ação de impactos cumulativos regionais ou mesmo municipais (PIRES, 1995).

Em nível local, os técnicos que deveriam ter a responsabilidade de gerenciar o meio ambiente (qualidade ambiental e recursos naturais), enfrentam uma série de problemas, entre eles:

- O enfoque setorial e compartimentalizado organizado nas prefeituras, similar a outros níveis de governo.

A maioria dos municípios conta com secretarias para tratar de assuntos específicos. Quando existe uma secretaria de meio ambiente, a mesma está voltada a resolver problemas ambientais individuais e imediatos – ações corretivas, e não

aglutina o conhecimento, experiências e nem participa de questões relativas às outras secretarias. A secretaria de planejamento, quando existe, cuida invariavelmente do planejamento urbano como vias públicas, moradia, saneamento, etc, e não interfere em assuntos envolvendo a utilização de recursos na zona rural.

Segundo MEADOWS et al (1982) a partir do momento em que um problema é óbvio a todos, é tarde demais para solucioná-lo. Embora muitos não compartilhem desta idéia, a verdade é que a partir do momento em que o problema é óbvio a dificuldade em resolvê-lo é sem dúvida muito maior. Portanto, o termo projeções sobre o futuro, significa antecipar problemas enquanto estes ainda são controláveis, embora muitas pessoas ainda não entendam a situação como um problema.

1.2 – PLANEJAMENTO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Segundo Santos (2004), a idéia de planejamento baseado em bacias hidrográficas teve maior destaque a partir dos anos de 1930 a 1940, mas, restringiu-se somente aos recursos hídricos. Até os anos 50, a questão ambiental era vista como um segmento à parte, ligada à sistematização do conhecimento da natureza e da política do protecionismo. No início dos anos 80, a conservação e a preservação dos recursos naturais e o papel do homem integrado no meio passaram a ter função muito importante na discussão da qualidade de vida da população.

No que diz respeito aos recursos hídricos a unidade de planejamento adotada é a bacia hidrográfica. No Brasil, em 1997 foi instituída a Lei Federal Nº 9.433 que determinou a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento (RIBEIRO, 2004). Envolvendo em seu conceito uma multiplicidade de aspectos dentre os quais destacam-se: atuação de diferentes instituições, sistemas de informação, inovações tecnológicas, recursos humanos especializados, legislação, planejamento, participação pública, educação e conscientização para o uso sustentado do ambiente, entre outros. Sendo esse planejamento uma alternativa para o estabelecimento de um sistema adequado de gestão ambiental que deve ser associado a um gerenciamento participativo da comunidade, buscando trazer para

dentro do processo de gestão, as discussões sobre os conflitos de uso a partir da vontade política local (BORDALO, 2004; BORGES et al., 2004).

Segundo Ferreti (1999, p. 3)

O recurso água é, inquestionavelmente, de fundamental importância a todo processo de desenvolvimento. Embora auto-renovável, sua posse e utilização deve obedecer a critérios rígidos, racionalmente estabelecidos em legislação apropriada, sendo que a fiscalização do uso é medida indispensável à sua utilização.

Para Prochnow (1985), a preservação do recurso água é um problema complicado. As características deste recurso são peculiares e, tanto as enchentes quanto as secas, são conseqüências da ausência ou ineficácia dos planejamentos ambientais, agravando dois problemas principais: a quantidade de água disponível e a sua qualidade para determinado fim.

Uma das formas que se encontrou para qualificar e quantificar as ações humanas, sobre a água e os recursos hídricos e também o meio natural é a realização de pesquisas sobre as inter-relações sociedade-natureza em áreas delimitadas por bacias hidrográficas.

Segundo Christofoletti (1980, p. 169) “as bacias hidrográficas constituem sistemas organizados de tal forma que seus elementos apresentam relações discerníveis uns com os outros e opera integralmente como um todo complexo”.

O mesmo autor define bacia hidrográfica como “área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial” (p. 102). Os fatores que compõem este ambiente interagem entre si, originando processos interrelacionados, definindo as paisagens geográficas, que apresentam potencial de utilização baseado segundo as características de seus componentes: substrato geológico, formas e processos geomorfológicos, mecanismos hidro-meteorológicos e hidrogeológicos. Geomorfologicamente, para esse autor a bacia hidrográfica é um sistema aberto, que recebe suprimento contínuo de energia através do clima reinante e que, sistematicamente, perde energia através da água e dos sedimentos que a deixam.

De acordo com a Lei nº 9433/97 artigo 1º capítulo V a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de recursos hídricos. (São Paulo, 2007, p. 3)

De acordo com Gregory e Walling (apud PROCHNOW, 1985) uma das principais características do sistema aberto é

A sua estabilidade, ou seja, o recebimento e a perda contínua de energia encontram-se em perfeito balanço. Ocorrendo uma modificação qualquer na forma do sistema, ou um acréscimo ou liberação de energia, imediatamente inicia-se uma mudança compensatória que tende a restaurar o equilíbrio dos ecossistemas da bacia. (p. 198)

Prochnow (1985) afirma ainda que “não podemos agir sobre o ambiente, sem avaliar as consequências diretas e indiretas, mediatas e imediatas de nossas atividades” (p. 200). Estudá-lo implica em pesquisar seus componentes, os processos que ocorrem (*inputs* e *outputs*) e suas interações, pois compreende vários elementos componentes: uso das terras, geologia, hidrologia, áreas urbanizadas, etc.

O planejamento de bacias hidrográficas, segundo Prochnow.(1988, p. 32-33)

(...) envolve diversas fases: diagnose, prognose e ação, ou seja, conhecimento, previsão e implantação, etapas essas que não devem ser tratadas linearmente. O processo de planejamento exige a elaboração de inventários e diagnósticos, tanto dos aspectos físicos como sócio-econômicos e institucionais da bacia hidrográfica, sem o que não é possível chegar-se a determinadas conclusões e recomendações que conduzirão a um melhor manejo da bacia hidrográfica.

Segundo Assad e Sano (1998), a primeira etapa para o planejamento é o diagnóstico da bacia, obtido através das caracterizações fisiográficas e sócio-econômica, além da identificação dos problemas da comunidade e das práticas de manejo atualmente utilizadas.

1.3 – BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ III

A Bacia Hidrográfica do Paraná III que cobre uma área total de 8.389 km² corresponde à totalidade da área de drenagem dos afluentes pertencentes ao território paranaense que lançavam suas águas diretamente no Rio Paraná, hoje estes afluentes com a construção da Hidrelétrica de Itaipu lançam suas águas no reservatório da usina.

1.3.1 - Gestão de Bacia e Comitê da Bacia Hidrográfica

A Bacia Hidrográfica do Paraná III possui um comitê de Bacia instituído pelo Decreto Estadual n 2924, de 05 de maio de 2004, que é composto por 33 membros titulares e 33 suplentes, sendo 13 representantes do Setor Público, 13 de usuários de Recursos Hídricos e 7 representantes da Sociedade Civil Organizada, as ações executadas por deliberação dos Comitês são de responsabilidade das Agências de Bacia, no caso do Estado do Paraná esta incumbência fica a cargo da Superintendência do Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA) através do Decreto 3.619/2004.

1.3.2 - Ações do Comitê na Bacia Hidrográfica do Paraná III

Dentre as ações desenvolvidas na Bacia do Paraná, destacam-se a do combate à erosão e ao assoreamento, com a reconstituição da mata ciliar no entorno do lago.

A mais importante ação é a sensibilização dos produtores de suínos na região de Toledo, onde as pocilgas estavam instaladas em áreas de preservação e os dejetos eram lançados diretamente nas águas dos rios que cortavam as propriedades. A sensibilização iniciou-se com a retirada das pocilgas destas áreas e treinamento dos suinocultores junto com a assistência técnica juntamente com o monitoramento da qualidade das águas, visando assim uma melhoria na qualidade

de vida dos produtores rurais e conseqüentemente melhoria da qualidade das águas.

Dentre os 27 municípios que compõem a Bacia do Paraná III o consumo de águas superficiais está presente em 6 municípios, 15 são por água subterrânea e os 6 restantes possuem sistemas misto.

O consumo total dos recursos hídricos na Bacia do Paraná III é de $5,94 \text{ m}^3/\text{s}$ (6,5% do total do Estado). O maior consumo é para abastecimento público na ordem de $3,45 \text{ m}^3/\text{s}$.

O principal usuário da água da Bacia é a Hidrelétrica de Itaipu, que tem por finalidade a geração de energia elétrica.

CAPÍTULO II – OCUPAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARRECO

Neste capítulo será abordada a ocupação da região Oeste - Sudoeste paranaense como um todo, pois ela relata na sua maioria a ocupação do Estado do Paraná e conseqüentemente a da bacia em estudo.

A ocupação da região sudoeste começou na primeira metade do século XIX com a fundação de Guarapuava, fundação esta que se deu através de uma ordem do governo da província de São Paulo. Outro município de destaque neste processo é Palmas que surgiu perto do final do século XIX, por iniciativa do então formado governo paranaense, que concedeu também algumas sesmarias para atividades agropecuárias (WACHOWICZ, 1988, p.11).

Em 1878, foram criados mais 18 núcleos populacionais nas proximidades de Guarapuava, mas tiveram uma duração um tanto quanto curta, devido a precariedade de suas economias e de seu isolamento. Até 1950, outros núcleos populacionais foram fundados na sua grande maioria por iniciativa do governo, principalmente porque este preocupava-se com a segurança e soberania do território. Estes núcleos tiveram pouco desenvolvimento pois, aplicavam apenas a agricultura de subsistência e também, devido ao isolamento.

Segundo Padis, (1981) no início do século XX, com a formação do Ministério da Agricultura, que transferiu dos governos estaduais para o governo federal a função de fundar novos núcleos populacionais, as ações governamentais não tiveram êxito e o desenvolvimento desta região ficou aquém do resultado esperado, faltavam recursos para a construção de estradas, o que deixava estes núcleos ainda mais isolados, sua economia como cultivavam apenas para subsistência era quase nula, enfim a ocupação do território sofria com a falta de recursos e de investimento, nem mesmo a concessão de terras feita pelo governo do Estado oferecia os atrativos necessários para a vinda de novos contingentes populacionais. Vários aglomerados populacionais desapareceram, não havendo um povoamento que fosse regular e permanente.

De acordo com a Homepage da Biblioteca Virtual do Paraná, a situação começou a mudar a partir da década de 1930, com a inauguração da estrada União da Vitória - Palmas - Clevelândia e, posteriormente, a estrada ligando Clevelândia a Pato Branco. A estagnação econômica começa a cessar e Pato Branco torna-se um centro de dinamismo na região. Toledo surge na segunda metade da década de 40 sob a influência deste processo de colonização ocorrido nas regiões oeste-sudoeste do Paraná. Especificamente na região de Toledo, este processo se consolidou em 1946, através da Industrial Madeireira Colonizadora do Paraná SA - Maripá, propriedade de alemães e italianos, que coordenou a venda de lotes urbanos e rurais e o conseqüente povoamento efetivo desta região, após outras tentativas que não deram certo. Além de Toledo, os municípios de Foz do Iguaçu, Cascavel, Guairá e Medianeira surgiram neste mesmo processo.

Começava aí uma grande mudança. A região passou a receber fluxos migratórios diversos, destacando-se dois, um grande contingente do norte do estado que começava a substituir as lavouras de café pela pecuária que conseqüentemente necessitava de uma menor quantidade de mão de obra, e o fluxo maior do Rio Grande do Sul, pois os colonos gaúchos enfrentavam entre as décadas de 40 e 50 escassez de terras produtivas e diminuição do tamanho das propriedades, fato este potencializado pelas sucessões familiares. Para se ter uma idéia, as propriedades diminuía de 5,6 para 5,2 hectares, e houve também um aumento das grandes propriedades, mas a atividade principal era a pecuária, levando a população a buscar nas cidades empregos e melhores condições de vida. Entretanto, o setor urbano do Rio Grande do Sul, não conseguia absorver este grande contingente e as famílias resolveram sair do estado para procurar trabalho em outras regiões.

Desta forma, o processo migratório teve início e a primeira parada foi em Santa Catarina onde os gaúchos ficaram por pouco tempo, deslocaram-se para o Paraná, principalmente para a região sudoeste do estado. Houve uma revitalização da região não somente em termos econômicos, mas também demográficos. Com este contingente foram instalados nas décadas de 1950, 14 municípios, e 43 na década de 1960. O povo gaúcho representava nesta época mais da metade da população na região sudoeste do Paraná.

As atividades desenvolvidas no oeste - sudoeste paranaense entre as décadas de 1930 e 1940 eram a madeireira e a pecuária. Juntando-se a isso o grande fluxo de migrantes gaúchos fez com que a região desse um grande salto, mas não o suficiente para se consolidar economicamente, pois por mais que se tivessem aberto estradas, até o final da década de 1950 a região ainda produzia principalmente para subsistência portanto, sem vínculo de mercado com outros municípios do estado e do país.(WACHOWICZ,1985,p.144)

No final da década de 1950 com a ampliação do sistema viário, o nível de autoconsumo é superado, diminui o isolamento e o excedente de produção pode ser escoado e comercializado nos mercados estadual e até nacional.

Este aumento da produtividade agrícola trouxe outros benefícios, houve aumento na demanda de bens manufaturados, havendo aumento no número de estabelecimentos de comércio, trazendo consigo pessoas com maior poder aquisitivo que acabavam adquirindo propriedades agrícolas. Começavam a surgir assim os primeiros latifúndios na região.

A década de 1960 fica marcada pela grande produção, pois já não bastava mais produzir somente para o consumo, era necessário produzir e comercializar, isto vem prejudicar o pequeno produtor, ou melhor, aquele que possuía uma pequena propriedade, portanto o mesmo não conseguia com seus poucos recursos mecanizar a sua lavoura. O acesso a adubos, corretivos e sementes fica mais difícil, provocando assim, o maior desgaste das suas terras, sem contar que a força de trabalho na sua maioria era a familiar. Desta forma, vão vendo seus rendimentos decrescerem, o contrário acontece com os grandes proprietários, estes sim conseguiram mecanizar suas lavouras, contratar mão-de-obra adicional e assim concentrar mais ainda a renda regional em suas mãos.

2.1 - HISTÓRICO DA CRIAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TOLEDO/PR DENTRO DA OCUPAÇÃO DA ÁREA DA BACIA

Este capítulo busca elucidar o processo de ocupação visando estabelecer um vínculo entre esta e as condições ambientais da bacia.

Dar-se-á maior destaque ao município de Toledo por conter a maior área urbana e as principais nascentes do rio Marreco.

Em 1946, a firma gaúcha Industrial Madeireira Colonizadora Rio Paraná S.A, conhecida pela sigla MARIPÁ, adquiriu de uma Companhia imobiliária inglesa, uma gleba de terras que se denominava "Fazenda Britânia" e que estava localizada às margens do Rio Paraná, no Município de Foz do Iguaçu.

Efetuada a compra da fazenda, os diretores da MARIPÁ deram início ao estabelecimento da mesma na região, providenciando a vinda de colonos e agricultores do Rio Grande do Sul, a fim de começarem a grande empreitada que tinham em vista.

Em 1949, foram iniciados os trabalhos de topografia e levantamento, efetuando-se o traçado da pequena Vila de Toledo que, em pouco tempo, seria uma das mais belas e progressistas cidades do Paraná.

Nesse mesmo ano, foram assinados os primeiros compromissos de compra e venda de lotes, sendo que, a procura foi de tal vulto, que em abril de 1951, todas as terras medidas e demarcadas estavam vendidas ou compromissadas.

A partir daí, houve efetivamente a colonização de Toledo, com a fundação de Vilas, como as de General Rondon, Novo Sarandi, Quatro Pontes, Dez de Maio e Nova Santa Rosa.

Sem chegar a ser Distrito, o povoado foi elevado diretamente a Município em 1951.

A denominação do Município é originária do Rio Toledo, que corta o seu território.

2.2 - DINÂMICA DEMOGRÁFICA

Ao se observar os dados estatísticos e o perfil do município, percebe-se que Toledo possui uma importância em termos socioeconômicos e de atração populacional, conforme Quadro 1

Quadro 1 - Número de Habitantes e distribuição no território, por município em 2000

Município	Número de Habitantes				
	Urbano		Rural		Total
	Nº Absoluto	%	Nº Absoluto	%	
Toledo	85.922	87,5	12.278	12,5	98.200

Fonte: Censo Demográfico IBGE – 2000

2.3 – DINÂMICA ECONÔMICA

A organização da população no território municipal estudado mantém relação direta com o tipo de atividade econômica desenvolvida, que é dividida em setor terciário englobando as atividades de comércio e serviços, setor secundário que equivale às atividades industriais e setor primário que compreende as atividades agrosilvopastoris. De acordo com o relatório municipal de 1993 temos assim distribuídos a representação proporcional de cada setor da economia, como podemos observar Quadro 2

Quadro 2 – Representação Proporcional de cada setor na Economia

Município	Setor da Economia - %			PIB – US\$
	Primário	Secundário	Terciário	
Toledo	17,94	23,29	58,78	315.596.783,37

Fonte: Relatório Municipal – 1993

A atividade do setor terciário é a que mais se destaca, sendo responsável por 58,75% do PIB do município, seguida pelas atividades do setor secundário que representam 23,29% do total.

Observando-se a constituição do PIB municipal, deve-se destacar a reduzida participação das atividades industriais nesta cidade, sendo que, devido à sua importância econômica para a região, apresenta o setor secundário como segundo mais importante na dinâmica econômica municipal.

Com relação aos aspectos financeiros do município, são apresentados os dados referentes às receitas e às despesas orçamentárias realizadas correntes no ano de 1996, conforme Quadro 3

Quadro 3 – Aspectos financeiros do Município

Município	Receitas Orçamentárias realizadas	Despesas orçamentárias realizadas	Receitas - Despesas
Toledo	29.736,000	25.633,000	4.103,000

Fonte: Ministério da Fazenda, Secretaria do Tesouro Nacional, Registros Administrativos 1996-1998, Malha Municipal Digital do Brasil 1997, IBGE

O ano de 1996, o município apresentava um saldo positivo entre suas receitas e despesas, 86,2%.

O saldo positivo entre as receitas e as despesas demonstra a capacidade que um município tem além de manter os seus programas e projetos, investir em novas ações. Ressalta-se que estes dados são do ano de 1996 e que a situação hoje pode ter alguma alteração.

A capacidade de investimento dos municípios mantém relação direta com a disponibilidade e qualidade dos serviços públicos de atendimento, destacando-se as atividades relacionadas à saúde, educação e saneamento básico.

Destacamos que em Toledo encontram-se em atividade dois hospitais com 193 leitos cada, perfazendo um total de 386 leitos o que dá uma média de 254 habitantes por leito.

Outro aspecto muito importante é a condição dos sistemas de educação, pois de acordo com o Censo Educacional de 1996, o município de Toledo apresentava 39 estabelecimentos de ensino pré-escolar com 2.690 alunos matriculados, 69 para o ensino fundamental com 18.710 alunos e 17 para o ensino médio com 5.462 alunos.

Analisando os números apresentados nota-se a grande diferença entre o número de alunos matriculados no ensino fundamental e os da pré-escola mas isto é

explicado pelo número de estabelecimentos existentes, faz-se necessária a construção de mais unidades de ensino para atender a demanda crescente, já a diferença das matrículas do ensino fundamental para o médio explica-se pela necessidade ou obrigação dos alunos em largar os estudos para poderem trabalhar e assim contribuir para o complemento da renda familiar, fato este que ocorre no País como um todo e não somente na região Oeste paranaense e que só terminará com adoção de medidas políticas eficazes.

O Censo de 2000 apresenta para Toledo 93,20% de taxa de alfabetização, que pode ser considerada boa, visto que a do Estado do Paraná é de 91,40%. Mas que indica necessidade de melhoria. Mesmo considerando a taxa de alfabetização em Toledo boa, quando analisamos os dados da América Latina, vemos o quanto ainda temos que fazer para alcançarmos índices considerados realmente bons, pois, observamos países como Argentina que possui uma taxa de alfabetização de 96%, Paraguai com 92% e Uruguai com 97% de taxa de alfabetização. Os países desenvolvidos apresentam taxas maiores que 95%.

2.4 – ABASTECIMENTO DE SERVIÇOS PÚBLICOS

2.4.1. Água e Esgoto

As informações sobre saneamento básico, principalmente os serviços de fornecimento de água encanada e coleta de esgoto foi realizado por coleta de dados junto aos órgãos competentes. No Paraná este trabalho é realizado pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. Toledo apresenta para o atendimento de água 93% dos domicílios. Quanto ao número de domicílios atendidos pela rede de esgoto, o município apresenta 22%, situação esta que não é boa, mas é comum nos pequenos municípios paranaenses. Porém, o governo do Estado está tentando mudar esta situação com um programa específico para elevar os índices de atendimento de água, tratamento de esgoto e de agrotóxicos no território paranaense, denominado PARANASAN.

2.4.2. Energia Elétrica

Outro fator importante para a qualidade de vida da população é o atendimento de energia elétrica. Os dados levantados dão conta de que em Toledo, 100% dos domicílios são atendidos pela rede elétrica. Cabe aqui ressaltar que ao comparar os números de domicílios, de acordo com as informações CENSO do IBGE de 1996 os dados foram discrepantes em 13%. Isto é, havia mais ligações de energia elétrica que domicílios. Esta situação faz com que os dados quando coletados através dos meios de comunicação que os governos tanto municipal, estadual e, até mesmo federal, mantêm na Internet não sejam confiáveis, pois muitas vezes estão ou desatualizados ou incompletos gerando assim diferenças de percentual que acabam por prejudicar um levantamento que poderia ser mais confiável.

2.4.3. Comunicação e Circulação

A rede de comunicação e circulação é aspecto importante para efeito da caracterização socioeconômica, pois corresponde ao potencial de integração dos mesmos com o restante do Estado e do País.

Para a região, além de Cascavel, Toledo, apresenta um importante centro econômico, aglutinando também vias de acesso às demais regiões do Estado. O município é cortado pela BR 467, além das rodovias de curto alcance como as PR: 585, 317, 182 e 239, importantes para a integração local

2.4.4. Atividades Econômicas

A Bacia do Rio Marreco está localizada em uma das áreas de maior produção de grãos (soja e milho) do Estado e também é responsável por boa parte da criação de suínos do Paraná.

Em termos percentuais temos conforme informações obtidas na Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná SEAB os seguintes dados para produção de grãos no município de Toledo, conforme Quadro 4.

Quadro 4 – Produção de grãos em Toledo

	2003	2004	2005	2006	2007
Soja	436.290	451.485	464.015	455.360	453.800
Arroz	1.142	1.311	1.083	1.183	786
Milho	323.530	256.816	120.764	253.000	381.450
Feijão	4.877	4.608	3.997	4.509	2.874

Fonte: Secretaria Estadual de Abastecimento SEAB

E para a produção de suínos, conforme informações do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), de acordo com o Quadro 5 -

Quadro 5: Produção de Suínos nas Propriedades do Município de Toledo (2007)

Número de proprietários	Localidade	Sistema de Produção	Nº de Animais	Sist. de Trat. de Dejetos	Vol. Dej. Médio Gerados L/dia
8	Bom Princípio	Terminação	2424	Revestida	26421.6
6	Bom Princípio	Terminação	1251	Solo	13635.9
2	Sol Nascente	Terminação	520	Revestida	5668
3	Sol Nascente	Terminação	710	Solo	7739
1	Sol Nascente	Ciclo Completo	12	Solo	1230
4	Gramado	Terminação	1034	Revestida	11270.6
6	São Luiz	Terminação	1885	Revestida	20546.5
2	São Luiz	Ciclo Completo	51	Revestida	5227.5
4	São Luiz	Ciclo Completo	124	Solo	12710
1	São Luiz	Un. Prod. De Leitões	200	Solo	8580
1	Linha Comin	Terminação	700	Revestida	7630
1	Sede	Terminação	365	Revestida	3978.5
1	Sede	Terminação	20	Solo	218
3	Sede	Ciclo Completo	76	Solo	7790
2	Vista Alegre	Terminação	930	Revestida	10137
2	Vista Alegre	Terminação	650	Solo	7085
47 propriedades	7 Localidades	36-Terminação, 10-Ciclo completo 01-Unid.P.Leitões	10952	21-Solo, 26-Revestida	149.767,6

Fonte: Dados fornecidos por Adir Parizotto – Engenheiro Agrônomo do IAP – Instituto Ambiental do Paraná

2.5 - CARACTERÍSTICAS DO RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARRECO

2.5.1 - Relevo e Paisagem

O rio Marreco está inserido no Terceiro Planalto Paranaense, o qual possui como representante mais expressivo a Serra da Esperança, no seu limite oriental. Com elevações da ordem de 1.300 (mil e trezentos) metros. A partir deste ponto, as elevações sofrem um decréscimo acentuado, tanto para sul como para oeste, em direção ao rio Paraná, onde apresentam altitudes da ordem de 300 (trezentos) metros.

Em função da sua constituição geológica um tanto homogênea, a modelagem do relevo local não impôs grandes alternâncias na paisagem regional, sendo observadas morfologias suavemente onduladas correlacionadas aos derrames de basalto. O vale do rio apresenta-se encaixado, com ressaltos provenientes de contatos de derrames pouco marcados no relevo.

Os fatores estruturais afetam a evolução da topografia regional das seguintes maneiras, em terrenos basálticos os lineamentos tectônicos de maior porte direcionam o desenvolvimento lateral dos corpos d'água e estão relacionados à sua forma retilínea, enquanto os derrames sub-horizontais são responsáveis pelo desenvolvimento das encostas em degraus propiciando também o aparecimento de desníveis em forma de corredeiras, saltos e cachoeiras nos leitos dos rios.

Corredeiras são comuns na região, atribuindo-se o desenvolvimento destas feições ao comportamento sub-horizontalizado da sucessão de derrames e mais detalhadamente pela existência de porções de rocha mais fraturada, que permitem um desgaste mais acentuado.

2.5.2 - Processos geológicos

Embora os solos existentes na bacia hidrográfica não sejam altamente erodíveis (latossolo Roxo e Terra rocha estruturada), a utilização de técnicas conservacionistas (plantio direto, curvas de nível, terraceamentos) e a implantação pelo Governo Estadual de programas conservacionistas propiciaram mudanças de atitude dos produtores rurais. Isto tem contribuído significativamente a redução de processos erosivos na agricultura local. Durante muitos anos utilizou-se a agricultura convencional, com uso de arado e de grade, fato que causava muita perda de solos por erosão. Há 10 anos os proprietários de terras aposentaram o arado e o substituíram pelo plantio direto e pelo terraceamento em nível. O resultado é bastante positivo, visto que não há sinais de erosão linear nos terrenos, e a erosão laminar é bastante reduzida.

2.5.3. Potencial erosivo do solo

Segundo Botelho (1999, p.285) a cobertura vegetal é responsável pela proteção contra a ação do impacto das gotas de chuva (splash) pela diminuição da velocidade de escoamento superficial (runoff) através do aumento da rugosidade do terreno, e pela maior estruturação do solo, que passa a oferecer maior resistência à ação dos processos erosivos.

Para Piroli (2002, p. 6) "o conhecimento das características do ambiente em uma determinada região é fator essencial para que o uso de seus recursos seja otimizado e prolongado indefinidamente".

Keller (1969) afirmou que a ausência de estudos de uso das terras, em países subdesenvolvidos, faz com que o planejamento de suas agriculturas e do uso de seus recursos naturais seja muito genérico. Salienta que, o desconhecimento do uso da terra e de suas características no momento do planejamento e da tomada de decisões, pode trazer mais prejuízos do que benefícios à estrutura econômica existente.

Oliveira & Perez Filho (1993) alertaram para a expansão desordenada com o uso indevido do solo, sem levar em conta sua aptidão agrícola, bem como para a

retirada das matas e matas ciliares que desempenham importantes funções hidrológicas e contribuem para evitar o assoreamento das drenagens provocando o seccionamento dos canais naturais. Além disso, a implantação de culturas agrícolas em locais inadequados como próximo às nascentes dos rios podem contaminar a rede de drenagem com produtos agrotóxicos, adubos e fertilizantes e consequentemente, os reservatórios de água que abastecem a população.

Koffler (1996) afirmou que o confronto entre o uso potencial e o uso real da terra possibilita identificar e quantificar as áreas utilizadas adequadamente e aquelas usadas abaixo ou acima da intensidade máxima recomendada. Ainda segundo o autor, a diminuição do ritmo de expansão da fronteira agrícola provocada pela conscientização ambiental, tornou-se de vital importância a adequação dos sistemas produtivos às condições ecológicas disponíveis, fundamentalmente para a manutenção da produtividade da terra a longo prazo, e que das consequências do mau uso da terra, a principal é a erosão.

Bertoni & Lombardi Neto (1990) consideraram a cobertura vegetal como uma defesa natural de um terreno contra a erosão, sendo assim, afirmaram que após um desmatamento são verificadas alterações importantes nas taxas de erosão, devido a ação direta da chuva no solo.

Zimback (1997) descreveu um levantamento de solos como efetuado com o exame e identificação dos solos, o estabelecimento de seus limites geográficos, a representação em um mapa de solos, a descrição dos solos amostrados no mapa e sua interpretação com a finalidade proposta. Findo o levantamento de solos, o mapa final e o relatório são redigidos. Assim, a partir deste trabalho, outros técnicos poderão iniciar estudos detalhados como de capacidade de uso da terra e de aspectos de seu interesse.

2.6 GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL

O termo geoprocessamento denota uma disciplina de conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas.

Segundo Câmara e Medeiros (1998a) os instrumentos computacionais do geoprocessamento, chamados de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados.

Formaggio et al (1992) utilizando algumas ferramentas de geoprocessamento, constataram ser possível a obtenção de um mapa de aptidão agrícola de terras, de modo semi-automático, utilizando o SGI.

Teixeira et al (1992), Sendra et al (1994), Calijuri & Rohm (1994), Medeiros et al (1995), Pereira et al (1995), Nogueira (1996), Buzai & Duran (1997), Câmara & Medeiros (1998b) e Calijuri et al (1998) concordam com Star & Estes (1990), quando estes disseram que um Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode ser compreendido como um sistema de informação designado para trabalhar com dados referenciados com coordenadas espaciais ou geográficas. Os autores acima afirmaram que SIGs são constituídos por uma série de programas e processos de análise, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial. Estes aplicativos permitem a manipulação de dados geograficamente referenciados e seus respectivos atributos e a integração desses dados em diversas operações de análise geográfica. Para os autores citados, os SIGs são formas particulares de Sistema de Informação aplicado a dados geográficos, ou seja, um sistema de Informação é um conjunto de processos, executados em um conjunto de dados naturais, produzindo informações úteis na tomada de decisões. Afirmaram ainda que SIGs são ferramentas que permitem, a partir de mapas georreferenciados e com valores de atributos conhecidos, manipular e realizar operações com diferentes fatores ambientais.

Pirolí (1999) descreveu que com o lançamento em 1972, do ERTS (*Earth Resources Technology Satellite*) – Landsat I, primeiro satélite colocado em órbita pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), a aquisição de dados sobre a superfície terrestre passou a ser feita de forma global, sinóptica e repetitiva, e que este foi o passo inicial para o desenvolvimento dos satélites de levantamentos ambientais da superfície do Planeta, facilitando o planejamento e monitoramento do uso dos recursos naturais.

Conforme Novo (1992) os dados de sensoriamento remoto têm ampla aplicação na descrição quantitativa de bacias hidrográficas e redes de drenagem. Assim, uma série de estudos morfométricos, antes realizados a partir de dados extraídos de cartas topográficas, passaram a ser feitos com base em dados de sensoriamento remoto, ou seja, nas imagens coletadas por sensores remotos.

Para Sano et al (1998) a utilização de dados orbitais de sensoriamento remoto para o levantamento e quantificação da ocupação agrícola de um determinado município, microrregião ou estado, dentre outros, tem-se tornado freqüente no Brasil nos últimos tempos.

2.7. O SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - IDRISI

O SIG Idrisi combina processamento de imagens e Sistema de Informações Geográficas. O aplicativo tem sido desenvolvido pela Faculdade de Geografia, da Clark University, Massachussets, Estados Unidos. É um sistema que trabalha com as formas raster e vetorial de dados (EASTMANN, 1998).

O sistema oferece um número razoável de possibilidades em relação às operações sobre os dados, contemplando diversos itens das análises em SIG, tais como: medidas de distância (em linha reta, em curva, menor distância entre dois pontos, vizinho mais próximo, rota mais curta); medidas de área; zona de influência em torno de pontos, polígonos, linhas retas e linhas curvas, zona de influência ponderada; operações aritméticas com mapas (adição, subtração, multiplicação, divisão, exponenciação, diferenciais); funções trigonométricas; funções booleanas (sobre mapas e sobre atributos); conversão (*vector-raster*, *raster-vector*); tratamento de imagens; transformações de coordenadas; traçado de redes; tratamento de dados altimétricos (declividade, exposição de vertentes, interpolações, visibilidade entre pontos, curvas de nível, perfis de terreno, corte/aterro, modelos digitais de elevação); operações com polígonos; etc.

Lo & Faber (1997), Carlson & Sanchez-Azoleifa (1999) e Sartori Neto et al (2001) afirmaram que o planejamento ambiental, via de regra, trabalha com grande

número de variáveis (solo, vegetação, clima, fauna, geomorfologia, aspectos sociais, etc) que atuam interativamente. A complexidade, em termos estruturais e da quantidade de variáveis, requer o desenvolvimento de técnicas como suporte aos processos de tomada de decisões. Neste sentido, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e o sensoriamento remoto são ferramentas fundamentais no estudo e manejo dos recursos naturais, tornando o planejamento uma atividade mais dinâmica e eficiente.

2.8. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS

2.8.1. Área de Drenagem e Perímetro

A área de drenagem (A) é toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial incluída entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal. É o elemento básico para o cálculo de diversos índices morfométricos.

O perímetro da bacia (P) constitui o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas.

2.8.2. Comprimento total dos cursos d'água

O comprimento total dos cursos d'água para a bacia hidrográfica foi obtido por meio do somatório do comprimento dos arcos de toda a hidrografia dentro da bacia de contribuição.

2.8.3. Densidade de Drenagem

O sistema de drenagem é formado pelo rio principal e seus tributários e seu estudo indica a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, ou seja, a eficiência da drenagem da bacia.

De acordo com Lima (1986), este índice reflete a influência da geologia, topografia, solo e vegetação da bacia hidrográfica, e está relacionado com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia. Horton (1932) definiu densidade de drenagem como sendo a relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma bacia hidrográfica e a área ocupada pela mesma:

$$Dd = \frac{L_t}{A}$$

Onde:

Dd = densidade de drenagem (km/km^2)

L_t = comprimento total dos cursos d'água (km)

A = área de drenagem da bacia (km^2)

2.8.4. Forma da bacia hidrográfica

Para Lima (1986), a forma é uma das características físicas mais difíceis de ser expressas em termos quantitativos. A forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, pode ser influenciada por algumas outras características da área, principalmente a geologia, além de atuar em processos hidrológicos ou no comportamento hidrológico da bacia.

A forma influencia diretamente o tempo de concentração, isto é, o tempo necessário para que toda a bacia contribua para sua saída após uma precipitação (ROMANOVSKI, 2001). Os índices normalmente utilizados são o coeficiente de compacidade (Kc), o fator de forma (F) e o índice de circularidade (IC).

2.8.5. Coeficiente de Compacidade

O coeficiente de compacidade (Kc) relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. O número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia. De acordo com Villela e Mattos (1975), este

coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independente de seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade correspondente a uma bacia circular, e para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1. Uma bacia será mais susceptível à enchentes mais acentuadas quando seu K_c for mais próximo da unidade. O coeficiente de compacidade (K_c) foi obtido pela seguinte equação:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

onde, K_c = coeficiente de compacidade

P = perímetro da bacia ou sub-bacia (km)

A = área de drenagem da bacia ou sub-bacia (km²)

2.8.6. Fator da forma

Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão), determinado por:

$$F = \frac{A}{L^2}$$

onde: F = fator de forma

A = área de drenagem da bacia ou sub-bacia (km²)

L = comprimento do eixo da bacia (km)

2.8.7. Índice de circularidade

Simultaneamente ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular.

$$IC = \frac{12,57 * A}{P^2}$$

onde, IC = índice de circularidade

A = área de drenagem da bacia ou sub-bacia (km²)

P = perímetro da bacia ou sub-bacia (km)

2.8.8. Ordem dos cursos d'água

O sistema de drenagem é constituído pelo curso d'água principal e seus tributários ou afluentes e os índices utilizados para caracteriza-lo são a ordem dos cursos d'água e a densidade de drenagem. A ordem dos cursos d'água representa o grau de ramificação do sistema de drenagem da bacia (TUCCI, 2001). A ordem dos cursos d'água pode ser determinada seguindo os critérios introduzidos por Horton (1945) e Strahler (1957). Neste estudo utilizou-se a classificação apresentada por Strahler (1957), no qual para cursos d'água sem tributários é adotada a ordem "1", ou primeira ordem. Cursos d'água denominados de segunda ordem são aqueles que recebem somente tributários de primeira ordem, independentemente do número de tributários. De terceira ordem são aqueles que recebem dois ou mais tributários de segunda ordem, podendo também receber tributários de primeira ordem, e assim sucessivamente (SILVA et al, 2004).

2.9. - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E PEDOLÓGICAS

2.9.1 - Geologia local

Segundo a Minerais do Paraná SA (MINEROPAR) a geologia da bacia hidrográfica do rio Marreco, apresenta como rochas predominantes os basaltos com características maciças de coloração acinzentada, pouco fraturados, associados a basaltos vesículo-amigdalóides em cota superior e em proporção.

Ao longo do leito, observa-se contato de derrame, caracterizado pela ocorrência de basaltos vesículo-amigdalóide, alterados a solo, de coloração avermelhada clara, em associação com tipos maciços, afaníticos e escuros. Ao longo de toda a margem direita podem ser observados afloramentos de basaltos maciços, escuros, que indicam pouca espessura dos solos.

A cobertura de solos verificada apresenta-se pouco espessa.

2.9.2 - Sedimentos recentes

Nas baixadas próximas ao Rio Marreco nota-se a presença somente de solos marrom avermelhado escuros, originários da decomposição do basalto, podendo ser residuais ou coluviais. Não foram vistos solos aluviais na beira do rio, havendo sempre barrancos de, no mínimo 1 (um) metro de altura.

2.9.3 - Recursos minerais

O conhecimento do potencial mineral da área através dos estudos geológicos permite avaliar as perspectivas futuras quanto ao interesse pela exploração econômica de bens minerais.

A região onde está inserida a bacia do rio Marreco, pela sua natureza geológica, não possui riqueza em depósitos minerais com valor econômico

importante. Basicamente, as atividades minerais se direcionam para a exploração de materiais com uso na construção civil e água mineral.

O Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM é o órgão do Ministério das Minas e Energia responsável pela gestão dos recursos minerais brasileiros. Responde pela fiscalização da exploração e aproveitamento dos recursos minerais, acompanhando o fluxo dos processos de autorização e concessão dos direitos minerários. A pesquisa e a lavra de recursos minerais somente serão efetuadas mediante autorização ou concessão do DNPM. A autorização de pesquisa será sempre por prazo determinado.

Através do anuário mineiro de 2001 do DNPM, constatou-se a presença de 3 lavras de basalto na região de Toledo, sendo que 1 (uma) possuía concessão de lavra e as outras 2 (duas) estavam em situação de licenciamento.

Quanto ao potencial erosivo dos solos Silva (1999) nos coloca que a erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases, a remoção das partículas e o transporte deste material. O potencial de erosão depende da erodibilidade dos solos e erosividade da chuva. Os fatores controladores dos processos erosivos são as suas propriedades (textura, densidade aparente, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e pH do solo) cobertura vegetal e características das encostas.

Segundo Mafra (1999) a erosão progressiva da espessura do horizonte superficial, a qual poderá inclusive ter como ponto de partida a erosão laminar, deixa à superfície, horizontes ou materiais superficiais cujas características podem ser menos favoráveis para o crescimento das raízes e percolação de água no solo. A erosão se não controlada reduzirá a capacidade de produção de biomassa vegetal, diminuindo conseqüentemente a proteção do solo.

Na bacia do rio Marreco segundo o Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) a predominância são dos solos classificados como Latossolo roxo distrófico (LRd6), e terra roxa estruturada e ainda solos hidromórficos.

2.9.4 - Geomorfologia

A área em consideração situa-se no Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava, o maior existente no Estado, que se estende desde a região sul, passando pela região sudoeste, oeste, noroeste e parte do norte do Paraná.

Suas formas superficiais principais são resultantes de sucessivos derrames vulcânicos de lavas básicas, em camadas sobrepostas e denominadas de mesetas. Os degraus existentes entre as mesetas evidenciam de maneira clara os derrames registrados.

Dentro do Terceiro Planalto Paranaense existem significativos blocos de área superficial delimitados pelos grandes rios que cortam essa representativa superfície do Estado do Paraná: rios Iguaçu, Piquiri, Ivaí e Tibagi. O bloco Guarapuava está delimitado pelos rios Iguaçu e Piquiri, com altitudes máximas em torno de 1.200 (mil e duzentos) metros, declinando para algo em torno de 197 (cento e noventa e sete) metros nas áreas lindeiras ao rio Paraná. É exatamente nesse bloco que existe a mais notável sucessão de mesetas dentre todos os blocos existentes neste planalto.

2.9.5 - Classe dos solos

Os solos predominantes no bloco Guarapuava são: Latossolo, Nitossolo Neossolos,

A bacia do rio Marreco está inserida na porção centro-oeste do bloco Guarapuava, desaguando originalmente nas águas do rio Paraná (margem esquerda) e hoje diretamente nas águas do lago da Usina Hidrelétrica Itaipu.

2.9.5.1 - Classe de Solos e Unidades de Mapeamento

Para se estabelecer um trabalho de detalhamento dos solos ocorrentes em determinada região de interesse, e sua representação gráfica em mapas, devem ser levados em consideração fatores relevantes como a escala do material final editado, a área de ocorrência de cada classe de solo e as características mais importantes e,

muitas vezes, determinantes para o seu uso racional. Quando se referenda classes de solos, um dos pontos básicos para a determinação dos solos é se entender que, em nível de campo manchas de um único tipo de solo e solos associados ocorrem com freqüência. Os mapas tomados como base para este estudo, em nível da bacia hidrográfica do rio Marreco, estão editados na escala de 1:600.000, e houve a preocupação de se demonstrar preferencialmente unidades de mapeamento simples, ou seja, constituídas por uma só classe de solo, considerando as principais características intrínsecas e importantes ao seu uso racional, aliado às características do relevo, clima e vegetação. Ainda assim, em casos mais extremos de tamanho de área de ocorrência do solo ou mesmo de sua importância agrícola, classes de solo foram agrupadas em unidades de mapeamento combinadas.

Em termos evolutivos, apresentamos os principais aspectos de cada solo, do menos para o mais evoluído. Os solos podem ter 3 horizontes principais (A, B, C), a partir da camada superficial (horizonte A) para o perfil adentro. O horizonte C, presente nos solos mais desenvolvidos, faz contato com o material em transformação a partir da rocha de origem. O processo físico-químico-biológico de alteração da rocha de origem é denominado intemperismo.

Apresentamos a seguir as faixas de percentual de declividade consideradas para o enquadramento do relevo, conforme Quadro 6.

Quadro 6 – Classificação do Relevo de acordo com o Percentual de Declividade

DECLIVIDADE	CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO
$0 \leq 3$	Plano
$3 \leq 8$	Suave ondulado
$8 \leq 20$	Ondulado
$20 \leq 45$	Forte ondulado
> 45	Montanhoso e Escarpado

Fonte: Embrapa Solos – 1999

2.9.5.2. Neossolos

São solos minerais pouco desenvolvidos, cuja variação de perfil, em campo, no tocante a horizontes pode ir desde horizontes A apoiados diretamente sobre rocha de origem até horizontes B tanto desenvolvidos, porém pouco espessos, quando espessos, mas com grande quantidade de cascalhos e pedras de tamanho variado, comprovando seu estágio precoce de intemperismo, em relação aos solos mais desenvolvidos. A profundidade normal para solos dessa natureza varia de 20 a 80 cm. A condicionante topográfica, normalmente indicando relevo forte ondulado e montanhoso, dá especial e elevada tendência natural à erosão.

2.9.5.3. Nitossolo

São solos minerais em estágio intermediário a desenvolvido de intemperismo, que possuem muitas características semelhantes ao Latossolo, mas que deles basicamente se diferenciam pelo grau de desenvolvimento, situação de ocorrência no relevo (tendendo sempre a declivosos), a ocorrência de um horizonte B textural (com acúmulo de argila) e a grande diferença entre o percentual de argila dispersa em água entre os horizontes A e B e, em decorrência desses fatores em conjunto, à maior suscetibilidade à erosão

2.9.5.4. Latossolo

São solos minerais em estágio avançado de desenvolvimento, profundos (mais de 2 m, no compute dos horizontes A e B, podendo alcançar até 10 m), e exatamente se caracterizam pelo grande desenvolvimento do horizonte sub-superficial (B); são solos porosos e bem drenados, com baixo percentual de minerais primários e silte (devido ao estágio avançado dentro do processo de intemperismo, com elevado grau de resistência à erosão. Normalmente estão associados a relevo plano a suave ondulado, mas podem ocorrer em relevo ondulado e forte ondulado.

As principais unidades de mapeamento correspondentes a classes de solo isoladas ou associadas existentes na bacia hidrográfica do rio Marreco, estão

descritas na tabela a seguir e representadas no mapa de pedologia de acordo com o Quadro 7.

Quadro 7 - Solos da bacia hidrográfica do rio Marreco

Unidade de Mapeamento	Classe principal	Descrição da unidade de mapeamento
LVdf1	Latossolo Vermelho distroférico	típico A moderado, textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado.
LVdf2	Latossolo Vermelho distroférico	típico A moderado, textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado.
LVef1	Latossolo Vermelho eutrófico	típico A moderado, textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado.
NVef1	Nitossolo Vermelho eutrófico	típico A moderado, textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado.
RLe1	Associação Neossolo Litólico Eutrófico Chemossólico A Chemozenico rochas eruptivas básicas + Chemossolo argiloso Argilúrico Férrico Saprolítico + Nitossolo Vermelho Distroférico	Relevo forte ondulado e montanhoso ambos textura argilosa fase pedregosa floresta tropical subperenifólia típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado.

Fonte: Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná (EMBRAPA/IAPAR – 1984)

Os solos da bacia do rio Marreco basicamente têm características químicas distintas a partir de seu trecho médio. Da nascente até a porção média existe uma predominância de solos distróficos, com baixa fertilidade natural, sendo que solos eutróficos, com elevada fertilidade natural, ocorrem com maior frequência nas proximidades do rio. Do trecho médio em direção à sua foz, que hoje se dá no lago de Itaipu, predominam os solos eutróficos, desde as margens do rio Marreco até as bordas da bacia de contribuição desse trecho considerado.

As unidades de mapeamento consideradas neste estudo estão agrupadas sequencialmente pela classe de solo predominante, facilitando o comentário acerca de similaridades e diferenças entre elas.

LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO (LVdf1 LVdf2): são solos profundos, sem problemas de drenagem, com boas condições de aeração, retenção de água e permeabilidade, com baixa fertilidade natural, contornável com adubação de correção e manutenção, sendo bastante aconselhado o uso de calagens periódicas para neutralização dos moderados níveis de alumínio trocável (elemento prejudicial ao desenvolvimento ideal da maioria das plantas cultivadas). LVdf1 e LVdf2 são solos bastante semelhantes e ocorrem em relevo suave-ondulado, e possuem elevada resistência à erosão, a qual basicamente somente ocorre quando o manejo é mal feito.

LATOSSOLO VERMELHO EUTRÓFICO (LVef1): são solos profundos, sem problemas de drenagem e com excelentes condições de aeração, retenção de água, permeabilidade e fertilidade, sendo considerados, mesmo em nível mundial, como um dos melhores solos para uso agrícola intensivo, basicamente tendo como maior defeito a deficiência natural quanto ao elemento nutritivo fósforo, facilmente corrigido mediante adubação química. Também são, a exemplo do Latossolo Roxo Distrófico, bastante resistentes à erosão.

NITOSSOLO VERMELHO EUTROFÉRRICO (NVef1): Formam-se sobre rochas básicas e ocupam as porções média e inferior de encostas onduladas até fortemente onduladas. É comum sua ocorrência em áreas bem drenadas, próximas a cursos d'água onde predominam rochas básicas (basalto, diabásio). Estão freqüentemente associadas a Latossolos Roxos (LR). Diferenciam-se dos Argissolos por apresentar maior quantidade de ferro que este.

ASSOCIAÇÃO NEOSSOLO LITÓLICO EUTRÓFICO CHEMOSSOLO EUTRÓFICO A CHEMOZENICO ROCHAS ERUPTIVAS BÁSICAS + CHEMOSSOLO ARGILOSO ARGILÚRICO FÉRRICO SAPROLÍTICO + NITOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO: A cobertura vegetal natural é constituída por vegetação de várzea, mata, cerrado e capoeira e as principais tipologias de uso e ocupação de solo são as agriculturas permanentes e as temporárias, as quais são responsáveis pelas maiores incidências de erosões e contaminações por defensivos agrícolas.

A partir das informações técnicas acerca dos solos da bacia hidrográfica do rio Marreco, pode ser descrito o seu co-relacionamento com aptidão agrícola. Na

seqüência estão descritas, em termos práticos, as principais características das unidades de mapeamento consideradas para a bacia do rio Marreco, destacando as considerações sobre sua utilização agro-pastoril, que estão estreitamente atreladas às limitações de uso e aptidão agrícola.

2.9.6. - Aptidão Agrícola Regional

A aptidão agrícola dos solos é resultante da combinação de fatores intrínsecos e extrínsecos aos mesmos, ou seja, das suas características físico-químicas naturais e da associação de fatores ligados ao relevo, clima, latitude e altitude, assim como a interferência da biota local. Com base nos resultados combinados desses fatores foi realizado um estudo para indicação macro do uso potencial dos solos paranaenses, resultando no documento denominado Aptidão Agrícola do Estado do Paraná (MA/EMBRAPA/SNLCS, 1980) válido para analisar as principais recomendações de uso em função das principais limitações naturais; outras recomendações podem ser realizadas em função das técnicas de uso e manejo do solo que se desenvolvem após o estudo utilizado como base para o presente trabalho.

Com base no documento apresentado pela MA/EMBRAPA (SNLCS, (1980) e na aptidão agrícola dos solos é possível otimizar o planejamento do uso das Terras de determinada região, município, localidade, comunidade ou mesmo uma propriedade rural. Para um trabalho de planejamento agrícola, especificamente, vários seriam os parâmetros adotados para o perfeito enquadramento da aptidão agrícola e da recomendação de uso otimizado. Para um estudo da natureza do que se apresenta no momento é suficiente validar os componentes de Grupo, Subgrupo e Classes.

O grupo basicamente indica o horizonte de limitação de uso, variando de 1 a 6, o que significa partir de terras sem limitações de qualquer natureza ao uso agrícola ou com discretas limitações, que não influenciam significativamente na capacidade de produção final (Grupo 1), até terras inaptas ao uso agro-silvo-pastoril

e, portanto, restritas à proteção ambiental no seu estado natural (Grupo 6). Os grupos 1, 2 e 3 indicam uso agrícola potencial; o Grupo 4 indica uso potencial com pastagens; o grupo 5 sugere uso com atividades de silvicultura e o grupo 6 são terras inaptas ao uso agro-silvo-pastoril.

O Subgrupo é o resultado da avaliação conjunta do nível de manejo e a classe de aptidão. Especificamente para os Grupos 1, 2 e 3, são definidos 3 (três) níveis de manejo A, B e C, que diferem entre si pelo nível tecnológico aplicado na produção e pelo manejo do solo:

- nível A – as práticas agrícolas refletem baixo nível tecnológico, sem aplicação de recursos financeiros, de práticas conservacionistas e de melhoria do solo, dependendo basicamente do trabalho braçal;
- nível B – reflete práticas agrícolas com nível tecnológico médio e com trabalhos basicamente associados à mecanização de tração animal;
- nível C – há um alto padrão de aplicação de recursos financeiros, tecnológicos, de resultados de pesquisas, com mecanização tratorizada.

Para o Grupo 4 o Subgrupo associa a Classe de aptidão para pastagens plantadas. Para o Grupo 5 o Subgrupo associa a Classe de aptidão para silvicultura e pastagem natural e, finalmente, para o Grupo 6, por indicar áreas de proteção ambiental no seu estado natural, Grupo e Subgrupo são coincidentes, uma vez que não há Classe de aptidão descrita para tal.

As Classes de aptidão basicamente qualificam o uso, sendo adjetivadas através dos termos: boa, regular, restrita ou inapta, para cada tipo de utilização proposta.

Considerando Grupos, Subgrupos e Classes de aptidão agrícola da bacia do Rio Marreco, foram agrupados os usos do solo, segundo suas características físico-químicas naturais e da associação de fatores ligados ao relevo, clima, latitude e altitude.

1"ABC: terras aptas ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, boa para os 3 níveis de manejo considerados (A, B e C). A aptidão ora descrita está diretamente ligada à unidade de mapeamento LRe1 (Latossolo Roxo Eutrófico).

1" ABc: terras com aptidão boa ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, nos níveis de manejo B e C, mas regular no nível de A. A aptidão ora descrita está associada às unidades de mapeamento TRe2 e TRe6 (Terra Roxa Extruturada Eutrófica), e em algumas áreas específicas de LRe1 (Latossolo Roxo Eutrófico). Para TRe6, basicamente ocorrente no terço superior do rio Rio Marreco, é indicado o uso com fruticultura de clima temperado.

1" aBC: terras com aptidão boa ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, no nível de manejo B e C, mas regular nos níveis A . A aptidão ora descrita está associada à unidade de mapeamento LRd1 (Latossolo Roxo Distrófico). Para os solos enquadrados nessas unidades de mapeamento e ocorrentes nas Proximidades de Toledo e Cascavel é indicado o uso com fruticultura de clima temperado.

1"aBc: terras com aptidão boa ao cultivo de lavouras anuais, 2 ciclos anuais, no nível de manejo B, mas regular nos níveis A e C. A aptidão ora descrita está associada à unidade de mapeamento LRd6 (Latossolo Roxo Distrófico). Para os solos enquadrados nessas unidades de mapeamento e ocorrentes nas proximidades de Toledo e Cascavel também é indicado o uso de fruticultura de clima temperado.

3(ab): terras aptas ao cultivo com lavouras anuais na classe restrita ao níveis de manejo A e B. Essa aptidão está associada à unidade de mapeamento Re9 (Associação Solo Litólico-Brunizem-Terra Roxa Estruturada), sendo que as restrições são impostas principalmente pelo componente Neossolo Litólico, pouco profundo e com declividade elevada.

Pode ser verificado o estreito co-relacionamento entre classe de solo e aptidão agrícola comparando os dados obtidos no estudo para cada um desses capítulos e os mapas a eles correspondentes (Pedologia e Aptidão Agrícola)

No Quadro 8 a seguir são apresentadas as classes de solo ocorrentes, as unidades de mapeamento consideradas, a aptidão agrícola principal e o uso atual do solo na bacia do rio Marreco.

Quadro 8 - Classe de solo, aptidão agrícola e uso do solo na Bacia Hidrográfica

Classe de solo predominante	Unidade de mapeamento	Aptidão Agrícola principal	Uso atual do solo
Latossolo	LVdf1	Lavouras anuais	Culturas anuais de verão e inverno
	LVdf2	Lavouras anuais	Culturas anuais de verão e inverno
	LVef1	Lavouras anuais	Culturas anuais de verão e inverno
Nitossolo	NVef1	Lavouras anuais	Culturas anuais de verão e inverno
Outros	RLe1	Lavouras anuais	Culturas anuais de verão e inverno

Fonte: Aptidão Agrícola do Estado do Paraná (MA/EMBRAPA/SNLCS, 1980)

As áreas de terra situadas nas cercanias do rio Marreco predominantemente são correspondentes a Terra Roxa Estruturada e Latossolo Roxo e, por conseguinte, estão aptas a serem exploradas com agricultura.

Para Terra Roxa Estruturada, devido à grande suscetibilidade à erosão, há restrições ao seu intenso revolvimento no nível C (altamente tecnificado), que podem ser contornadas com aplicação de resultados da pesquisa oficial para essa situação, como é o caso do próprio plantio direto, hoje já assumido como prática comum na região.

No terço superior do trecho do rio Marreco há uma boa aptidão para o uso com fruticultura de clima temperado, mas não há uma política especificamente voltada para esse fim, resultando em uso atual para agricultura com lavouras anuais (soja, milho, e trigo, principalmente).

Os Latossolos em geral não apresentam restrições ao uso intensivo das terras, como efetivamente verificado em campo, em especial os Eutróficos, com alta fertilidade natural.

Os Latossolos Distróficos (com baixa fertilidade natural) têm restrições ao nível de manejo A, pois como nesse nível não há aplicação de tecnologias e insumos, os resultados finais são comprometidos dentro do manejo adotado (principalmente de ordem química). Para os níveis de manejo B e C, a calagem e a adubação (química, organomineral ou orgânica) bastam para contornar essa característica natural a solos com tais características de fertilidade.

CAPÍTULO III – MATERIAIS E METODOS

3.1. – MATERIAIS

3.1.1 Localização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Marreco está localizada na região Oeste do Estado do Paraná entre as latitudes 53° 40'e 54° 10' longitude Oeste (W) e 24° 34'e 24° 45' de longitude Sul (S), abrangendo parte do município de Toledo, a área rural de Marechal Candido Rondon e o município de Quatro Pontes. Como mostra a figura 1.

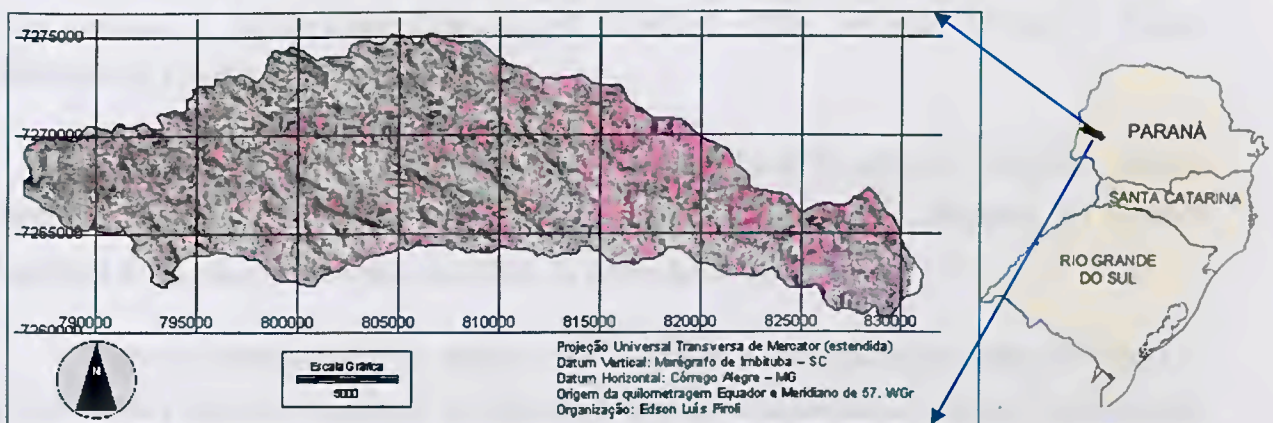


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Marreco na região Sul do Brasil, no Oeste paranaense

O rio Marreco corre totalmente em território paranaense. Sua nascente localiza-se no município de Toledo, percorrendo aproximadamente 44,78 km até desembocar na margem esquerda do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu, próximo à área urbana do município de Quatro Pontes.

3.2 MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em algumas etapas principais que foram: revisão de literatura e busca de informações nos órgãos responsáveis e relacionados ao tema em estudo, delimitação e georreferenciamento da área de estudo, com relação aos solos e à hidrografia e levantamento do uso atual da terra sobre as imagens de satélite.

Foram utilizados computadores com capacidade de 1 GB de memória RAM e 1 GHz de velocidade de processamento, com capacidade de armazenamento de 250 GB. Usou-se nos trabalhos de campo um aparelho de GPS de navegação Garmin modelo e_map.

Os aplicativos utilizados para as análises do uso da terra, processamento das informações e elaboração dos mapas foram o Idrisi, versão Andes, o Adobe Photoshop 7.0 e o Arc-View 3.2.

As bases de dados foram as cartas topográficas na escala 1:50.000, mapas cedidos pela Itaipu Binacional e Imagem do sensor Thematic Mapper, do satélite Landsat 5, do dia 24 de maio de 2002 da área de estudo.

Para a elaboração dos mapas, foi utilizada a metodologia desenvolvida por Pirolí (2002) descrita a seguir: foi efetuada a georreferência da imagem de satélite, para que a mesma pudesse ser utilizada como plano de orientação das demais atividades. Este georreferenciamento foi executado localizando-se um número de pontos de controle suficientes para chegar-se a um erro médio quadrático abaixo da metade da resolução desejada, conforme sugerido por Eastman (1998).

Os pontos de controle escolhidos foram aqueles localizados sobre a imagem de satélite que possuíam correspondente georreferenciado nas cartas planialtimétricas, tais como: encruzilhadas de rodovias, pontes e cruzamento de rodovias com vias férreas. O processo de georreferência consistiu em identificar-se as coordenadas dos pontos de controle na imagem de satélite e as coordenadas na projeção UTM nas cartas topográficas. Com estas informações gerou-se um arquivo de correspondência com as coordenadas X e Y da imagem e seus correspondentes

Leste-Oeste e Norte-Sul na projeção UTM. Em seguida, através de processo de reamostragem, utilizando uma equação linear o Idrisi substituiu o valor da coordenada de imagem por novo valor de coordenada na projeção UTM em cada *pixel*.

Ainda nesta etapa, efetuou-se a identificação do limite da bacia e sua digitalização no sistema de projeção UTM. Esta delimitação foi feita sobre as cartas topográficas, digitalizando-se o contorno de todo o município no aplicativo Idrisi. Em uma etapa posterior, utilizou-se o aplicativo ArcView para ajustes na localização deste limite.

O arquivo com a hidrografia da área de estudos foi obtido na Itaipu Binacional em formato shape file. O mesmo foi convertido para o formato raster no Idrisi Andes.

A área total da bacia foi medida através da rasterização do polígono limite georreferenciado. Efetuou-se então o cálculo da área utilizando-se o módulo *area* do menu *analysis/data base query* do Idrisi.

O mapa de solos da área foi obtido junto à Itaipu Binacional e georreferenciado no Idrisi seguindo a metodologia descrita anteriormente.

A análise do uso da terra na bacia foi efetuada sobre a imagem do sensor *Thematic Mapper* instalado no satélite Landsat 5. Nesta análise, foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5, que correspondem às faixas do vermelho visível, infravermelho próximo e infravermelho médio, respectivamente. Essas três bandas são as comumente utilizadas em classificação de imagens de satélite para análises ambientais, por reunirem a porção mais significativa das informações de resposta espectral captadas pelo satélite nestas áreas.

Os usos da terra da bacia foram identificados visualmente e demarcados na tela do computador através de vetorização.

As áreas de preservação permanentes (APPs) das nascentes e cursos d'água da área de estudo foram demarcadas a partir de vetores, utilizando-se o módulo de elaboração de *buffers* do Idrisi Andes.

Para o diagnóstico físico conservacionista foram utilizados os parâmetros apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 – Materiais e informações utilizadas para o Diagnóstico Físico Conservacionista da Bacia do Rio Marreco:

Informações Necessárias	Informação Existente	Informação inexistente	Fonte e Observações
Fotos aéreas 1:25.000	-----	X	
Imagem Satélite	X	-----	ITAIPU BINACIONAL
Descrição da Vegetação Original		X	
Informações pluviométricas	X*	-----	ITAIPU BINACIONAL
Dados de evapotranspiração	X**		ITAIPU BINACIONAL
Análises Granulométricas dos solos	-----	X	
Informações bibliográficas sobre a região	X	-----	Prefeitura de Toledo
Mapa topográfico 1:50.000	-----	X	
Mapa da bacia 1:50.000	X	-----	Gerados da imagem de Satélite
Mapa dos setores da bacia 1:50.000	X		Gerados da imagem de Satélite
Mapa da vegetação original 1:50.000		X	Gerados da imagem de Satélite
Mapa das estações pluviométricas 1:50.000	X	-----	ITAIPU BINACIONAL
Mapa de declividades 1:50.000	-----	X	-
Mapa hipsométrico 1:50.000	X	-----	ITAIPU BINACIONAL
Mapa geológico 1:50.000	X		CD MINEROPAR
Mapa geomorfológico 1:50.000	-----	X	
Mapa de pontos de erosão do solo 1:50.000	-----	X	
Mapa de uso da terra 1:50.000	X	-----	Gerados da imagem de Satélite

Fonte: Elaborado por SONEGATTI, 2009.

X* - Foram utilizados os dados de estações pluviométricas do entorno da Bacia hidrográfica do Rio Marreco

X** - Os dados apresentados referem-se a cidade de Cascavel, localizada próxima a Toledo.

A cobertura vegetal atual foi avaliada de acordo com o proposto por Beltrame (1994), onde a Vegetação é considerada pelo grau de proteção da cobertura vegetal fornecido ao solo (CA). Esta avaliação foi feita calculando-se a área de cada cobertura vegetal multiplicada pelo índice de proteção médio de cada cultura. Este

procedimento fornece como resultado o índice de superfície reduzida cuja soma é dividida pela soma das áreas totais, resultando no índice de proteção total.

A mesma autora recomenda a análise da erosividade da chuva (E). Esta análise foi feita utilizando-se a equação:

$$E = 6,886 (r^2/p)^{0,85}$$

onde E = média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h);

r = precipitação média mensal em mm;

p = precipitação média anual em mm.

Foi calculada na sequência a densidade de drenagem (DD), onde a somatória dos comprimentos dos cursos d'água em km é dividida pela área total da bacia em km².

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – TRABALHOS DE CAMPO

Os trabalhos de campo foram realizados em duas fases principais: na primeira foram feitas visitas aos órgãos ambientais na cidade de Toledo para serem colhidas informações e material cartográfico. Na sequência foram buscadas informações no Comitê de Bacias Hidrográficas do Paraná III junto ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e na Prefeitura Municipal de Toledo. A segunda parte do trabalho consistiu dos trabalhos de campo que foram realizados após a análise do material cartográfico e determinação dos locais a serem avaliados, com o intuito de conferir in loco as informações relativas à área.

As informações e material cartográfico obtidos junto ao IAP e prefeitura municipal de Toledo forneceram informações de como estava sendo tratada a questão ambiental no âmbito do município e na bacia do rio Marreco. O órgão ambiental Estadual IAP, tem participação nas ações que são desenvolvidas com vistas a preservação e trabalha conjuntamente com a Hidrelétrica Itaipu no que consiste em preservação ambiental. Estes projetos incluem reflorestamento com espécies nativas, controle de erosão e diminuição do despejo de efluentes provenientes da criação de suínos com a conscientização dos produtores rurais quanto a práticas conservacionistas, a Prefeitura tem o papel de auxiliar na preservação e o faz de forma que as práticas colocadas por técnicos tanto da Usina quanto do IAP sejam implantadas e passem a dar resultado.

Na área urbana do município de Toledo, foi estudada a nascente principal do rio Marreco. Observou-se que a mesma encontra-se em área impermeabilizada e tem o leito inicial do rio canalizado. Este corre por canalização fechada por aproximadamente 2 quilômetros, sendo que depois volta a correr a céu aberto. Percorre aproximadamente 600 metros em leito parcialmente canalizado, até voltar a ter um curso normal, isto é sem canalização e sem desvios.

O Rio Marreco percorre ainda em solo urbano, aproximadamente 6 km. Estes em região de chácaras e pequenas propriedades o que indica que o despejo de

efluentes é menor que o ocorrido à montante. Sua aparência torna-se melhor e já se pode observar a existência de mata ciliar. Não foram encontrados vestígios de lixo de qualquer espécie nas suas margens nesta região.

Na segunda fase, foram feitos os trabalhos de campo, para a verificação das condições ambientais da bacia. Dentre os aspectos analisados, estão os usos da terra identificados nas imagens de satélite. Um ponto de destaque foram os lagos que servem para a dessedentação do gado e também para criação de peixes, visto que existem alguns locais de lazer denominados pesque-pague na bacia. Outro aspecto verificado foram as áreas que mais se sobressaíram na confecção da carta, que são os solos preparados para plantio. Em algumas áreas foram encontradas plantações de cevada que servem como protetora do solo entre culturas de verão e de inverno. Foram observadas ainda plantações de feijão, milho e soja.

Confirmando o observado através da análise da imagem de satélite, no campo observou-se que na sua maioria o solo da bacia é utilizado por culturas anuais como soja, milho, feijão, e algumas áreas de cana de açúcar. Em algumas pequenas propriedades foram encontradas criação de gado bovino e caprino. Encontrou-se ainda criação de ovelhas, e a principal atividade da região que é a criação de suínos. Destaque-se ainda a criação de aves de corte com uma quantidade razoável de viveiros para este fim espalhados ao longo de toda área da bacia.

Observou-se ainda a presença de mata nativas, tanto nas regiões mais declivosas, quanto nas margens dos cursos de água, como áreas de matas ciliares, cobrindo as Áreas de Preservação Permanente. Constatou-se que na maioria dos locais visitados ocorria a presença de mata ciliar, mesmo nos menores tributários do rio Marreco.

4.2 – ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA

4.2.1. Características Morfométricas

No Quadro 10 são apresentadas as características morfométricas da área de estudo.

Quadro 10 – Características Morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Marreco

Características Morfométricas	Valores
Área de drenagem (A)	340,55 km ²
Perímetro (P)	145,20 km
Coeficiente de compacidade (Kc)	2,20
Fator de forma (F)	0,18
Índice de circularidade (IC)	0,20
Padrão de drenagem	Dentrítico
Orientação	Oeste
Altitude Mínima	227 m
Altitude Média	393,5 m
Altitude Máxima	560 m
Comprimentos totais dos canais (Lt)	674,67 km
Ordem da bacia	4
Densidade de drenagem (Dd)	1,98 km/km ²

Fonte: Elaborado por SONEGATTI

4.2.2. Características hidrográficas da bacia

A distribuição da hidrografia na bacia apresenta nas áreas próximas a nascente, canais curtos e com poucas ramificações. Da parte média até sua foz os canais vão se tornando mais longos e ramificados. A partir da vetorização dos cursos d'água e das nascentes, observou-se que existem na área de estudo 366 nascentes principais, conforme pode ser visto na Figura 2.

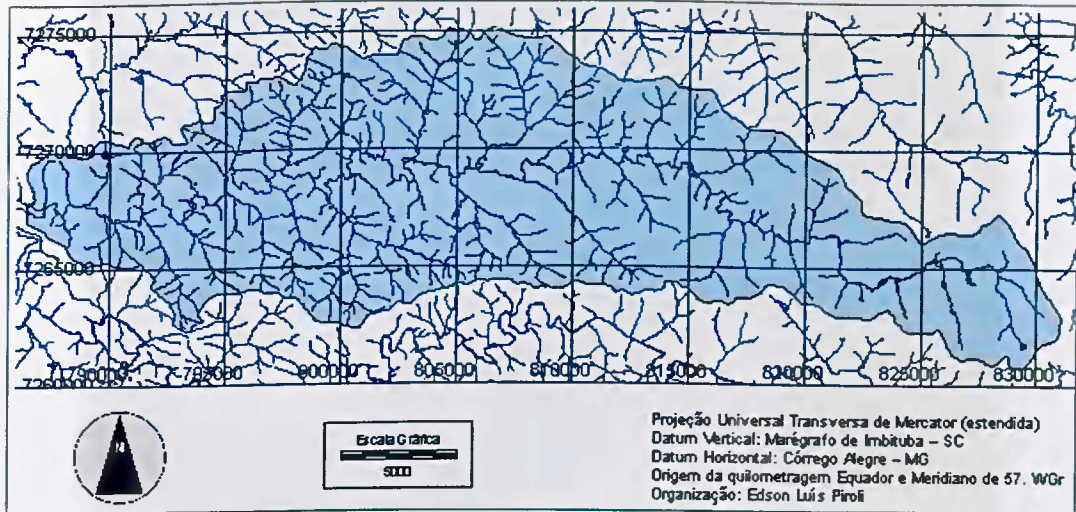


Figura 2 – Área da bacia hidrográfica do rio Marreco com a distribuição da hidrografia regional.

A Ordem dos Cursos de Água na bacia hídrica do rio Marreco é igual a 4, que reflete seu alto grau de ramificação.

A Densidade de Drenagem indica o grau de desenvolvimento de um sistema. Para a bacia estudada este valor é igual a $1,98 \text{ km/km}^2$ indicando um sistema pobre de drenagem.

A Extensão média de Escoamento é um índice que define a distância média que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos da bacia, sendo, para o local de estudo é igual a 0,53 km.

A Sinuosidade do Curso de Água é um fator controlador da velocidade de escoamento. Para o rio Marreco, o valor encontrado foi de 1,96, o que indica elevada sinuosidade do rio.

A nascente do rio Marreco está totalmente em área urbana, tendo sido canalizada para a realização de obras de infra estrutura viária. O rio percorre aproximadamente 6 quarteirões até este canal passar a ser a céu aberto formando segundo os moradores uma trilha de observação. Esta condição pode ser observada na Foto 1.



Fonte: Fotografado por SONEGATTI, 2009.

Foto 1 – Leito canalizado do rio Marreco a céu aberto

Nota-se na foto 1 nota-se o rio canalizado novamente para dar continuidade a rua reaparecendo do outro lado em um local já arborizado onde corre sem impedimentos físicos.

Este local apresentado na foto 1 é utilizado pela Secretaria do Meio Ambiente para trabalhos em Educação Ambiental, o local é visitado por alunos das escolas públicas e privadas e anualmente fazem um dia de campo denominado Dia do Rio, promovendo a limpeza do mesmo.

Ao longo do percurso do rio verificou-se a preocupação dos proprietários rurais com a manutenção das Áreas de Preservação Permanente, como as matas ciliares e das áreas de encostas, com altas declividades, conforme pode ser observado nas Fotos 2, 3 e 4.



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

Foto 2 - Ponte sobre o rio Marreco – com mata ciliar nas suas margens.



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

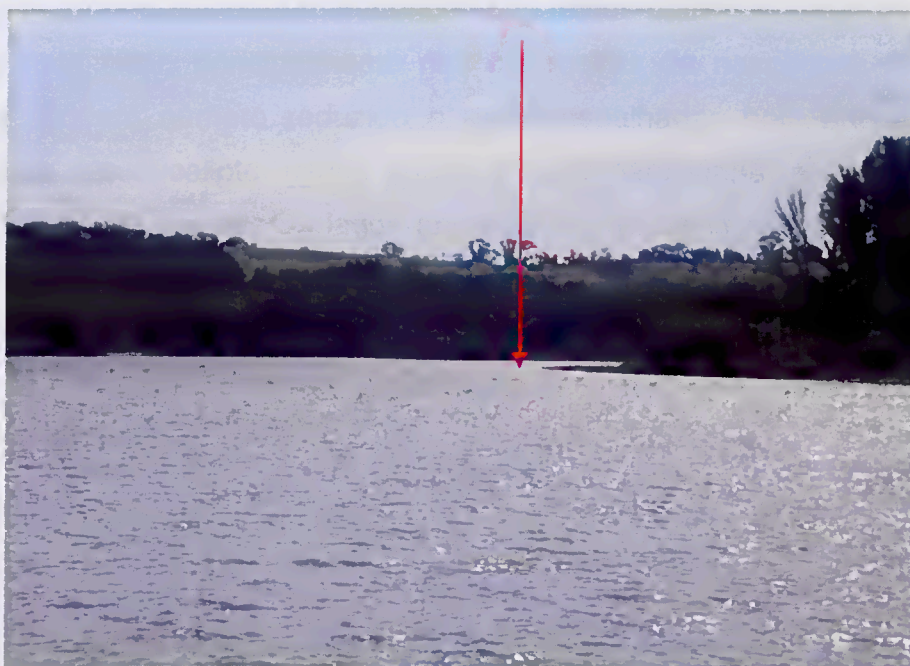
Foto 3 - Trecho médio do rio marreco – com mata ciliar



Fonte: Fotografado por PIROLI

Foto 4 – Mata nativa em encostas de altas declividades.

A foz do Rio Marreco se dá no lago artificial da Usina Hidrelétrica de Itaipu, local bem arborizado e preservado ambientalmente, graças aos projetos de reflorestamento da referida Usina. A Figura 20 apresenta este local.



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

Foto 5 – Foz do rio Marreco no reservatório de Itaipu

4.2.3. Uso da terra na bacia hidrográfica

O uso da terra na área de estudo foi levantado a partir da imagem de satélite recortada, apresentada na Figura 3

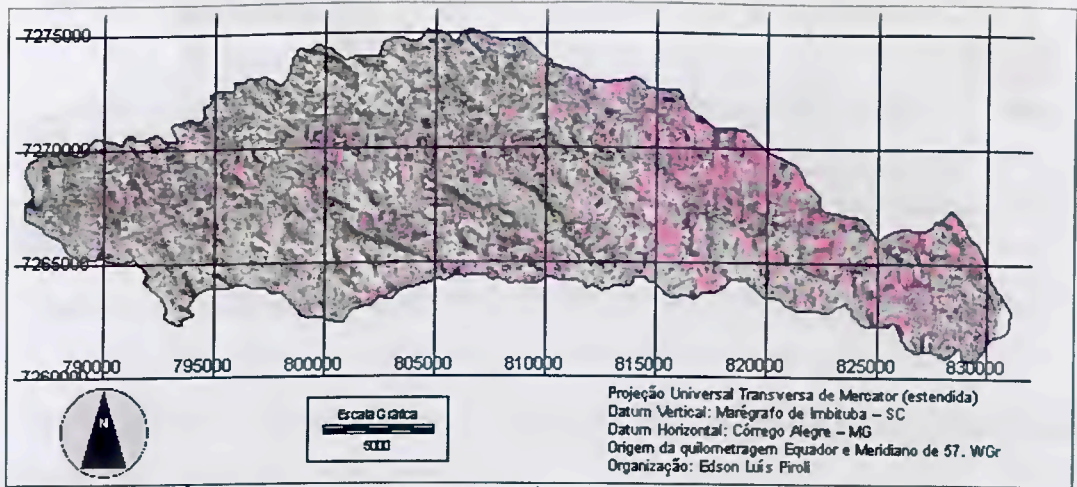


Figura 3 – Área da bacia hidrográfica do rio Marreco recortada de imagem do satélite Landsat 5, composição falsa-cor RGB 543.

A atividade principal observada na análise foi a agricultura, com predomínio de culturas como soja, milho e feijão. As áreas de pastagem aparecem espalhadas pela bacia, aproveitando os espaços onde a declividade é um empecilho para a mecanização, nota-se ainda a manutenção das matas nativas como área de reserva legal e a mata ciliar, principalmente nas cabeceiras de nascentes. As áreas de silvicultura são em número reduzido e estão espalhadas pela bacia, a espécie predominante é o eucalipto, usado principalmente para lenha, e em alguns casos para construção de cercas. Os lagos encontrados na bacia são para a criação de peixes e dessedentação do gado, o maior e mais importante é o lago da Usina de Itaipu. Como mostra a Foto 5. Destacam-se ainda, na área os núcleos urbanos de Toledo, a comunidade 2 irmãos e a cidade de Quatro Pontes. Como pode ser visto na Figura 4.

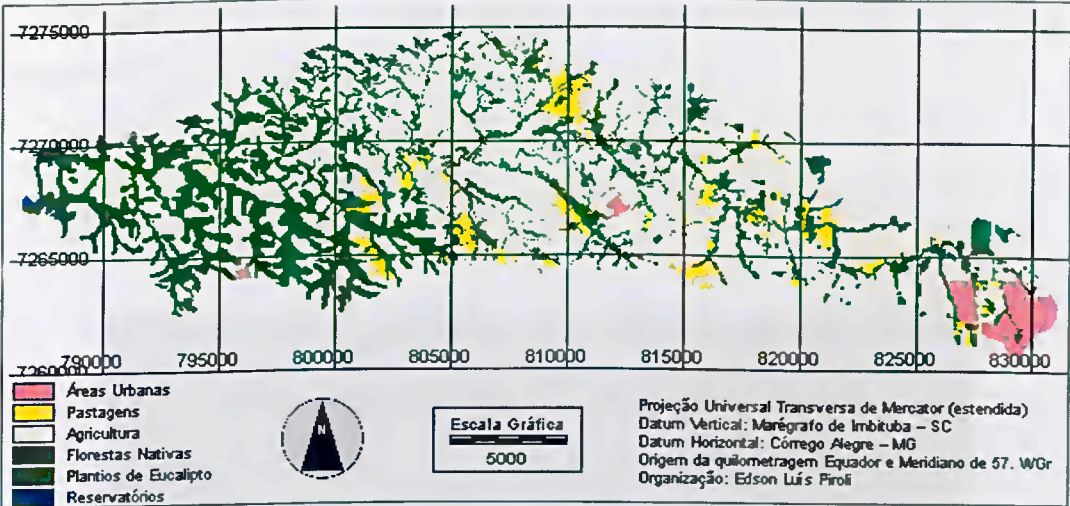


Figura 4 – Classes de uso da terra da bacia hidrográfica do rio Marreco.

No Quadro 11 é apresentado o uso do solo para cada um dos elementos encontrados na bacia do rio Marreco.

Quadro 11 – Uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Marreco

Uso da terra	Km ²	%
Floresta Nativa	98,31 km ²	28,87
Agricultura	217,87 km ²	63,98
Áreas Urbanas	8,09 km ²	2,38
Pastagem	13,33km ²	3,91
Plantio de Eucalipto	2,33 km ²	0,68
Reservatórios	0,62 km2	0,18
Área Total	340,55 km ²	100%

Fonte: Elaborado por SONEGATTI

Conforme pode ser observado na tabela anterior, as áreas com agricultura ocupam a maior porcentagem de uso. Observa-se ainda que as florestas nativas estão razoavelmente preservadas. Deve-se destacar que os núcleos urbanos estão localizados em áreas de cabeceiras, não respeitando em nenhum caso, as Áreas de Preservação Permanente das nascentes e cursos d’água localizados em suas áreas.

As Figuras 9, 10, 11 e 12 apresentam a visão dos diferentes usos da terra na bacia estudada.



Fonte: Fotografado por PIROLI

Foto 6 – Cultura de feijão



Fonte: Fotografado por PIROLI

Foto 7 - Cultura de milho



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

Foto 8 – Criação de caprinos



Fonte: Fotografado por PIROLI

Foto 9 – Criação de gado bovino

A Foto 10 apresenta uma área com cultivo de cevada, que os produtores utilizam como cobertura vegetal, nos períodos entre as culturas de verão e de inverno, ou em todo inverno. Nestas áreas, a cultura de verão normalmente cultivada é a soja.



Fonte: Fotografado por PIROLI

Foto 10 – Plantio de cevada.

Observou-se ainda na parte média da bacia a implantação de silvicultura, que no mapa de uso da terra são vistos como pequenas manchas. A foto 11 apresenta um destes reflorestamentos, ao fundo com plantação de milho em primeiro plano. A Figura 12 apresenta outra área de reflorestamento a jusante da bacia hidrográfica.



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

Figura 11 – Plantio de eucalipto ao fundo e milho em primeiro plano.



Fonte: Fotografado por PIROLI

Figura 12 – Plantação de eucaliptos.

De acordo com informações obtidas junto a moradores da área, bem como de técnicos atuantes nos órgãos públicos da região, a cobertura original encontra-se descaracterizada visto que as primeiras atividades exercidas na bacia do rio Marreco foram a de extração de madeira. Estas prestavam-se as indústrias locais e para exportação. Hoje são encontrados poucos remanescentes de mata nativa, e mesmo assim, por imposição da lei ambiental. A vegetação nativa era do tipo Pluvial subtropical ou floresta subtropical perenifolia mesófila a leste do rio Paraná, formada por ipês, perobas, canafístulas, palmitos, alecrim, angicos, entre muitas outras espécies.

A evolução do uso da terra na bacia do rio Marreco é constatada através dos seus usos anteriores, primeiramente extração de madeira, logo após a abertura de pastos para a agropecuária e mais recentemente a utilização em larga escala para o cultivo de culturas anuais como soja, milho e feijão.

A seguir serão descritos individualmente os principais usos da terra levantados durante este estudo.

4.2.3.1. Área de mata nativa

As áreas de mata nativa por sua formação, possuem um fator de proteção ao solo considerado excelente.

Esta proteção é dada pelo conjunto das copas das árvores que diminuem o impacto das gotas de chuva e protegem o solo dos ventos. A água que escorre pelos troncos e acompanha as raízes, normalmente infiltra mais profundamente que em locais com outros usos. A serrapilheira depositada sobre o solo além de diminuir o escoamento superficial da água, também é importante para a manutenção da microfauna do solo.

Na bacia do rio Marreco é freqüente a ocorrência das áreas de mata nativa, principalmente como matas ciliares e como protetoras de encostas. Esta situação foi constatada tanto na imagem de satélite como no trabalho de campo (Fotos 13 e 14)



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

Foto 13 – Mata ciliar no Rio Marreco.



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

Foto 14 – Mata nativa cobrindo encosta de alta declividade.

4.2.3.2. Agricultura

A área plantada ou de cultivo abrange as áreas cobertas por culturas, tanto temporárias como perenes. Ocorre predominância de culturas anuais como soja, milho, feijão, cevada, trigo, cana, entre outras. Estas tiveram aumento de produção após serem implantadas técnicas de proteção e conservação do solo, principalmente a do plantio direto, que proporcionou aos agricultores uma maior capacidade de transformação e manejo das terras com menor aptidão agrícola. Exemplos da ocupação da terra com agricultura podem ser vistos nas fotos 15, 16, 17 e 18.



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

Foto 15 – Área de cultivo de milho com palhada deixada sobre o solo.



Fonte: Fotografado por PIROLI

Foto 16 – Cultivo de milho na margem de estrada rural.



Fonte: Fotografado por PIROLI

Foto 17 – Cultivo de feijão em área próxima a foz do rio Marreco.



Fonte: Fotografado por PIROLI

Figura 18– Cultivo de milho irrigado

4.2.3.3. Áreas de Pastagem

As áreas utilizadas para pastagem correspondem àquelas com declividades maiores, que impossibilitam o plantio de lavouras com utilização de maquinários. Possuem geralmente solos mais pobres e rasos onde a vegetação original foi quase totalmente retirada. Nestes locais, frequentemente aparecem matacões, como pode ser visto na Foto 19.



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

Foto 19 – Área de pastagem. Destaque-se a presença de matações.

4.2.3.4. *Plantios de eucaliptos*

As áreas com cultivo de eucalipto estão presentes na bacia como pequenas manchas. As mesmas foram identificadas quando da elaboração da carta de uso das terras e também no trabalho de campo, conforme é visto Foto 20.



Fonte: Fotografado por PIROLI

Foto 20 – Área de eucaliptos

4.2.4 - Proteção da Cobertura Vegetal atual do Solo – Parâmetro CA

Esta análise foi feita conforme Beltrame (1994):

Quadro 12 - Classificação da Proteção fornecida ao Solo pela Cobertura Vegetal

Cobertura Vegetal	Índice de Proteção Médio
Silvicultura	0,6
Agricultura	0,5
Pastagem	0,6
Florestas Nativas	1,0

Fonte: Beltrame (1994)

Quadro 13 - Índice de Proteção Fornecido ao Solo pela Cobertura Vegetal

Cobertura	Área (ha)	Índice de Proteção Médio	Superfície Reduzida	Índice de Proteção Total
Florestas Nativas	9831	1,0	9831	
Silvicultura	233	0,6	139,8	
Agricultura	21.787	0,5	10.893,5	
Pastagem	1333	0,6	799,8	
TOTAL	33.184		21.664,1	0,65

Fonte: Elaborado por SONEGATTI

Quadro 14 - Erosividade da Chuva – Parâmetro E – Dados Pluviométricos de 2000

Meses do ano	Média Mensal do Índice de Erosão
Janeiro	65,73
Fevereiro	65,04
Março	40,31
Abril	46,18
Maio	51,12
Junho	39,17
Julho	21,98
Agosto	20,23
Setembro	52,38
Outubro	80,31
Novembro	53,66
Dezembro	72,87
TOTAL	608,98

Fonte: Elaborado por SONEGATTI

4.2.4.1. Análise utilizando-se os Parâmetros Coletados

Parâmetro CA: - A proteção fornecida ao solo pela cobertura vegetal é satisfatória, somando-se as práticas conservacionistas aplicadas na agricultura o cenário ambiental tende a mudar consideravelmente para bom em um curto espaço de tempo.

Parâmetro E: - A erosividade na bacia do rio Marreco é considerada débil de acordo com o índice de erosividade da chuva para o Estado do Paraná que considera nesta classe o fator de erosividade menor que 670,15.

4.2.5. Análise do Uso das terras nas APPs

A nascente principal do rio Marreco está localizada no centro administrativo da cidade de Toledo aproximadamente na Rua Uruguai, a uma altitude aproximada de 560 metros acima do nível médio dos mares (figura 5). Percorre um trecho canalizado até a rua São João, onde este canal está a céu aberto. Sua foz no Rio Paraná (Lago de Itaipu) está a uma altitude de 227 metros.

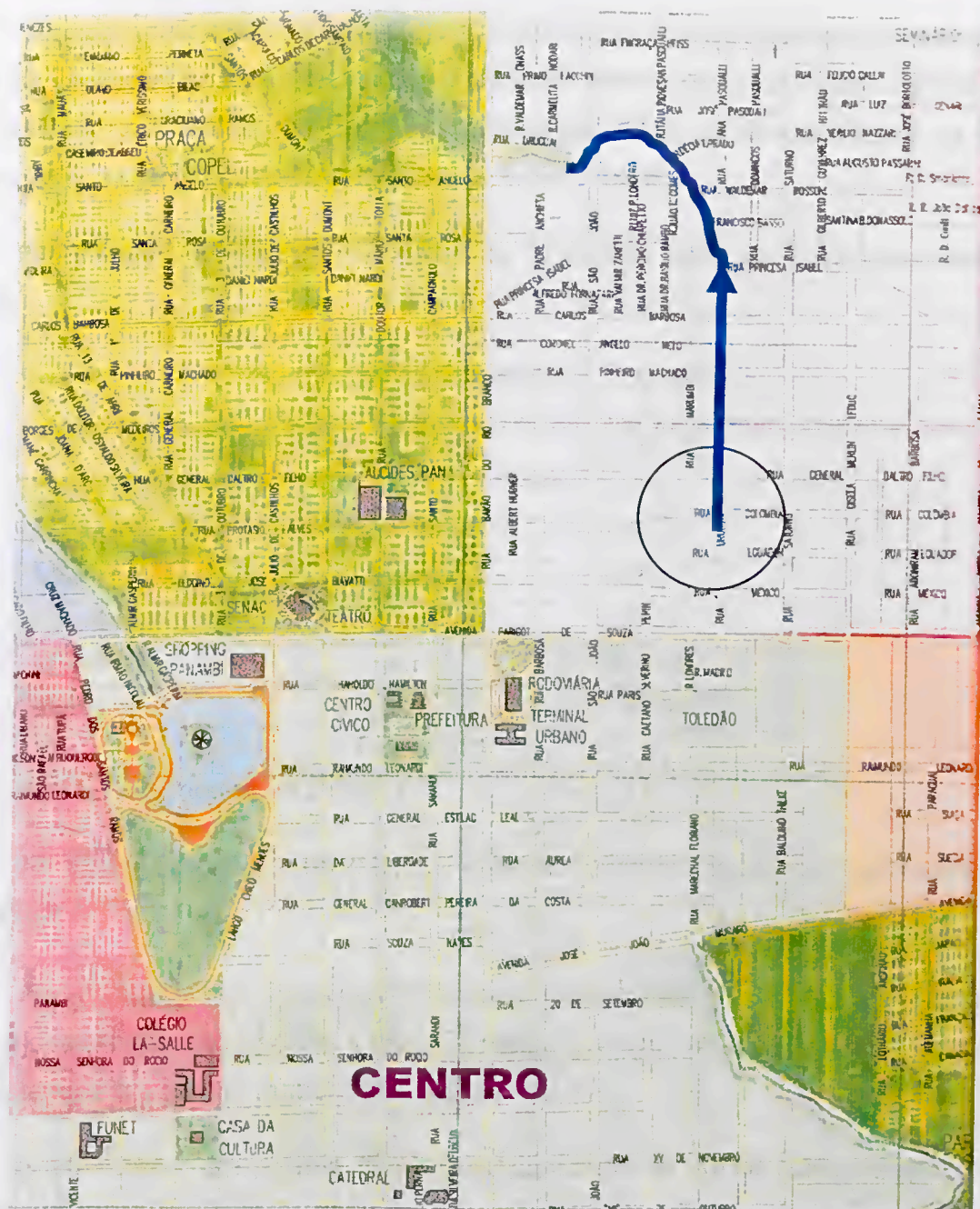


Figura 5 - Localização da Nascente do Rio Marreco na área urbana de Toledo.

Outra nascente a do rio Panambi tem sua nascente também no centro urbano, mas esta está um pouco mais preservada, possuindo uma reserva de mata o mesmo é canalizado somente para atravessar a rua e logo após deságua em um lago construído, ambiente com pista de caminhada e no seu entorno pontos comerciais onde a população pode desfrutar desta beleza cênica.

Após a análise das 366 nascentes, verificou-se que as mesmas possuem uma área de preservação permanente (50 metros de raio a partir da nascente) de 2,84 km². A Área de Preservação Permanente total de todos os cursos d'água da bacia abrange 33,04 km² (considerando-se a Lei 4.771 / 1965).

No Quadro 15 são apresentados os principais usos da terra das APPs da bacia.

Quadro 15 – Usos da terra nas APPs

Usos da Terra nas APPs	Quantificação
Áreas Urbanas	0,11 km ²
Pastagem	0,46 km ²
Agricultura	4,23 km ²
Florestas	27,91 km ²
Silvicultura	0,01 km ²
Lagos	0,32 km ²
$\Sigma = 33,04 \text{ km}^2$	

Fonte: Elaborado por SONEGATTI

As áreas urbanas e os distritos estão localizadas todas em cabeceiras de nascentes.

As pastagens nas áreas de APPs estão distribuídas em sua maioria em locais onde a declividade não permite a mecanização. Ocorrem em alguns casos consórcio de pastagens e algumas manchas de floresta nativa.

A agricultura em alguns locais avança sobre as APPs, pois nestas áreas encontram-se os solos mais férteis, e a necessidade de aumentar a produção faz com que os agricultores procurem aproveitar ao máximo suas áreas.

As florestas são formadas pelas áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente tanto nas margens dos corpos d'água quanto nas áreas de altas declividades. Após a implantação do programa Cultivando Água Boa da Itaipu Binacional em 2002, constata-se que a presença destas está em crescimento na bacia estudada. Uma das principais ações desenvolvidas é a recomposição das matas ciliares nas margens do Lago da Usina e das nascentes.

As áreas de reflorestamento são pequenas e basicamente servem para o uso nas propriedades. Estes usos são basicamente para lenha e construção e manutenção de cercas.

Os lagos são utilizados para dessedentação do gado e como fonte alternativa de renda, para criação de peixes e em algumas pequenas propriedades para pesque-pague. O maior e mais importante é o lago de Itaipu, que serve a população ribeirinha como fonte de lazer e no qual está sendo implantado através de convênio Itaipu/pescadores a criação e engorda de peixes em tanques rede.

Na Figura 6 está apresentada a distribuição dos cursos d'água e das nascentes, com suas APPs e com o uso da terra das mesmas. A Figura 7 apresenta uma aproximação, em maior escala da distribuição das APPs. A Figura 8 apresenta, com aproximação de parte da Figura 6.

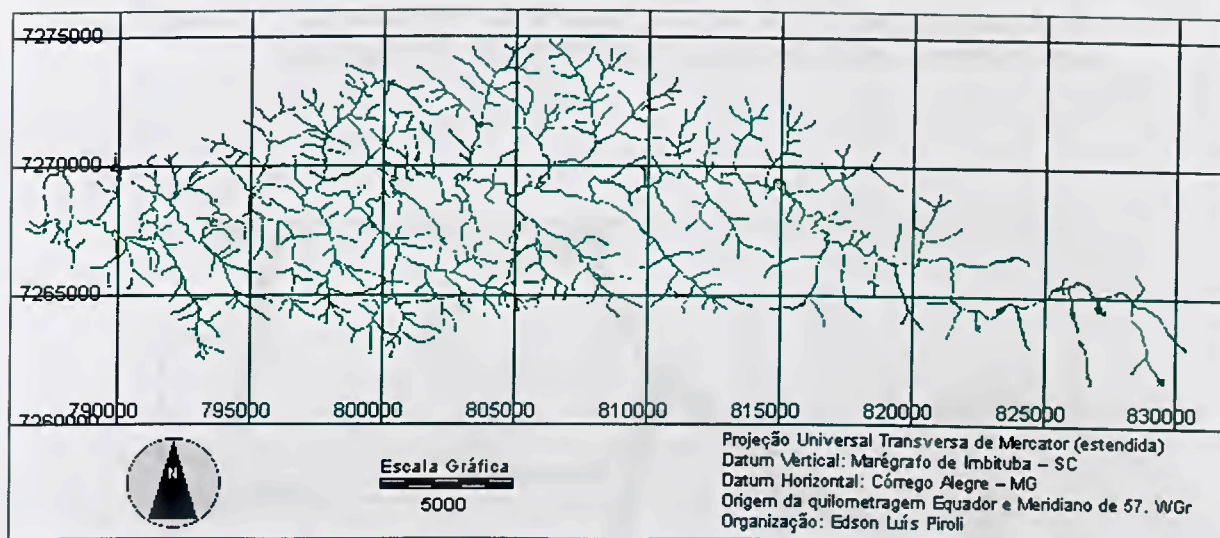


Figura 6 – Distribuição das Áreas de Preservação Permanente ao redor das nascentes e ao longo dos cursos d'água.

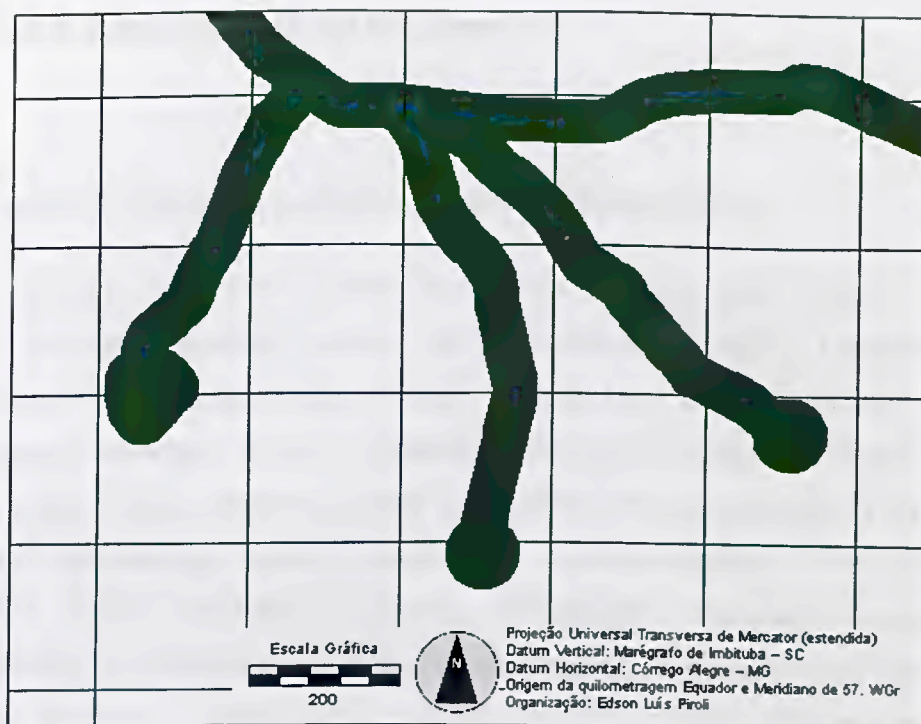


Figura 7 – Aproximação da distribuição das APPs demonstrando a abrangência ao redor das nascentes e dos cursos d'água

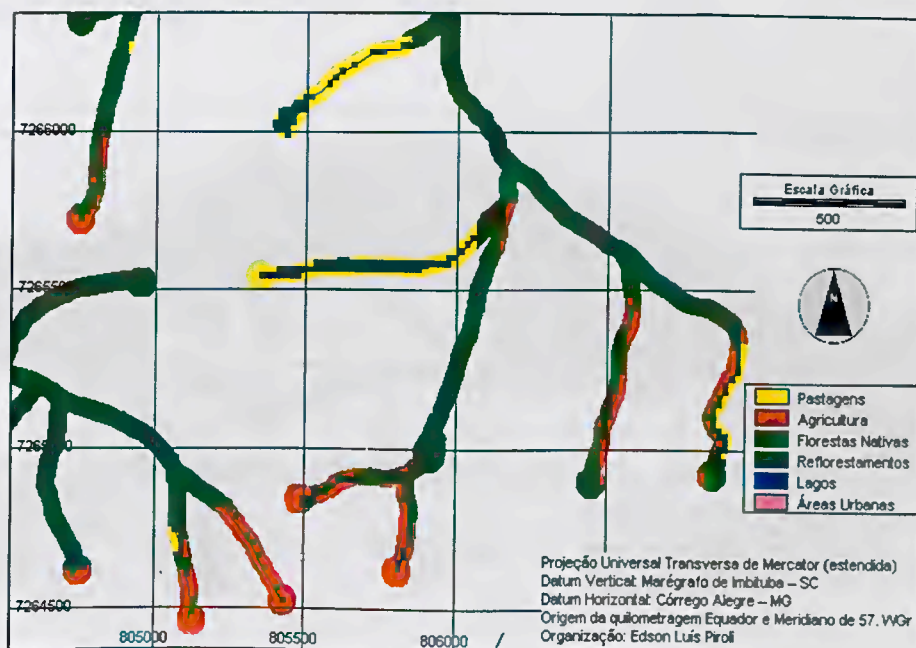


Figura 8 – Exemplo de usos da terra nas áreas de preservação permanente. No exemplo, aparecem apenas os usos Pastagem, Agricultura e Florestas nativas. Porém, a legenda se refere aos usos em toda área da bacia.

4.2.6. Solos na bacia do Rio Marreco

Após as análises, os solos encontrados na bacia foram:

Latossolo Vermelho distroférico típico A moderado, textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado (LVdf1); Latossolo Vermelho distroférico típico A moderado, textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado (LVdf2); Latossolo Vermelho eutroférico típico A moderado, textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado (LVef1); Nitossolo Vermelho eutroférico típico A moderado, textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado (NVef1); Associação Neossolo Litólico Eutrófico Chemossólico A Chemozenico relevo forte ondulado e montanhoso substrato rochas eruptivas básicas + Chemossolo argiloso Argilúrico Férrico Saprolítico relevo forte ondulado ambos textura argilosa fase pedregosa floresta tropical subperenifólia + Nitossolo Vermelho Distroférico típico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado (RLe1).

Estes solos estão distribuídos conforme apresentado na Figura 9.

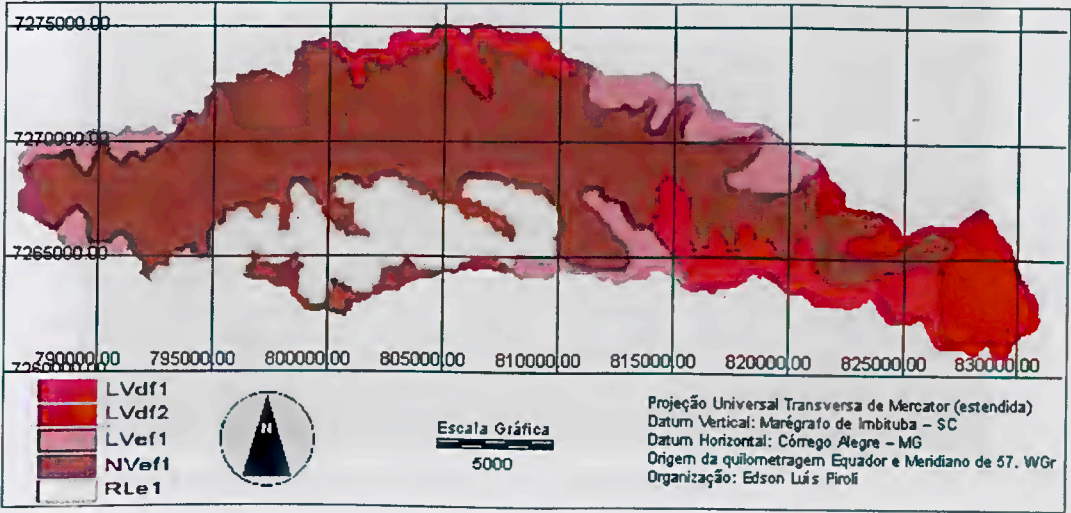


Figura 9 – Classes de solo da bacia hidrográfica do rio Marreco

4.2.7. - Características do Relevo

O relevo existente na bacia do rio Marreco é ondulado com colinas, morros e picos arredondados e de pouca altitude, não ultrapassando 710 metros.

O comprimento do rio Marreco da nascente a foz em linha reta é de 43,27 km, sendo seu ponto inicial na cota 560 m e seu ponto final na cota 227 m.

A altitude média determinada pelas curvas hipsométricas para a bacia do Rio Marreco é igual a 393,5 metros.

A variação de altitude e a elevação média da bacia exercem importante influência sobre como a precipitação se propaga na bacia e seus efeitos sobre o deflúvio.

Poucos são os locais observados com a presença de erosão como mostram as Fotos 21 e 22.



Fonte: Fotografado por SONEGATTI (02/05/2009)

Foto 21– Área de pastagem próxima ao rio Marreco com erosão



Fonte: Fotografado por PIROLI

Foto 22 – Área próxima a estrada com processo erosivo

O processo erosivo é pouco encontrado na área de estudo isso se deve ao intenso trabalho de conscientização feito pelos técnicos da Usina de Itaipu e IAP junto aos produtores rurais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Marreco, mesmo estando em uma região onde a agricultura baseia-se no cultivo intensivo de grãos, significando que as áreas de matas nativas outrora existentes foram quase extintas pela exploração de madeira de forma comercial, apresenta um grau de preservação que pode-se considerar bom. Os agricultores preocupados com dois recursos naturais do qual são dependentes, o solo e a água, estão aos poucos recompondo as matas ciliares, principalmente nas cabeceiras de nascentes e respeitando as faixas de preservação dos corpos d'água. Isto devido também ao incentivo técnico dos órgãos ambientais e de agricultura que desenvolvem práticas conservacionistas de cultivo como o plantio direto e as curvas de nível.

As práticas de preservação ambiental não se atêm apenas aos agricultores. Os criadores de suínos que antes despejavam os dejetos e tinham seus galpões de criação e engorda próximos aos corpos d'água, foram instruídos a construírem as pocilgas em área mais apropriadas e os dejetos que antes poluíam os rios da região, hoje geram renda, com a produção de biogás e estrume proveniente das esterqueiras agora instaladas nas suas pocilgas.

Os parâmetros levantados mostraram o nível de utilização da bacia, que em uma área total de 340,55 km², tem a agricultura ocupando uma área de 217,87 km². A pastagem ocupando 13,33 km². O reflorestamento ocupando 2,33 km² e as matas nativas e ciliares ocupando um total de 98,31 km². Estes usos fornecem fator de proteção ao solo considerado satisfatório quando calculados os índices de proteção para cada elemento que compõe a paisagem.

A erosividade da chuva na bacia é considerada fraca tendo um índice de 608,98 (Beltrame, 1994), quando comparado ao índice de erosividade da chuva para o Estado do Paraná, que considera nesta classe o fator de erosividade menor que 670,15. A densidade de drenagem, somando-se ao fator forma confere a bacia estudada uma boa capacidade de escoamento, não permitindo ocorrência de grandes enchentes e inundações.

Na elaboração da carta de uso da terra e em seguida no recorte das áreas de preservação permanente verificou-se que os núcleos urbanos, como principalmente a cidade de Toledo, ocupam as áreas de preservação permanente das nascentes e das cabeceiras da bacia. Dois outros distritos de Toledo ocupam áreas de preservação, mas constatou-se uma baixa agressão ambiental, visto que estes distritos além de terem uma população reduzida seus habitantes vivem e sobrevivem da terra.

Uma das maiores dificuldades encontradas na realização desta pesquisa foi a de reunir todos os materiais necessários para a elaboração dos trabalhos e para a aplicação de um diagnóstico mais preciso. Em vários casos, os materiais ou não existiam ou eram muito antigos ou simplesmente não foram cedidos pelos órgãos detentores que ignoraram as solicitações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. R. (Coord.) **Planejamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Ed.: Biblioteca Estácio de Sá, 1993. 153 p.
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas aplicações na agricultura**. 2 ed., Brasília: Embrapa, 1998, p. 3-11, a.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: Modelo e Aplicação**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.
- BERTONI, J. e LOMBARDI NETTO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1990.
- BORDALO, C. A. L. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos. In.: CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA. 6., **Anais**. Goiana: AGB. 2004, p. 58 – 61.
- BORGES, L. A. et al. **Diagnóstico do uso e ocupação do solo e monitoramento ambiental na bacia hidrográfica do Ribeirão Ouvidor**. UFG, Goiana. Disponível em: <[http:// www.igeo.uerj.br](http://www.igeo.uerj.br)> acesso em: 20 jul. 2004.
- BOTELHO , R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. (org.) **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 269-293.
- BUZAI, G.D.; DURÁN, D. **Enseñar e investigar com sistemas de información geográfica(S.I.G.)** Buenos Aires: Traquel, 1997. 192p.
- CALIJURI, M. L., MEIRA, A. D., PRUSKI, F. F. Geoprocessamento aplicado aos recursos hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas/MG. Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento. Poços de Caldas, **Anais...** Poços de Caldas. UFLA/SBEA, 1998. p. 167-225.

_____; RÖHM, S.A. **Sistemas de Informações Geográficas**. CCET/DEC - Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária. Viçosa, M.G. 1994. 34p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Mapas e suas representações computacionais. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas aplicações na agricultura**. 2 ed., Brasília: Embrapa, 1998, p. 13-29, b.

_____. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas aplicações na agricultura**. 2 ed., Brasília: Embrapa, 1998, p. 3-11, a.

CARLSON, T.N., SANCHEZ-AZOLEIFA, G.A. Satellite remote sensing of land use changes in and around San José, Costa Rica. **Remote sensing of enviroment**. v. 70, n. 3, p. 247-56, 1999.

CAVALCANTI, A. P. B. (org.) **Desenvolvimento Sustentável e Planejamento: bases teóricas e conceituais**. Fortaleza: UFC – Imprensa Universitária, 1997.

CAVALCANTI, A. P. B. e RODRIGUEZ, J. M. M. O meio ambiente: histórico e contextualização. In: CAVALCANTI, A. P. B. (org.) **Desenvolvimento Sustentável e Planejamento: bases teóricas e conceituais**. Fortaleza: UFC – Imprensa Universitária, 1997, p. 09-24.

CHRISTOFOLETTI, A **Geomorfologia**, 2 ed., São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1980, p. 169

CUNHA, S. B. e GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 4 ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 337-376.

DIBIESO, E. P. **Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cedro - Presidente Prudente - SP**. Dissertação de Mestrado. UNESP/FCT. Presidente Prudente, 2007.

DUTRIEUX, E. & GUÉLORGET, O. Ecological Planning: A Possible Method for the Choice of Aquacultural Sites. **Ocean & Shoreline Manag.**, (11): 427-447, 1988.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows - Manual do usuário: introdução e exercícios tutoriais**. Editores da versão em português, Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre, UFRGS Centro de Recursos Idrisi, 1998. 240 p.

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

FERRETI, E.R. – A bacia hidrográfica questões metodológicas. **Revista Tuiuti Ciência e Cultura**, 1999, p. de 1-10.

FORMAGGIO, A.R., ALVES, D.S., EPIPHANIO, J.C.N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, v. 16, 249-56, 1992.

FRISSEL, S. S.; STANKEY, G. H. & ZUBE, E. H. A framework for estimating the consequences of alternative carrying capacity levels. In: Yosemite Valley, Califórnia. **Landscape Planning**, 7;151-170, 1980.

GILLILAND, M. W. & CLARK, B. D. Tha Lake Tahoe Basin: a systems analysis of its characteristics and human carrying capacity. **Environ. Manage.** 5: 397-407, 1981.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1990.

HIDALGO, P. **Diagnostico sócio-econômico**. João Pessoa: PRM/METROPLAN/AGP-RS. 1992. 98p. Curso sobre Manejo Conservacionista de Bacias Hidrográficas.

HORTON, R.E. 1945. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soco America Bulletin**, 56 (3): 275-370.

KELLER, P. The effect of sodium chloride and sulphate on sulphur oxidation in soil. **Plant Soil**, 30:15-22, 1969.

KOFFLER, N.F. Uso das terras da Bacia do Rio Bauru (SP): situação atual e potencialidade agrícola. **Mimesis**, v.17, n.1, 1996.

- LEAL, A. C. **Melo Ambiente e Urbanização na Microbacia do Areia Branca** – Campinas/SP. Dissertação de Mestrado, UNESP/IGCE. Rio Claro, 1995.
- LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba, SP:ESALQ, 1986. 242 p. Texto básico para a disciplina “Manejo de Bacias Hidrográficas”.
- LIMA, W.P; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. (orgs.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/FAPESP, 2000. p.33-44.
- LO, C.P., FABER, B.J. Integration of landsat thematic mapper and census data for quality of life assessment. **Remote sensing of enviroment**. v. 62, n. 2, p. 143-57, 1997.
- MAFRA, N. M. C. Erosão e Planificação de uso do solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. (org.) **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 301-320.
- MEADOWS, D. et al. **Groping in the Dark: The First Decade of Global Modelling**. New York, Wiley, 1982, 311 p.
- MEDEIROS, J. S. de, TOMÁS, D.D., SIMÕES, M. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 27, 1995, Sociedade Brasileira de Cartografia, 1995. 66p.
- MONOSOWSKI, E. Políticas ambientais e desenvolvimento no Brasil. In: **Cadernos Fundap – Planejamento e Gerenciamento Ambiental**, 9(16): 15-24, 1989
- NOGUEIRA, R.N. **Modelamento matemático em Sistemas de Informações Geográficas aplicado ao levantamento preliminar de solos**. Pelotas, 1996, 88p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Pelotas.
- NORTON, G. A. & WALKER, B. H. Applied Ecology: Towardsa Positive Approach. I. The Context of Applied Ecology. **J. Environ. Manag.**, 14: 309-324, 1982.
- NOVO, E.M.L. **Sensoriamento Remoto, princípios e aplicações**. São Paulo: Blucher, 1992. 308p.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1985.

OLIVEIRA, P.S.G. PEREZ FILHO, A.; Aplicação da fotografia aérea na recomposição de matas ciliares em bacias hidrográficas. XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, **Anais**, p.. 441-456, Ilhéus, BA, 1993.

PADIS, P. C. **Formação de uma economia Periférica: o caso do Paraná**: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Paraná. Editora Hucitec. Curitiba: 1981

PEREIRA, R.S., MADRUGA, P.R. de A., HASENACK, H. **Geoprocessamento aplicado ao planejamento de uso de recursos naturais - Curso**. Santa Maria: UFSM-CCR-FATEC. 1995. 40p.

PIRES, J. S. R. **Análise Ambiental voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente Rural: abordagem metodológica aplicada ao Município de Luiz Antônio-SP**. Tese. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. São Carlos-SP, 1995. 166p.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento na Determinação da Capacidade e Avaliação do uso da Terra no Município de Botucatu-SP**. Tese. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. Botucatu – SP. 2002. 108 f.

PIROLI, E.L. **Sistema de informação geográfica e imagem de satélite para análise do uso da terra na microbacia do Arroio do Meio – Santa Maria – RS**. Santa Maria, 1999, 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Santa Maria.

PROCHNOW, M. C. R. **Análise Ambiental da Sub-Bacia do Rio Piracicaba: subsídios ao seu planejamento e manejo**. Rio Claro: IGCE/UNESP/Departamento de Geografia: 1990. 330 p. il. Tese (Doutorado em Geografia).

_____. Planejamento de bacias hidrográficas. In: **Anais da Semana do Meio Ambiente**. Piracicaba: Livrocere, 1988.

_____. Recursos hídricos e metodologia de pesquisa. In: **Geografia**, v. 10, n. 19, 1985, p. 197-202.

RIBEIRO, C. B. Contexto histórico da gestão de recursos hídricos no Brasil. UnB. In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA. 2004, 6, Goiana. **Anais**. Goiana: AGB, 2004.

RODRIGUES, S. C. **Análise empírica experimental da fragilidade relevo-solo no cristalino do planalto paulistano: subbacia do Reservatório Billings**. 1998. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

RODRIGUEZ, J. M. M. e SILVA, E. V. **Desenvolvimento Local Sustentável, Material para o Projeto de Educação Ambiental Integrada em uma favela**. Fortaleza – CE, 2001, 22 p. (mimeografado)

ROMANOVSKI, Z. **Morfologia e aspectos hidrológicos da Microbacia Rua Nova, Viçosa, MG, para fins de manejo**. 84 p Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 2001.

SANO, E.E., ASSAD, E.D., ORIOLI, A.L. Monitoramento da ocupação agrícola. In: ASSAD, E.D., SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas aplicações na agricultura**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 1998. p. 179 – 190.

SANTOS, Rozely Ferreira dos **Planejamento Ambiental Teoria e Prática**, Editora: Oficina de Textos, 2004

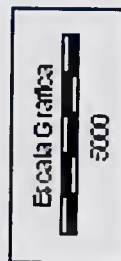
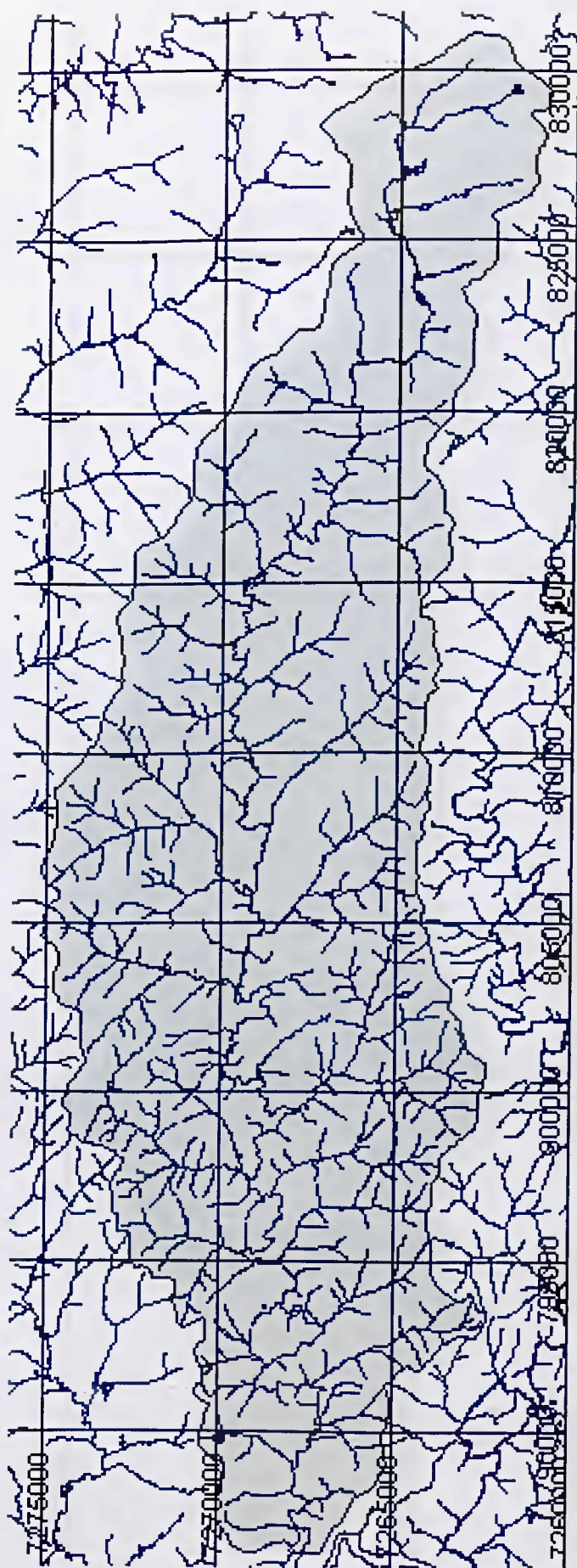
SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Energia. Departamento de Águas e energia Elétrica. **Legislação de Recursos Hídricos: outorga e fiscalização**. São Paulo, DAEE, 2007. 96 p.

SARTORI NETO, A., BRITES, R.S., SOARES, V.P., RIBEIRO, J.C. Subsídios para Elaboração do Plano de Manejo do Parque *Grande Sertão Veredas* por meio de um Sistema de Informações Geográficas In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais em CD-ROM...** São José dos Campos: INPE –SELPER, 2001.

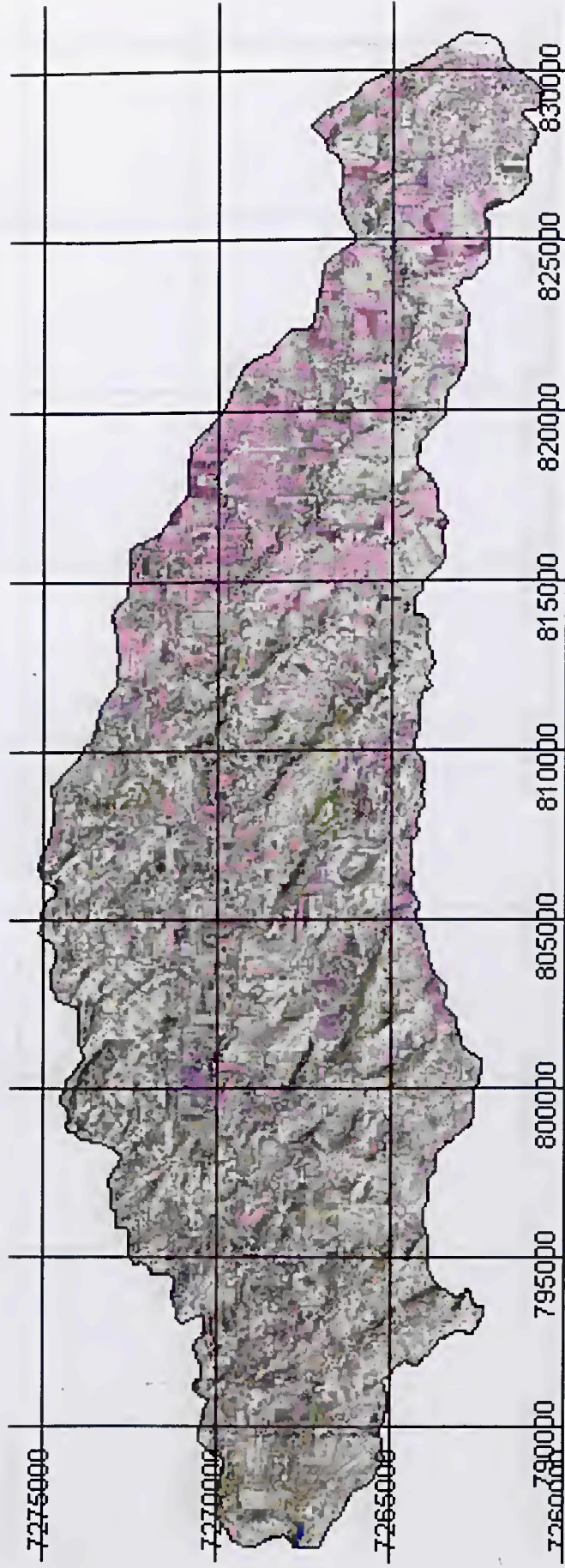
SENDRA, J.B., MARTÍNEZ, F.J.E., HERNÁNDEZ,E.G., GARCÍA M.J.S. **Sistemas de Información Geográfica: prácticas con PC ARC/INFO e Idrisi**. Madrid: RA-MA, 1994.

- SILVA, H. R. **Influência da posição da microbacia hidrográfica de 2ª ordem de magnitude no sistema natural de drenagem sobre a variabilidade das suas características morfométricas.** Jaboticabal, Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, 1999. 186p.
- SILVA, X. da; Z Aidan, R. T. (org.), **Geoprocessamento & Análise Ambiental: aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2004, 368 p.
- STAR, J., ESTES, J. **Geographic Information Systems: an introduction.** New Jersey: Prentice Hall, 1990. 302 p
- STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans. Am. Geophys. Un.**, 38:913-920, 1957.
- TEIXEIRA, A.L.de A., MORETI, E., CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos sistemas de informação geográfica.** Rio Claro: ed. do Autor. 1992. 80p.
- TONELLO, K. C. **Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG.** Tese. Universidade Federal de Viçosa. 2005. 69 f.
- TUCCI, C.E.M. **Hidrologia.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.
- VILLELA, S. e MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.
- WACHOWICZ, R. C. **História do Paraná.** Curitiba: Vicentina, 1988. 276p.
- _____. **Paraná sudoeste: ocupação e colonização.** Curitiba: Litero-Técnico, 1985.
- WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning.** Washington: USDA/ARS, 1978. 58p. (Agricultural Handbook n° 573).
- ZIMBACK, C. R. L. **Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Rio Pardo nos Municípios de Pardinho e Botucatu.** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas/Universidade Estadual Paulista, 1997. 55 p.

ANEXOS



Projeção Universal Transversa de Mercator (estendida)
Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba – SC
Datum Horizontal: Córrego Alegre – MG
Origem da quilometragem Equador e Meridiano de 57. 10Gr
Organização: Edson Luis Piroli



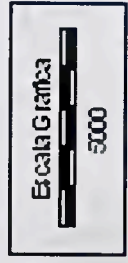
Projeção Universal Transversa de Mercator (estendida)

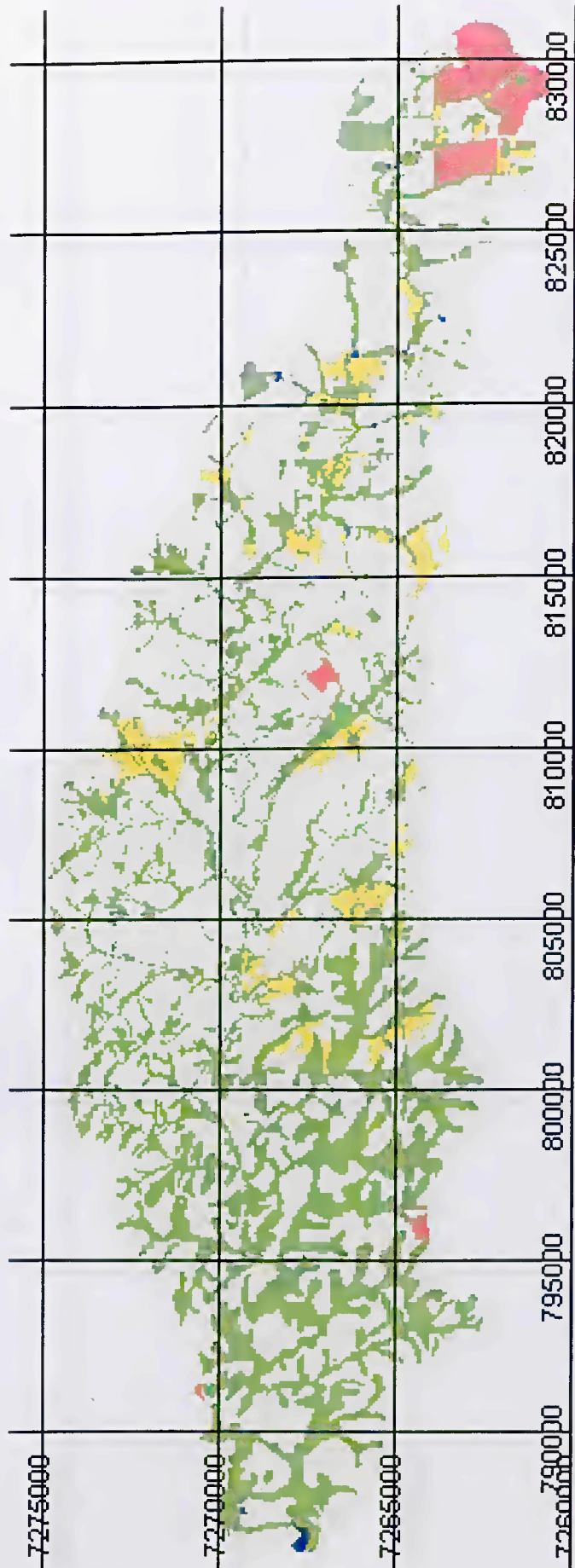
Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba - SC

Datum Horizontal: Córrego Alegre - MG

Origem da quilometragem Equador e Meridiano de 57. 00Gr

Organização: Edson Luís Pirolli

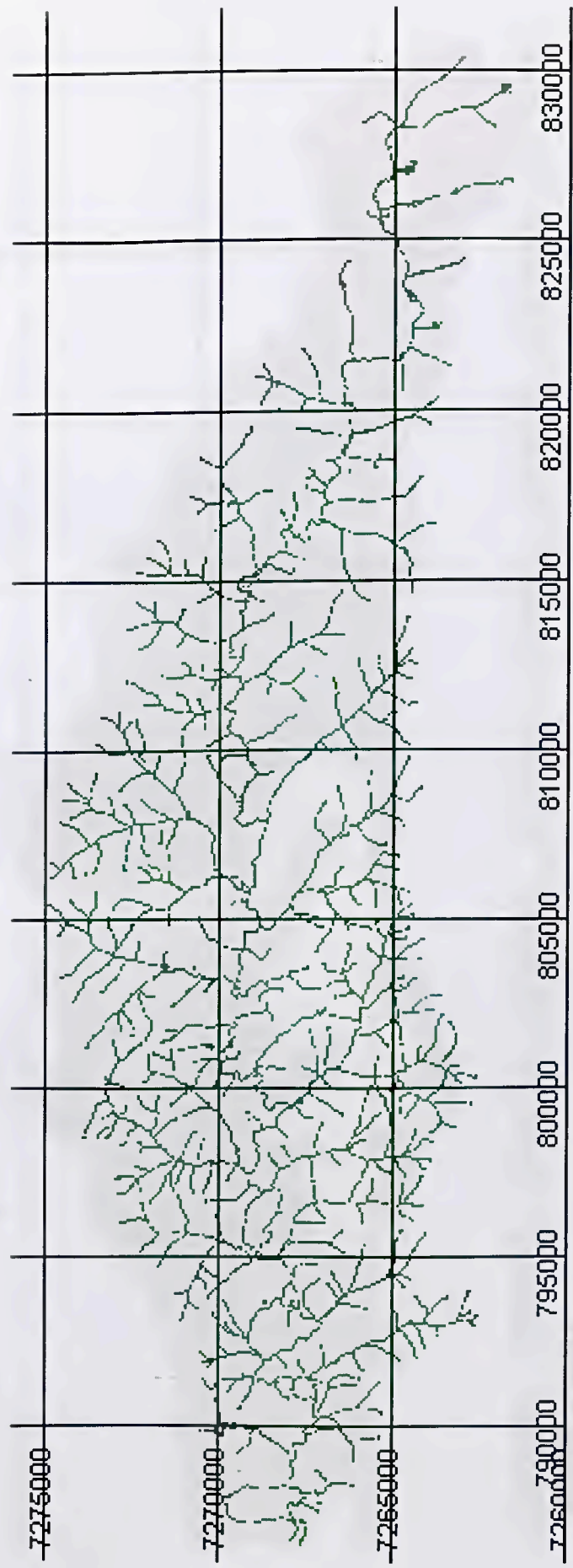




- Áreas Urbanas
- Pastagens
- Agricultura
- Florestas Nativas
- Plantios de Eucalipto
- Reservatórios



Projeção Universal Transversa de Mercator (estendida)
 Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba – SC
 Datum Horizontal: Córrego Alegre – MG
 Origem da quilometragem Equador e Meridiano de 57. WGr
 Organização: Edson Luís Piroli



Projeção Universal Transversa de Mercator (estendida)
Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba - SC
Datum Horizontal: Córrego Alegre - MG
Origem da quilometragem Equador e Meridiano de 57. WGr
Organização: Edson Luís Piroli



Escala Gráfica
5000

