

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL A PARTIR DO MONITORAMENTO DO USO DO  
SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SALOBRA-MS.**

**JOÃO CÂNDIDO ANDRÉ DA SILVA NETO**

**AQUIDAUANA/MS  
SETEMBRO DE 2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL A PARTIR DO MONITORAMENTO DO USO DO  
SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SALOBRA-MS.**

**JOÃO CÂNDIDO ANDRÉ DA SILVA NETO**

Dissertação apresentado a banca examinadora, para  
obtenção do título de Mestre em Geografia pelo  
Programa de Pós-Graduação em Geografia da  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a  
orientação do Professor Dr. Valter Guimarães.

**AQUIDAUANA/MS  
SETEMBRO DE 2008**

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Professor Dr. Valter Guimarães (Presidente da Banca - Orientador)

---

Professor Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho (Membro Titular)

---

Professor Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto (Membro Titular)

---

Professor Dr. Ricardo Henrique Pereira Gentil (Membro Suplente)

**“...o homem é um rio poluído. É preciso ser um mar para, sem se poluir, poder receber um rio poluído.”**

**Friedrich Nietzsche (filósofo alemão do século XIX)- Obra: Assim Falava Zaratustra**

***Dedico este trabalho á minha mãe Elizabete Pires, meu padrasto Benedito Gonçalves pelo exemplo de luta, pelo amor e pela compreensão nos meus momentos de ausência.***

***E á todos que acreditam que para se alcançar seus objetivos não é necessário se submeter às coisas que não lhes façam bem.***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Professor Dr<sup>o</sup> Valter Guimarães, pela confiança em meu trabalho e pelos ensinamentos ao longo desses anos no qual tive a honra de tê-lo como orientador.

Aos vários amigos que também passaram e passam pelas mesmas aflições e incertezas ao longo deste processo de aprendizado, entre eles: Frederico Gradella, Elisangela Martins, Ricardo Miranda, João Lúcio Echeverria, Rodrigo Simão, Walesca Carvalho, Elionete Garzoni, Greice Feliciano, Cícero Domingos.

Aos amigos Emerson Figueiredo, pela enorme contribuição na construção desse trabalho, e Mauro Henrique Soares por sempre estarem presentes nos momentos importantes contribuindo de alguma forma.

Os Professores Doutores Arnaldo Yoso Sakamoto e Giancarlo Lastória pelas considerações, sugestões importantes durante o exame de qualificação.

Aos professores Paulo Roberto Jóia, Vicentina Socorro da Anunciação, Luiz Carlos Batista, Noslin De Paula Almeida.

Ao meu Tio Adrião Pires pelo auxílio no trabalho de campo no qual sempre esteve disposto a me acompanhar, e ao Técnico em Mineração César Augusto Lima Conceição, também pela ajuda em um trabalho de campo que foi importantíssimo para essa pesquisa.

Agradeço ainda pessoas que sempre estiveram acompanhando cada passo meu em busca dos meus objetivos: minha irmã Eline Pires, Bruno Cesar de Barros, Marta de Barros, Tatiane Córdova, Adão Pires, Ana Gabriela de Araújo, Sócrates Fernando e sua Família sempre acolhedora e Thiago Rodrigues.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de pós-graduação.

À Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Federal Mato Grosso do Sul pelos apoios financeiros.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela distribuição gratuita das Imagens de satélite Landsat 5 TM e do Software Spring 4.3.3.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURA.....	ix
LISTA DE TABELA .....	xi
LISTA DE GRÁFICO.....	xii
Resumo .....	13
Abstract .....	14
1- INTRODUÇÃO .....	15
1.1- OBJETIVO GERAL.....	16
1.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2- CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO .....	18
2.1- Localização da Área.....	18
2.2- Clima .....	19
2.3- Geologia.....	20
2.3.1- Depósitos Aluvionares .....	20
2.3.2- Formação Pantanal.....	20
2.3.3- Grupo 2.3.3- Grupo Corumbá .....	21
2.3.3.1- Formação Cerradinho .....	22
2.3.3.2- Formação Bocaína .....	22
2.3.4- Grupo Cuiabá .....	23
2.3.5 - Formação Puga .....	24
2.3.6- Complexo Rio Apa.....	24
2.4- Geomorfologia.....	26
2.4.1- Planalto da Bodoquena .....	27
2.4.2- Zona Serrana Ocidental.....	27
2.4.3- Depressão Periférica do Miranda .....	27
2.5- Pedologia .....	27
2.6- Vegetação .....	34
3- REFERENCIAL TEÓRICO .....	37
3.1- Análise Sistêmica e a Paisagem.....	37
3.2- Sustentabilidade ambiental da Paisagem.....	43
3.3- Uso do Solo e Sustentabilidade Ambiental: Contradição ou Correlação?..	47
3.4- Erosão dos Solos e Problemas Ambientais.....	53

3.5- Considerações acerca da Morfometria de Bacias Hidrográficas .....	59
4- PROPOSTA METODOLÓGICA .....	62
4.1- Geração do mapa de declividade .....	65
4.2- Monitoramento do Uso do Solo .....	68
4.3- Suscetibilidade Preliminar á Erosão Laminar .....	74
5- RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	77
5.1- Legislação Ambiental Qualidade da água do Rio Salobra .....	77
5.2- Compartimentação Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra .....	85
5.3- Caracterização da Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra .....	88
5.3.1- Análise do Perfil Longitudinal .....	92
5.2.2- Análise dos Perfis Transversais .....	96
5.4- As Implicações Uso do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Salobra .....	99
5.5- Análise da Declividade do Terreno da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra .....	109
5.6- Correlações do Uso do Solo e Declividade .....	113
5.7 - Susceptibilidade Preliminar à Erosão Laminar .....	115
5.8 - Correlação do Uso do Solo e Erodibilidade dos solos .....	121
6- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	125
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	129

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.0- Mapa de Localização da Bacia do Rio Salobra .....	19
Figura 2.1- Mapa Geológico Da Bacia Hidrográfica Do Rio Salobra .....	25
Figura 2.2- Mapa de Solos da Bacia hidrográfica do Rio Salobra.....	34
Figura 2.3- Mapa de Vegetação da Bacia hidrográfica do Rio Salobra .....	36
Figura 3.0- Representação esquemática, para demonstrar a ordem hierárquica entre seqüência de afluentes, e localizar o Rio Salobra no sistema maior .....	41
Figura 4.0- Organograma de Trabalho e Propostas metodológicas .....	64
Figura 4.1- Janelas do Software SPRING 4.3 .....	68
Figura 4.2- Imagem LANDSAT 5 TM Bandas: 3,4,5, (RGB) e ao lado a mesma imagem classificada no Software Spring 4.3.3 utilizando o Classificador MaxVer .....	72
Figura 4.3- Identificação das classes de uso do solo: mata (A) e pastagem (B) .....	73
Figura 4.4- Identificação das classes de uso solo: solo exposto.....	73
Figura 5.0- Foto da bacia afluente do Córrego Campina: solo utilizado para pecuária extensiva e ao fundo as instalações de uma fábrica de cimento .....	78
Figura 5.1- Imagem SRTM da área da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra Salobra..	86
<i>Figura 5.2 - Fotografia do Córrego Escondido: demonstrando a capacidade de transporte de material grosseiro do Vale Rio Salobra .....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 5.3 – Fotografia do Vale do Rio Salobra: Fotografia feita do alto da serra denominada Três Cruz onde se tem uma visão panorâmica do Vale do Rio Salobra com a Serra da Bodoquena ao fundo .....</i>	<i>87</i>
Figura 5.4- Fotografia da nascente do afluente Córrego Salobrinha, mostrando as características de bacia criptorréica com escoamento subterrâneo .....	89
Figura 5.5- Mapa da Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra .....	91
Figura 5.6- Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra.....	93
Figura 5.7- Perfil longitudinal do canal principal da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra.	95
Figura 5.8- Em vermelho destaque granular dos blocos rochosos, que foram arrastados/rolados para o canal do Rio Salobra, próximo a Fazenda Boca da Onça em Bodoquena – MS.....	95
Figura 5.9 - Perfil Transversal da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra: Seção A1-A2...	97

Figura 5.10- Perfil Transversal da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra: Seção B1-B2..	97
Figura 5.11- Mapa Planialtimétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra .....	98
Figura 5.12- Mapa de Uso do Solo de 1987 da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra..	100
Figura 5.13- Mapa de Uso do Solo de 1995 da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra..	101
Figura 5.14- Mapa de Uso do Solo de 2000 da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra..	102
Figura 5.15- Mapa de Uso do Solo de 2007 da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra..	103
Figura 5.16 - Vale da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra: Observa-se em destaque a substituição da vegetação natural por pastagem nas encostas da serra. ....	109
Figura 5.17- Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra .....	111
Figura 5.18 – Processo erosivo em áreas de pastagem com vertentes de declividade acentuada.....	115
Figura 5.19- Mapa de Erodibilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra .....	118
Figura 5.20- Esquema para definição das classes de suscetibilidade á erosão Laminar .....	120
Figura 5.21 – Área de desmatamento da encosta com declividade acentuada, para utilização da pecuária .....	126
Figura 5.22 – Processo erosivo nas encostas, associado à declividade acentuada e a ausência de cobertura vegetal.....	127

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1- Definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar, a partir da relação Erodibilidade X Declividade. ....	76
Tabela 5.0 - Classificação do relevo a partir das classes de declividade da bacia hidrográfica do Rio Salobra.....	112
Tabela 5.1- Tabulação Cruzada Uso do Solo (1987)X Declividade.....	114
Tabela 5.2- Tabulação Cruzada Uso do Solo (1995)X Declividade.....	114
Tabela 5.3- Tabulação Cruzada Uso do Solo (2000)X Declividade.....	114
Tabela 5.4- Tabulação Cruzada Uso do Solo (2007)X Declividade.....	115
Tabela 5.5- Valores de erodibilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra, segundo PCBAP (1997).....	119
Tabela 5.6- Classes de suscetibilidade preliminar à erosão laminar .....	120
Tabela 5.7- Tabulação Cruzada Uso do Solo (1987)X Erodibilidade.....	122
Tabela 5.8- Tabulação Cruzada Uso do Solo (1995)X Erodibilidade.....	122
Tabela 5.9- Tabulação Cruzada Uso do Solo (2000)X Erodibilidade.....	122
Tabela 5.10- Tabulação Cruzada Uso do Solo (2007)X Erodibilidade.....	122

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.0: OD das águas na foz do Rio Salobra.....	80
Gráfico 5.1: pH da água na foz do Rio Salobra. ....	81
Gráfico 5.2: Coliformes Fecais encontrados nas águas da foz do Rio Salobra.....	82
Gráfico 5.3: Fosfato Total nas águas da foz do Rio Salobra.....	83
Gráfico 5.4: IQA das águas na foz do Rio Salobra.....	84
Gráfico 5.5: Área (%) das classes Hipsométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra	92
Gráfico 5.6: Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra do ano de 1987... .	104
Gráfico 5.7- Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra do ano de 1995 ....	104
Gráfico 5.8- Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra do ano de 2000 ....	104
Gráfico 5.9- Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra do ano de 2007 ....	105
Gráfico 5.10- Bacia do rio Salobra: Áreas de pastagem do período estudado .....	105
Gráfico 5.11- Bacia do rio Salobra:Áreas de mata/floresta do período estudado....	106
Gráfico 5.12- Bacia do rio Salobra:Áreas de Plant/Lavoura do período estudado .	107
Gráfico 5.13- Bacia do rio Salobra: Áreas de Solo Exposto do período estudado ..	107
Gráfico 5.14- Bacia do rio Salobra Áreas de úmidas do período estudado .....	108
Gráfico 5.15- Classes de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra. ....	112
Gráfico 5.16- Classes de Erodibilidade dos solos da Bacia do Rio Salobra .....	119
Gráfico 5.17- Classes de suscetibilidade preliminar à erosão laminar na bacia hidrográfica do Rio Salobra-MS.....	120
Gráfico 5.18 – Bacia do rio Salobra: Correlação das classes de uso Plantação X Erodibilidade.....	123
Gráfico 5.19 – Bacia do rio Salobra: Correlação das classes de uso Pastagem X Erodibilidade.....	124
Gráfico 5.20– Bacia do rio Salobra: Correlação das classes de uso Solo Exposto X Erodibilidade.....	124

## **A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL A PARTIR DO MONITORAMENTO DO USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO SALOBRA - MS.**

### **RESUMO:**

A presente pesquisa buscou analisar algumas das características do ambiente físico natural da unidade espacial bacia hidrográfica, procurando compreender seu funcionamento, estabelecendo-se inter-relações entre os distintos componentes deste ambiente. A unidade espacial proposta para objeto de estudo é a bacia hidrográfica do Rio Salobra localizada na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, que apresenta significativa potencialidade quanto aos recursos naturais, e o equilíbrio deste sistema vem sofrendo pressão ocasionada nos últimos anos pelos tipos de uso do solo levando a problemas relacionados á questão ambiental na região. Neste contexto esta bacia hidrográfica se apresenta de forma representativa na economia regional, pelo fato de serem desenvolvidos nesta área vários tipos de atividades produtivas, mas considerando como principal a pecuária extensiva. Dessa forma a relação entre a ação antrópica com o meio físico e as várias alterações causadas pela ação do homem na paisagem modifica o modo como atuam os processos físicos naturais ou acabam desencadeando outros, levando a uma possível situação de degradação ambiental, que afetará diretamente no equilíbrio deste ambiente. Para se alcançar os resultados esperados tais como monitoramento do uso do solo, levantamentos dos aspectos físicos (como tipos de relevo, declividade) e outras informações relevantes para esta temática utilizou-se como principal ferramenta o SIG (Sistema de Informações Geográficas) Spring, que possibilitou a integração das informações obtidas por meio dos bancos de dados. Foi analisado o processo de uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Salobra-MS, nos anos de 1987, 1995, 2000, 2007, procurando relacioná-los com os aspectos físicos da área estudada. De um modo geral na bacia hidrográfica do Rio Salobra foram considerados vários fatores que tornam imprópria á sua mecanização e utilização de áreas de fragilidade, fazendo-se necessárias restrições quanto a alguns tipos de uso do solo por apresentar grandes áreas com susceptibilidade erosiva nas classes Forte e Muito Forte, além de representativas áreas com relevo muito acidentado. Contudo, a associação dos tipos de uso do solo com níveis de erodibilidade e declividade, leva a considerações no qual é possível estabelecer parâmetros de como cada tipo de uso solo pode comprometer o ambiente dependendo das suas características físicas.

**Palavras Chave:** Uso do Solo, Problemas ambientais, Sustentabilidade Ambiental.

# **ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY FROM MONITORING THE USE OF SOIL IN THE RIVER BASIN SALOBRA - MS.**

## **ABSTRACT**

The present study was to examine some of the characteristics of the physical environment of the natural spacial unit basin, seeking to understand its function, establishing inter-relationships between the various components of this environment. The spacial unit proposed subject matter is the river basin Salobra located in the southwestern state of Mato Grosso do Sul, which has significant potential as natural resources, and the balance of this system has come under pressure in recent years caused by the types of land use leading to problems related to environmental issues in the region. In this context, this basin is presented in a representative in the regional economy, because they are developed in this area are several types of productive activities, but considering the main extensive farming. Thus the relationship between human action with the physical environment and the various changes caused by human activities and landscape changes the way the physical act natural and end up triggering another, leading to a possible environmental degradation that will directly affect the balance of this environment. To achieve the expected results such as monitoring of land use, surveys of physical aspects (such as types of relief, slope) and other information relevant to this issue was used as the primary tool the GIS (Geographic Information System) Spring, enabled the integration of information obtained through databases. We analyzed the process of land use in river basin Salobra-MS, in 1987, 1995, 2000, 2007, seeking to associate them with the physical aspects of the study area. Generally in the river basin Salobra made a considered of factors several that make it unfit for its mechanization and use of areas of weakness, making it necessary restrictions on some types of land use present large areas with erosive susceptibility class strong and very strong, in addition to representative areas of very rugged topography. However, the combination of types of soil use with level erodibility and slope, leads to considerations in which you can set the parameters for how each type of soil use can compromise the environment depending on their physical characteristics.

**Words Key:** Use of the Soil, Environmental Problems, Environmental Sustainability.

## 1- INTRODUÇÃO

A escolha da bacia hidrográfica do Rio Salobra justifica-se por estar inserida em uma área que segundo Almeida (2005), se destaca pela importância econômica que a área da Serra da Bodoquena representa para a região sudoeste de Mato Grosso do Sul, em razão da atividade industrial desenvolvida em Bodoquena, na produção de cimento e extração mineral, além da atividade turística, potencializada pelos seus atrativos naturais, mas destacando-se predominantemente a pecuária extensiva.

A forma como a atuação antrópica se desenvolve e o modo como ocorrem os diversos tipos de uso do solo têm influenciado significativamente na qualidade de ambientes naturais e na dinâmica de seu funcionamento.

Com este estudo procurou-se caracterizar o ambiente físico natural da bacia hidrográfica, relacionando-o às várias alterações causadas pela atuação do homem na paisagem, que deve ser visto como principal transformador das condições ambientais podendo modificar o modo como atuam os processos ou desencadear outros, podendo levar a uma situação de impacto ambiental.

A bacia hidrográfica do Rio Salobra é caracterizada como um ambiente frágil em vários aspectos e com várias limitações quanto aos usos do solo, sem a utilização de medidas conservacionistas e de manejo adequado, que podem estar alterando o equilíbrio das características naturais da paisagem, levando a um comprometimento ambiental do sistema, que refletirá posteriormente em vários pontos da área da bacia.

Conforme GUIMARÃES (1997), “a sustentabilidade ambiental está intimamente relacionado com a manutenção da capacidade de carga dos ecossistemas, ou seja, a capacidade da natureza para absorver e recuperar-se das agressões antrópicas”, de forma que o monitoramento do uso do solo poderia propor diretrizes para que este sistema natural sofresse impactos em menor grau de intensidade, tendo capacidade de auto-regeneração, levando a materialização de estilo de sustentabilidade ambiental.

CLAVAL (1997), considera que uma das principais medidas para implementação das políticas de desenvolvimento sustentável é impedir que ambientes frágeis sejam explorados brutalmente, como acontece em ambientes utilizados como simples fonte de recursos naturais.

Nestes termos, os estudos relacionados à sustentabilidade ambiental são utilizados no campo do conhecimento geográfico, como também na análise da integração

das atividades humanas com o meio natural, enfatizando a bacia hidrográfica como um bom exemplo para estes estudos.

A bacia do Rio Salobra, entendida como das unidades fundamentais da paisagem regional e vista sob a ótica da Teoria de Sistemas, leva-nos a discussões cada vez mais relevantes na análise geográfica, partindo do ponto de que a sustentabilidade dos sistemas naturais pressupõe que a capacidade de regeneração deste sistema dependerá de vários fatores físicos e naturais além da atuação antrópica no meio que pode estar produzindo alguns impactos, sem que o ambiente seja capaz de absorvê-los.

Quanto á aptidão agrícola da região, grande parte da área estudada se restringiria a alguns tipos de usos e ocupação, devido as suas características físicas como relevo acidentado além de baixas reservas de nutrientes, somente sendo utilizada como área de proteção da flora e fauna, desaconselhando-se qualquer outro tipo de utilização (SILVA NETO, et al. 2008).

Desse modo é necessário melhor conhecer a dinâmica e limitações dessa área, para se estabelecer perspectivas de utilização, manejo, medidas conservacionistas tanto dos recursos naturais renováveis ou não - renováveis e se fazer restrições mais seguras quanto ao uso do solo.

### **1.1- OBJETIVO GERAL:**

Estabelecer a ligação entre a paisagem e as alterações desencadeadas pela ação antrópica, analisando a relação dos tipos de uso do solo e os aspectos físicos da bacia hidrográfica e seus reflexos na dinâmica da área, enfocando a discussão sobre a sustentabilidade ambiental.

### **1.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analisar aspectos do uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Salobra-MS, nos anos de 1987, 1995, 2000, 2007, identificando o caráter das mudanças produzidas pela ação antrópica ao longo dos anos face às condições físicas da bacia;

- Verificar como tem se comportado a atuação antrópica a respeito do uso do solo na bacia, enfatizando a diminuição das áreas de cobertura vegetal e o aumento das áreas onde são desenvolvidas outras atividades;

- Analisar como os tipos de uso do solo relacionados com os atributos físico-ambientais (como erodibilidade, tipos de solos e declividade) podem afetar a dinâmica evolutiva da bacia hidrográfica estudada;

- Analisar o sistema ambiental e seus aspectos físicos em uma abordagem individualizada dos seus elementos e reintegrar as variáveis novamente, para interpretá-las e estabelecer um resultado das condições ambientais do sistema estudado;

- Levantar questões que possam contribuir para implementação de políticas e planos de sustentabilidade ambiental na bacia hidrográfica, através das perspectivas de uso sustentável dos recursos naturais;

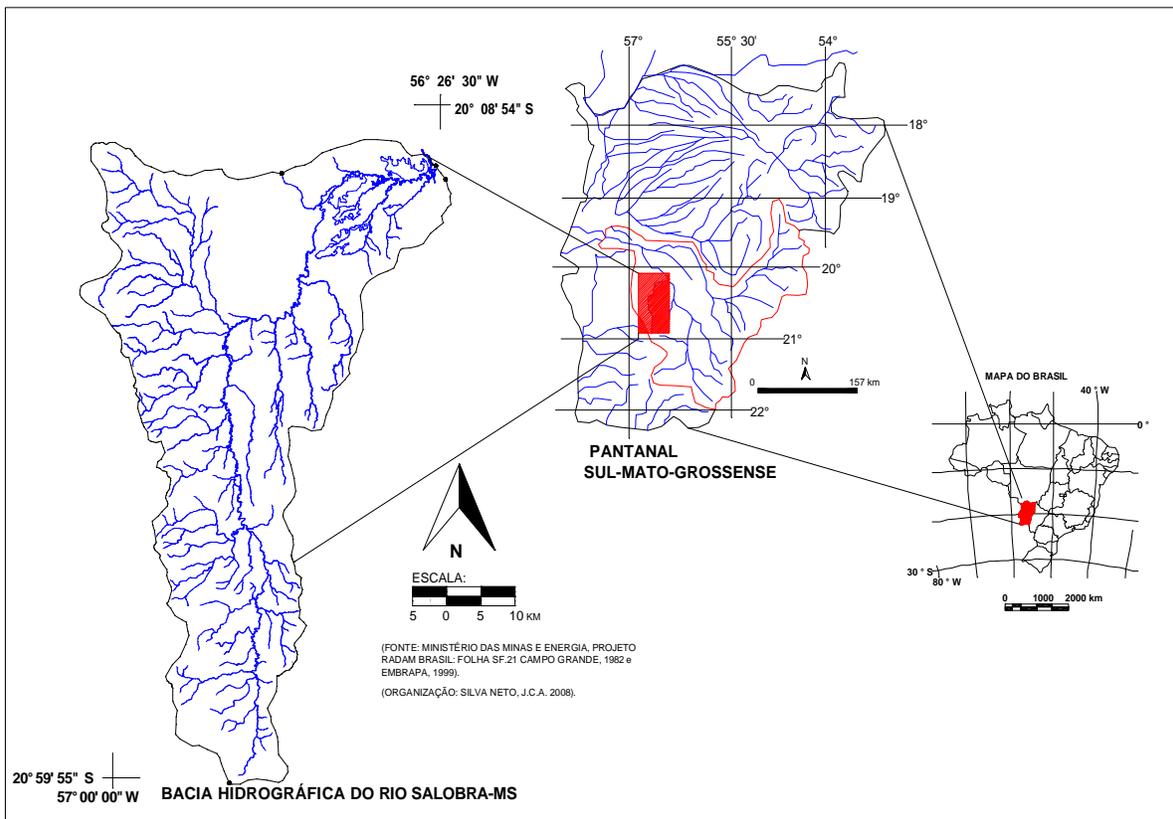
## **2- CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO:**

### **2.1- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA:**

A bacia hidrográfica abordada para estudo está localizada na Região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, estendendo-se pelos municípios de Bonito (nascentes), Bodoquena (maior parte da extensão de sua rede de drenagem) e Miranda (baixo curso e foz), com área de aproximadamente 2.350 km<sup>2</sup>. É uma sub-bacia afluente do Rio Miranda e este por sua vez um dos principais tributários do Rio Paraguai.

A área de estudo tem sua localização compreendida entre as latitudes 20° 59' 55" e 20° 08' 54" S e longitudes 57° 00' 00" e 56° 26' 30" W. Suas principais nascentes estão inseridas nas escarpas da Serra da Bodoquena sendo esta também a principal referência de divisor de águas entre as Bacias Rio Paraguai a Oeste e do Rio Apa ao Sul (Figura 2.0).

No planalto da Bodoquena são desenvolvidas atividades de extração mineral, onde são explorados mármore e calcário, sendo esta região considerada potencialmente em expansão turística, devido aos seus atributos físicos como a rede hidrográfica e o relevo cárstico, mas ainda permanecendo como principal atividade econômica a pecuária (ALMEIDA, 2005).



**Figura 2.0- Localização da bacia hidrográfica do Rio Salobra-MS.**

## 2.2 - CLIMA:

Conforme a classificação climática proposta por NIMER e BRANDÃO (*op cit*, p.95), o clima da região de Bodoquena é classificado como Sub-Úmido Seco, sem excesso hídrico sazonal; o clima da região é quente e a temperatura média anual é de 24,4° C. Não há ocorrência de freqüentes quedas de temperaturas por mais de um curto período de tempo (poucos dias), sobretudo no inverno onde esta região está sujeita a ocorrências de possíveis geadas.

Zavatini (1990) propõe uma divisão das unidades climáticas do Mato Grosso do Sul, onde foram esquematizadas duas ordenações, uma no sentido oeste-leste, respeitando a altimetria, partindo das terras baixas do Pantanal, e outra no sentido norte-sul, em função do alinhamento das três principais faixas topográficas.

Nesta proposição a área estudada estaria inserida na unidade climática "IV – Planalto da Bodoquena":

...estendido grosseiramente no sentido norte-sul, contém picos que ultrapassam 700 metros de altitude, e possui as seguintes características pluviométricas: índices anuais entre 1.200 e 1400 mm., chuvas de primavera ligeiramente superiores às de verão e período outono-inverno com valores ao redor de 300 mm (ZAVATINI, 1990).

## **2.3- GEOLOGIA:**

Segundo estudos de ARAÚJO et al (1982) apresentado no relatório do projeto RADAM BRASIL, a área pesquisada apresenta-se estruturada litologicamente sobre o arcabouço geológico da Formação Cerradinho e Formação Bocaína, rochas do Pré-cambriano Superior e, Formação Pantanal do período Pleistoceno. Verifica-se também a ocorrência de rochas do Grupo Cuiabá (Figura 2.1).

### **2.3.1 - Depósitos Aluvionares**

Esses depósitos são compostos predominantemente por areias, subordinadamente cascalho, lentes silto-argilosas e turfa. Nas frações mais grosseiras podem ocorrer concentrações de minerais pesados como rutilo, ouro, zircão e diamante de eventual interesse econômico. Esses depósitos são distribuídos principalmente nas planícies de inundação e ao longo dos canais de drenagem de maior porte e baixo gradiente, como nas bacias dos rios Paraguai, Paraná, Aquidauana, Miranda, Taquari, Itiquira, Apa, Aporé, dentre outros (LACERDA FILHO et al. 2006)

### **2.3.2- Formação Pantanal:**

Esta unidade ocorre no interior da Serra da Bodoquena, em uma área de forma ligeiramente alongada. Estes sedimentos unem-se aos que estão situados a NO de Miranda através do vale do Rio Salobra, onde formam uma faixa que acompanha grosseiramente o curso deste rio.

Apresenta sedimentos arenosos, sílticos-argilosos, de depósitos fluviais e lacustres em áreas periodicamente inundáveis e/ou sujeitas a inundações ocasionais. Aparecem disparidades pedológicas ocasionadas principalmente por oscilações do lençol freático.

Segundo Almeida 1964 (apud Lacerda Filho et al. 2006), a Formação Pantanal é constituída por sedimentos arenosos e silto-argilosos, com pouco cascalho, depositados em leques aluviais, e por lateritos ferruginosos.

Almeida 1959 (apud Lacerda Filho et al. 2006), descreve a Formação Pantanal como uma das maiores planícies de nível de base interiores do globo, ainda em processo de entulhamento, a qual, sob influência da orogenia Andina desenvolveu-se em ambiente fluvial e/ou flúvio-lacustre.

Conforme o trabalho apresentado por Lacerda Filho et al. (2006) a Formação Pantanal se caracteriza por três fácies: Fácies de Depósito Coluvionares (Q1pc), Fácies de Terraços Aluvionares (Q1p1), Fácies de Depósitos Aluvionares (Q1p2).

Na bacia hidrográfica do Rio Salobra é verificada a subunidade Fácies de Depósitos Aluvionares (Q1p2) que compreende a porção do topo, constituída de sedimentos argilo-siltico-arenosos. É a fácies de maior área no Pantanal Sul-Matogrossense, com 66.895km<sup>2</sup>, isto é, mais de 18,6% do território estadual. Abrange desde o extremo SW do Estado, até o limite com o Mato Grosso, a noroeste.

### **2.3.3- Grupo Corumbá:**

A área de ocorrência litológica pertencente ao Grupo Corumbá se dá principalmente ao longo da Serra da Bodoquena, principalmente pelas Formações Bocaína e Cerradinho com idade suposta Pré-cambriana Superior, em razão do conteúdo fossilífero da Formação Bocaína (ARAÚJO et al, 1982).

Almeida (1965) reuniu as seqüências carbonáticas das regiões da Serra da Bodoquena e de Corumbá no Grupo Corumbá e o subdividiu nas Formações Cerradinho, Bocaina, Tamengo e Guaicurus, da base para o topo. Lacerda Filho et. al. (2006) adotaram a sub-divisão do Grupo Corumbá nas Formações Cerradinho, Bocaina e Tamengo, na ordem cronológica da base para o topo.

#### **2.3.3.1- Formação Cerradinho:**

A Formação Cerradinho se caracteriza por apresentar grandes extensões aplanadas conservadas que interpenetram os relevos mais elevados da região de Bodoquena. Observa-se que os processos erosivos esculpam um relevo ruiforme em formas de “torres”, nos arenitos da Formação Cerradinho. Caracteriza-se pela topografia

plana e homogênea, constituindo uma superfície de aplanamento conservado, elaborados nos sedimentos da Formação referida (ARAÚJO et al, 1982).

A Formação Cerradinho distribui-se amplamente em toda a área abrangida pela Serra da Bodoquena, principalmente nas porções ocidentais, orientais e meridionais estendendo-se para o sul.

Conforme Boggiani (1997), esta unidade foi identificada apenas ao longo da borda Oeste do Planalto da Bodoquena, não sendo verificadas exposições desta unidade no Maciço do Urucum, em Corumbá.

As fáceis características da Formação Cerradinho encontram-se expostas em áreas ocidentais do Planalto da Bodoquena, a Oeste do Rio Perdido e do Salobra. Na Porção Norte do Planalto essas fáceis são observadas na região da Morraria (BOGGIANI, 1997).

Para Lacerda Filho et al. (2006) a porção inferior da Formação Cerradinho está assentada em discordância erosiva sobre granitóides do Complexo Rio Apa, sendo composta de conglomerados, arenitos e arcóseos, discretamente estratificado, por vezes com marcas onduladas assimétricas. Nas porções intermediárias e superiores compreendem calcários e dolomitos, com intercalações de siltitos, marga e arenito.

#### **2.3.3.2- Formação Bocaína:**

Os relevos esculpidos na Formação Bocaína são intensamente dissecados e de formas colinosas contrastando com aqueles elaborados na Formação Cerradinho. Apresentam calcários dolomíticos e dolomitos com freqüentes vênulas de calcita e quartzo, localmente silicificados de coloração cinza e esbranquiçada, eventualmente rósea, calcarenitos dolomíticos, estruturas estromatolíticas. Contato transicional com a Formação Tamengo (ARAÚJO; et al, 1982).

Segundo Boggiani (1997) a Formação Bocaina, tem espessura entre 30 e 80m, sendo caracterizada por dolomitos com gradativa predominância de silixitos do topo, ocorrendo nela também rochas fosfáticas e abundantes estruturas estromatolíticas.

O contato inferior dos dolomitos da Formação Bocaina é erosivo e estes ocorrem sobrepostos diretamente sobre o embasamento gnássico-granítico.

Conforme Lacerda Filho et al. (2006) os dolomitos ocorrem nas porções mais orientais do Planalto da Bodoquena principalmente ao longo da rodovia Bonito-Bodoquena, sobrepostos por falhas inversas, pelas rochas metassedimentares do Grupo

Cuiabá. A Formação Bocaina é marcada por intensa dolomitização e silicificação, a qual passa a predominar para o topo (LACERDA FILHO et al. 2006).

#### **2.3.4- Grupo Cuiabá:**

As litologias do Grupo Cuiabá são representadas fundamentalmente por micaxistos ocorrentes principalmente entre os municípios de Bonito e Miranda. Apresentam uma grande variação mineralógica que denominam os diversos tipos de xistos ocorrentes. Evidenciam-se calcários, mármore e metagrauvas, além de quartzitos que ocorrem de maneira localizada, porém freqüentes. Esporádicos metaconglomerados aparecem na parte ocidental da área de afloramento do Grupo Cuiabá, em contato com a Formação Cerradinho, sendo que os tipos litológicos menos comuns são as metagrauvas, milonitos, filitos, ardósias, hornfels (ARAÚJO et al, 1982).

Conforme Lacerda Filho et. al. (2006) no relatório de Geologia e recursos minerais do Estado de Mato Grosso do Sul pelo produzido pelo CPRM, o Grupo Cuiabá foi dividido em quatro subunidades denominadas de conglomerática, psamítica, pelítica e carbonática. Sendo verificadas na bacia do Rio Salobra a Sub-unidade Pelítica (Pcuxt, NPcuf) e Sub-unidade Carbonática (NPcum).

A Sub-unidade Pelítica (Pcuxt, NPcuf) compreende xistos, filitos e quartzitos, com intercalações de mármore, filitos com quartzitos, xistos quartzíticos e filitos quartzíticos e metagrauvas subordinadas (LACERDA FILHO et. al. 2006).

Esta Sub-unidade tem sua ocorrência demarcada por falhas de empurrão e/ou inversas para NNW. A deformação produziu nestas rochas uma foliação irregular a qual está dobrada em isoclinais fechadas, com flancos rompidos (LACERDA FILHO et. al. 2006).

Lacerda Filho et al. (2006), constatou que a Sub-unidade Carbonática (NPcum) ocorre entre o sul da cidade de Bonito até o norte da cidade de Bodoquena. Compreende mármore calcíticos e dolomíticos, com filitos subordinados. Os mármore calcíticos possuem foliação metamórfica milimétrica de dobras isoclinais, o que os distingue dos mármore dolomíticos, que são maciços, intensamente fraturados silicificados, ambos são finos a médios.

### **2.3.5 - Formação Puga**

Esta formação é averiguada nas serras das Araras, do Tombador e do Padre Inácio, no Alto Santíssimo, no córrego Figueirinha e na Borda Oeste da Serra da Bodoquena, onde tem espessura entre 80 e 100m (CORRÊA et al. 1976 apud LACERDA FILHO et. al. 2006).

Almeida (1965) considerou que a Formação Puga apresenta-se subposta á Formação Cerradinho ás abas da Serra da Bodoquena, na rodovia de Miranda á cidade de Bodoquena.

Corrêa et al. (1979), constatou que a Formação Puga aflora em diversos pontos da borda oeste da Bodoquena e nos núcleos de grandes anticlinais arrasados. Esta unidade geológica é caracterizada pela abundância de cimento calcífero, coloração cinza a creme, que para o topo torna-se avermelhado a arroxeadado devido a presença de óxido de ferro na matriz.

Segundo Corrêa et al. (1979) em afloramento é possível perceber uma certa orientação preferencial dos seixos quando alongados. Em zonas mais dobradas, observa-se o aparecimento de uma clivagem ardosiana, com as micas orientadas sub-paralelamente a esses planos.

### **2.3.6- Complexo Rio Apa**

Na bacia do Rio Salobra este complexo apresenta-se com área pouca representativa, caracterizam-se principalmente por gnaisses, granitos, xistos, quartzitos e cataclasitos, além da presença constante de pequenos metálicos (magnetita) disseminados em suas rochas. (ARAÚJO, et al. 1982).

O Complexo Rio Apa, posicionado como a unidade estratigráfica mais inferior da coluna geológica da Folha SF.21 Campo Grande (PROJETO RADAMBRASIL), encontra-se recoberto discordantemente pelas Formações Cerradinho e Bocaína do Grupo Corumbá, bem como pelos sedimentos mais recentes do Quaternário da Formação Pantanal (ARAÚJO et al. 1982).

Segundo Lacerda Filho et al. (2006) o Complexo Rio Apa é composto por granitos, gnaisses que Almeida (1965) inclui no Complexo Cristalino Brasileiro. Sua área

de ocorrência se localiza entre os contrafortes da Serra da Bodoquena, a Leste, e o rio Paraguai a Oeste.

No trabalho apresentado por Lacerda Filho et al. (2006), o Complexo Rio Apa engloba os granodioritos e tonalitos foliados, miloníticos a protomiloníticos, expostos em batólitos e plútons menores na região dos rios Perdidos e Apa, nos municípios de Jardim e Bonito.

É ressaltado ainda pelo autor que as rochas deste complexo intrudem as rochas supracrustais do Grupo Alto Tererê, exibindo contatos tectônicos com os granitos Alumiador. Estão cobertas por rochas do Grupo Corumbá (Formações Cerradinho e Bocaina) e Puga além de sedimentos quaternários da Formação Pantanal.

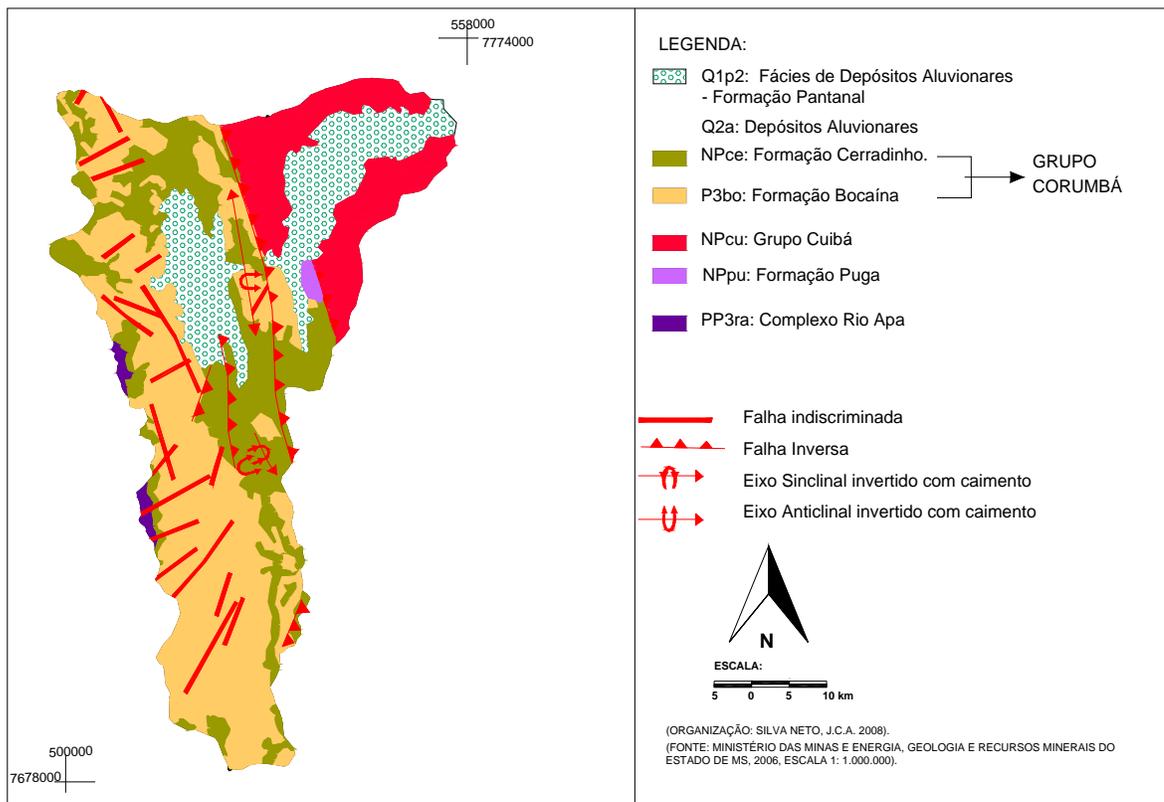


Figura 2.1- Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra.

## 2.4- GEOMORFOLOGIA:

Os estudos apresentados por Almeida (1965) e Corrêa et al (1979), serviram de base na caracterização geomorfológica da área, estabelecendo em suas pesquisas a divisão em unidades geomorfológicas da seguinte forma: Serra da Bodoquena, Zona Serrana Ocidental e Depressão Periférica do Miranda.

A Serra da Bodoquena é uma feição geomorfológica marcante no Estado do Mato Grosso do Sul, com cerca de 200 km de direção norte-sul e até 800 metros de altitude. Situa-se a Sudeste da Planície do Pantanal, entre os paralelos de 19° 45' e 22° 15' de latitude Sul e entre os meridianos de 56° 15' e 57° 30' de longitude Oeste.

Almeida (1965) considerou a Serra da Bodoquena a mais importante feição geomorfológica da região Sudoeste do Mato Grosso do Sul, não só por suas elevações de altitude do relevo, como por sua extensão, que assume um formato estreito e longo de planalto composto por calco-dolomítico.

No limite Norte da Serra da Bodoquena ocorre o recobrimento dos sedimentos cenozóicos da Formação Pantanal e ao Sul praticamente desaparece, ocorrendo apenas alguns morros isolados em calcários do Grupo Itapucumi (KARMAN *et al* 2004).

Para Karman (*et al*, 2004), os estudos específicos na Serra da Bodoquena são importantes no sentido que ocorre uma crescente implementação de atividades turísticas que segue acompanhado de respectiva infra-estrutura, principalmente no tocante do planejamento do uso da terra.

### 2.4.1- Planalto da Bodoquena:

A unidade geomorfológica do Planalto da Bodoquena apresenta-se com muitas falhas geológicas, fraturas e dobramentos, dando um aspecto muito complexo às feições. O Planalto da Bodoquena é o bloco mais compacto e representativo desta unidade e apresenta feições de relevos dobrados muito evoluídos e relevos cársticos. Os relevos são específicos de regiões calcárias, resultantes da dissolução do carbonato de cálcio pelas águas correntes, geralmente constituindo **Karst** descobertos (CORREIA, et al. 1979).

Suas camadas dobradas resultaram relevos diversificados, sendo possível evidenciar um estágio muito evoluído. A densidade de drenagem é alta e moderada á baixa, e a declividade das vertentes varia de 2 a 11 graus. Estas variáveis associadas

contribuí para o modelado de dissecação do relevo, elaborado pela ação fluvial em combinação com as demais variáveis. (ALVARENGA et al 1982).

#### **2.4.2- Zona Serrana Ocidental:**

Suas características topográficas decorrem de sua tectônica, definida pela presença de longos dobramentos lineares e falhamentos longitudinais de empurrão. Tais estruturas se manifestam no relevo através de uma sucessão de cristas monoclinais paralelas, sustentadas por quartzitos ou mármores, que se separam por longos vales longitudinais alojados em falhas de filitos ou micaxistitos, ou ainda no núcleo de grandes sinclinais. (ALMEIDA; 1965). Conforme este autor, esta unidade é uma faixa de traçado arqueado, de cerrados dobramentos, com eixos estendendo-se por dezenas de quilômetros, e, planos axiais, clivagem e xistosidades fortemente inclinadas para Leste, apresentando em sua borda oriental, significativas falhas de empurrão.

#### **2.4.3- Depressão Periférica do Miranda:**

A Depressão Periférica do Miranda se caracteriza pela ampla faixa de rochas xistosas e litologias representadas principalmente por micaxistos da Série Cuiabá, que ocorrem principalmente entre os municípios de Miranda e Bonito, além de espessas camadas de quartzitos intercaladas em xistos, o relevo se destaca em morros de perfis arredondados, bem inclinados, que se salientam na topografia aplainada da região (ALMEIDA; 1965).

O Rio Miranda, antes de penetrar no Pantanal, drena uma extensa depressão periférica, que separa as terras altas da Bodoquena e Zona Serrana Oriental, das cuestas basálticas de Maracaju e serra de Aquidauana, e, o traçado geral da rede de drenagem da Depressão Periférica do Miranda obedece às orientações estruturais NNW e NNE, testemunhando que os vales vêm se abrindo por erosão regressiva, com adaptação às faixas menos resistentes de micaxistos (ALMEIDA, 1965).

#### **2.5- PEDOLOGIA:**

A principal característica pedológica da bacia hidrográfica do Rio Salobra é a presença de solos provenientes das formações geológicas citadas, onde suas litologias variam desde originadas de calcários, ardósias do pré-cambriano (Grupo Corumbá), até dos sedimentos mais recentes da Formação Pantanal.

Outro contraste é quanto ao relevo onde alguns tipos de solos são encontrados, pois variam desde relevo plano até o relevo montanhoso. O tipo de solo de maior expressão com relação à área ocupada na Bacia do Rio Salobra é dos Chernossolos Rêndzicos característico das áreas com relevo bastante acidentado; outra informação relevante é quanto ao tipo uso de grande parte destes solos para a principal atividade econômica da região que é pecuária. (Figura 2.2).

**CHERNOSSOLOS:** Compreende solos constituídos por material mineral que tem como características discriminantes, alta saturação por bases, argila de atividade alta e horizonte A chernozêmico sobrejacente a um horizonte B textural, B nítico, B incipiente, ou horizonte C cálcico ou carbonático. São solos normalmente pouco coloridos, bem a imperfeitamente drenados. São solos moderadamente ácidos a fortemente alcalinos.

Nesta classe estão incluídos os solos que foram classificados anteriormente como Brunizem, Rendzina, Brunizem Avermelhado, Brunizem Hidromófico.

**Chernossolos Rêndzicos:** Solos com horizontes A chernozênicos seguido por horizontes cálcico ou caráter carbonático, coincidindo com o horizonte A chernozêmico e/ou com horizonte C, admitindo-se entre os dois, horizontes Bi com espessura < 10 cm; ou contato lítico desde que o horizonte A chernozêmico contenha 15% ou mais de carbonato de cálcio equivalente (EMBRAPA, 1999).

Na área estudada verificam-se os Chernossolos Rêndzicos, que são encontrados, sobretudo, nas partes mais elevadas do planalto de Bodoquena, em superfícies dissecadas em forma de topo convexo de pequenas dimensões resultantes da decomposição de calcário da Formação Bocaína (MACEDO, 1982).

São solos minerais, não hidromórficos, rasos e pouco profundos, pouco desenvolvidos que apesar de relacionados aos Litólicos, são considerados à parte por apresentarem um horizonte A chernozêmico e carbonatos na parte superficial e/ou no C, podendo apresentar um horizonte B de pequena espessura. A textura varia de média a argilosa, com elevado teor de silte; a estrutura é moderada, pequena e média granular. São solos que apresentam argila de atividade alta, são eutróficos e derivados de calcário e de materiais ricos em carbonatos, sendo muito susceptível ao processo erosivo (MARTINS, 1990).

**Chernossolos Argilúvicos:** São solos minerais não-hidromórficos, rasos a profundos, bem desenvolvidos moderadamente e bem drenados, com o horizonte A

chernozêmico ausente sobre um B textural, com nítida diferenciação entre estes horizontes, como consequência da cor, textura e estrutura (MACEDO, 1982).

São solos eutróficos, argilosos, argila de atividade alta, formada a partir da decomposição de calcário dolomíticos em relevo plano e suave ondulado, apresentando erosão ligeira, sob vegetação de Floresta.

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (1999) os Chernossolos Argilúvicos são solos com horizonte B ou B nítico (horizonte mineral sub-superficial, não hidromórfico, textura argilosa ou muito argilosa, sem incremento de argila do horizonte A para B) imediatamente abaixo do horizonte A

**PLANOSSOLOS:** Compreende solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensamento, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela detenção de lençol d'água sobreposto, de existência periódica e presença variável durante o ano (EMPRAPA, 1999).

Característica distintiva marcante é a diferenciação bem acentuada entre os horizontes A ou E, e o B, devido á mudança textural abrupta entre os mesmos, requisito essencial para os solos desta classe.

Os solos desta classe podem ou não ter horizonte cálcico, caráter carbonático, propriedade sódica, solódica, caráter salino ou sálico. Ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas á estiagem prolongada, ainda que breve, e até mesmo sob condições de clima semi-árido.

Esta classe inclui os solos que foram classificados como Planossolos, Solonetz-Solidizado e Hidromórficos Cinzentos que apresentam mudanças textural abrupta (EMBRAPA, 1999).

**Planossolos Nátricos:** caracterizam-se por serem solos minerais halomórficos (com presença de sais), pouco profundos a profundos, medianamente desenvolvidos, pouco porosos, com horizonte B solonético, sendo saturado em sódio trocável.

Textura arenosa média ou média/ argilosa, formada de sedimentos areno-argilosos do Quaternário, em relevo plano, erosão moderada, sob vegetação de Savana (MARTINS, 1990).

Os Planossolos Nátricos apresentam caráter sódico no horizonte B Plânico (Textural, subjacente a horizonte ou E, e precedido por uma mudança textural abrupta), ou no horizonte C, solos com textura arenosa desde a superfície do solo até o início do horizonte B Plânico, que ocorre entre 50 e 100 cm de profundidade (EMBRAPA, 1999).

**Planossolos Hidromórficos:** São solos minerais hidromórficos, geralmente pouco profundos a profundos, caracterizado pela mudança textural abrupta entre os horizontes A e B, e saturação em Sódio Trocável. Também são eutróficos, com argila de atividade alta, sua textura é predominantemente arenosa/média e média/argilosa (MARTINS, 1990).

Os Planossolos Hidromórficos apresentam textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte B plânico, que ocorre a mais de 100 cm de profundidade (EMBRAPA, 1999).

**GLEISSOLOS:** Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, da Embrapa (1999), os Gleissolos compreendem solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm da superfície do solo, ou a profundidades entre 50 e 125 cm desde que imediatamente abaixo do horizonte B incipiente, B textural ou C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução.

Os solos desta classe são permanente ou periodicamente saturados por água, e a água de saturação ou permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície do mesmo.

Caracterizam-se pela forte gleização, em decorrência do regime de umidade redutor, que se processa em meio anaeróbico, devido ao encharcamento do solo por longo período ou durante todo ano.

Comumente desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais coluviais sujeitos as condições de hidromorfia, podendo se formar em relevo plano de terraços fluviais, como também residuais em áreas abaciadas

e depressões. São eventualmente formados em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrâneas.

A abrangência desta classe inclui os solos que foram classificados anteriormente como Glei Pouco Húmico, Glei Húmico, parte do Hidromórfico Cinzento (sem mudança textural abrupta), Glei Tiomórfico e Solonchak com horizonte glei.

São minerais, hidromórficos, medianamente desenvolvidos, profundos, caracterizados por possuírem horizonte Glei dentro de 60 cm, a partir da superfície.

Compreendem solos álicos ou eutróficos, com argila de atividade alta ou baixa, textura média, encontrados em relevo plano, erosão não aparente. Estes solos são formados por sedimentos do Quaternário sob vegetação de Savana (MACEDO, *op cit*).

**LUVISSOLOS:** Solos minerais não hidromórficos, bem desenvolvidos, profundos, bem drenados, em alguns casos com drenagem moderada.

Caracterizam-se pela diferença textural significativa entre os horizontes A e B e presença de cerosidade no horizonte sub-superficial. Quanto á fertilidade varia bastante, com argila predominantemente arenosa/média e média/argilosa, apresentando-se em relevo também variável, com erosão não aparente e ligeira, formados principalmente pela decomposição de arenitos e siltitos ocorrendo sob vegetação de floresta e savana. (MACEDO, 1982).

Os Luvisolos se caracterizam como solos minerais não hidromórficos, com horizonte B textural ou B nítico, com argila de atividade alta e saturação por base alta, imediatamente abaixo de horizonte A fraco ou moderado, ou horizonte E (EMBRAPA, 1999).

Estes solos variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 120 cm), com seqüência de horizonte A, Bt e C, e nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt, devido aos contrastes de textura, cor e/ou estruturas entre os mesmos. A transição para o horizonte B textural é clara ou abrupta, e grande parte dos solos desta classe possui mudança textural abrupta. Em todos os casos, podem apresentar pedregosidade na parte superficial e o caráter solódico ou sódico, na parte subsuperficial.

São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraíveis baixos e nulos; apresenta horizonte Bt de coloração avermelhada, amarelada e menos freqüentemente, brunada ou acinzentada.

Nesta classe estão incluídos os solos que foram classificados como Bruno Não Cálcico, Podzólico Vermelho-Amarelado Eutrófico argila de atividade alta e Podzólico Bruno-Acinzentado Eutrófico e alguns Podzólicos Vermelho-Escuro Eutróficos com argila de atividade alta.

**NEOSSOLOS:** são solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos (EMBRAPA, 1999).

Esta classe admite diversos tipos de horizontes superficiais, incluindo o horizonte O ou H hístico, com menos de 30 cm de espessura quando sobrejacente á rocha ou á material mineral.

Alguns solos têm horizonte B com fraca expressão dos atributos (cor, estrutura, ou acumulação de minerais secundários e/ou colóides), não se enquadrando em qualquer tipo de horizonte B diagnosticado. Nesta classe foram reconhecidos os solos classificados como: Litossolos e Solos Litólicos, Regossolos, Solos Aluviais e Areias Quartzosas. Pertencem ainda a esta classe solos com horizonte A ou hísticos, com menos de 30 cm de espessura, seguidos de camadas com 90% ou mais (expresso em volume) de fragmentos de rocha ou de material de origem, independente de sua resistência ao intemperismo (EMBRAPA, 1999).

**Neossolos Litólicos:** Solos com horizonte A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura, estável sobre rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha, apresentando um contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo (EMBRAPA, 1999).

Compreende solos rasos, pouco profundos, estando o horizonte A assentado diretamente sobre a rocha-matriz, apresentando excepcionalmente o horizonte (B) incipiente de pequena espessura (MACEDO, 1982). Apresentam grande variação quanto ao material originário e propriedades, encontrando-se solos desde eutróficos a álicos, com

textura arenosa e argilosa, sem cascalhos a muito cascalhentos, variando o relevo de suave ondulado a escarpado. Os solos Litólicos com caráter Eutrófico estão localizados na borda ocidental da Serra da Bodoquena. São resultantes de litologias do Complexo Rio Apa e dos relevos residuais, que também compõem o Planalto da Bodoquena (MACEDO, *op cit*). São desaconselháveis para utilização agrícola, tanto pelo relevo onde ocorre, quanto pela pouca profundidade e presença excessiva de cascalho.

**Neossolos Regolíticos** : solos com horizontes A sobrejacente a horizonte C ou Cr; admite horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura, e apresenta contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm (EMBRAPA, 1999).

São solos pouco desenvolvidos, com seqüência de horizonte do tipo A e C, profundidade superior a 50 cm, presença de no mínimo 4% de minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou em sua constituição têm materiais que guardam ainda a estrutura do material de origem (MACEDO, 1982).

Quando caracterizado como eutrófico apresentam argila com atividade alta, textura arenosa e arenosa cascalhenta em relevo desde plano a forte ondulado. No Planalto da Bodoquena localizam-se na porção Oeste, em cotas mais elevadas da Depressão do Rio Paraguai.

De maneira geral são aconselháveis para utilização com pastagem e silvicultura, pois há restrições para agricultura, uma vez que apresentam limitações quanto á mecanização e alta susceptibilidade á erosão.

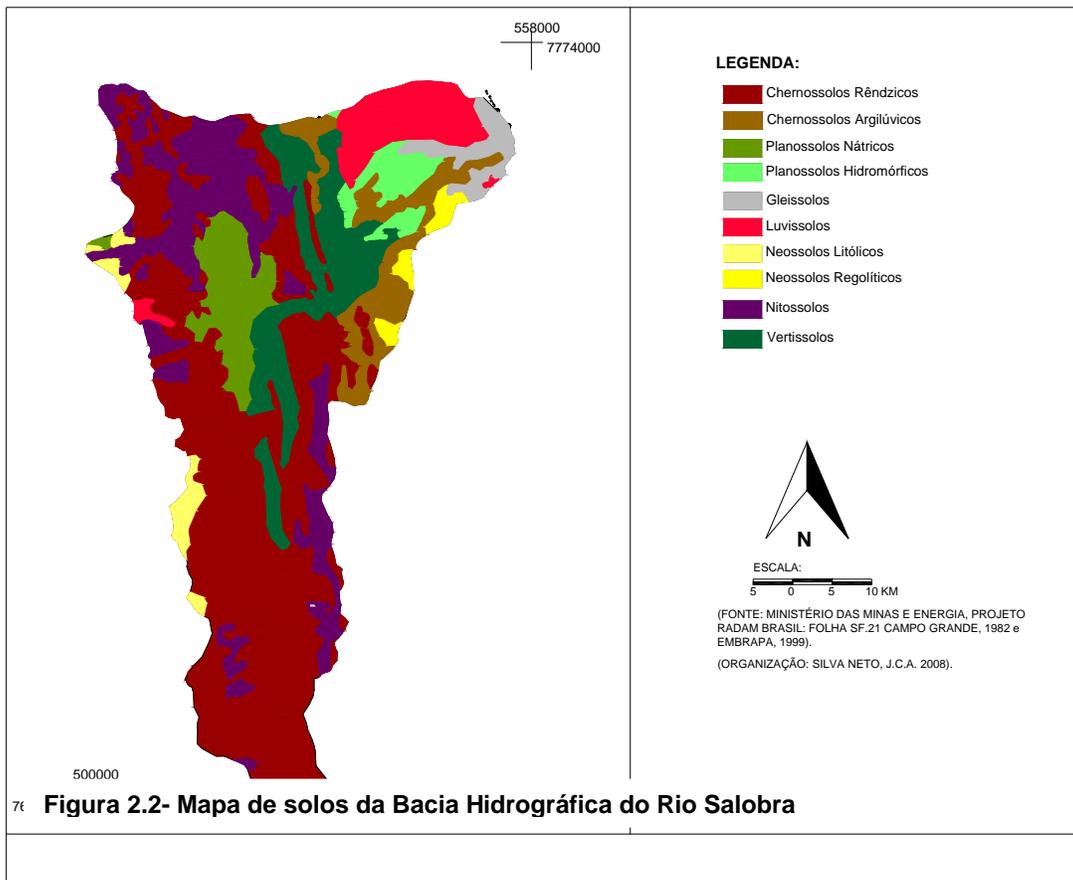
**NITOSSOLOS:** são solos constituídos por material que apresentam horizonte B nítico, com argila de atividade baixa imediatamente abaixo do horizonte A ou dentro dos primeiros 50 cm do horizonte B (EMBRAPA, 1984 apud EMBRAPA, 1999).

Caracteriza-se por apresentar na sua morfologia subjacente ao horizonte B textural, um horizonte B latossólico, textura argilosa, relevo plano e suave ondulado, são originários das Formações Cerradinho e Bocaína, localizam-se no Planalto da Bodoquena e nos prolongamentos sul e noroeste deste planalto (MACEDO, 1982).

**VERTISSOLOS:** Solos constituídos por material com horizonte vértico entre 25 e 100 cm de profundidade e relação textural insuficiente para caracterizar um B textural, e apresentado, além disso, com teor de argila de, no mínimo 30% nos 20 cm superficiais, após misturados, ausência de contato lítico e ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte vértico (EMBRAPA, 1999).

Solo carbonático, textura argilosa característico de áreas com relevo plano, os originados de calcários e dolomitos, com caráter carbonático ou não, são encontrados a leste e oeste da porção norte do Planalto da Bodoquena ou em alguns de seus vales, como o do Rio Salobra e, ao longo Rio Perdido. (MACEDO, 1982).

Durante a época chuvosa apresenta excesso de umidade, e endurecimento e formação de rachaduras na época seca, os riscos de inundação nas áreas deprimidas e a dificuldade á mecanização pela alta plasticidade e pegajosidade das argilas são fatores limitantes á utilização agrícola.



## 2.6- VEGETAÇÃO:

A área estudada é caracterizada quanto á vegetação por apresentar três unidades fitogeográficas além das áreas antrópicas bem significativa na bacia, verificasse a Floresta Decidual Submontanha como a unidade com maior área na bacia, seguido pela

Savana Gramínea Lenhosa Sem Floresta-de-Galeria e a áreas de Pastagem e Agropecuária, a unidade com área menor expressão é a Savana Arbórea Densa (Cerradão). (Figura 2.3).

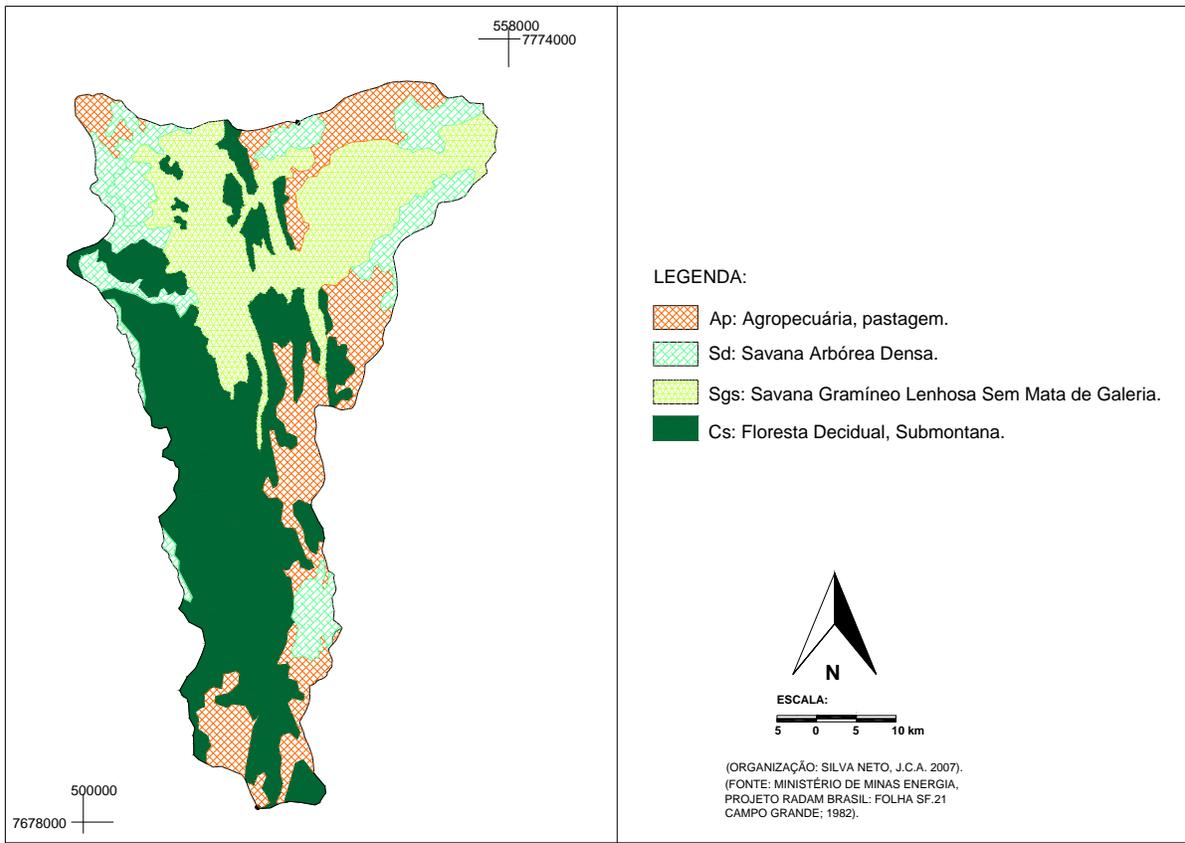
**Floresta Decidual Submontanha:** Prende-se diretamente às condições climáticas de duas estações uma de estiagem acentuada e outra chuvosa. Reveste os terrenos predominantemente calcários, ocorrendo sobre o Planalto da Bodoquena. Esta formação encontra-se restrita às áreas descontínuas situadas na Serra da Bodoquena. Caracteriza-se por apresentar mais de 60% das plantas com perda de folhagem durante época desfavorável. A formação florestal decidual se encontra revestindo o capeamento paleozóico da unidade geológica Bocaína. (FURTADO, 1982).

Savana Gramínea Lenhosa Sem Floresta- de- Galeria: A denominação Savana é conceituada como formação herbácea, graminóide, contínua, em geral coberta por plantas lenhosas, no centro oeste brasileiro é conhecido como cerrado.

O campo limpo também como é conhecido a Savana Gramíneo-Lenhosa é uma formação vegetal estritamente campestre formada por uma superfície graminóide entremeada de poucas plantas lenhosas raquíticas e palmeiras acaules e desprovida de sinúsia fanerofítica e sistema radicular pouco desenvolvido. (FURTADO, 1982).

**Savana Arbórea Densa (Cerradão):** Caracteriza-se pelos agrupamentos de espécies vegetais arbóreas, xeromorfas, de fustes finos e tortuosos, com circunferência raramente ultrapassando um metro, apresentam-se revestido por uma casca grossa e rugosa, as espécies são relativamente baixas, encontrando-se disposta de maneira mais ou menos ordenada. (FURTADO, 1982).

Na fração oriental desta formação segue o alinhamento da Serra da Bodoquena, relaciona-se esta tipologia de vegetação com os solos de relevos movimentados que se estabelece em sopé de escarpas, onde se acumula material coluvial.



**Figura 2.3- Mapa de Vegetação da Bacia hidrográfica do Rio Salobra**

### **3- REFERENCIAL TEÓRICO:**

#### **3.1- A Análise Sistêmica e a Paisagem**

O conceito de Paisagem segundo Brunet, Ferraz e Théry 1992 (apud Christofolletti, 1999), é uma aparência e uma representação, um arranjo dos objetos visíveis pelo sujeito por meio de seus próprios filtros, humores e fins.

Segundo Christofolletti (1999), na perspectiva do geógrafo deve ser destacado que a preocupação da análise não pode se restringir apenas às paisagens naturais, mas também focalizar as paisagens incluindo o homem neste contexto.

A Paisagem segundo Rodriguez et al. (2007), é um espaço físico e um sistema de recursos naturais aos quais integram-se as sociedades em um binômio inseparável sociedade/natureza.

Assim o entendimento desta categoria de análise vai além do simples conhecimento de um sistema físico, buscando entender como este sistema se organiza e recebe influência da atuação do homem neste meio.

Tentando encontrar um conceito mais completo de Paisagem nos remetemos entre outras, á obra “Ecologia y Paisaje” do autor espanhol Fernando Gonzalez Bernaldez, que conceitua paisagem como:

Entienden por paisaje la parte fácilmente perceptible de un sistema de relaciones subyacente, cuyo conocimiento explicaria la conpresencia y la coherencia de los elementos percibidos, pero que no es fácilmente accesible a la observación directa em su totalidad. (Bernaldez, 1981, p. 03)

Desse modo, Bernaldez (1981) considerou o entendimento de paisagem como uma parte compreensível de um sistema cujo conhecimento das relações explicaria a existência e a lógica dos elementos compreendidos, não sendo facilmente visível á observação direta da sua totalidade.

Nesta perspectiva Sotchava 1978 (apud Ross 2006), considerou que a Geografia deve estudar não os componentes da natureza, mas as conexões entre elas, não se deve restringir á morfologia da paisagem e suas subdivisões mas, de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica e estrutura funcional.

Segundo Tricart 1977 (apud Ross, 2006), é necessário uma compreensão apurada da dinâmica dos sistemas ambientais naturais, para que as inserções

tecnológicas das sociedades humanas sejam menos prejudiciais á natureza e aproveitadas de maneira mais satisfatória tanto para produção humana como para o ambiente utilizado.

Christofoletti (1979), afirma que os ambientes podem ser entendidos como sistemas, no qual os que dizem respeito aos geógrafos não funcionam de forma isolada, mas funciona dentro de um ambiente que está inserido em um conjunto maior (Universo).

Para Ross (2006) o ambiente ecológico está em constante estado de fluxo que pode ser entendido pela interação dos elementos, e a compreensão desses mecanismos pode levar a um melhor uso e aproveitamento desses ambientes.

A análise de sistemas para a Geografia proporcionou um entendimento mais apurado da dinâmica dos ambientes naturais, uma vez que esses ambientes são classificados como sistemas não-isolados abertos, pois neles há constantes trocas de matéria e energia.

A intensificação das ações de transformação no meio ambiente, através das ações antrópicas, tem levado a uma rápida decadência dos ambientes, e os impactos variados têm exigido uma reformulação constante dos métodos e técnicas para esta abordagem.

Ross (2006) considerou que as alterações na dinâmica dos ecossistemas intervêm diretamente nas magnitudes dos fluxos de matéria e energia entre os componentes e afetam, portanto, as interações e interdependências e seu desenvolvimento.

Desse modo Rodriguez (2007) afirmou que:

“a análise paisagística” é um conjunto de métodos e procedimentos técnicos-analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem, estudar suas propriedades, índices e parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação da paisagem e a pesquisa das paisagens naturais, como sistemas manejáveis e administráveis. (RODRIGUEZ, 2007, p. 40)

Por outro lado, segundo Christofoletti (1979), a aplicação da Teoria dos Sistemas aos estudos geográficos serviu para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com maior exatidão o setor de estudo desta ciência além de propiciar oportunidade para reconsiderações críticas de muitos dos seus conceitos.

Estes estudos também fazem referências teóricas a Geografia Física, que teve sua nova fase demarcada pelos estudos dos Geossistemas. Este desenvolvimento teve

como objetivo encontrar diretrizes para problemas de planejamento de novas áreas, uso racional dos recursos naturais e preservação do meio ambiente.

Para Francisco (1996) a terminologia “Geossistema” é utilizada na análise de sistema junto à paisagem natural que possibilita a prática de estudos relacionados à Geografia Física como um todo, que segundo ele, as principais propostas de abordagem sistêmica para a Geografia procuravam apresentar uma visão interdisciplinar, e uma interação entre o homem e a natureza, onde o estudo da atuação antrópica no meio ambiente é a melhor abordagem para propor diretrizes para impactos causados pelas atividades humanas.

Bertrand (1972 apud Christofolletti, 1999) definiu Geossistema como algo situado numa determinada porção do espaço, sendo o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução.

Rodriguez et al (2007), considerou que a Paisagem Natural se concebe como um Geossistema, o qual define-se como o espaço terrestre de todas as dimensões, onde os componentes da natureza encontram-se em relação sistêmica uns com os outros e como uma integridade definida, interagindo com a esfera cósmica e a sociedade.

O Estudo Geossistêmico disponibiliza para a Geografia Física diversos modelos conceituais, morfológicos, de classificação dos sistemas, incluindo-se os naturais (sistemas abertos). A própria noção de paisagem em Geografia Física, apesar de ter sofrido inúmeras remodelações e adquirido diversas concepções, tem como suporte lógico a teoria geral dos sistemas. (RODRIGUES, 2001).

Francisco (1996) considera o Geossistema como um sistema aberto (devido à entrada e saída do fluxo de matéria e energia que nele se processa); dinâmico (a dinâmica do Geossistema se dá mesmo em um curto espaço de tempo, como no decorrer dos anos, pois os elementos abióticos e a ocupação biológica são dados estáveis e variam no tempo e espaço); hierarquicamente organizado (é classificado em escala de grandeza, pois pode variar de alguns quilômetros quadrados a algumas centenas de quilômetros) que exige estudos a níveis seqüenciais e de processo-resposta.

Para Bernaldez (1981), a propriedade dos sistemas integrados deve ser analisada em vários níveis hierárquicos. Deste modo o nível de disparidade interna aceito no sistema dependerá do detalhe ou escala de tamanho da área estudada.

“... la propiedad de los sistemas de inventario integrado es la repetibilidad de las pautas y su distiunción a vários niveles jerárquicos. el nivel de heterogeneidad interno admitido em cada caso depende del detalle o escala que, com frecuencia, será función de tamaño de la zona estudiada. la fijacion de limites dentro del mosaico compuesto que el território representa es, en el fondo, arbitraria”. (BERNALDEZ, 1981, p,110-111).

Essa teoria propõe que os sistemas podem ser definidos como conjuntos de elementos com variáveis e características diversas, que mantêm relações entre si e com o meio ambiente. A análise poderá estar voltada para a estrutura desse sistema, para seu comportamento, para as trocas de energia, limites, ambientes ou parâmetros (GREGORY, *apud* RODRIGUES, 2001).

Para Hall e Fagen 1956 (*apud* Christofolletti, 1979), sistema é considerado um conjunto dos elementos e das relações entre eles e entre seus atributos. Qualquer conjunto de objetos que possa ser relacionado no tempo e espaço constitui um sistema.

O sistema é um operador que, em um determinado tempo, recebe o *input* (entrada) e o transforma em *output* (saída), Christofolletti (*op cit*).

Deve compor um sistema:

Elementos ou unidades: seus componentes.

Relações: a organização permite que assuma a função de um todo que é maior do que as somas das partes.

Atributos: são as qualidades que se atribuem aos elementos para se caracterizar.

Entrada (*input*): Aquilo que o sistema recebe, que o alimenta.

Saída (*output*): Aquilo que sofre transformações em seu interior, depois são encaminhadas para fora.

Conceber a Paisagem como sistema significa ter uma percepção do todo, compreendendo as inter-relações entre as partes do sistema (RODRIGUEZ et al, 2007).

Para Thornes e Brunsten 1977 (*apud* Christofolletti 1979), o sistema funciona para executar uma determinada tarefa procurando atingir um objetivo ou finalidade, como as bacias hidrográficas que são organizadas para escoar a quantidade de água e detritos que são fornecidos para sua área de drenagem.

Christofolletti (1979) destaca que para decidir qual será o sistema a ser investigado, definindo os seus elementos e as suas relações, torna-se mais fácil delimitá-lo no espaço e distinguir suas unidades componentes, interligadas pelas relações

internas, e estabelecer os sistemas ambientais controlantes, que atuam sobre o sistema através das relações externas.

Desse modo a bacia hidrográfica é destacada como um bom exemplo para a análise da paisagem e se utilizar a abordagem sistêmica.

Se passarmos a analisar em escala de amplitude, então os sistemas de nível inferior serão considerados elementos ou unidades de um sistema maior. Dessa forma é possível estabelecer relações entre bacias hidrográficas, onde podemos utilizar uma ordem hierárquica dos sistemas, tendo no contexto dessa pesquisa a bacia do Rio Paraguai que ficará como sendo um sistema maior, a bacia do Rio Miranda como uma sub-bacia e a bacia do Rio Salobra por sua vez como uma de suas bacias afluentes. (Figura -3.0).

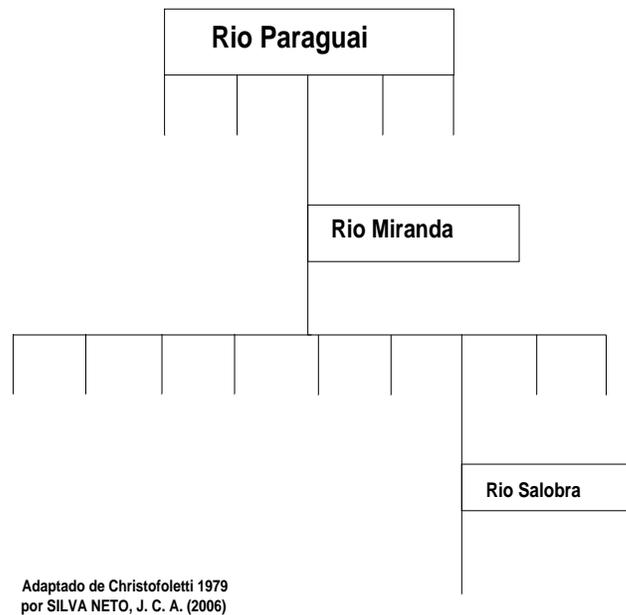


Figura 3.0: Modelo, para mostrar a ordem hierárquica entre seqüência de afluentes, e localizar o Rio Salobra no sistema maior.

Citado em Christofolletti (1980), a rede de drenagem e as vertentes são os principais elementos da bacia hidrográfica, e a estruturação da rede de canais é reflexo do comportamento hidrogeológico. Dessa forma torna-se importante observarmos que as

alterações feitas nas vertentes da bacia de drenagem influenciarão significativamente a dinâmica do seu funcionamento.

A rede de canais é uma variável do sistema hidrográfico independentemente do tempo, porque, até atingir um estado de equilíbrio, poderá sofrer alterações rápidas em virtude das modificações ocasionadas no fornecimento de matéria e energia do sistema, influenciadas por mudanças climáticas e antrópicas em um curto período de tempo (CHRISTOFOLETTI, 1983). Ainda, segundo este autor, na composição de sistemas devem ser abordados aspectos como:

Matéria: material mobilizado pelo sistema (água e detritos);

Energia: as forças que fazem o sistema funcionar. Energia Potencial (gravidade), Energia Cinética (movimento);

Estrutura: é constituída pelos elementos e suas relações, expressada através do arranjo de seus componentes;

Objetivando estruturar estes sistemas ambientais em informativos, direcionados a garantir as informações necessárias para a utilização racional e proteção dos recursos naturais é cada vez mais comum a utilização de SIG (Sistemas de Informação Geográfica) como um instrumento no qual é possível integrar as informações contidas num determinado sistema. (RODRIGUEZ et al. 2007)

Rodriguez et al. (2007) ponderaram como principal objetivo dos SIG's a manifestação territorial, espacial e regional da informação, a qual é alcançada por meio da utilização dos materiais cartográficos como fonte de informação e objeto de formalização de trabalhos.

Fischer, Scholten e Unwin 1996 (apud Christofolletti 1999), salientaram que a ausência de funções analíticas e de modelagem é considerada como uma das principais insuficiências dos SIG's, e o sucesso desses sistemas dependerá da incorporação de capacidade mais poderosa para estas análises.

Assim as informações devem ser introduzidas nos SIG's por meio da redução de legendas dos mapas, e a estruturação de parâmetros quantitativos que refletem as propriedades da paisagem (Rodriguez et al. 2007).

Conforme Christofolletti (1999), os resultados da análise espacial devem ser disponibilizados sob forma gráfica e mapeável, e o produto final não deve ser simplesmente um conjunto de valores estatísticos ou de parâmetros para um modelo.

### **3.2- Sustentabilidade Ambiental da Paisagem**

A partir da década de 60 aumentou a preocupação e tomada de consciência a respeito da gravidade que os estragos ambientais provocados pelo crescimento econômico moderno poderiam ter sobre a humanidade (VEIGA, 2003).

O termo desenvolvimento sustentável começou a ser utilizado no início da década de 1970, pois já havia uma ligação de sustentabilidade com os problemas relacionados à questão ambiental. Este termo passou a ser utilizado como objetivo da busca de um entrosamento harmônico entre desenvolvimento econômico, uso adequado dos recursos naturais e conseqüentemente a melhoria das condições de vida e bem-estar social (CHRISTOFOLETTI, 1993).

Desde então surgem várias discussões e questionamentos sobre o impasse estabelecido pelo crescimento econômico, e degradação do meio ambiente, levando vários ramos da ciência à pensar em alternativas que pudessem sobrepor-se a este problema.

Conforme Guimarães 1994 (*apud* Claval 1997), “o desenvolvimento é sustentável enquanto a produção humana não excede as taxas normais de produção dos recursos renováveis e de substituição dos recursos não renováveis”. Entende-se que mesmo com o menor desperdício de energia e matéria-prima, a economia global contemporânea gera uma pressão crescente sobre o meio ambiente, devido ao consumo de energia e produtos manufaturados que está crescendo em vários países.

O termo desenvolvimento sustentável passou a ser utilizado muitas vezes de forma inadequada para fins de manipulação ideológica usada por políticos de países avançados economicamente, para dar continuidade a sua dominação sobre os países periféricos, e este espantoso crescimento econômico que ocorre de forma desigual seqüela a sociedade e se fortalece da crescente desigualdade evidenciada nesses países (VEIGA, 2006).

Porto-Gonçalves (2004) conferiu à idéia de Desenvolvimento o nome-síntese da idéia de dominação da natureza, que está sempre vinculado ao urbano e ao industrializado, de um modo geral a tudo que nos afasta da natureza.

A Teoria de Sustentabilidade é uma proposta que vêm sendo bastante discutida e por muitas vezes banalizada como meio de manipulação política e ideológica em busca de benefícios particulares.

Segundo um dos maiores pensadores sobre o tema, Ignacy Sachs (2002), um dos caminhos a serem percorridos em busca de um equilíbrio entre meio ambiente e crescimento econômico seria o estabelecimento de um aproveitamento racional e ecologicamente sustentável da natureza, tendo como objetivo o benefício das populações locais, o que as levaria a incorporar a preocupação com a conservação da biodiversidade aos seus próprios interesses, como um componente de estratégias para o desenvolvimento.

Assim para Leff (2001) a sustentabilidade é o tema do nosso tempo, do final do século XX e da passagem para o terceiro milênio, da transição da modernidade truncada e inacabada para uma pós-modernidade incerta, marcada pela diferença, pela diversidade, pela democracia e pela autonomia.

De acordo com Rodriguez et al. (2007) a sustentabilidade das paisagens é um atributo sintético, ainda mais abrangente, que incorpora dois conceitos: de estabilidade e solidez, intimamente ligada á capacidade de manutenção e asseguramento do poder da paisagem para cumprir determinadas funções sociais.

Sachs (2002) propõe vários critérios para sustentabilidade no qual destacamos:

*Critério Ecológico*, sendo necessária a preservação do potencial do capital natureza na sua produção de recursos renováveis e limitar os recursos não-renováveis; e

*Critério Ambiental*, no qual seria necessário respeitar e realçar a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais.

Estas propostas visam um progresso das transformações econômicas e sociais e que o meio ambiente seja considerado algo essencial para o bem-estar humano.

Para Christofolletti (1993), os sistemas ambientais foram organizados por meio de processos físicos e biológicos, mas a expansão das atividades humanas provocou mudanças nesses sistemas, inserindo neles características dos sistemas sócio-econômicos.

As mudanças no funcionamento e nos mecanismos das relações de auto-regulação acarretam um processo de degradação leva ao desequilíbrio na dinâmica funcional, resultando uma dinâmica funcional degradante deste sistema (RODRIGUEZ et al; 2007).

Desse modo o desenvolvimento não deve por em risco os sistemas naturais, mas se percebe um crescimento e o desenvolvimento econômico produzindo mudanças nos

sistemas naturais físicos, e nenhum ecossistema conseguiria ficar intacto a isso (CHRISTOFOLETTI, 1993).

Para Claval (1997), uma das principais medidas para implementação de uma política de desenvolvimento sustentável, é impedir que ambientes frágeis sejam explorados brutalmente, como geralmente o fazem as grandes empresas, e permitir às pequenas comunidades a elevação de seus padrões de vida sem romper o equilíbrio local.

É importante constatar que os riscos atribuídos ao desenvolvimento sejam avaliados para cada área homogênea permitindo a proteção das áreas mais frágeis em termos de desenvolvimento e vida social.

Assim a problemática ambiental é entendida nessa esfera como a combinação dos diferentes objetos da racionalidade ambiental, manifestando-se os processos que desarticulam a estrutura e funcionamento dos geossistemas naturais, tendo como conseqüência dificultar o cumprimento das funções socioeconômicas e as deficiências gerais de sustentabilidade em grupos sociais (RODRIGUEZ et al, 2007).

Segundo Leff (2006) a questão ambiental provoca um confronto direto à racionalidade (razão econômica, tecnológica) na qual foi constituída a modernidade, forçando a construção de uma nova racionalidade que objetive a recuperação do sentido do pensamento e da ação na ordem social e nos modos de vida das pessoas, que integrem a razão e os valores, a natureza e a cultura.

Portanto a questão ambiental problematiza as próprias bases da produção, insinuando uma desconstrução do paradigma econômico da modernidade e para a construção de futuros possíveis, estabelecidos nos limites das leis da natureza, nos potenciais ecológicos na produção de sentidos sociais e na criatividade humana (LEFF, 2001).

Segundo Guimarães (1997), a necessidade de transição para um estilo de desenvolvimento sustentável sugere uma mudança cultural do próprio modelo de civilização, principalmente no que se refere ao padrão de junção sociedade-natureza.

Guimarães (op cit), considerou ainda que a crise ambiental seja ao mesmo tempo generalizada e global, pois suas causas e implicações revelam dimensões políticas, econômicas, institucionais, sociais e culturais, e seus efeitos transcendem fronteiras nacionais, passando a ser um problema que atinge um âmbito geopolítico mundial.

Na mesma perspectiva Leff (2004) aponta o conceito de racionalidade ambiental para colocar em destaque a construção da sustentabilidade, mas não apenas como simples fusão de duas lógicas ou a internalização da lógica ecológica na lógica do capital, mas as estratégias que remetem aos sistemas complexos de ideologias-práticas-ações sociais dentro de estratégias discursivas e mecanismos institucionais.

Para Leff (2001) a racionalidade ambiental se constrói e concretiza numa inter-relação permanente de teoria e práxis, onde a questão ambiental surge no terreno prático de uma problemática social generalizada que orienta o saber e a pesquisa para o campo estratégico do poder e da ação política.

Leff (2002) atribui á questão ambiental “um caráter eminentemente social, mas destaca que as ciências sociais não adequaram seus conceitos, métodos e paradigmas teóricos”, para abordar as relações que acontecem entre os processos sociais e as mudanças ambientais que surgem freqüentemente.

Desse modo a Geografia Física significa para as políticas de desenvolvimento sustentável uma óbvia relevância do subconjunto ligada com o estudo de organização espacial dos geossistemas ou sistemas ambientais físicos (CHRISTOFOLETTI, 1993).

Para Gonçalves (2004), “deixar de fora a natureza tem enormes e graves conseqüências para as ciências sociais, para não dizer da sociedade mesma”. A dicotomia de ciências humanas e ciências naturais tende a dificultar as análises que tratam do entendimento do Território e da Paisagem, visto que esses problemas atingem a sociedade tanto de forma direta como indireta.

Desse modo a regionalização das medidas desenvolvimentistas é relacionada ao zoneamento que se adequar ás diversidades das condições locais, sendo freqüentemente necessário mudar os limites de hierarquias das divisões territoriais para que se alcancem os objetivos fundamentais da análise (CLAVAL, 1997).

Para a utilização dos recursos naturais, seria necessário o “uso sustentável”, que segundo Christofolletti (1993), costuma ser aplicado somente a recursos renováveis, significando o uso desses recursos em quantidades compatíveis com sua capacidade de renovação.

A discussão sobre o desenvolvimento sustentável não pode estar apenas ligada a Geografia Humana ou apenas a Geografia Física, mas sim a Ciência Geográfica como

uma ciência que possa englobar e relacionar os conceitos a serem discutidos com maior eficiência no qual a Geografia possa ser entendida com uma ciência única.

Desse modo o nosso objeto o estudo, pode ser entendido não na concepção errônea de simples local de recursos naturais e uma população, e sim como categoria consistente que pressupõe um espaço geográfico que é apropriado, e sua dinâmica a cada momento representa uma determinada configuração territorial (GONÇALVES, 2004).

### **3.3- Uso do Solo e Sustentabilidade Ambiental: Contradição ou Correlação?**

Um dos grandes questionamentos que são feitos na atualidade com relação ao crescimento econômico e o avanço tecnológico são quanto as suas relações com a problemática ambiental, que coloca em xeque toda a urgência em se produzir a níveis cada vez mais elevados, mesmo que para isso ambientes frágeis sejam degradados, em busca de um patamar econômico superior.

Pressupondo-se o antagonismo desses temas que são tão contraditórios quanto ligados, chega-se assim á discussão sobre sustentabilidade ambiental e como o uso do solo pode estar comprometendo a capacidade suporte desses ambientes, mas tentando não se limitar apenas neste contexto de utilização do solo e levando a discussão adiante, que segundo Enrique Leff (2002), a melhor maneira de se entender estes problemas é buscando na sua gênese a explicação mais coerente, que nesse caso seria através do processo histórico dominado pela expansão do modo de produção capitalista.

Leff (2001 p. 26) considera:

O discurso da sustentabilidade busca reconciliar os contrários da dialética do desenvolvimento: meio ambiente e o crescimento econômico. Este mecanismo ideológico não significa apenas uma volta de parafuso a mais da racionalidade econômica, mas opera uma volta e um torcimento da razão; seu intuito não é internalizar as condições ecológicas de produção, mas proclamar o crescimento econômico como um processo sustentável, firmado nos mecanismos do livre mercado como meio mais eficaz de assegurar o equilíbrio ecológico e a igualdade social.

Desse modo a análise estaria embasada em questões que não seriam “com que tipo de atividade o solo esta sendo utilizado?” Mas, “porque o solo está sendo utilizado daquela forma?”. Nesta perspectiva a conservação dos solos significaria manter o equilíbrio entre o solo e o homem, não se tratando de deixar o solo sem uso, mas pelo

contrário, pressupõe-se a utilização de técnicas adequadas buscando um rendimento máximo, sem desperdício e pelo maior período possível.

Para Leff (2002) a degradação ambiental, o risco de colapso ecológico e o avanço da desigualdade e da pobreza são sinais eloqüentes da crise do mundo globalizado.

Os danos ambientais hoje se tornaram preocupantes porque estão afetando de forma direta a produtividade e conseqüentemente diminuindo os lucros para as grandes agroindústrias que se vêm envolvidos neste processo, que acabará refletindo nos pequenos produtores rurais.

A exploração da natureza tem seus limites, e antes que esse limite seja atingido á humanidade cabe repensar o seu crescimento econômico e o que se pretende alcançar com seu desenvolvimento.

Segundo Leff (2001) o principio de sustentabilidade surge no contexto da globalização como a marca de um limite e o sinal que reorienta o processo civilizatório da humanidade. A sustentabilidade ecológica aparece como um critério normativo para reconstrução da ordem econômica, como uma condição para sobrevivência humana e um suporte para chegar a um desenvolvimento duradouro, questionando as próprias bases da produção.

Outro fator de grande relevância é a escassez dos recursos naturais, que passa a ser visto como capital natural, e quanto mais abundante menor é o seu preço, e inversamente quanto mais escasso maior o seu preço.

Diante desta colocação quem sofrerá primeiramente as conseqüências da escassez será a população que não estiver “apta” a pagar o preço exigido por estes recursos, fatalmente isso não se restringirá apenas as populações mais pobres e sim, a sociedade como um todo.

O uso sustentável do solo é uma correlação de tecnologias, políticas e atividades ligadas á integração de princípios sócio-econômicos relacionados com a questão ambiental. (MARQUES e MOURA, 2003).

A degradação dos solos é um dos fatores mais preocupantes no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável, por que este recurso deveria atender as necessidades do presente sem que seu uso comprometesse a sua utilização para as gerações futuras, de modo que suas necessidades básicas fossem alcançadas.

Enrique Leff (2002, p.111) ressalta esta discussão sobre a problemática do uso inadequado do solo, como um dos principais problemas socioambiental:

Os processos de destruição ecológica mais devastadora, bem como a degradação socioambiental (perda de fertilidade dos solos, marginalização social, desnutrição, pobreza e miséria extrema) têm sido resultado das práticas inadequadas do uso do solo, que dependem de padrões tecnológicos e de um modelo depredador de crescimento e que permitem maximizar lucros econômicos no curto prazo, revertendo seus custos sobre os sistemas naturais sociais (García *et al.*, 1988 a, b).

O modo de produção contemporâneo em escala e velocidade ampliada desencadeia contradições que levam a chamada crise ambiental, mas por motivações ideológicas acaba se atribuindo esta responsabilidade para a sociedade de forma genérica imunizando o mundo do consumo e a parcela da sociedade que mais consome os recursos naturais que são as grandes indústrias e agroindústrias, que vê a natureza como uma simples fonte de recursos ilimitados á disposição do homem.

Para Marques e Moura (2003), a sustentabilidade pode ainda definir-se como resultado possível da negociação social e política em um processo de formulação da política de desenvolvimento, em que a orientação técnica dada ás comunidades enfatiza os cenários de impactos sobre o meio ambiente e sobre os setores marginalizados indicando soluções e alternativas menos impactantes.

A grande preocupação que deve ser levada em conta é se essas orientações direcionadas para essas comunidades realmente estariam resultando em algumas mudanças de comportamento com relação aos usos do solo, e se os principais responsáveis pela degradação estariam sendo de alguns modos sensibilizados, pressupondo-se que hoje um dos principais responsáveis pela degradação de ambientes naturais, são as atividades ligadas ás agroindústrias.

O “desenvolvimento sustentável” pode ser entendido como a melhoria da qualidade de vida dentro da capacidade de suporte dos ecossistemas (JUNK, 1995).

Para Junk (1995), a capacidade suporte significa a capacidade de um ecossistema ou de uma região em suportar sustentadamente um número máximo de população humana sob um dado sistema de produção, que pode ser entendido como um sistema baseado sobre os recursos renováveis (agricultura, pecuária, etc.).

Desenvolvimento Sustentável é um termo que tenta conciliar as idéias normalmente conflitantes de crescimento econômico e a manutenção da qualidade ambiental e sua viabilidade.

Essa situação de contraposição é evidenciada no contexto econômico mundial no qual, há a urgência em se produzir cada vez mais para alcançar um patamar mais elevado do crescimento econômico e assim as preocupações com questões relacionadas ao meio ambiente ficam para o futuro, ou para países que estão em desenvolvimento. Este fato se comprova ao analisarmos o caso dos países que tem crescimento econômico espantoso como os Estados Unidos e a China.

Nesta perspectiva Marx e Engels (1998), consideravam que a própria sociedade burguesa e o modo de produção capitalista diante desse crescimento descontrolado estariam levando a uma situação de caráter irreversível:

... a sociedade burguesa moderna que desencadeou meios tão poderosos de produção e troca, assemelhando-se ao feiticeiro que já é incapaz de controlar os poderes ocultos que desencadeou com fórmulas mágicas. (Karl Marx e Friedrich Engels – Manifesto do Partido Comunista, 1998, p.73).

Berman (1999) faz uma analogia do livro “Fausto” de Goethe com o desenvolvimento e como sua progressão caminha para a tragédia, uma vez que o personagem de Goethe em busca da riqueza vendeu sua alma ao Diabo, da mesma forma que a sociedade capitalista caminhando em busca pelo crescimento estaria passando por cima de tudo que considera empecilhos, como a questão ambiental e social.

Para Leff (2002), a problemática ambiental surge nas últimas décadas como o grande questionamento da racionalidade econômica e tecnológica que até então se impunham, e a melhor maneira de se entender estes problemas é buscando na sua gênese a explicação mais coerente, que nesse caso seria através do processo histórico dominado pela expansão do modo de produção capitalista.

Para Veiga (2003), os dirigentes envolvidos no processo crescimento econômicos podem não adotar as medidas de precauções, se essas não ajudarem no desempenho da economia. Desta forma o mesmo autor considera que “não seria assustador se não houvesse certeza de que a humanidade estará cavando seu próprio túmulo”.

O uso da terra é considerado sustentável se os recursos naturais forem suficientes e se os atributos mais importantes da terra não se deteriorarem sob a aplicação daquele uso, num intervalo de tempo relevante.

Acompanhando a mesma linha de raciocínio, pode definir-se sustentabilidade como um critério rigoroso baseado em indicadores científicos da capacidade de sustento ou exploração sustentável (ROLING, 1997, *apud* MARQUES e MOURA, 2003).

Essa noção de sustentável tornou-se uma importante medida do risco social nos dias presentes, da capacidade de retenção de água, perda de biomassa e de biodiversidade, fertilidade e poluição do solo, entre outros problemas causados pelas atividades humanas.

O modelo de produtividade confronta-se com os modelos técnicos, que também podem atingir altas produtividades, desse modo a agricultura sustentável no sentido físico é a manutenção da produtividade do solo (MARQUES e MOURA, 2003).

A sustentabilidade em seu sentido mais real, não pode se limitar apenas ao enfoque técnico-produtivo que envolve o econômico, mas deve focar as questões ambientais, ligados à exploração dos recursos naturais, e ao social, ligado a concentração dos meios de produção.

Para relacionar as dinâmicas sociais com os sistemas técnicos ambientais, determinados conceitos, tais como capital natural, contabilidade ambiental e qualidade biológica, precisam desvincular-se do conceito de renda como satisfação máxima de riqueza e bem-estar social. A natureza tem seus limites quanto a sua exploração e, antes de atingi-los, a humanidade precisa repensar o seu crescimento, e o que se objetiva com o desenvolvimento (CARMO, 1998 *apud* MARQUES e MOURA, 2003).

A agricultura sustentável, no seu contexto atual, é vista como um conjunto de técnicas que podem minimizar alguns impactos ambientais, já que o crescimento econômico é altamente degradador do meio-ambiente e a preservação ambiental dependerá de investimentos em pesquisa e tecnologia, ampliando, assim, questões locais para níveis maiores.

O ecossistema onde se desenvolve atividades agrícolas é um ecossistema em desequilíbrio, sendo difícil se fazer previsões quanto as suas condições no futuro, pois os solos cultivados apresentam variações muito complexas se comparado aos com vegetação nativa (MARQUES e MOURA, 2003).

Quando se busca ou se propõe alcançar o desenvolvimento agrícola de uma região numa perspectiva sustentável, o primeiro que passa a ser visualizado são as alterações do solo com o objetivo de melhorá-lo ou adaptá-lo às novas condições de equilíbrio com o novo meio.

O avanço dos efeitos adversos da atividade humana sobre os recursos da terra (solo, água, atmosfera e biótica) tem exigido cada vez mais mudanças de atitudes no que se trata da necessidade do manejo sustentável.

Conforme Marques e Moura (2003), nos países onde parte da população subsiste em um nível abaixo da pobreza, há uma necessidade de se converter as florestas primitivas em áreas cultiváveis, e talvez a melhor maneira de se conduzir esses problemas de cunho social e ambiental seja a implementação de um desenvolvimento com sistemas de uso da terra de maior sustentabilidade.

Os benefícios alcançados com o manejo adequado e as opções de uso da terra garantem as potencialidades asseguradas, e suas áreas de florestas são estabilizadas, buscando melhorar a produtividade de pequenas extensões de terras abandonadas ou degradadas anteriormente, e finalmente favorecendo o emprego rural.

Talvez o grande questionamento a ser feito não deveria ser relacionado pela quantidade de alimentos produzidos no mundo, mas sim, ao enorme desequilíbrio na distribuição e na produção que existe em os países subdesenvolvidos e desenvolvidos.

A agricultura tradicional com o mínimo de artifícios e quase sempre em policulturas, predominando as unidades de produção tipo familiar, constitui um sistema oposto ao desenvolvido em países como Estados Unidos e da Europa no qual visam a máxima homogeneização, com manipulação genética de sementes e uso indiscriminados de fertilizantes e pesticidas (MARQUES e MOURA, 2003).

Com relação à produtividade agrícola a perda de solo afeta diretamente o volume e os custos da produção, mas dependerá da extensão e intensidade do processo erosivo. Devido a esses fatores, temos verificado uma mudança de comportamento do produtor rural, no qual em alguns casos, como pequenas produções agrícolas são deixadas de lado devido à queda da produtividade ocasionadas pelo manejo inadequado solo, e em seu lugar são desenvolvidas atividades como a pecuária extensiva.

Esta determinada região fica em uma situação um pouco delicada do ponto de vista sócio-ambiental, uma vez que a pecuária extensiva exige uma área maior e mão-de-

obra reduzida, mostrando que, desse modo, os beneficiados por essa atividade são apenas os grandes latifundiários, e que o pequeno produtor rural é obrigado a deixar suas pequenas propriedades.

Craswell *et al.* 1998 (*apud* GUERRA e MENDONÇA, 2004), consideram que há a possibilidade de se atingir o desenvolvimento sustentável, em áreas onde a erosão dos solos seja mínima e que o sistema de uso e manejo das terras seja produtivo, aceitável e que consigam combater a erosão.

Os estudos que tratam do uso do solo devem levar em conta os aspectos que vão além das características físicas e biológicas, englobando também os aspectos socioeconômicos, visto que o manejo sustentável requer além das prioridades de conservação do solo, também atender as necessidades dos proprietários rurais, e estes por sua vez deveria adotar uma abordagem participativa com relação aos usos e manejo do solo.

### **3.4- Erosão dos Solos e Problemas Ambientais**

O homem tem-se preocupado com a erosão dos solos desde que passou a desenvolver a agricultura, quando adquiriu um modo de vida fixo intensificando o uso do solo, conseqüentemente levando a destruição da cobertura vegetal acarretando a exposição do solo aos processos erosivos (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1985).

O solo constitui-se como o principal fator natural que se relaciona com a erosão, e esta influência pode ser atribuída às suas propriedades físicas, químicas, biológicas e mineralógicas (SALOMÃO, 2005).

A erosão pode ser vista nesta perspectiva como um dos principais problemas que afetam a ordem sócio-ambiental de uma região, e por sua vez os problemas relacionados aos processos erosivos, como a perda de solos, pode ser associado á diminuição da produtividade de alguns tipos de culturas.

A atuação antrópica em áreas potencialmente frágeis como o desmatamento de encostas com declividade acentuada, para fins de uso agrícola ou pecuária, provocam assoreamento e poluição dos cursos d'água e aceleração das taxas de sedimentação.

Desse modo a erosão passa a ser vista no âmbito da problemática ambiental, que por sua vez acaba comprometendo quantidade e qualidade da produção de alimentos.

Estes problemas ambientais não podem ser compreendidos isoladamente, devido à inter-relação entre os elementos do sistema ambiental.

Neste é possível estabelecer uma relação de sustentabilidade com degradação do solo, que passa a ser vista como um fator determinante, porque a sustentabilidade deve ser entendida não só como o aumento da produtividade, mas principalmente, como a manutenção da produtividade de uma área durante sucessivos anos (SILVA, et al. 2007).

Para Oka-Fiori (2002) o processo erosivo depende de uma série de fatores controladores, como erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal, características das encostas, mecanismo de infiltração de água no solo, armazenamento e escoamento em superfície e subsuperfície.

Conforme Silva *et al.* (2007), a erosão do solo é um processo complexo no qual vários fatores exercem influência, de forma e magnitude variável, conforme o local de ocorrência. Dentre os principais fatores destacam-se o tipo de solo, o embasamento geológico, o clima, a topografia e a cobertura vegetal e manejo do solo.

Oka-Fiori (2002), considera que as mudanças dos padrões e magnitudes da erosão podem variar em poucas horas durante um evento chuvoso, como podem ser sazonais ao longo do ano ou em longo prazo, refletindo os efeitos da ocupação humana.

Os processos erosivos dos solos ocorrem naturalmente, que podem ser mais intensos de acordo com alguns fatores como quantidade e distribuição de chuvas, declividade, comprimento e forma das encostas e tipo de cobertura vegetal, mas o principal modificador da paisagem é o homem, no qual sua ação entre outras é responsável pelo aceleração dos processos erosivos.

O processo de erosão do solo ocorre mesmo em ecossistemas naturais, mas seu aumento excessivo, que ocorre em muitos sistemas agrícolas pode ser quase sempre associado ao declínio da fertilidade do solo.

Bertoni & Lombardi Neto 1990 (apud SILVA, *et al.* 2007) apresentam uma relação da perda de solo e a perda de produtividade em um estudo de caso para a cultura do milho, demonstrando que o aumento da profundidade do solo terá como consequência a diminuição da produtividade.

Para se quantificar o processo de perda de solos é utilizado o Potencial Natural de Erosão (PNE), no qual são considerados apenas os fatores e condições físicas do solo

para se mensurar a suscetibilidade á erosão, não levando em consideração a intervenção antrópica nem qualquer outro tipo de cobertura sobre o solo. (SILVA et al. 2007).

A Expectativa de Perdas de Solos (EPS) contempla todos os parâmetros abordados no PNE acrescentando mais os fatores da atuação antrópica como cobertura dos solos e práticas conservacionistas. A “Equação Universal de Perdas de Solos” (*Universal Soil Loss Equation- USLE*) é uma ferramenta bastante utilizada para esta finalidade (PARANHOS FILHO, 2000).

Segundo Paranhos Filho (2000) a Equação Universal de Perda de Solo (**USLE - *Universal Soil Loss Equation***), constitui-se num importante instrumento para investigação sobre processos erosivos, pois a partir da análise das características e propriedades dos fatores ambientais é possível quantificar a perda dos solos de uma maneira singular.

Embora estes dados sejam de natureza e escalas diferentes, no seu conjunto a USLE, consegue determinar o valor quantitativo de solo erodido, por ano, causado pela água da chuva ao longo das vertentes (PARANHOS FILHO, 2000).

Segundo Oka-Fiori (2002) a aplicação da USLE, apresenta dificuldades operacionais, especialmente no que se refere á determinação dos parâmetros que a compõem, porque os parâmetros têm como base resultados experimentais e, para atingir os índices de predição estatisticamente confiáveis, são necessários vários anos de mensuração.

Para Guerra (1969), “o conservacionismo significa um planejamento racional para a obtenção de recursos naturais básicos”, nesta perspectiva a conservação dos solos significaria manter o equilíbrio entre o solo e o homem, não se tratando de deixar o solo sem uso, mas pelo contrário, utilizá-lo com técnicas adequadas buscando um rendimento máximo, sem desperdício e pelo maior período possível.

Em vários casos, o uso e manejo inadequado do solo desencadeia ocorrência dos processos erosivos, que podem ser de caráter irreversível.

O processo erosivo do solo tem início com as águas das chuvas, no qual basicamente os mecanismos de impacto das chuvas provocam a desagregação das partículas, remoção e transporte pelo escoamento superficial e deposição dos sedimentos produzidos, formando depósitos do material erodido (OKA-FIORI, 2002).

O principal responsável pelo aceleração dos processos erosivos são os fluxos d'água concentrados, que não encontram proteção da vegetação em terrenos com declividade acentuada; as próprias irregularidades do terreno provocam a formação de fluxos lineares que conseqüentemente evoluirá para microrravinas, posteriormente formará uma rede de ravinas, que tende a recuar em direção ao topo das encostas, que poderá ocupar praticamente toda uma encosta (GUERRA e MEDONÇA, 2004).

Segundo Horton (1945) o conceito de evolução de ravinas baseia-se no fato de que, quando a precipitação excede a capacidade de infiltração do solo, inicia-se o escoamento superficial. A água acumula-se em depressões na superfície do solo, até que começa a descer a encosta, através de um lençol (*sheeflow*), que pode evoluir para ravina. (Guerra, 2005, p.29).

À medida que os fluxos d'água são canalizados para ravinas, o aprofundamento e alargamento das feições erosivas são constantes, e poderá configurar-se um nível mais crítico de erosão, o voçorocamento.

Silva (et al. 2007) consideram que a erosão fluvial processa-se de modo contínuo e espontâneo pela ação das correntes dos rios e do material erodido transportado pelos canais de drenagem, processa-se deposições ao longo do canal, que podem ser temporárias, denominando-se esses materiais como aluvião.

Assim é possível relacionar a dinâmica do transporte fluvial e sua evidente ligação com a velocidade das águas, verificando-se a relação entre a velocidade de escoamento das águas com a granulometria do material do canal (Figura: p.31).

Assim verifica-se que com o aumento da velocidade do escoamento superficial, o fluxo de água tem capacidade de transportar material de granulometria maior.

Guerra (2005) considera que os processos erosivos causados pelas águas das chuvas abrangem quase toda superfície terrestre, em especial nas áreas com clima tropical, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados do que em outras regiões do planeta, percebendo-se que em áreas onde há concentração de chuvas durante algumas estações do ano o processo é mais intenso.

Nesta mesma perspectiva Cunha (1991), considera:

Os processos erosivos iniciam-se pelo impacto da massa aquosa com o terreno, desagregando suas partículas. Esta primeira ação de impacto é complementada pela ação do escoamento superficial, a partir do acúmulo da água em volume suficiente para proporcionar o arraste das partículas liberadas. (CUNHA, 1991; p. 13)

Segundo Guerra (2005), na maioria das vezes as ravinas surgem em áreas agrícolas e isto nos permite observar também como essas formas erosivas podem ser monitoradas, tanto na sua formação, como no seu desenvolvimento.

O processo erosivo transporta grãos de vários tamanhos, e esta variação estará relacionada com a intensidade do processo, que por sua vez se relaciona com as condições na qual se encontra a superfície que sofre este processo.

O rolamento de material grosseiro é um processo comum em áreas graníticas que originam matacões de rocha sã, isolados e expostos em superfície. Isto ocorre naturalmente quando processos erosivos removem o apoio de sua base, levando a um movimento de rolamento de matacão. A escavação e retirada do apoio do bloco rochoso, pode ser decorrente da ocupação desordenada de uma encosta, sendo a ação antrópica o fator mais comum no seu desencadeamento.

A textura do solo é uma propriedade importante na definição de seu potencial erosivo. Define-se como textura “a proporção relativa dos diferentes grupos de partículas primárias nele existentes”, entendendo como partículas primárias as frações do solo ou os separados físicos mecânicos. Esta característica integrada á declividade do solo comporá o parâmetro potencial erosivo do solo (KIEHL, 1979 apud Beltrame 1994).

As menores velocidades críticas pertencem ás areias médias e finas, correspondendo a uma maior suscetibilidade á erosão. As argilas apresentam velocidades críticas bem superiores, possivelmente devido á força de coesão entre os minerais de argila pela maior superfície específica e pelas cargas elétricas não equilibradas (BIGARELLA & MAZUCHOMISKI, 1985 apud BELTRAME, 1994).

Um fator importante em se tratando de erodibilidade, apesar de vários outros fatores interferirem sobre os agregados do solo, é o teor de matéria orgânica presente nos solos, que na maioria de estudos sobre erodibilidade dos solos têm indicado, que “á medida que o teor de matéria orgânica diminui aumenta a instabilidade dos agregados” (GUERRA, 2005).

Os solos com maior erodibilidade são aqueles com maior teor de silte, mas o teor de matéria orgânica tem maior influência justamente sobre solos com maiores teores de silte (WISCHMEIR e MANNERING, 1969 *apud* GUERRA, 2005).

O problema a ser enfrentado é que os solos com alto teor de silte, que são usados agricolamente, sem cuidados de manejo, passam a se tornar mais erodíveis, à medida que perdem matéria orgânica (GUERRA, 2005).

Oka-Fiori (2002) chama a atenção para a diferenciação do significado de erodibilidade e erosão, entendendo-se erodibilidade como o fator diretamente relacionado às propriedades do solo, variando significativamente de solo para solo. Já a erosão pode ter sua intensidade influenciada por diversos fatores (declividade, precipitação, cobertura vegetal e outros).

Portanto alguns solos são mais facilmente erodíveis que os outros, mesmo quando as condições da paisagem e clima são as mesmas. Esta diferença das propriedades dos diferentes tipos solos pode ser mencionada como erodibilidade do solo.

Beltrame (1994) havia anteriormente considerado a erodibilidade dos solos como a suscetibilidade que apresentam de erodirem em diferentes taxas, devido às diferenças em suas propriedades e seus diversos usos, considerando ainda que para cada grupo de diferentes tipos rochas, podemos associar um índice referente ao grau de suscetibilidade à erosão.

Vieira 1988 (apud Silva, et al. 2007), apresentou uma classificação de solos dando enfoque aos processos erosivos a partir da declividade do terreno, sendo apresentadas cinco classes, que buscam estabelecer os graus de limitações de uso por suscetibilidade à erosão:

**Nulo:** são solos não suscetíveis à erosão. São normalmente de relevo plano ou quase plano e de boa permeabilidade. Com uso agrícola prolongado (de 10 a 20 anos), estes solos não apresentam erosão em sua maior parte.

**Ligeiro:** solos com alguma suscetibilidade à erosão, que apresentam declives suaves (3% a 8%) e boas condições físicas. Quando usados para agricultura por um período de 10 a 20 anos têm de 25% a 75% do horizonte "A" removido na maior parte da área. Proteção e controle simples são em geral de fácil execução e bastam práticas conservacionistas simples para controlar a erosão.

**Moderado:** Trata-se de solos moderadamente suscetíveis à erosão. Para esta classe o relevo apresenta-se geralmente ondulado e a faixa limite para declividade é de 8% a 20%, levando-se em consideração boas propriedades físicas.

Quando usados para agricultura, inicialmente ocorre a remoção de todo o horizonte "A", que facilmente pode continuar com a formação de sulcos, ravinas e voçorocas. Práticas conservacionistas são necessárias desde o início de sua utilização agrícola. Em alguns casos, o combate à erosão pode ser feito com práticas simples, como lavouras de ciclo longo, mas geralmente são necessários controles intensivos que demandam investimentos e conhecimento técnico da área.

**Forte:** solos fortemente suscetíveis à erosão. São em geral de relevo forte ondulado e declividade de 20% a 45%, desde que apresentem boas condições físicas. Podem apresentar declives maiores, quando as condições físicas dos solos forem muito favoráveis (ou declives menores quando forem desaconselháveis). Quando usados para fins agrícolas, a erosão é reconhecida por fenômenos fortes, causadores de danos expressivos aos solos. Proteção e controle são, na maioria das vezes, difíceis e dispendiosos ou pouco viáveis.

**Muito forte:** trata-se de solos fortemente suscetíveis à erosão. Compreende aqueles com declividade superior a 45%, excetuando-se aqueles com declives superiores, porém que apresentam muito boas condições físicas (fato raro). Quando usados para práticas agrícolas são erodidos em poucos anos, com aparecimento de sulcos e voçorocas. Se usados para pastoreio, os riscos de danos ainda são grandes. Proteção e controle, nesta classe não são viáveis economicamente, sendo então recomendável o uso para fins de conservação e manutenção da fauna e flora.

### **3.5- Considerações acerca da Morfometria de Bacias Hidrográficas**

Para Guerra (1993), a morfometria fluvial constitui no estudo das bacias hidrográficas objetivando uma análise linear, areal e hipsométrica, utilizando-se de uma abordagem quantitativa das bacias, o que serviu para uma nova concepção metodológica de análise.

Dentre os estudos morfométricos a análise hipsométrica possibilita a identificação da variação altimétrica do relevo da área, fato importante na análise dos processos relacionados à dinâmica de uso e ocupação do solo (MENDONÇA, 1999).

Christofolletti (1980, p.117) fez as seguintes considerações a respeito da análise hipsométrica:

A hipsometria preocupa-se em estudar as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de espaço no tocante a sua distribuição em relação às faixas altitudinais, indicando a proporção ocupada por determinada área da superfície terrestre em relação às variações altimétricas a partir de determinada isoípsa base.

Tratando ainda de variação altimétrica, um parâmetro que deve ser abordado é a Amplitude Altimétrica máxima da bacia, que corresponde à diferença altimétrica entre a altitude da desembocadura e a altitude do ponto mais alto situado em qualquer lugar do divisor topográfico da bacia. Este conceito, também é denominado nas pesquisas geomorfológicas como “relevo máximo da bacia” (CHRISTOFOLETTI, *op cit*).

A amplitude máxima da bacia pode mascarar a realidade, quando o ponto de maior elevação da bacia for um ponto excepcional, como no caso de escarpas de uma serra onde nascem apenas canais afluentes, e, neste caso o resultado fornecido dissimulará o real significado da movimentação topográfica da bacia de drenagem.

Para Beltrame (1994), os parâmetros morfométricos fluviais, utilizados no estudo de bacias hidrográficas como declividade média, curvas hipsográficas e densidade de drenagem, são apenas auxiliares na avaliação preliminar dos recursos hídricos, e não devem ser considerados elementos finais da análise.

É relevante destacarmos como avaliação de parâmetros morfométricos como a Densidade de Drenagem, pode nos levar ao conhecimento do potencial da bacia e de seus setores, em permitir maior ou menor escoamento superficial da água, o que conseqüentemente conduzirá à maior ou menor intensidade dos processos erosivos na esculturação dos canais (BELTRAME, 1994).

A análise morfométrica de uma bacia hidrográfica não pode ser descrita de modo integral sem que se façam as relações entre a rede hidrográfica e vertentes. As vertentes são consideradas um dos elementos mais importantes nos processos responsáveis tanto pela formação como pela remoção de material detrítico (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Estes processos são considerados processos morfogenéticos que são responsáveis pela esculturação das formas do relevo, representando a ação da dinâmica externa sobre vertentes (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Bigarella e Mousinho (1965) consideram a análise da morfologia das encostas um importante instrumento para o reconhecimento da seqüência de eventos operantes no desenvolvimento da paisagem.

Segundo Davis (*apud* Bigarella e Mousinho 1965), o manto intempérico migra pela ação da gravidade vertente abaixo, sendo removido pelo rio como parte de sua carga de fundo, existindo uma série de estágios entre o momento em que a capacidade de transporte do rio excede o suprimento de detritos oriundos das encostas, até o momento em que a quantidade de material fornecido é superior á capacidade de transporte fluvial.

Para Thornes e Brunsten 1977 (*apud* CHRISTOFOLETTI 1979), o sistema funciona para executar uma determinada tarefa procurando atingir um objetivo ou finalidade, como as bacias hidrográficas que são organizadas para escoar a quantidade de água e detritos que são fornecidos para sua área de drenagem.

Guerra e Cunha (1994) enfatizam que a partir das análises morfométricas da bacia hidrográfica é possível fazer considerações partindo dos valores fornecidos pelas representações das formas topográficas, que aliado aos estudos de outros condicionantes físicos como ocupação da área e litoestruturas possibilita o entendimento da dinâmica funcional da bacia de drenagem.

Os desequilíbrios que se registram nas encostas ocorrem, na maioria das vezes, por fatores como clima, topografia, geologia, intemperismo, solos e tipos de ocupação. No caso de chuvas concentradas associadas á forte declividade e ao desmatamento podem criar áreas potenciais de erosão e de movimento de massa, fornecedoras de sedimentos para os leitos fluviais (GUERRA e CUNHA, 1994).

Cunha (1991) considera que nas encostas com perfil retilíneo, a declividade se mantém constante ao longo de sua extensão; nas de perfil convexo tende a diminuir e, nas de perfil côncavo, a declividade tende a crescer, com o aumento da altura da encostas.

#### 4- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

A proposta aqui apresentada esta fundamentada inicialmente na cartografia dos elementos físico-naturais desta, buscando analisar os tipos de usos do solo apoiados no levantamento morfométrico e posteriormente correlacionando as características físicas com formas de atuação antrópica neste ambiente (Figura – 4.0).

O levantamento de aspectos fisiográficos contou com consulta em material bibliográfico elaborados por órgãos públicos (Projeto RADAMBRASIL), e trabalhos já produzidos da área, como de Almeida (1965) e Corrêa et al.(1979), além de fontes primárias levantadas a campo.

A configuração dos aspectos físicos da bacia hidrográfica como geologia, clima, vegetação, pedologia e geomorfologia, tem como base os trabalhos de Lacerda Filho et al. (2006). Silva Neto e Guimarães (2006), Projeto RADAMBRASIL (Folha SF. 21 CAMPO GRANDE, 1982) e o PCBAP (1997).

Segundo Castro e Viadana (2002), o estudo de uma bacia hidrográfica começa, obrigatoriamente, pela carta topográfica, por possibilitar o estabelecimento dos limites físicos, e oferecer elementos para sua localização como as coordenadas esféricas (longitude e latitude).

A partir dos elementos altimétricos foram obtidas as informações morfométricas, muito importantes na análise do relevo, uma vez que os elementos planimétricos são utilizados na caracterização da vegetação, hidrografia, rede viária, entre outros.

Foram aproveitados os registros planialtimétricos das cartas topográficas da Região Centro Oeste do Brasil na escala de 1:100.000, com equidistância de 40 metros, entre as curvas de nível, representadas pelas Folhas SF.21-X-A-IV (Vila Campão), SF.21-X-AI (Coronel Juvêncio) e SF.21-X-AII (Miranda), editadas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército obtidas de fotografias aéreas anteriores a 1970, voltados para a produção de mapas temáticos, co-relacionados aos elementos físico-naturais da paisagem, apoiando-se ainda na utilização de imagens de satélite associadas às informações coletadas em campo, parte fundamental para que o mapeamento represente a realidade de forma mais confiável.

Foi construído um mosaico utilizando as cartas topográficas no *Software AutoCad*, onde as cartas foram inseridas no programa como *Raster Imagem*, e em seguida foram vetorizadas as informações como o limite da bacia e a rede de drenagem.

Isto serviu para que fosse feita as primeiras análises como área da bacia, hierarquia de canais, padrões de drenagem e escoamento global da bacia.

As outras análises dos aspectos físicos da bacia como tipos de relevo, declividade, hipsometria, foram processadas em SIG (Sistema de Informação Geográfica), nesta etapa da pesquisa contou como ferramenta base o *Software Spring*.

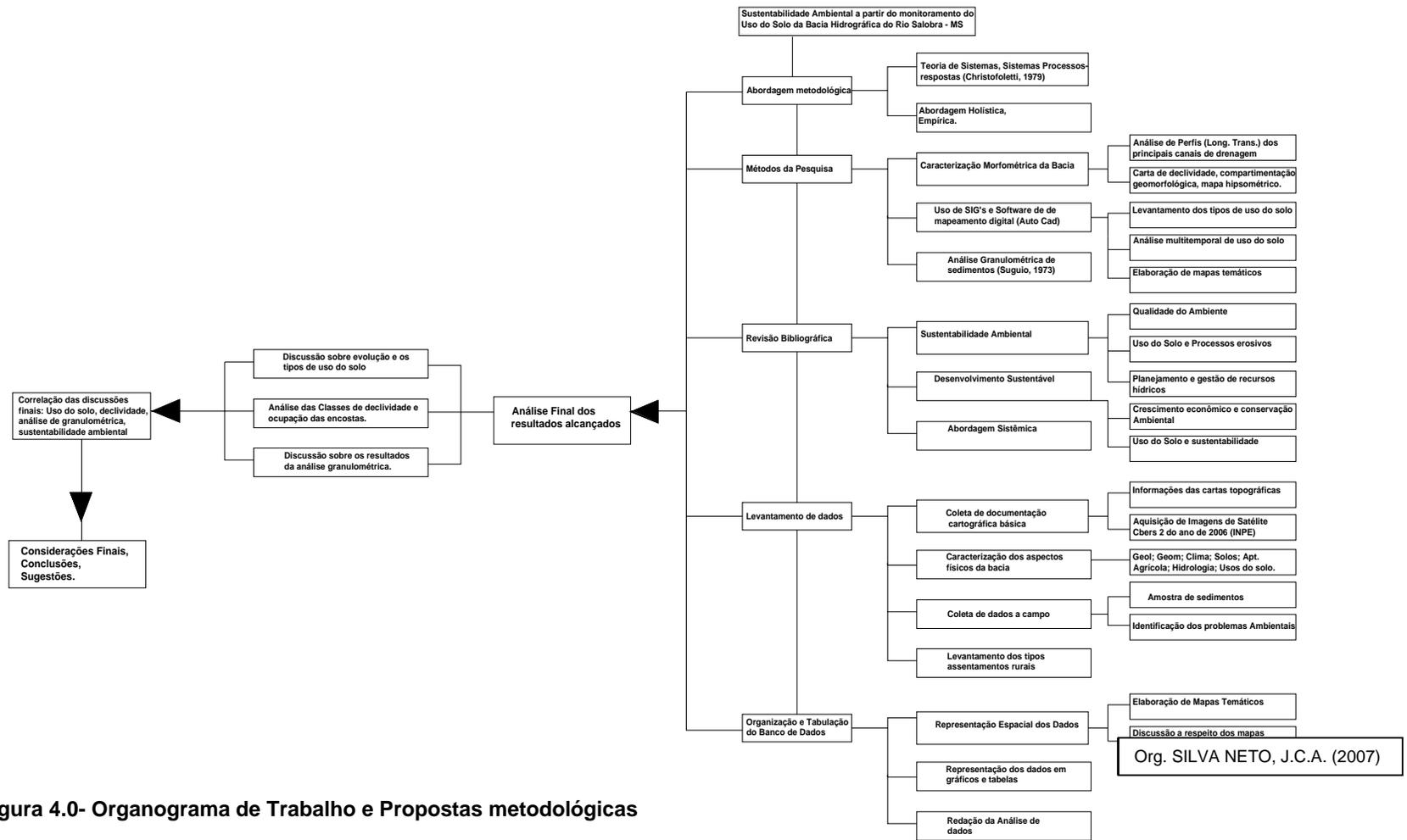


Figura 4.0- Organograma de Trabalho e Propostas metodológicas

#### **4.1- Geração do mapa de declividade**

A carta clinográfica (declividade) tem sido utilizada de maneira quase que obrigatória em trabalhos ligados aos estudos ambientais, e relacionada com outras representações gráficas de variáveis importantes no contexto do planejamento ambiental. A carta clinográfica é uma técnica na qual sua confecção dependerá das cotas altimétricas do relevo, em curvas de nível (DE BIASI, 1992)

Para Sampaio Lopes (2005) a declividade é a inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal, isto é, a taxa máxima de variação no valor da elevação, pode ser medida em grau (0 a 90°) ou em porcentagem (%).

Conforme Zacharias *et al.* (2005), a carta de declividade possibilita a quantificação em classes, da inclinação do terreno, que pode ser quantificadas em grau ou em porcentagem.

A carta de declividade de uma bacia hidrográfica permite evidenciar a distribuição das inclinações das superfícies do relevo, sendo esta um atributo muito importante na análise do uso e ocupação da área (MENDONÇA, 1999).

Segundo Koffler (1994) a inclinação do terreno tem fundamental influência nas taxas de escoamento superficial das águas da chuva, nos processos erosivos do solo, no assoreamento de rios e na ocorrência de inundações, bem como no fluxo de pessoas e veículos nas ruas e estradas.

Para os estudos de usos do solo da bacia de drenagem, a carta de declividade é uma forma de representar quantitativamente o comportamento do relevo, e tem as mais diversas aplicações em várias áreas, como nas áreas relacionadas á temática ambiental. (KOFFLER, 1994),

Justifica-se a importância de tal mapeamento, por que a forte declividade associada ás áreas desmatamento podem criar áreas potenciais de erosão e de movimento de massa, fornecedoras de sedimentos para os canais fluviais.

Segundo Koffler (1994), “em planejamento territorial a carta de declividade combinada com o mapa de uso de solos de uma região possibilita determinar o melhor uso do solo agrícola”.

Na elaboração do mapa de declividade, as classes são divididas conforme a inclinação das vertentes, de acordo com método proposto por De Biasi (1992), onde é

necessária uma carta base (planaltimétrica) com o relevo sendo representado em curvas de nível, e sobre esta base traçar uma trama (quadriculado) estabelecendo uma orientação, iniciando a determinação dos índices em cada elemento da trama, definindo as classes de declividade como: fortes, médias, fracas e nulas.

A definição das classes de declividade poderá ter um caráter eminentemente particular, com o autor escolhendo as classes que ele necessita para seu trabalho, mas, será importante uma discussão de acordo com as determinações da lei onde são estabelecidos os diferentes tipos de usos do solo conforme a classe de declividade do terreno.

No método convencional a definição das classes de declividade será estabelecida a partir da eqüidistância da carta planaltimétrica base e do espaçamento entre as curvas de nível consecutivas (DE BIASE, 1992)

A fórmula proposta por De Biase e utilizada para estabelecer as relações entre as classes escolhidas e os espaçamentos entre as curvas de nível e/ou desníveis entre pontos de uma carta, é a seguinte:  **$D = (N \times 100\% / E)$** .

Sendo “**D**” representa declividade, “**E**” representa o espaçamento ou distância horizontal entre duas curvas de nível consecutivas ou de pontos em uma carta, “**N**” significa a diferença altimétrica entre dois pontos ou a eqüidistância da carta.

Verifica-se quanto maior o distanciamento entre as curvas de nível sucessivas (espaçamento), menor a declividade, do mesmo modo inversamente quanto menor o distanciamento entre as curvas maior a declividade.

Para o estabelecimento das classes de declividade verifica-se o espaçamento (variável) entre as curvas de maneira que o instrumento de medida (régua ou ábaco) tangencie as duas curvas, definindo-se os limites das classes. Este tangenciamento deverá ser mais perpendicular possível em relação às duas curvas. A perpendicularidade entre as curvas de nível só é possível, quando o espaçamento entre elas forem igual.

Para as situações onde não ocorrem pontos cotados altimetricamente a definição da classe que deverá ser atribuída será a de menor valor que consta nas classes de declividade.

Na presente pesquisa para elaboração do mapa de declividade foi utilizado o SIG *SPRING*, a confecção da carta partiu da digitalização das curvas de nível da área da bacia hidrográfica, tendo como base topográfica o mosaico das cartas planaltimétricas.

Em seguida foi gerado um MNT (modelo numérico do terreno), originando a grade “TIN” com linhas de quebra com base na drenagem anteriormente digitalizada. A escolha da grade “TIN” foi com base nas informações disponíveis no próprio programa visto que a área de estudo apresentava um relevo muito acidentado no seu alto e médio curso.

A declividade é calculada a partir de derivadas parciais de primeira e segunda ordem obtidas de uma grade (retangular ou triangular) resultante dos valores de altitude da superfície (SAMPAIO LOPES, 2005)

A grade “TIN” é feita a partir da triangulação de informações entre as isolinhas e os pontos cotados digitalizados. Esta grade é confeccionada realizando cálculos de distância entre as informações numéricas da carta.

Uma das grandes dificuldades para elaboração do mapa de declividade foi a pouca referencia apresentada no Tutorial do Spring, quanto a alteração do plano de informação de MNT para Temático, uma vez que a partir das curvas de nível é gerado apenas um modelo numérico de declividade genérico sem divisão de classes. Após a geração desse modelo de declividade é preciso Ativar no Painel de Controle a Categoria – declive (MNT) (Ver Figura 4.1).

O passo seguinte foi criar uma Categoria (no Modelo de dados) como modelo temático e estabelecer as classes temáticas; neste caso foram estabelecidos cinco classes. A definição das classes temáticas é associada quando se faz o fatiamento, que consiste em gerar uma imagem temática a partir de uma grade retangular ou triangular. Os temas da imagem temática resultam os valores das classes de declividade, chamados no SPRING de fatias.

Foram definidas as fatias (0-3%, 3-8%, 8-20%, 20-45%, 45-70%); em seguida essas fatias foram associadas às classes temáticas seguindo a mesma ordem crescente (ex: classe 1= 0-3; classe 2= 3-8 até a classe 5). A finalização deste processo consistiu na execução do fatiamento, e a ativação da categoria (declividade) e do plano de informação (declividade) no Painel de Controle.

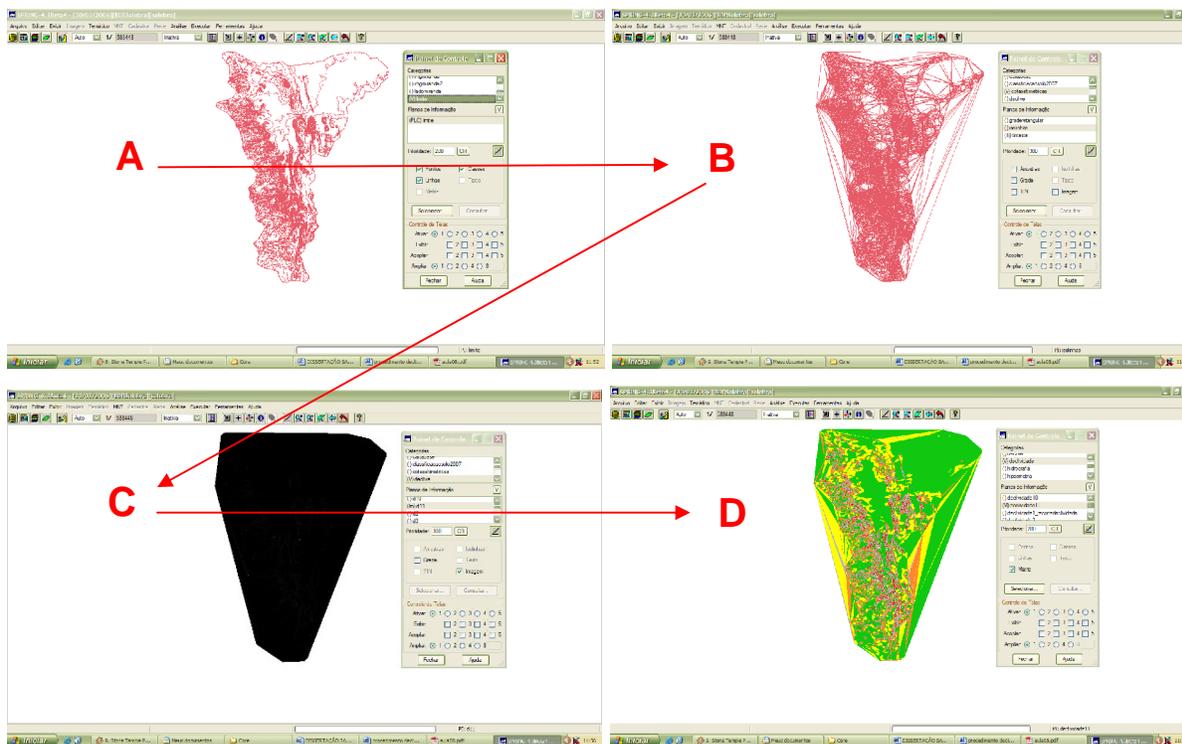


Figura 4.1- Janelas do Software SPRING: demonstrando as etapas para geração do Mapa de declividade, “A” é o Plano de Informação das cotas altimétricas; “B” é o segundo passo onde a partir de “A” foi gerado o MNT – Grade TIN; “C” foi gerado o modelo de Declividade e “D” é a etapa após o fatiamento de “C” finalizando o mapa de declividade.

#### 4.2- Monitoramento do Uso do Solo

A proposta de monitoramento de uso do solo é um dos mais importantes pilares da presente pesquisa, pelo fato do monitoramento ser um elemento que permite a verificação das novas áreas que são utilizadas para fins diversos, como agricultura pecuária e outros. Esta etapa da pesquisa permitirá chegar-se a considerações confiáveis a respeito da “evolução” do uso do solo, e a análise multitemporal de uso do solo, pode representar como o solo vem sendo utilizado com o passar dos anos.

Conforme Florenzano (2002) a substituição da vegetação natural por diferentes tipos de uso da terra intensificam o processo de desmatamento, e o aspecto multitemporal das imagens de satélite possibilita avaliar e monitorar as áreas desmatadas.

Segundo Florenzano (2002) as alterações causadas pela ação antrópica são fenômenos que deixam marcas na paisagem, sendo passíveis de serem registradas em imagens de sensores remotos.

Para Costa e Xavier da Silva (2004) “a monitoria ambiental corresponde á análise evolutiva de um evento ou fenômeno associado, sendo possível avaliar as transformações

ocorridas no tempo". Essas mudanças são identificadas em banco de dados montados a partir de várias informações de épocas diferentes, que pode ser relativos ao uso do solo, a cobertura vegetal e outros elementos do espaço passivos de transformações.

A identificação dos tipos de usos do solo e suas relações com as atividades humanas são elementos importantíssimos nos estudos associados á temática ambiental, pois possibilitará a identificação e localização dos agentes responsáveis pelas condições ambientais da área. (MENDONÇA, 1999).

Para Castro e Viadana (2002), a partir da introdução de métodos e técnicas desenvolvidas no Sensoriamento Remoto, na cartografia digital, nos Sistemas de Informação Geográficas (S.I.G's), tornaram o processo de elaboração de mapas mais dinâmicos.

Segundo Florenzano (2002), a interpretação de imagens permite identificar objetos nelas representados e dar um significado e esses objetos, a mesma autora ressalta ainda que quando, por exemplo, identificamos e tracejamos rios, estradas e áreas cultivadas a partir de uma imagem, estamos fazendo a sua interpretação.

Nesse sentido a interpretação de imagens de satélite tem um papel fundamental nessa pesquisa, como uma ferramenta que auxiliará no mapeamento dos vários elementos físicos da bacia hidrográfica.

As imagens de satélites ao recobrirem sucessivas vezes a superfície terrestre, possibilitam o estudo e monitoramento dos fenômenos naturais dinâmicos do meio ambiente como erosão dos solos e desmatamento (FLORENZANO, 2002).

Para Koffler (1994) os SIG's são programas que possibilitam utilizar o computador para armazenar a grande quantidade de dados disponíveis nos mapas, combiná-los entre si segundo a lógica estipulada pelo operador e, ainda, editar e imprimir os resultados gerados.

A organização das informações obtidas em mapas temáticos, como de evolução do uso solo, é elaborado a partir de imagem de satélite, pela exploração visual ou via processamento digital de imagem (NOVO,1988), estabelecendo-se legendas a partir dos elementos componentes da paisagem.

Florenzano (2002), considerou que o uso de imagens de satélite permite identificar, monitorar e calcular as áreas de desmatamento, áreas cultivadas e pastagem,

sendo possível verificar como esses fenômenos se comportam, aumentando ou diminuindo.

Para Koffler (1993), a técnica de sensoriamento remoto é um recurso indispensável para os trabalhos e levantamento de solos, oferecendo maior precisão de limites nos mapas produzidos.

Segundo Novo (1988) para se entender e conhecer os limites de ambientes que sofrem contínuas transformações existe inúmeras técnicas de análise e controle ambiental, entretanto há limitações para sua utilização, devido ao custo envolvido na coleta de dados em grandes áreas e por longos períodos de tempo.

É neste contexto que o sensoriamento remoto pode ser utilizado nos estudos ambientais, portanto, o que é detectado num dado instante não é um determinado objeto, mas o ambiente como um todo.

O mapeamento multitemporal de uso do solo foi confeccionado a partir de imagens de satélites (Landsat 5 TM) para elaboração de mapas de uso do solo de quatro diferentes momentos, sendo, o objetivo inicial monitorar a evolução do uso do solo nas últimas três décadas nos anos de 1987, 1995, 2000, 2007, acompanhando em pelo menos um ano por década.

A partir da interpretação dessas imagens foi possível identificar os tipos de uso do solo, obtendo-se uma estimativa das áreas de pastagem e áreas cultivadas. Por meio da análise multitemporal das imagens de satélites é possível monitorar as mudanças que ocorrem como substituição de mata por pastagem, de mata por cultura.

Para a elaboração do mapa de uso do solo foram utilizadas as imagens de satélite LANDSAT 5 TM, obtidas gratuitamente no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Foi utilizado o *software* de geoprocessamento em ambiente digital como SPRING, uma ferramenta que auxiliou na representação da realidade da área estudada, mas, é importante destacar que em todo caso, a saída a campo é fundamental para que o mapeamento represente com fidelidade a realidade da área.

O programa utilizado SPRING– Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – que é um SIG (Sistema de Informações Geográfica), e um dos principais fatores que levaram a utilização do programa é o acesso gratuito, no qual é distribuído e desenvolvido pelo INPE (Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais), e a

confiabilidade dos dados fornecidos pelo Software levando a uma boa aceitação no meio científico.

Para se chegar aos mapas de uso do solo dos respectivos anos (1987, 1995, 2000, 2007) da bacia hidrográfica do Rio Salobra foram registradas quatro cenas das imagens Landsat 5 TM, já citadas acima. Nessa etapa foram selecionados pontos de controles, tendo como base para o georreferenciamento o mosaico das cartas topográficas da área. As escolhas dos pontos de controle partiram das feições possíveis de serem identificadas com precisão na imagem e nas cartas, como as confluências dos canais de drenagem e cruzamento de estradas.

Segundo Sampaio Lopes (2005) o registro é uma transformação geométrica que relaciona as coordenadas da imagem (linha e coluna) com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um mapa esse procedimento eliminará distorções existentes nas imagens.

O procedimento seguinte foi a classificação Máxima Verossimilhança (MaxVer), não supervisionada, um método de classificação pixel a pixel, no qual a cada pixel, descrito pelo seu vetor de atributos, é atribuída uma classe, este processo de extração de informação nas imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos. Os Classificadores "pixel a pixel" utilizam apenas a informação espectral isoladamente de cada pixel para achar regiões homogêneas (SAMPAIO LOPES, 2005).

O resultado final desse processo de classificação foi a imagem digital que constitui um mapa de "pixels" classificados, representados por cores, onde foi estabelecido as seguintes classes temática: Mata (verde), Pastagem (amarelo), Plantação (marrom) e Solo Exposto (vermelho) e Áreas Úmidas.

A figura que segue (4.2) exemplificam o resultado final do processamento da imagem Landsat 5 TM da área da bacia hidrográfica do Rio Salobra no ano de 2007, sendo possível identificar as feições mais representativas da paisagem no tocante aos tipos de cobertura do solo, representados pela letra A as áreas de mata, B para pastagem e C para solo exposto.

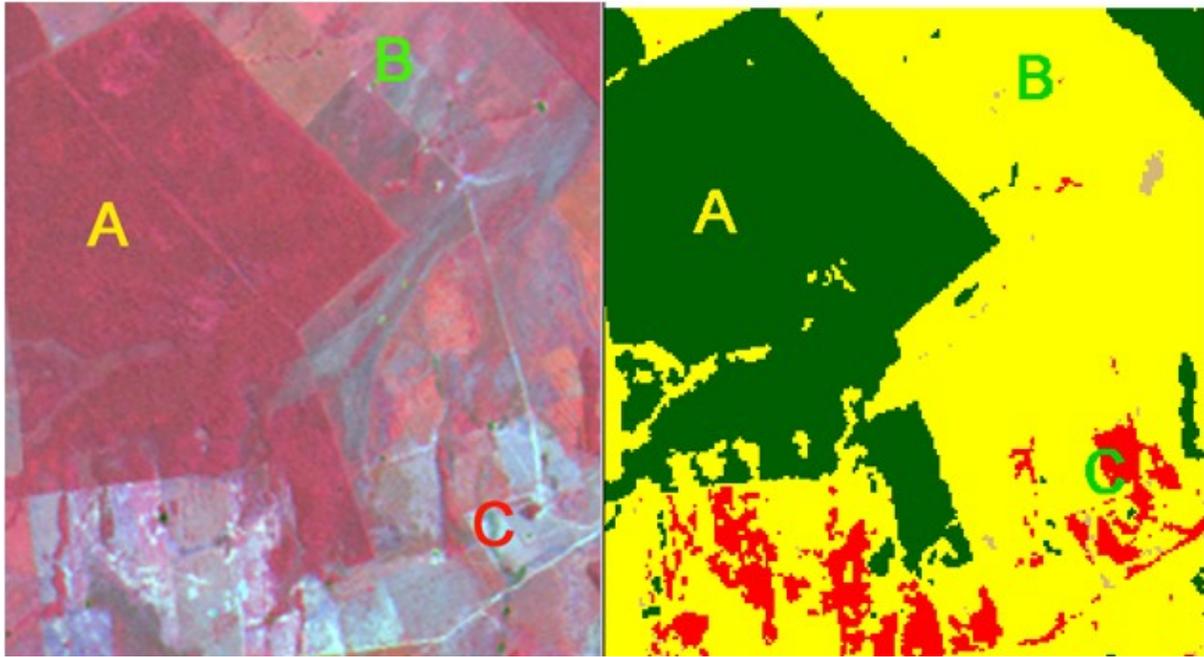


Figura 4.2- Imagem LANDSAT 5 TM Bandas: 3,4,5, (RGB). Ao lado a mesma imagem classificada no *Software Spring 4.3.3* utilizando o Classificador MaxVer.

A finalização do mapeamento ocorreu após trabalhos de campo para verificar se os tipos de uso do solo identificados na imagem de satélite coincidem com a realidade, além de sanar as dúvidas que surgiam durante a interpretação das imagens, dado que algumas das feições identificadas apresentam confusão por se assemelhar a outras feições. A figura 4.3 representa as áreas que foram classificadas na imagem como mata (A) e pastagem (B). A figura 4.4 é exemplo das feições que foram classificadas na imagem como solo exposto.

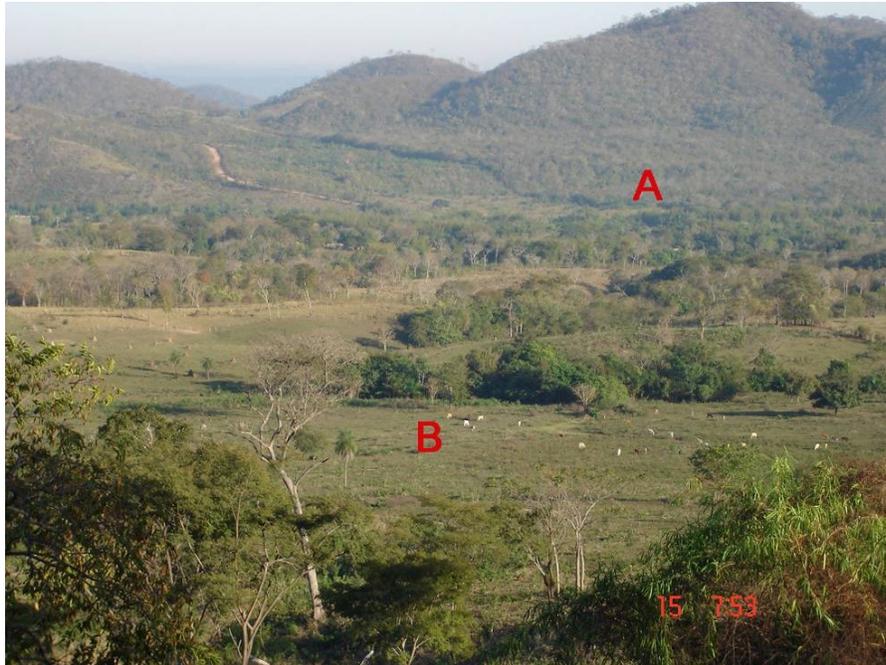


Figura 4.3- Identificação das coberturas do solo: mata (A) e pastagem (B).  
(fonte: levantamento de campo em 2006).



Figura 4.4- Identificação das classes de uso solo: solo exposto.  
(fonte: levantamento de campo em 2006).

### 4.3- Suscetibilidade Preliminar á Erosão Laminar

Para Salomão (2005), a erosão laminar desenvolve-se fundamentalmente pela ocupação agrícola das terras, a influência relativa dos fatores citados acima deve ser avaliada a partir de critérios fixados para a definição de classes de capacidade de uso das terras.

Silva (et al. 2007) caracterizou erosão laminar por incidir na retirada de uma camada fina e relativamente uniforme do solo pela precipitação pluvial e pelo escoamento superficial.

A suscetibilidade á erosão laminar dos terrenos pode ser cartograficamente gerada com base na análise dos fatores naturais influentes no desenvolvimento dos processos erosivos (IPT, 1990 apud SALOMÃO, 2005). Desse modo, a erodibilidade dos solos e a declividade das encostas são consideradas fatores importantes para definição das classes de suscetibilidade do solo á erosão laminar.

Carvalho (1994 apud Silva et al. 2007) atribui que a suscetibilidade á erosão varia conforme as características do perfil do solo (textura, permeabilidade, profundidade, gradiente textural B/A, teor de matéria orgânica). Assim o tipo de solo é o fator importante que deve ser considerado conforme a ação erosiva das gotas de chuva, no qual esta ação será dependente do grau de coesão das partículas do solo.

Conforme metodologia apresentada pelo Instituto Pesquisa e Tecnologia (IPT, 1990 apud SALOMÃO, 2005), os dados obtidos a partir dos mapas de declividade e erodibilidade foram associados com intuito de se definir as classes de suscetibilidade á erosão laminar.

O mapa do grau de erodibilidade foi elaborado com base nos índices de erodibilidade dos solos mapeados das principais unidades pedológicas encontradas na área da bacia do Rio Salobra segundo a classificação estabelecida pelo PCBAP (1997), definindo-se as cinco classes de acordo com os índices de erodibilidade: MF- muito forte, F- forte, M- moderado, B- baixo e MB- muito baixo.

A proposta do IPT (1990) apresenta para elaboração do mapa de suscetibilidade á erosão laminar um cruzamento de matrizes, relacionando quatro classes de declividade com cinco classes de erodibilidade.

Para que fosse feito o cruzamento das classes de erodibilidade e declividade adaptou-se a metodologia, no qual se manteve as cinco classes de erodibilidade do solo, mas foi acrescentada uma classe de declividade. Esta opção pelo acréscimo de uma classe se justifica pelo fato da área de estudo apresentar relevo bastante acidentado exigindo assim classes que fossem além de 20% de declividade.

Na tabela 4.1, são apresentadas as cinco classes de suscetibilidade a erosão laminar a partir do cruzamento das matrizes de erodibilidade e declividade:

**CLASSE I: EXTREMAMENTE SUSCETÍVEL-** Caracteriza-se pelos terrenos com presença de problemas complexos de conservação, sendo indicados para preservação ou para reflorestamento.

**CLASSE II: MUITO SUSCETÍVEL-** Apresenta-se terrenos com aspectos de problemas complexos de conservação, sendo parcialmente favoráveis á ocupação por pastagem e culturas perenes.

**CLASSE III: MODERADAMENTE SUSCETÍVEL-** Caracterizado pelos terrenos com presença de problemas complexos de conservação, sendo mais indicados á ocupação por pastagem e culturas perenes.

**CLASSE IV: POUCO SUSCETÍVEL-** Caracterizado pelos terrenos com presença de problemas complexos de conservação, sendo mais indicados á ocupação por pastagem e culturas perenes, e eventualmente, a culturas anuais, porém exigindo práticas intensivas mecanizadas de controle de erosão.

**CLASSE V: POUCO A NÃO SUSCETÍVEL-** Corresponde a terrenos sem problemas especiais de conservação, pode ser utilizado para qualquer tipo de cultura quando apresentar classes de declividade Nula e erodibilidade Baixa, quando apresentar classes de declividade Moderado, Ligeiro e Nulo e erodibilidade Muito Baixa. Correspondem a terrenos com problemas simples de conservação, podendo ser também utilizado com qualquer tipo de cultura, exigindo apenas práticas simples de controle á erosão.

Tabela 4.1- Definição das classes de suscetibilidade á erosão laminar, a partir da relação Erodibilidade X Declividade.

Classes de erodibilidade	Classes de Declividade				
	Muito Forte (>45%)	Forte (45% á 20%)	Moderado (20% á 8%)	Ligeiro (8% á 3%)	Nulo (< 3%)
I – Muito Forte	I	I	I	II	II
II- Forte	I	I	II	III	III
II- Moderado	II	II	III	IV	IV
IV- Baixo	III	III	IV	IV	V
V- Muito Baixo	III	IV	V	V	V

(Fonte: Silva Neto, 2008; Adaptado de IPT. 1990 apud Silva, et al. 2007)

Para Salomão (2007) o mapa de suscetibilidade á erosão laminar reflete as características naturais dos terrenos, em face do desenvolvimento dos processos erosivos, é necessário observar que a erosão laminar é fortemente condicionada pela ação antrópica, por meio das diversas formas de uso e ocupação do solo.

Desse modo as áreas que apresentarem a mesma classe de suscetibilidade, mas com diferentes tipos de usos do solo apresentará variado potencial ao desenvolvimento de erosão laminar.

Salomão (2007) considera que o potencial á erosão laminar pode assim ser definido como resultado da interação entre suscetibilidade dos terrenos em desenvolver erosão e o uso atual das terras.

## **5-RESULTADOS E DISCUSSÕES:**

### **5.1- LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SALOBRA.**

Segundo o **DECRETO Nº 10.633, DE 24 DE JANEIRO DE 2002**, do Estado de Mato Grosso do Sul, em sua atribuição concerne o seguinte:

*“Estabelece regime especial para pesca e navegação no Rio Salobra e no Córrego Azul, e dá outras providências.”*

Ponderando a fragilidade do ecossistema do Rio Salobra, abordada em reuniões do Conselho Estadual de Pesca de Mato Grosso do Sul - CONPESCA/MS, leva-se em conta o possível comprometimento da diversidade biológica daquele ambiente pelo intenso tráfego de embarcações, constatada por técnicos do Instituto de Meio Ambiente – Pantanal.

Após este Decreto ficou impedida no Rio Salobra em toda sua extensão a pesca em qualquer categoria; a utilização de embarcações motorizadas, havendo ressalvas para motores no máximo de 15 HP. Esta proibição não se aplica á pesca científica, previamente autorizada pelo órgão ambiental estadual.

Estabeleceu-se que a área será estudada pelo Instituto do Meio Ambiente - Pantanal, para a criação de uma Unidade de Conservação, categoria rio cênico, devido á fragilidade de seu ecossistema e sua beleza cênica, considerando-se também que um afluente do Rio Salobra, o Córrego Azul, um curso d'água de pequena extensão, com profundidade entre 2 e 3 metros, é o único dos locais pesquisados onde foram encontradas algumas espécies de plantas aquáticas importantes para a manutenção do ecossistema da região.

Dessa forma o Rio Salobra se enquadraria conforme deliberação CECA/MS Nº003, DE 20 DE JUNHO DE 1997:

*Dispõe sobre a preservação e utilização das águas das bacias hidrográficas do Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências.*

O Conselho Estadual de Controle Ambiental (**CECA**), no uso das atribuições que lhe confere o art. 1º, inciso I da Lei nº 1.067, de 05 de julho de 1990 c/c o art. 2º, inciso V, "a" do Decreto nº 5.671, de 22 de outubro de 1990, e considerando o que dispõe o art. 3º do Decreto nº 4.625, de 07 de junho de 1988, delibera:

Art. 3º - O enquadramento de que trata esta Resolução tem por objetivo assegurar aos corpos d'água a qualidade compatível com os usos a que forem destinados, reduzir os encargos financeiros de combate à poluição, bem como proteger a saúde, o bem-estar humano e o equilíbrio ecológico aquático. (CAPÍTULO I - DAS DISPOSIÇÕES GERAIS)

Art. 6º - O enquadramento das águas observará a seguinte classificação:

I - Classe Especial - as águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

(CAPÍTULO II - DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS)

A realidade verificada na área da bacia do Rio Salobra é bem contraditória no que diz respeito ao enquadramento proposto pelos decretos citados acima, porque nela são desenvolvidas várias atividades como a agricultura e pecuária extensiva além de atividades industriais com uma fábrica de cimento e um laticínio, localizados na bacia do Córrego Campina, um afluente do Rio Salobra enquadrado como Classe 3, no qual suas águas seriam destinadas “ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e dessedentação de animais”. (Figura 5.0).



**Figura 5.0-** Área da bacia afluente do Córrego Campina: solo utilizado para pecuária extensiva e ao fundo as instalações de uma fábrica de cimento. (Coordenadas UTM: 0529814; 7733504 –Alt. 173 m). Fonte: Levantamento de campo Julho de 2006.

Uma questão que deve ser analisada é como um ecossistema considerado frágil e com tamanha importância para ser colocado na categoria de rio cênico como o Rio Salobra, pode ter bacias afluentes enquadradas como Classe 3?. Sabendo-se os reflexos que os afluentes têm no canal principal, tornam-se contraditórias essas medidas que buscam equilibrar um ambiente sem levar em conta o sistema num contexto de totalidade.

Conforme o Relatório de qualidade das águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai, apresentado pela SEMA (monitoramento a partir do ano de 1996 até 2003), o Rio Salobra é enquadrado como rio de Classe 2.

O mesmo decreto citado acima julga como rio de Classe 2:

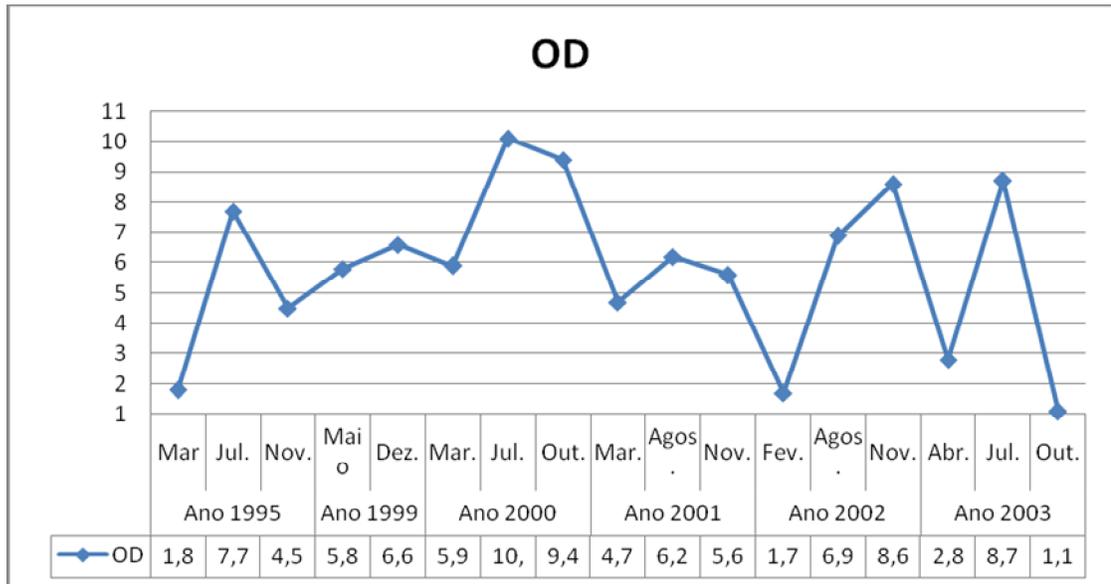
III - Classe 2 - as águas destinadas:

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

(Art. 6º - CAPÍTULO II - DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS)

Nos relatórios apresentados pela Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA-MS (2000, 2003a, 2003b, 2003c, 2004, 2005) foi monitorado um ponto próximo da foz do Rio Salobra, três meses de cada ano, onde apresentaram resultados afirmando que as águas deste rio neste ponto são de qualidade Boa. Apesar dos resultados do IQA (Índice de Qualidade de Água) alguns parâmetros se apresentaram fora dos padrões no período analisado e também é um dos poucos rios da Sub-bacia do Miranda que apresentou a qualidade da água com os níveis entre Ótima e Boa, segundo os padrões do CONAMA 20 CECA/MS003.

As taxas de Oxigênio Dissolvido (OD) mostram alguns resultados abaixo do padrão aceitável (5,0 mg/L) em pelo menos seis amostragens durante o período analisado. Normalmente estes índices foram verificados nas primeiras amostras de cada ano. (Gráfico 5.0)



**Gráfico 5.0: OD das águas na foz do Rio Salobra.**

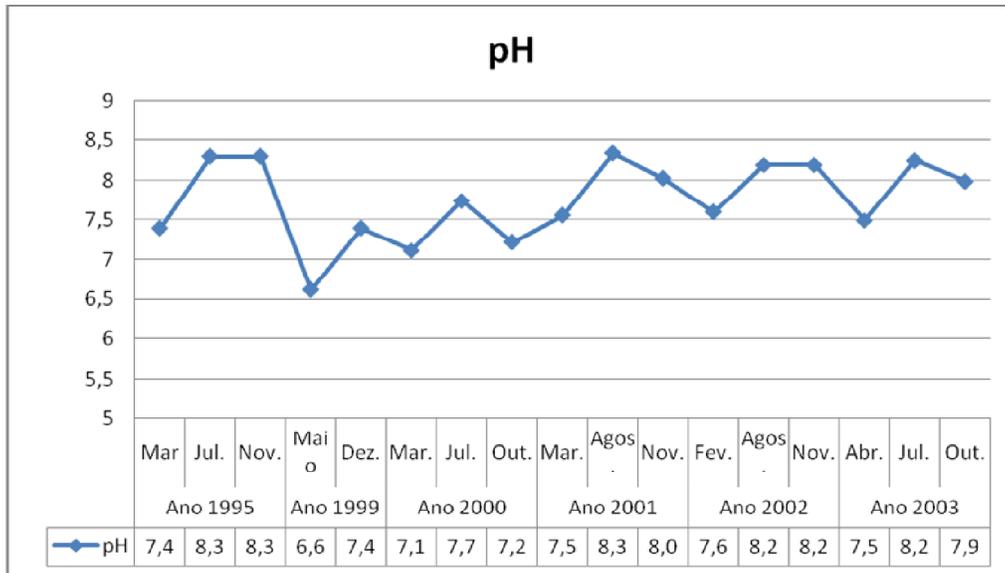
Analisando a redução da concentração de Oxigênio Dissolvido é possível se fazer uma relação com o aumento da poluição do corpo d'água, ou também pode ser relacionado pelo aumento do nível das águas do Rio Miranda (fenômeno que ocorre nos primeiros meses de cada ano) que acaba represando as águas do Rio Salobra e, o carreamento de matéria orgânica e nutrientes para o leito do rio consome uma demanda maior de oxigênio. Este processo cíclico na região da planície pantaneira pode chegar a níveis próximos a zero de O.D.

Segundo Esteves (1998) o efeito da concentração de matéria orgânica sobre a dinâmica de oxigênio em corpos d'água se manifesta periodicamente durante os períodos de chuvas, por ocorrer variações de nível de água, que acompanhado com essa elevação do nível d'água verifica-se em muitos casos o aumento da concentração de matéria orgânica dissolvida e particulada.

Oliveira e Ferreira (2003) em estudos limnológicos para o monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, consideraram o Rio Salobra constituindo-se num compartimento bem definido, drenando águas de características bem atípicas em relação ao restante das estações amostradas ao longo da bacia do Rio Miranda.

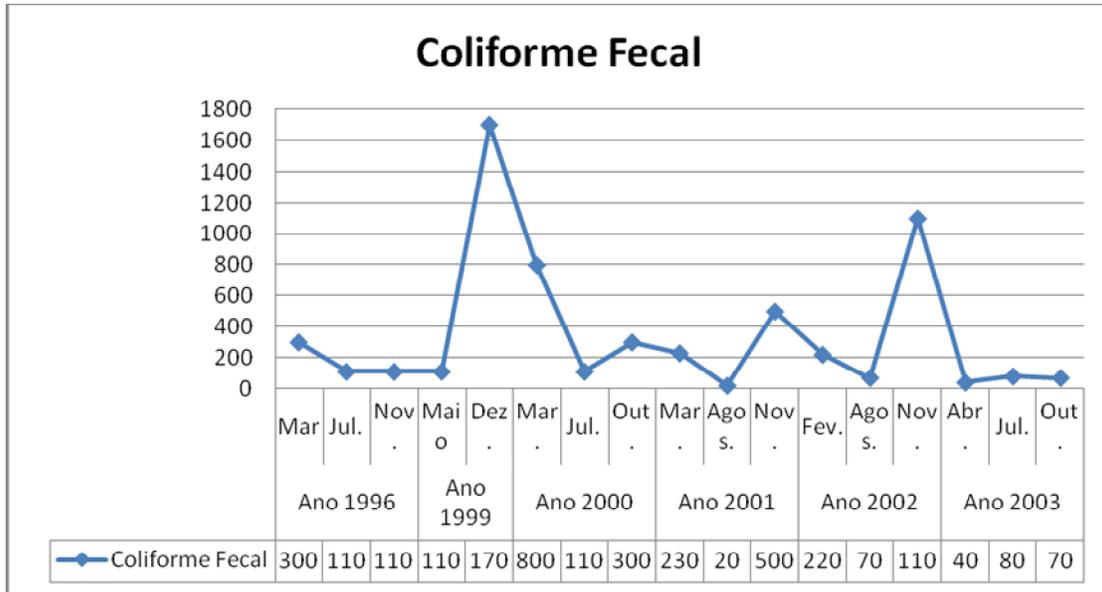
Considerando que o pH nunca ultrapassou 8,2, a concentração de carbonato pode ser considerada pequena. Suas águas são sempre bem transparente o que favorece o desenvolvimento de abundantes bancos de macrófitas submersas. Na parte baixa, onde o rio foi amostrado, há entrada de água do rio Miranda o que, provavelmente, seja a explicação para a forte diluição de alguns parâmetros observados durante a fase de cheia. (OLIVEIRA e FERREIRA, 2003).

O pH manteve-se dentro dos parâmetros aceitáveis pelos Padrões CONAMA 20 CECA/MS 003 (6,0 a 9,0) com o valor mínimo verificado, sendo 6,62, e 8,34 como valor máximo. (Gráfico -5.1)



**Gráfico 5.1: pH da água na foz do Rio Salobra.**

Outro parâmetro que deve ser destacado são os índices de coliformes fecais verificados no ponto de coleta, que se manteve em grande parte das amostras dentro dos Padrões do CONAMA, apresentando apenas duas amostras em desconformidade durante o período analisado (Gráfico 5.2).

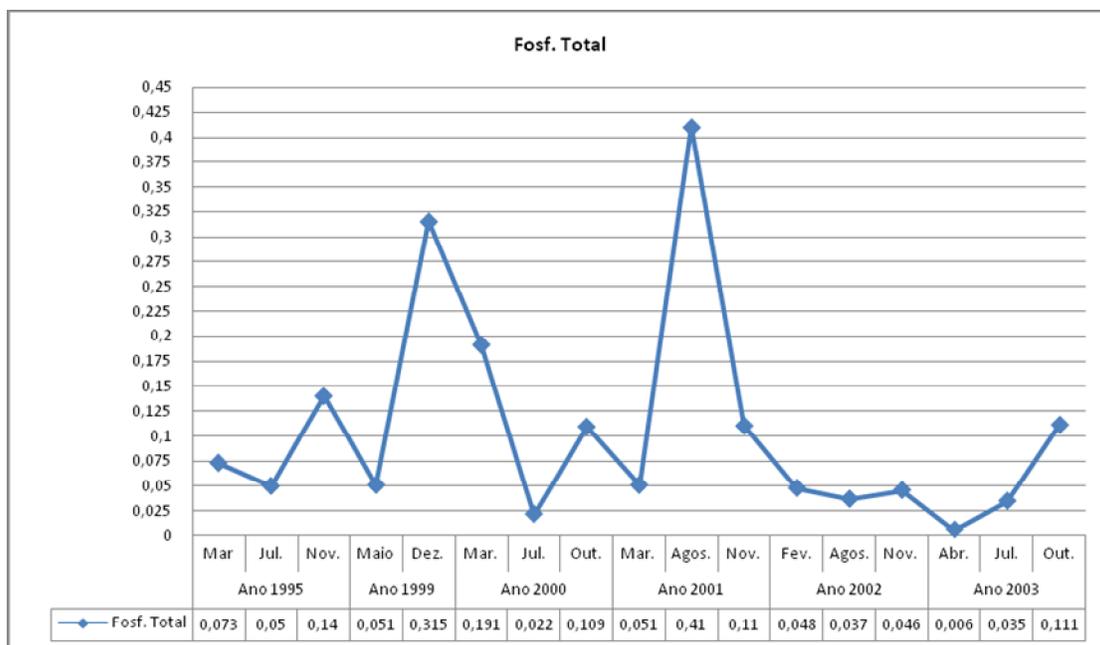


**Gráfico 5.2 – Coliformes Fecais encontrados nas águas da foz do Rio Salobra**

Observou-se que os parâmetros de fosfato total foi o índice que apresentou maiores valores em desacordo com padrões legais. Estes resultados podem ser associados ao uso e ocupação que geram resíduos ricos em nitrogênio e fósforo que são carregados para os corpos d'água pelo deflúvio superficial. (SEMA, 2003a).

Deve ser salientado que dentre as fontes naturais, as rochas da bacia de drenagem constituem a fonte básica de fosfato para os ecossistemas aquáticos continentais (ESTEVES, 1998).

Segundo Esteves (1998) o fósforo tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial dos ambientes aquáticos continentais.

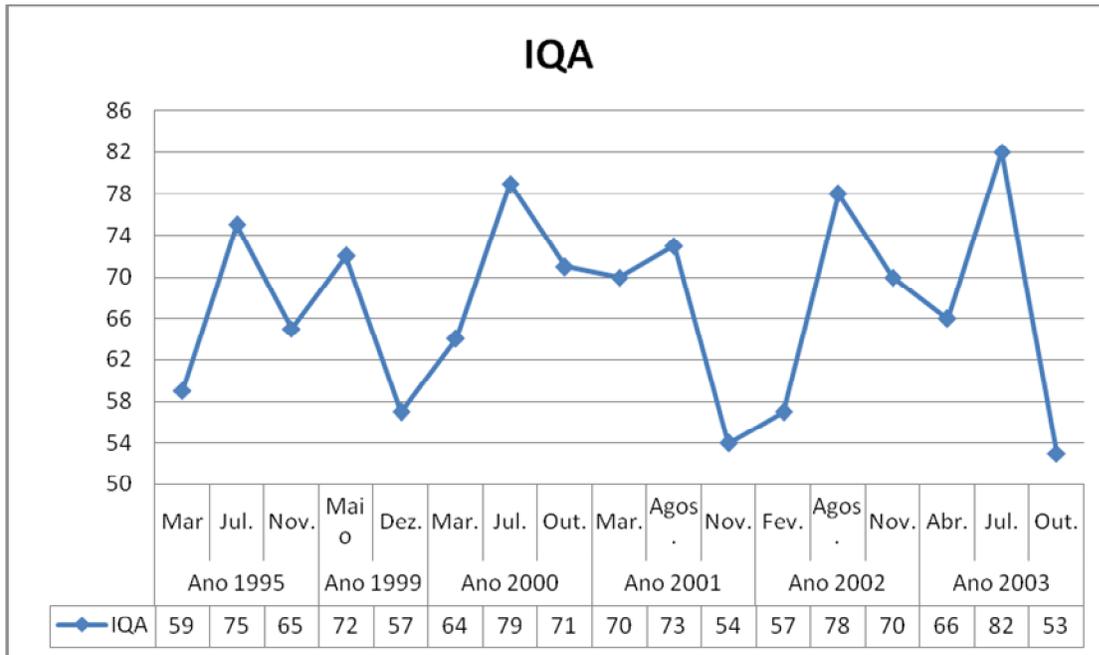


**Gráfico 5.3: Fosfato Total nas águas da foz do Rio Salobra.**

O Rio Salobra apresentou Índice de Qualidade da Água (IQA) bastante variado ao longo dos anos monitorados pela SEMA, com os menores valores ocorrendo nos meses de seca da região.

Segundo o relatório apresentado pela SEMA (2005b) a qualidade da água oscilou muito durante o período monitorado, tornando a avaliação da tendência de qualidade da água do rio não bem definida.

Foi possível constatar que o IQA do Rio Salobra manteve-se como Bom durante todo o período monitorado por apresentar índices entre 52 e 79 (Gráfico 5.4).



**Gráfico 5.4: IQA das águas na foz do Rio Salobra**

Ainda conforme os relatórios da SEMA (2005), a água do Rio Miranda começa sua recuperação a partir da confluência com o Rio Salobra que chega na sua foz apresentando níveis de qualidade Boa, conforme o Índice de Qualidade de Água observado em pelo menos 80% do tempo monitorado.

É necessário salientar a preocupação na preservação dos recursos naturais da região, onde uma das principais manifestações disso é a criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, buscando preservar o que restou da mata nativa que foi mantida em função do difícil acesso e pela exclusão de assentamentos humanos pelo fato da agricultura e pecuária não serem apropriadas para área com relevo acidentado e rochas aflorando em vários pontos. A exceção da utilização das áreas com topografia mais acidentada é o assentamento Canaã, localizado no alto curso do Rio Salobra.

## **5.2- Compartimentação Geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Salobra.**

Conforme compartimentação geomorfológica apresentada por Karmann *et al.* (2004) o Rio Salobra pode ser compartimentado nas seguintes unidades: Vale do Rio Salobra, representado pela nomenclatura PB2, que é composta por áreas fluviais, com o Alto Rio Salobra como principal canal de drenagem, formando um canyon, com afluentes em maior ou menor grau de entalhamento, alguns subterrâneos, caracterizando-se como a área de maior altitude da bacia; Planície com Morros Residuais Isolados, representado pela nomenclatura DRM2, geralmente de calcário, formando cones cársticos, ocorrendo nas planícies associadas em presença de dolinas, na maioria em solo residual de calcário dolomítico (Figura 5.1).

Mais próximo da foz com o Rio Miranda a bacia do Rio Salobra apresenta características bem antagônicas à região do Planalto da Bodoquena, assumindo a configuração da Planície do Pantanal. Esta unidade de compartimentação é denominada de Planícies Aluviais do Médio-Baixo Salobra no qual é designado pela nomenclatura DRM3 (KARMANN, et al. 2004). Esta unidade apresenta pouca variação altimétrica se compararmos com o Pantanal (80-250m).

A bacia hidrográfica do Rio Salobra está localizada na porção Norte do Planalto da Bodoquena, apresentando canais de drenagem mais entalhados que os localizados ao Sul do Planalto, registrando feições marcantes em relação aos carstes.

Levando-se em consideração que os blocos Norte e Sul do planalto são formados pela mesma rocha, o maior nível de entalhamento na rocha da porção Norte pode ser atribuído a “um maior soerguimento tectônico relativo” (KARMANN, et al. 2004), pois o bloco em subsidência é o próprio Pantanal.

O baixo Rio Salobra após deixar o *canyon* do Vale do Salobra (PB2), chega a atingir o nível de base regional em torno de 100 metros de altitude formando uma planície (DRM3) dentro do próprio Planalto de Bodoquena, comparável às planícies da Depressão do Rio Miranda. (KARMANN, et al. op cit ).

Por meio dos dados altimétricos das cartas topográficas que foram utilizadas para os primeiros procedimentos de estudos da Bacia do Rio Salobra, verificou-se cotas altimétricas abaixo de 100 metros, chegando próximo aos 80 metros, o que sugeriria um nível de base próximo a essa cota.

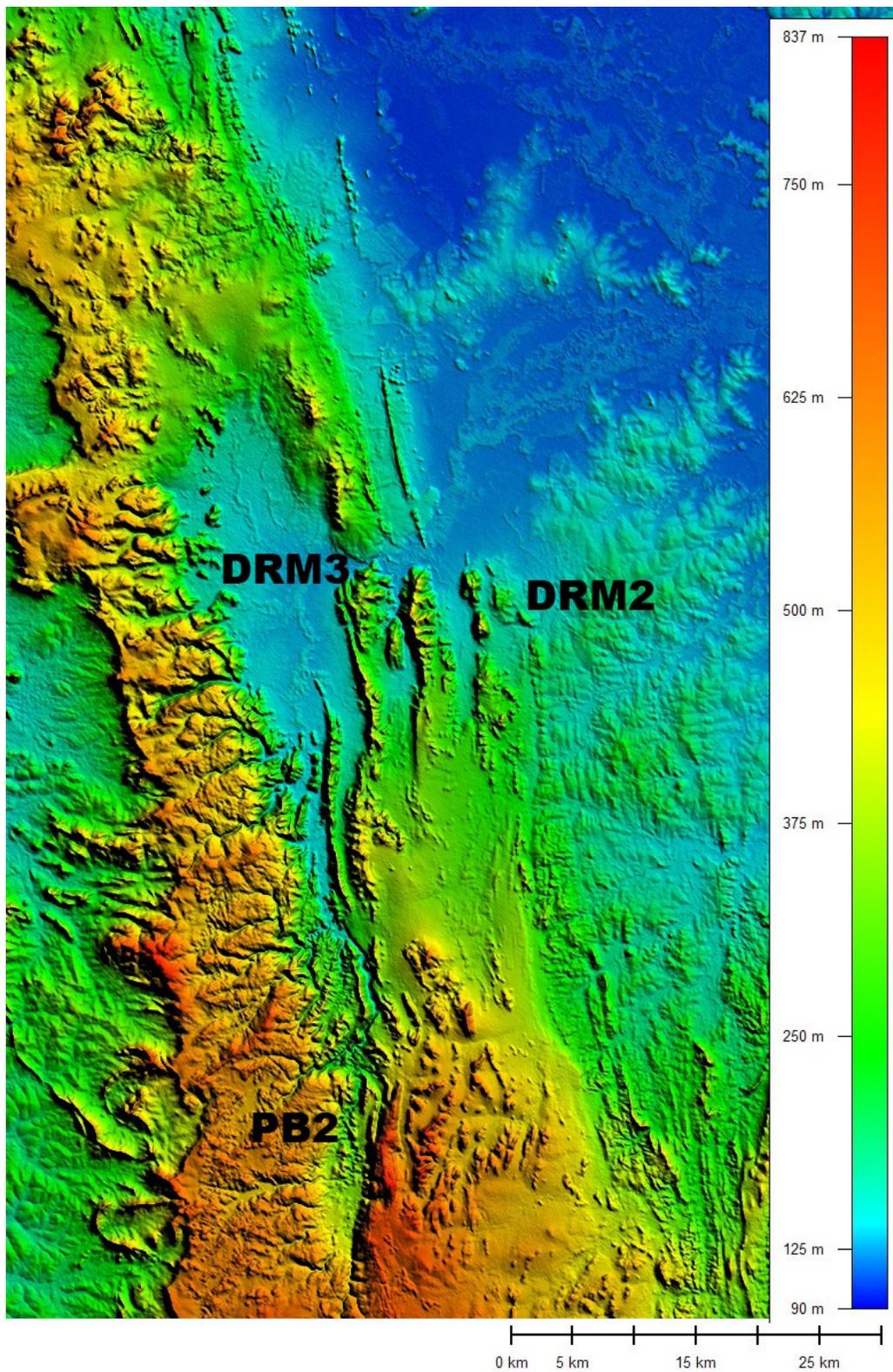


Figura 5.1- Imagem SRTM da área da bacia Hidrográfica do Rio Salobra.



Figura 5.2 - Foto do Córrego Escondido: demonstrando a capacidade de transporte de material grosseiro do Vale Rio Salobra. (Coordenadas UTM: 0526402; 7731336 - Alt. 157m.).  
Fonte: Levantamento de campo, Julho de 2006.



Figura 5.3 – Foto do Vale do Rio Salobra: Fotografia feita do alto da serra denominada Três Cruz onde se tem uma visão panorâmica do Vale do Rio Salobra com a Serra da Bodoquena ao fundo (Coordenadas UTM: 0527561; 7729182 – Alt. 320 m). Fonte: Levantamento de campo Julho de 2006.

### **5.3- Caracterização da Rede de Drenagem da bacia hidrográfica do Rio Salobra.**

Para Christofolletti (1983), os rios são considerados os agentes mais importantes no transporte de material intemperizado das áreas mais elevadas para as áreas mais baixas e a análise dos perfis longitudinais constituíram-se num aspecto chave para os estudos geomorfológicos, em virtude da importância pressuposta da atividade fluvial na esculturação do modelado terrestre.

A rede drenagem é considerada como uma resposta aos controles exercidos pelo clima, vegetação e outros, que influenciará no escoamento e transporte de detritos da bacia de drenagem.

Christofolletti (1980, p. 103) considera que os cursos de água constituem processos morfogenéticos dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre, sendo estes e as vertentes os principais elementos do sistema hidrográfico. Dessa forma os estudos relacionados aos canais de drenagem e as vertentes poderão estar contribuindo para uma melhor compreensão da dinâmica e funcionamento da paisagem.

Segundo proposta de Christofolletti (1980), a bacia hidrográfica do rio Salobra pode ser classificada quanto ao seu escoamento global como exorréica, por apresentar o escoamento de suas águas de modo contínuo até o mar e pode ser considerada como sistema não-isolado e aberto onde há constantes trocas de matéria e energia desde a sua entrada (*input*) no sistema, até sua saída (*output*). Este sistema estará intrinsecamente ligado a um sistema maior do qual é componente como um elemento (ou subsistema), que é sua unidade básica.

Este desencadeamento de subsistemas é característica dos sistemas em seqüência onde a saída (*output*) do sistema, no caso o das bacias hidrográficas o escoamento das águas que atingiram o canal de drenagem, torna-se a entrada (*input*) de outro subsistema localizado em suas adjacências até alcançar o sistema maior o mar ou o oceano.

Em alguns locais da bacia hidrográfica estudada observam-se características de bacias criptorréicas, atribuídas às áreas cársticas da Serra da Bodoquena, onde predominam rochas solúveis carbonáticas, verificando-se freqüentemente surgências e

sumidouros, deixando nítida a atividade da drenagem interna subterrânea. (CORRÊA, *et al.* 1979). (Figura 5.4).



Figura 5.4- Fotografia da nascente do afluente Córrego Salobrinha, mostrando as características de bacia criptorréica com escoamento subterrâneo.

William Morris Davis (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), propôs várias designações para se classificar os escoamentos de cursos d'água em relação á inclinação das camadas geológicas. Neste sentido os canais de drenagem afluente da bacia hidrográfica estudada seriam classificados quanto a sua genética, como **obseqüente**, descendo das escarpas da Serra da Bodoquena até o canal do rio Salobra que apresenta outra característica, o traçado do canal, nitidamente **subseqüente**, que tem a direção do seu fluxo controlado pelas estruturas rochosas estando encaixado em um cânion de paredes calcárias, que após sair desse vale segue um traçado aparentemente contrário ao sentido da montante, mas pode ser explicado pela grande falha transversal á estrutura rochosa, que teria favorecido a abertura do vale, onde, neste sentido, a rede de drenagem principal busca a confluência com o rio Miranda (ALMEIDA, 1965), (Figura 5.5).

A forma como se apresenta o arranjo espacial dos cursos fluviais, é denominado padrão de drenagem que pode ser influenciado em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (CHRISTOFOLETTI, 1980).

As unidades geomorfológicas como critério geométrico, sugerem para estas unidades um padrão de drenagem de acordo com as suas características morfométricas, no qual da bacia hidrográfica analisada observa-se um padrão de drenagem dendrítico que pode ser atribuído às feições topográficas da Zona Serrana Oriental (CORRÊA et al, 1979).

Segundo Corrêa *et al.* (*op cit*), na Depressão Periférica do Miranda evidencia-se um padrão de drenagem paralelo, sendo um tipo de drenagem localizada em áreas de vertentes com declive acentuada ou que contribuem para ocorrência de espaçamento regular.

Para Christofolletti (1980, p.106), o processo de se estabelecer uma classificação de um determinado curso d'água (ou área drenada que lhe pertence), no conjunto total da bacia hidrográfica em que se encontra é denominado hierarquia fluvial.

Segundo o método proposto por Strahler em 1952, (*apud* CHRISTOFOLETTI, *op cit*), para se ordenar os cursos d'água hierarquicamente, estabeleceu-se como de primeira ordem os canais menores que não possuem tributários, estendendo-se desde a nascente até a confluência, os de segunda ordem os que recebem somente tributários de primeira ordem e surgem na confluência de dois de primeira ordem, os de terceira ordem surgem na confluência de dois canais de segunda ordem, recebem um ou mais tributários de segunda ordem, mas também podem receber afluentes de primeira ordem, os de quarta ordem surgem na confluência de dois canais de terceira ordem e recebem tributários de terceira ordem e, também os de ordem inferior, e assim sucessivamente.

De acordo com a proposição elaborada por Strahler, o canal principal corresponde ao canal de ordem mais elevada, e o do rio Salobra, no caso é o canal de quinta ordem, no qual recebe afluentes de quarta ordem e também os tributários de ordem inferior, seguindo a seqüência explicada acima.

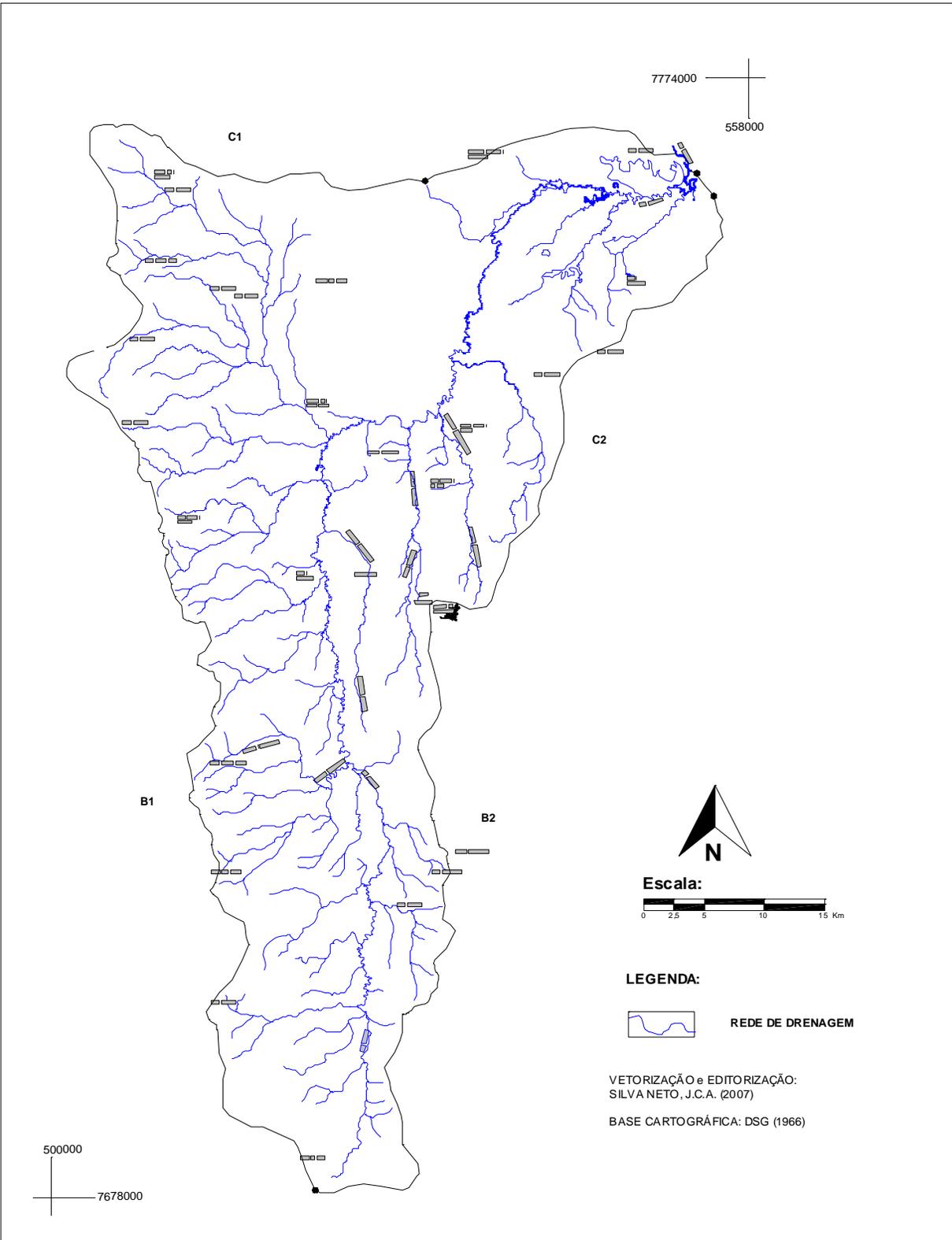


Figura 5.5- MAPA DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SALOBRA.

### 5.3.1- Análise dos Perfis Longitudinais

A análise hipsométrica em bacias hidrográficas possibilita a observação da variação altimétrica do relevo da área. Esta análise torna-se relevante na abordagem da dinâmica de uso e ocupação do solo e ainda a elaboração de perfis longitudinais e transversais, representando melhor a configuração topográfica do vale e a relação com a dinâmica de escoamento superficial e a erosão hídrica.

Foi constatado que a maior parte da área da bacia apresentou altitude variando de 80 a 380 metros (63,12 % da área total da bacia) e 36,88 % da área apresentando altitudes entre de 380 a 780 metros (**Gráfico 5.5**).

O mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Rio Salobra foi dividido em sete patamares diferentes com intervalos de altitude de 100 em 100 metros, ficando estabelecidas as classes a partir das cotas de maiores altitudes 780 metros (áreas das principais nascentes) até as menores altitudes 80 metros (foz) (Figura 5.6).

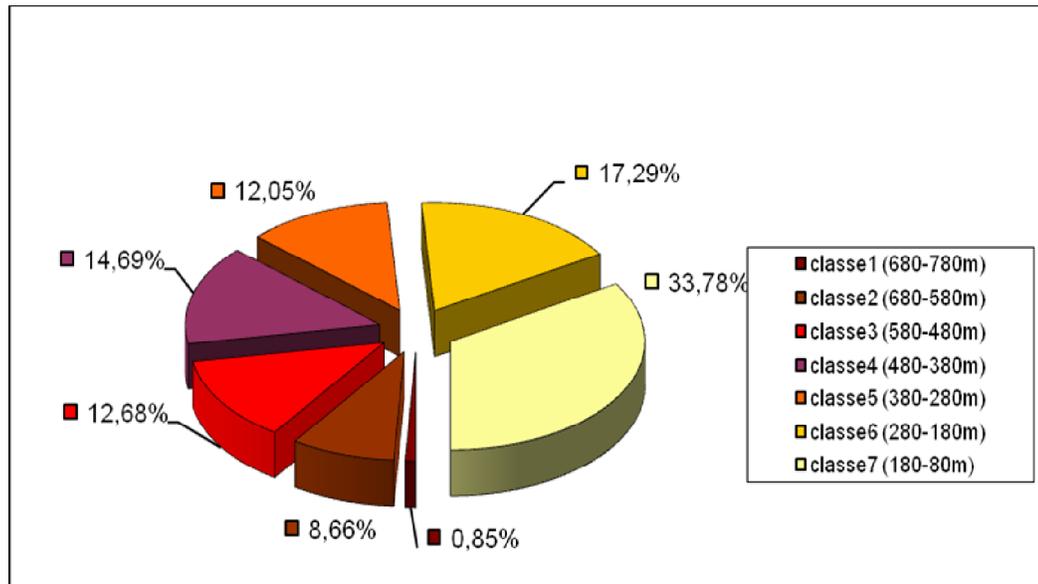


Gráfico 5.5- Área (%) das classes Hipsométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra.

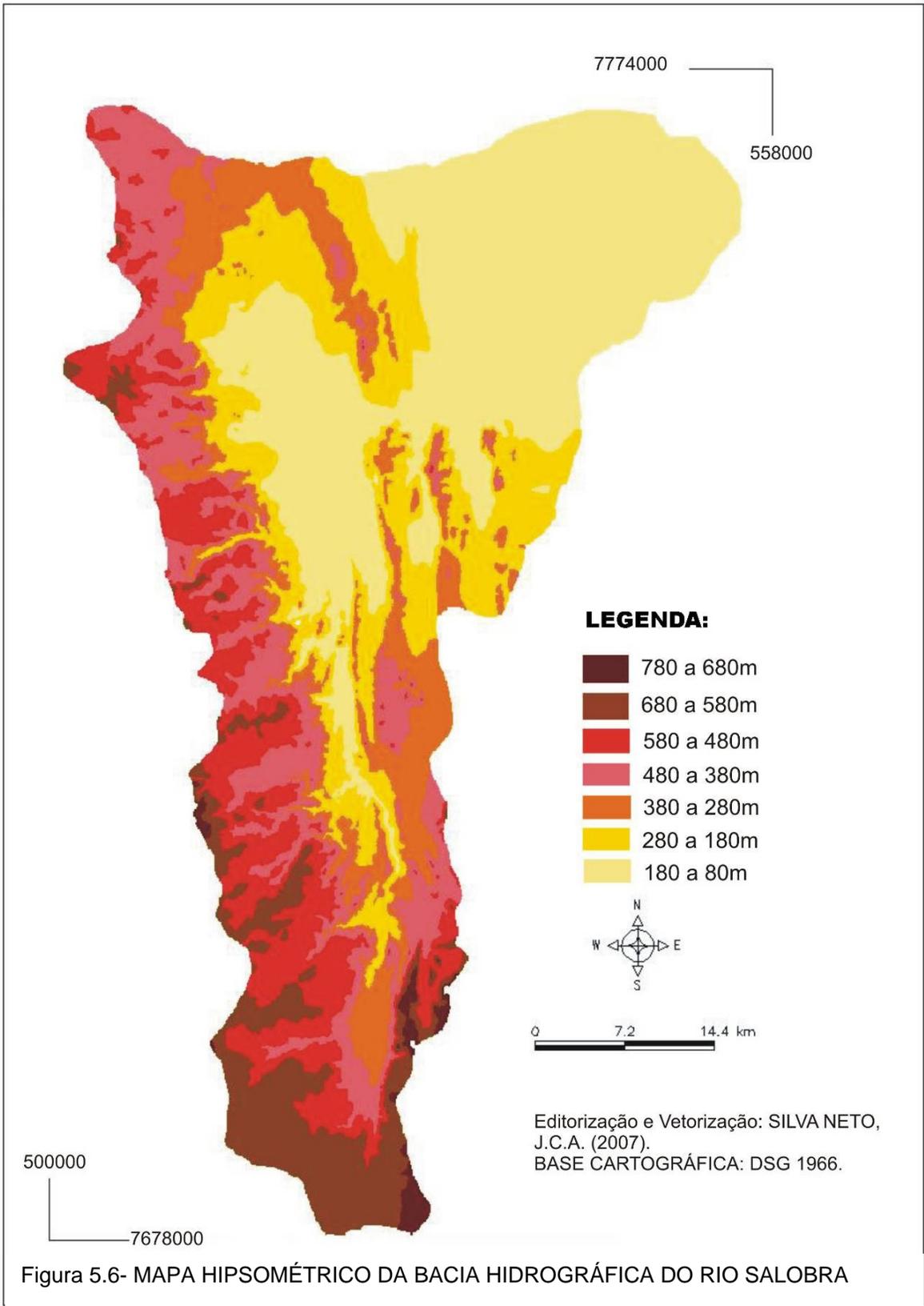


Figura 5.6- MAPA HIPSOMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SALOBRA

Christofolletti (1980) definiu o perfil longitudinal como a representação visual da relação entre altimetria e o comprimento de um determinado curso d'água, que será resultado do trabalho que o rio executa para manter o equilíbrio entre capacidade detrítica através de sua extensão.

Cunha (1994) considera que ao longo do perfil longitudinal, quando a velocidade do fluxo é veloz os processos erosivos são aumentados, o fluxo é turbulento e a capacidade de transporte atinge as partículas maiores.

Segundo Cunha (2002), ao longo do canal de drenagem, o rio trabalha de forma que tende a eliminar as irregularidades, devido às variações no escoamento e na carga sólida, tentando adquirir um perfil longitudinal côncavo e liso, com declividade suficiente para transportar a sua carga.

O aspecto côncavo para cima, com declividades maiores em direção as nascentes e mais suavizadas em direção a foz, é comum de ser visualizado nos gráficos representativos de perfis longitudinais em geral, sendo uma característica comum de rios em equilíbrio (FORTES, 2003).

Leopold & Bull 1979 (*apud* FORTES, 2003), definiram como rio em equilíbrio a relação com a geometria hidráulica dos canais que estes rios mantêm por vários anos como a declividade, velocidade, profundidade, largura, rugosidade e morfologia do canal. Estas características se ajustam reciprocamente de forma sutil, fornecendo assim a capacidade necessária para o transporte da carga sedimentar sem que haja agradação ou degradação do canal.

No caso da bacia hidrográfica do Rio Salobra, o seu perfil longitudinal apresenta desnível acentuado com amplitude altimétrica se aproximando de 550 metros, desde a montante nas escarpas da Serra da Bodoquena onde as cotas das curvas de nível alcançam 780 metros de altitude, até as proximidades da foz onde o patamar altimétrico é próximo aos 80 metros de altitude (Figura 5.7).

Com base em índices morfométricos como o da amplitude altimétrica, é estabelecida uma classificação do relevo no qual a amplitude altimétrica da bacia do Rio Salobra seria classificada como relevo montanhoso dissecado, por apresentar-se entre acima 450 metros. É evidente que esta classificação torna-se genérica uma vez que a bacia hidrográfica estudada apresenta outras configurações além dessa classificação.

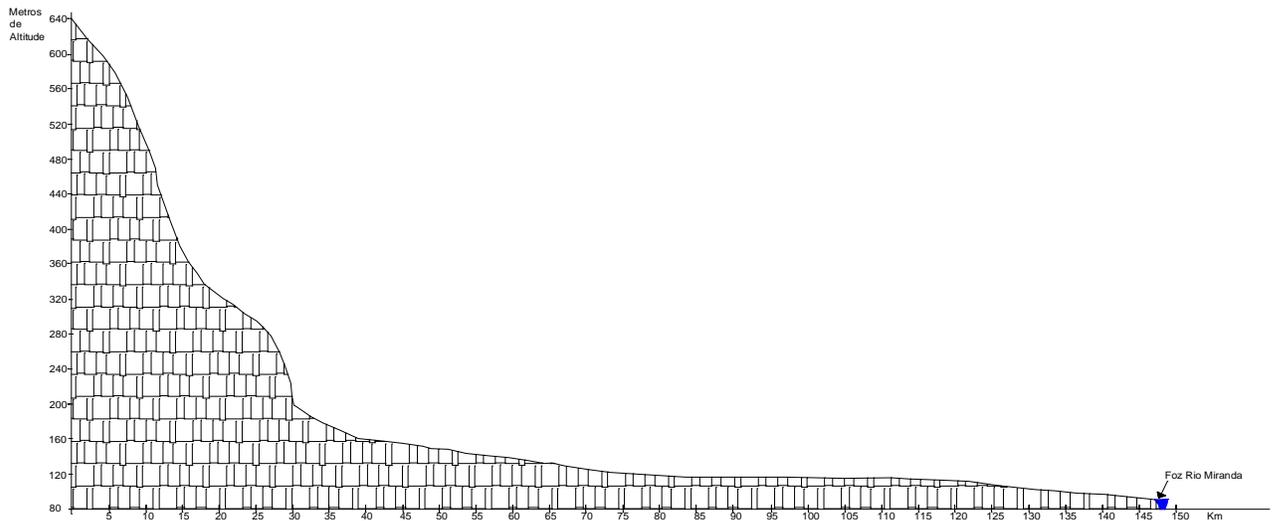


Figura 5.7- Perfil longitudinal do canal principal da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra.

Percebe-se ao longo do canal que nos primeiros trinta e cinco quilômetros a partir da nascente, ocorre um desnível significativo de aproximadamente 480 metros de altitude, o que indicaria que neste trecho o fluxo de corrente do canal do Salobra teria capacidade de transporte de sedimentos mais grosseiros, como cascalhos e seixos.



Figura 5.8- Em vermelho destaque granular dos blocos rochosos, que foram arrastados/rolados para o canal do Rio Salobra, próximo a Fazenda Boca da Onça em Bodoquena – MS (Alto Curso).

No próximo trecho que seria após o ponto citado acima (os trinta e cinco quilômetros iniciais), até a foz com aproximadamente cento e dez quilômetros, a amplitude altimétrica varia pouco, aproximadamente 70 metros, onde a bacia de

drenagem apresenta outra configuração, observando-se entre outros aspectos um menor número canais tributários, e mudanças na tipologia do canal principal.

O perfil longitudinal caracterizou-se por apresentar um canal de competência suficiente para transportar detritos grosseiros que lhe são fornecidos pelas vertentes em parte de seu curso, e também apresentando características de rios de planície com competência menor de transporte e abandono de carga detrítica.

### **5.3.2- Análise dos Perfis Transversais**

Á área onde está inserida a rede de drenagem do Rio Salobra apresenta variação na sua forma assim como na compartimentação do relevo já descrito, onde esta variação se evidencia na direção da foz.

No alto curso verificou-se declividade bastante acentuada das vertentes predominando a característica de vale em forma de “V”, podendo ser apurado na seção transversal A1-A2 (**Figura 5.9**), delineada na área da bacia hidrográfica com maior representatividade da rede de drenagem e maior proximidade das curvas de nível, no qual representou o relevo bastante acidentado.

Nas paisagens onde apresentam este traçado de perfil transversal tende em desenvolver processos erosivos principalmente na forma de ravina, pois os fluxos de água aumentam nas encostas, e assim a velocidade em alguns pontos da bacia e a associação de fatores como falta de cobertura vegetal e a constituição litológica podem contribuir na atuação de um processo erosivo mais intenso denominado voçorocamento (GUERRA, 1994)

Na segunda seção transversal (B1-B2), tracejada no baixo curso, onde apresentou uma rede de drenagem menos significativa que a seção anterior. Neste ponto a bacia de drenagem já apresenta uma configuração da forma do vale bem díspar da seção B1-B2, pois o vale apresenta forma de “U”, e o relevo se caracteriza como área de planície. (**Figura 5.10**).

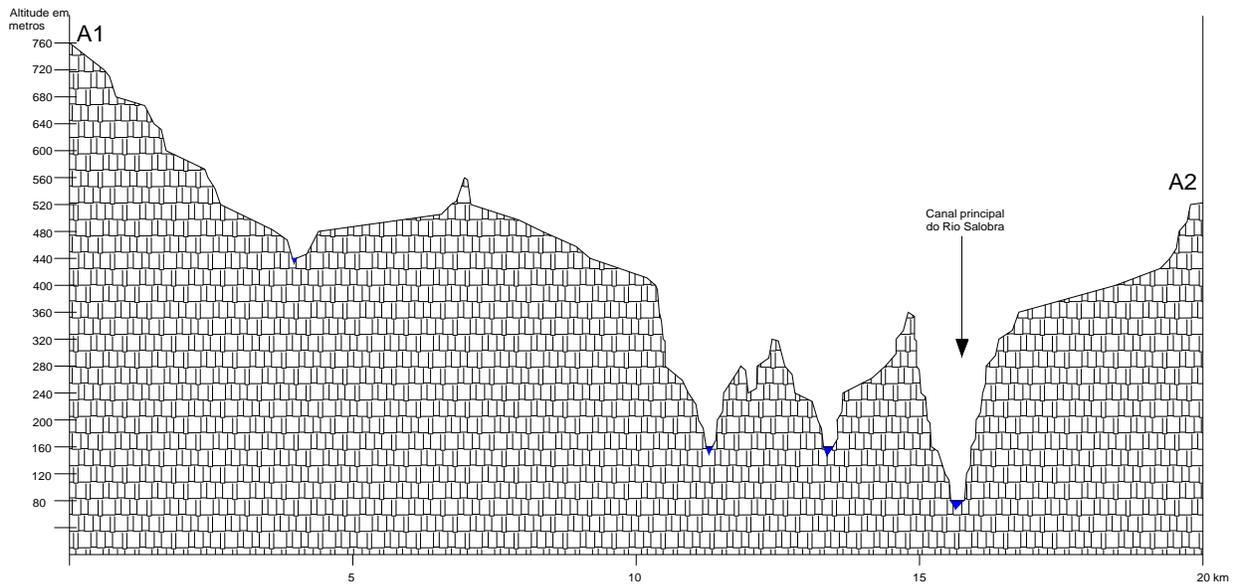


Figura 5.9- Perfil Transversal da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra: Seção A1-A2

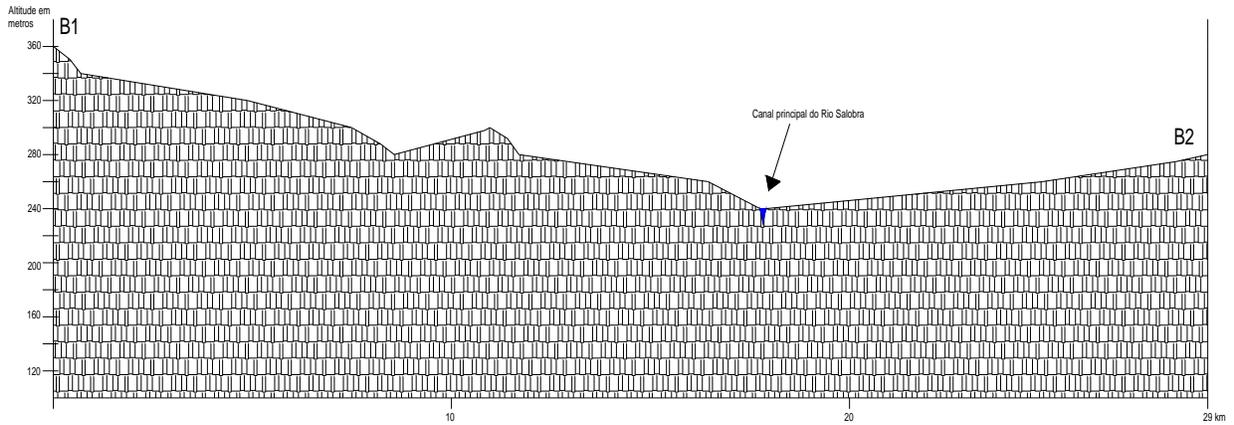


Figura 5.10- Perfil Transversal da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra: Seção B1-B2

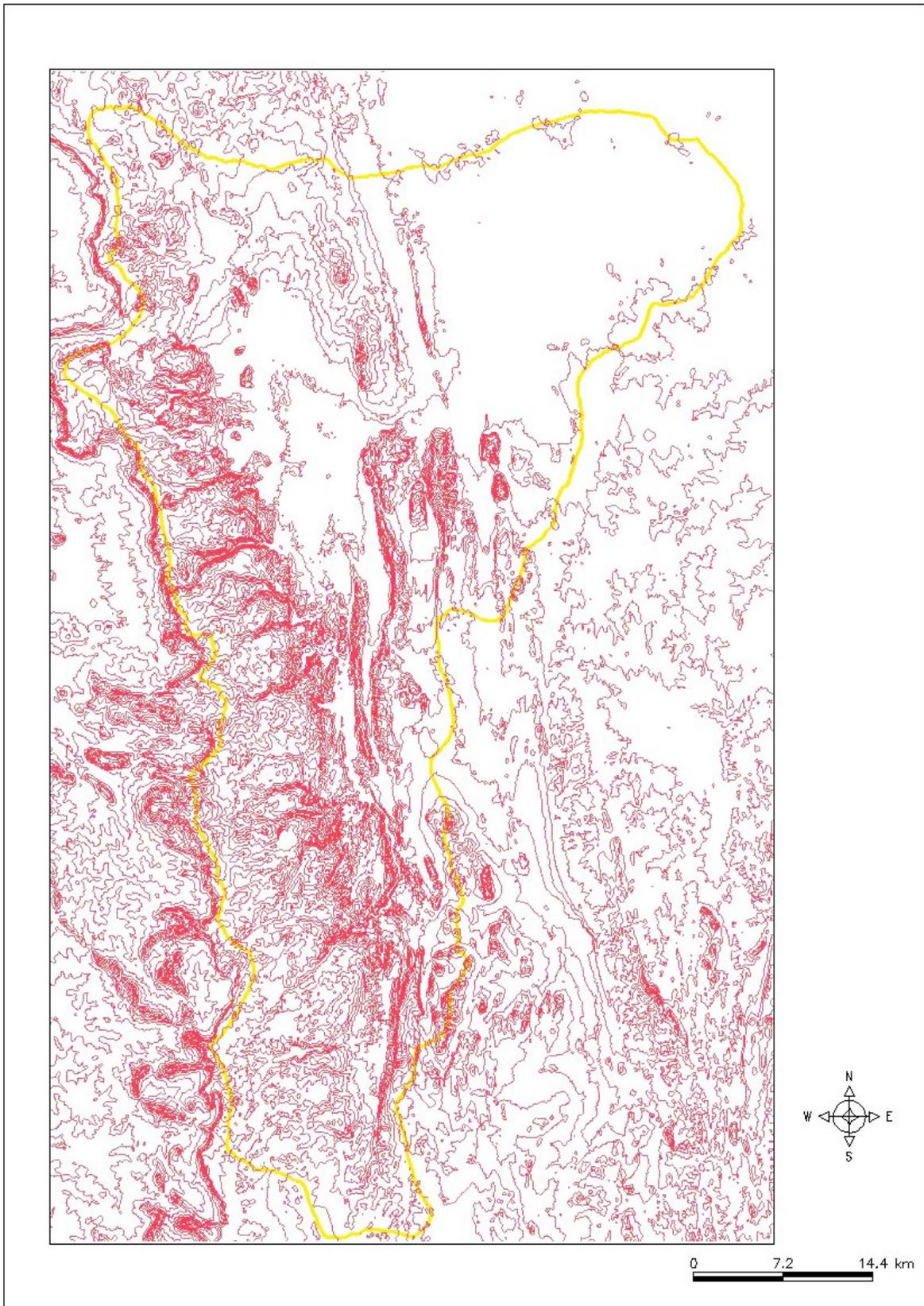


Figura 5.11- MAPA PLANIALTIMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SALOBRA

#### **5.4- As Implicações do Uso do Solo na bacia hidrográfica do Rio Salobra**

O monitoramento do uso do solo foi um dos principais parâmetros analisados nessa pesquisa no qual foi correlacionado a outras variáveis, tornando-se possível uma análise integrada dos elementos da unidade bacia hidrográfica. As correlações de variáveis funcionaram para identificar vulnerabilidade neste ambiente no qual a associação de atividade antrópica às características físicas da paisagem podem ocasionar maior ou menor impacto, dependendo destas características e da intensidade da atuação antrópica.

A partir do monitoramento do uso do solo nos anos analisados foi possível comprovar que a principal atividade econômica desenvolvida na bacia hidrográfica do Rio Salobra é a pecuária extensiva, e em menor proporção alguns tipos de culturas, como arroz, feijão, milho e outras. **(Gráficos 5.6, 5.7, 5.8, 5.9).**

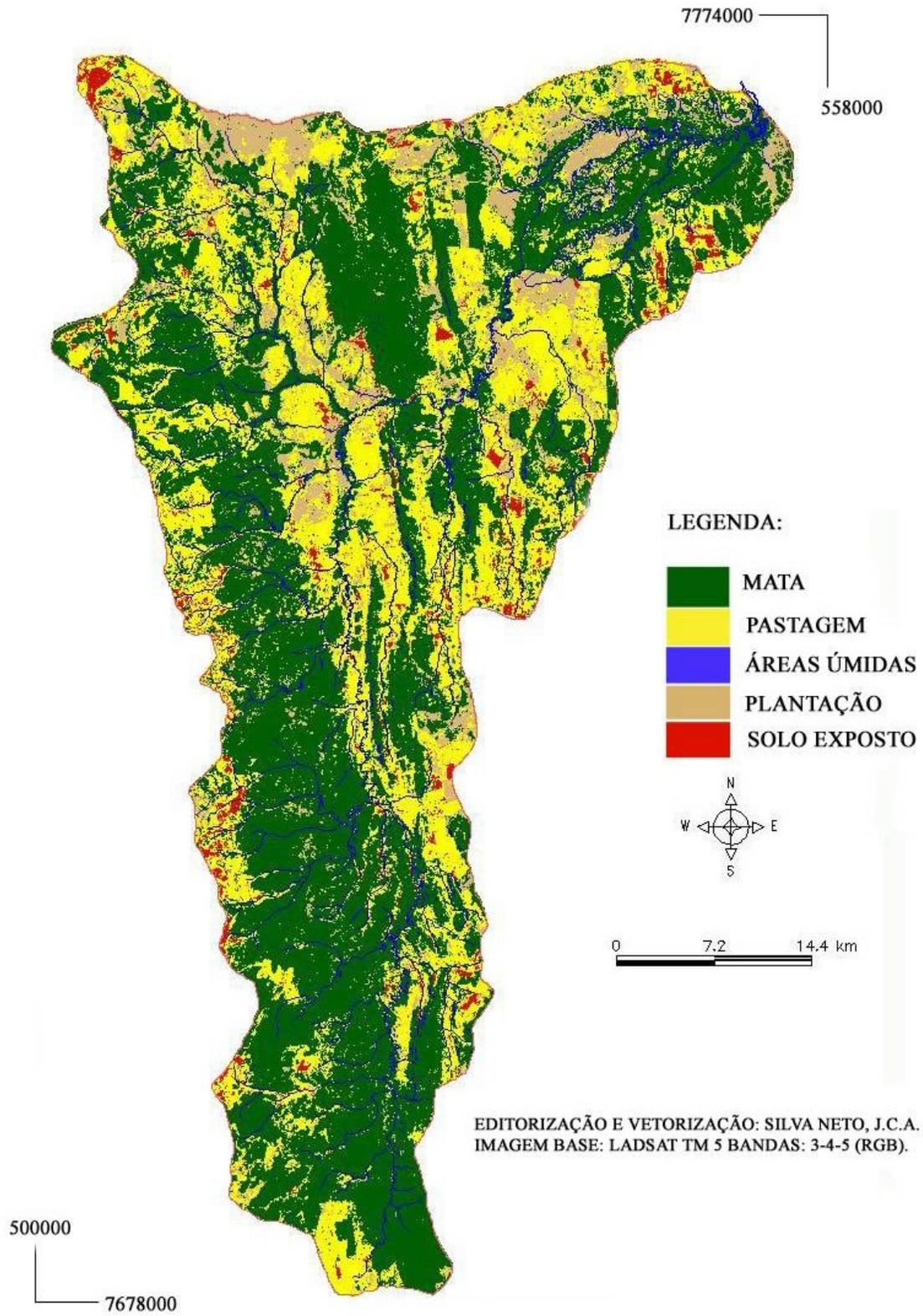


FIGURA 5.12- Mapa bacia hidrográfica do Rio Salobra: Mapa de Uso do Solo em 1987.

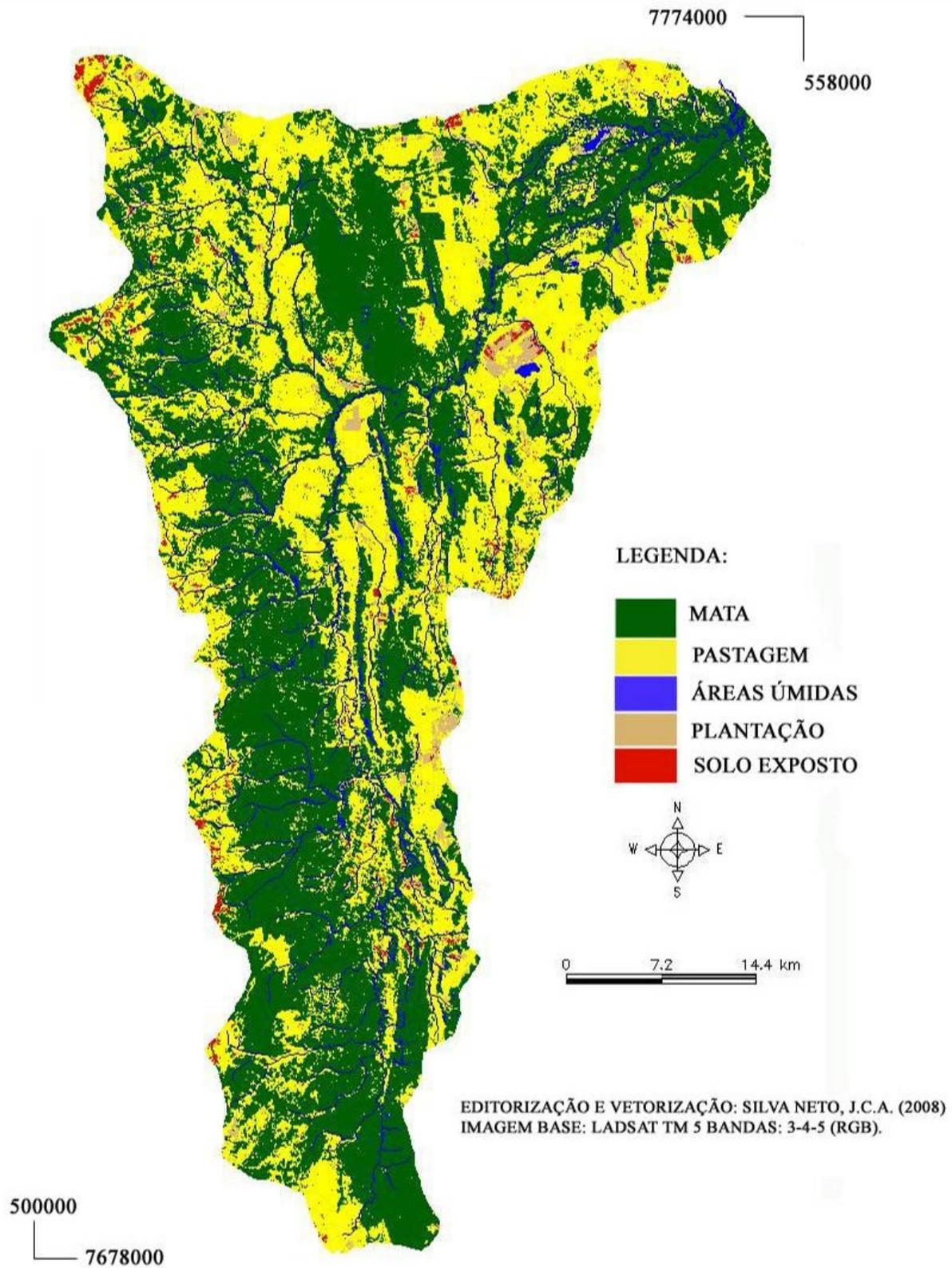


FIGURA 5.13- Mapa bacia hidrográfica do rio Salobra: Mapa de Uso do Solo em 1995.

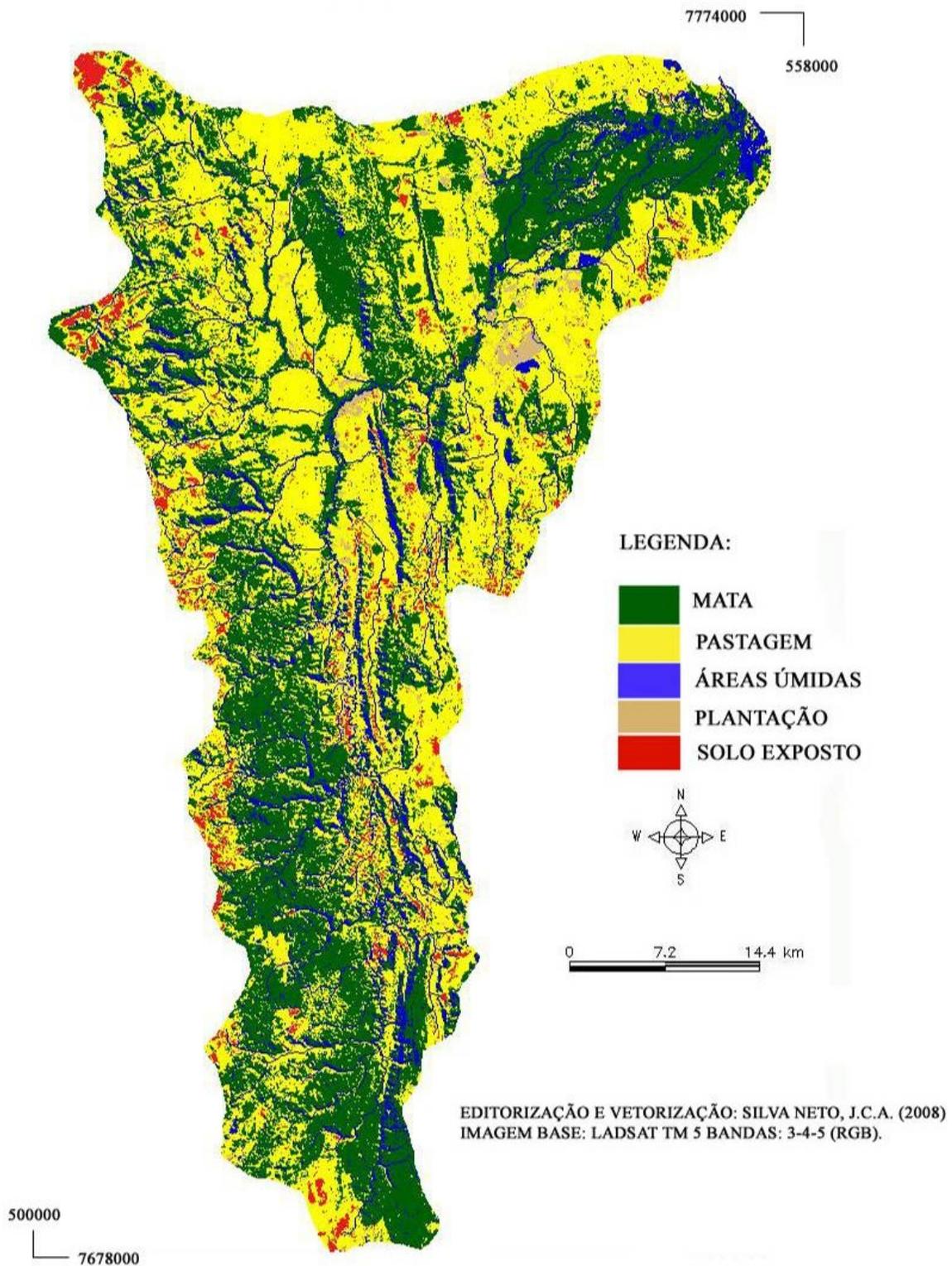


FIGURA 5.14- Mapa bacia hidrográfica do Rio Salobra: Mapa do Uso do Solo em 2000.

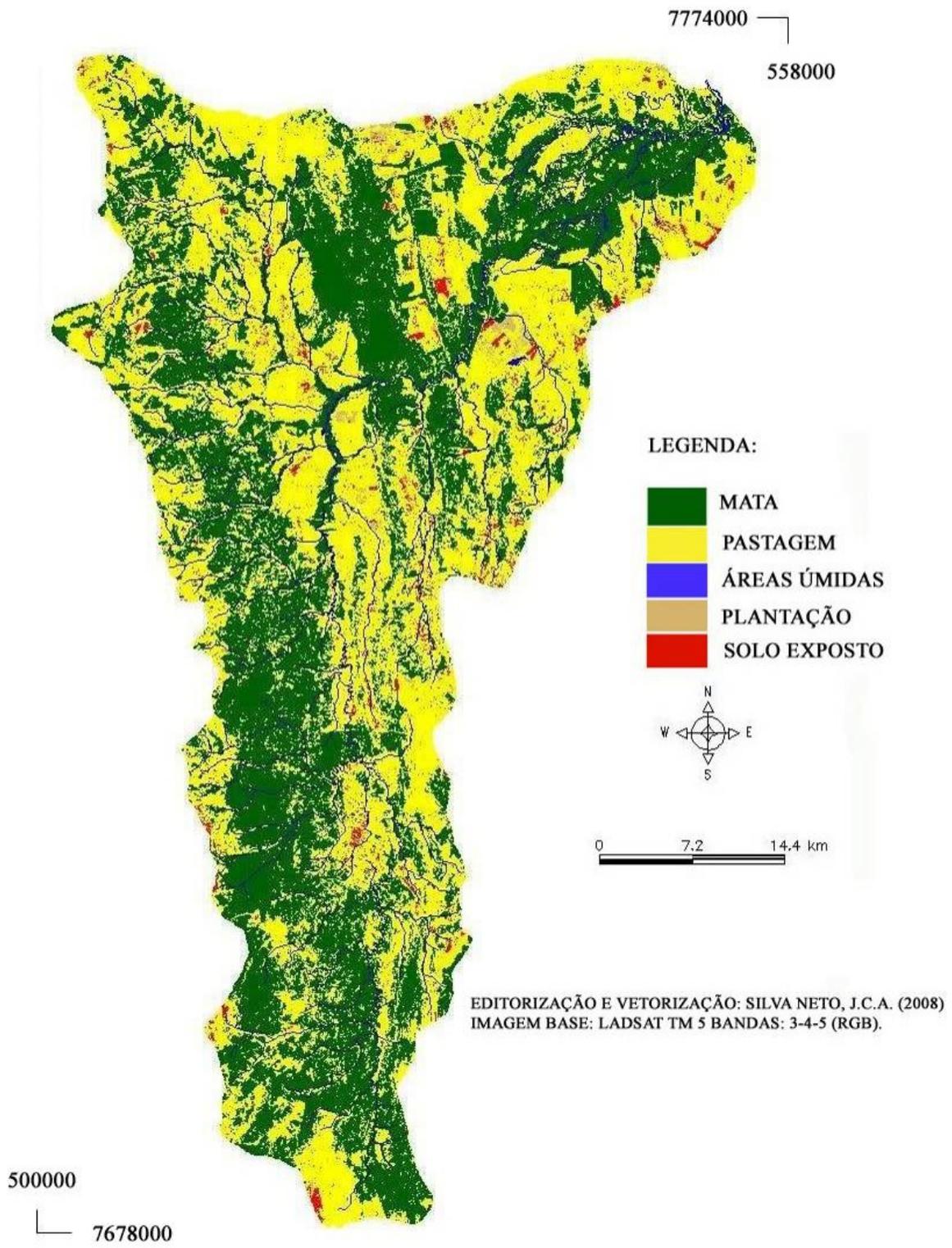


FIGURA 5.15- Mapa bacia hidrográfica do Rio Salobra: Mapa do Uso do Solo em 2007.

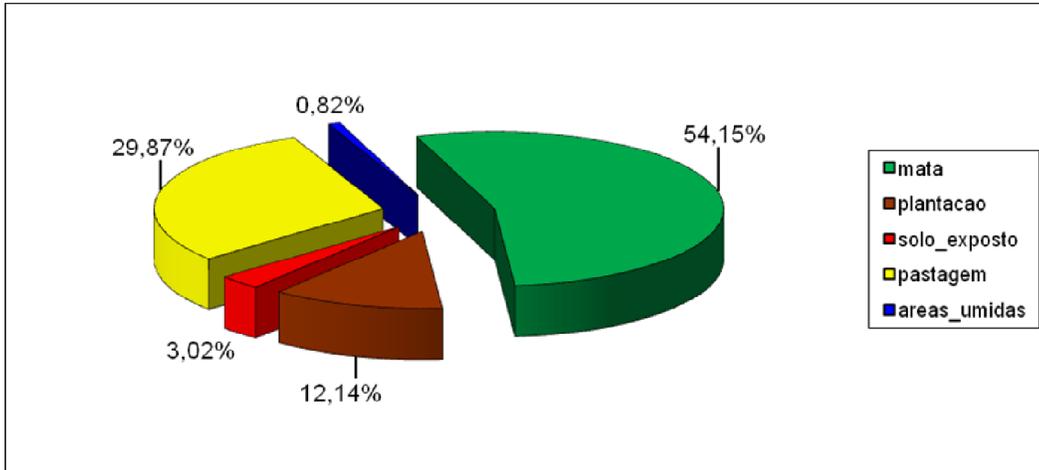


Gráfico 5.6- Uso (%) do solo da bacia hidrográfica do Rio Salobra do ano de 1987

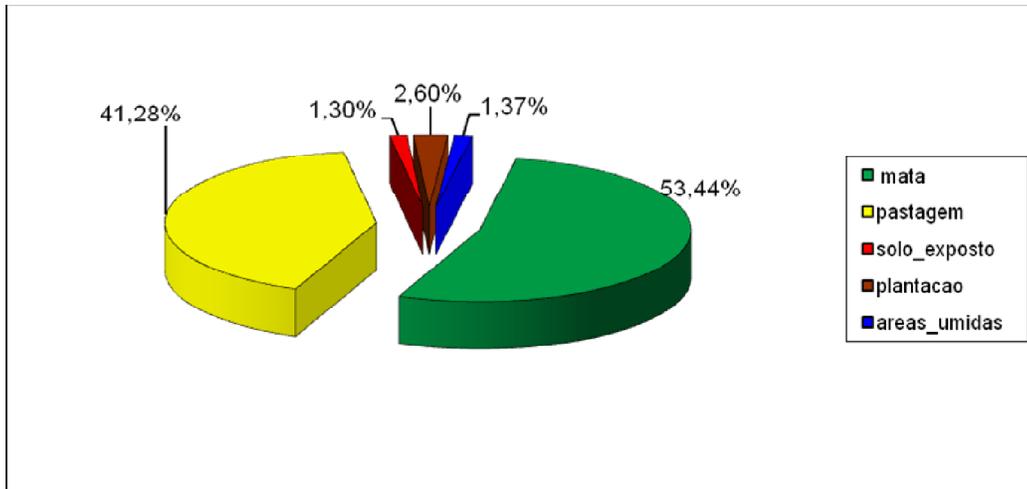


Gráfico 5.7- Uso (%) do solo da bacia hidrográfica do Rio Salobra do ano de 1995

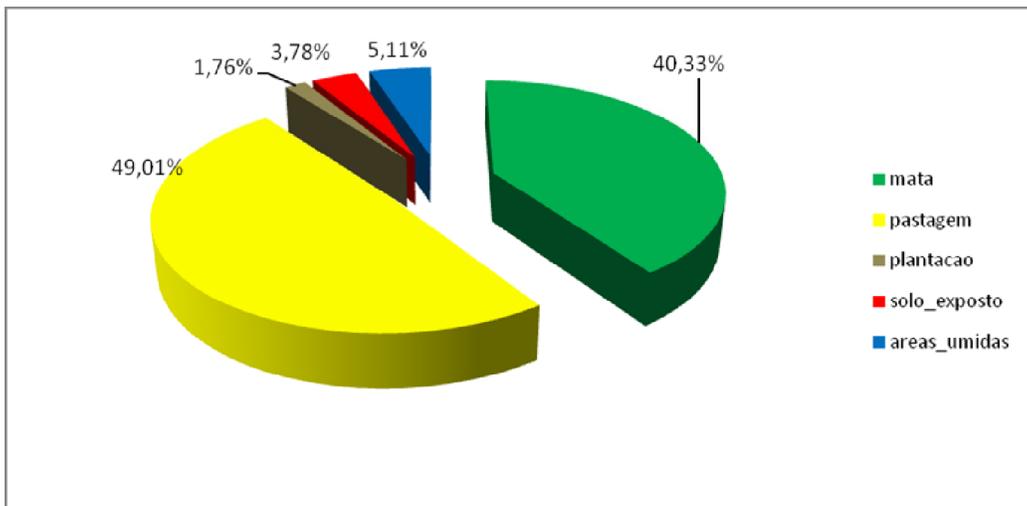
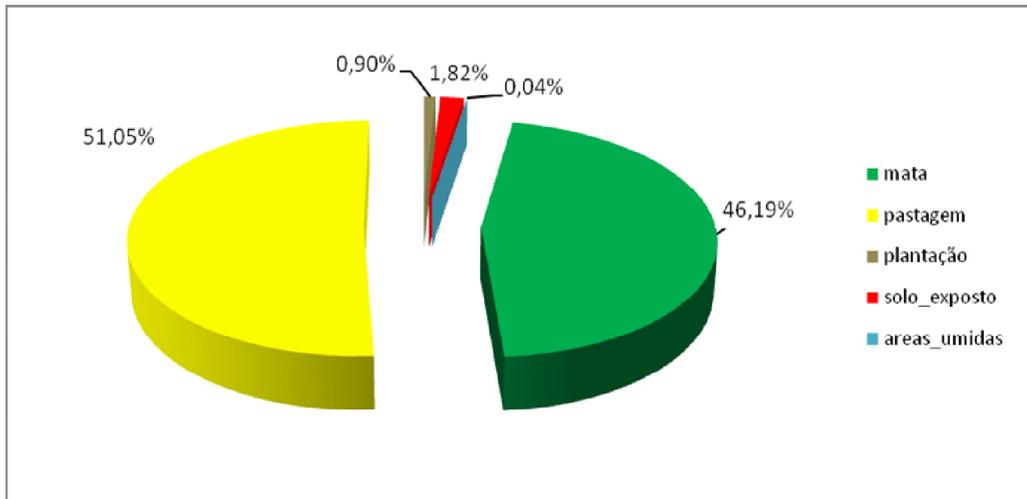


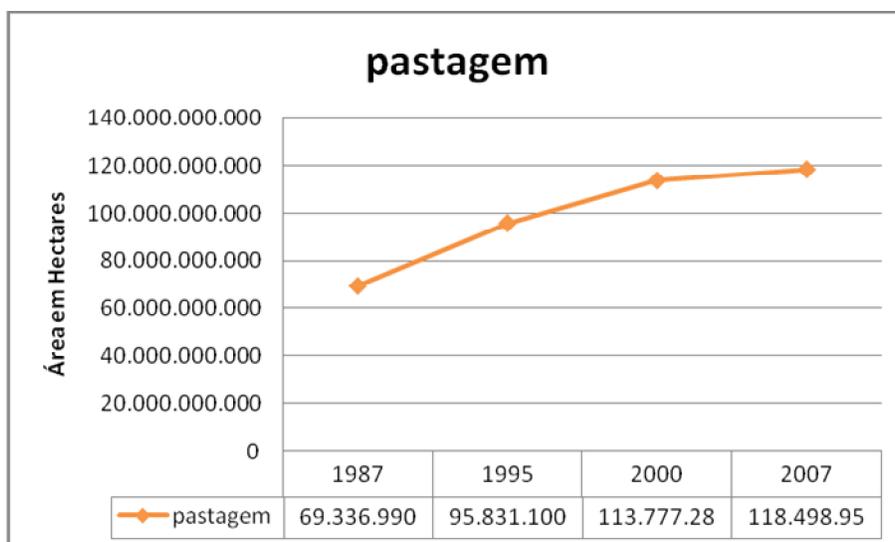
Gráfico 5.8- Uso (%) do solo da bacia hidrográfica do Rio Salobra do ano de 2000.



**Gráfico 5.9 - Uso (%) do solo da bacia hidrográfica do Rio Salobra do ano de 2007**

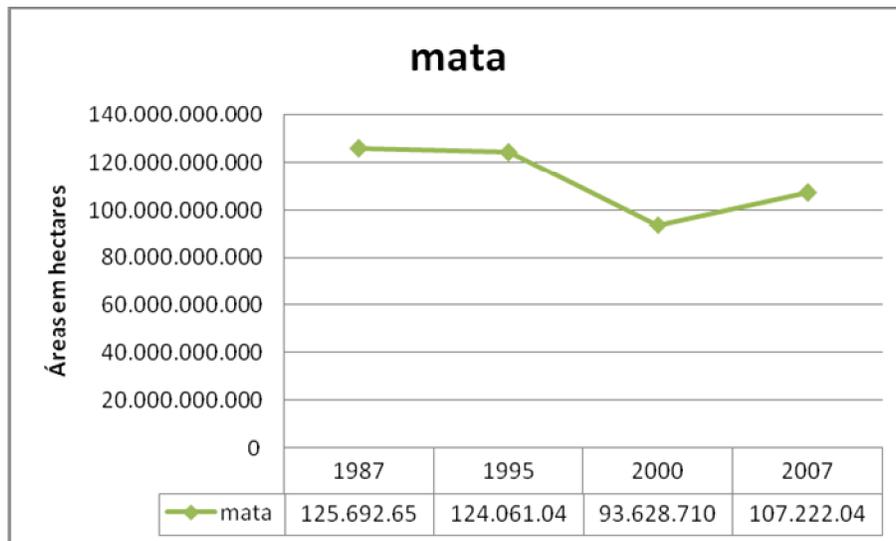
Quanto ao processo de uso do solo bacia hidrográfica do Rio Salobra evidenciase nos últimos vinte anos um aumento significativo das áreas de pastagem.

Conforme o monitoramento de uso do solo o aumento das áreas de pastagem tem se apresentado de forma intensa verificando-se no ano de 1987 menos de 30% da área da bacia ocupada por pastagem; em 1995 a área ocupada por essa atividade é de 41%; em 2000 chega a 49% e no ano de 2007 alcançou 51% da área total da bacia **(Gráfico 5.10)**.



**Gráfico 5.10- Bacia do rio Salobra: Áreas de pastagem do período estudado**

No intervalo de vinte anos observa-se um comportamento um pouco peculiar no que diz respeito a áreas de vegetação por manter-se praticamente constante nos dois primeiros anos analisados (1987-1995), pois a diferença de um ano para outro não ultrapassa 1%; a perda significativa das áreas de mata e floresta ocorre no ano 2000 no qual a perda de áreas com mata é de aproximadamente 13% quando comparado com o ano de 1995. (Gráfico 5.11).

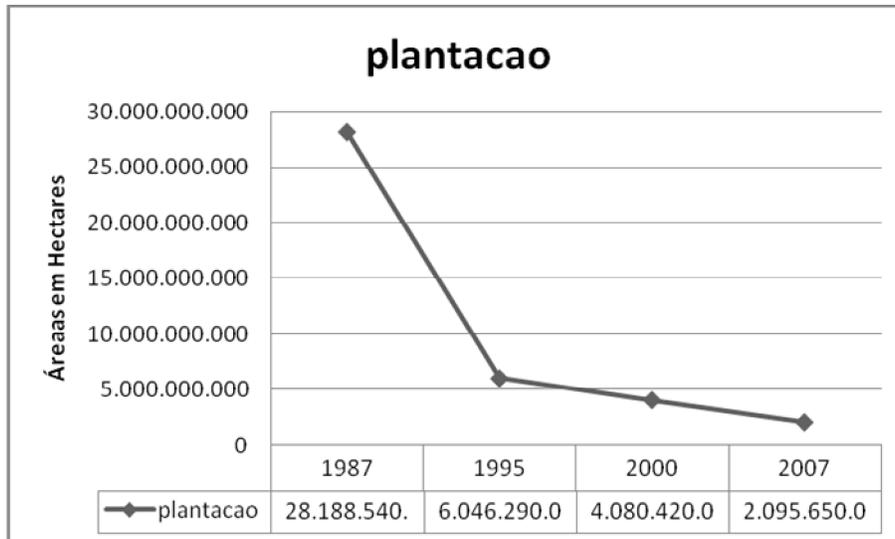


**Gráfico 5.11- Bacia do rio Salobra: Áreas de mata/floresta do período estudado**

Em 2007 é possível observar que houve um aumento das áreas de mata/floresta se comparado com o ano de 2000, pois nesse ano apresentou 43% da área da bacia ocupada por mata/floresta e no ano de 2007 chegou a 46%.

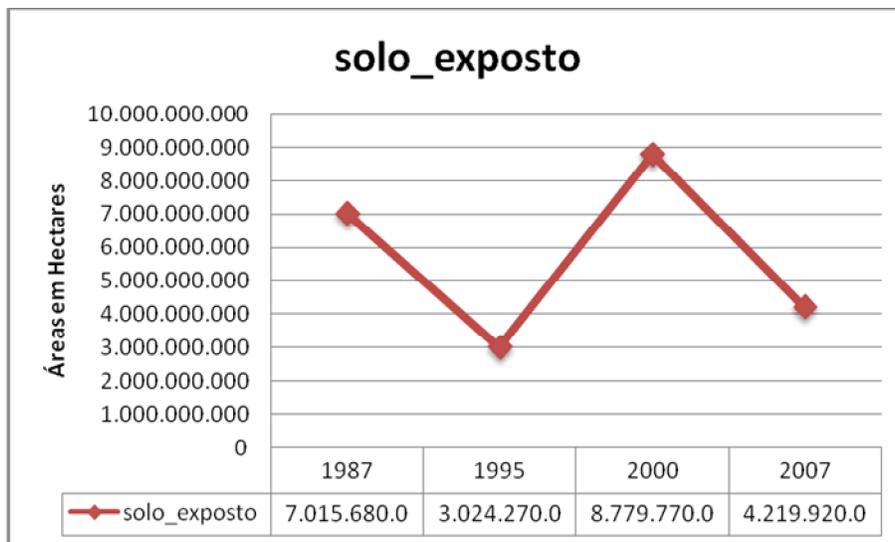
Esse aumento na área de vegetação por ser associado à regeneração que ocorre naturalmente na vegetação em áreas que deixaram de ser utilizadas para algum tipo de atividade.

Tratando-se dos demais usos do solo como plantação, áreas úmidas e solo exposto, verifica-se certa estabilidade com exceção da classe plantação que apresentou seu maior índice no mapa de uso do solo em 1987, que pode ser atribuído à implantação de assentamentos rurais na bacia e conseqüentemente uma mudança abrupta na dinâmica do uso do solo até esta implantação. (Gráfico 5.12)

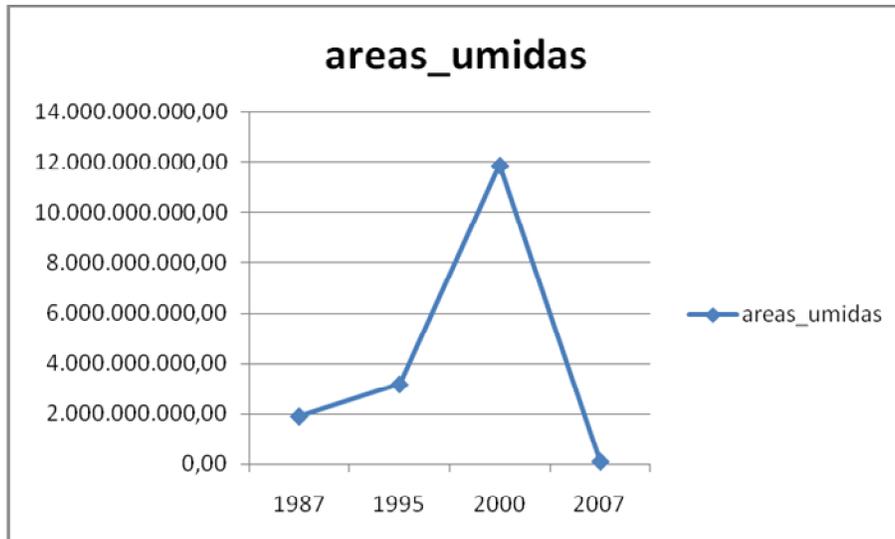


**Gráfico 5.12- Bacia do rio Salobra: Áreas de Plantação/Lavoura do período estudado**

A classe solo exposto manteve-se entre 1% e 3% no decorrer dos anos analisados; a classe áreas úmidas é que teve uma variação um pouco mais significativa variando de 0,4% (2007) a 5,11% (2000). Esta variação pode ser explicada pela diferença de período seco e chuvoso em que foram obtidas as imagens do satélite, como no caso do ano 2000 (Gráfico 5.13 e 5.14).



**Gráfico 5.13- Bacia do rio Salobra; Áreas de solo exposto do período estudado**



**Gráfico 5.14- Bacia do rio Salobra Áreas de úmidas do período estudado**

De acordo com os resultados apresentados, é possível visualizar na Bacia Hidrográfica do Rio Salobra o processo denominado “ruralização” (Silva et al. 2007), processo no qual uma área sofre alterações ocasionadas pela ação antrópica; o melhor exemplo desse processo são as áreas anteriormente ocupadas por vegetação natural e transformadas em áreas de pastagem ou alguma cultura agrícola. **(Figura 5.16).**

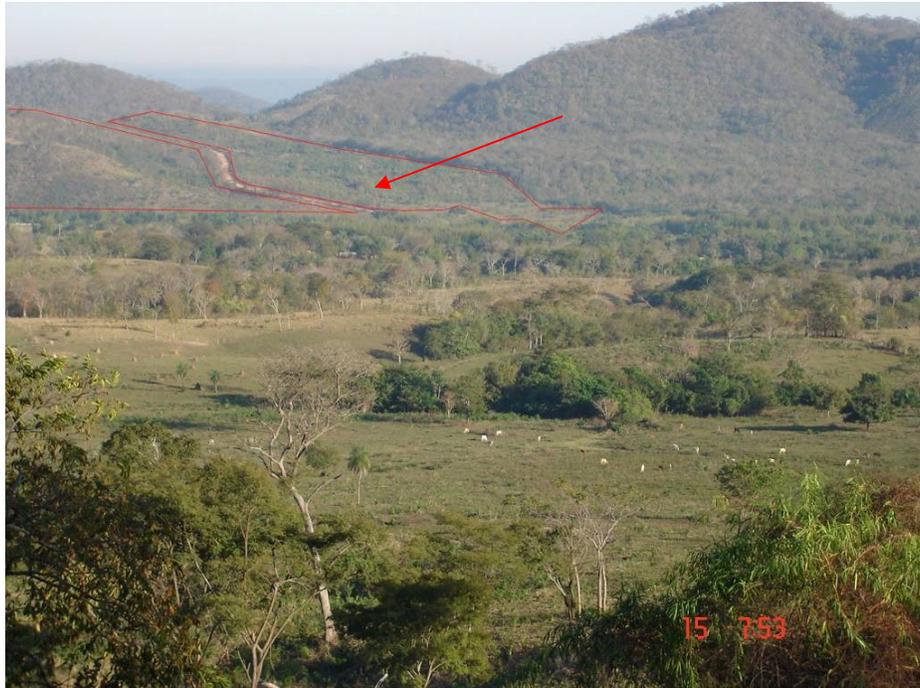


Figura 5.16 - Vale da bacia hidrográfica do Rio Salobra: Observa-se em destaque a substituição da vegetação natural por pastagem nas encostas da serra. (Coordenadas UTM: 0531148; 7727517 – Alt. 334 m). Fonte: Levantamento de campo Julho de 2006.

#### 5.4- Análise da Declividade do Terreno da bacia hidrográfica do Rio Salobra

Uma das variáveis correlacionadas ao uso do solo foi o gradiente do terreno do qual foi gerado mapa de declividade com intervalos das classes determinados, de acordo com a Embrapa (1999) de 0 a 3 % - relevo plano, 3 a 8% - relevo suave-ondulado, 8 a 20% relevo ondulado, 20 a 45% relevo fortemente ondulado e >45% relevo montanhoso. **(Figura 5.17 e Tabela 1).**

**Classe 1** – com declividade correspondente até 3%, compreende as áreas planas ou quase planas de planícies e terraços fluviais com altitudes apresentadas normalmente entre 180 e 80 metros, não apresentam empecilhos a utilização de máquinas agrícolas, esta classe de declividade ocupa 56,45% da área total da bacia do Rio Salobra.

**Classe 2-** com declividade entre 3 e 8%, está distribuída em 13,90% da área da bacia, esta classe compreende as áreas de relevo suave-ondulado, permitem a utilização agrícola, sendo considerados aptos a culturas anuais.

**Classe 3-** corresponde as declividades entre 8 e 20%, engloba as áreas de relevo ondulado, nesta classe o relevo pode dificultar a utilização agrícola, estas áreas requerem

medidas conservacionistas mais criteriosas para o uso do solo, esta classe corresponde á 14,78% da área da bacia.

**Classe 4-** está compreendida entre declividades de 20 e 45%, representam as áreas de morros de relevo fortemente ondulado e dissecado, nestas áreas o uso do solo pode comprometer a estabilidade das vertentes e acelerar o processo erosivo na mesma, a Classe 4 é verificada em 11,63% da área da bacia .

**Classe 5-** com declividade superior a 45% são englobadas as áreas de morros alongados com serras locais de relevo montanhoso e escarpado, são altamente susceptíveis a erosão e não adequados a qualquer utilização agrícola, é a classe que apresenta menor área (3,24%) na bacia do Rio Salobra, mas é a Classe que associada á alguns tipos de uso do solo podem causar mais danos as vertentes e consequentemente a bacia como um todo. (**Gráfico 5.15**).

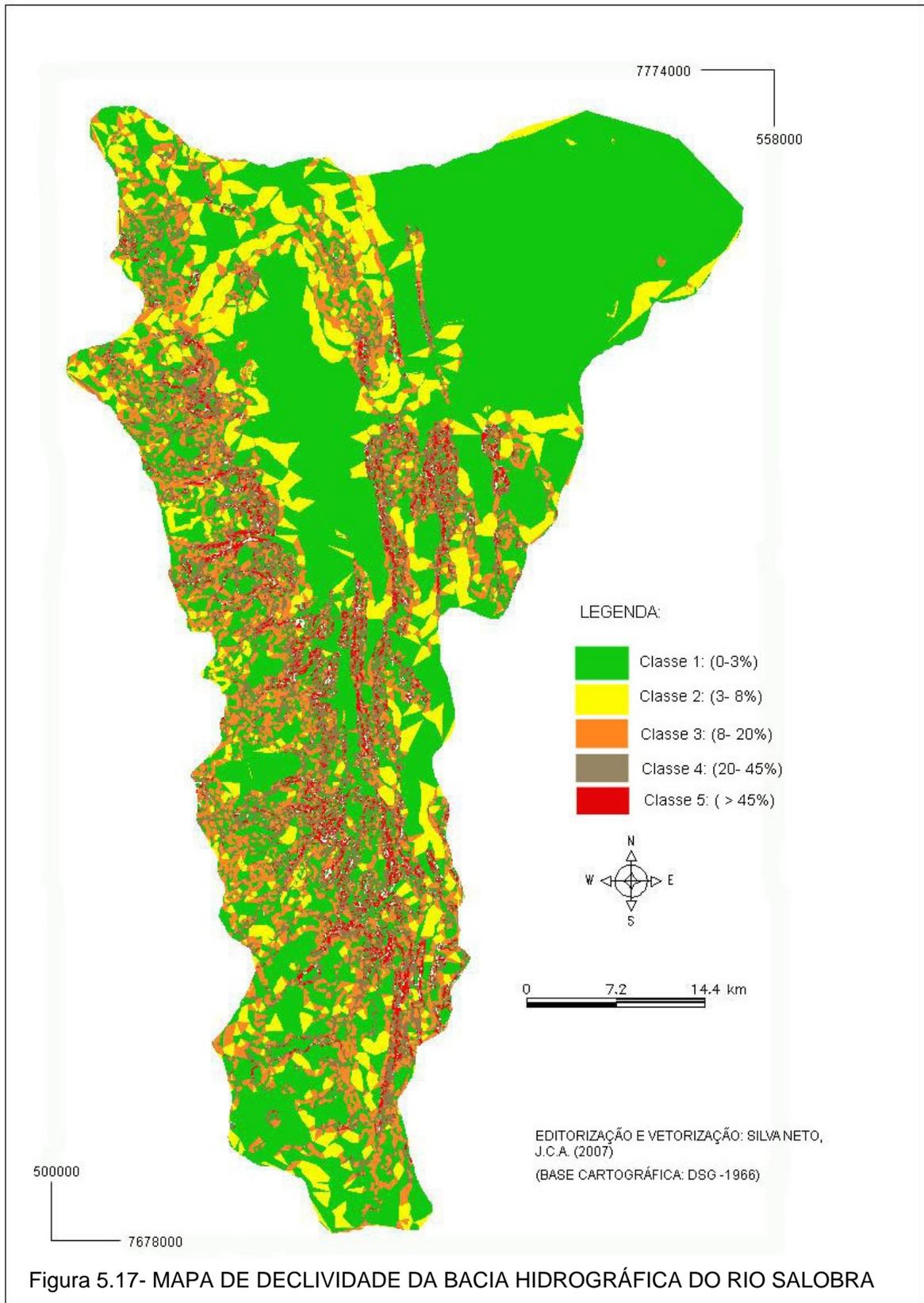
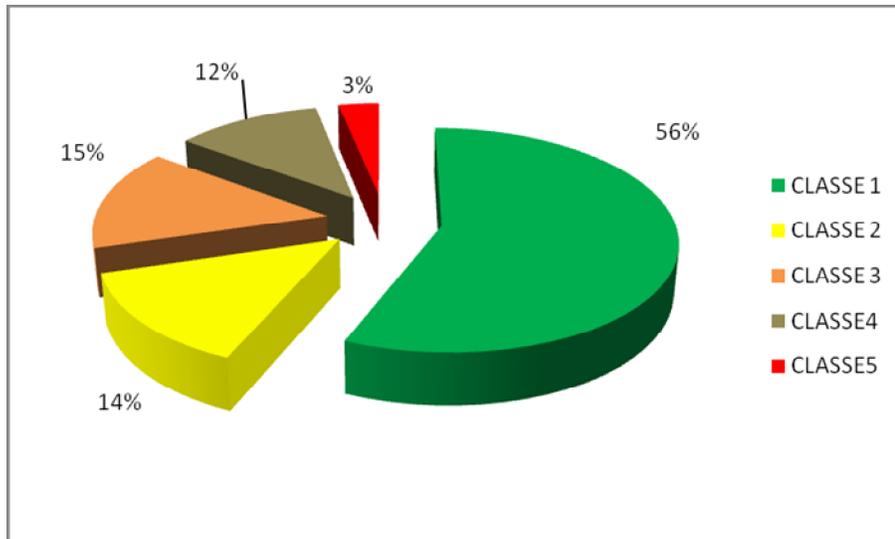


Figura 5.17- MAPA DE DECLIVIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SALOBRA



**Gráfico 5.15- Classes de Declividade da bacia hidrográfica do Rio Salobra.**

**Tabela 5.0 - Classificação do relevo a partir das classes de declividade da bacia hidrográfica do Rio Salobra.**

Faixas de Declividade	Característica do relevo	Área em hectares	Área em porcentagem
1 (0 – 3 %)	Plano	129.386.25	56,45%
2 (3 – 8 %)	Suave ondulado	31.857.12	13,90%
3 (8 – 20 %)	Ondulado	33.879.42	14,78%
4 (20 – 45 %)	Forte ondulado	26.668.80	11,63%
5 (> 45 %)	Montanhoso	7.430.31	3,24%

(Fonte: BINDA & BERTOTTI (orgs.) 2007 e Adaptado por SILVA NETO, 2007)

## 5.6- Correlações do Uso do Solo e Declividade

A partir de dados obtidos por meio do comando tabulação cruzada no SIG Spring 4.3.3, foram correlacionadas as classes de declividade com as de uso do solo dos anos de 1987, 1995, 2000 e 2007, sendo possível observar alguns aspectos de vulnerabilidade na bacia hidrográfica, no qual o tipo de uso do solo associado á diferentes classes de declividade pode acarretar comportamentos diferenciados no que diz respeito aos processos erosivos na bacia hidrográfica do Rio Salobra. (Tabelas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4).

Nos anos de 1987 e 2007 as áreas de pastagem com declividade entre 0 a 3%, constatou-se um aumento gradativo de mais de 300 mil hectares; nas classes de declividade entre 3 a 8% no qual houve um aumento de 60 mil hectares das áreas de pastagem. Na classe de declividade de 8 a 20% houve um aumento de mais de 50 mil hectares; na classe de declividade de 20 a 45% o aumento das áreas de pastagem chegaram a quase 60 mil hectares. Resultado mais preocupante com relação aos processos erosivos é a classe com declividade acima de 45% no qual houve um aumento de mais de 22 mil hectares quando comparados os anos de 1987 e 2007. Este valor corresponderia a um aumento de quase 300% da área ocupada no ano de 1987.

Inversamente, observou-se uma diminuição das áreas de mata (floresta), cerca de 70 mil hectares na classe de 0 a 3% entre os anos de 1987 e 2007, mas, o ano de 2000 apresentou a redução mais representativa, 108 mil hectares. Na classe de 3 a 8% a diminuição mais significativa também ocorreu no ano de 2000 de cerca de 30 mil hectares; na classe seguinte (8 a 20%) verifica-se a diminuição de aproximadamente 25 mil hectares; na classe de 20 a 45% a redução das áreas de mata (floresta) foi observada no ano de 2000 chegou á aproximadamente 90 mil hectares; na classe acima de 45% novamente no ano de 2000, foi o que mais apresentou a redução de Mata (floresta), aproximadamente 30 mil hectares.

A classe de uso do solo “Plantação” apresentou a variação mais significativa no ano de 1987 quando alcançou a maior área em hectares. Nos anos seguintes analisados observa-se uma redução abrupta deste tipo de uso do solo em todas as classes de declividade.

Quanto ao solo exposto o ano 2000 apresentou maior área em hectares em quase todas as classes de declividade, exceto na de 0 a 3% que apresentou área muito próxima à do ano de 1987 (diferença de pouco mais de 1 hectare).

De modo geral na bacia hidrográfica do Rio Salobra é averiguada a diminuição de áreas sem problemas especiais de conservação dos solos, e das áreas que não apresentam vulnerabilidade quanto aos processos erosivos por apresentar declividade entre 0 e 20% para os tipos de uso mata e áreas úmidas, e com declividades entre 0 e 3% no caso da pastagem.

No entanto percebe-se um aumento das áreas que podem apresentar problemas simples de conservação e quanto aos processos erosivos por apresentar declividade entre 3 a 20% para as áreas de pastagem principalmente nos anos de 2000 e 2007.

**Tabela 5.1- Tabulação Cruzada Uso do Solo (1987)X Declividade**

	classe 1 (0-3%)	classe 2 (3-8%)	classe 3 (8-20%)	classe 4 (20-45%)	classe 5 (< 45 %)
<b>Mata</b>	616.038	138.630	223.410	205.027	57.755
<b>Plantação</b>	204.386	37.926	19.549	12.477	3.256
<b>solo exposto</b>	41.859	11.887	10.408	3.969	1.053
<b>Pastagem</b>	425.466	129.684	83.504	40.072	8.147
<b>áreas úmidas</b>	6.109	441	1.918	5.139	4.089

**Tabela 5.2- Tabulação Cruzada Uso do Solo (1995)X Declividade**

	classe 1 (0-3%)	classe 2 (3-8%)	classe 3 (8-20%)	classe 4 (20-45%)	classe 5 (< 45 %)
<b>Mata</b>	616.250	139.803	220.239	194.400	52.650
<b>Plantação</b>	43.830	9.081	3.958	2.625	492
<b>solo exposto</b>	16.353	5.010	5.283	2.205	732
<b>Pastagem</b>	607.057	163.852	105.966	58.638	13.795
<b>áreas úmidas</b>	10.368	822	3.345	8.815	6.633

**Tabela 5.3- Tabulação Cruzada Uso do Solo (2000)X Declividade**

	classe 1 (0-3%)	classe 2 (3-8%)	classe 3 (8-20%)	classe 4 (20-45%)	classe 5 (< 45 %)
<b>Mata</b>	508.273	108.175	165.281	118.537	27.315.
<b>Plantação</b>	32.509	3.079	2.388	2.061	512
<b>solo exposto</b>	41.858	17.670	15.910	8.915	2.337
<b>Pastagem</b>	668.221	186.172	139.986	104.317	26.845
<b>áreas úmidas</b>	42.997	3.472	15.225	32.855	17.292

**Tabela 5.4- Tabulação Cruzada Uso do Solo (2007)X Declividade**

	classe 1 (0-3%)	classe 2 (3-8%)	classe 3 (8-20%)	classe 4 (20-45%)	classe 5 (< 45 %)
<b>Mata</b>	533.215	120.357	195.530	166.052	43.495
<b>Plantação</b>	17.469	1.445	792	650	98
<b>solo exposto</b>	27.472	7.604	4.520	1.963	241
<b>Pastagem</b>	714.802	189.149	137.941	98.000	30.448
<b>áreas úmidas</b>	900	14	0.81	18	19



Figura 5.18: Processo erosivo em áreas de pastagem com vertentes de declividade acentuada. (fonte: levantamento de campo em Outubro de 2008).

### **5.7 - Susceptibilidade Preliminar á Erosão Laminar**

Para que fosse feito o cruzamento das classes de erodibilidade (Figura 5.19) e declividade adaptou-se a metodologia já citada, no qual se manteve as cinco classes de erodibilidade dos solos, mas foi acrescentada uma classe de declividade. Esta opção, pelo acréscimo de uma classe, se justifica pelo fato da área de estudo apresentar relevo bastante acidentado exigindo assim classes que fossem além de 20% de declividade.

O resultado de suscetibilidade preliminar á erosão laminar foi alcançado por meio do comando tabulação cruzado, possibilitando a quantificação das áreas em hectares na

bacia hidrográfica do Rio Salobra, que apresentam os diferentes níveis de suscetibilidade (Figura 5.20).

**CLASSE I:** Nesta classe representando 24% da área da bacia, caracterizada como Extremamente Suscetível em que apresentam terrenos com presença de problemas complexos de conservação, apresentou solo com grau de erodibilidade Muito Forte em declividades entre 8-20%, 20-45% e maiores que 45% e grau de erodibilidade Forte com declividades entre 20-45% e superiores a 45%, que deveriam ser indicadas para preservação ou para reflorestamento. (Gráfico- 5.17).

**CLASSE II:** Nesta classe ocupando 30% da área da bacia do Rio Salobra ressaltando a Classe Muito Suscetível, sendo caracterizada pelos terrenos com aspectos de problemas complexos de conservação; apresentou solo com grau de erodibilidade Muito Forte em declividades entre 0-3% e 8-3%; Forte em declividade entre 8-20%, e em solo com nível de erodibilidade Moderado com declividades entre 20-45% e superiores a 45%, sendo razoavelmente favoráveis à ocupação por pastagem e culturas perenes.

**CLASSE III:** Esta classe foi verificada em 13% da área da bacia e caracterizou-se como Moderadamente Suscetível, por apresentar terrenos com presença de problemas complexos de conservação. Apresentou solos com grau de erodibilidade Forte com declividades entre 0-3% e 8-3%; Moderado com declividades entre 8-20%; grau de erodibilidade Baixo com declividades entre 20-45% e superiores a 45%, e grau erodibilidade muito baixo com declividades superiores a 45%. As áreas que representam esta classe deveriam ser ocupadas por pastagem e culturas perenes.

**CLASSE IV:** Apenas 8% da área da bacia do Rio Salobra é caracterizada como Pouco Suscetível por apresentar alguns problemas complexos de conservação. Caracterizam-se nesta classe os solos com grau de erodibilidade Moderado com declividades entre 0-3% e 8-3%; Baixo com declividades entre 3 e 20%, e Muito Baixo com declividade maior que 45%. São mais indicados à ocupação por pastagem e culturas perenes, e eventualmente a culturas anuais, porém quando utilizados com culturas anuais exigirá práticas intensivas de controle de erosão.

**CLASSE V:** Esta classe apresentou 25% da área da bacia, caracterizada como Pouco a Não Suscetível. Corresponde a terrenos sem problemas especiais de conservação, podendo ser utilizado para qualquer tipo de cultura quando apresentar classes de declividade Nula associada à erodibilidade Baixa quando apresentar

declividade Moderada; (20 a 8%) Ligeira; (8 a 3%) Nula; e (0 a 3%) associadas às classes de erodibilidade Muito Baixo. Corresponde a terrenos com problemas simples de conservação, podendo ser também utilizado com qualquer tipo de cultura, exigindo apenas práticas simples de controle da erosão.

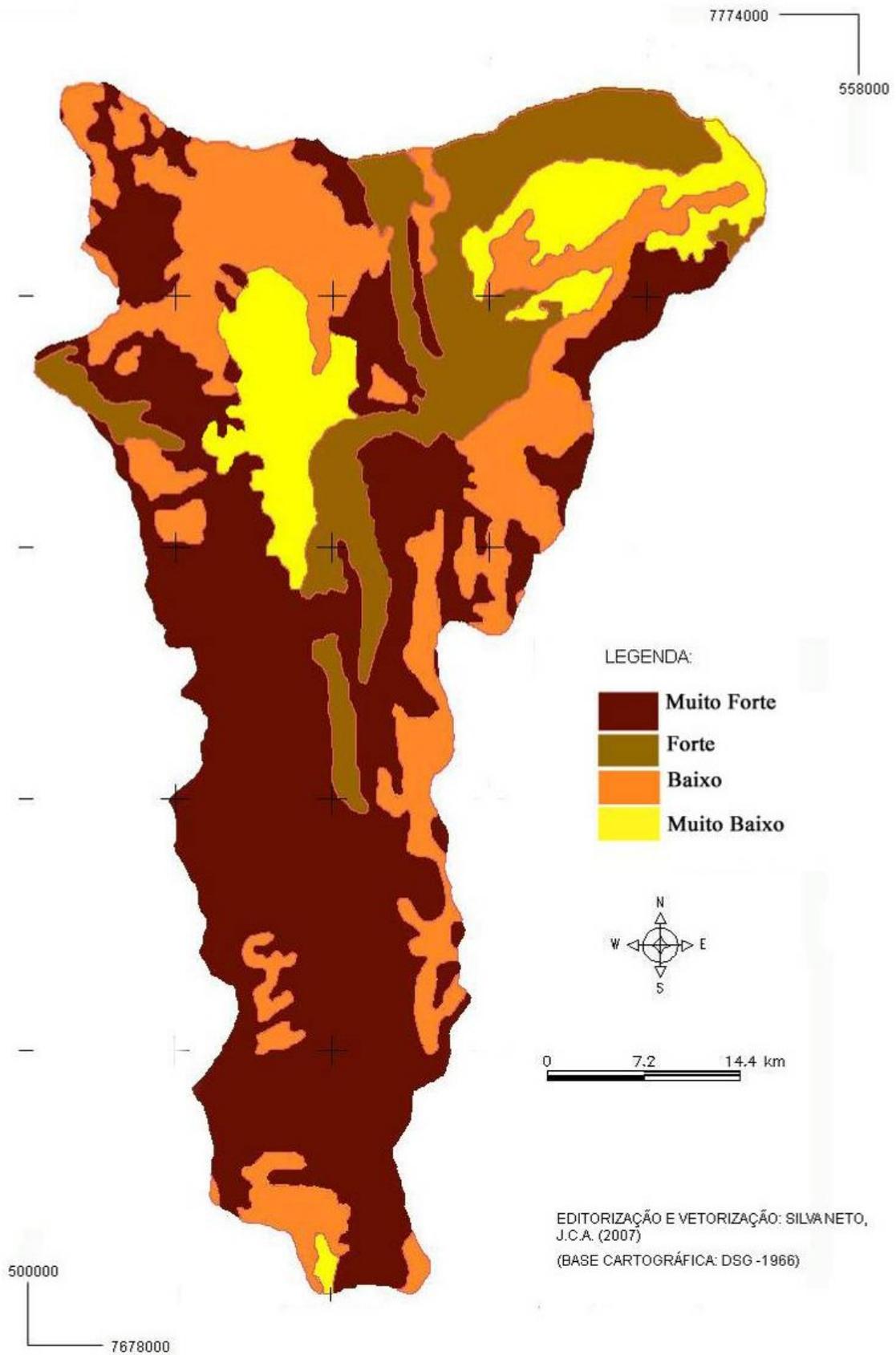
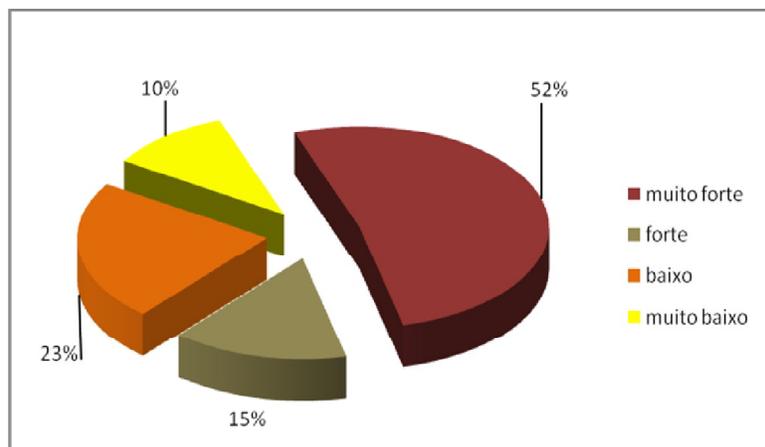


Figura 5.19- Classes de Erodibilidade dos solos da Bacia do Rio Salobra.

**Tabela- 5.5: Valores de erodibilidade dos solos da bacia hidrográfica do Rio Salobra, segundo PCBAP (1997).**

Nomenclatura Segundo Projeto Radam Brasil (1982)	Nomenclatura Segundo Embrapa (1999)	Símbolos	Bases	Fator K	Grau*	Área em %
Litólicos	Neossolos Litólicos	R	a-d-e	0,50	MF	2%
Terra Roxa Estrutura/Latossólica	Nitossolos	TSL	E	0,18	B	16%
Planossolo Solódico	Planossolos Hidromórficos	PLS	E	0,02	MB	3%
Regossolo	Neossolos Regolíticos	RE	a-e	0,43	MF	3%
Rendzina	Chernossolos Rêndzicos	RZ		0,43	MF	47%
Solonetz Solodizado	Planossolos Nátricos	SS		0,05	MB	5%
Vertissolos	Vertissolos	V		0,40	F	10%
Podzólico Vermelho-Amarelado	Luvissolos	PE		0,32	F	5%
Glei Pouco Húmico	Gleissolos	HGP	a-d-e	0,01	MB	2%
Brunizem avermelhado	Chernossolos Argilúvicos	BV		0,18	B	7%

a-álico, d- distrófico, e- eutrófico; MB- muito baixo, B- baixo, M- moderado, F- forte, MF- muito forte.



**Gráfico 5.16- Classes de Erodibilidade dos solos da Bacia do Rio Salobra**

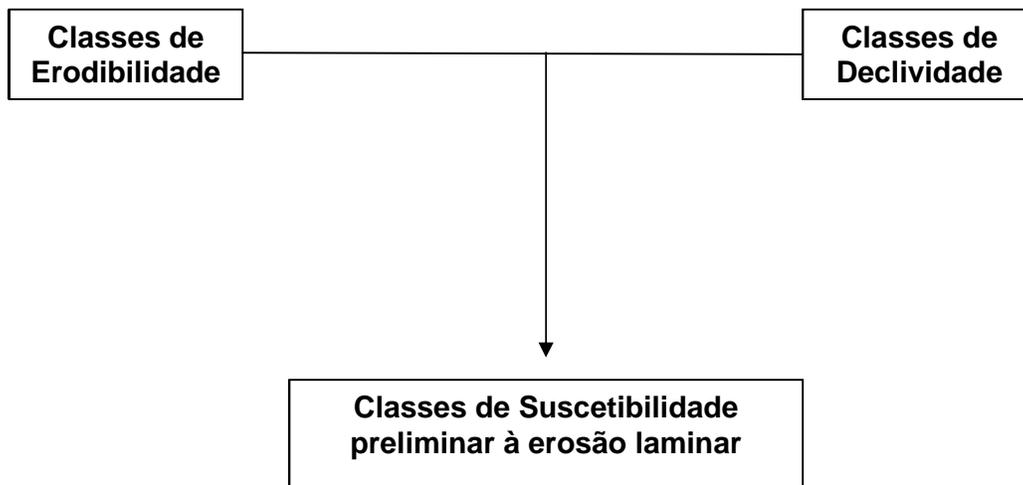


Figura -5.20: Esquema para definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar.

Tabela 5.6- Classes de susceptibilidade preliminar à erosão laminar

Classes de Erodibilidade	Classes de Declividade				
	classe (>45%)	classe (20-45%)	classe (8- 20%)	classe (3-8%)	classe (0-3%)
<b>Muito Forte</b>	63.752	226.098	259.246	158.400	513.437
<b>Forte</b>	2.138	7.606	9.243	24.285	250.301
<b>Baixo</b>	3.852	18.237	49.506	110.482	283.015
<b>Muito Baixo</b>	4.559	14.743	20.796	25.402	247.104

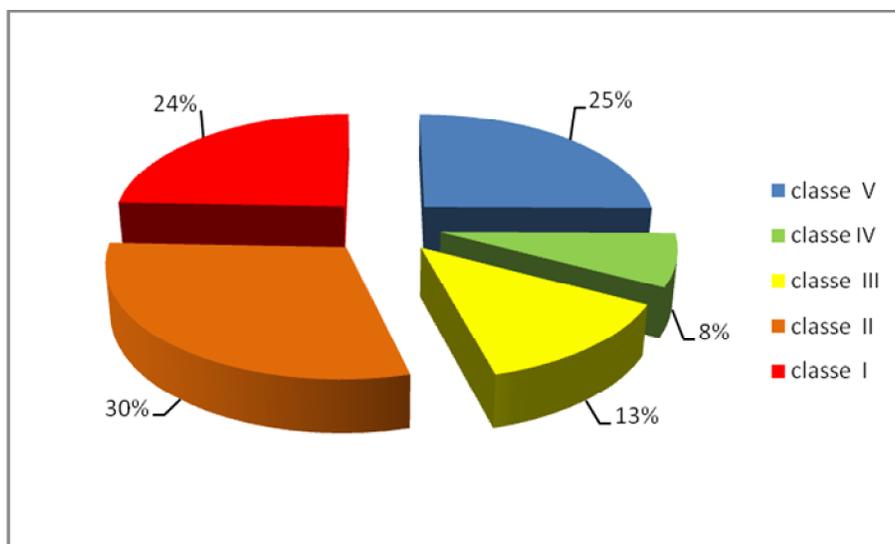


Gráfico 5.17- Classes de susceptibilidade preliminar à erosão laminar na bacia hidrográfica do Rio Salobra-MS.

Independentemente dos tipos de uso do solo a bacia hidrográfica do Rio Salobra apresentou uma área representativa (54%) com suscetibilidade preliminar entre Extremamente e Muito Suscetível. Esses resultados indicam a fragilidade da bacia quanto às características físicas como relevo (declividade) e tipos de solos (erodibilidade), que relacionados podem dar indícios da fragilidade desse ambiente.

Ressalva-se que em ambientes com altos níveis de suscetibilidade, a possibilidade de perda de solos e fertilidade aumenta conseqüentemente e a decadência desses ambientes levará à utilização de outras áreas anteriormente ocupadas por vegetação nativa, e áreas de florestas.

Esses tipos de utilização do solo em áreas com altos índices de suscetibilidade associados à falta de medidas conservacionistas, aceleram os processos erosivos desencadeando vários problemas relacionados às atividades que necessitam do solo como principal recurso para seu desenvolvimento, exigindo assim todas as novas áreas e tornando o uso do solo limitado quanto ao tempo de sua utilização.

### **5.8 - Correlação do Uso do Solo e Erodibilidade dos solos**

A partir da confrontação dos tipos de uso do solo e os níveis de erodibilidade dos solos foi possível analisar se os tipos de uso do solo podem desencadear problemas no que diz respeito aos processos erosivos.

De acordo com os níveis de erodibilidade os solos apresentam uma predisposição a erodirem, independentemente do tipo de uso que é feito desse solo.

A principal preocupação no que diz respeito aos usos do solo é enfatizar quais as classes de erodibilidade mais vulneráveis quando relacionada com os diferentes tipos de uso.

Assim destacamos plantação, pastagem e solo exposto associadas às classes de erodibilidade Forte e Muito Forte como as classes de uso que mais podem causar danos ao ambiente, na perspectiva dos problemas relacionados aos processos erosivos. (Tabelas 5.7, 5.8, 5.9, 5.10).

**Tabela 5.7- Tabulação Cruzada Uso do Solo (1987)X Erodibilidade**

	Mata	Plantação	Solo exposto	Pastagem	Áreas úmidas
<b>Muito forte</b>	700.071	85.316	36.738	391.983	20.009
<b>Forte</b>	75.890	62.317	9.646	148.322	2.396
<b>Baixa</b>	170.886	79.660	17.347	198.256	2.130
<b>Muito baixa</b>	130.359	64.833	8.221	114.155	2.826

**Tabela 5.8- Tabulação Cruzada Uso do Solo (1995)X Erodibilidade**

	Mata	Plantação	Solo exposto	Pastagem	Áreas úmidas
<b>Muito forte</b>	784.584	20.790	15.043	392.007	21.693
<b>Forte</b>	103.736	15.154	5.304	172.152	2.226
<b>Baixa</b>	193.477	16.228	7.813	247.397	3.364
<b>Muito baixa</b>	158.812	8.289	2.080	146.754	4.458

**Tabela 5.9- Tabulação Cruzada Uso do Solo (2000)X Erodibilidade**

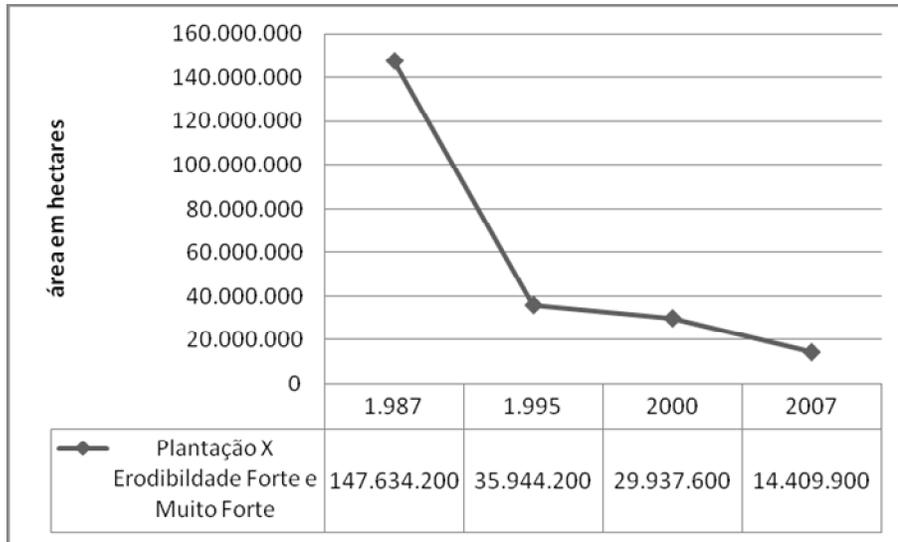
	Mata	Plantação	Solo exposto	Pastagem	Áreas úmidas
<b>Muito forte</b>	561.800	12.166	46.792	532.293	81.065
<b>Forte</b>	77.834	17.771	9.534.	185.169	8.263
<b>Baixa</b>	160.475	5.743	23.414	267.047	11.601
<b>Muito baixa</b>	136.176	5.122	8.055	153.262	17.777

**Tabela 5.10- Tabulação Cruzada Uso do Solo (2007)X Erodibilidade**

	Mata	Plantação	Solo exposto	Pastagem	Áreas úmidas
<b>Muito forte</b>	675.671	4.640.	19.397	534.140	269
<b>Forte</b>	88.096	9.769	7.716	192.809	181
<b>Baixa</b>	177.609	3.382	9.589	277.258	441
<b>Muito baixa</b>	130.842	3.164.	5.495	180.781	111

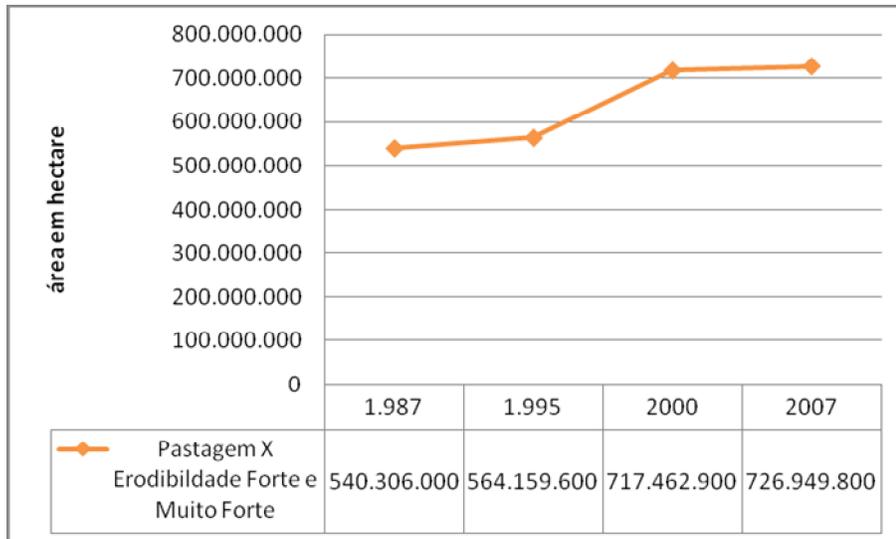
Na classe Plantação em solos com erodibilidade Forte e Muito Forte, observou-se significativa diminuição dessas áreas, assim como os resultados do mapeamento do uso

do solo. Esta classe reduziu abruptamente do ano de 1987 a 1995, em mais de 110.000 hectares, continuando nos anos seguintes (2000 e 2007), mas de forma menos significativa, menos de 16.000 hectares do ano de 1995 a 2007 (gráfico- 5.18).



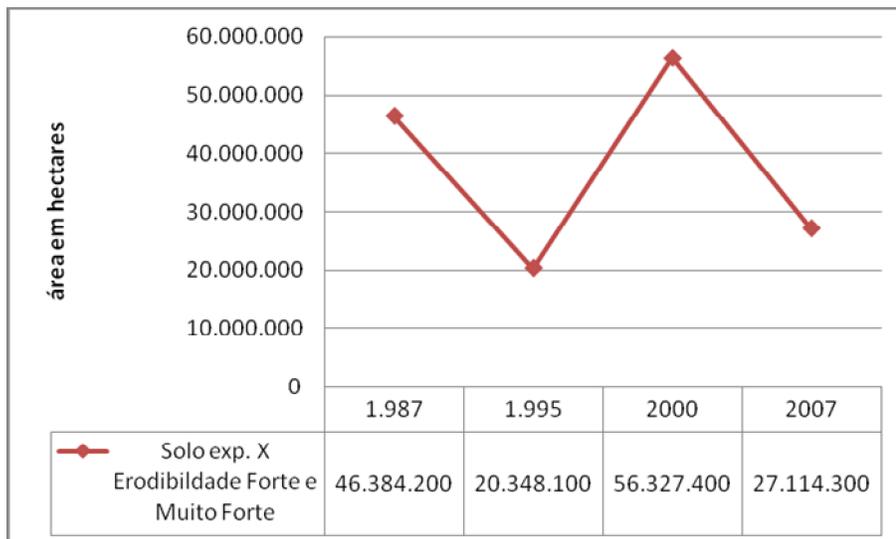
**Gráfico 5.18 – Bacia do rio Salobra: Correlação das classes de uso Plantação X Erodibilidade**

Na classe de uso Pastagem, em solos com erodibilidade Forte e Muito Forte, foi verificado um aumento gradativo dessas áreas no decorrer dos vinte anos estudados, mais de 220.000 hectares de 1987 a 2007. Nesta classe houve nos anos entre 1987 e 1995, o aumento de mais de 24.000 hectares. Nos anos seguintes 1995 a 2000 ocorreu o aumento mais significativo, 153.000 hectares, continuando a aumentar no ano de 2007, com 9.000 hectares (gráfico- 5.19).



**Gráfico 5.19 – Bacia do rio Salobra: Correlação das classes de uso Pastagem X Erodibilidade**

Na classe de uso Solo Exposto, em solos com erodibilidade Forte e Muito Forte, foi verificada uma variação dessas áreas durante o período estudado, a maior variação ocorreu no ano 1987 á 1995, no qual houve a redução de 26.000 hectares, de 1995 á 2000 verificou-se o aumento de mais de 36.000 hectares, de 2000 á 2007 novamente ocorreu significativa redução dessas áreas 29.000 hectares. (gráfico- 5.20).



**Gráfico 5.20– Bacia do rio Salobra: Correlação das classes de uso Solo Exposto X Erodibilidade.**

## **6- CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

Pensando em sustentabilidade do ambiente ligado à sua conservação, verificou-se a partir dos resultados alcançados que a bacia hidrográfica do Rio Salobra nos últimos vinte anos vem sofrendo alterações significativas nas características naturais da Paisagem, em decorrência da ação antrópica.

Pode-se verificar que a atuação antrópica se manifestando nas formas de utilização do solo, tem ocorrido em alguns espaços sem respeitar o suporte físico das características dos solos, e das formas do relevo.

A análise multitemporal permitiu constatar que no decorrer dos últimos vinte anos a do Rio Salobra apresentou um aumento das áreas com possíveis problemas complexos de conservação do solo quanto aos processos erosivos, por apresentar áreas de pastagem em declividade entre 20 e 45% e acima de 45% que seriam as classes de declividade que evidenciam uma maior problemática quanto aos processos erosivos.

Neste contexto observou-se um aumento nos últimos vinte anos das áreas de pastagem em declividades acima de 20%, aproximadamente 80.000 hectares; conseqüentemente aconteceu a redução das áreas de Mata em declividades acima de 20%, ultrapassando 50.000 hectares.

Foi verificado também o aumento neste período das áreas de Pastagem em solos com níveis de erodibilidade Forte e Muito Forte, mais de 180.000 hectares.

Os processos erosivos nas vertentes e margens dos canais de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Salobra, a intensidade deste processo podem ser atribuídos a ausência de vegetação primária e mata de galeria com utilização dessas áreas para fins da pecuária extensiva.

Os tipos de uso do solo revelam parte da dinâmica social e econômica da população de uma determinada região, tendo esta por sua vez um papel significativo no panorama da economia local. A bacia hidrográfica do Rio Salobra é vista na modalidade de exploração econômica potencial de recursos naturais, mas deveria ser vista com maior comprometimento nas políticas traçadas para região, uma vez verificam-se nela áreas de evidente fragilidade ambiental, como por exemplo, as áreas com relevo acidentado e áreas com declividade imprópria para uso do solo que são desmatadas e utilizadas como áreas de pastagem (Figura- 5.21, 5.22).



Figura 5.21 – Área de desmatamento da encosta com declividade acentuada, para utilização da pecuária. Fonte: Levantamento de campo Setembro de 2007.



Figura 5.22 – Processo erosivo nas encostas, associado á declividade acentuada e a ausência de cobertura vegetal. (Fonte: Levantamento de campo Julho de 2006.

Tratando-se da sustentabilidade de um ambiente, é preciso se considerar as áreas de onde são retirados os recursos naturais justificado em prol do crescimento econômico de uma determinada região, e como esta produção afeta o fornecimento desses recursos.

No caso da Bacia do Rio Salobra constata-se a representatividade das áreas de pastagem, anunciando a principal atividade desenvolvida, a pecuária, que pode também ser vista na modalidade de monocultura.

Este processo torna-se preocupante no sentido que a sustentabilidade se distancia a cada momento, uma vez que a diversidade na produção seguida de medidas conservacionistas do ambiente seria também um indicador de sustentabilidade. Desse modo na Bacia do Rio Salobra é averiguada uma contraposição a essa idéia, uma vez que não ocorre uma heterogenização das atividades produtivas da área e nem a preocupação com medidas conservacionistas, no qual os tipos de usos tornam vulneráveis os solos em áreas cada vez maiores, podendo gerar vários problemas de cunho sócio-ambiental.

Os reflexos dos danos causados pelo uso inadequado poderão ser percebidos na própria produção, uma vez que atividades produtivas que utilizam o solo como principal recurso necessitam de solos férteis para seu desenvolvimento, e a redução da fertilidade significam maiores gastos com ações corretivas.

De acordo com a realidade analisada é preciso repensar alguns tipos de uso na bacia hidrográfica do Rio Salobra, fazendo-se necessário a adoção de medidas que visem à conservação, além da preocupação com as áreas com declive acentuado que exigem cuidados especiais durante o uso tornando-se desaconselhável, por exemplo, a substituição de vegetação primária por áreas de pastagem.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

ALMEIDA, F. F. M. **Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso)**. Ministério das Minas e Energia (DNPM), Boletim Nº 219. Rio de Janeiro. 1965.

ALMEIDA, Márcia Ajala. **Política de desenvolvimento e estruturação do espaço regional da área da Bodoquena em Mato Grosso do Sul**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, Campus de Presidente Prudente, 2005.

ARAÚJO, H. J. T. (et al). Geologia In: **Levantamento de Recursos Naturais, Vol.28**, Folha SF. 21 CAMPO GRANDE, PROJETO RADAM BRASIL, Ministério das Minas e Energia: Secretaria-Geral. Rio de Janeiro. 1982.

ALVARENGA, S.M (et al). Geomorfologia In: **Levantamento de Recursos Naturais Vol.28**, Folha SF. 21 CAMPO GRANDE, PROJETO RADAM BRASIL, Ministério das Minas e Energia: Secretaria-Geral. Rio de Janeiro. 1982.

BELTRAME, Ângela da Veiga; **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: Modelo e Aplicação**. Florianópolis : Editora da UFSC, 1994.

BERMAN, Marshall; **TUDO QUE É SÓLIDO DESMANCHA NO AR: A aventura da modernidade**, São Paulo, Editora Companhia das Letras, 16º reimpressão, 1999.

BERNALDEZ, Fernando Gonzalez; **Ecologia y Paisaje**, 1ª Ed. Española, Madrid: H. Blume Ediciones; 1981.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piraciaba: Livreceres, 1985.

BIGARELLA, J. J; MOUSINHO, M. R; e DA SILVA, J. X; Considerações a Respeito da Evolução das Vertentes; In: **Boletim Paranaense de Geografia**, Nºs 16 e 17; Publicação organizada sob os auspícios da Universidade do Paraná; Julho de 1965.

BINDA, Andrey Luis & BERTOTTI, Luiz Gilberto. Geoprocessamento aplicado á análise da bacia hidrográfica do Rio Cachoeirinha, Guarapuava-PR. In: **Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Natal- RN, Julho de 2007.

BOGGIANI, Paulo César, **Análise Estratigráfica da Bacia Corumbá (Neoproterozóico) – Mato Grosso do Sul**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar da Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências; São Paulo, 1997.

Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J; **"SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling"**; Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CASTRO, José F. M. e VIADANA, Adler G; A relevância da cartografia nos estudos de bacias hidrográficas: o exemplo da bacia do Rio Corumbataí; In: **Geografia (Associação da Geografia Teórica)**; Rio Claro, SP. V.27, nº 3. p. 157-169, Dezembro, 2002.

CHRISTOFOLETTI, Antônio; **Análise de Sistemas em Geografia (Introdução)**; São Paulo – Hucitec: Ed. Universidade de São Paulo, 1979.

\_\_\_\_\_ ; Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1999.

\_\_\_\_\_ ; A inserção da Geográfica na política de desenvolvimento sustentável; In: **Geografia (Associação da Geografia Teórica)**; Rio Claro, SP. V.18, nº 1. Abril 1993.

\_\_\_\_\_ ; A significância da densidade de drenagem para a análise Geomorfológica. In: **Boletim de Geografia Teórica**, Volume 13, nº 26, p. 27-53. Rio Claro, SP; 1983.

\_\_\_\_\_ ; **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1980.

CLAVAL, Paul; A Geopolítica e o Desafio do Desenvolvimento Sustentável; In: BECKER, K. Bertha e MIRANDA, M. **A Geografia do Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1997.

CORRÊA, J. A. et al. **Geologia das Regiões Centro e Oeste de Mato Grosso do Sul (Projeto Bodoquena)**. Ministério das Minas e Energia (DNPM), Série Geologia Nº 6, Seção Geologia Básica Nº 3. Brasília. 1979.

COSTA, N. M. C. da & XAVIER DA SILVA, J. Geoprocessamento Aplicado á Criação de Planos de Manejo: O Caso do Parque Estadual da Pedra Branca – RJ, In: XAVIER DA SILVA, J. & Z Aidan, R. T. (orgs.) **Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações**; Rio de Janeiro, Editora Bertand Brasil, 2004.

CUNHA, Márcio Angelieri (coord.) – **Ocupação de encostas**; São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas, 1991.

DE BIASI, Mário; A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção; In: **Revista do Departamento de Geografia**, nº 6, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP. São Paulo, SP, 1992.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, 1999.

ESTEVES, Francisco A; **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro - RJ, 2ª Edição; Interciência Editora; 1998.

FLORENZANO, Teresa Gallotti; **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FORTES, Edison; **Geomorfologia do Baixo curso do Rio Ivinhema, MS: uma abordagem morfogenética e morfoestrutural**. Tese de Doutorado apresentada a Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas; Campus de Rio Claro, 2003.

FRANCISCO, C. de Francisco. **Aplicação da Teoria do Desenvolvimento Sustentável no Uso e Ocupação da Terra na Região de Ribeirão Preto - São Paulo**. Extratos da Tese de Doutorado Apresentado ao Departamento de Geografia na UNESP/ IGCE, 1996.

FURTADO. P. P. (et al). Vegetação - Estudo Fitográfico In: **Levantamento de Recursos Naturais Vol.28**, Folha SF. 21 CAMPO GRANDE, PROJETO RADAM BRASIL, Ministério Das Minas E Energia: Secretaria-Geral. Rio de Janeiro, 1982.

GIOMETTI, Analúcia B. dos Reis e GARCIA, Gilberto J; Análise Morfométrica e Hidrográfica da Bacia do Rio Jacaré Pepira (SP); In: **Geografia (Associação da Geografia Teórica)**; Rio Claro, SP. V.19, nº 2. Outubro, 1994.

GUERRA, Antonio Teixeira; **Recursos Naturais do Brasil (Conservacionismo)**, Biblioteca de Geografia Brasileira Publicação (IBGE) nº 25 Série A, Rio de Janeiro, 1969.

\_\_\_\_\_ ; **Dicionário Geológico e Geomorfológico**, Rio de Janeiro, IBGE, Edição 8ª, 1993.

GUERRA, Antonio J. Teixeira; O início do processo erosivo. In: GUERRA, Antonio J. Teixeira; SILVA, Antonio. S. da; e BOTELHO, Rosângela G. M; (Orgs.) **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio Janeiro Editora Bertrand Brasil, 2005.

GUERRA, Antônio J. Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista. **Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos**, Rio de Janeiro, Editora Bertand Brasil, 1994.

\_\_\_\_\_. (Org). **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**, Rio de Janeiro, Editora Bertand Brasil, 2002.

GUERRA, Antonio J. Teixeira; e MENDONÇA, Jane K. Silva, Erosão dos Solos e a Questão Ambiental; In: GUERRA, Antonio J. Teixeira; e VITTE, Antonio Carlos (org.); **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**; Rio Janeiro Editora Bertrand Brasil, 2004.

GUIMARÃES, Roberto P; Desenvolvimento sustentável: da retórica á formulação de políticas públicas. In: BECKER, K. Bertha e MIRANDA, M; **A Geografia do Desenvolvimento Sustentável**; Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1997.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): **Catálogo de Imagens LANDSAT TM 7**; (<http://www.dgi.inpe.br/>).

JUNK, Wolfgang J. Capacidade Suporte de Ecossistemas: Amazônia como estudo de caso; In: TAUKE-TORNISIELO, Sâmia M, et al (Org.); **Análise Ambiental: estratégias e ações**; Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais – UNESP, 1995.

KARMANN, Ivo; BOGGIANI, Paulo César; SALLUN FILHO, William; Paisagens Cársticas da Serra da Bodoquena (MS), Cap. XXV, In: MANTESSO NETO, Virgínio, *et al.* (orgs.) **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo, Editora Beca, 2004.

KOFFLER, Natálio F; Carta de Declividade da Bacia do Rio Corumbataí para Análise Digital (SIG). In: **Geografia (Associação da Geografia Teorética)**. Rio Claro, SP. V.19, nº 2. Outubro, 1994.

\_\_\_\_\_. Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicada ao Mapeamento de Solos; In: **Geografia (Associação da Geografia Teorética)**; Rio Claro, SP. V.18, nº 2. Outubro, 1993.

LACERDA FILHO, Joffre V. et al. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul**, Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. CPRM- Serviço Geológico do Brasil, Campo Grande – MS, 2006.

LEFF, Enrique; **As aventuras da Epistemologia Ambiental**, Tradução: Glória Maria Vargas; Rio de Janeiro, Editora Garamond, 2004.

\_\_\_\_\_; **Epistemologia Ambiental**, Tradução: Sandra Valenzuela; 3º Ed. São Paulo, Editora Cortez, 2002.

\_\_\_\_\_; **Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza**, Tradução: Luís Carlos Cabral; Rio de Janeiro, Editora Civilização Brasileira, 2006.

\_\_\_\_\_. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder**. Tradução: Lúcia Mathilde Endlinch Orth, 3º Edição, Petrópolis – RJ: Editora Vozes, 2001.

MACEDO, E. L. da R., Pedologia – Levantamento Exploratório de Solos In: **Levantamento de Recursos Naturais Vol.28**, Folha SF. 21 CAMPO GRANDE, PROJETO RADAM BRASIL, Ministério Das Minas E Energia: Secretaria-Geral. Rio de Janeiro, 1982.

MARTINS, J. de O. (Coordenador Geral). **Atlas Multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS. SEPLAN/IBGE, 1990.

MARQUES, Antônio F. Sá e Melo e MOURA, Lúcio do Carmo; Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável na Utilização da Terra, In: **Caderno de Geografia** Vol. 13, Nº 21, 2º semestre, Belo Horizonte: PUC Minas, p.77-92, 2003.

MARX, Karl (1818-1883) e ENGELS, Friedrich (1820-1895); **Manifesto do Partido Comunista** (Edição comemorativa de 150 anos), Bauru – São Paulo, Editora: Edipro – Série Clássicos, 1998.

MATO GROSSO DO SUL. **DECRETO Nº 10.633, DE 24 DE JANEIRO DE 2002**, Estabelece regime especial para pesca e navegação no Rio Salobra e no Córrego Azul, e dá outras providências.

MATO GROSSO DO SUL. **DELIBERAÇÃO CECA/MS Nº003, DE 20 DE JUNHO DE 1997**. Dispõe sobre a preservação e utilização das águas das bacias hidrográficas do Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), Instituto do Meio Ambiente Pantanal, **Relatório de Qualidade das Águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai, MS, 1996**. Campo Grande- MS, 2000.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), Instituto do Meio Ambiente Pantanal, **Relatório de Qualidade das Águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai, MS, 1999**. Campo Grande- MS, 2003a.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), Instituto do Meio Ambiente Pantanal, **Relatório de Qualidade das Águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai, MS, 2000**. Campo Grande- MS, 2003b.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), Instituto do Meio Ambiente Pantanal, **Relatório de Qualidade das Águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai, MS, 2001**. Campo- Grande MS, 2003c.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), Instituto do Meio Ambiente Pantanal, **Relatório de Qualidade das Águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai, MS, 2002**. Campo Grande- MS, 2004.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), Instituto do Meio Ambiente Pantanal, **Relatório de Qualidade das Águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai, MS, 2003**. Campo Grande MS, 2005.

MENDONÇA, Francisco. Diagnóstico e Análise Ambiental de Microbacia Hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. In: RA 'E GA: **O Espaço Geográfico em Análise**. Ed. UFPR. Nº 3. Ano III. 1999.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br>>. Acesso em: 1 set. 2008.

NIMER, E. & BRANDÃO, P.M. A. M. (Coordenadores). **Balanço Hídrico e Clima da Região dos Cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. p.93-95, 1989.

NOVO, Evelyn M. L. de Moraes; Utilização dos dados de Sensoriamento Remoto em Estudos Ambientais; In: **Geografia (Associação da Geografia Teórica)**; Rio Claro, SP. V.13, nº 25. Abril 1988.

OKA-FIORI, Chisato. **Geomorfologia e Dinâmica Temporo-Espacial da Bacia do Rio Itiquira: Pantanal Matogrossense- MT, MS**; Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geociências- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro, 2002.

OLIVEIRA, Márcia Divina e FERREIRA, Celso João; **Estudos Limnológicos para o Monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, Pantanal Sul**. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 54- EMBRAPA Pantanal; Corumbá, MS; Dezembro de 2003.

PARANHOS FILHO, A. C. **ANÁLISE GEO-AMBIENTAL MULTITEMPORAL: Estudo de Caso da Região de Coxim e da Bacia do Taquarizinho (MS- BRASIL)**. Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geologia com Área de Concentração em Geologia Ambiental. (Orientador Prof. Dr. Alberto Pio Fiori); UFPR. 2000.

**PCBAP – Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Volumes: I e II, Tomos I e II, Programa Nacional de Meio Ambiente – PNMA. 1997

PORTO GONÇALVES, Carlos W ; **Da Geografia às Geo-grafias: Um Mundo em Busca de Novas Territorialidades**. (2004). Disponível em: [www.cibergeo.org/agbnacional/documentos](http://www.cibergeo.org/agbnacional/documentos).

\_\_\_\_\_. **O Desafio Ambiental, (Os porquês da desordem mundial mestres explicam a globalização)**; Organização: Emir Sader, Rio de Janeiro: Record, 2004.

RODRIGUES, C. A Teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. In: **Revista do Departamento de Geografia da USP**, nº 14, p. 69-77; 2001.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; et al - **Geoeologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**; 2ª Ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

ROSS, Jurandir Luciano Sanches; **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental**; São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SACHS, Ignacy; **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**; Organização: Paula Ione Stroh; 4ª Edição, Rio de Janeiro, Editora Garamond, 2002.

SALOMÃO, F. X. T; Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, Antonio J. Teixeira; SILVA, Antonio S. da; BOTELHO, Rosângela G. M; (Orgs.) **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio Janeiro Editora Bertrand Brasil, 2005.

SAMPAIO LOPES, Eymar Silva. **SPRING Básico: TUTORIAL 10 Aulas - SPRING 4.2 (Versão Windows)**, Revisão: Hilcéa Santos Ferreira; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), Setembro de 2005.

SILVA, Alexandre M.; SCHULZ, Harry E. & CAMARGO, Plínio B.; **Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: Editora RIMA, 2ª Edição. 2007.

SILVA NETO, J. C. A. e GUIMARÃES, Valter; **Configuração do Ambiente Físico da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra-MS**; In: Anais do IV Seminário Latino de Geografia Física, Maringá, PR, 2006.

SILVA NETO, J. C. A, LEITE, E. F, GUIMARÃES, V. e SANTOS, R. M; **Suscetibilidade preliminar á erosão laminar da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra**. In.: Anais do IV Fórum Ambiental da Alta Paulista, Volume IV; 2008.

SUGUIO, Kenitiro; **Introdução á Sedimentologia**; São Paulo, SP: Editora Edgard Blucher Ltda; 1973.

\_\_\_\_\_ ; **Rochas Sedimentares**; São Paulo, SP: Editora Edgard Blucher Ltda; 1980.

VEIGA, José Eli da; **Cidades Imaginárias: O Brasil é menos urbano do que se calcula**, Editora Autores Associados, 2º Ed. Campinas, SP, 2003.

\_\_\_\_\_ ; **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**, Editora Garamond, 2º Edição; Rio de Janeiro, 2006.

ZACHARIAS, A. A. , FREITAS, M. I. C. e SANCHEZ, M. C., O Uso da Cartografia Digital na Elaboração de Cartas Morfométricas do Relevo: uma proposta metodológica. In: **Geografia (Associação da Geografia Teorética)**; Rio Claro, SP. V.30, nº 1. p. 37-57, jan/ abr. 2005.

ZAVATINI, João Afonso; **A dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul**. Tese de Doutorado apresentado para Universidade de São Paulo Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas Departamento de Geografia. São Paulo, 1990.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)