

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**



**USO DE GEOTECONOLOGIAS PARA GESTÃO DE  
ASSENTAMENTOS DE REFORMA AGRÁRIA**

***STEFANY RODRIGO OLIVEIRA SANTANA***

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais do Departamento de Hidráulica e Transporte, do CCET, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Antonio C. Paranhos Filho.

CAMPO GRANDE, MS

2006

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**USO DE GEOTECONOLOGIAS PARA GESTÃO DE  
ASSENTAMENTOS DE REFORMA AGRÁRIA**

***STEFANY RODRIGO OLIVEIRA SANTANA***

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais do Departamento de Hidráulica e Transporte, do CCET, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Antonio C. Paranhos Filho.

CAMPO GRANDE, MS

2006

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram nos meus estudos nunca deixando nada faltar, à minha companheira Fátima, pelo incentivo e compreensão e ao meu filho Caetano que suportou as minhas ausências.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à todos aqueles que tornaram possível a realização deste trabalho, principalmente às famílias assentadas, principais atores da minha dissertação.

- Aos meus colegas do INCRA, que disponibilizaram as informações necessárias sempre com grande desprendimento;
- A meus colegas de mestrado Martha, Jackeline e Claudia, onde realizávamos todas as tarefas das disciplinas;
- Ao pessoal do laboratório de geoprocessamento, Liliane, Thaís, Guilherme, Vivian e muitos outros que trabalharam no laboratório;
- Ao meu orientador que se tornou meu amigo, que sempre me incentivou e não me deixou esmorecer.

## SUMÁRIO

|         |                                                                                                |    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1       | Introdução.....                                                                                | 1  |
| 2       | Objetivos.....                                                                                 | 4  |
| 3       | Revisão Bibliográfica .....                                                                    | 5  |
| 3.1     | Solos .....                                                                                    | 5  |
| 3.1.1   | Conceito de Solos .....                                                                        | 5  |
| 3.1.2   | Formação do Solo .....                                                                         | 5  |
| 3.1.3   | Horizontes e Camadas do Solo .....                                                             | 6  |
| 3.1.4   | Características Morfológicas e Físicas do Solo .....                                           | 7  |
| 3.1.4.1 | Cor do solo .....                                                                              | 7  |
| 3.1.4.2 | Textura do solo .....                                                                          | 8  |
| 3.1.4.3 | Outras características morfológicas do solo .....                                              | 9  |
| 3.1.5   | Características Químicas do Solo .....                                                         | 10 |
| 3.2     | Solos de Mato Grosso do Sul .....                                                              | 11 |
| 3.3     | O Novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos .....                                      | 12 |
| 3.4     | A Qualidade dos Assentamentos de Reforma Agrária do Ponto de Vista Ambiental .....             | 15 |
| 3.5     | Aspectos Legais.....                                                                           | 17 |
| 3.6     | Geoprocessamento E Álgebra de Mapas .....                                                      | 20 |
| 3.7     | legenda de cobertura dos solos do Projeto CORINE.....                                          | 23 |
| 3.8     | Vulnerabilidade Ambiental.....                                                                 | 26 |
| 4       | Área de Estudo.....                                                                            | 29 |
| 5       | Materiais E Métodos.....                                                                       | 34 |
| 5.1     | Georreferenciamento das Imagens de Satélite.....                                               | 34 |
| 5.2     | Obtenção da Carta-Base .....                                                                   | 35 |
| 5.3     | Obtenção das Cartas Temáticas.....                                                             | 35 |
| 5.3.1   | Obtenção da Carta de Declividade .....                                                         | 36 |
| 5.4     | Obtenção da Carta de Cobertura do Solo A Partir de Imagens de Satélite .....                   | 38 |
| 5.5     | Controle de Campo .....                                                                        | 39 |
| 5.6     | Geração da Carta de Vulnerabilidade Ambiental.....                                             | 41 |
| 5.6.1   | Critérios para Atribuir Valores de Vulnerabilidade aos Temas (Geologia, Pedologia.....         | 41 |
| 5.6.1.1 | Geologia .....                                                                                 | 41 |
| 5.6.1.2 | Pedologia .....                                                                                | 42 |
| 5.6.1.3 | Declividade.....                                                                               | 43 |
| 5.6.1.4 | Cobertura do solo .....                                                                        | 44 |
| 5.6.2   | Cruzamento das Cartas Temáticas.....                                                           | 45 |
| 5.7     | Elaboração de um banco de dados SIG dos lotes do Projeto de Assentamento Capão Bonito II ..... | 48 |
| 6       | Resultados.....                                                                                | 52 |
| 6.1     | Resultados E Discussão .....                                                                   | 52 |

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.1.1 Carta de Geologia em Escala de 1:70.000.....                              | 52 |
| 6.1.1.1 Grupo Bauru .....                                                       | 55 |
| 6.1.1.2 Formação Serra Geral .....                                              | 56 |
| 6.1.2 Carta de Solos em Escala de 1:70.000 .....                                | 56 |
| 6.1.2.1 Latossolo Vermelho Distrófico ou Latossolo Vermelho Escuro<br>álco..... | 59 |
| 6.1.2.2 Latossolo Vermelho Distroférico ou Latossolo Roxo álco.....             | 60 |
| 6.1.2.3 Gleissolo Háptico distrófico ou Glei Pouco Húmico distrófico.....       | 61 |
| 6.1.3 Carta de Declividade .....                                                | 62 |
| 6.1.4 Carta de Cobertura do Solo .....                                          | 64 |
| 6.1.4.1 Classe 2.3.2.....                                                       | 65 |
| 6.1.4.2 Classe 2.3.3. ....                                                      | 66 |
| 6.1.4.3 Classe 2.4.6. ....                                                      | 66 |
| 6.1.4.4 Classe 3.1.1. ....                                                      | 67 |
| 6.1.4.5 Classe 3.2.2. ....                                                      | 68 |
| 6.1.4.6 Classe 4.1.1. ....                                                      | 69 |
| 6.1.4.7 Classe 5.1.1. ....                                                      | 70 |
| 6.1.4.8 Classe 5.1.2.....                                                       | 70 |
| 6.1.4.9 Carta e Composição Percentual de Cobertura do Solo .....                | 70 |
| 6.1.5 Carta de Vulnerabilidade Ambiental .....                                  | 75 |
| 6.1.6. Banco de dados SIG do P.A. Capão Bonito II.....                          | 79 |
| 6.1.7 Desempenho do Software Freehand e o Plugin Mapublisher 4.0.....           | 83 |
| 7 Conclusão .....                                                               | 85 |
| 8 Referências Bibliográficas.....                                               | 89 |

## Lista de figuras

|                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Perfil hipotético do solo, mostrando os diferentes horizontes que o compõe..                                                                                          | 7  |
| Figura 2 - Classes de textura do solo (PRADO, 2003).....                                                                                                                         | 9  |
| Figura 3 - Hierarquia do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos .....                                                                                                      | 15 |
| Figura 4 - Exemplo de PIs, ou camadas, que podem formar um projeto. ....                                                                                                         | 23 |
| Figura 5 - Esquema teórico para a construção de uma nomenclatura de tipos de cobertura dos solos (Heymann et al. 1994). ....                                                     | 24 |
| Figura 06 - Descrição do processo de geração do Mapa de Vulnerabilidade Natural proposto por VOLL (2001). ....                                                                   | 27 |
| Figura 7 – Localização da área de estudo.....                                                                                                                                    | 31 |
| Figura 8 – Distribuição espacial dos Assentamentos Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro. ....                                                           | 32 |
| Figura 9 - Pluviometria do município de Sidrolândia. ....                                                                                                                        | 33 |
| Figura 10 – Geração das cartas de solos e geologia. ....                                                                                                                         | 36 |
| Figura 11 - Obtenção da distância horizontal utilizando o programa Mappublisher 4.0. ...<br>.....                                                                                | 37 |
| Figura 12 – Obtenção da carta de declividade.....                                                                                                                                | 37 |
| Figura 13 - Comparação de uma imagens Landsat ETM+ 7 composição RGB 453, com uma CBERS composição RGB 432, mostrando uma área de cerrado e cerrado ao centro, com pastagens..... | 38 |
| Figura 14 – Etapas envolvidas na geração da carta de cobertura de solo.....                                                                                                      | 39 |
| Figura 15 – Planilha dos pontos de controle de campo realizado nos assentamentos e plotados no programa. ....                                                                    | 40 |
| Figura 16 - Cruzamento das cartas de Solos & Geologia.....                                                                                                                       | 46 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 17 - Cruzamento das cartas de (solos&geologia) & Declividade. ....                                                                                                                                                                                                                                                                | 46 |
| Figura 18 - Cruzamento das cartas ((Solos & Geologia) & Declividade) & Carta de Cobertura. ....                                                                                                                                                                                                                                          | 47 |
| Figura 19 - Etapas envolvidas nos trabalhos para obtenção do Banco de Dados.....                                                                                                                                                                                                                                                         | 49 |
| Figura 20 - Formulário de entrada de dados do banco em Microsoft Access 2000 (MICROSOFT, 1999).....                                                                                                                                                                                                                                      | 50 |
| Figura 21 - Polígonos selecionados e seus atributos. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                | 50 |
| Figura 22 - Junção das tabelas do Mapublisher (AVENZA, 2001) com os dados do banco gerado no Microsoft Access 2000 (MICROSOFT, 1999). ....                                                                                                                                                                                               | 51 |
| Figura 23 – Carta de geologia dos assentamentos Capão Bonito I, II, III e São Pedro(reduzido do original na escala 1:70.000). ....                                                                                                                                                                                                       | 54 |
| Figura 24 - Porcentagem de área de geologia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 55 |
| Figura 25 - Carta de solos dos assentamentos Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro (reduzido do original na escala 1:70.000). ....                                                                                                                                                                               | 58 |
| Figura 26 - Porcentagem dos solos dos assentamentos estudados. ....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 59 |
| Figura 27 - Carta de declividade dos Assentamentos Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro (reduzido do original na escala 1:100.000). ....                                                                                                                                                                        | 63 |
| Figura 28 - Percentagem de declividade dos assentamentos. ....                                                                                                                                                                                                                                                                           | 64 |
| Figura 29 – Classe 2.3.2, área predominantemente pecuária com significativas parcelas de áreas naturais, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 14 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de pasto sujo.....                                                  | 65 |
| Figura 30 – Classe 2.3.3., área predominantemente pecuária com parcelas de agricultura, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 14 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de pasto e de plantio de cana utilizada como alimentação do gado na época seca. .... | 66 |
| Figura 31 – Classe 2.4.6, área predominantemente agrícola com parcelas de pecuária, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004, e foto, de 13 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, plantio de trigo. ....                                                                      | 67 |
| Figura 32 – Classe 3.1.1, Matas, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432, de julho de 2004, e foto, de 14 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área mata de galeria do Rio Vacaria. ....                                                                                                     | 68 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 33 – Classe 3.2.2, Cerrado, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 15 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de Cerradão, cortada por estrada, encontrada nos assentamentos. .... | 68 |
| Figura 34 – Classe 3.2.2, Cerrado, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 15 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de cerrado baixo dentro de lote, encontrada nos assentamentos. ....  | 69 |
| Figura 35 – Classe 4.1.1, Áreas Úmidas, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 14 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de várzea, que faz divisa com lotes dos assentamentos. ....     | 69 |
| Figura 36 – Classe 5.1.2., Corpos D'água, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432, de julho de 2004, e foto, de 15 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, represa, existente no assentamento Capão Bonito II.....         | 70 |
| Figura 37 - Composição percentual da cobertura do solo da área de estudo, obtidas a partir da imagem CBERS – 2, sensor CCD, composição 432, de julho de 2004.....                                                                                                   | 71 |
| Figura 38 - Monte de calcário que será incorporado ao solo. Data da foto, 15 de agosto de 2004. ....                                                                                                                                                                | 72 |
| Figura 39 - Carta de cobertura do solo, obtida por meio da imagem CBERS, banda 432, de julho de 2004 (reduzido do original na escala 1:50.000).....                                                                                                                 | 74 |
| Figura 40 – Carta de Vulnerabilidade Ambiental, obtida pelo cruzamento das cartas de solo, geologia, declividade e cobertura do solo(reduzido do original na escala 1:70.000). ....                                                                                 | 76 |
| Figura 41 – Porcentagem de classes de vulnerabilidade ambiental dos Assentamentos Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro.....                                                                                                                | 77 |
| Figura 42 – Área de pastagem e habitação ao fundo, considerada região com valores de vulnerabilidade estável. Data da foto: 12 de Agosto de 2004. ....                                                                                                              | 77 |
| Figura 43 - Erosão causada pelo pisoteio do gado. Região compreendida como vulnerável. Data da foto: 12 de Agosto de 2004. ....                                                                                                                                     | 78 |
| Figura 44 - Área de vegetação nativa localizada na parte central dos assentamentos. Região compreendida como medianamente estável/vulnerável. Data da foto: 12 de Agosto de 2004. ....                                                                              | 78 |
| Figura 45.a – Distribuição geral da população do Assentamento Capão Bonito II.....                                                                                                                                                                                  | 79 |
| Figura 45.b – Distribuição da população de homens do Assentamento Capão Bonito II. .                                                                                                                                                                                | 80 |

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 45.c – Distribuição da população de mulheres do Assentamento Capão Bonito II.<br>.....                                                                    | 80 |
| Figura 46 - Densidade de gado/ha no assentamento Capão Bonito II.....                                                                                            | 81 |
| Figura 47 – Subdivisão dos dados de lotação dos lotes.....                                                                                                       | 82 |
| Figura 48 - Área de reserva legal utilizada como pastagem (esquerda) e pastagem degradada pelo superpastejo (direita). Data das fotos: 13 de Agosto de 2004..... | 82 |
| Figura 49 - Plataforma de importação de dados DBF(A) e shape do ArcView(B).....                                                                                  | 83 |
| Figura 50 - Banco de dados SIG integrando dados sócio-econômicos com dados ambientais. ....                                                                      | 84 |

## **Lista de tabelas**

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Atributos de cor com respectiva interpretação pedológica e sua relação com o meio ambiente. ....                                                    | 8  |
| Tabela 2 - Valores de saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) relacionados com os termos eutrófico, distrófico, álico e ácrico.....              | 10 |
| Tabela 3 – Distribuição quantitativa das diferentes classes de solos no Estado de Mato Grosso do Sul (SEPLANCT, 2004).....                                     | 11 |
| Tabela 4 - Correlação tentativa dos Sistemas de Classificação de solos.....                                                                                    | 12 |
| Tabela 5 - Correlação entre as classes do Sistema de Classificação anteriormente usada na EMBRAPA Solos e o Novo Sistema de Classificação (EMBRAPA, 1999)..... | 14 |
| Tabela 6 – Nomenclatura de Cobertura do Solo para Europa pelo projeto CORINE....                                                                               | 25 |
| Tabela 7 – Nomenclatura de Cobertura do Solo proposta por PARANHOS FILHO (2000). ....                                                                          | 26 |
| Tabela 8 - Avaliação da vulnerabilidade das unidades de paisagem natural.....                                                                                  | 27 |
| Tabela 9 - Relação dos Projetos de Assentamento do Município de Sidrolândia. ....                                                                              | 30 |
| Tabela 10 – Valores de vulnerabilidade adotados para a geologia dos assentamentos.....                                                                         | 42 |
| Tabela 11 – Índices de erodibilidade de alguns solos do Estado de São Paulo (Bertoni & Lombardi, 1985).....                                                    | 42 |
| Tabela 12 – Valores de vulnerabilidade para os solos dos assentamentos.....                                                                                    | 43 |
| Tabela 13 - Classes de relevo estabelecidas pelo INCRA.....                                                                                                    | 43 |
| Tabela 14 – Valores de vulnerabilidade da declividade dos assentamentos. ....                                                                                  | 44 |
| Tabela 15 - Valores de vulnerabilidade da cobertura do solo dos assentamentos.....                                                                             | 44 |
| Tabela 16 - Cruzamento dos valores existentes nas cartas na geração da carta de Vulnerabilidade Ambiental. ....                                                | 45 |

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 17 - Representação da vulnerabilidade e ou estabilidade das unidades da paisagem ambiental .....     | 48 |
| Tabela 18 - Correlação entre os sistemas Brasileiro, Americano e FAO (PRADO, 2003).<br>.....                | 57 |
| Tabela 19 - Classes de cobertura dos solos do PROJETO CORINE obtidas neste trabalho. ....                   | 65 |
| Tabela 20 - Levantamento das espécies florestais existentes na região de estudo de acordo com TOPOSAT. .... | 73 |
| Tabela 21 - Formas de intervenção de modo a diminuir os impactos nos assentamentos.<br>.....                | 87 |

## Lista de abreviaturas e siglas

|             |                                                                                            |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| CBERS       | Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres                                            |
| CORINE      | Projeto Corine: Coordination an Environment                                                |
| DSG         | Divisão de Serviço Geográfico – Exército Brasileiro                                        |
| DXF         | Extensão do autocad                                                                        |
| EMBRAPA     | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária                                                |
| FAO         | <i>Food and Agriculture Organization</i>                                                   |
| GPS         | Sistema Global de Posicionamento                                                           |
| IBAMA       | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis                   |
| IBGE        | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                                            |
| IDATERRA    | Instituto de Desenvolvimento Agrário, Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de MS |
| INCRA       | Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária                                        |
| LANDSAT     | <i>Land remote sensing satellite plus</i>                                                  |
| ETM         | <i>Enhanced thematic mapper plus</i>                                                       |
| MMA         | Ministério do Meio Ambiente                                                                |
| MS          | Mato Grosso do Sul                                                                         |
| PAN         | Pancromática                                                                               |
| RADAMBRASIL | Programa de Integração Nacional – levantamento de recursos naturais                        |
| RGB         | Canais para composição de imagem <i>Red Green Blue</i>                                     |
| SEMA        | Secretaria Estadual de Meio Ambiente                                                       |
| SIG         | Sistema de Informações Geográficas                                                         |
| UTM         | Projeção Universal Transversa de Mercator                                                  |

## RESUMO

SANTANA, S.R.O. (2006). *Uso de Geoteconologias para Gestão de Assentamentos de Reforma Agrária. Campo Grande, 2006. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.*

Esse trabalho foi realizado nos projetos de assentamentos de reforma agrária: Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro, localizados no município de Sidrolândia, entre as coordenadas de Latitude 21°11'02" e 21°21'46" Sul e Longitude 54°54'00" e 54°45'11" Oeste, com uma população de 759 famílias. Tem o objetivo de desenvolver uma ferramenta de gestão dos assentamentos de reforma agrária utilizando SIG (sistema de informação geográfica). Para isso, com o uso do FreeHand (Macromedia, 1999) e seu plugin Mapublisher 4.0 (Avenza, 2000), desenvolveu-se as cartas de solos, geologia, declividade e cobertura do solo. A álgebra de mapas originou a carta de Vulnerabilidade Ambiental. Buscando ainda utilizar o SIG como ferramenta de decisão e apoio, construiu-se um banco de dados socioeconômicos do Assentamento Capão Bonito II, que mostrou-se eficiente na geração de mapas temáticos relacionados à população e sistemas de cultivo dos lotes. Ao final do trabalho foi possível propor formas de intervenção nos assentamentos criados e a se criar, objetivando diminuir e monitorar os impactos ambientais.

Palavras chave: SIG, Assentamentos de Reforma Agrária, Vulnerabilidade Ambiental, Banco de dados socioeconômicos.

## Abstract

This work has been developed on the agrarian reform projects: Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III and São Pedro, located between the coordinates 21°11'02" and 21°21'46" South Latitude e 54°54'00" e 54°45'11" West Longitude, with a population of 759 families. The present study has the objective of to develop a management tool for the agricultural reform sites using GIS (Geographic Information System). Looking for this, using FreeHand (Macromedia, 1999) and its plugin, Mapublisher 4.0 (Avenza, 2000) have been developed geological, soils, slope and land cover sheets. The map algebra has generated a Environmental Vulnerability Map. Also looking for the utilization of the GIS as a decision and support tool, have been constructed a social-economic data bank of Capão Bonito II site, which has been efficient on the generation of thematic maps related to the population and agricultural systems of the parcels. At the end of the work has been possible to propose intervention ways on the sites created or to be created, looking for minimize and to monitor the environmental impacts.

Key-words: GIS, Agrarian Reform Sites, Environmental Vulnerability, Social-Economic Data Bank.

## 1 INTRODUÇÃO

Torna-se cada vez mais importante, dentro de um processo de gestão dos recursos naturais e socioeconômicos, a utilização de ferramentas que possam auxiliar o estudo dos locais onde ocorre a intervenção do homem, seja para sua própria moradia, como para a realização de atividades produtivas, visando gerar renda e desenvolvimento.

O geoprocessamento é uma ferramenta muito importante no planejamento do uso e ocupação dos recursos naturais, de forma a garantir uma melhor qualidade de vida às famílias assentadas.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2000), o processo de gestão dos recursos naturais pressupõe conhecimento específico sobre os fatores naturais – principalmente solo, água, vegetação e fauna – como elementos ecossistêmicos e recursos potenciais.

Os fatores naturais - água, solo, ar, vegetação, fauna – interagem entre si de modo sistêmico, fazendo com que uma alteração sobre qualquer um desses fatores tenha repercussão imediata sobre todos. Portanto, ao se tratar da gestão dos recursos naturais em um determinado espaço físico – uma bacia hidrográfica, uma região, uma localidade , é indispensável considerar a sinergia que existe entre eles e buscar orientar seus respectivos usos, de modo a respeitar essa interação (MMA, 2000).

A reforma agrária parte do princípio do reordenamento do espaço rural , antes ocupado e gerido por um só indivíduo ou empresa, em que o uso e ocupação da terra se davam de acordo com o interesse econômico desses proprietários , de forma a democratizá-lo, dando oportunidade a um número maior de pessoas que ali possam constituir uma comunidade e criar um novo espaço, onde serão inseridas novas relações sociais e de produção.

No planejamento dessas novas áreas, inicialmente deverá ser verificado, de que forma elas eram utilizadas e quais foram as conseqüências dessa utilização no aspecto da situação dos recursos naturais existentes, bem como, os passivos nelas deixados.

Esta nova situação irá interferir diretamente no sucesso da forma de ocupação produtiva e social. A partir daí, as famílias beneficiadas deverão conviver com o quadro encontrado e, muitas vezes, deverão interferir de maneira positiva na recuperação e gestão dessas áreas.

Nesse contexto, algumas questões são de fundamental importância para que realmente o novo espaço ocupado se desenvolva. A primeira delas se refere aos parceiros, entre eles os movimentos sociais, os órgãos de assistência técnica, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA, as organizações não-governamentais, que irão contribuir para que as famílias possam organizar sua nova vida. A segunda questão trata das ferramentas que serão utilizadas para nortear as ações dos novos ocupantes e seus parceiros.

O INCRA, muitas vezes, no corte das áreas, realiza estudos dos recursos naturais que subsidiam a definição do tamanho das parcelas e o número de famílias que serão beneficiadas em cada Projeto de Assentamento (P.A.). Tais estudos acabam por não serem mais utilizados pelas famílias e seus parceiros.

A forma de uso dos recursos naturais poderá interferir diretamente na qualidade dos assentamentos e, se esses recursos não forem levados em consideração, poderão sofrer consequências negativas, como o aparecimento de processos erosivos e a contaminação dos recursos hídricos.

Esta dissertação aborda o desenvolvimento de uma ferramenta para estudo e gestão dos recursos naturais existentes em áreas de assentamento de reforma agrária, por meio da utilização de dados de levantamentos existentes na região, bem como, da própria área em questão, utilizando como instrumento principal o geoprocessamento.

O produto criado deve ser de fácil apropriação pelos agricultores e seus parceiros, visando melhor gerir o novo espaço criado, com enfoque no uso e preservação dos recursos hídricos.

A revisão bibliográfica trata da conceituação do solo e suas características principais e, ainda, do novo sistema brasileiro de classificação do solo. Também descreve a qualidade dos assentamentos para ilustrar o quadro que trata desta matéria. E busca a contextualização legal para o norteamiento da reforma agrária e sua relação com o meio ambiente.

Este estudo apresenta os conceitos e a utilização do geoprocessamento, álgebra de mapas, informações sobre a Legenda Corine, que são os eixos centrais deste trabalho. E, encerrando a revisão, apresentou-se o tema vulnerabilidade ambiental, com seu conceito e suas utilizações.

O capítulo 4 apresenta a caracterização da área de estudo e em seguida descreve-se a metodologia utilizada, suas ferramentas, e procedimentos na utilização dos programas de computador.

Nos resultados e discussão foram apresentadas todas as cartas geradas no trabalho, inclusive a que trata da vulnerabilidade ambiental. Também foram geradas cartas demonstrativas do banco de dados socioeconômicos, criado para o Assentamento Capão Bonito II, com o objetivo de testar o desempenho do banco proposto.

Finalmente, no capítulo 7, objetivou-se esboçar algumas ponderações e proposições, que se tornaram possíveis após a conclusão dos estudos e pesquisas que embasaram e deram sustentação técnica a este trabalho.

O propósito deste estudo é servir de subsídio para a gestão e uso das áreas de assentamentos de reforma agrária, como ferramenta de geoprocessamento no planejamento de uso e ocupação dos recursos naturais, o que certamente produzirá melhorias na qualidade de vida das famílias assentadas.

## 2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma ferramenta de fácil utilização pelos técnicos envolvidos, juntamente com as famílias assentadas, na gestão dos recursos naturais das áreas de assentamentos de reforma agrária, visando garantir a melhor utilização e preservação dos recursos naturais dessas áreas.

E como objetivos secundários:

1 – A obtenção de mapas temáticos de geologia, de declividade e de solos, usando a nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), na escala de 1:70.000.

2 – Criação da carta de cobertura do solo, segundo uma legenda apropriada para este fim (PARANHOS FILHO, 2000). Neste caso, a do Projeto Corine (HEYMANN *et al*, 1994), CORINE, (1992) e IBGE,(2006), que também é utilizada nos trabalhos oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, (IBGE,2006), com as modificações propostas por PARANHOS FILHO (2000), obtendo ainda o banco SIG associado.

3 – A criação de uma carta de vulnerabilidade ambiental, visando sua avaliação como ferramenta de gestão para áreas de assentamentos rurais.

4 – A geração de um Banco de dados SIG do perfil socioeconômico do Projeto de Assentamento Capão Bonito II.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 SOLOS

##### 3.1.1 Conceito de Solos

CHAGAS & SILVA (2002) definem o solo como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, e têm como unidade básica de estudo o perfil, que consiste na menor porção da superfície da terra que possibilita estudar a variabilidade dos atributos, propriedades e características dos horizontes ou camadas do solo.

Combinado com a água, o solo constitui o sustentáculo da agricultura. É o solo que fornece os nutrientes essenciais ao crescimento das plantas, armazenando a água ou a umidade essencial vital a esse crescimento e à absorção mineral (MMA, 2000).

##### 3.1.2 Formação do Solo

De acordo com MOTA (2003), em relação à sua formação, o solo é uma função de cinco fatores de natureza físico-química, biológica e ambiental, sendo eles:

- O **material de origem**, ou rocha matriz, que é o material consolidado ou não, que tem sua natureza relacionada ao caráter das rochas primitivas e às formações geológicas;
- O **clima**, por meio de seus elementos como temperatura, precipitação, evapotranspiração, vento, entre outros.
- A **topografia**, pela sua influência sobre a drenagem, erosão e a temperatura do solo;

- A **biota**, que fornece a fração orgânica através da cobertura vegetal e da fauna, por intermédio da estruturação dos solos pela atividade biológica de organismos vivos;
- O **tempo**, um período de tempo é necessário para a formação do solo.

São esses fatores que, em conjunto, fazem com que existam diversas composições do solo em diferentes regiões.

### 3.1.3 Horizontes e Camadas do Solo

Como já mencionado anteriormente, o perfil do solo consiste na menor porção da superfície da Terra para o estudo dos atributos dos horizontes ou camadas do solo. PRADO (2003) define perfil do solo como o conjunto de horizontes e ou camadas no sentido vertical, desde a superfície até o material de origem.

O perfil é constituído por horizontes e camadas, sendo os mesmos definidos como seção de constituição mineral ou orgânica, com sua diferenciação estabelecida pela sua relação com os processos de formação dos solos. Ou seja, o horizonte tem suas características definidas pelos processos de formação dos solos, já as camadas não estão relacionadas com tais processos (CHAGAS & SILVA, 2002).

Na Figura 1 é mostrado o perfil hipotético de um solo com seus horizontes e camadas, onde três são, por definição, sempre horizontes e são designados por A, E, B. As designações O, H, C, F, em função da evolução pedogenética, qualificam horizontes ou camadas e R designa exclusivamente camada (CHAGAS & SILVA, 2002).

Ainda na Figura 1, além dos horizontes principais já mencionados, existem os horizontes transicionais, nos quais se associam conjuntamente dois horizontes principais, em fusão, e são representados pela junção de duas letras-símbolos, como por exemplo AO, AH, AB. A primeira letra indica o horizonte principal a que mais se relaciona com o horizonte transicional. Além dos dois tipos de horizonte apresentados, ainda existem os horizontes intermediários, podendo ser transicionais ou não, nos quais porções de um horizonte principal são envolvidas por material de outro horizonte principal, sendo as distintas partes identificáveis como pertencentes aos respectivos horizontes em causa (CHAGAS & SILVA, 2002).

| <b>Horizontes</b> | <b>Significado</b>                                                                                     |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>O</b>          | Serrapilheira (folhas, galhos etc.)                                                                    |
| <b>A</b>          | Horizonte escuro, orgânico-mineral, contendo teores relativamente altos de matéria orgânica.           |
| <b>E</b>          | Horizonte de coloração clara, representando a região de máxima eluviação.                              |
| <b>AB ou EB</b>   | Horizonte transicional para B, porém mais semelhante ao Horizonte A.                                   |
| <b>BA ou BE</b>   | Horizonte transicional para A, porém mais semelhante ao Horizonte B.                                   |
| <b>B</b>          | Horizonte de máxima acumulação iluvial, ou concentração relativa de óxidos de ferro e alumínio.        |
| <b>BC ou CB</b>   | Horizonte transicional para C                                                                          |
| <b>C</b>          | Rocha decomposta e/ou fragmentos de rocha, podendo ser idêntico ou não ao material originário do solo. |
| <b>R</b>          | Rocha                                                                                                  |

Figura 1 - Perfil hipotético do solo, mostrando os diferentes horizontes que o compõe. Obs. Nem todos os horizontes são obrigatoriamente observados (CHAGAS & SILVA, 2002).

### 3.1.4 Características Morfológicas do Solo

#### 3.1.4.1 Cor do solo

A cor é a característica mais facilmente visualizada no solo, sendo importante na identificação e delimitação de horizontes de um perfil. Para identificá-la, utiliza-se a caderneta de cores de Munsell.

A tabela 1 relaciona a cor do solo com a drenagem, conteúdo de matéria orgânica, forma e conteúdo de óxidos de ferro e fertilidade em geral (CORREIA *et al.*, 1998).

**Tabela 1 - Atributos de cor com respectiva interpretação pedológica e sua relação com o meio ambiente.**

| <b>COR</b>          | <b>INTERPRETAÇÃO PEDOLÓGICA</b>                                                                                                                                                                                               | <b>RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avermelhada         | Presença de hematita ( $\alpha$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )                                                                                                                                                                   | Horizonte sem impedimento de drenagem. Atividade baixa de organismos. Diferentes tipos de fitofisionômicos de ambientes mais secos podem aparecer.                                                                                                                                                    |
| Mosqueado abundante | Mosqueado é uma feição que caracteriza a mancha da massa do solo de outras cores. O ferro se encontra na forma reduzida em condições anaeróbicas. Ocorre em função da oscilação do nível do lençol freático.                  | Aeração deficiente devido à elevação sazonal do lençol freático. Em condições anaeróbicas (má drenagem), predominam espécies tolerantes a elevados teores de Fe e/ou Mn nos solos ricos nesses elementos.                                                                                             |
| Vermelha amarelada  | Goethita ( $\alpha$ - $\text{FeOOH}$ ) é óxido de ferro predominante. Hematita presente em pequenas quantidades.                                                                                                              | Horizonte sem impedimentos de drenagem. Maior retenção de água que os solos avermelhados de mesma textura. Ocorrem diferentes tipos fitofisionômicos.                                                                                                                                                 |
| Preta               | Presença de matéria orgânica resultante da atividade microbiológica, rica em bases trocáveis. Acúmulo de matéria orgânica não decomposta, devido às condições anaeróbicas e em áreas de altitude elevada e baixa temperatura. | Solos ricos em nutrientes, bem ou mal drenados. Presença de vegetação de Mata. Solos pobres em nutrientes, bem ou mal drenados. Geralmente alto teor de matéria orgânica, mas baixa disponibilidade de nutrientes. Relação C/N alta. Horizonte com ou sem impedimento de drenagem. Vegetação de Mata. |
| Cinza               | Horizonte glei, caracterizado pela intensa redução de ferro, devido à água estagnada.                                                                                                                                         | Aeração deficiente devido à elevação do lençol freático. Ocorrência de vegetação de Campo Limpo Úmido, Campo Sujo, Campo Úmido Sujo, Vereda e Parque Cerrado, apresentando espécies tolerantes ao encharcamento e a elevados teores de Ferro e Manganês.                                              |

**Fonte: (CORREIA et al.,1998).**

#### 3.1.4.2 Textura do solo

Esta característica está relacionada à composição granulométrica da terra fina do solo (fração menor que 2mm de diâmetro). Normalmente expressa a distribuição percentual das suas partículas constituintes, separadas por tamanho, conforme especificado a seguir: **Areia grossa** (2mm-0,2mm), **Areia fina** (0,2mm-0,05mm), **Silte** (0,05mm-0,002mm), **Argila** (<0,002mm) (PRADO, 2003).

Para definir as classes texturais utiliza-se o triângulo textural apresentado por PRADO,2003 na figura 2.

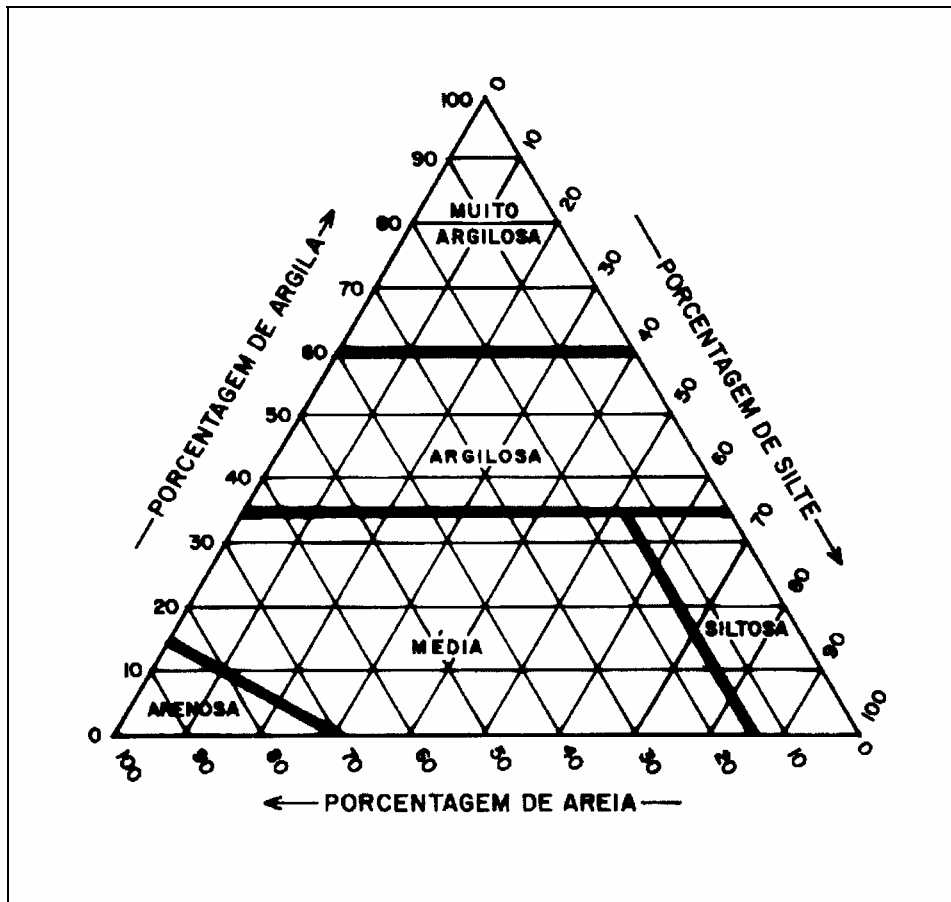


Figura 2 - Classes de textura do solo (PRADO, 2003).

Segundo PRADO(2003), os grupamentos texturais dividem-se em:

- Textura arenosa (areia e areia franca);
- Textura argilosa (acima de 35% até 60% de argila);
- Textura muito argilosa (>60% de argila);
- Textura média (menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca);
- Textura argilosa (silte maior que 50%, areia menor que 15% e argila menor que 35%).

#### 3.1.4.3 Outras características morfológicas do solo

**Estrutura:** Forma de arranjo das partículas primárias do solo na formação de agregados ou não-agregados e suas separações por superfícies de fraqueza.

**Porosidade:** Refere-se ao volume de vazios existente em um determinado volume de solo. A porosidade total é dada pela relação entre volume de vazios/volume da amostra dividido pro 100, ou seja, o valor é dado em porcentagem.

**Consistência:** Diz respeito às manifestações das forças físicas de coesão e adesão verificadas no solo, conforme variação dos teores de umidade.

**Cerosidade:** Películas muito finas de material inorgânico de natureza diversa, orientadas ou não, constituindo revestimentos ou superfícies brilhantes nas faces de elementos estruturais, poros, ou canais, resultantes de movimentação, segregação ou rearranjo de material coloidal inorgânico (0,002mm) (PRADO, 2003).

Existem ainda as características físicas dos solos, relacionada aos aspectos geotécnicos como limite de liquidez, limite de plasticidade, entre outras, que, devido ao enfoque deste trabalho deixarão de ser apresentadas.

### 3.1.5 – Características Químicas do Solo

A fertilidade é representada principalmente pela saturação por bases (V%), pela capacidade total de troca de cátions (T ou CTC), saturação por alumínio (m%) e do grau de acidez (pH) e H+Al (CORREIA *et al.*, 1998).

Todas essas características são calculadas por meio dos componentes contidos nos resultados de análise do solo. A Tabela 2 apresenta a interpretação desses valores no horizonte B.

**Tabela 2 -Valores de saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) relacionados com os termos eutrófico, distrófico, álico e ácrico.**

| Interpretação            | V                 | M                  |
|--------------------------|-------------------|--------------------|
|                          | -----%-----       |                    |
| Eutrófico <sup>(1)</sup> | <sup>(3)</sup> 50 | <50                |
| Distrófico               | <50               | <50                |
| Álico                    | <50               | ≥50 <sup>(2)</sup> |
| Ácrico                   | (3)               | (3)                |

<sup>(1)</sup> Mínimo de 1,5 cmol (+)/kg de solo, em relação à soma de bases.

<sup>(2)</sup> Mínimo de 0,3 cmol (+)/kg de solo, em relação ao alumínio trocável.

<sup>(3)</sup> Não diagnóstico (valores de m ou V maiores, menores ou iguais a 50%).

**Fonte: Adaptado de PRADO (1995).**

### 3.2 SOLOS DE MATO GROSSO DO SUL

Segundo a Secretaria de Estado de Planejamento e de Ciência e de Tecnologia (SEPLANCT/MS, 2004), em Mato Grosso do Sul foram identificadas e caracterizadas vinte e cinco classes de solos, sendo os solos de maior ocorrência os latossolos, apresentando-se normalmente com textura média e com caráter álico, ocupam basicamente a Bacia do Paraná, estando amplamente distribuídas na porção central do Estado, estendendo-se ao Sul e Nordeste, apresentam grande variação entre as diferentes classes, das quais o Latossolo Vermelho Escuro é o de maior expressividade, seguido do Latossolo Roxo, que se concentra na região da Grande Dourados, e, finalmente, o Latossolo Vermelho-Amarelo. A tabela 3 apresenta as diferentes classes de solos no Estado e sua área ocupada.

**Tabela 3 – Distribuição quantitativa das diferentes classes de solos no Estado de Mato Grosso do Sul (SEPLANCT, 2004).**

| <i>C L A S S E S</i>                  | <i>ÁREA OCUPADA</i>   |              |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------|
|                                       | <i>Km<sup>2</sup></i> | <i>%</i>     |
| Latossolo Vermelho-Escuro             | 83.880,80             | 23,42        |
| Latossolo Roxo                        | 38.716,90             | 10,81        |
| Latossolo Vermelho-Amarelo            | 1.647,50              | 0,46         |
| Terra Roxa Estruturada                | 788,00                | 0,22         |
| Podzólico Vermelho-Escuro             | 17.621,40             | 4,92         |
| Podzólico Vermelho-Escuro Latossólico | 4.441,20              | 1,24         |
| Podzólico Vermelho-Amarelo            | 13.645,80             | 3,81         |
| Podzol Hidromórfico                   | 29.369,00             | 8,20         |
| Brunizém Avermelhado                  | 1.002,80              | 0,28         |
| Planassolo                            | 27.721,50             | 7,74         |
| Planassolo Solódico                   | 7.378,10              | 2,06         |
| Solonetz Solodizado                   | 14.935,20             | 4,17         |
| Plintossolo                           | 2.650,40              | 0,74         |
| Plintossolo Solódico                  | 1.862,40              | 0,52         |
| Glei Húmico Vértico                   | 394,00                | 0,11         |
| Glei Pouco Húmico                     | 12.284,80             | 3,43         |
| Areias Quartzosas Hidromórficas       | 2.614,50              | 0,73         |
| Solos Orgânicos                       | 214,90                | 0,06         |
| Areias Quartzosas                     | 59.132,10             | 16,51        |
| Regossolo                             | 8.201,80              | 2,29         |
| Solos Aluviais                        | 35,90                 | 0,01         |
| Vertissolos                           | 5.730,60              | 1,60         |
| Solos Litólicos                       | 11.496,90             | 3,21         |
| Associações Complexas                 | 5.515,60              | 1,54         |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>355.436,70</b>     | <b>99,24</b> |
| Corpos d'água                         | 2.722,00              | 0,76         |
| <b>TOTAL DO ESTADO</b>                | <b>358.158,70</b>     | <b>100</b>   |

Fonte: Seplanct (2004).

É importante salientar que a distribuição existente na tabela 3 corresponde à classificação antiga existente antes de 1999 e que necessita ser atualizada para a nova nomenclatura contida no Novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, conforme definição da EMBRAPA (1999) a partir de trabalhos de atualização.

### 3.3. O NOVO SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS

CORREIA *et al.* citado por SANO & ALMEIDA (1998) afirmam que existem diversos sistemas de classificação de solo no mundo, sendo que o mais difundido é o da FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION-FAO. Entretanto, cada país tende a criar uma classificação própria.

EMBRAPA (1999) destaca que os conceitos centrais do Sistema de Classificação Americano (*Soil Taxonomy*) formam a base da atual classificação brasileira de solos, cuja esquematização atual descende de modificações de critérios, alteração de conceitos, criação de classes novas, desmembramento de algumas classes originais e formalização de reconhecimento de subclasses de natureza transicional ou intermediárias.

**Tabela 4 - Correlação tentativa dos Sistemas de Classificação de solos.**

| <b>Sistema Brasileiro</b> | <b>Sistema FAO<br/>(FAO/UNESCO, 1974)</b>                                                                                          | <b>Sistema americano<br/>(Soil Survey Staff, 1975)</b>                                                                        |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Latossolo                 | <i>Ferralsols</i> pp, poucos <i>Cambisols</i> pp*.                                                                                 | <i>Oxisols</i> pp, poucos <i>Inceptisols</i> pp.                                                                              |
| Podzólico                 | <i>Acrisols</i> pp, <i>Luvisols</i> pp, <i>Nitisols</i> pp e poucos <i>Planosols</i> pp.                                           | <i>Ultisols</i> pp, <i>Alfisols</i> pp, poucos <i>Mollisols</i> pp.                                                           |
| Terra Roxa Estruturada    | <i>Nitisols</i> pp, poucos <i>Phaeozems</i> pp.                                                                                    | <i>Alfisols</i> pp, <i>Ultisols</i> pp, poucos <i>Mollisols</i> pp.                                                           |
| Brunizém                  | <i>Phaeozems</i> pp, <i>Chernozems</i> pp.                                                                                         | <i>Mollisols</i> pp                                                                                                           |
| Cambissolos               | <i>Cambisols</i> pp, poucos <i>Gleysols</i> pp e poucos <i>Ferralsols</i> pp.                                                      | <i>Inceptisols</i> pp, poucos <i>Mollisols</i> pp e poucos <i>Oxisols</i> pp.                                                 |
| Plintossolo               | <i>Acrisols</i> pp, <i>Arenosols</i> pp, <i>Ferralsols</i> pp, <i>Gleysols</i> pp, <i>Planosols</i> pp, poucos <i>Luvisols</i> pp. | <i>Ultisols</i> pp, <i>Oxisols</i> pp, <i>Inceptisols</i> pp, <i>Entisols</i> pp, poucos <i>Alfisols</i> pp em regime aquíco. |
| Gleissolo                 | <i>Gleysols</i> pp, poucos <i>Fluvisols</i> pp.                                                                                    | <i>Inceptisols</i> pp, <i>Ultisols</i> pp, poucos <i>Alfisols</i> pp e poucos <i>Entisols</i> pp em regime aquíco.            |
| Litólico                  | <i>Lithosols</i> , <i>Rankers</i> , <i>Cambisols</i> pp, <i>Regosols</i> pp, <i>Phaeozems</i> pp, poucos <i>Histosols</i> pp       | <i>Entisols</i> pp, <i>Inceptisols</i> pp, poucos <i>Mollisols</i> e poucos <i>Histosols</i> pp.                              |
| Areia Quartzosa           | <i>Arenosols</i> pp, poucos <i>Gleysols</i> pp.                                                                                    | <i>Entisols</i> pp, <i>Inceptisols</i> pp                                                                                     |
| Solo Aluvial              | <i>Fluvisols</i> pp                                                                                                                | <i>Entisols</i> pp                                                                                                            |
| Solo Orgânico             | <i>Histosols</i> pp                                                                                                                | <i>Histosols</i> pp, <i>Entisols</i> pp                                                                                       |

\*pp= por parte

Fonte: CAMARGO *et al*, *apud* CORREIA, 1998.

A tabela 4 descreve a tentativa de correlacionar o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos com os sistemas da FAO e o Sistema de Classificação Americano (*Soil Taxonomy*).

Na tabela 4 estão descritos os solos da antiga classificação brasileira de solos, no entanto, de acordo com EMBRAPA (1999), no período entre 1980 e 1997, foram elaboradas quatro aproximações, sendo o Novo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos resultado de uma intensa revisão dos parâmetros e critérios utilizados na 4ª aproximação.

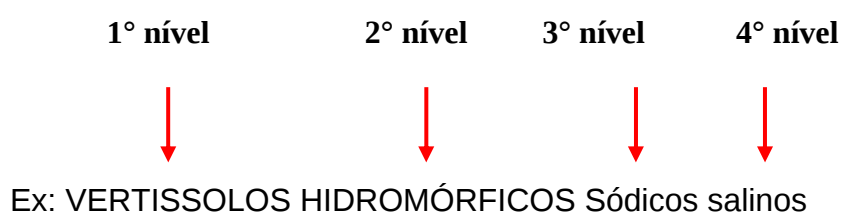
No Novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, a unidade para base de estudo é o perfil do solo, que constitui a menor porção da superfície da Terra, apresentando três dimensões e perfazendo um volume mínimo que possibilite estudar a variabilidade dos atributos, propriedades e características dos horizontes ou camadas do solo (EMBRAPA, 1999).

A tabela 5 estabelece a correlação entre as classes de solos do sistema anteriormente usado pela EMBRAPA e o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Para Este Novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, de acordo com a figura 3, em PRADO (2003), é arquitetado de forma descendente e estruturado em seis níveis categóricos, assim definidos:

- 1º Nível categórico (Ordens): constituído de 14 ordens.
- 2º Nível categórico (Subordens): coloração do horizonte subsuperficial.
- 3º Nível categórico (Grandes grupos): observam a condição química subsuperficial.
- 4º Nível categórico (Subgrupos): solos intermediários ou típicos
- 5º Nível categórico (Famílias): condição química, física, a mineralogia e a morfologia.
- 6º Nível categórico (Séries): dados químicos, morfológicos e os dados granulométricos.

Na formação, o nome dado à classe de solo segue a hierarquia, conforme o exemplo abaixo:



**Tabela 5 - Correlação entre as classes do Sistema de Classificação anteriormente usada na EMBRAPA Solos e o Novo Sistema de Classificação (EMBRAPA, 1999).**

| <i>Sistema Brasileiro de Classificação (1999)</i> | <i>Classificação anteriormente usada na Embrapa Solos</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ALISSOLOS                                         | RUBROZÉM, PODZÓLICO BRUNO-ACINZENTADO DISTRÓFICO ou ÁLICO, PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO ou ÁLICO Ta, e alguns PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS DISTRÓFICOS ou ÀLICOS Tb (com limite mínimo de valor T de 20 cmol <sub>c</sub> /kg de argila).                                                                                                                          |
| ARGILOSOLOS                                       | PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb, pequena parte de TERRA ROXA ESTRUTURADA, de TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR, de TERRA BRUNA ESTRUTURADA e de TERRA BRUNA ESTRUTURADA SIMILAR, com gradiente textural necessário para B textural, em qualquer caso Eutróficos, Distróficos ou Álicos, e mais recentemente o PODZÓLICO VERMELHO ESCURO Tb com B textural e o PODZÓLICO AMARELO. |
| CAMBISSOLOS                                       | CAMBISSOLOS EUTRÓFICOS, DISTRÓFICOS e ÁLICOS Ta e Tb. Exceto os com horizonte A chernozêmico e B incipiente EUTRÓFICOS Ta. CAMBISSOLOS EUTRÓFICOS, DISTRÓFICOS e ÁLICOS Ta e Tb. Exceto os com horizonte A chernozêmico e B incipiente EUTRÓFICOS Ta.                                                                                                                       |
| CHERNOSSOLOS                                      | BRUNIZEN, RENDIZINA, BRUNIZEN AVERMELHADO e BRUNIZEN HIDROMÓRFICO.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ESPODOSSOLOS                                      | PODZOL, inclusive PODZOL HIDROMÓRFICO.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| GLEISSOLOS                                        | GLEI POUCO HÚMICO, GLEI HÚMICO, parte do HIDROMÓRFICO CINZENTO (sem mudança textural abrupta), GLEI TIOMÓRFICO e SOLONCHAK com horizonte glei.                                                                                                                                                                                                                              |
| LATOSSOLOS                                        | LATOSSOLOS, excetuadas algumas modalidades anteriormente identificadas com LATOSSOLOS PLÍNTICOS.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| LUVISSOLOS                                        | BRUNO NÃO CÁLCICO, PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta, PODZÓLICO BRUNO-ACINZENTADO EUTRÓFICO e os PODZÓLICOS VERMELHO-ESCUROS EUTRÓFICOS Ta.                                                                                                                                                                                                                           |
| NEOSSOLOS                                         | LITOSSOLOS, SOLOS LITÓLICOS, REGOSSOLOS, SOLOS ALUVIAIS e AREIAS QUARTZOSAS (Distróficas, Marinhas e Hodromórficas).                                                                                                                                                                                                                                                        |
| NITOSSOLOS                                        | TERRA ROXA ESTRUTURADA, TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR, TERRA BRUNA ESTRUTURADA, TERRA BRUNA ESTRUTURADA SIMILAR e alguns PODZÓLICOS VERMELHO-ESCUROS Tb e alguns PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS Tb.                                                                                                                                                                          |
| ORGANOSSOLOS                                      | SOLOS ORGÂNICOS, SOLOS SEMI-ORGÂNICOS, SOLOS TIOMÓRFICOS TURFOSOS e parte dos SOLOS LITÓLICOS TURFOSOS com horizonte hístico com 30cm ou mais de espessura.                                                                                                                                                                                                                 |
| PLANOSSOLOS                                       | PLANOSSOLOS, SOLONETZ-SOLODIZADO e HIDROMÓRFICOS CINZENTOS que apresentam mudança textural abrupta.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| PLINTOSSOLOS                                      | LATERITASHIDROMÓRFICAS, parte dos PODZÓLICOS PLÍNTICOS, parte dos GLEI HÚMICO e GLEI POUCO HÚMICO PLÍNTICOS e alguns dos possíveis LATOSSOLOS PLÍNTICOS.                                                                                                                                                                                                                    |
| VERTISSOLOS                                       | VERTISSOLOS, inclusive os hidromórficos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**Fonte: EMBRAPA (1999).**

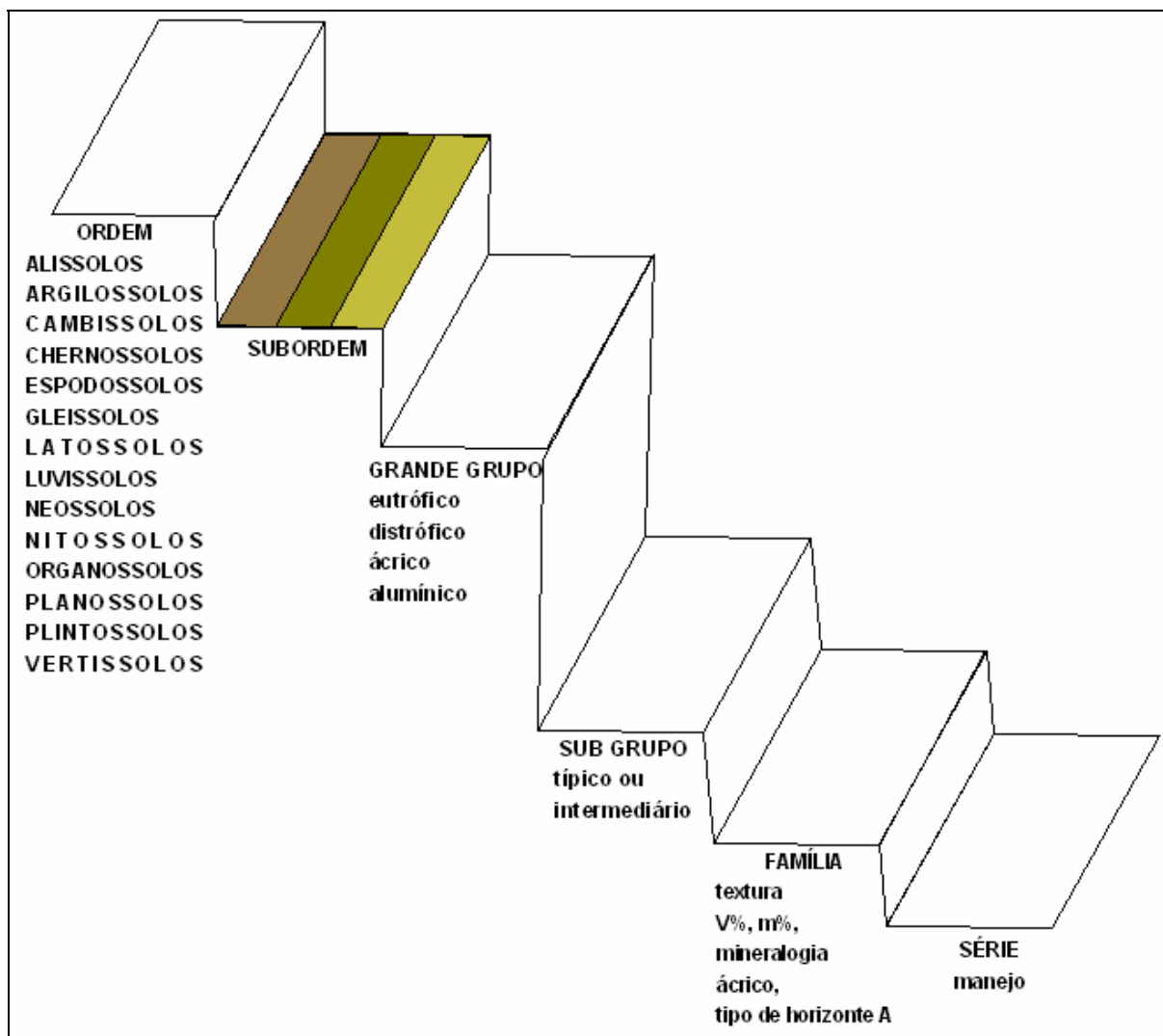


Figura 3 - Hierarquia do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (PRADO, 2003).

### 3.4 A QUALIDADE DOS ASSENTAMENTOS DE REFORMA AGRÁRIA DO PONTO DE VISTA AMBIENTAL.

Segundo SPAROVEK (2003), que realizou trabalho de levantamento de informações sobre a qualidade dos Assentamentos de Reforma Agrária implantados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, em todo o Brasil, o processo de Reforma Agrária é realizado com base num passivo ambiental significativo.

SANTOS *et al.* (2001), definem passivo como toda obrigação contraída voluntária ou involuntariamente destinada a aplicação em ações de controle, preservação e recuperação do meio ambiente, originando, como contrapartida, um ativo ou custo ambiental.

Este passivo é fruto da priorização de áreas em que a qualidade ambiental já está comprometida ou da seleção de áreas em que o desmatamento ainda é necessário para a implantação de sistemas de produção (SPAROVEK, 2003).

Ainda segundo SPAROVEK (2003), os maiores índices de qualidade dos assentamentos encontram-se nos assentamentos novos, cabendo aí duas suposições:

- a) a qualidade do meio ambiente diminui com o desenvolvimento do projeto e com a intensificação dos sistemas de produção;
- b) atualmente as atitudes conservacionistas têm sido intensificadas.

O quadro natural das áreas destinadas à Reforma Agrária, considerando como fatores a qualidade físico-química dos solos, a disponibilidade de água, a frequência das chuvas e o relevo, tem sido fator relevante para determinar o nível de desenvolvimento dos assentamentos. Os assentamentos que não possuem fortes restrições no quadro natural apresentam-se mais desenvolvidos (INCRA/FAO,1999).

Em relação ao quadro natural (qualidade físico-química dos solos, a disponibilidade de água, a frequência das chuvas e o relevo), INCRA/FAO (1999) comparam o nível de desenvolvimento dos assentamentos:

1. Assentamentos com maior desenvolvimento:
  - Relevo plano a suavemente ondulado;
  - Disponibilidade de água;
  - Solos de fertilidade média a boa, de composição argilosa;
  - Poucas limitações no quadro natural.
2. Assentamentos com menor desenvolvimento:
  - Relevo suave ondulado a forte ondulado;
  - Problemas de disponibilidade de água;
  - Solos de baixa fertilidade, de composição arenosa;
  - Fortes limitações no quadro natural.

Estes estudos e pesquisas revelaram ainda, que o quadro natural dos assentamentos de maior desenvolvimento potencializou, em ordem de importância, os seguintes elementos:

1. A implementação de sistemas produtivos mais rentáveis e voltados para o mercado;
2. A produção de um bom nível de subsistência familiar;

3. O uso do crédito rural (Proterra ou Pronaf);
4. O uso da mão-de-obra familiar pela maior área aproveitável e intensidade do sistema;
5. Uma maior sustentabilidade e menor variação dos sistemas produtivos (INCRA/FAO, 1999).

### 3.5 ASPECTOS LEGAIS

A legislação ambiental que trata especificamente sobre os assentamentos de reforma agrária é recente e dispõe sobre o processo de licenciamento ambiental, porém o Código Florestal (BRASIL, 1965) também cita em alguns artigos, disposições sobre o tema.

Na implantação de um projeto de assentamento deve-se observar um conjunto de leis e resoluções que baseiam as ações que levarão à criação do projeto.

Inicia-se por meio da Lei Federal nº 4.504, de 30 de Novembro de 1964 (BRASIL, 1964), o denominado Estatuto da Terra, que define quais são os critérios para a obtenção da área para incorporação no processo de reforma agrária, apresentando alguns conceitos básicos sobre o assunto:

- *Reforma Agrária*: conjunto de medidas que visem a promover melhor distribuição da terra, mediante modificações no regime de sua posse e uso, a fim de atender aos princípios da justiça social e aumento da produtividade (artigo 1º, parágrafo 1);
- *Imóvel rural*: prédio rústico, de área contínua qualquer que seja a sua localização, que se destina à exploração extrativa agrícola, pecuária ou agroindustrial, quer através de planos públicos de valorização, quer através da iniciativa privada (artigo 4º, inciso I);
- *Propriedade familiar*: o imóvel rural, que direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalho com ajuda de terceiros (artigo 4º, inciso II).

Além desses conceitos, essa Lei (BRASIL, 1964) ainda define, no parágrafo 1º do artigo 2º, a função social da terra:

- a) Favorece o bem estar dos proprietários e dos trabalhadores que nela labutam, assim como de suas famílias;
- b) Mantém níveis satisfatórios de produtividade;
- c) Assegura a conservação dos recursos naturais;
- d) Observa as disposições legais que regulam as justas relações de trabalho entre os que a possuem e a cultivem.

Posteriormente, foi instituído o procedimento de licenciamento ambiental, por meio da Resolução CONAMA nº 289, de 25 de outubro de 2001 (BRASIL, 2001). De acordo com essa resolução o assentamento poderá obter dois tipos de licença:

- Licença Prévia (LP): Licença concedida na fase preliminar do planejamento dos projetos de assentamento de reforma agrária, aprovando sua localização e concepção, sua viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos a serem atendidos na próxima fase do licenciamento.
- Licença de Instalação e Operação (LIO): Licença que autoriza a implantação dos projetos de assentamento de reforma agrária, de acordo com as especificações constantes no Projeto Básico, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes.

Os projetos de assentamentos criados posteriormente a esta resolução devem seguir os procedimentos necessários para primeiramente receber a LP e posteriormente a LIO.

Já nos assentamentos criados anteriormente à resolução, conforme artigo 9º, o responsável pelo projeto de assentamento deverá requerer, junto ao órgão ambiental competente, a respectiva LIO para regularização de sua situação ambiental.

Um outro artigo importante desta resolução (BRASIL, 2001) trata de assentamentos cujos impactos afetem áreas comuns, onde poderá ser admitido um único processo de licenciamento ambiental, a critério do órgão ambiental competente (Artigo 5º). Neste caso, poderá ser admitida a expedição de licenças coletivas, sem prejuízo das licenças individuais (Artigo 5º, parágrafo 1º).

A Lei Federal 4.771, de 15 de setembro de 1965, instituiu o novo Código Florestal (BRASIL, 1965), definindo como Área de Preservação Permanente, em seu artigo 2º, as florestas e demais formas de vegetação nativas situadas:

- a) Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima seja:
  1. De 30 (trinta) metros, para cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2. De 50 (cinquenta) metros, para cursos d'água que tenham de 10 (dez) metros a 50 (cinquenta) metros de largura;
  3. De 100 (cem) metros, para cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
  4. De 200 (duzentos) metros, para cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
  5. De 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.
- b) Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais e artificiais;
  - c) Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
  - d) No topo de morros, montes, montanhas e serras;
  - e) Nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45° (quarenta e cinco graus), equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
  - f) Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
  - g) Nas bordas de tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
  - h) Em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Define ainda, no mesmo artigo, como Reserva Legal a área que esteja localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas.

De acordo com o artigo 16º dessa mesma lei, as porcentagens de áreas de uma propriedade destinadas à Reserva Legal ficam distribuídas minimamente em:

- I. 80% (oitenta por cento), na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia legal;
- II. 35% (trinta e cinco por cento), na propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia legal, sendo no mínimo 20% (vinte por cento) na propriedade, 15% (quinze por cento) na forma de compensação em outra área, desde que esteja localizada na mesma microbacia, e seja averbada nos termos do § 7º deste artigo;

- III. 20% (vinte por cento), na propriedade situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do País; e
- IV. 20% (vinte por cento), na propriedade rural em área de campos gerais localizada em qualquer região do País.

O §8º deste artigo diz que a reserva legal deverá ser averbada à margem da inscrição da matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, de desmembramento ou de retificação de área, com as exceções previstas no Código (BRASIL, 1965).

E, ainda, o §11 do artigo acima citado menciona que poderá ser instituída reserva legal em condomínio entre mais de uma propriedade, respeitando o percentual legal em relação a cada imóvel, mediante a aprovação do órgão ambiental estadual competente e as devidas averbações referentes a todos os imóveis envolvidos (BRASIL, 1965).

### 3.6 GEOPROCESSAMENTO E ÁLGEBRA DE MAPAS

O termo Geoprocessamento denota o conjunto de conhecimentos que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. A tecnologia de geoprocessamento influencia de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional (MEDEIROS, 1999).

Sua tecnologia possui uma característica multidisciplinar que possibilita colocar, dentro de um mesmo plano, desde informações de dados físicos, como relevo, vegetação, solos e geologia, a dados socioeconômicos, como nível de renda, idade de uma população, entre outros.

CARRIJO (2005) utilizou o geoprocessamento para a geração de uma carta de cobertura do solo do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari, além de elaborar uma carta de infra-estrutura das propriedades existentes naquele Parque.

POLIZER (2001) realizou a avaliação multitemporal de cobertura do solo da bacia do Ribeirão Salobra e construiu o modelo digital de elevação da área, no município de Terenos (MS).

Devido a sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como geofísica, agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), o SIG – Sistema de Informação Georreferenciadas pode-se caracterizar como um sistema versátil de armazenamento e processamento de dados espaciais.

AGUIAR *et al.* (2003) elaborou um mapa cadastral dos assentamentos de reforma agrária situados na meso-região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, a partir do qual é possível realizar consultas, construir cartogramas e aplicar cálculos estatísticos.

Um sistema de geoprocessamento permite registrar geograficamente os limites das parcelas rurais e individualizadas (assentamentos) e criar um banco de dados cadastrais e socioeconômicos, além de possibilitar a espacialização dos dados em um mapa (AGUIAR *et al.*, 2003).

Ainda de acordo com AGUIAR *et al.* (2003), a ligação de um banco de dados ao mapa cadastral fornece uma base sólida para o acompanhamento e monitoramento dos assentamentos, permitindo a atualização periódica dos dados e estudos de potencialidade e dinâmica de evolução das parcelas.

O geoprocessamento permite ainda a manipulação de mapas através de um conjunto de operações matemáticas, em analogia aos ambientes de álgebra e estatística tradicionais, definida como álgebra de mapas (BARBOSA *et al.*, 1998). Um exemplo é a aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo, em uma área-modelo, avaliando a erosão laminar dos solos de 1966, 1985 e 1996, da região de Coxim e da bacia do Taquarizinho (PARANHOS, 2000).

De acordo com BARBOSA (1997), o termo "Álgebra de Mapas" é utilizado na literatura de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto para denotar o conjunto de operadores que manipulam campos geográficos (imagens, mapas temáticos e modelos numéricos de terreno).

CREPANI *et al.* (1996); MEIRELLES (1997) utilizaram a álgebra de mapas para realização de estudos definidos como Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE, usando cruzamentos de mapas temáticos como solos, geologia, vegetação e cobertura do solo e obtiveram resultados satisfatórios.

MOREIRA *et al.* (1999) utilizaram modelos matemáticos semi-quantitativos para a obtenção de mapas de favorabilidade à ocorrência mineral, num estudo de caso para o maciço alcalino de Poços de Caldas.

Segundo CAMARA *et al.* (2006), “para o cruzamento de mapas temáticos é necessária a criação de um banco de dados geográficos, no qual estão armazenados mapas

cadastrais constituídos por geo-objetos (dos quais são conhecidos os atributos descritivos e a representação espacial). Escolhem-se os atributos descritivos para serem obtidos os mapas temáticos desejados e/ou atributos quantitativos que alimentarão modelos geradores de diagnósticos ou prognósticos”.

Esses geo-objetos, dentro do Zoneamento Ecológico Econômico, são chamados de Unidades Territoriais Básicas – UTB, que, segundo CREPANI *et al.* (1996), são entidades geográficas que possuem atributos ambientais que permitem diferenciá-las de suas vizinhas e, ao mesmo tempo, possuem vínculos dinâmicos que as articulam numa complexa rede integrada.

BARBOSA *et al.*, (1998) realizaram cruzamentos entre mapas temáticos que possuíam UTB's com valores que lhes foram atribuídos, e então geraram modelos numéricos de terreno resultantes da ponderação das classes temáticas, obtendo um único modelo numérico, com valores entre 1 e 3.

No exemplo de CAMARA *et al.* (2006), um projeto é usualmente composto por um conjunto de níveis (*layers*), camadas ou planos de informação (PIs), que variam em número, tipos de formatos e de temas, conforme as necessidades de cada tarefa ou estudo. Por exemplo, caso se deseja fazer um estudo de uso atual do solo e seus impactos sobre o ambiente em uma região, definida em um projeto, seria necessário que esse projeto fosse composto de PIs, a partir de sete temas, e cada um desses apresentando suas respectivas UTB's. São os temas:

- 1) rede de drenagem;
- 2) cidades, rodovias e ferrovias;
- 3) altimetria;
- 4) geomorfologia;
- 5) unidades e associações dos solos;
- 6) tipologia vegetal;
- 7) tipos de uso e ocupação das terras.

Os PIs 1, 2 e 3, quando superpostos, formarão a cartografia básica da região de estudo ou mapa topográfico. Os PIs restantes são os mapas especiais ou temáticos necessários para atingir o objetivo proposto, isto é, cada PI representa uma mesma área, mas com informações geográficas diferentes, como mostra a figura 4.



**Figura 4 – Exemplo de PIs, ou camadas, que podem formar um projeto.**

### 3.7 LEGENDA DE COBERTURA DOS SOLOS DO PROJETO CORINE

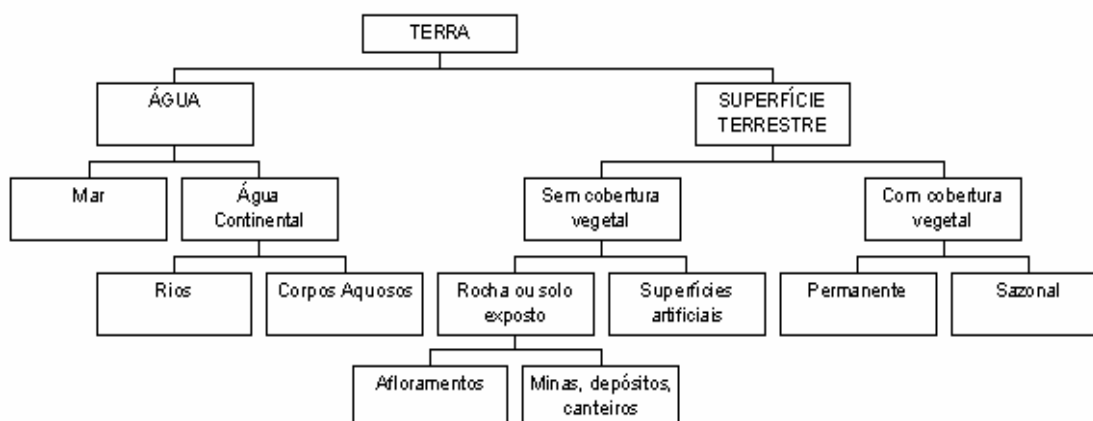
Com o objetivo de fornecer uma base de informações geográficas localizadas consistente, do tipo de cobertura dos solos dos Estados Membros da Comunidade Européia, foi desenvolvido o Projeto de Cobertura dos Solos do CORINE, como parte do Projeto CORINE – *Coordination of Information on the Environment* (CORINE, 1992 e Heyman *et al.* 1994), firmado em 27 de junho de 1985.

O objetivo principal do projeto CORINE era criar uma base de dados homogênea sobre a cobertura do solo, que fosse consistente, compatível e atualizável periodicamente (CORINE, 1992; HEYMANN *et al.*, 1994; PERDIGÃO & ANNONI, 2006, PARANHOS FILHO, 2000).

PARANHOS FILHO (2000) CARRIJO (2002); CARRIJO (2005), POLIZER (2001) e STEFANES (2005) utilizaram com sucesso a legenda CORINE, em Mato Grosso do Sul. Como opção de legenda de cobertura do solo vem apresentando resultados satisfatórios.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, desenvolveu, a partir da legenda CORINE, o mapeamento sistemático da cobertura do solo através da publicação do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006).

A nomenclatura CORINE desenvolveu-se sobre uma estrutura lógica, que englobando todos os tipos possíveis de cobertura do solo, conforme a Figura 5.



**Figura 5 - Esquema teórico para a construção de uma nomenclatura de tipos de cobertura dos solos (Heymann *et al.* 1994).**

Segundo PARANHOS FILHO (2000) a nomenclatura CORINE compreende três níveis:

- O primeiro, com cinco itens, indica categorias maiores de cobertura de solos no planeta (resumidas em um maior ou menor grau).
- O segundo nível, com 15 itens, é para o uso em escalas 1:500.000 e 1:1.000.000.
- O terceiro nível, com 44 itens, é usado em escala 1:100.000.

O mesmo autor afirma que um quarto nível pode ser adicionado, para alguns, ou todos os itens, seguindo os seguintes pré-requisitos:

- Os itens adicionais devem incluir todos os tipos de cobertura do solo cobertos pelo item de nível três (códigos de quatro caracteres são usados somente por estes itens).
- Os novos itens criados não podem se relacionar com mais de um item nível três.
- O mapeamento de cobertura do solo tipo CORINE (que é nível três), deve ser finalizado antes de iniciar o mapeamento de nível quatro.

A Tabela 6 apresenta os três níveis empregados na Europa a partir do Projeto CORINE, com as respectivas categorias.

Tabela 6 – Nomenclatura de Cobertura do Solo para Europa pelo projeto CORINE.

| <i>Nível 1</i>                    | <i>Nível 2</i>                                                                                                                                                                | <i>Nível 3</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Superfícies Artificiais        | 1.1. Padrão Urbano<br>1.2. Áreas Industriais, comerciais e de transporte<br>1.3. Mina, depósito de lixo local de construção<br>1.4. Áreas vegetais, não agrícola, artificiais | 1.1.1. Padrão Urbano Contínuo<br>1.1.2. Padrão Urbano descontínuo<br>1.2.1. Unidades Industriais ou Comerciais<br>1.2.2. Rodovias, ferrovias e terrenos associados<br>1.2.3. Áreas portuárias<br>1.2.4. Aeroportos<br>1.3.1. Local de extração mineral<br>1.3.2. Áreas de descarga e depósitos de lixo<br>1.3.3. Locais de construção<br>1.4.1. Áreas verdes urbanas<br>1.4.2. Áreas de lazer e transporte                                                 |
| 2. Áreas agrícolas                | 2.1. Terra arada<br>2.2. Culturas permanentes<br>2.3. Pastos<br>2.4. Áreas agrícolas homogêneas                                                                               | 2.1.1. Terra arada não irrigada<br>2.1.2. Terra constantemente irrigada<br>2.1.3. Campos de arroz<br>2.2.1. Vinhas<br>2.2.2. Pomares e árvores frutíferas<br>2.2.3. Oliveiras<br>2.3.1. Pastagens<br>2.4.1. Culturas anuais associadas com culturas permanentes<br>2.4.2. Padrões de cultivo complexos<br>2.4.3. Terra ocupada principalmente por agricultura, com áreas significativas de vegetação natural<br>2.4.4. Áreas agro-florestais               |
| 3. Florestas e áreas seminaturais | 3.1. Florestas<br>3.2. Arbustos e/ou vegetação herbácea associada<br>3.3. Espaços abertos com pouca ou nenhuma vegetação                                                      | 3.1.1. Floresta latifoliada<br>3.1.2. Floresta de Coníferas<br>2.1.3. Campos de arroz<br>3.1.3. Floresta Mista<br>3.2.1. Pradaria Natural<br>3.2.2. Vegetação arbustiva ( <i>moors e heathland</i> )<br>3.2.3. Vegetação esclerófito<br>3.2.4. Área com vegetação arbustiva em evolução<br>3.3.1. Praias, dunas e planícies arenosas<br>3.3.2. Rocha nua<br>3.3.3. Área de vegetação esparsa<br>3.3.4. Área de queimada<br>3.3.5. Geleiras e neves perenes |
| 4. Zonas úmidas                   | 4.1. Zonas úmidas continentais<br>4.2. Zonas úmidas costeiras                                                                                                                 | 4.1.1. Pântanos internos<br>4.1.2. Turfeira<br>4.2.1. Pântanos salgados<br>4.2.2. Salinas<br>4.2.3. Planície Intramaré ( <i>Intertidal flats</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5. Corpos aquosos                 | 5.1. Águas continentais<br>5.2. Águas marinhas                                                                                                                                | 5.1.1. Cursos de água<br>5.1.2. Corpos de água<br>5.2.1. Lagoas Costeiras<br>5.2.2. Estuários<br>5.2.3. Mares e oceanos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Fonte: Heymann *et al.* (1994).

PARANHOS FILHO (2000) adaptou a nomenclatura de Cobertura do Solo do Projeto CORINE à sua área de estudo, em Mato Grosso do Sul, resultando na nomenclatura apresentada na Tabela 7.

**Tabela 7 – Nomenclatura de Cobertura do Solo proposta por PARANHOS FILHO (2000).**

| <b>Nível 1</b>                    | <b>Nível 2</b>                                                                                                           | <b>Nível 3</b>                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Superfícies Artificiais        | 1.1 Padrão Urbano indistinto                                                                                             |                                                                                                                                                             |
| 2. Áreas agrícolas                | 2.1. Terra arada<br>2.2. Pastos                                                                                          | 2.1.1. Área arada não irrigada<br>2.1.2. Área constantemente irrigada<br>2.2.1. Pastagens                                                                   |
| 3. Florestas e áreas seminaturais | 3.1. Florestas<br>3.2. Arbustos e/ou vegetação herbácea associada<br>3.3. Espaços abertos com pouca ou nenhuma vegetação | 3.1.1. Floresta latifoliada<br>3.2.1. Pradaria Natural<br>3.2.2. Cerrado<br>3.3.1. Rocha nua<br>3.3.2. Área de vegetação esparsa<br>3.3.3. Área de queimada |
| 4. Zonas úmidas                   | 4.1. Zonas úmidas continentais                                                                                           | 4.1.1. Áreas úmidas                                                                                                                                         |
| 5. Corpos aquosos                 | 5.1. Águas continentais                                                                                                  | 5.1.1. Cursos de água<br>5.1.2. Corpos de água                                                                                                              |

**Fonte: PARANHOS FILHO (2000), adaptada do Projeto CORINE (HEYMANN *et al.*, 1994).**

### 3.8 VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Segundo TAGLIANI (2002), Vulnerabilidade Ambiental significa a maior ou menor suscetibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer.

O sentido dado ao termo suscetibilidade refere-se à tendência (ser passível) de receber impressões, modificações ou adquirir qualidades diferentes das que já existia (GRIGIO, 2003). Ou ainda, segundo TAGLIANI (2002), “sua capacidade de resposta frente as situações instáveis”.

CREPANI *et al.* (1996) estabeleceram como metodologia para a realização do Zoneamento Ecológico Econômico a confecção de cartas de vulnerabilidade natural à erosão pela atribuição de valores que vão de 1 a 3 e obedecem aos conceitos da Ecodinâmica de TRICART (1977).

Foram integradas 21 classes de vulnerabilidade à erosão, distribuídas entre as situações de predomínio dos processos de pedogênese, formação de solos, estabilidade do terreno, às quais se atribuem valores próximos de 1,0. Passando por situações intermediárias, com valores próximos de 2,0, e situações de predomínio dos processos de morfogênese, formação de relevo, erosão, para as quais se atribuem valores próximos de 3,0, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Avaliação da vulnerabilidade das unidades de paisagem natural

| Unidade       | Relação pedogênese/morfogênese            | Valor |
|---------------|-------------------------------------------|-------|
| Estável       | Prevalece a pedogênese                    | 1,0   |
| Intermediária | Equilíbrio entre pedogênese e morfogênese | 2,0   |
| Instável      | Prevalece a morfogênese                   | 3,0   |

Fonte: Modificada de TRICART (1977).

BARBOSA *et al.* (1998) geraram uma carta temática de vulnerabilidade natural à erosão pelo cruzamento das cartas de geologia, fitoecologia, geomorfologia e solos, numa adaptação à metodologia desenvolvida por CREPANI *et al.* (1996).

BARBOSA & SOARES (2001) utilizaram a metodologia de CREPANI *et al.* (1996) para a elaboração de um Mapa Verde do Município de São João Batista da Glória, usando imagem de satélite LANDSAT 5 TM, carta topográfica do IBGE (1:50.000) e dados temáticos de solos e geologia (1:100.000), atribuindo valores e cruzando os mapas.

ARAÚJO *et al.* (2003) elaboraram mapas de vulnerabilidade ambiental no Rio Grande do Norte, inicialmente por meio da geração de mapas temáticos multitemporais de Uso e Ocupação do Solo, Geomorfologia, Geologia, Drenagens, Vias de Acesso, Solos, Vegetação, que integrados deram origem a o Mapa de Vulnerabilidade Ambiental.

VOLL (2001) criou modelos numéricos do terreno, a partir dos mapas geológico, geomorfológico, de solos e de vegetação da região do Bico do Papagaio, extremo norte de Tocantins, atribuindo valores de acordo com a suscetibilidade à erosão. E pelo cruzamento dessas cartas foi gerada a Carta de Vulnerabilidade Ambiental da região estudada, conforme a Figura 6.

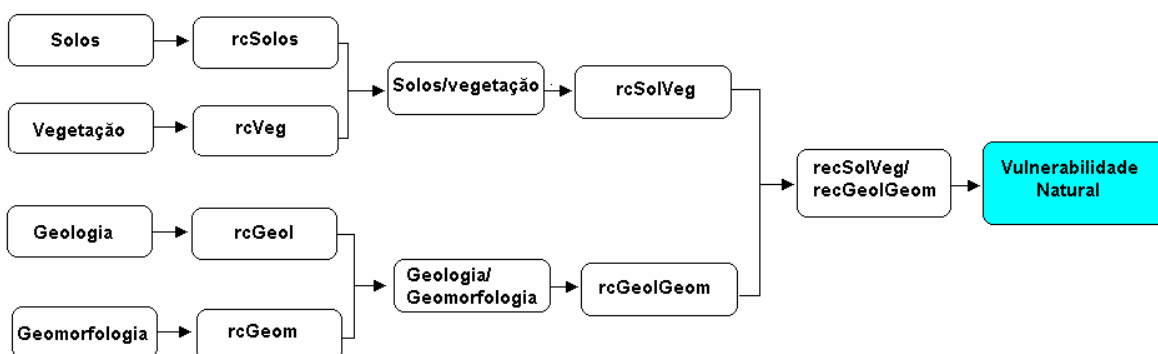


Figura 06 - Descrição do processo de geração do Mapa de Vulnerabilidade Natural proposto por VOLL (2001).

GRIGIO (2003) obteve inicialmente o mapa de vulnerabilidade natural, que visa mostrar a intensidade e distribuição da suscetibilidade do ambiente, levando-se em

consideração os fatores geomorfologia, geologia e solos, para o fator vegetação. Uma vez obtida a carta de vulnerabilidade natural, o autor realizou diversos cruzamentos com diferentes pesos compensatórios para os fatores Vulnerabilidade Natural e Uso e Ocupação do Solo.

HASENACK *et al.* (1998), para definir o grau de vulnerabilidade ambiental de um parque urbano, levaram em consideração o limite da área proposta para o futuro parque, a declividade, a cobertura vegetal, as distâncias entre as áreas construídas e as distâncias das ruas e caminhos.

#### 4 ÁREA DE ESTUDO

O estudo abrange as áreas dos assentamentos Capão Bonito, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro localizados na região central do Mato Grosso do Sul, a 45 km a Sudeste da sede do município de Sidrolândia, que dista 64 km de Campo Grande, capital do Estado. O acesso à área pode ser feito por via asfaltada, rodovia MS 162, a partir da cidade de Sidrolândia, sentido Maracaju, por 23 km até a entrada, à esquerda.

O Município de Sidrolândia possui uma área territorial de 5.286,490 km<sup>2</sup> (1,48% do Estado), com uma população de 28.311 habitantes, sendo 20.559 na região urbana e 7.752 na zona rural (Prefeitura Municipal de Sidrolândia, 2006).

Os limites territoriais são: ao norte com o Município de Terrenos, ao sul com o de Rio Brilhante, a leste com o de Campo Grande e a oeste com os de Maracaju e Dois Irmãos do Buriti.

Nos últimos dez anos houve um grande crescimento econômico do município, devido à instalação de várias indústrias, principalmente do setor têxtil e alimentício, e pelo grande número de assentamentos instalados (Prefeitura Municipal de Sidrolândia, 2006).

De acordo com a SEPLANCT (2006), os estabelecimentos agropecuários do município, no Censo agropecuário de 1995-1996, dividiam-se em:

- Menos de 10 ha.: 32
- De 10 a menos de 100 ha.: 194
- De 100 a menos de 1.000 ha.: 319
- De 1.000 a menos de 10.000 ha.: 118
- De 10.000 ha e mais.: 2
- Sem Declaração: 1

Em termos estaduais, o setor da agropecuária, Sidrolândia é o terceiro produtor de aveia, quarto produtor de sorgo, terceiro produtor de ovos de galinha, possui o maior efetivo de aves(galinhas, galos, frangos(as) e pintos), o oitavo produtor de algodão, o oitavo produtor de cana-de-açúcar, o sétimo produtor de soja, o quinto produtor de girassol, 5º efetivo de codornas, 9º produtor de feijão, 10º produtor de milho, 7º produtor de casulo do bicho-da-seda (SEPLANCT,2006).

De acordo com a Tabela 9, o município possui 14 projetos de assentamento de reforma agrária, implantados pelo governo federal por meio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, e 2 assentamentos implantados pelo governo do Estado, somando uma área de 70.815,25ha e atendendo 3.902 famílias. Com esses números, Sidrolândia é um dos municípios com maior número de assentamentos rurais.

**Tabela 9 - Relação dos Projetos de Assentamento do Município de Sidrolândia – MS (2006). Destacam-se em amarelo os assentamentos estudados nesse trabalho**

| <i>Denominação do Projeto</i> | <i>Nome do Imóvel</i>   | <i>Área (ha)</i> | <i>N.º de Famílias</i> | <i>Ato de Criação</i> | <i>Responsável</i> | <i>Dia/Mês/Ano</i> |
|-------------------------------|-------------------------|------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Capão Bonito                  | Faz. Capão Bonito       | 2.585,40         | 133                    | Resolução nº 042      | INCRA              | 20/10/1989         |
|                               |                         |                  |                        | Port. nº 40 (Cons.)   |                    | 15/12/2000         |
| Capão Bonito II               | Faz. Capão Bonito       | 8.231,50         | 308                    | Portaria nº 049       | INCRA              | 14/10/1997         |
| São Pedro                     | Faz. São Pedro          | 8.592,23         | 295                    | Portaria nº 103       | INCRA              | 23/12/1998         |
|                               | Faz. Esperancinha       |                  |                        |                       |                    |                    |
|                               | Faz. Cachoeira          |                  |                        |                       |                    |                    |
| Vista Alegre                  | Faz. Vista Alegre       | 1.030,82         | 50                     | Portaria nº 053       | INCRA              | 10/11/1999         |
| Vacaria                       | Faz. Vacaria            | 1.049,15         | 48                     | Portaria nº 02        | INCRA              | 27/3/2000          |
| Jibóia                        | Faz. Capão Bonito       | 7.218,70         | 238                    | Portaria nº 22        | INCRA              | 11/7/2000          |
| Capão Bonito III              | Faz. Santa Lúcia        | 600              | 23                     | Portaria nº 44        | INCRA              | 27/12/2000         |
| Geraldo Garcia                | Faz. Estância Belém     | 5.775,21         | 182                    | Portaria nº 51        | INCRA              | 29/12/2000         |
|                               | Quinhão 01 e Quinhão 02 |                  |                        |                       |                    |                    |
| Santa Terezinha               | Faz. Santa Terezinha    | 1.537,91         | 64                     | Portaria nº 15        | INCRA              | 13/8/2001          |
| Eldorado                      | Parte da Faz. Eldorado  | 9.972,12         | 640                    | Portaria nº 20        | INCRA              | 2/8/2005           |
| Altemir Tortelli (Estrela)    | Faz. Estrela            | 1.499,00         | 110                    | Portaria nº 40        | INCRA              | 27/12/2005         |
| Barra Nova                    | Faz. Barra Nova         | 3.940,43         | 320                    | Portaria nº 41        | INCRA              | 27/12/2005         |
| Alambari                      | Parte da Faz. Eldorado  | 8.206,71         | 680                    | Portaria nº 42        | INCRA              | 27/12/2005         |
| Eldorado II                   | Parte da Faz. Eldorado  | 9.608,60         | 780                    | Portaria nº 45        | INCRA              | 27/12/2005         |
| <b>TOTAL INCRA</b>            |                         | <b>69.847,78</b> | <b>3871</b>            |                       |                    |                    |
| Terra Solidária               |                         | 360,0218         | 11                     | Dec. 11.369           | Governo/MS         | 12/9/2003          |
|                               |                         |                  |                        | Port. 37              |                    | 28/11/03           |
| Terra Solidária II            |                         | 607,4458         | 20                     | Dec. 11.315           | Governo/MS         | 24/7/2003          |
|                               |                         |                  |                        | Port. Nº 28           |                    | 19/10/2004         |
| <b>TOTAL GOVERNO MS</b>       |                         | <b>967,47</b>    | <b>31</b>              |                       |                    |                    |
| <b>TOTAL GERAL</b>            |                         | <b>70.815,25</b> | <b>3.902</b>           |                       |                    |                    |

**Fonte: INCRA (2006).**

A área dos assentamentos situa-se na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, sub-bacia do Rio Ivinhema e é cortada por um dos seus maiores tributários, o Rio Vacaria, sendo este a principal fonte de recurso hídrico para as famílias assentadas.

A região que comporta os Assentamentos está localizada entre as coordenadas de Latitude  $21^{\circ}11'02''$  e  $21^{\circ}21'46''$  Sul e Longitude  $54^{\circ}54'00''$  e  $54^{\circ}45'11''$  Oeste, conforme a Figura 7. Os quatro assentamentos são frutos do programa do governo federal de implantação de assentamentos rurais, através do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, cobrindo uma área de aproximadamente 20.009,00ha e abriga cerca 759 famílias (INCRA, 2006).

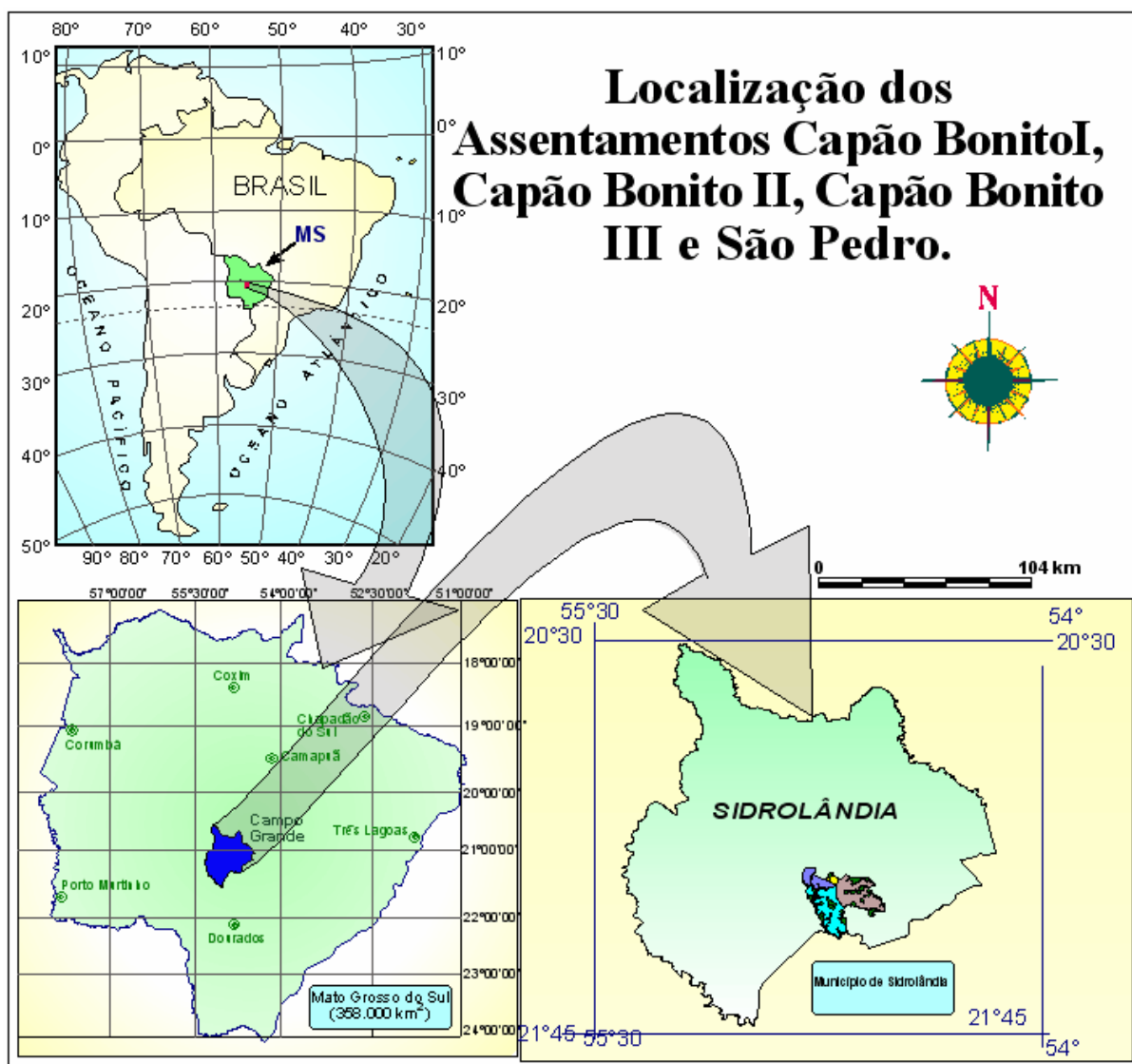


Figura 7 – Localização da área de estudo.

A Figura 8 mostra a divisão espacial dos assentamentos estudados.

# ASSENTAMENTO SCAPÃO BONITO I, II, III e SÃO PEDRO MUNICÍPIO DE SIDROLÂNDIA/MS

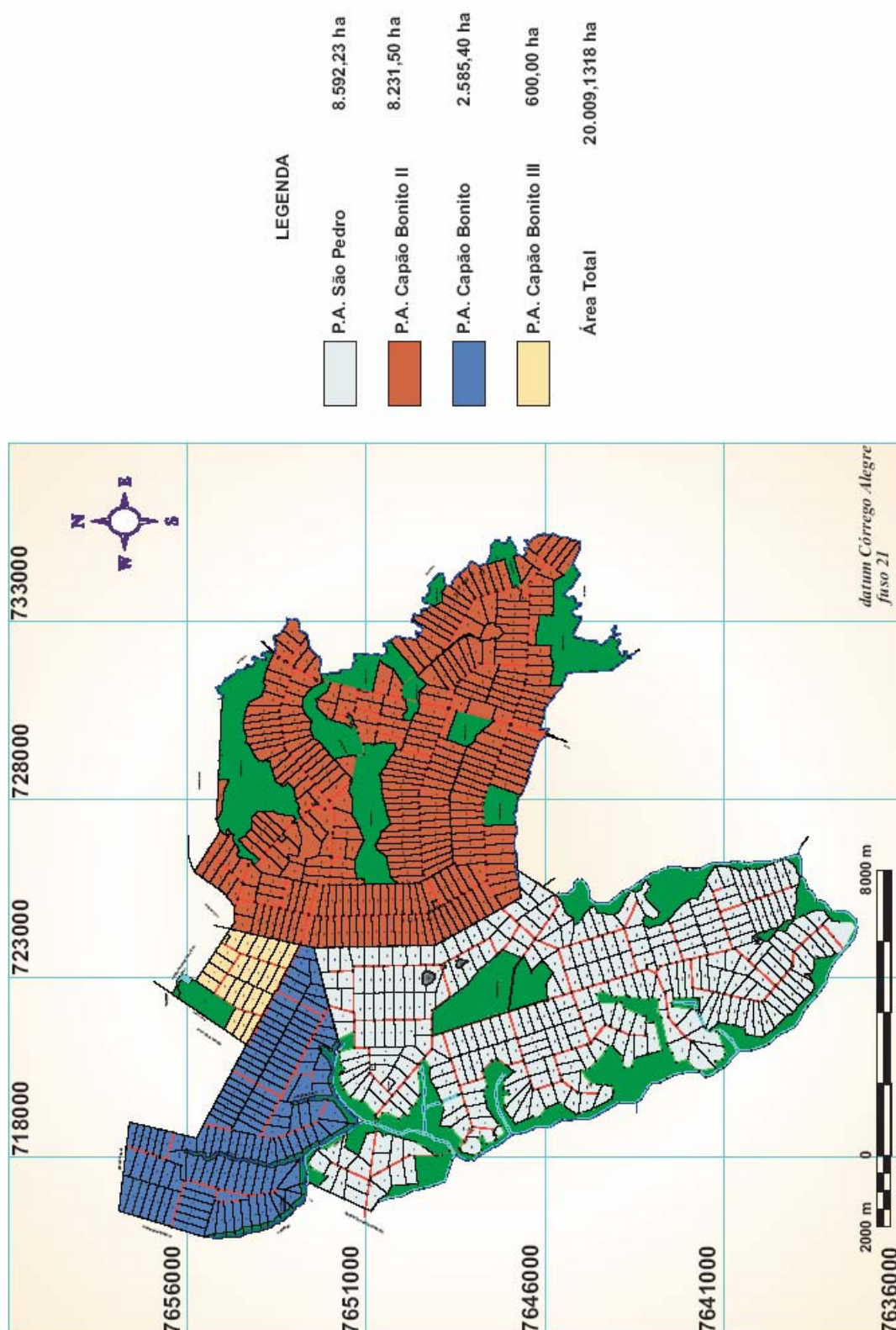


Figura 8 - Distribuição espacial dos Assentamentos Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro.

O clima, segundo Koeppen, é Aw, definido como tropical úmido e quente, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A região apresenta temperatura média variando de 22 a 23°C, o índice de efetivo de umidade com valores anuais variando de 20 à 40% e a precipitação pluviométrica anual em torno de 1400mm, como pode ser observado na Figura 9.

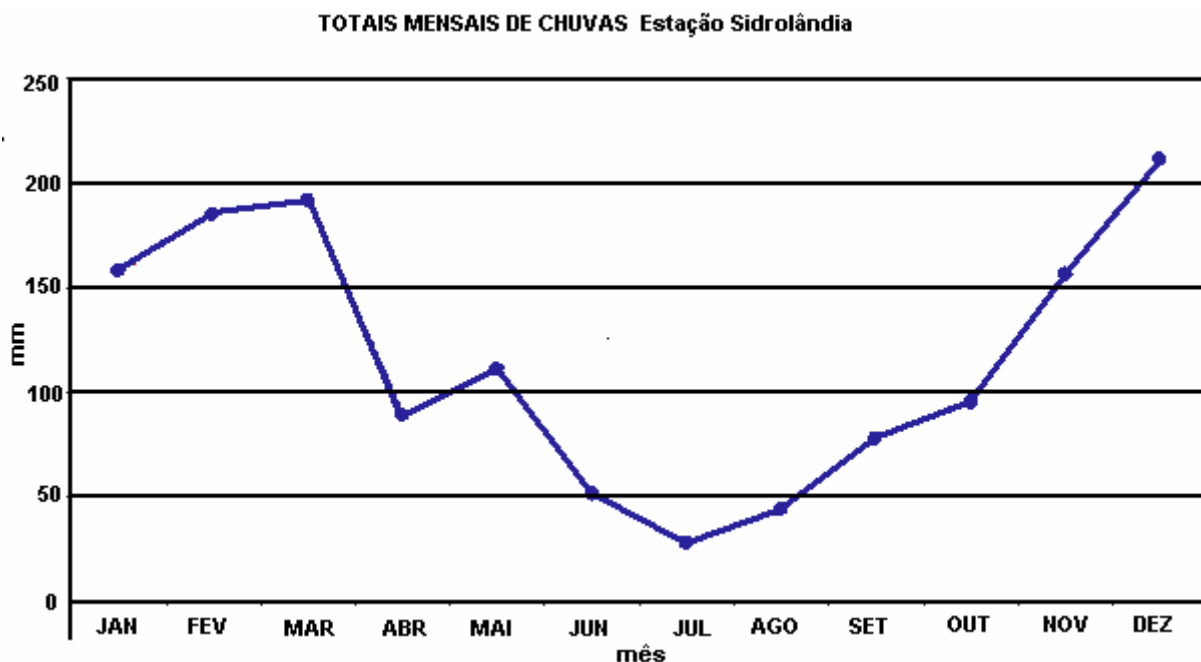


Figura 9 - Pluviometria do Município de Sidrolândia, no período de 1990 a 1998(EMPAER, 2000)

Os quatro assentamentos devem ser caracterizados como tendo sua base produtiva voltada para a pecuária de leite, e com algumas culturas que são exploradas para comercialização, como algodão e mandioca, estando a agricultura relacionada principalmente à subsistência, conforme IDATERRA (2003) e EMPAER (2000).

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

As etapas envolvidas no desenvolvimento do trabalho foram:

- Georreferenciamento das imagens de satélite;
- Obtenção da carta-base;
- Obtenção das cartas temáticas;
- Obtenção da carta de cobertura do solo a partir de imagens de satélite;
- Controle de campo;
- Elaboração de um banco de dados SIG dos lotes do P. A. Capão Bonito II;
- Geração da carta de vulnerabilidade ambiental.

### 5.1 GEORREFERENCIAMENTO DAS IMAGENS DE SATÉLITE

Foi utilizada a imagem Landsat ETM+ do mês de abril de 2002 (LANDSAT, 2002), com todas as bandas, correspondente à órbita-ponto 225-75, fornecidas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

A imagem foi georreferenciada utilizando GCP's (*Ground Control Points*) obtidos na carta do IBGE/DSG (IBGE, 1983), denominada Piúva, por meio do registro de 30 pontos de coordenadas conhecidas, em sistema de projeção UTM, *datum* Córrego Alegre, fuso 21. Posteriormente georreferenciou-se todas as bandas de uma imagem do satélite CBERS-2, sensor CCD, referente à órbita ponto 163-124, época de passagem em julho de 2004 (CBERS, 2004), utilizando-se como base uma imagem do satélite Landsat ETM+ já georreferenciada, com o registro de 45 pontos de coordenadas conhecidas.

O software utilizado para georreferenciamento das imagens e da carta do IBGE/DSG foi o Erdas Imagine (ERDAS, 1997). Verificou-se um erro total menor que 20 metros, aceitável para a escala de 1:100.000 da carta do IBGE/DSG .

## 5.2 OBTENÇÃO DA CARTA-BASE

Uma vez georreferenciada, a Carta Piúva do IBGE/DSG (IBGE, 1983), foi exportada para o formato GEO TIFF para sua vetorização, realizada no monitor pelo programa Macromedia FreeHand (MACROMEDIA, 2000) e da metodologia proposta por PARANHOS FILHO (2000).

O uso do *plugin* Mapublisher (AVENZA, 2001), em Macromedia FreeHand (MACROMEDIA, 2000), mantém a carta georreferenciada e permite a criação de um banco de dados SIG. Foram digitalizados diferentes níveis de informação, como curvas de nível, pontos cotados, hidrografia, representando cada nível em um *layer* (camada) correspondente.

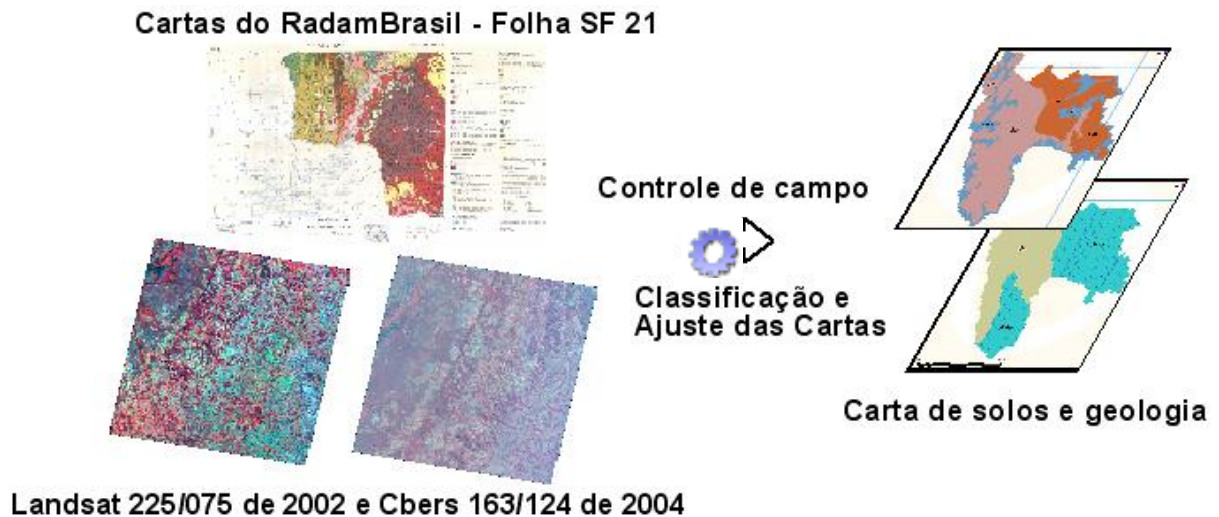
## 5.3 OBTENÇÃO DAS CARTAS TEMÁTICAS

Para obtenção das cartas temáticas de geologia e solos utilizou-se como referência as cartas do Projeto RADAMBRASIL (Folha SF 21 - Campo Grande), imagens de satélite Landsat 225/75 de 2002 e Cbers 163/124 de 2004 e com apoio de campo (Figura 10).

A banda pan do satélite Landsat ETM+, por apresentar uma resolução espacial de 15 metros, possibilita uma boa alternativa para fotointerpretação dos contatos de solo, geologia e geomorfologia, que puderam ser confrontadas, por sobreposição, com as cartas temáticas do Projeto RadamBrasil (RADAMBRASIL, 1982), além dos pontos de controle levantados em campo, conforme a Figura 10.

Com a fotointerpretação da banda pan, o apoio das cartas e controle de campo, foi possível gerar cartas numa escala de 1:70.000. Para a carta de solos foi aplicada a nova nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

É importante salientar que a conversão para o novo sistema de classificação dos solos da EMBRAPA caracterizou-se apenas pela correspondência entre a antiga, contida no RADAMBRASIL(1982) e sua correlação com EMBRAPA(1999). Para se classificar com segurança é importante o trabalho de campo com a abertura de trincheiras. Como o objetivo do estudo era aplicar a ferramenta de geoprocessamento e não o estudo solo, não foi realizado trabalhos de campo mais detalhados.



**Figura 10 – Geração das cartas de solos e geologia por meio da classificação das imagens de satélite, das cartas do Projeto RadamBrasil e pelo ajuste das cartas no controle de campo.**

### 5.3.1 Obtenção da Carta de Declividade

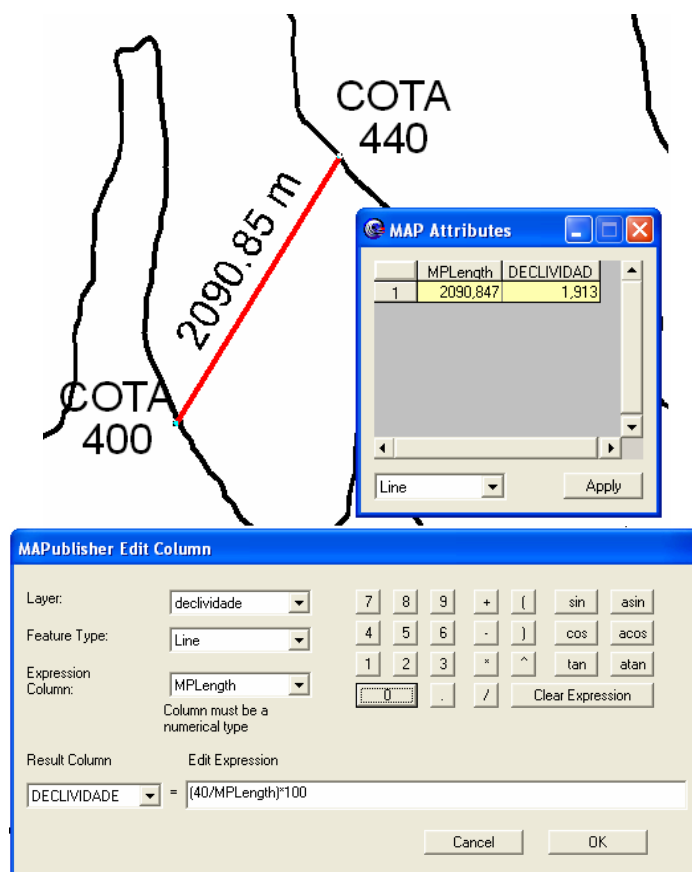
Para elaboração da carta de declividade, inicialmente foi feita a vetorização das curvas de nível da Carta Topográfica do Exército. Posteriormente, utilizando o programa Mappublisher 4.0 (AVENZA, 2001), foi possível medir a distância entre as cotas por meio de linhas definidas ortogonalmente às curvas de nível, visando medir a distância horizontal (DH). De acordo com a Figura 11, a diferença de nível entre uma cota e outra, ou seja, a distância vertical (DV), já é definida pelo DSG em 40 metros; a Distância Horizontal, medida pelo programa, é de 2090,847 metros; e a declividade calculada é de 1,913%.

A Figura 11 demonstra os procedimentos de preparação do banco de dados para definição da declividade da área de estudo, com a aplicação da fórmula da declividade dentro do banco de dados e utilização da ferramenta *MAPublisher Edit Column*, automatizando assim a operação e facilitando a elaboração da carta de declividade. Esta operação é representada pela fórmula abaixo:

$$D\% = \frac{DV}{DH} \times 100$$

DV = Distância Vertical

DH = Distância Horizontal



**Figura 11 - Obtenção da distância horizontal utilizando o programa Mappublisher 4.0. Onde se insere a equação de declividade no sistema e, então o mesmo calcula a declividade do terreno.**

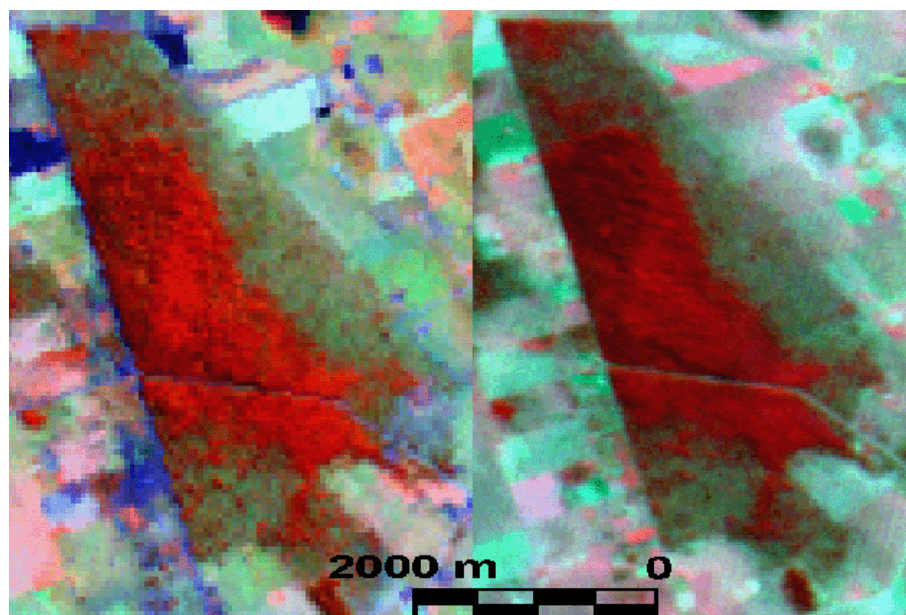
A Figura 12 ilustra a geração da carta de declividade em que, estabeleceram-se então os intervalos das declividades medidas, formando-se polígonos definidos como Unidades Territoriais Básicas (UTB), e sendo possível calcular a área dessas unidades. Essas UTB's serão cruzadas com outras UTB's provenientes das cartas temáticas de solos, geologia e cobertura dos solos, visando obter a carta de vulnerabilidade ambiental.



**Figura 12 – Obtenção da carta de declividade por meio da vetorialização das curvas de nível da Carta Topográfica do IBGE/DSG.**

#### 5.4 OBTENÇÃO DA CARTA DE COBERTURA DO SOLO A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITE

Para confecção da carta de cobertura do solo utilizou-se as imagens CBERS 2, sensor CCD - mais atuais - com resolução espacial de 20 metros, órbita-ponto 163-124, de julho de 2004, composição falsa cor RGB 431 e 432, com o apoio da imagem LANDSAT ETM+, composição 453, de maio de 2002, obtendo uma maior acuidade da fotointerpretação, possibilitada pelas assinaturas espectrais propostas por PARANHOS FILHO (2000), onde é possível verificar que são identificáveis as mesmas feições em ambas as cenas na Figura 13.



**Figura 13 - Comparação de uma imagens Landsat ETM+ 7 composição RGB 453 (Esquerda), com uma CBERS composição RGB 432 (Direita), mostrando uma área de cerradão e cerrado ao centro, com pastagens.**

A digitalização da carta de cobertura, sobre a cena de satélite, realizou-se em ambiente MaPublisher (AVENZA, 2001), que mantém a imagem georreferenciada em ambiente SIG. A menor unidade adotada para vetorização foi de 5 ( cinco) por 5 (cinco) pixels, ou seja, 1 ha.

Para dar suporte à classificação da cobertura do solo, utilizou-se também as informações de controle de campo. Essas informações confirmaram as coberturas definidas, dando, assim, maior segurança na hora de atribuir os nomes das classes de cobertura do solo.

Uma vez que a classificação não levou em consideração apenas a assinatura espectral, em que as áreas identificadas como cerradão, de acordo com RIBEIRO & VALTER

(1998), do ponto de vista fitofisionômico são florestas, mas floristicamente são similares à um Cerrado, na carta de cobertura considerou-se como Cerrado.

A Figura 14 ilustra os passos dados para obtenção da carta de cobertura.



**Figura 14 – Etapas envolvidas na geração da carta de cobertura de solo com a classificação das imagens de satélite e posterior controle de campo.**

## 5.5 CONTROLE DE CAMPO

Os trabalhos de controle de campo subsidiaram as atividades de laboratório e foram imprescindíveis neste estudo. As ações consistiram inicialmente na elaboração de uma caderneta de campo, na qual, para cada ponto, se verificou as seguintes informações:

- Número de ponto;
- Latitude e Longitude;
- Fotografias numeradas do local, e  
afrentamento de solo e substrato,  
quando possível;
- Tipo de solo;
- Tipo de substrato/geologia
- Tipologia do relevo;
- Cobertura do solo;
- Atividades;
- Comentários descritivos sobre o  
local.

Os dados de campo foram coletados por meio de observações visuais, registro fotográfico e coleta de material geológico. Não foram feitos perfis de solo, já que esses foram identificados visualmente.

A forma como foram organizadas as informações possibilitou a elaboração de uma planilha eletrônica e, a partir daí, importadas para ambiente SIG, no MaPublisher (AVENZA,

2001), gerando, então, um banco de dados, como suporte para os trabalhos de confecção das cartas de solos, geologia e cobertura do solo, como mostra a Figura 15.

|    | Ponto | Latitude | Longitude | Altitude | Foto      | Solo            | Relevo         | Cobertura                   | Atividade | Comentários                     |
|----|-------|----------|-----------|----------|-----------|-----------------|----------------|-----------------------------|-----------|---------------------------------|
| 1  | 5     | 726382   | 7647692   | 416      | 13 a 15   | Latossolo roxo  | Suave ondulado | Brachiária                  | Pecuária  |                                 |
| 2  | 6     | 726690   | 7647708   | 448      | 16 a 19   | Latossolo roxo  | Suave ondulado | Brachiária                  | Pecuária  | Cascalheira                     |
| 3  | 7     | 727238   | 7647735   | 429      | 20 a 23   | Vermelho escuro | Ondulado       | Vegetação nativa/brachiária | Reserva   | Roda D'água/C. Beltrão          |
| 4  | 10    | 729759   | 7645997   | 378      | 31 a 39   | Glei            | Ondulado       | Vegetação nativa            | Reserva   | Arenito                         |
| 5  | 15    | 730675   | 7649647   | 379      | 51 a 56   | Glei            | Plano          | Pasto ativo/Veg. Nativa     | Reserva   | Canal                           |
| 6  | 16    | 730609   | 7649345   | 390      | 57 a 58   | Vermelho escuro | Plano          | Brachiária                  | Pecuária  | Afloramento basalto             |
| 7  | 17    | 733622   | 7646433   | 368      | 59 a 60   | Latossolo roxo  | Suave ondulado | Brachiária                  | Pecuária  | Vista da reserva ao fundo       |
| 8  | 28    | 723184   | 7642950   | 482      | 91 a 92   | Latossolo roxo  | Plano          | Brachiária                  | Pecuária  | Poço artesiano da escola do Sãc |
| 9  | 31    | 724269   | 7643983   | 431      | 99 a 101  | Areia Quartzosa | Plano          | Brachiária                  | Pecuária  | Várzea como reserva ao fundo    |
| 10 | 37    | 721333   | 7643314   | 409      | 113 a 115 | Vermelho escuro | Plano          | Capineira/Pastagem          | Pecuária  |                                 |
| 11 | 41    | 726028   | 7649477   | 400      | 126 a 127 | Latossolo roxo  | Suave ondulado | Brachiária                  | Pecuária  | Poço artesiano                  |

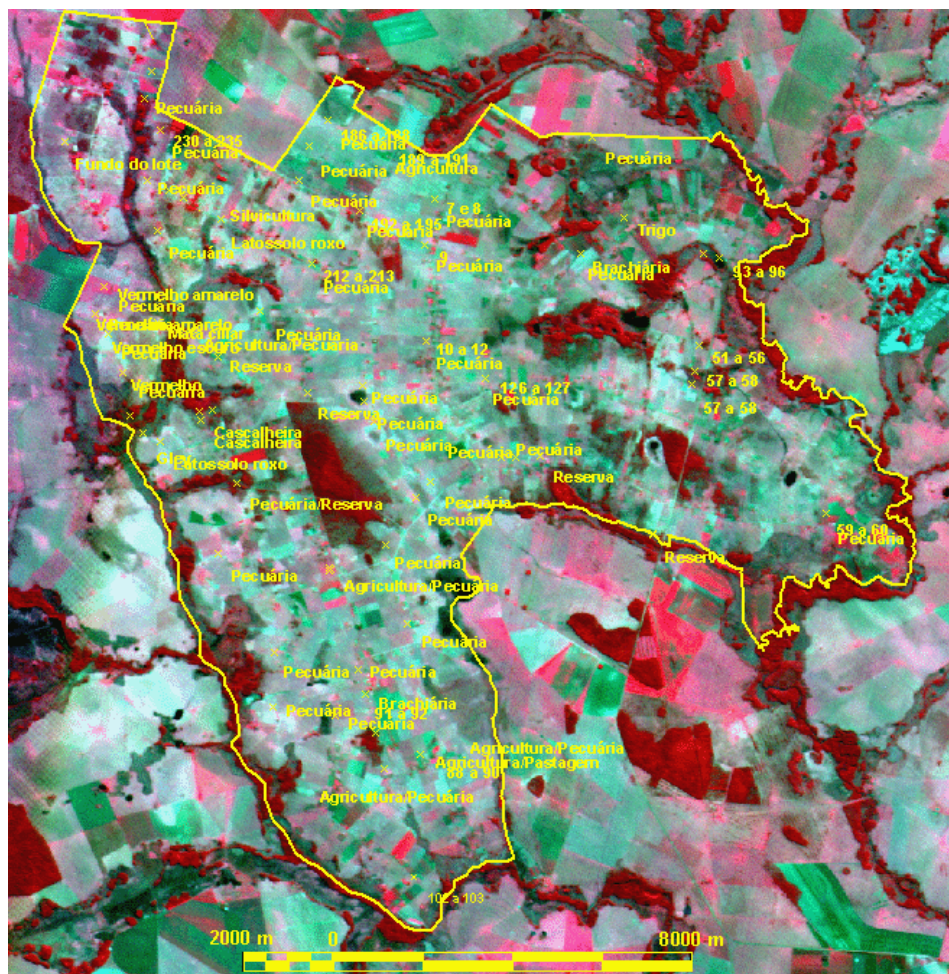


Figura 15 – Planilha dos pontos de controle de campo realizado nos assentamentos e plotados no programa MaPublisher (AVENZA, 2001).

## 5.6 GERAÇÃO DA CARTA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Após a geração das cartas temáticas, os diferentes temas de cada carta receberam valores de acordo com suas características e foram cruzados entre si. O objetivo foi definir os valores que melhor representem a situação de vulnerabilidade da área de estudo.

Para elaboração da carta de vulnerabilidade ambiental utilizou-se a metodologia desenvolvida por CREPANI *et al.* (1996), gerando inicialmente a carta de vulnerabilidade natural, para então cruzar com a carta de cobertura do solo, resultando na carta de vulnerabilidade ambiental.

### 5.6.1 Critérios para Atribuir Valores de Vulnerabilidade aos Temas (Geologia, Pedologia, Declividade e Cobertura do Solo)

A análise e a integração dos dados de cada uma das unidades da paisagem natural são realizadas simultaneamente através das imagens de satélite e informações fornecidas pela Geologia, Pedologia, Declividade e Cobertura do Solo conforme os seguintes critérios:

#### 5.6.1.1 Geologia

Os valores atribuídos a cada unidade da paisagem são realizados com base na história da evolução do ambiente geológico onde se insere a unidade de paisagem natural, o que permite entender sua origem, sua tendência futura e os elementos relativos ao grau de coesão das rochas que suportam a unidade de paisagem natural. Com valores próximos à estabilidade (1,0), para as rochas que apresentam maior grau de coesão para as condições a que está submetida a unidade da paisagem natural, valores intermediários (ao redor de 2,0), para as rochas que apresentam valores intermediários no seu grau de coesão e valores próximos à vulnerabilidade (3,0), para as rochas que apresentam os menores graus de coesão (CREPANI, 1996).

Para a área de estudo os valores atribuídos estão apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10 – Valores de vulnerabilidade adotados para a geologia dos assentamentos estudados.**

| <b>GEOLOGIA</b>      | <b>VALORES</b> |
|----------------------|----------------|
| Grupo Bauru          | 3              |
| Formação Serra Geral | 1,5            |

#### 5.6.1.2 Pedologia

Uma característica considerada para estabelecer as 21 classes de vulnerabilidade é o grau de desenvolvimento dos solos, ao que, por meio de dados bibliográficos e da interpretação de imagem de satélite, são atribuídos valores aos solos.

A classe para os solos estáveis, com nota 1,0 é representada pelos Latossolos. Esses solos são bem desenvolvidos, com grande porosidade e profundidade. Devido ao processo de intemperismo e lixiviação a que foram submetidos, são considerados solos “maduros”.

Nos solos intermediários, com nota 2,0, são representados pela classe de tipo Podzólicos. Quando comparados com os Latossolos, apresentam profundidade menor, sendo solos menos estáveis e intemperizados do que os Latossolos.

Nas unidades da paisagem onde ocorrem solos vulneráveis, a nota é 3,0 e são representados por solos jovens e pouco desenvolvidos. São solos ainda em fase inicial de formação porque estão ainda se desenvolvendo a partir dos materiais de origem. São os Solos Orgânicos, as Areias Quartzosas, Glei Húmico e Glei Pouco Húmico.

Ainda para atribuir os valores de vulnerabilidade dos solos utilizou-se como parâmetro os índices de erodibilidade de solos do Estado de São Paulo, apresentados por Bertoni & Lombardi (1985), e utilizados na elaboração da Tabela 11.

**Tabela 11 – Índices de erodibilidade de alguns solos do Estado de São Paulo (Bertoni & Lombardi, 1985).**

| Unidade Pedológica                                                                                                                                                                                                 | Índice de erodibilidade | Classe |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|
| Cambissolos, solos litólicos. Podzólicos Vermelho Amarelo e Vermelho Escuro abruptos, textura arenosa-média.<br>Areias quartzosas, relevo suave-ondulado e ondulado.                                               | 0,433 – 0,540           | I      |
| Podzólico Vermelho-Amarelo não-abrupto, textura média-argilosa e média.<br>Podzólico Vermelho-Escuro não-abrupto, textura média-argilosa.                                                                          | 0,329 – 0,432           | II     |
| Podzólico Vermelho-Amarelo e Podzólico Vermelho-Escuro, textura argilosa.<br>Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa. Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média.<br>Latossolo Vermelho-Escuro, textura média. | 0,221 – 0,328           | III    |
| Latossolo roxo. Terra roxa estruturada.                                                                                                                                                                            | 0,113 – 0,220           | IV     |
| Gleis, Planossolo, Areias quartzosas relevo plano<br>Solos orgânicos.                                                                                                                                              | 0 – 0,113               | V      |

Os solos Latossolo Vermelho Distroférrico, Latossolo Roxo da classificação antiga, e Latossolo Vermelho Distrófico, correspondente ao Latossolo Vermelho Escuro da classificação antiga da EMBRAPA, seguiram os parâmetros de erodibilidade descritos na tabela 11. Os valores de vulnerabilidade são apresentados na tabela 12.

**Tabela 12 – Valores de vulnerabilidade para os solos dos assentamentos estudados.**

| <b>SOLOS</b>                     | <b>VALORES</b> |
|----------------------------------|----------------|
| Latossolo Vermelho Distroférrico | 1,5            |
| Latossolo Vermelho Distrófico    | 2              |
| Gleissolos Háplicos Distrófico   | 3              |

Os Gleissolos apresentam índice de erodibilidade baixo, porém levou-se em consideração, para atribuir seu valor de vulnerabilidade, a sua ligação com os corpos d'água, elevando assim sua importância e seu valor em relação aos outros dois solos presentes na área.

#### 5.6.1.3 Declividade

Para estabelecer valores de estabilidade ao se tratar o item declividade, foram empregados primeiramente os níveis utilizados pelo INCRA (2006), em relação ao relevo, como mostra a tabela 13.

**Tabela 13 - Classes de relevo estabelecidas pelo INCRA.**

| <b>Classe de relevo</b>        | <b>Classes de Declividade</b> |              |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------|
|                                | <b>%</b>                      | <b>Graus</b> |
| Plano                          | 0 – 5                         | 0 - 2,9      |
| Suave Ondulado                 | 5 – 10                        | 2,9 - 5,7    |
| Ondulado                       | 10 – 15                       | 5,7 – 8,5    |
| Muito Ondulado                 | 15 – 25                       | 8,5 – 14     |
| Forte Ondulado                 | 25 – 47                       | 14 – 25      |
| Áreas de Uso Restrito          | 47 – 100                      | 25 – 45      |
| Área de Preservação Permanente | > 100                         | > 45         |

**Fonte: INCRA (2006).**

Uma vez que a área de estudo apresentou-se com índices de declividades muito próximos, o que tornou difícil a visualização, estando grande parte dessa área no nível 0 – 5%,

optou-se por mais uma subdivisão em 0 - 2% e 2 – 5%. Essa subdivisão possibilitou observar um contraste maior na área.

A partir dos valores de relevo, foram estabelecidas as notas de 1,0 para a área mais plana; 2,0 para área onde o relevo apresenta-se suave ondulado e valor igual a 3,0 para áreas com maior declividade; portanto, potencialmente mais suscetíveis à erosão(Tabela 14).

**Tabela 14 – Valores de vulnerabilidade da declividade dos assentamentos.**

| <b>CLASSES DE DECLIVIDADE</b> | <b>VALORES</b> |
|-------------------------------|----------------|
| 0-2                           | 1              |
| 2-5                           | 2              |
| 5-10                          | 3              |

#### 5.6.1.4 Cobertura do solo

Os valores referentes à cobertura do solo tiveram como parâmetros, inicialmente nas áreas da classe 2.3.2., 2.3.3 e 2.4.6., o grau de revolvimento do solo, já que nas áreas de pastagens não existem atividades de revolvimento do solo, em comparação às áreas de agricultura que já possuem atividades anuais de exposição do solo, como aração e gradagem, necessárias ao plantio.

Nos demais locais o parâmetro utilizado foi o da relação com a legislação ambiental, mais precisamente a Lei Federal 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal (BRASIL, 1965), e estabelece as áreas de preservação permanente e reserva legal, aqui subentendido como as áreas onde exista cobertura vegetal nativa. A tabela 15 apresenta os valores de vulnerabilidade estabelecidos para a área de estudo.

**Tabela 15 - Valores de vulnerabilidade da cobertura do solo dos assentamentos.**

| <b>COBERTURA DO SOLO</b>                                                                           | <b>VALORES</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Classe 2.3.2.</b> Área predominantemente pecuária com significativas parcelas de áreas naturais | 1,5            |
| <b>Classe 2.3.3.</b> Área predominantemente pecuária com parcelas de agricultura                   | 1,2            |
| <b>Classe 2.4.6.</b> Área predominantemente agrícola com parcelas de pecuária                      | 2              |
| <b>Classe 3.1.1.</b> Matas                                                                         | 3              |
| <b>Classe 3.2.2.</b> Cerrado                                                                       | 2,5            |
| <b>Classe 4.1.1.</b> Áreas úmidas                                                                  | 3              |
| <b>Classe 5.1.2.</b> Corpos D'água                                                                 | 3              |

### 5.6.2. Cruzamento das Cartas Temáticas.

Para realizar o cruzamento das cartas procedeu-se a soma dos valores cruzados, e logo após sua divisão, obtendo-se assim a média aritmética dos valores, de acordo com a fórmula:

$$a(x,y) = \frac{x+y}{2}$$

Sendo que:

x = corresponde ao valor de um nível de informação com suas Unidades Territoriais Básicas;

y = corresponde ao valor de um nível de informação, diferente de X, com suas Unidades Territoriais Básicas;

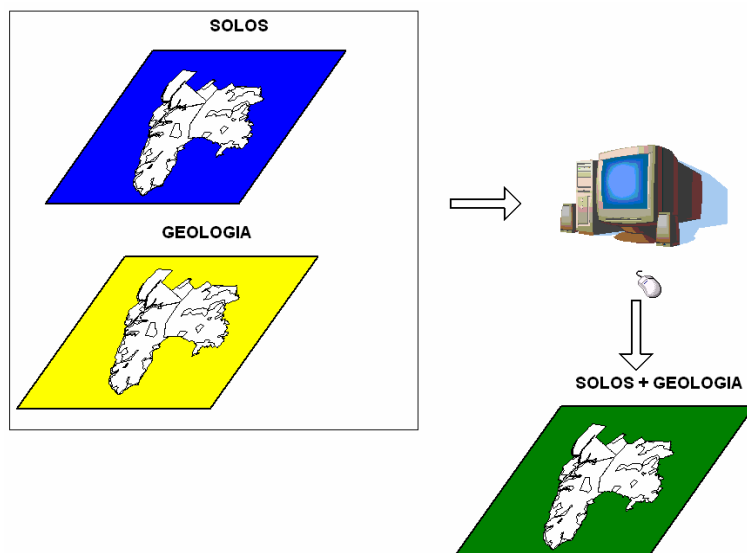
A tabela 16 apresenta o resultado dos cruzamentos entre cartas ((Solos & Geologia) & Declividade), na coluna à esquerda, e a Carta de Cobertura do Solo, gerando assim os valores de vulnerabilidade ambiental.

**Tabela 16 - Cruzamento dos valores existentes nas cartas na geração da carta de Vulnerabilidade Ambiental.**

| <b>Vulnerabilidade ambiental</b>                |                          | <b>Carta de Cobertura do Solo</b>                                       |                                                                               |                                                                            |                       |                            |                     |                              |
|-------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|------------------------------|
|                                                 |                          | <b>2.4.6. Área predominantemente agrícola com parcelas de pecuária.</b> | <b>2.3.2. Área predominantemente pecuária com parcelas de áreas naturais.</b> | <b>2.3.3. Área predominantemente pecuária com parcelas de agricultura.</b> | <b>3.2.2. Cerrado</b> | <b>4.1.1. Áreas úmidas</b> | <b>3.1.1. Matas</b> | <b>5.1.2. Corpos de água</b> |
| <b>(Solos &amp; Geologia) &amp; Declividade</b> | <b>(Hgp d+bt)+(0-2)</b>  | 2,0                                                                     | 1,8                                                                           | 1,6                                                                        | 2,3                   | 2,5                        | 2,5                 | 2,5                          |
|                                                 | <b>(Hgp d+bt)+(2-5)</b>  | 2,3                                                                     | 2,0                                                                           | 1,9                                                                        | 2,5                   | 2,8                        | 2,8                 | 2,8                          |
|                                                 | <b>(Hgp d+bt)+(5-10)</b> | 2,5                                                                     | 2,3                                                                           | 2,1                                                                        | 2,8                   | 3,0                        | 3,0                 | 3,0                          |
|                                                 | <b>(Hgp d+sg)+(0-2)</b>  | 1,8                                                                     | 1,6                                                                           | 1,4                                                                        | 2,1                   | 2,3                        | 2,3                 | 2,3                          |
|                                                 | <b>(Hgp d+sg)+(2-5)</b>  | 2,1                                                                     | 1,8                                                                           | 1,7                                                                        | 2,3                   | 2,6                        | 2,6                 | 2,6                          |
|                                                 | <b>(Hgp d+sg)+(5-10)</b> | 2,3                                                                     | 2,1                                                                           | 1,9                                                                        | 2,6                   | 2,8                        | 2,8                 | 2,8                          |
|                                                 | <b>(Lr + bt)+(0-2)</b>   | 1,8                                                                     | 1,6                                                                           | 1,4                                                                        | 2,1                   | 2,3                        | 2,3                 | 2,3                          |
|                                                 | <b>(Lr + bt)+(2-5)</b>   | 2,1                                                                     | 1,8                                                                           | 1,7                                                                        | 2,3                   | 2,6                        | 2,6                 | 2,6                          |
|                                                 | <b>(Lr + bt)+(5-10)</b>  | 2,3                                                                     | 2,1                                                                           | 1,9                                                                        | 2,6                   | 2,8                        | 2,8                 | 2,8                          |
|                                                 | <b>(Lr+sg)+(0-2)</b>     | 1,6                                                                     | 1,4                                                                           | 1,2                                                                        | 1,9                   | 2,1                        | 2,1                 | 2,1                          |
|                                                 | <b>(Lr+sg)+(2-5)</b>     | 1,9                                                                     | 1,6                                                                           | 1,5                                                                        | 2,1                   | 2,4                        | 2,4                 | 2,4                          |
|                                                 | <b>(Lr+sg)+(5-10)</b>    | 2,1                                                                     | 1,9                                                                           | 1,7                                                                        | 2,4                   | 2,6                        | 2,6                 | 2,6                          |
|                                                 | <b>(Le+bt)+(0-2)</b>     | 1,9                                                                     | 1,6                                                                           | 1,5                                                                        | 2,1                   | 2,4                        | 2,4                 | 2,4                          |
|                                                 | <b>(Le+bt)+(2-5)</b>     | 2,1                                                                     | 1,9                                                                           | 1,7                                                                        | 2,4                   | 2,6                        | 2,6                 | 2,6                          |
|                                                 | <b>(Le+bt)+(5-10)</b>    | 2,4                                                                     | 2,1                                                                           | 2,0                                                                        | 2,6                   | 2,9                        | 2,9                 | 2,9                          |
|                                                 | <b>(Le+sg)+(0-2)</b>     | 1,7                                                                     | 1,4                                                                           | 1,3                                                                        | 1,9                   | 2,2                        | 2,2                 | 2,2                          |
|                                                 | <b>(Le+sg)+(2-5)</b>     | 1,9                                                                     | 1,7                                                                           | 1,5                                                                        | 2,2                   | 2,4                        | 2,4                 | 2,4                          |
|                                                 | <b>(Le+sg)+(5-10)</b>    | 2,2                                                                     | 1,9                                                                           | 1,8                                                                        | 2,4                   | 2,7                        | 2,7                 | 2,7                          |

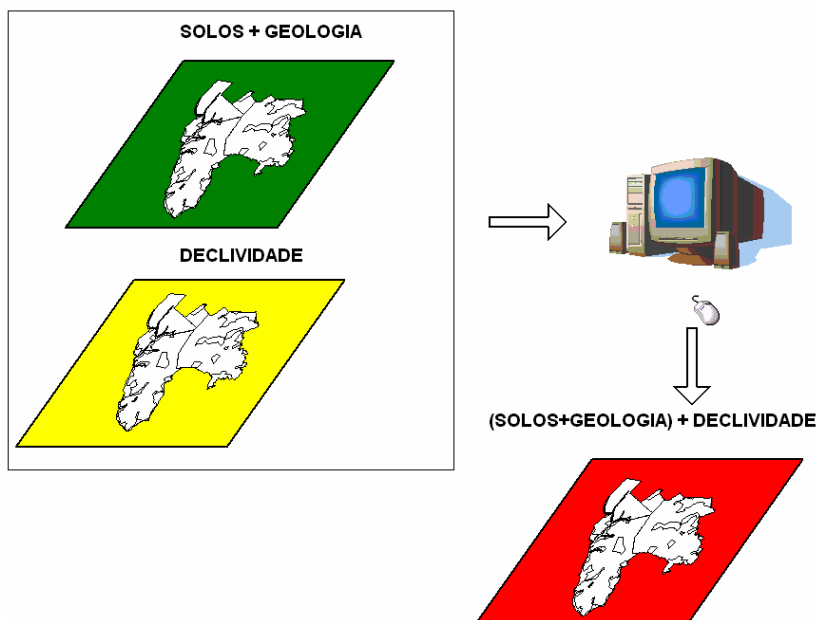
**Legenda:-** Hgp d – Glei Pouco Húmico distrófico, Lr – Latossolo roxo, Le – Latossolo vermelho escuro, bt – bauru, sg – serra geral.

Uma vez estabelecidos os valores de cada classe das cartas citadas, procedeu-se o cruzamento entre as mesmas, sendo inicialmente cruzadas as cartas de solos e geologia, conforme Figura 16.



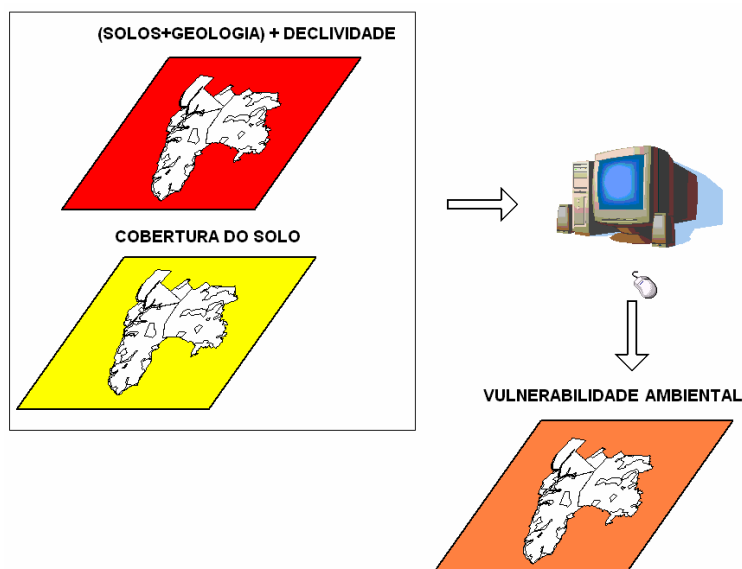
**Figura 16 - Cruzamento das cartas de Solos & Geologia.**

Logo após procedeu-se outro cruzamento entre a carta gerada no primeiro cruzamento e a carta de declividade, conforme Figura 17.



**Figura 17 - Cruzamento das cartas de (Solos&Geologia) & Declividade.**

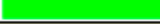
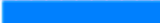
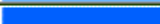
Como último procedimento, que gerou a Carta de Vulnerabilidade Ambiental, cruzou-se a carta de resultado da operação anterior definida como (Solos & Geologia) & Declividade, com a Carta de Cobertura do Solo, conforme a Figura 18.



**Figura 18 - Cruzamento das cartas [(Solos & Geologia) & Declividade] & Carta de Cobertura.**

A representação da vulnerabilidade ambiental é feita por meio de cores, e assim foram selecionadas 21 cores obtidas a partir da combinação aditiva das três cores primárias (azul, verde e vermelho), de modo que se associasse cada classe de vulnerabilidade a uma cor, ou seja, o valor de maior estabilidade (1,0) à cor azul, à cor verde, estabilidade intermediária (2,0) à cor azul e maior instabilidade (3,0) à cor vermelha, conforme é possível observar na Tabela 17 (CREPANI *et al.*1996).

Tabela 17 - Representação da vulnerabilidade e ou estabilidade das unidades da paisagem ambiental

| Classes de vulnerabilidade | Escala de Vulnerabilidade |     |   | Grau de Vulnerabilidade                             | GRAU DE SATURAÇÃO |       |      |                                                                                       |                                                                                     |
|----------------------------|---------------------------|-----|---|-----------------------------------------------------|-------------------|-------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                           |     |   |                                                     | VERM              | VERDE | AZUL | CORES                                                                                 |                                                                                     |
| C1                         | ↑                         | 3,0 |   | VULNERÁVEL<br>(Morfogênese)                         | 255               | 0     | 0    |    |                                                                                     |
| C2                         |                           | 2,9 |   |                                                     | 255               | 51    | 0    |    |                                                                                     |
| C3                         |                           | 2,8 |   |                                                     | 255               | 102   | 0    |    |                                                                                     |
| C4                         |                           | V   |   |                                                     | 2,7               | 255   | 153  | 0                                                                                     |  |
| C5                         |                           | U   |   |                                                     | 2,6               | 255   | 204  | 0                                                                                     |  |
| C6                         | L                         | 2,5 | E | MODERADAM.<br>VULNERÁVEL                            | 255               | 255   | 0    |    |                                                                                     |
| C7                         | N                         | 2,4 | S |                                                     | 204               | 255   | 0    |    |                                                                                     |
| C8                         | E                         | 2,3 | T |                                                     | 153               | 255   | 0    |    |                                                                                     |
| C9                         | R                         | 2,2 | A | MEDIANAM.<br>ESTÁVEL/<br>VULNERÁVEL<br>(morfo/pedo) | 102               | 255   | 0    |    |                                                                                     |
| C10                        | A                         | 2,1 | B |                                                     | 51                | 255   | 0    |    |                                                                                     |
| C11                        | B                         | 2,0 | I |                                                     | 0                 | 255   | 0    |    |                                                                                     |
| C12                        | I                         | 1,9 | L |                                                     | 0                 | 255   | 51   |    |                                                                                     |
| C13                        | L                         | 1,8 | I | MODERADAM.<br>ESTÁVEL                               | 0                 | 255   | 102  |    |                                                                                     |
| C14                        | I                         | 1,7 | D |                                                     | 0                 | 255   | 153  |    |                                                                                     |
| C15                        | D                         | 1,6 | A |                                                     | 0                 | 255   | 204  |    |                                                                                     |
| C16                        | A                         | 1,5 | D |                                                     | 0                 | 255   | 255  |    |                                                                                     |
| C17                        | D                         | 1,4 | E | (Pedogênese)<br>ESTÁVEL                             | 0                 | 204   | 255  |    |                                                                                     |
| C18                        | E                         | 1,3 | ↓ |                                                     | 0                 | 153   | 255  |    |                                                                                     |
| C19                        |                           | 1,2 |   |                                                     | 0                 | 102   | 255  |    |                                                                                     |
| C20                        |                           | 1,1 |   |                                                     | 0                 | 51    | 255  |   |                                                                                     |
| C21                        |                           | 1,0 |   |                                                     | 0                 | 0     | 255  |  |                                                                                     |

Fonte: CREPANI *et al.* (1996)

## 5.7 ELABORAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS SIG DOS LOTES DO PROJETO DE ASSENTAMENTO CAPÃO BONITO II.

Uma das finalidades desta ação é testar o desempenho do software MaPublisher (AVENZA, 2001) como banco de dados SIG na gestão de informações coletadas em campo, sobre o perfil socioeconômico e produtivo dos agricultores assentados, gerando assim uma ferramenta capaz de gerenciar informações nessas áreas.

A Figura 19 mostra os procedimentos para a construção do banco de dados SIG. Foram utilizados, para alimentação do banco, dados coletados pela equipe de extensão rural da empresa CRESCER (inédito), que atua no assentamento Capão Bonito II. A equipe de extensionistas aplicou um questionário socioeconômico em 100% (cem por cento) das famílias assentadas na área.

Realizou-se uma adaptação dos dados recebidos das fichas técnicas do levantamento de dados socioeconômicos e produtivos aplicado em todos os lotes do referido assentamento, uma vez que o objetivo do levantamento realizado não era a espacialização dos dados.



**Figura 19 - Etapas envolvidas nos trabalhos para obtenção do Banco de Dados**

Como o objetivo do questionário não era compor um banco de dados e sim uma compilação das informações, foi necessário realizar uma organização das informações coletadas com dois critérios principais: o primeiro seria a relevância das informações para o presente trabalho e o segundo era a possibilidade do dado ser inserido no banco SIG, como mostra a Figura 19.

Elaborou-se então um banco de dados utilizando o software Microsoft Access 2000 (MICROSOFT, 1999), com os seguintes campos:

- Número do lote
- População do lote
- Área de benfeitoria
- Área de agricultura
- Nome da cultura
- Uso de inseticida
- Uso de herbicida
- Rebanho bovino
- Condições de habitação
- Tipo de abastecimento de água
- Destino do lixo

A Figura 20 ilustra o formulário de banco de dados utilizado para inserção das informações do questionário socioeconômico aplicado pela equipe de extensionistas. Ao elaborar o banco, preocupou-se muito com os atributos dos campos criados, pois essa informação é muito importante para a correta ligação do banco de dados com os dados em SIG.

**Microsoft Access -**

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Registros Ferramentas Janela Ajuda

Form fields:

- LOTE: 01
- PESSOAS: 1
- HOMENS: 1
- MULHERES: 0
- BENFEITORIA: 1
- AGRICULTURA: 0
- LAVOURA: 0
- PASTO: 16
- INSETICIDA: Não
- HERBICIDA: Não
- VACAS: 0
- NOVILHAS\_3/2: 0
- NOVILHAS\_1/2: 0
- BEZERROS: 0
- TOUROS: 0
- HABITACAO: Alvenaria
- AGUA: Poço
- LIXO: Queima

Figura 20 - Formulário de entrada de dados do banco em Microsoft Access 2000 (MICROSOFT, 1999).

Para a construção da topologia em ambiente SIG Mapublisher (AVENZA, 2001), foram ainda vetorizados os polígonos referentes ao perímetro dos lotes, a partir dos vetores importados dos arquivos DXF do assentamento Capão Bonito II. Para cada polígono foi dado um atributo de área e acrescentada mais uma coluna referente ao número do lote. A Figura 21 ilustra essa etapa de preparação da plataforma de entrada dos dados. A coluna lote servirá de âncora para receber os dados da planilha eletrônica.

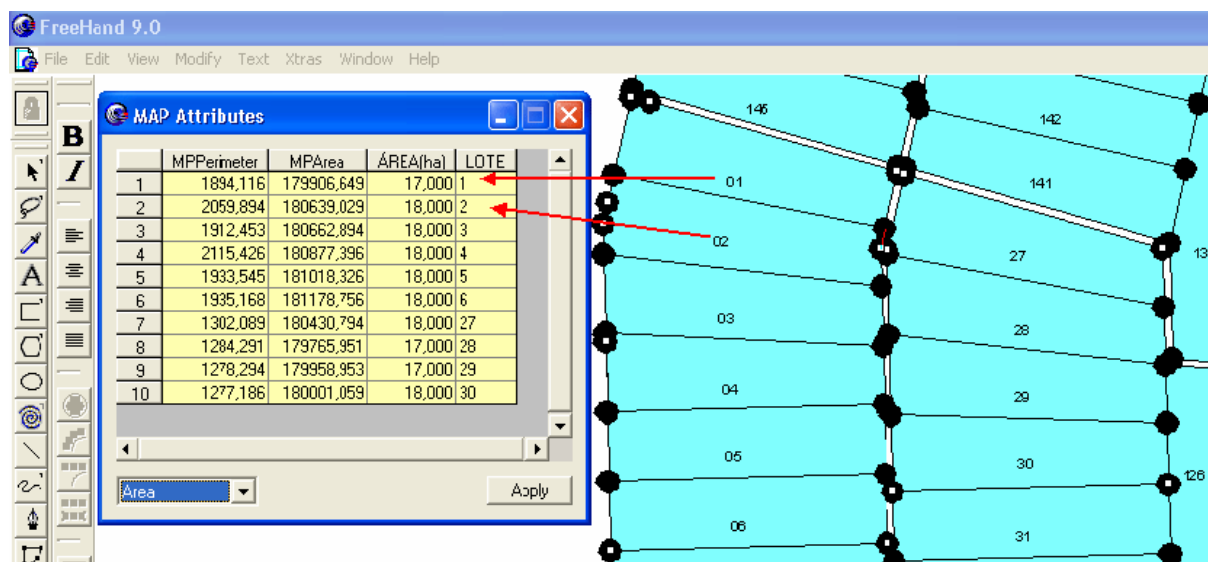


Figura 21 - Polígonos selecionados e seus atributos.

Depois de alimentados os dados, a planilha foi inserida em ambiente SIG através da rotina *import table* e, posteriormente, do mecanismo *join a table* do software MaPublisher (AVENZA, 2001). O resultado encontra-se ilustrado na Figura 22, pela qual é possível

visualizar a plataforma do Mapublisher (AVENZA, 2001) com os dados do banco gerado no Microsoft Access 2000 (MICROSOFT, 1999).

Uma vez inseridos os dados, o programa possibilita a manipulação do banco de dados realizando consultas espaciais.

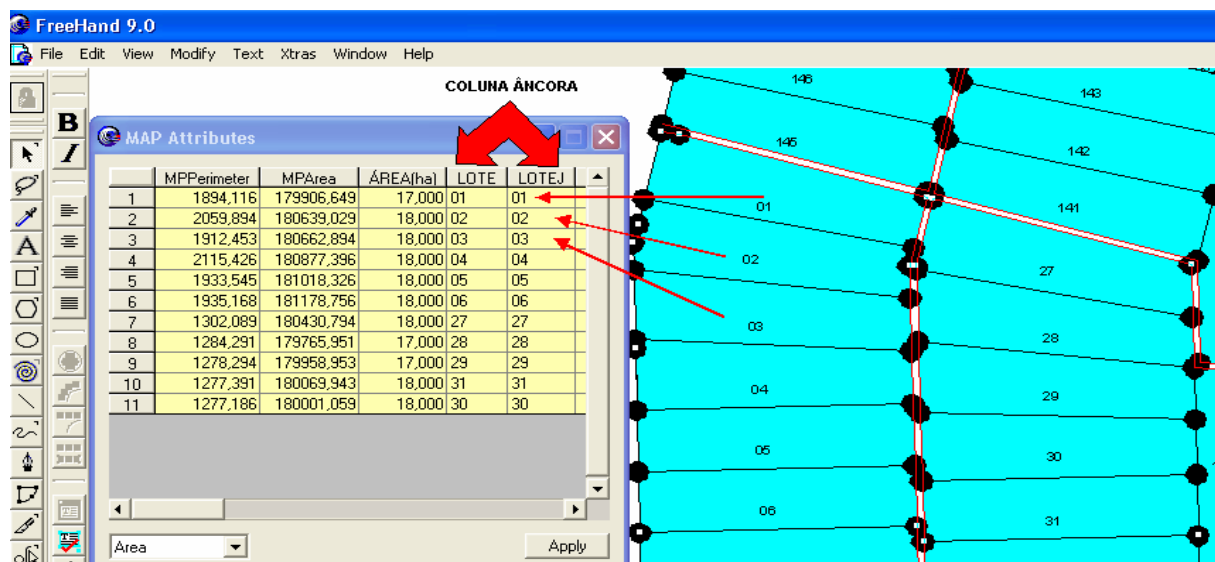


Figura 22 - Junção das tabelas do Mapublisher (AVENZA, 2001) com os dados do banco gerado no Microsoft Access 2000 (MICROSOFT, 1999).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os produtos gerados estão listados abaixo e serão discutidos posteriormente em separado:

- Carta de Geologia em escala de 1:70.000.
- Carta de Solos em escala de 1:70.000
- Carta de cobertura do solo de 1:50.000
- Carta de vulnerabilidade ambiental 1:70.000
- Banco de dados SIG do P.A. Capão Bonito II

#### 6.1.1 Carta de Geologia em Escala de 1:70.000.

A área de estudo localiza-se geologicamente sobre as unidades do Grupo Bauru (Kb) e Grupo São Bento, que é representado na área de estudo apenas pela Formação Serra Geral (JKsg). No presente estudo, bem como durante os trabalhos do RadamBrasil (RADAMBRASIL,1982), constatou-se uma dificuldade de separar, no campo, algumas áreas de contato entre os solos de alteração de basalto da Formação Serra Geral e dos arenitos argilosos do Grupo Bauru.

De acordo com MILANI (1997), o Grupo Bauru assenta-se em discordância erosiva sobre os basaltos Serra Geral. O cultivo agrícola e a erosão fizeram com que solos se remobilizassem e ocorresse a homogeneização de grandes faixas de transição entre as duas unidades. Ainda assim, na área de estudo, foi possível identificar o contato entre o Grupo Bauru e a Formação Serra Geral, por meio da fotointerpretação de imagens da banda pan do satélite Landsat ETM+, sendo o controle de campo muito importante neste caso.

A Figura 23 apresenta a carta de geologia originada dos procedimentos metodológicos já descritos. Nela é importante salientar a distribuição uniforme da área correspondente às duas unidades geológicas.

Este trabalho não teve o objetivo de estratificar o Grupo Bauru, devido à dificuldade e o tempo de campo necessário para a separação das unidades internas do mesmo, uma vez que o valor dado quanto à vulnerabilidade ambiental não sofrerá alteração de uma formação para outra.

Segundo a Figura 24, há uma divisão quase uniforme na distribuição da geologia da área de estudo que se divide em Grupo Bauru e Formação Serra Geral, apresentando uma área de 8.739,0307 ha, para o primeiro, e 11.270, 1011 ha, para o segundo, totalizando 20.009,1318 ha. Segue abaixo as características da geologia da área.

# CARTA DE GEOLOGIA DOS ASSENTAMENTOS CAPÃO BONITO I, II, III e SÃO PEDRO

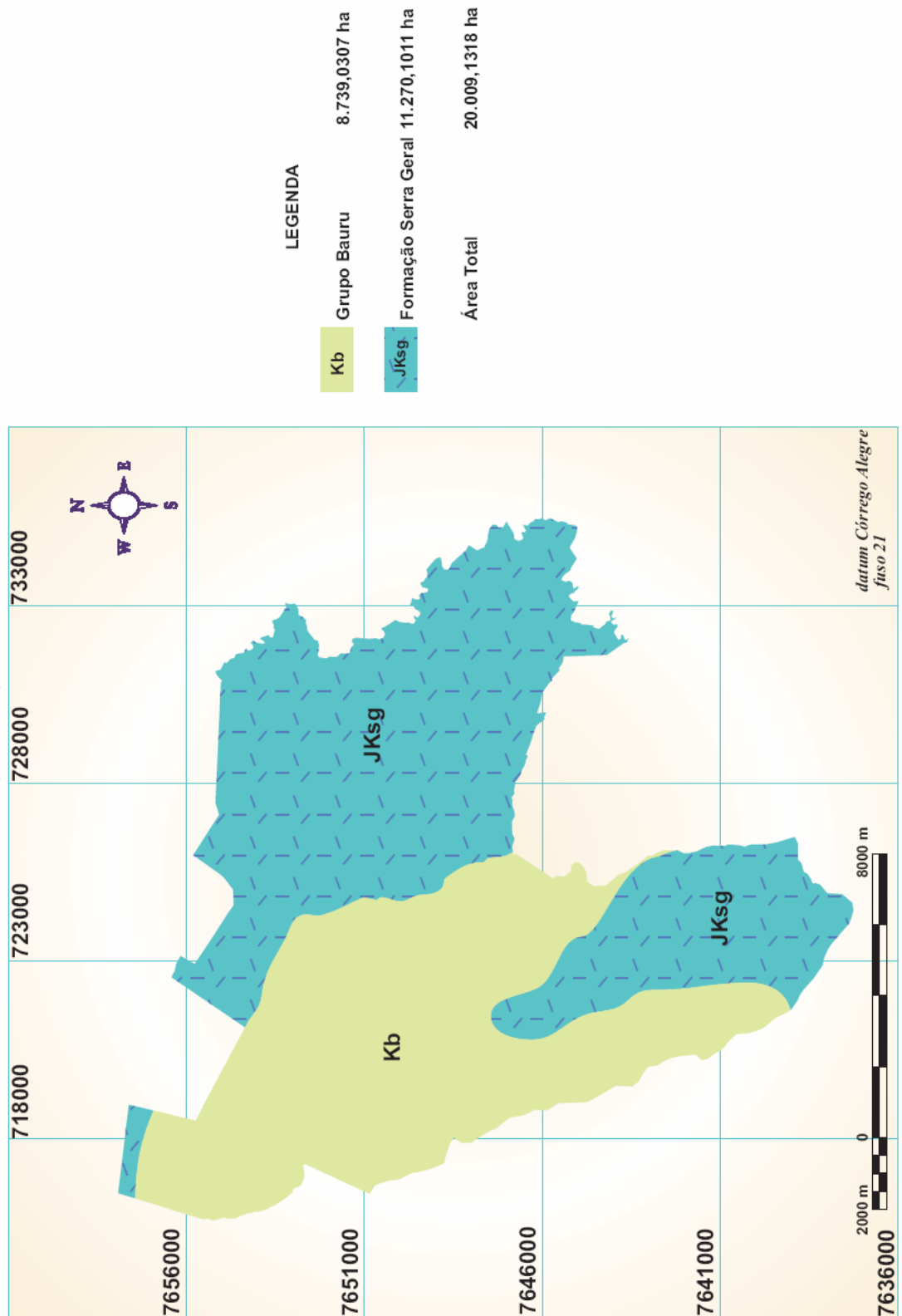
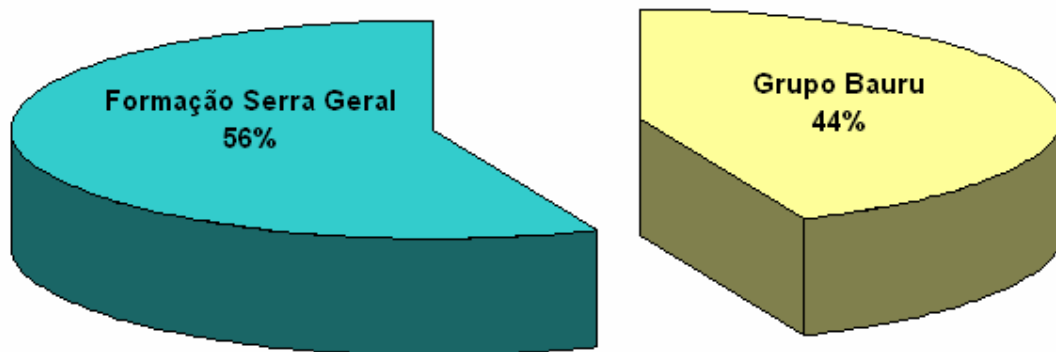


Figura 23 – Carta de geologia dos assentamentos Capão Bonito I, II, III e São Pedro (reduzido do original na escala 1:70.000).



**Figura 24 - Percentagem de área de geologia.**

#### 6.1.1.1 Grupo Bauru (Kb)

É caracterizado, segundo RADAMBRASIL (1982), como extensas planícies arenosas e distribui-se de forma irregular na folha SF 21 X-B-II Campo Grande, cobrindo uma superfície com aproximadamente 30.000km<sup>2</sup>, e nos assentamentos estudados, ocupa uma área de 16.461,2115 ha, cobrindo a Formação Serra Geral.

MILANI (1997) denominou este Grupo como superseqüência Bauru, tratando-se de uma unidade predominantemente arenosa, relacionada a um contexto deposicional com grande contribuição de processos alúvio-fluviais (Grupo Bauru) e eólicos (Grupo Caiuá).

RADAMBRASIL (1982) propuseram que a Formação Bauru passasse à categoria de Grupo constituído de quatro formações, que definiram e caracterizaram como Formação Caiuá (inferior), Formação Santo Anastácio, Formação Adamantina e Formação Marília (superior).

Ainda, o Grupo Bauru, segundo RADAMBRASIL (1982), embora apresente grande diversidade litológica, mostra-se homogêneo em seus diversos níveis.

LASTORIA (2002), ao estudar a Formação Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul, não descreveu a cobertura sedimentar sobre os basaltos, com características típicas do Grupo Bauru, citando apenas a ocorrência de sedimentos arenosos, não litificados. Devido a

estas diferenças o autor denominou esses sedimentos como Pós-Basálticos. Na área de estudo recobre 44% da mesma, ocorrendo sobre a Formação Serra Geral.

#### 6.1.1.2 Formação Serra Geral (JKsg)

Segundo RADAMBRASIL (1982), extensas áreas com coberturas de solos basálticos, totalmente alterados, foram observadas em toda porção recoberta pela Formação Serra Geral, a leste da escarpa formada pela Serra de Maracajú. Estas áreas mostram relevos peneplanizados, apresentando variações altimétricas de 5 a 10 metros em pontos às vezes distantes mais de 100 km.

Na folha SF 21 X-B-II Campo Grande, que engloba a região da área de estudo, aproximadamente 40.000 km<sup>2</sup> representam a superfície de afloramentos dos derrames basálticos da Formação Serra Geral (RADAMBRASIL, 1982). Na área de estudo, a Formação Serra Geral ocupa uma área de 3.557,3503 ha, sendo suas rochas efusivas assentadas sobre os arenitos eólicos da Formação Botucatu.

#### 6.1.2 Carta de Solos em Escala de 1:70.000

Os solos na área de estudo dividem-se em Latossolo Vermelho Escuro álico (LEa), Latossolo Roxo álico e Glei Pouco Húmico distrófico.

PRADO (2003) estabeleceu uma correlação entre os sistemas Brasileiro, Americano e FAO, a partir da classificação anterior, em que os solos são denominados como Latossolo Vermelho Escuro Álico (LEa), Latossolo Roxo álico (LRa) e Glei Pouco Húmico distrófico (HGPd).

Conforme a Tabela 18, os dois primeiros solos descritos, na nova nomenclatura, denominam-se Latossolo Vermelho (LV), diferenciando-se apenas no terceiro nível de classificação, sendo o primeiro denominado distrófico e o segundo distroférrico. O solo Glei Pouco Húmico denomina-se Gleissolo Háplico distrófico. Para a confecção da carta de solos utilizou-se a nova nomenclatura (EMBRAPA, 1999). A Figura 25 ilustra a distribuição dos solos dos assentamentos estudados.

**Tabela 18 - Correlação entre os sistemas Brasileiro, Americano e FAO (PRADO, 2003).**

| <b>Solo</b>                              | <b>Embrapa (1999)</b>              | <b><i>Soil Taxonomy</i> (1996)</b> | <b>FAO (1994)</b> |
|------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Latossolo Vermelho<br>Escuro Álico (LEa) | Latossolo Vermelho<br>distrófico   | Rhodic Hapludox                    | Rhodic Ferralsol  |
| Latossolo Roxo<br>álico(LRa)             | Latossolo Vermelho<br>distroférico | Rhodic Hapludox                    | Rhodic Ferralsol  |
| Glei Pouco Húmico<br>distrófico(HGPd)    | Gleissolo Háptico<br>distrófico    | Typic Haplaquox                    | Dystric Gleysol   |

**Fonte: PRADO, 2003**

CARTÂ DE SOLOS DOS ASSENTAMENTOS  
CAPÃO BONITO I, II, III e SÃO PEDRO

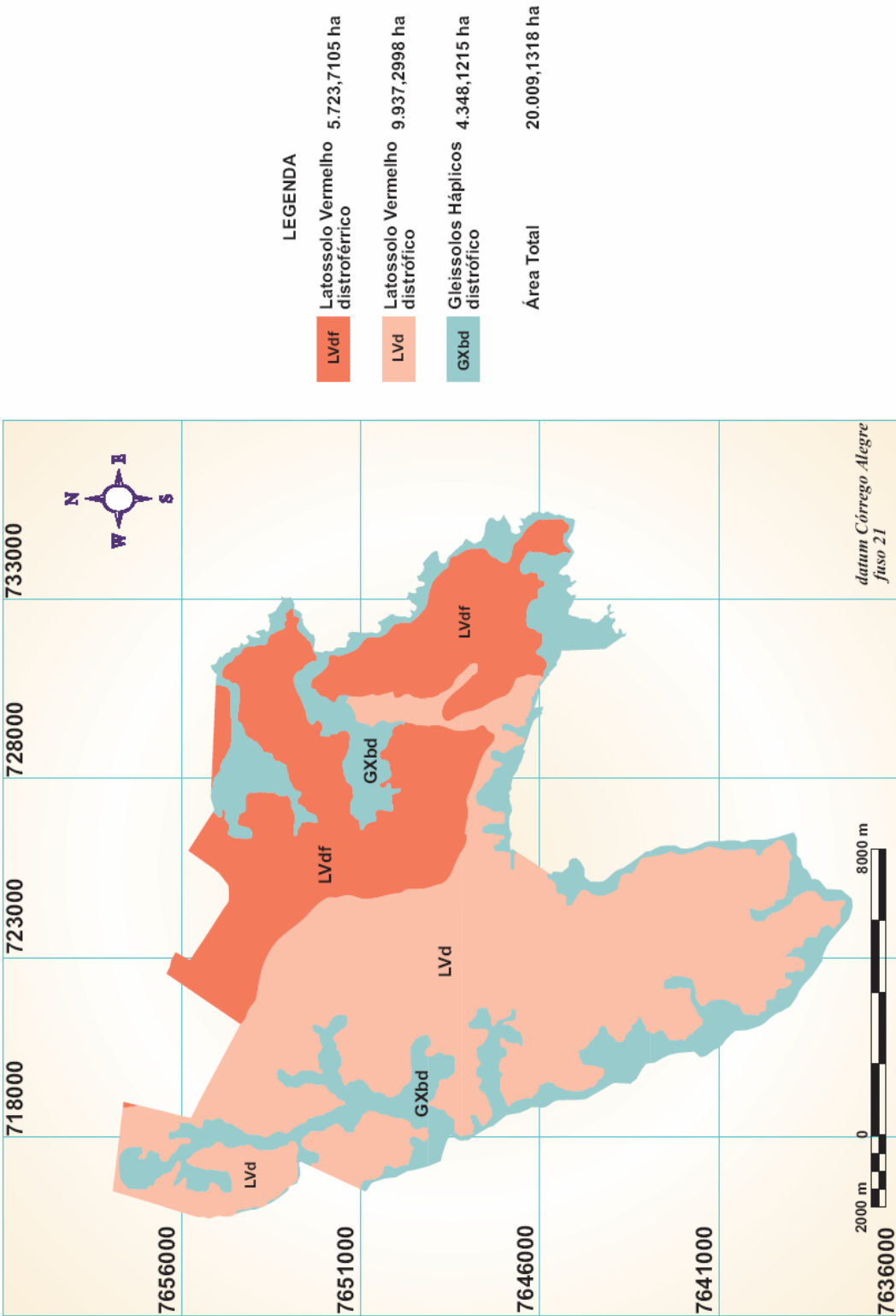


Figura 25 - Carta de solos dos assentamentos Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro (reduzido do original na escala 1:70.000).

A Figura 26 destaca que o Latossolo Vermelho Distrófico ocupa 49% da área dos assentamentos ficando, com 9.937,2998ha, em seguida encontra-se o Latossolo Vermelho Distroférrico com 29%, ocupando 5.723,7105ha, e em menor percentual, apresenta-se o Gleissolo Háptico distrófico com 22% da área, significando 4.348,1215 ha.

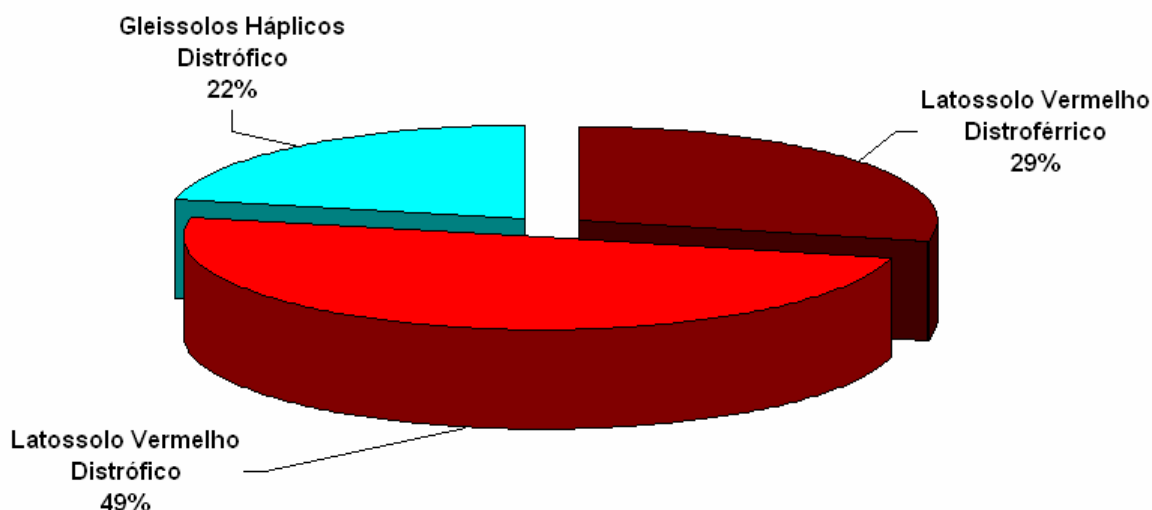


Figura 26 - Percentagem dos solos dos assentamentos estudados.

#### 6.1.2.1 Latossolo Vermelho Distrófico (Latossolo Vermelho Escuro álico)

São solos minerais, não hidromórficos, apresentam horizonte B latossólico não muito escuro (OLIVEIRA, 1992), com teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  entre 9 e 18% e textura argilosa. São solos muito profundos, acentuadamente ou fortemente drenados, muito porosos e permeáveis, com avançado estágio de intemperização e processo intensivo de lixiviação, estando praticamente com ausência de minerais pouco resistentes ao intemperismo, resultando na predominância de minerais de argila do tipo 1:1 e sesquióxidos da fração coloidal, capacidade de troca de cátions muito baixa, inferior a 13 mEq/100 g de argila após a correção para carbono e baixa reserva de elementos nutritivos para as plantas (RADAMBRASIL, 1982). Apresentam  $V\% < 50\%$  na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (PRADO, 2003).

O horizonte B é espesso, vermelho-escuro, vermelho, ou bruno-avermelhado-escuro, sendo as notações de Munsell mais comuns 2,5YR 3/5, 3/6, 4/6 e 10R 3/5, 3/6 (OLIVEIRA, 1992).

De acordo com OLIVEIRA (1992), é um dos mais importantes solos brasileiros, uma vez que ocupam grandes extensões do território brasileiro em relevo pouco

movimentado. Os latossolos vermelho-escuros apresentam, em igualdade de condições, menor resistência à erosão do que os mais argilosos. Esses solos ainda respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos. Com esse comportamento, aliado à boa índole de lavradio e o relevo plano e suavemente ondulado, predominantes, são fatores determinantes no seu uso intensivo e extensivo.

Na área de estudo, são utilizados, em sua maioria, com pastagens e agricultura, tendo grande possibilidade de mecanização.

#### 6.1.2.2 Latossolo Vermelho Distroférrico (Latossolo Roxo álico).

São solos minerais, bem drenados, não hidromórficos, tendo seqüência de horizontes A, B, latossólico e C, com todas as propriedades físicas e morfológicas características dos Latossolos. Esses solos têm como parâmetro de separação dos Latossolos Vermelho-escuros os teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , que nos Latossolos Roxos apresentam teores superiores a 18% e a coloração dominante no matiz 10R (RADAMBRASIL, 1982). De acordo com PRADO (2003), apresentam  $V < 50\%$  na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

De acordo com OLIVEIRA (1992), como estes solos apresentam elevados teores de magnetita e magemita, podem ser utilizados para diferenciá-los de outros tipos de solos, pois apresentam, quando secos e pulverizados, forte atração pelo imã.

Segundo ainda este mesmo autor, a textura é, com raras exceções, argilosa a muito argilosa e são solos bastante porosos. Em áreas intensamente mecanizadas, é freqüente a formação de camada adensada a 20-30 cm, dificultando o enraizamento das plantas e a penetração da água da chuva ou da irrigação.

Essa classe é formada por solos de grande significado agrícola, devido ao seu relevo normalmente suave e ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7% e mesmo quando os argilosos são bem permeáveis, friáveis e de fácil preparo, apresentam boa resistência à erosão; contudo, requerem tratos conservacionistas adequados conforme o declive do terreno e o uso (OLIVEIRA, 1992).

### 6.1.2.3 Gleissolo Háplico distrófico (Glei Pouco Húmico distrófico)

São solos minerais, hidromórficos, com horizontes A ou H seguidos de horizonte glei, começando a menos de 40 cm da superfície quando precedido pelo horizonte H. Neste caso, são solos minerais que possuem seção superficial de constituição orgânica, mas que não chegam a se caracterizar no tanto requerido para Solos Orgânicos (OLIVEIRA, 1992).

Segundo RADAMBRASIL (1982), os solos Glei Pouco Húmicos são encontrados geralmente nas margens dos rios e, com isso, são solos mal drenados, de baixa permeabilidade e de características químicas e físicas muito diversificadas, pois acompanham a dinâmica do regime hídrico.

RADAMBRASIL (1982) ainda destaca que estes solos eutróficos ocupam parte das margens dos rios Paraguai, Miranda, Aquidauana e Brilhante e alguns afluentes, com uma área de 2534 km<sup>2</sup>. Os distróficos, com 1.016,2 Km<sup>2</sup>, localizam-se nas planícies do rio Cachoeirão, Dois Irmãos, Amambaí, Maracaí e Iguatemi, entre outros, e seus afluentes. Como solos dominantes e como subdominantes estão associados a LRd2, HGHd, HOd e Ae; os solos de caráter álico estão associados ao Latossolo da Unidade LEa3. Nos assentamentos estudados, os solos Glei Pouco Húmico ocupam uma área de 4.348,1215ha, acompanhando as matas ciliares.

De acordo com OLIVEIRA (1992), é freqüente o aparecimento acima do horizonte glei de camadas com mosqueamento em grau de intensidade variáveis, indicando melhores condições à aeração durante parte do ano, do que aquelas no horizonte glei.

Ainda segundo OLIVEIRA (1992), esses solos têm sérias limitações ao uso agrícola, devido à presença de lençol freático elevado e ao risco de inundações ou alagamentos freqüentes. A drenagem é imprescindível para torná-los aptos em número maior de culturas, pois, nas suas condições naturais são utilizados, quando possível, no plantio de arroz, algumas pastagens e olericultura.

Para melhor aproveitamento desses solos, RADAMBRASIL (1982) afirma que, quando álicos e distróficos, necessitam de correção da acidez causada pelo alumínio e/ou adubação devido sua baixa fertilidade natural; porém, OLIVEIRA (1992) afirma que a neutralização por meio da calagem é difícil e onerosa, pois deveria atingir camadas subsuperficiais, e ainda, para o elevado poder tampão desses solos exige grande quantidade de calcário.

### 6.1.3 Carta de Declividade

Esta carta, elaborada a partir da carta do DSG, ilustra que a região dos assentamentos apresenta poucas áreas com declividade elevada, característica que foi observada no levantamento de campo e que reflete também a tipologia dos Latossolos. Tal relevo é também propício à atividade agrícola com trânsito de máquinas.

CARTA DE DECLIVIDADE DOS ASSENTAMENTOS  
CAPÃO BONITO I, II, III e SÃO PEDRO

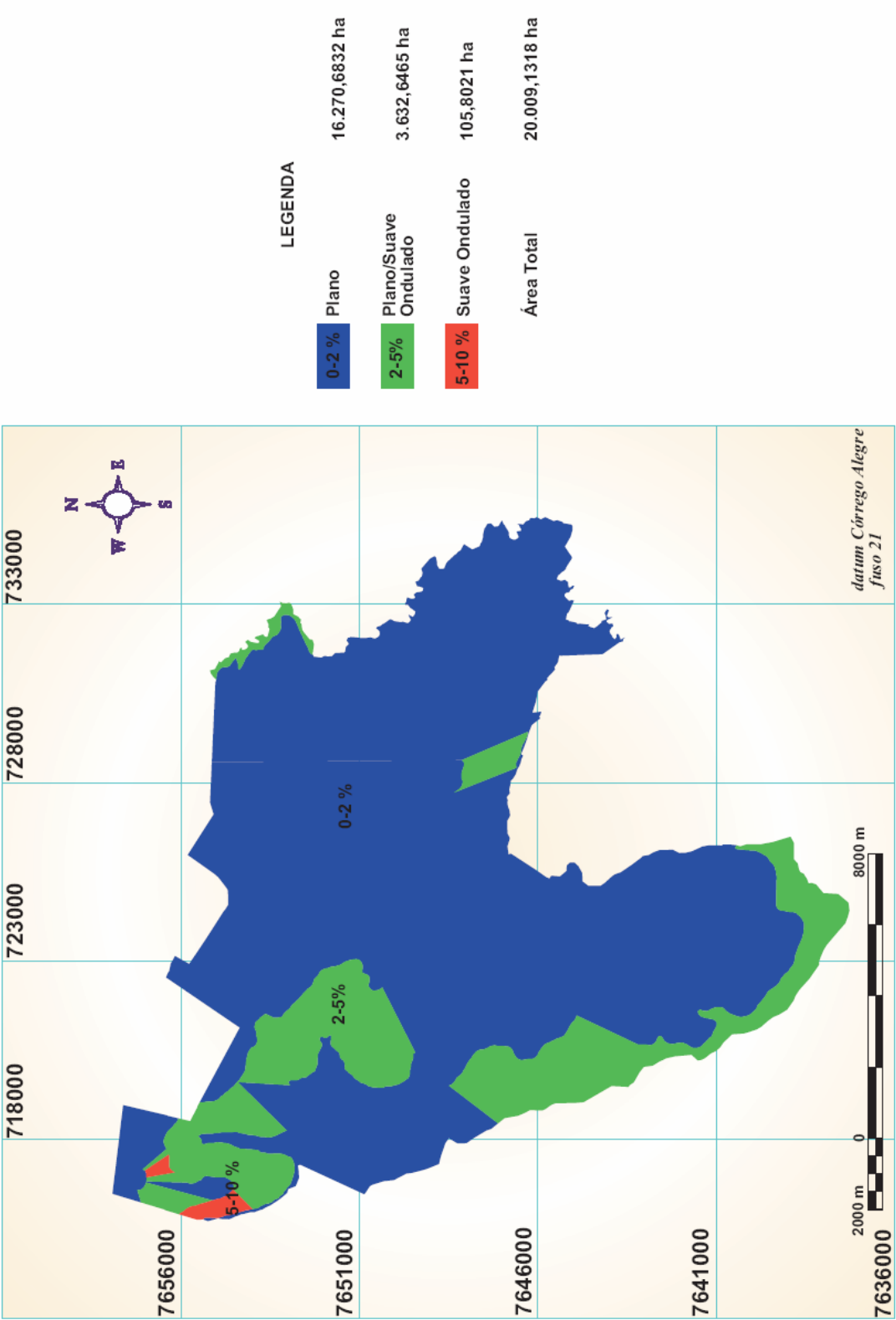
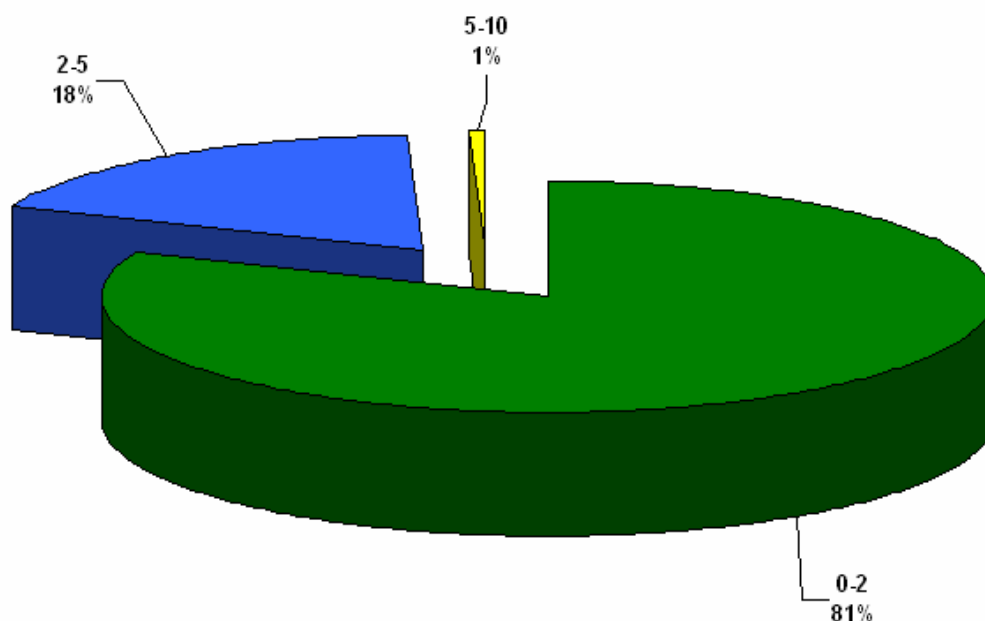


Figura 27 - Carta de declividade dos Assentamentos Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro (reduzido do original na escala 1:100.000).

A Figura 28 demonstra a predominância dos níveis de declividade entre 0 e 2% na ordem de 81%, sendo quantificadas as áreas, conforme Figura acima, em plano entre 0-2%, com 16.270,6832ha, plano / suave ondulado entre 2-5%, com 3.632,6465 ha, e suave ondulado entre 5-10%, com 105,8021 ha.



**Figura 28 - Percentagem de declividade dos assentamentos.**

#### 6.1.4 Carta de Cobertura do Solo

Para confecção da carta de cobertura do solo foram utilizadas as imagens CBERS-2 sensor CCD, com uma maior resolução espacial de 20 metros, órbita-ponto 163-124, de julho de 2004, composição 431 e 432, com o apoio da imagem LANDSAT ETM+, composição 453, de maio de 2002. As imagens CBERS-2 CCD foram georreferenciadas a partir da imagem LANDSAT ETM+ em software ERDAS imagine.

Para dar suporte à classificação, utilizaram-se também as informações do controle de campo, as quais confirmaram as coberturas definidas, dando assim maior segurança ao se atribuir os nomes das coberturas.

Por meio das imagens de satélite foram identificadas 7 (sete) Classes CORINE, em nível 3 (Tabela 19). A menor unidade para vetorização foi de 5 por 5 pixels, ou seja, 1 ha.

Levando em consideração que a vetorização dessas áreas tomaria um tempo maior, causando uma demora da ação, e o efeito destas pequenas áreas que seria muito baixo sobre o

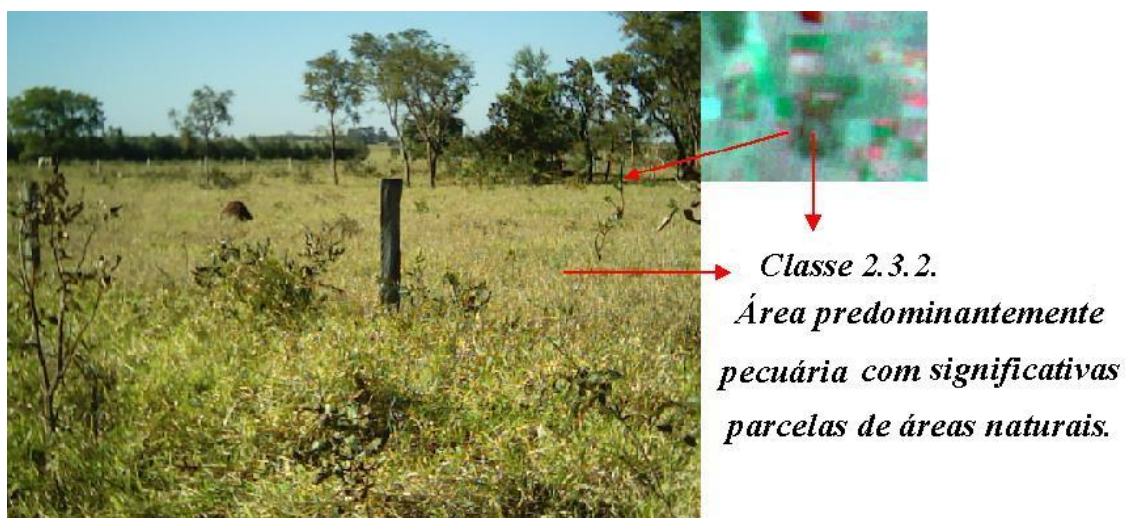
resultado final, optou-se, então, por mapear a cobertura predominante, ocorrendo aí uma generalização da cobertura.

**Tabela 19 - Classes de cobertura dos solos do PROJETO CORINE obtidas neste trabalho.**

| <i>Nível 1</i>                    | <i>Nível 2</i>                                                                           | <i>Nível 3</i>                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Áreas agrícolas                | 2.3. Pastos<br><br>2.4. Áreas agrícolas heterogêneas                                     | 2.3.2. Área predominantemente pecuária com significativas parcelas de áreas naturais.<br>2.3.3. Área predominantemente pecuária com parcelas de agricultura.<br><br>2.4.6. Área predominantemente agrícola com parcelas de pecuária. |
| 3. Florestas e áreas seminaturais | 3.1. Florestas<br><br>3.2. Vegetação arbórea/arbustiva e/ou vegetação herbácea associada | 3.1.1 Matas<br><br>3.2.2. Cerrado                                                                                                                                                                                                    |
| 4. Zonas úmidas                   | 4.1. Zonas úmidas continentais                                                           | 4.1.1. Áreas úmidas                                                                                                                                                                                                                  |
| 5. Corpos aquosos                 | 5.1. Águas continentais                                                                  | 5.1.1. Rios<br>5.1.2. Corpos de água                                                                                                                                                                                                 |

6.1.4.1 Classe 2.3.2. Área predominantemente pecuária com significativas parcelas de áreas naturais.

“Nesta classe, áreas de vegetação natural estão presentes no interior da área de pastagem e, embora significativas no seu total, isoladamente não possuem dimensão mínima para aparecerem na carta como classe”(POLIZER, 2002)(Figura 29).



**Figura 29 – Classe 2.3.2, área predominantemente pecuária com significativas parcelas de áreas naturais, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 14 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de pasto sujo.**

#### 6.1.4.2 Classe 2.3.3. Área predominantemente pecuária com parcelas de agricultura

Esta classe é representada por áreas em que ocorre um predomínio da pastagem. Na área de estudo predomina a brachiária, em que aparecem algumas atividades agrícolas, muitas vezes voltadas à subsistência, como a mandioca e o milho, ou culturas de suporte da pecuária, como o napier e a cana-de-açúcar (Figura 30).

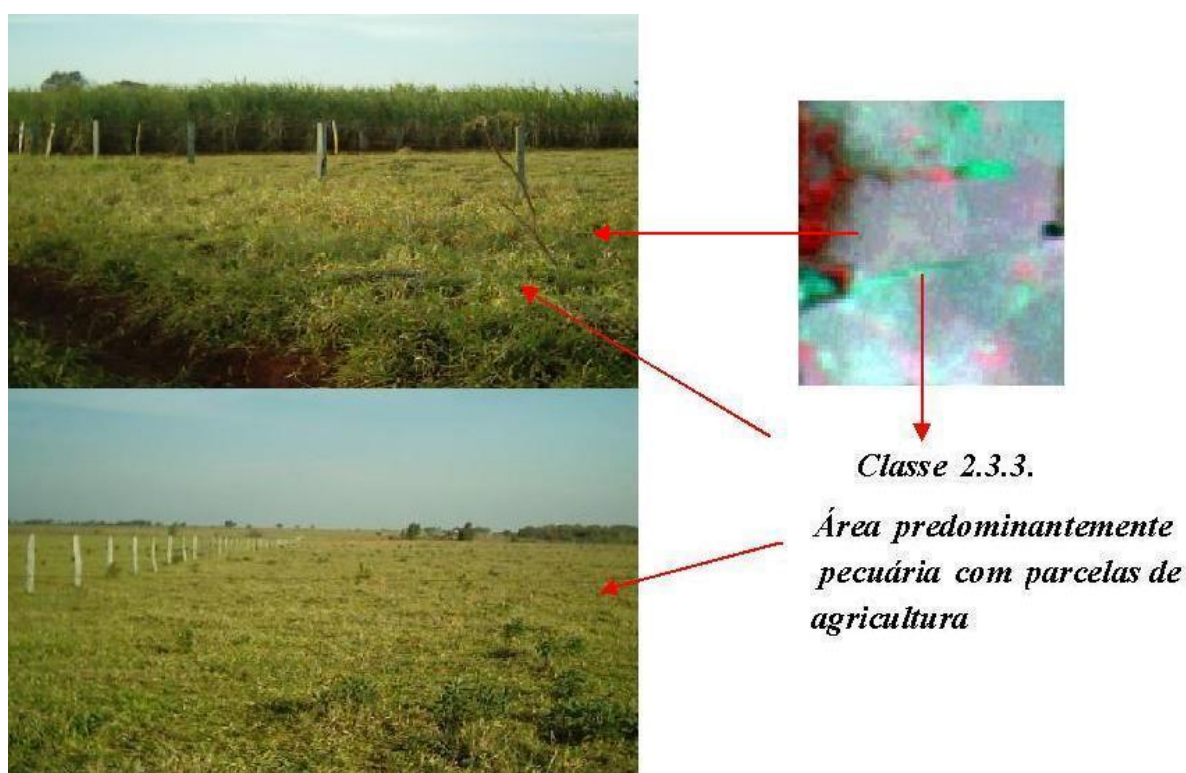


Figura 30 – Classe 2.3.3., área predominantemente pecuária com parcelas de agricultura, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 14 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de pasto e de plantio de cana utilizada como alimentação do gado na época seca.

#### 6.1.4.3 Classe 2.4.6. Área predominantemente agrícola com parcelas de pecuária

Esta classe diz respeito a áreas onde predomina a agricultura, com o plantio de culturas mais voltadas à comercialização, como o milho e o trigo ou, ainda, para a alimentação do gado no inverno, como trigo (Figura 31).



**Figura 31 – Classe 2.4.6, área predominantemente agrícola com parcelas de pecuária, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004, e foto, de 13 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, plantio de trigo.**

#### 6.1.4.4 Classe 3.1.1. Mata

Nesta classe foram incluídas as Matas de Galeria Inundável, denominada por RIBEIRO & VALTER(1998) como “a vegetação florestal que acompanha um curso d’água, onde o lençol freático está próximo ou sobre a superfície do terreno na maior parte dos trechos, durante o ano todo, mesmo na estação seca. Apresenta trechos longos com topografia plana, sendo poucos locais acidentados. Possui drenagem deficiente e linha de drenagem (leito do córrego) muitas vezes pouco definida e sujeita à modificações.” (Figura 32).

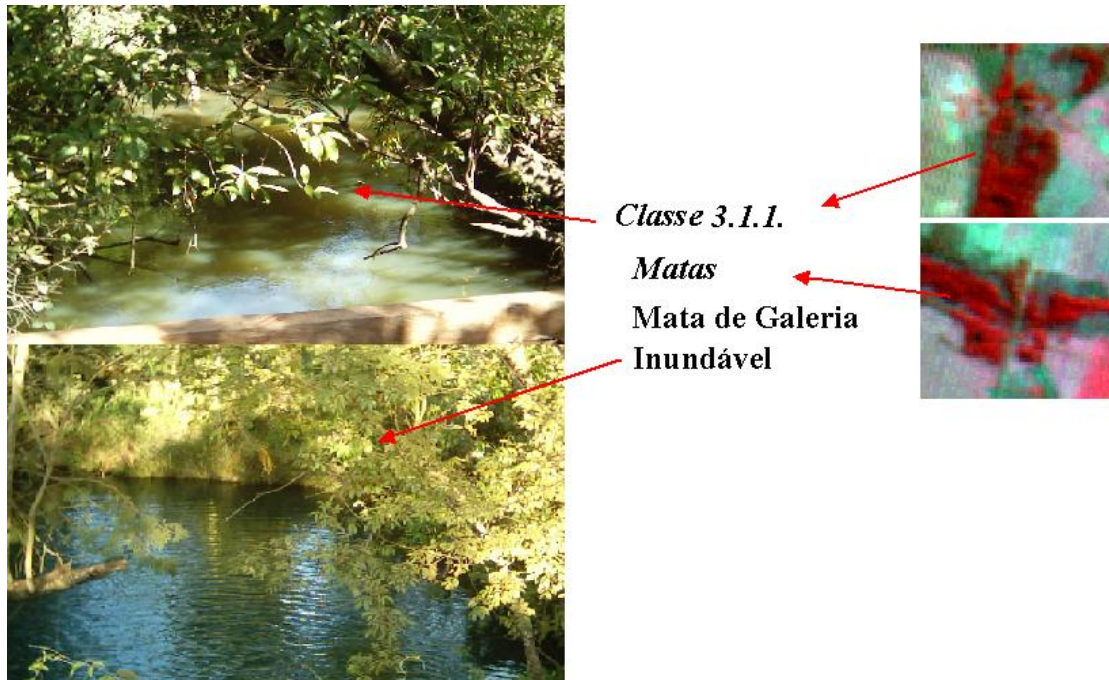


Figura 32 – Classe 3.1.1, Matas, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432, de julho de 2004, e foto, de 14 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área mata de galeria do Rio Vacaria.

#### 6.1.4.5 Classe 3.2.2. Cerrado

Foram inseridos nesta classe as fitofisionomias de Cerradão e Cerrado Senso Estrito que compõem as vegetações nativas da área de estudo. RIBEIRO & VALTER (1998) definem como “uma formação florestal com aspectos xeromórficos. Caracteriza-se pela presença de espécies que ocorrem no Cerrado sentido restrito e também por espécies de mata. Do ponto de vista fitofisionômico é uma floresta, mas floristicamente mais similar à um Cerrado” (Figura 33).



Figura 33 – Classe 3.2.2, Cerrado, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 15 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de Cerradão, cortada por estrada, encontrada nos assentamentos.

Ainda segundo RIBEIRO & VALTER (1998), “Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas e geralmente com evidências de queimadas” (Figura 34).

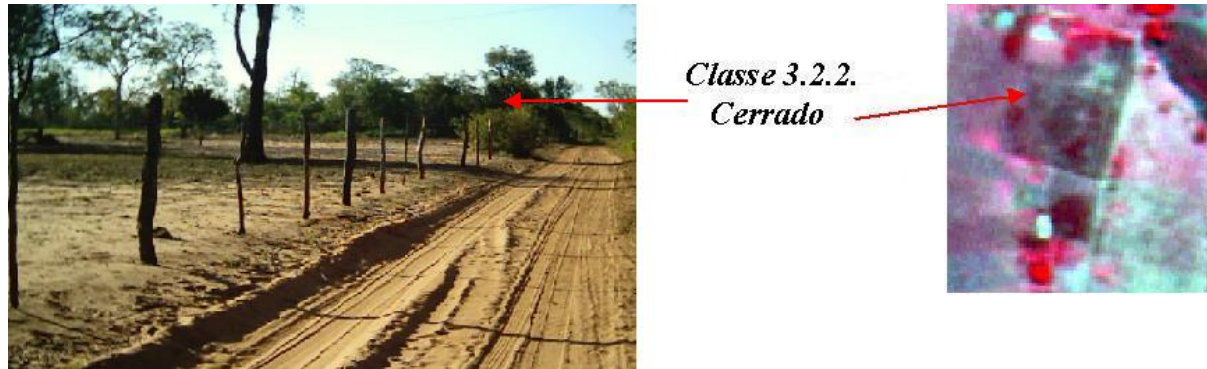


Figura 34 – Classe 3.2.2, Cerrado, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 15 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de cerrado baixo dentro de lote, encontrada nos assentamentos.

#### 6.1.4.6 Classe 4.1.1. Áreas úmidas

Nesta classe, encontram-se as regiões onde há presença de solos hidromórficos, englobando brejos e banhados, que na área de estudo aparecem junto à margem dos cursos d’água. São áreas geralmente planas e localizam-se nas partes mais baixas do relevo (Figura 35).

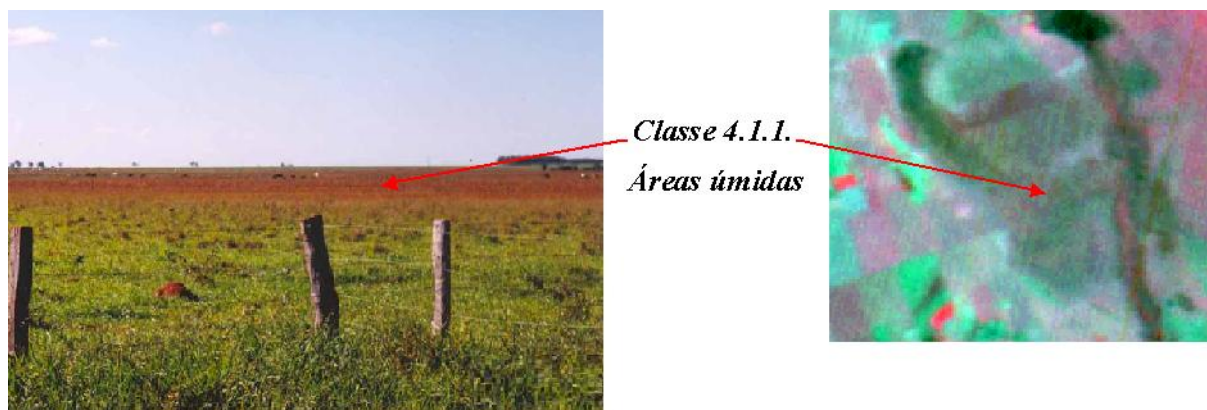


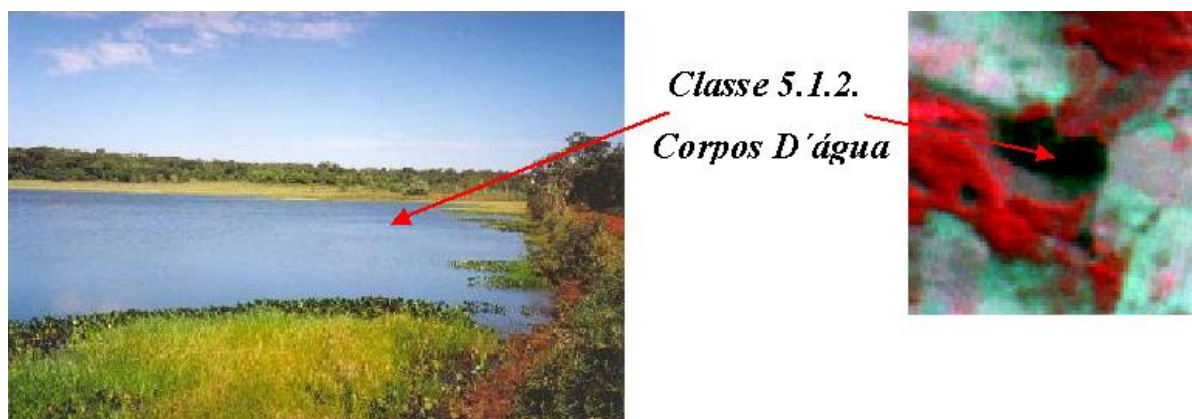
Figura 35 – Classe 4.1.1, Áreas Úmidas, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432 de julho de 2004 e foto de 14 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, área de várzea, que faz divisa com lotes dos assentamentos.

#### 6.1.4.7 Classe 5.1.1. Rios

Nesta classe, encontram-se somente os rios com mais de 100 metros de largura no terreno (1mm de largura sobre a carta 1:100.000). Embora não exista na área de estudo, a classe pode ser prevista.

#### 6.1.4.8 Classe 5.1.2. Corpos D'água

Esta classe agrupa lagos naturais ou não, presentes na área, utilizados para dessedentação animal e abastecimento humano (Figura 36).

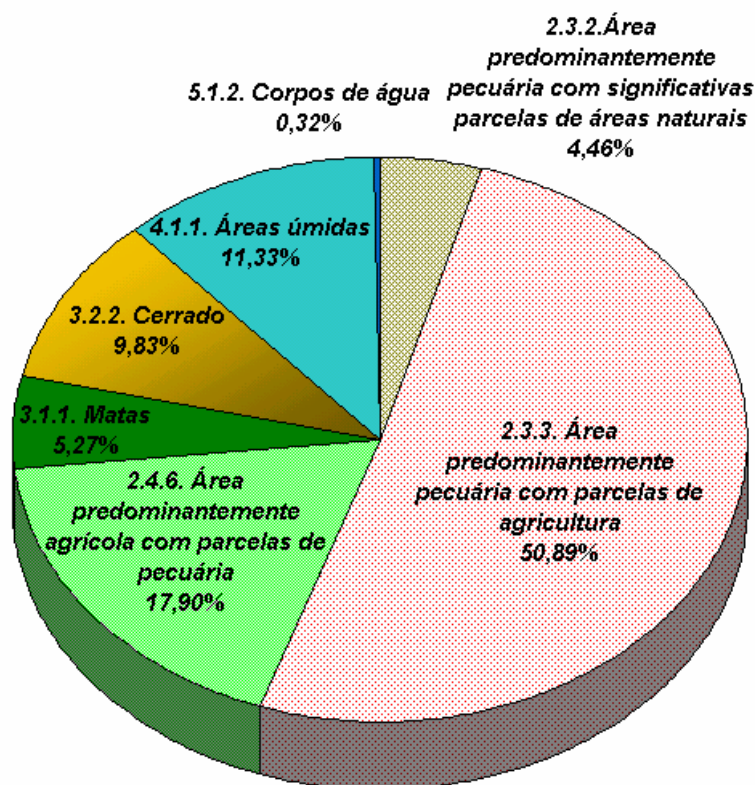


**Figura 36 – Classe 5.1.2., Corpos D'água, com assinatura espectral da CBERS 2, sensor CCD, composição RGB 432, de julho de 2004, e foto, de 15 de Agosto de 2004, ilustrando a classe de cobertura, represa, existente no assentamento Capão Bonito II.**

#### 6.1.4.9 Carta e Composição Percentual de Cobertura do Solo

Com a criação da carta de cobertura dos solos dos assentamentos estudados foi possível saber a quantidade e onde se localizam as várias classes de cobertura do solo.

A Figura 37 ilustra a percentagem dos diversos tipos de cobertura, por meio da qual podemos constatar que grande parte da cobertura atual é representada pela classe de segundo nível da legenda CORINE, denominada “Pastos”, dividida no 3º nível entre 2.3.2. (4,46%) e 2.3.3. (50,89%). A classe de cobertura “Áreas agrícolas heterogêneas” está representada no seu 3º nível pela cobertura 2.4.6. (17,90%).



**Figura 37 - Composição percentual da cobertura do solo da área de estudo, obtidas a partir da imagem CBERS – 2, sensor CCD, composição 432, de julho de 2004.**

As classes de cobertura acima citadas somam 73,25% da área dos assentamentos, ou seja, a atividade de pecuária, juntamente com as atividades agrícolas, em menor proporção, são as atividades base da produção dos assentamentos, sendo a pecuária leiteira a principal atividade, seguida do cultivo de algumas lavouras de subsistência e de comercialização, como soja, milho, mandioca, trigo, arroz e feijão, que são as atividades principais dos assentamentos.

A utilização de técnicas agronômicas como correção e adubação do solo, por meio da aplicação de calcário e fertilizante, e a reforma de pastagem contribuiriam para a melhoria da produção agrícola e pecuária, especialmente demonstrada pela utilização de calcário que será incorporado ao solo (Figura 38).

As áreas de vegetação nativa, representadas pelas classes 3.1.1. (5,27%) e 3.2.2. (9,83%), respectivamente “Matas” e “Cerrado”, e as áreas caracterizadas como de maior sensibilidade ambiental, representadas pelas classes 4.1.1. (11,33%) e 5.1.2. (0,32%), denominadas, respectivamente, como “Área úmida” e “Corpos de água”, somam 26,40% da área de estudo. A Tabela 20 mostra a relação de espécies florestais existentes na região, de acordo com TOPOSAT (inédito).



**Figura 38 - Monte de calcário que será incorporado ao solo. Data da foto, 15 de agosto de 2004.**

Se for observada a distribuição espacial das áreas de vegetação nativa nos assentamentos podemos definir que essas áreas estão espalhadas em toda a região, sendo que no planejamento do Assentamento Capão Bonito I, o mais antigo deles, não se previu área de Reserva Legal Coletiva. Conseqüentemente, as referidas áreas são distribuídas nos lotes, onde cada um possui, ou deverá possuir, a área destinada para tal fim. Já nos assentamentos restantes, as áreas de Reserva Legal são coletivas, embora parte dessas áreas esteja ocupada com pastagem, como é o caso do Assentamento Capão Bonito III(Figura 39).

**Tabela 20 - Levantamento das espécies florestais existentes na região de estudo de acordo com TOPOSAT (inédito).**

| <b>NOME COMUM</b> | <b>NOME CIENTÍFICO</b>              | <b>FAMÍLIA</b>   |
|-------------------|-------------------------------------|------------------|
| Açoita cavalo     | <i>Luehea speciosa</i>              | TILIACEAE        |
| Alecrim           | <i>Holocalix balansae</i>           | MIMOSOIDEAE      |
| Amendoim bravo    | <i>Pterogyne nitens</i>             | CAESALPINIOIDEAE |
| Almecega          | <i>Protium heptaphyllum</i>         | BURSERACEAE      |
| Amoreira          | <i>Calorophora tinctoria</i>        | MORACEAE         |
| Angico Preto      | <i>Piptadenia peregrina</i>         | MIMOSOIDEAE      |
| Aroeira           | <i>Myracroduo urundeuva</i>         | ANACARDIACEAE    |
| Balseminho        | <i>Diptichanda epunctata</i>        | CAESALPINIOIDEAE |
| Canafístula       | <i>Peltophorum dubium</i>           | CAESALPINIOIDEAE |
| Canela            | <i>Nectandra sp</i>                 | LAURACEAE        |
| Capitão           | <i>Terminalia argentea</i>          | COMBRETACEAE     |
| Carne de vaca     | <i>Rupalas</i>                      | PROTEACEAE       |
| Castelo           | <i>Alseis sp</i>                    | RUBIACEAE        |
| Chico magro       | <i>Guazuma umifolia</i>             | TILIACEAE        |
| Crindiuva         | <i>Casearia sp</i>                  | FLACOURTIACEAE   |
| Cumbaru           | <i>Dpterix alata</i>                | PAPILIONOIDEAE   |
| Espeteiro         | <i>Talísia sp</i>                   | SAPINDACEAE      |
| Figueira          | <i>Ficus sp</i>                     | MORACEAE         |
| Goiaba            | <i>Myrcia sp</i>                    | MIRTACEAE        |
| Gonçalo alves     | <i>Astronium fraxiniforum</i>       | ANACARDIACEAE    |
| Guajuvira         | <i>Patagonula americana</i>         | BORAGINACEAE     |
| Guaritá           | <i>Astronium sp</i>                 | ANACARDIACEAE    |
| Guatambu          | <i>Aspidorsperma spp</i>            | APOCYNACEAE      |
| Ingá              | <i>Inga sp</i>                      | LEG.PAPILION     |
| Ipê roxo          | <i>Tabebuia ipe</i>                 | BIGNONIACEAE     |
| Jatobá mirim      | <i>Hymenaea stibocarpa</i>          | LEG. CAESALP.    |
| Jenipapo          | <i>Genipa americana</i>             | RUBIACEAE        |
| Mamica de porca   | <i>Fagara rhoifolia</i>             | RUTACEAE         |
| Mandiocão         | <i>Didymopanax morototoni</i>       | ARALIACEAE       |
| Marfim            | <i>Balphourodendron riedelianum</i> | RUTACEAE         |
| Maria pobre       | <i>Dilodendron bipinatum</i>        | SAPINDACEAE      |
| Marinheiro        | <i>Guarea guidonia</i>              | MELIACEAE        |
| Marmelo           | <i>Alibertia sp</i>                 | RUBIACEAE        |
| Osso de burro     | <i>Pryogimnanthus hasslerianus</i>  | OLERACEAE        |
| Paratudo          | <i>Tabebuia caraiba</i>             | BIGNONIACEAE     |
| Pau d'óleo        | <i>Copaifera langsdorfii</i>        | CAESALPINIOIDEAE |
| Pau vidro         | <i>Pterocarpus violaceus</i>        | LEG. PAPILON     |
| Peito de pomba    | <i>Tapirira guianensis</i>          | ANACARDIACEAE    |

# CARTA DE COBERTURA DO SOLO DOS ASSENTAMENTOS CAPÃO BONITO I, II, III e SÃO PEDRO

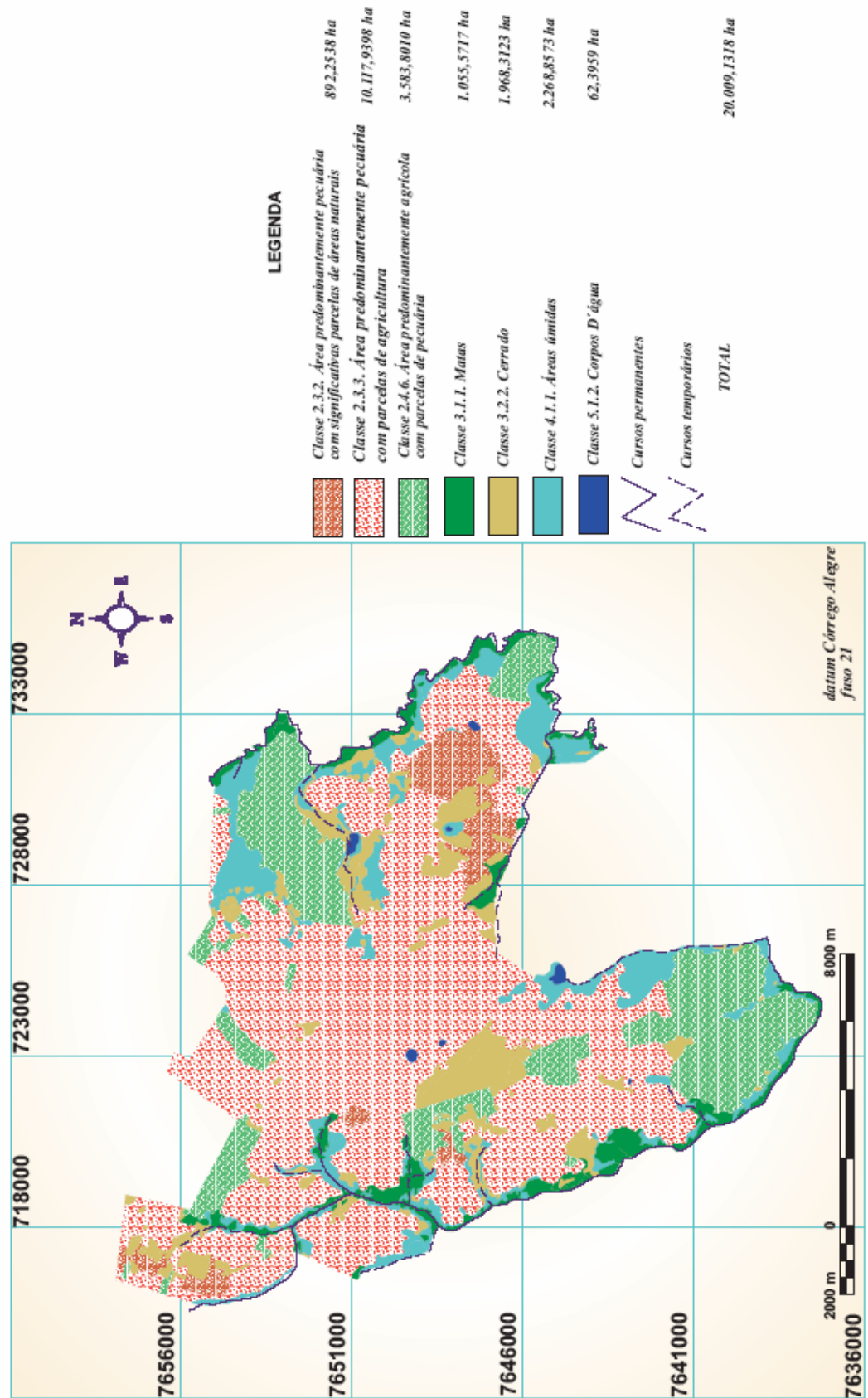


Figura 39 - Carta de cobertura do solo, obtida por meio da imagem CBERS, banda 432, de julho de 2004 (reduzido do original na escala 1:50.000).

### 6.1.5 Carta de Vulnerabilidade Ambiental

A carta de vulnerabilidade ambiental foi gerada a partir do cruzamento das cartas de solos, geologia, cobertura vegetal e declividade, por meio da qual se pode observar que a área de estudo apresenta valores entre estável, e moderadamente estável, ocupando 65% da área (Figuras 40 e 41).

Nas regiões onde predominam os valores de vulnerabilidade estável encontram-se os Assentamentos Capão Bonito I, Capão Bonito II, São Pedro e parte da área do Assentamento Capão Bonito III. O que se pode observar na área de estudo é que essas regiões são representadas pelas pastagens existentes, sendo a base da atividade agropecuária dos assentamentos a criação de gado leiteiro e gado de corte (Figura 42).

Os locais que se caracterizam como vulnerável (3%) e moderadamente vulnerável (14%) se concentraram nas áreas de vegetação nativa, próximas aos corpos d'água, como as matas de galeria e áreas úmidas, e onde a declividade apresentou os maiores valores. Essas áreas são utilizadas para o plantio de lavouras e pastejo do gado, mesmo sendo áreas de proteção ambiental.

A Figura 43 apresenta os efeitos do uso das áreas com altos índices de vulnerabilidade ambiental do local de estudo, sendo possível ver a formação de voçorocas provocadas pelo pisoteio intenso do gado, nas margens dos corpos d'água que descem para dessedentação dentro dos córregos.

A parcela da área definida como medianamente estável/vulnerável (18%) localiza-se nas regiões de vegetação nativa a qual se encontra em posição mais central da área de estudo. No campo foi possível observar que essas áreas apresentam-se como áreas de reserva legal, estando parte dela em processo de regeneração natural, conforme a Figura 44.

De uma maneira geral, a área apresenta um baixo índice de vulnerabilidade ambiental, concentrando-se nas áreas de vegetação nativa. Qualquer ação de controle e monitoramento deverá ter como prioridade essas áreas, que são as matas ciliares e também relevos mais acentuados, solos mais arenosos, áreas úmidas e outras de vegetação nativa. Devido ao fato de que lotes fazem divisas com essas áreas, torna-se difícil o controle e fiscalização ambiental na região.

# CARTA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL DOS ASSENTAMENTOS CAPÃO BONITO I, II, III e SÃO PEDRO

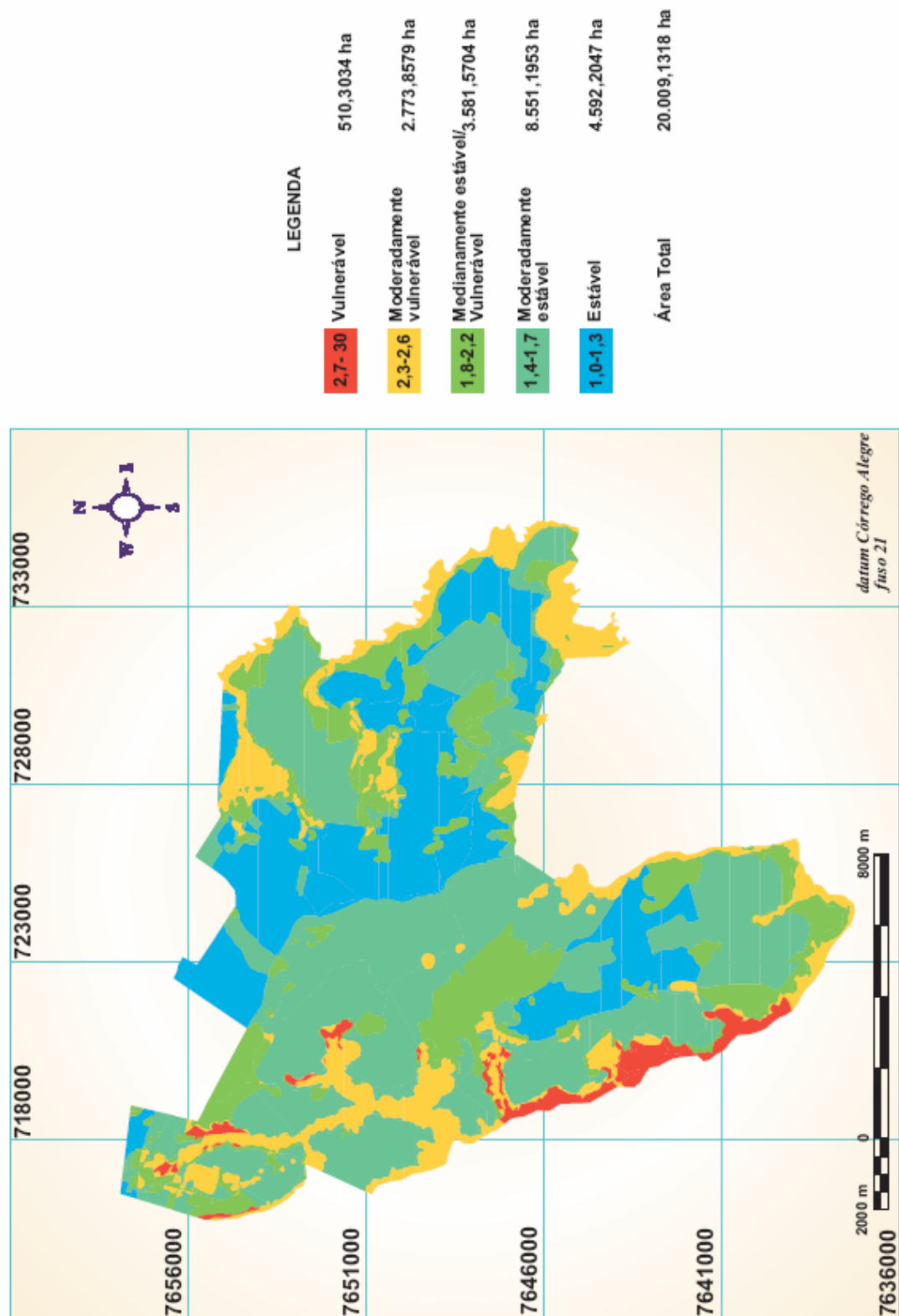
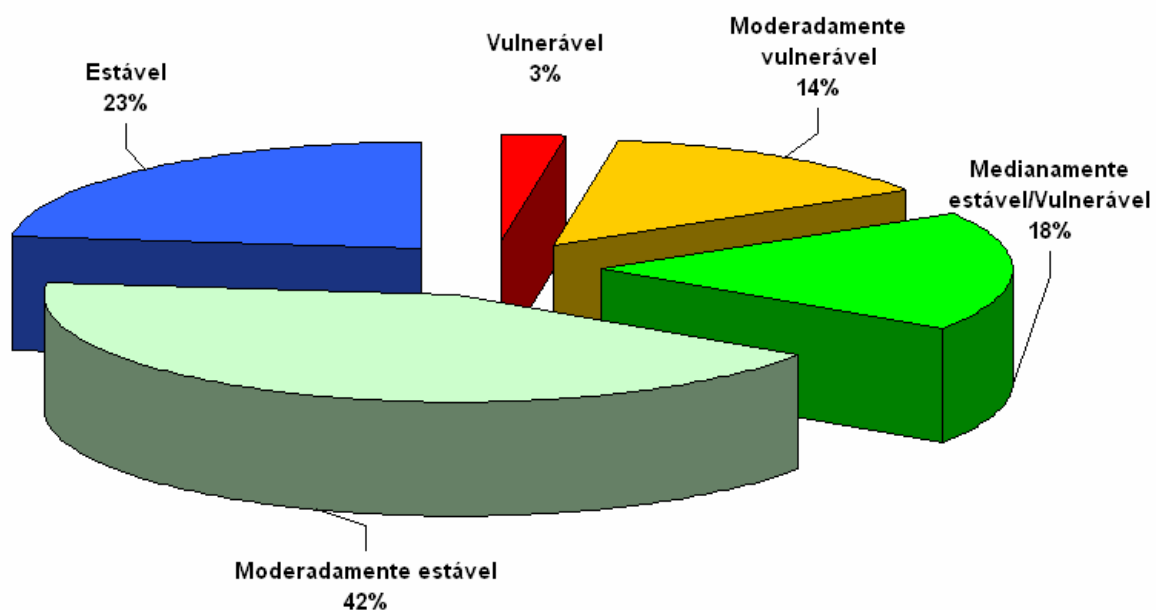


Figura 40 – Carta de Vulnerabilidade Ambiental, obtida pelo cruzamento das cartas de solo, geologia, declividade e cobertura do solo(reduzido do original na escala 1:70.000).



**Figura 41 – Porcentagem de classes de vulnerabilidade ambiental dos Assentamentos Capão Bonito I, Capão Bonito II, Capão Bonito III e São Pedro.**



**Figura 42 – Área de pastagem e habitação ao fundo, considerada região com valores de vulnerabilidade estável. Data da foto: 12 de Agosto de 2004.**



**Figura 43 - Erosão causada pelo pisoteio do gado. Região compreendida como vulnerável. Data da foto: 12 de Agosto de 2004.**



**Figura 44 - Área de vegetação nativa localizada na parte central dos assentamentos. Região compreendida como medianamente estável/vulnerável. Data da foto: 12 de Agosto de 2004.**

### 6.1.6. Banco de dados SIG do P.A. Capão Bonito II

Buscando desenvolver uma ferramenta de gestão e apoio para a tomada de decisões de forma eficiente de todo o projeto de assentamento, criou-se um banco de dados SIG do P.A. Capão Bonito II, a partir dos dados disponibilizados pela equipe técnica de extensão rural local da Associação CRESCER, que realizou pesquisa socioeconômica naquele assentamento.

Com o objetivo de demonstrar a eficiência do banco, foram realizadas algumas consultas, buscando interpretá-las do ponto de vista das gestões social, agropecuária e ambiental. As Figuras 45a, 45b e 45c mostram, respectivamente, a distribuição geral da população nos lotes, da população de homens e da população de mulheres, do P.A. Capão Bonito II.

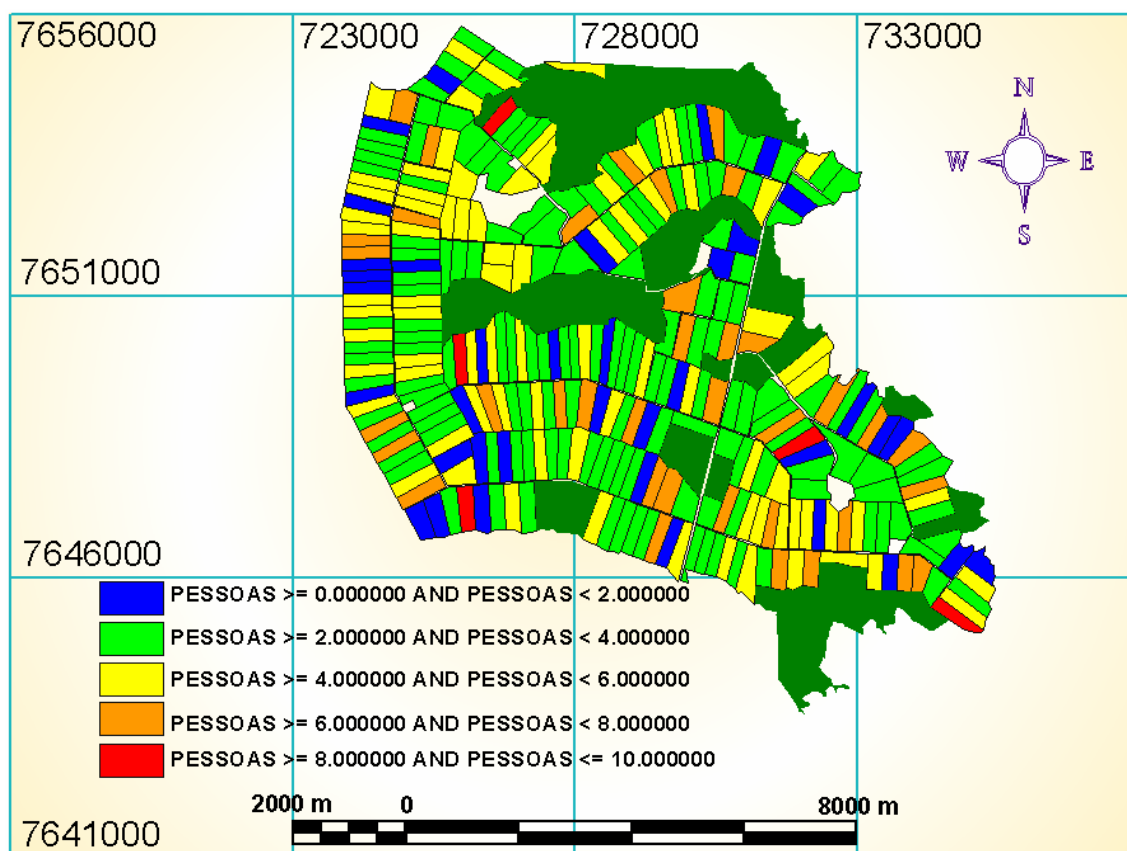


Figura 45.a – Distribuição geral da população do Assentamento Capão Bonito II.

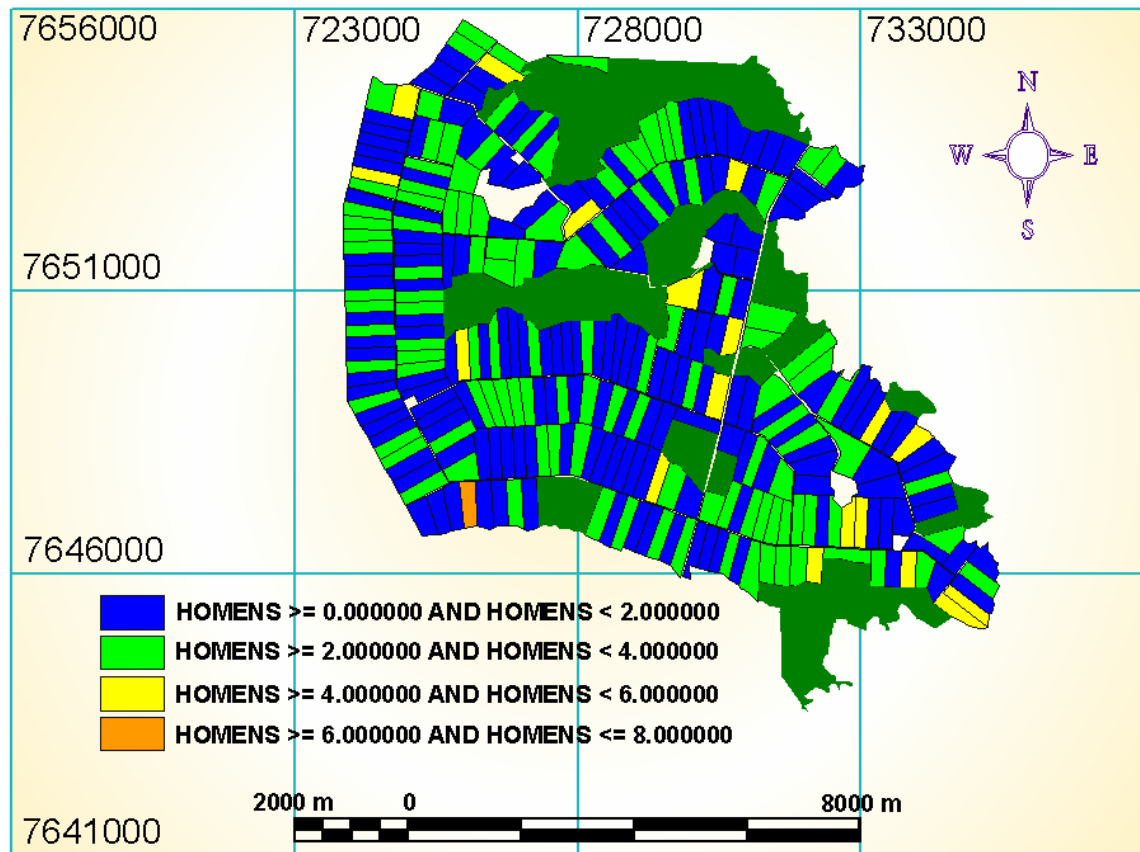


Figura 45.b – Distribuição da população de homens do Assentamento Capão Bonito II.

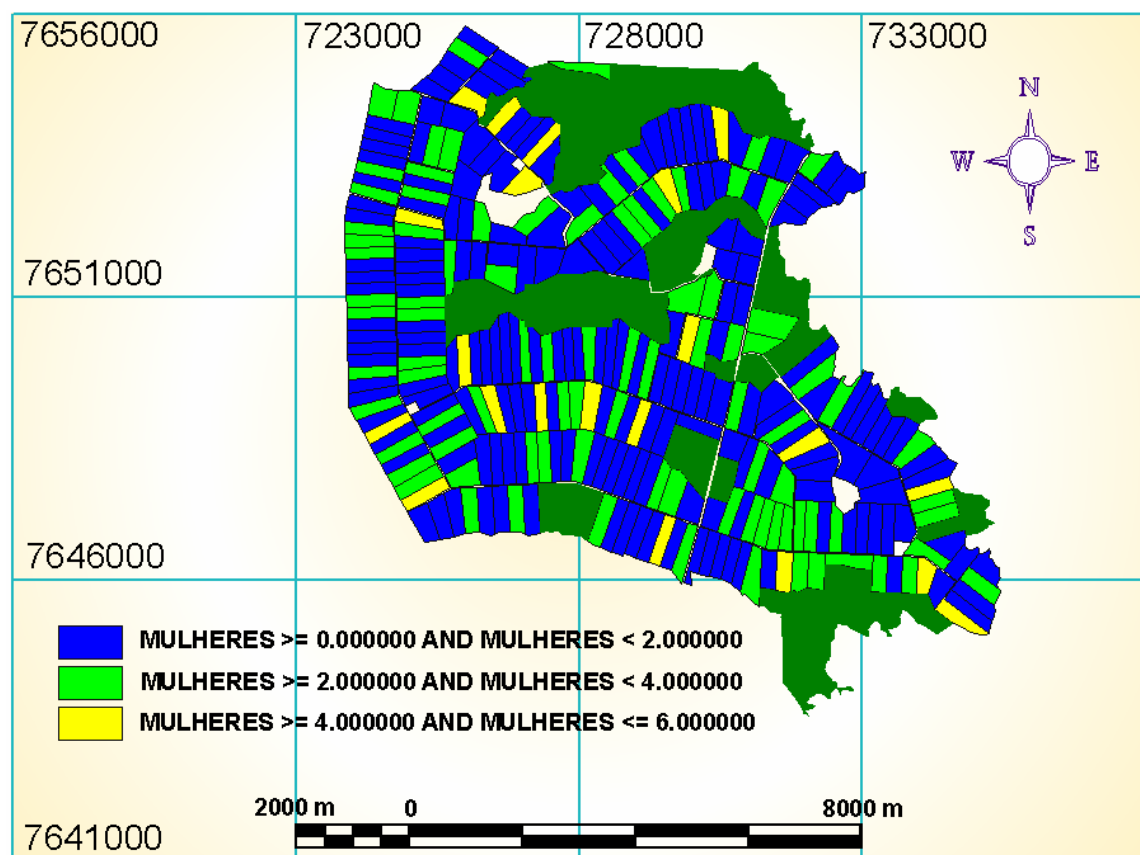


Figura 45.c – Distribuição da população de mulheres do Assentamento Capão Bonito II.

A partir da análise espacial da população existente, é possível dimensionar com maior precisão os diversos equipamentos sociais como postos de saúde, escolas, áreas de lazer, além da própria infra-estrutura, como rede de distribuição de água, e mesmo definir onde devem ser construídos tais equipamentos.

No que diz respeito à produção agropecuária, a Figura 46 destaca a lotação do gado nos lotes, situação que influencia diretamente na pressão dos recursos naturais. A primeira influência é o grau de compactação do solo, que, apesar de grande parte das propriedades apresentarem índices de lotação na casa de 0 a 1,9 cabeças/ha, revela um nível de lotação ainda preocupante, sendo necessário a realização de mais um detalhamento dos dados, dividindo o referido índice de lotação em cinco classes de densidade animal, sendo elas:

- 0 a 0,4;
- 0,4 a 08;
- 0,8 a 1,2;
- 1,2 a 1,6;
- 1,6 a 2,0.

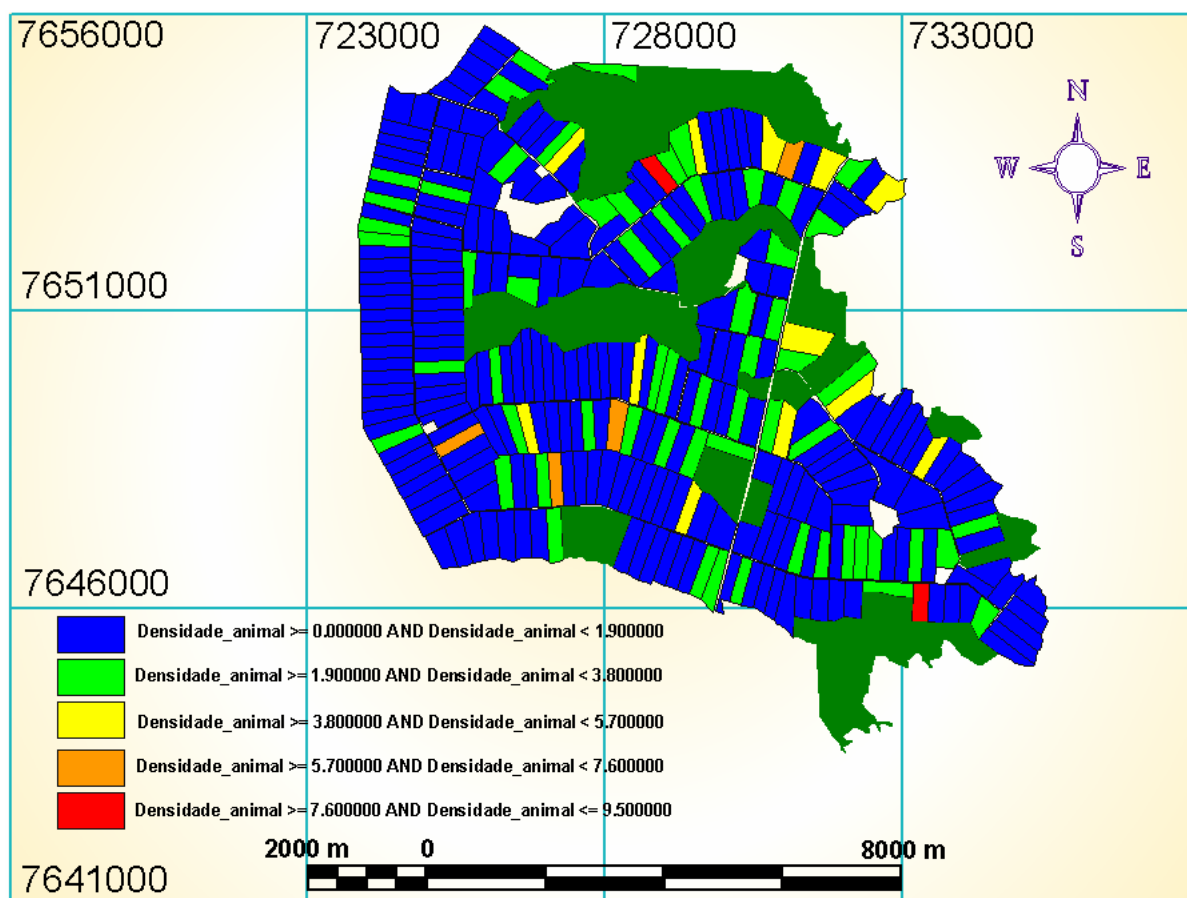


Figura 46 - Densidade de gado/ha no assentamento Capão Bonito II.

Observa-se que os lotes com taxas de lotação entre 1,2 e 2,0 cabeças/ha encontram-se, muitos deles, próximos às áreas de vegetação nativa. Isso posto, podemos dizer que a pressão sobre a pastagem provoca uma escassez de alimentos para o rebanho, levando os agricultores a buscar áreas para conseguir atender às necessidades do rebanho (Figura 47). É possível observar a utilização da Reserva Legal para pastejo e também a situação de degradação das pastagens existentes, devido ao grande número de animais (Figura 48).

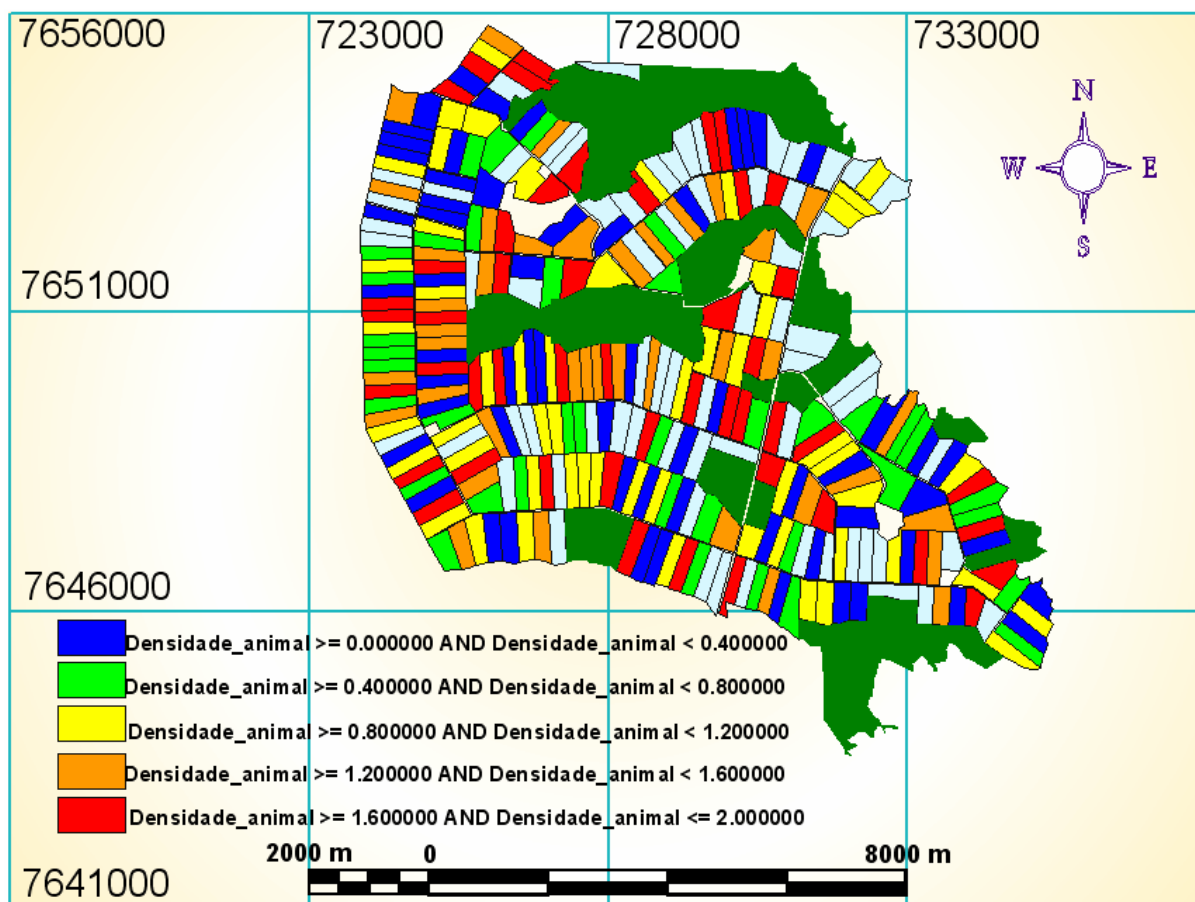


Figura 47 – Subdivisão dos dados de lotação dos lotes.

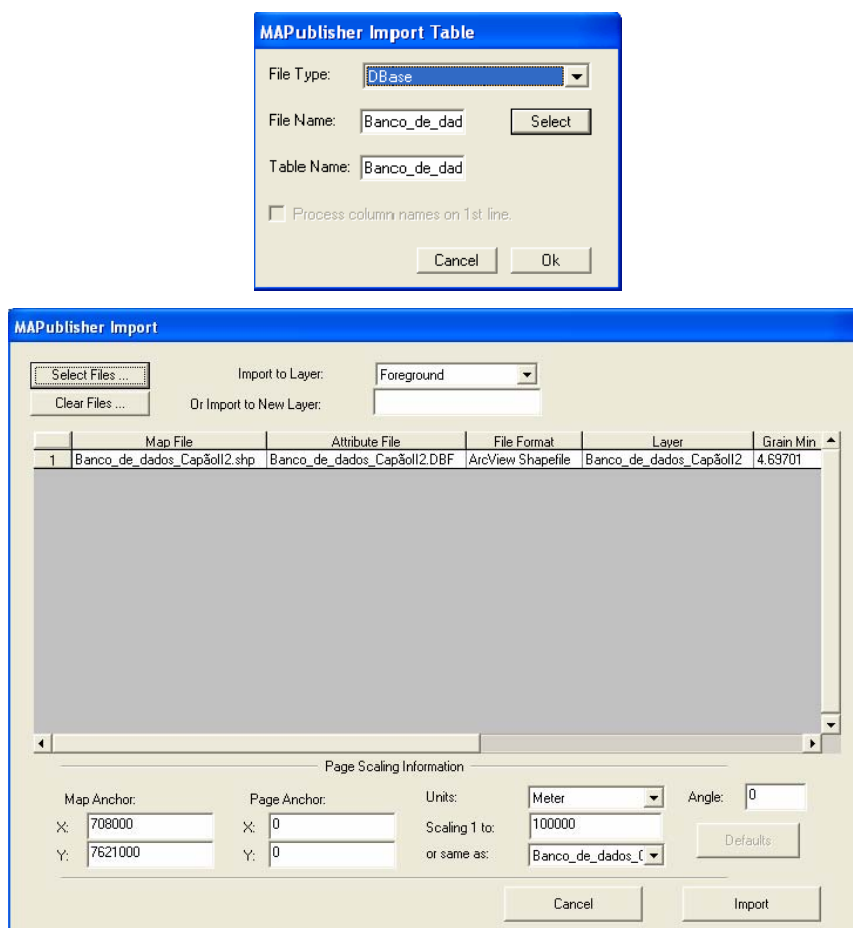


Figura 48 - Área de reserva legal utilizada como pastagem (esquerda) e pastagem degradada pelo superpastejo (direita). Data das fotos: 13 de Agosto de 2004.

### 6.1.7 Desempenho do *Software* Freehand e o *Plugin* Mapublisher 4.0.

O software Freehand (MACROMEDIA, 1999), juntamente com seu plugin Mapublisher 4.0 se mostraram eficientes em operações de vetorialização em ambiente SIG, realizando as operações de cálculo de distâncias e de áreas. Consegue receber dados raster como imagens de satélite georreferenciadas e fotografias aéreas, como também confeccionar cartas temáticas.

A interface do programa é de fácil familiarização, opera bem informações de banco de dados, com razoável volume de informações, por meio de consultas simples de serem executadas. Responde satisfatoriamente à importação de dados de outros softwares, como ArcView, Erdas, Autocad, Microsoft Access, etc. (Figura 49). Sua exportação de dados também se mostrou eficiente.



**Figura 49 - Plataforma de importação de dados DBF(A) e shape do ArcView(B).**

O *software* mostrou limitações no item álgebras de mapas, principalmente no cruzamento dos mapas temáticos. Tais operações foram realizadas manualmente em ambiente, tornando o trabalho moroso. Em áreas maiores, esta se torna uma limitação que dever ser levada em consideração.

De maneira geral, o *software* se mostrou eficiente e de fácil operação e pode ser empregado como banco de dados sendo um de seus pontos principais o custo de aquisição, quando comparado com outros programas que tem a mesma finalidade, podendo ser adquirido para gestão de pequenas áreas, onde a capacidade de investimento nesse tipo de atividade é limitada.

A Figura 50 apresenta o banco de dados SIG integrando dados socioeconômicos do assentamento Capão Bonito II com as carta de vulnerabilidade ambiental. Também podem ser acessados nesse banco todas cartas que foram geradas neste trabalho.

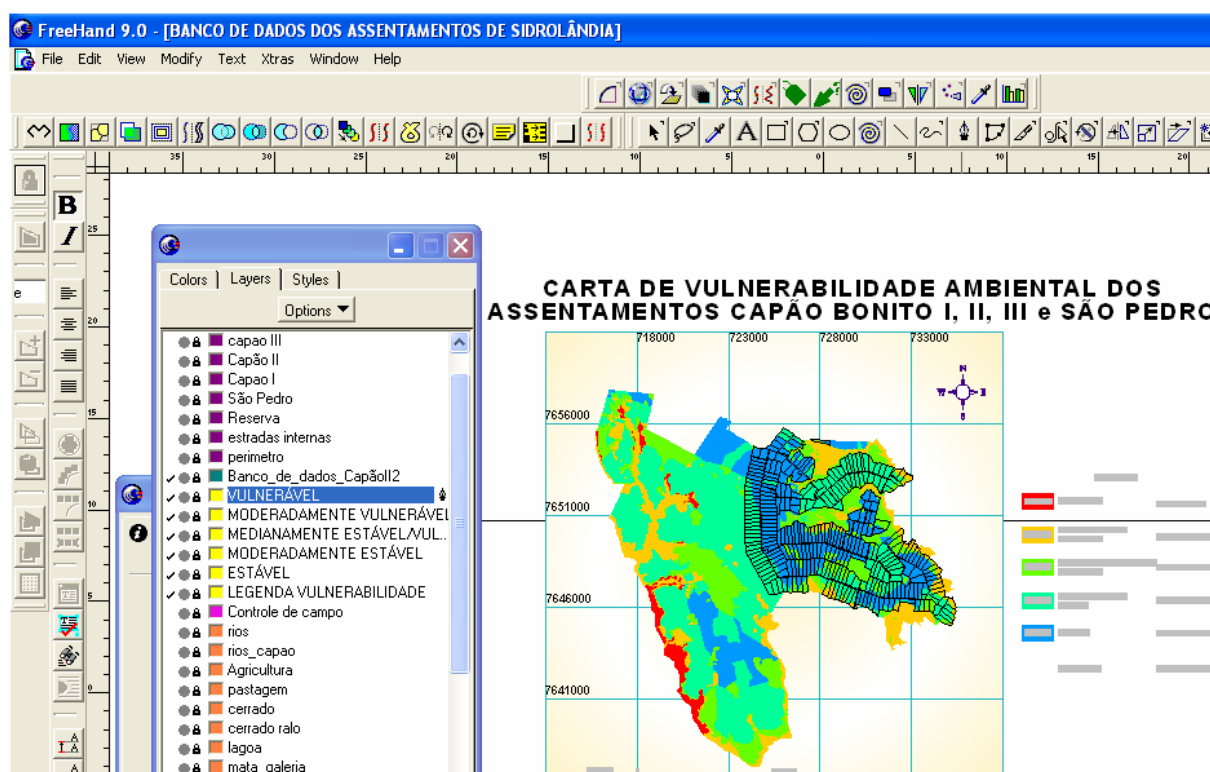


Figura 50 - Banco de dados SIG integrando dados sócio-econômicos com dados ambientais.

A integração dos dados levantados de cada lote com os dados ambientais observados, por meio de imagens de satélite atualizadas, cartas temáticas e controle de campo, possibilita ainda estabelecer formas e controle e gestão de áreas de reforma agrária.

## 7. CONCLUSÃO

Se for levada em consideração a potencialidade do solo dos assentamentos e o tipo de uso e ocupação existente, chega-se à conclusão que existe uma subutilização das terras. Isto é possível observar pela relação entre área de agricultura e área de pecuária, ou seja, os solos poderiam ser utilizados para o plantio de lavouras, porém são utilizados como pastagens, na maioria das vezes degradada.

Por meio da distribuição percentual da carta de cobertura foi possível constatar primeiramente a existência de um déficit sobre a cobertura de vegetação nativa, pois, segundo o código florestal (BRASIL, 1965), as propriedades rurais devem apresentar 20% de vegetação nativa referente à área de Reserva Legal. A área de estudo apresenta apenas 15,10% de vegetação nativa, valor que ainda inclui a área de mata ciliar (área de preservação permanente), aumentando com isso o déficit das áreas mínimas exigidas nos assentamentos.

As áreas de várzea, embora sejam definidas como área de preservação permanente, sempre foram utilizadas para o plantio de arroz irrigado e pastagem nativa.

Em relação às áreas de vegetação nativa, é importante a elaboração de um programa de recuperação das áreas de reserva legal, consistindo em demarcação, cercamento, sinalização com placas, realização de plantio de espécies nativas e utilização de técnicas de regeneração natural.

A concepção de novos modelos de assentamentos rurais, capazes de diminuir os impactos ambientais oriundos da própria ocupação humana, deve ser estudada pelo INCRA, pois o parcelamento tradicional das áreas, além de se mostrar ineficiente do ponto de vista da produção, tem ocasionado impactos difusos no meio ambiente, dificultando qualquer mecanismo de controle e monitoramento.

A carta de vulnerabilidade ambiental será mais bem utilizada se a partir dela for possível projetar o parcelamento das terras, estabelecendo níveis de ocupação compatíveis ambientalmente com os níveis de vulnerabilidade indicados. Como exemplo indicamos o estabelecimento de zoneamentos dentro da propriedade, com a definição de áreas mais

estáveis como aptas ao parcelamento, capazes de suportar a ação antrópica, como a construção de moradias, poços e fossas sépticas.

Para os assentamentos já implantados, a carta de vulnerabilidade ambiental possibilita uma visualização mais ampla sobre as características ambientais da área e, se trabalhado em conjunto com informações socioeconômicas levantadas lote a lote, podem indicar com eficiência quais as medidas necessárias para corrigir e evitar problemas ligados à questão ambiental.

Nas áreas a serem implantadas, ou seja, nos futuros assentamentos de reforma agrária, a realização do zoneamento para definir o grau de vulnerabilidade ambiental, se levada em consideração na definição do modelo de assentamento e realização do parcelamento rural, se constitui como uma ferramenta eficiente para gestão de tais áreas.

A atribuição de valores dados às Unidades Territoriais Básicas – UTB's, vem ao encontro das necessidades do grupo de gestores, muitas vezes multidisciplinares, e também nascem de informações técnicas sobre cada componente de estudo, ou seja, deve haver uma sintonia entre o que representa cada UTB do ponto de vista de suas características próprias e do ponto de vista de sua importância dentro da ação a ser realizada.

Os atores envolvidos na gestão dos assentamentos poderão se beneficiar com a utilização mais eficiente das informações geradas nas áreas, as quais envolve dados de população, saúde, produção, saneamento básico, escolaridade, nível tecnológico, entre outros.

A versatilidade de um SIG e suas possibilidades encontram-se na capacidade da equipe gestora em desenvolver informações relevantes ao seu trabalho.

Abaixo seguem as utilidades possíveis por meio do SIG de um assentamento:

- Controle e medição de desempenhos produtivos, por meio das equipes de assistência técnica extensão rural, visando nortear as atividades de produção dos assentados;
- Promoção da saúde, prevenção, recuperação, reabilitação de doenças e agravos mais frequentes, e na manutenção da saúde dessa comunidade, através dos agentes de saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Os programas oficiais de assistência à saúde como o Programa Saúde da Família, do governo federal, que consiste na implantação de equipes multiprofissionais em unidades básicas de saúde que são responsáveis pelo acompanhamento de um número definido de famílias, localizadas em uma área geográfica delimitada;

- O controle da sanidade animal, por meio dos órgãos de defesa sanitária, como da tuberculose e da brucelose dos rebanhos bovinos, para o monitoramento dos focos de febre aftosa, além da vigilância epidemiológica e sanitária das principais doenças aviárias;
- O monitoramento e fiscalização às agressões ao meio ambiente, por meio dos órgãos ambientais;
- Definição de estratégias de intervenção dentro das áreas de assentamento na construção de obras, monitoramento das informações de educação das administrações municipais, definindo as estratégias de intervenção etc.;
- Monitoramento e controle das ocorrências policiais nas áreas de segurança pública.

As imagens do satélite CBERS estão disponíveis gratuitamente na internet, o que torna perfeitamente viável a sua utilização na confecção das cartas de cobertura e, conseqüentemente, controle das áreas nativas. Um outro componente que se torna importante salientar é a periodicidade dessas imagens durante o ano.

Na Tabela 21 sistematizou-se os métodos de intervenção nas áreas de assentamentos de reforma agrária nas situações em que esses métodos já foram implantados e naquelas em que estão na fase de implantação. Cada uma dessas circunstâncias deve ocorrer de formas diferentes. No caso de áreas já implantadas, certamente torna-se mais difícil a intervenção, uma vez que já foram definidos os sistemas de produção, e que existe escassez de recursos para o desenvolvimento de sistemas de produção mais sustentáveis.

**Tabela 21 - Formas de intervenção de modo a diminuir os impactos nos assentamentos.**

| AREAS                              | MEDIDAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Assentamentos implantados          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar carta de vulnerabilidade ambiental;</li> <li>• Realizar levantamento de dados socioeconômicos de saúde, educação, produção, meio ambiente, etc; e</li> <li>• Traçar mecanismos de intervenção.</li> </ul>                                                                                                                       |
| Assentamentos as serem implantados | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar carta de vulnerabilidade ambiental;</li> <li>• Definir modelo de assentamento e forma de parcelamento;</li> <li>• Realizar zoneamento produtivo da área;</li> <li>• Realizar levantamento de dados socioeconômicos de saúde, educação, produção, meio ambiente, etc.; e</li> <li>• Traçar mecanismos de intervenção.</li> </ul> |

Nas áreas onde serão implantados novos assentamentos torna-se muito mais eficiente o desenvolvimento de sistemas mais compatíveis com as condições ambientais da área. Os recursos de infra-estrutura disponibilizados pelos governos federal e estadual poderão ser canalizados já prevendo o zoneamento estabelecido, além dos próprios recursos de investimento dos agricultores por meio do PRONAF A. Todos esses recursos poderão ser utilizados em sistemas produtivos mais eficientes tecnicamente, viáveis economicamente e sustentáveis ambientalmente.

Os mecanismos de intervenção podem ser desde ações educativas e programas de recuperação ambiental das áreas até fiscalizando as propriedades e punindo os infratores.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. B, AMARO, V. E., VITAL, H. **Elaboração de mapas de vulnerabilidade ambiental na região de grossos e tibau do norte , porção setentrional do litoral do RN a partir de produtos multitemporais de sensoriamento remoto**, Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 1479 - 1484.

AGUIAR, M. C., GOMES, M. P., LIMA, S. C, BRITO. **Integração de dados espaciais de assentamentos de reforma agrária a um banco de dados geográficos e disponibilização na internet utilizando softwares spring e spring web, 2003**. Revista Caminhos de geo. Grafia Revista on line - [http://www.ig.ufu.br/caminhos\\_de\\_geografia.html](http://www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html), acessado em 5 de outubro de 2004.

AUTODESK Inc. **AutoCad version 14**. Auto Desk Inc. San Francisco – California. 1977. 1 CD ROM.

AVENZA Systems Inc. **MaPublhiser version 4.0, for Macromedia FreeHand User FreeHand user, for Windows and Macintosh** Avenza Systems. Inc. 2000-2001. Colorado USA.

BARBOSA, C.C.F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). INPE, São José dos Campos. 1997. 152p.

BARBOSA, C.C., CÂMARA, G., MEDEIROS, J.S., CREPANI, E., NOVO. E., CORDEIRO, J. P.C., **Operadores Zonais em álgebra de mapas e sua aplicação a zoneamento ecológico-econômico**, IX Simpósio Brasileiro de sensoriamento remoto, 11 a 18 de setembro de 1998.

BARBOSA, A. M. **Zoneamento ecológico econômico preliminar do município de São João Batista do Glória(MG)**. Anais do X SBSR, Foz do Iguaçu, INPE, 21 a 26 de abril de 2001. p.909-913.

BARBOSA, A. M., SOARES, V. J. **Zoneamento Ecológico Econômico preliminar do Município de São João Batista do Glória (MG)**. Anais do X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2001. INPE. P. 209-913.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392 p.

INCRA/FAO. **Principais fatores que afetam o desenvolvimento dos assentamentos de reforma agrária no Brasil**. Projeto de cooperação técnica INCRA/FAO, Brasília, 1999, 62p.

BRASIL, Lei Federal nº 4504, de 30 de novembro de 1964. **Dispõe sobre o Estatuto da Terra e da outras providências**. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/14504.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14504.htm) (03 de maio de 2004).

BRASIL, Lei Federal nº 4771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal**. Constituição Federal Coletânea de Legislação de Direito Ambiental. Ed. Revista dos Tribunais. São Paulo.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução 289; **Estabelece diretrizes para o Licenciamento Ambiental de Projetos de Assentamentos de Reforma Agrária**. Diário Oficial da União, Brasília, 21 de dezembro de 2001.

CAMARA, G., DAVIS, C e MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap10-aplicacoesambientais.pdf>. acessado em 17 de setembro de 2006.

CARRIJO, M.G.G., **Contribuição à caracterização física do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari – MS**. Curso de Pós-graduação em Perícia Ambiental.UFMS. 2002. 38p.

CARRIJO, M.G.G., **Análise da vulnerabilidade ambiental: o caso do parque estadual das nascentes do rio taquari** - MS. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - CCET,UFMS, 2005. 97p.

CBERS-2. **Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres Sensor CCD** Bandas 1,2,3,4,5. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de Satélite. Órbita 163 ponto 124. Data da passagem Julho/2004.

CHAGAS, C. S., SILVA, E.F. **Solos e erosão**. São Gabriel do Oeste: EMBRAPA - CNPS, 2002. Relatório técnico. 70p.

CORINE. **CORINE Land Cover**. CORINE - Coordination of Information on the environment. 1992. Comm of European Communities, Bruxelas. 106 pp

CREPANI, E. M. HERNANDEZ FILHO, J. S. FLORENZANO, P. DUARTE, T. G. AZEVEDO, V. **Uso de sensoriamento Remoto no Zoneamento Ecológico-econômico. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Anais. INPE, 1996.p 267-273.

CREPANI, E., MEDEIROS, J.S. de, AZEVEDO, L. G., FLHO, P. H., FLORENZANO, T. G., DUARTE, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico econômico**. INPE. São José do Campos, 1996.18p.

CRESCER. Fichas cadastrais dos assentados do Projeto de Assentamento Capão Bonito II, Relatório Interno,inédito. Sidrolândia, inédito.

ERDAS Inc. Erdas imagine version 8.3.1. Erdas Inc. Atlanta – Geórgia. 1997. 1 CDROM.

EMPAER. **Plano de Desenvolvimento do Projeto de Assentamento São Pedro**.Relatório Interno, 2000. Inédito.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro**. Embrapa Solos. 1999. 412p.

GRIGIO, A.M.: **Aplicação do sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guaramé (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera**: Dissertação de mestrado.; Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. UFRN. 2003. 230p.

GUERRA, A.J.T., SILVA, A.S., BOTELHO, R.G.M. **Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**, Rio de Janeiro: Bertrand, 1999. 340p. Análise de vulnerabilidade de um parque urbano através de módulos de apoio à decisão em sistemas de informação geográfica.

HASENACK, H.; WEBER, E.J.; VALDAMERI, R. 1998. **Análise de vulnerabilidade de um parque urbano através de módulos de apoio à decisão em sistemas de informação geográfica**. In: GIS Brasil 98 – IV Congresso e feira para usuários de geoprocessamento, Anais. Curitiba/PR.

HEYMANN Y., STEENMANS C., CROISILLE G. & BOSSARD M. **CORINE Land Cover Project – Technical Guide**. European Commission, Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, ECSC-EEC-EAEC, Brussels-Luxembourg, 1994. 136p.

IDATERRA, 2003. **Plano de Desenvolvimento de Projeto de Assentamento Capão Bonito III**. Inédito.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Manual de obtenção de terras e perícia judicial - MÓDULO II. Levantamento de dados e informações de imóveis rurais**. <http://www.incra.gov.br/arquivos/0003600236.pdf>. Acessado em: 17 de setembro 2006.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Relação do Projetos de Assentamento de Mato Grosso do Sul**. Relatório Interno. Inédito.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta Piúva**. Escala 1:100.000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico. 1983.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra. 2ª edição**. Rio de Janeiro, 2006.

LANDSAT ETM+ Canais 1,2,3,4,5, e 7. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de Satélite. Órbita 225 ponto 075. CD ROM. 2002

LASTORIA, G.. **Hidrogeologia da Formação Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul**. Tese de doutoramento. Curso de Pós-graduação em Geociências. UNESP. 2002.133p.

MACROMEDIA In. **FreeHand version 9**. Macromedia Inc. San Francisco – Califórnia. 2000.

MEDEIROS, J. S. de. **Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais: Tecnologia de apoio à gestão de território**. Tese de doutoramento. Departamento de geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. 1999. 236p.

MEIRELLES, M. S. P.. **Análise integrada do ambiente através de geoprocessamento – Uma proposta metodológica para elaboração de zoneamentos**. Tese de doutoramento. Programa de pós-graduação em geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1997.192p.

MENTOR SOFTWARE, Inc. **GeotiffExamine release 1.01 5.0** Mentor Software. Inc. 2000-1999. USA.

MICROSOFT Corporation. **Microsoft Office Access 2000**. Microsoft Corporation, 1983-1999. CDROM.

MILANI, E.J. **Evolução tectono-estratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental**. Tese de doutoramento. Curso de Pós-graduação em Geociências. UFRGS. 1997. 255p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão dos Recursos Naturais: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira**. Brasília, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006 – Programa Saúde da Família [http://portal.saude.gov.br/portal/saude/cidadao/area.cfm?id\\_area=149](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/cidadao/area.cfm?id_area=149). Acessado em 24 de setembro de 2006.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 3 ed. Rio de Janeiro. ABES. 2003. 416p.

MOTTER, I. **Relatório de Avaliação de Recursos Naturais e Proposta de Parcelamento para Fins de Assentamento de Trabalhadores Rurais: Fazenda Capão Bonito, Estado de Mato Grosso do Sul**. Curitiba. SENAGRO. 1997.

MOREIRA, F.R.; CÂMARA, G.; ALMEIDA FILHO, R.; **"Integração e Análise Espacial de Dados em Pesquisa Mineral"**. GIS Brasil 1999.

OLIVEIRA, J.B. de, JACOMINE, P. K.T., CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal, FUNEP, 1992, 201p.

PARANHOS FILHO, A.C. **Análise Geo-Ambiental Multitemporal : O estudo de Caso da Região de Coxim e Bacia do Taquarizinho**. Tese de doutoramento. Curso de Pós-Graduação em Geologia - UFPR. 2000. 213 p.

PARANHOS Fº; A.C.; FIORI, A.P.; DISPERATI, L.; LUCCHESI, C.; CIALI, A. e LASTORIA, G. **Avaliação multitemporal das perdas dos solos na Bacia do Rio Taquarizinho através de SIG**. Boletim Paranaense de Geociências. N. 52. Editora da UFPR. Curitiba, PR. 2003. p.49-59.

PERDIGÃO, V.; ANNONI, A. (Org.) **Technical and methodological guide for updating Corine land cover date base**. Luxembourg: European Commission, Joint Research Centre, Space Applications Institute, AIS Unit, 1997. Disponível em: <<http://www.ec-gis.org/document.cfm?id=197&db=document>>. Acesso em: 17 de setembro 2006.

POLIZER, M. **Avaliação Multitemporal da Erosão dos solos na Bacia do Ribeirão Salobra – MS**. Campo Grande, Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Departamento de Hidráulica e Transportes, UFMS. 2001, 93p.

PRADO, H.1995. **Pedologia simplificada**. Arquivo do Agrônomo nº 1. Potafós. [http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Pedologia.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Pedologia.pdf) - Acessado em 13 de setembro de 2006.

PRADO, H., Solos do **Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo**. 3 edição. Piracicaba, 2003.

Prefeitura Municipal de Sidrolândia, 2006 - <http://www.sidrolandia.ms.gov.br/portal/Apresentacao/pagina.Noticia.completa.php?id=105&tp=Unica> – acessado em 13 de setembro de 2006.

RADAMBRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SF 21 Campo Grande:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Levantamento de Recursos Naturais, 31. Rio de Janeiro, 1982. 416p. il. 5 mapas.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In. SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. ed. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, p.85-166 DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556p.

SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1998, 556p.

SANTOS, A. O.; SILVA, F. B.da; SOUZA, S. de; SOUSA, M. F. R. de. **Contabilidade Ambiental: Um estudo sobre sua aplicabilidade em empresas brasileiras**. Revista Contabilidade & Finanças FIECAFI - FEA - USP, São Paulo, FIECAFI, v.16, n. 27, 2001, p. 89 – 99.

SEPLANCT – **Secretaria de Planejamento e de Ciência e Tecnologia**, 2004 <http://www.iplan.ms.gov.br/>, acessado em 29 de abril de 2004.

SEPLANCT – **Secretaria de Planejamento e de Ciência e Tecnologia**, 2006 - [http://www.seplanct.ms.gov.br/municipios/Sidrolândia%202004.PDF](http://www.seplanct.ms.gov.br/municipios/Sidrolandia%202004.PDF), acessado em 13 de setembro de 2006.

SPAROVEK, G.. **A qualidade dos assentamentos da reforma agrária brasileira**. São Paulo. Páginas & Letras. 2003.

STEFANES, M. **Estudo de caso: utilização do satélite CBERS 2 para caracterização da cobertura do solo na bacia hidrográfica do Rio Serrote, MS**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - CCET,UFMS, 2005. 94p.

TAGLIANI, C.R.A. 2002. **Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações**. Galeria de artigos acadêmicos. Disponível em [www.fatorgis.com.br](http://www.fatorgis.com.br). Acessado em 08/01/2003. 8p.

TOPOSAT. **Levantamento dos solos e avaliação da aptidão das terras para assentamento rural: Projeto de Assentamento Capão Bonito III**. Campo Grande. 2001 Inédito

TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977, 91 p.

VOLL, E.; **Carta de Vulnerabilidade Ambiental da Região do Bico do Papagaio TO**, Belo Horizonte, Monografia de Especialização. Curso Especialização em Geoprocessamento. UFMG. 2001. 20p.