UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR
NÚCLEO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - NCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG

GRASIELA ROCHA TORRES GOVEIA

ESTUDO DA VULNERABILIDADE À EROSÃO DO SOLO NA COMUNIDADE REMANESCENTE QUILOMBOLA DE SANTO ANTONIO DO GUAPORÉ/RO - APLICAÇAO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Porto Velho
Fevereiro – 2012

GRASIELA ROCHA TORRES GOVEIA

ESTUDO DA VULNERABILIDADE À EROSÃO DO SOLO NA COMUNIDADE REMANESCENTE QUILOMBOLA DE SANTO ANTONIO DO GUAPORÉ/RO - APLICAÇAO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Núcleo de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Rondônia, para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho

Porto Velho

Fevereiro – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

GOVEIA, G. R. T. **ESTUDO DA VULNERABILIDADE À EROSÃO DO SOLO NA COMUNIDADE REMANESCENTE QUILOMBOLA DE SANTO ANTONIO DO GUAPORÉ/RO - APLICAÇAO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO** – Porto Velho, UNIR, 2011, 147p.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Rondônia – UNIR.

Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG.

Área de Concentração: Meio Físico e Desenvolvimento sustentado.

Orientador: Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho.

1. Quilombola - 2. Vulnerabilidade à erosão - 3. Geoprocessamento.

4. Meio Ambiente

.

GRASIELA ROCHA TORRES GOVEIA

ESTUDO DA VULNERABILIDADE À EROSÃO DO SOLO NA COMUNIDADE REMANESCENTE QUILOMBOLA DE SANTO ANTONIO DO GUAPORÉ/RO - APLICAÇAO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Núcleo de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Rondônia - UNIR, para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho

Aprovado em _____.

Banca Examinadora:

_____
Professor Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho
Orientador – PPGG/UNIR

_____
Professora Dra. Maria Madalena Ferreira
Examinadora – PPGG/UNIR

_____
Professora Dra. Eloíza Elena Della Justina
Examinadora – PPGG/UNIR

Ao Senhor meu Deus pela nova vida.
Aos meus pais.
Ao meu filho, Jivago, meu companheiro,
meu viver, meu amigo.
Aos meus amigos que me fazem acreditar
que toda luta por conhecimento vale a pena.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, maravilha da minha vida, minha luz, salvação e proteção. Fonte de sabedora e amor, que guia meus passos e me carrega nos momentos de dor. Quero dizer que TE AMO MEU SENHOR.

Aos meus pais Francisco das Chagas Torres (*in memoriam*) e Maria Célia, que souberam me ensinar a dar passos largos e firmes, na busca de oportunidade para que pudesse crescer. Meu muito obrigada.

Ao meu irmão e amigo Waldeci Goveia, parceiro das horas de dificuldades, e que muito me ajudou a crescer e a caminhar em direção à concretização dos meus sonhos. Agradeço-te por todo o apoio logístico e por me fazer acreditar que sou capaz. Obrigada.

A meu filho Jivago, dádiva do meu SENHOR, que me faz saborear as delícias de ser mãe e ter sempre garra para suplantar e vencer qualquer obstáculo. Você me completa e faz meu coração sorrir de amor. Obrigado meu filho.

Aos meus irmãos, Mônica, Marília e Erasmo Torres pela convivência fraterna, e por mostrar que o carinho e a humildade devem estar presentes sempre, no dia a dia.

A minha grande amiga e companheira Erineide por tudo que fez e continua fazendo por mim, através de sua família, fazendo da Conceição minha mãe também. Obrigada queridas.

A Regina Chelly, amiga sincera, pelos “empurrões”, apoio, convivência e ao partilhar de conhecimentos que nos levam a crescer. Obrigada amiga, agradeço a Deus todos os dias de ter você ao meu lado.

Aos meus amigos Charles, Elenice e Janete Odria pelos cuidados que dispensaram a esta amiga, que demonstraram o que é ser um amigo incondicional. Gratidão eterna. Obrigada.

Ao meu grande amigo Gilberto Dall’Igna (CPRM), pelo carinho e apoio moral, sem sua ajuda nada disso seria possível, pois você é o responsável por me iniciar nos trabalhos em geoprocessamento. Obrigada amigo.

A Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental - SEDAM, pelos dados fornecidos e apoio na fase de trabalho de campo, em especial Vitória Régia, Aline Gottardi, Gilberto Costa, Siane Cristina, Luiz Cláudio, Marcelo Gama, Waldiana, Fabio Saraiva, Cleuza, Armênio, Cleto Brito, ao Paulo Brandão, Secretario de Estado pelo apoio neste momento tão difícil que passei. Obrigada

À Universidade Federal de Rondônia/Núcleo de Ciências e Tecnologia pelo acolhimento, nas pessoas dos Prof. Dr. Josué e do Prof. Dr. Dorisvalder pelo apoio na construção desta fase de absorção de conhecimento. Obrigada.

À Professora Dra. Maria Madalena Ferreira, orientadora da fase inicial do trabalho afastou-se por problema de saúde e o Prof. Dr. Eliomar P. Silva Filho atual orientador do PPGG, tornando-se esteio primordial na fase final deste trabalho.

Aos Msc. Telma, Selma, Maranei, Jeanne e a todos os professores do Mestrado em Geografia/PPGG, por repartirem, sem reservas, os conhecimentos. Obrigada.

Ao Sr. José Neumar, gerente do Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM, Centro Técnico de Porto Velho, pelo apoio na conclusão deste trabalho.

Obrigada a todos. Ganhei muito, fui premiada por Deus pela oportunidade de concretizar este sonho.

RESUMO

Com base na metodologia descrita em Crepani et al (1996), este trabalho tem como objetivo qualificar e quantificar as unidades de paisagem, em termos da vulnerabilidade natural à erosão. A integração de parâmetros físicos como a geomorfologia, geologia, vegetação, solos e o clima, e atribuindo-lhes graus de vulnerabilidade, a aplicação das metodologias expressa os valores de estabilidade dos terrenos com relação à atuação de processos de morfogênese/pedogênese de TRICART (1977). Com a utilização dessas duas metodologias em um ambiente computacional e ferramentas de Geoprocessamento foi possível realizar a entrada, a manipulação e a análise das informações temáticas da Comunidade Remanescente Quilombola de Santo Antonio do Guaporé. Os resultados obtidos foram bastante significativos e refletem o estado da paisagem da área do CRQ, alem do comportamento dinâmico do ecossistema; de modo que foi possível observar que a maior parte da área, 70,14% foram consideradas áreas medianamente estável/vulnerável ambientalmente e áreas moderadamente estável e estável, com 26,00% e 3,86%, correspondendo às áreas aptas a qualquer tipo de uso, ou seja, áreas totalmente estáveis ambientalmente. A área total mapeada corresponde a 86.763,625 hectares.

Palavras chave: vulnerabilidade do solo, Quilombola, geoprocessamento, sensoriamento remoto, SIG, Álgebra de Mapas, SPRING.

ABSTRACT

Based on the methodology described in Crepani et al (1996), this paper aims to qualify and quantify the landscape units in terms of erosion vulnerability. The integration of physical parameters such as geomorphology, geology, vegetation, soils and climate, and giving them levels of vulnerability, the application of methodologies expresses the stability of land values with respect to the performance of processes and morphogenesis of pedogenesis TRICART (1977). By using these two approaches in a computing environment and tools of GIS could be input, manipulation and analysis of thematic information of the Community of St. Anthony Quilombo Remnant Guaporé. The results were quite significant and reflect the state of the landscape of the area of the CRQ, besides the dynamic behavior of the ecosystem, so that we could observe that most of the area, 70.14% were considered moderately stable areas / vulnerable and environmentally moderately stable and stable areas, with 26.00% and 3.86%, corresponding to the areas suitable for any kind of use, ie, areas completely stable environmentally. The total area mapped corresponds to 86.763,625 hectares.

Key words: vulnerability of the soil, Quilombo, GIS, remote sensing, GIS, Map Algebra, SPRING.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS xii
LISTA DE TABELAS xv
LISTA DE QUADROS xvi
LISTA DE FOTOGRAFIAS xvii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS xix
RESUMO
ABSTRACT

CAPÍTULO 1 20
INTRODUÇÃO..... 20
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 20
1.2 OBJETIVOS..... 23
1.2.1 Geral…….. 23
1.2.2 Específicos…….. 23

CAPÍTULO 2 24
2.1 A FORMAÇÃO DOS QUILOMBOS EM RONDÔNIA..... 24

CAPÍTULO 3 28
ÁREA DE ESTUDO..... 28
3.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO..... 28
3.2 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS..... 30
3.2.1 INFRAESTRUTURA SOCIAL..... 34
3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO..... 41
3.3.1 Geologia…….. 41
3.3.2 Geomorfologia …… 45
3.3.3 Solos…… 51
3.3.4 Vegetação...…… 53
3.3.5 Clima.....…….. 57

CAPÍTULO 4 60
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... 60
4.1 TRICART E A PESPECTIVA DA TEORIA ECODINAMICA 60
4.2 **Avaliação da vulnerabilidade à erosão do solo.....** 61
4.3 APLICAÇÕES DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO..... 65
4.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)..... 67
4.4 CARACTERÍSTICAS DOS DADOS DO SPRING..... 69
4.5 ÁLGEBRA DE MAPAS..... 70
4.6 OPERAÇÕES PONTUAIS..... 71
4.7 SOFTWARE SPRING..... 72
4.7.1 LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico)..... 72
4.8 VULNERABILIDADE À EROSÃO DO SOLO NA CRQ DE SANTO ANTONIO DO GUAPORÉ..... 73
4.8.1 Mapa de vulnerabilidade à erosão do solo..... 74

CAPÍTULO 5 76
MATERIAIS E METODOS..... 76
5.1 AQUISIÇÃO DE DADOS..... 76
5.1.1 Seleção dos dados..... 76
5.1.2 Equipamentos e aplicativos..... 77
5.2 CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO..... 78
5.3 ETAPA DE CAMPO..... 79
5.4 METODO..... 79
5.4.1 Geologia..... 81
5.4.2 Geomorfologia..... 82
5.4.3 Solos..... 85
5.4.4 Cobertura Vegetal..... 88
5.4.5 Clima..... 89
5.5 INTEGRAÇÃO DOS DADOS..... 91
5.5.1 Mapa de Vulnerabilidade à erosão do Solo..... 91

CAPÍTULO 6 94
RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 94
6.1 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GERADOS..... 94
6.1.1 ETAPA DE CAMPO..... 94
6.1.2 Carta Imagem e Mapa de Uso e Ocupação do Solo..... 97
6.2 ANÁLISE DA VULNERABILIDADE A EROSÃO DO SOLO..... 103
6.2.1 Geomorfologia 103
6.2.2 Geologia..... 107
6.2.3 Cobertura vegetal..... 110
6.2.4 Solos..... 115
6.2.5 Clima..... 120
6.3 INTEGRAÇÃO DOS DADOS GERADOS..... 123
6.3.1 Mapa síntese de vulnerabilidade à erosão..... 123

CAPITULO 7 129

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 129

POSSÍVEIS APLICAÇÕES..... 129

CAPITULO 8 131

CONCLUSÕES..... 131

BIBLIOGRAFIAS..... 134

APÊNDICES..... 147

APÊNDICE – A: Programação LEGAL/SPRING..... 148

APÊNDICE – B: Modelo do Questionário Aplicado..... 153

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa de localização das CRQ em Rondônia..... 26
Figura 02 – Mapa de localização da área de Estudo..... 29
Figura 03 – Mapa de localização da REBIO Guaporé -RO..... 32
Figura 04 – Gráfico do tipo de habitação moradores de Santo Antonio do Guaporé..... 35
Figura 05 – Gráfico do fornecimento de energia elétrica por domicilio em Santo Antonio do Guaporé..... 37
Figura 06 – Gráfico da Escolaridade Habitantes de Santo Antonio do Guaporé..... 40
Figura 07 – Mapa de Geologia..... 44
Figura 08 – Mapa de Geomorfologia..... 46
Figura 09 – Mapa de Solos..... 52
Figura 10 – Mapa de Vegetação..... 56
Figura 11 – Excedente hídrico e déficit hídrico (mm) - 2008..... 58
Figura 12 – Balanço hídrico mensal município de Costa Marques - 2008.. 58
Figura 13 – Mapa de Precipitaçao anual..... 59
Figura 14 – Estrutura geral de Sistemas de Informação Geográfica..... 69
Figura 15 – Classes de operações geográficas..... 61
Figura 16 – Fluxograma metodológico para a elaboração do mapa de vulnerabilidade à erosão do solo na CRQ de Santo Antonio do Guaporé..... 76
Figura 17 – Modelo esquemático do cálculo de vulnerabilidade à erosão do solo de cada unidade temática..... 80
Figura 18 – Imagem SRTM..... 84
Figura 19 – Operação pontual de ponderação em um geocampo temático 92
Figura 20 – As três fases de aplicação da Álgebra de Mapas para criar o Mapa de Vulnerabilidade à Erosão do solo..... 93
Figura 21 – Mapa de Aptidao agricola..... 96
Figura 22 – Carta Imagem da área de estudo..... 99

Figura 23 – Mapa de uso e ocupação da área de estudo..... 100
Figura 24 – Gráfico da distribuição da cobertura Vegetal de uso e ocupação do solo..... 101
Figura 25 – Gráfico da distribuição de classes de vulnerabilidade à erosão da geomorfológica..... 105
Figura 26 – Mapa de Vulnerabilidade da Geomorfologia..... 106
Figura 27 – Gráfico da Distribuição de classes de vulnerabilidade à erosão da geológica..... 109
Figura 28 – Mapa de Vulnerabilidade da Geológica..... 110
Figura 29 – Gráfico da distribuição de classes de vulnerabilidade à erosão da vegetação..... 113
Figura 30 – Mapa de Vulnerabilidade da Vegetação..... 114
Figura 31 – Gráfico da distribuição de classes de vulnerabilidade à erosão dos solos..... 117
Figura 32 – Mapa de Vulnerabilidade do Solo..... 119
Figura 33 – Mapa de Vulnerabilidade do Clima..... 122
Figura 34 – Gráfico da síntese de vulnerabilidade das classes à erosão do solo..... 125
Figura 35 – Mapa Síntese da Vulnerabilidade à erosão do solo da CRQ de Santo Antonio do Guaporé..... 126

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Área ocupada pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo na CRQ Santo Antonio do Guaporé..... 98

Tabela 02 – Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão geomorfológica..... 104

Tabela 03 – Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão geológica..... 108

Tabela 04 – Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão da vegetação..... 111

Tabela 05 – Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão do solo..... 116

Tabela 06 – Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão do clima..... 120

Tabela 07 – Distribuição de classes do mapa síntese de vulnerabilidade à erosão do solo CRQ..... 123

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Numero de Unidades de Saúde ao alcance da comunidade..... 37

Quadro 02 - Classificação da geologia da área de estudo 41

Quadro 03 - Unidades litoestratigráficas da área de estudo..... 43

Quadro 04 – Classificação da geomorfologia da área de estudo..... 45

Quadro 05 – Unidades geomoforlógicas folha SD-20-V-B..... 50

Quadro 06 – Classificação de solos da área de estudo..... 51

Quadro 07 – Classificação da vegetação da área de estudo..... 53

Quadro 08 – Avaliação da Estabilidade das Categorias Morfodinâmicas..... 62

Quadro 09 – Escala de vulnerabilidade à erosão do solo..... 63

Quadro 10 – Características observadas para avaliar a vulnerabilidade à erosão do solo das unidades de paisagem..... 64

Quadro 11 – Descrição das operações pontuais de transformação e das operações pontuais sobre geocampos…… 71

Quadro 12 – Dados Temáticos..... 77

Quadro 13 – Imagens Utilizadas..... 77

Quadro 14 – Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns..... 82

Quadro 15 – Valores de vulnerabilidade dos solos..... 87

Quadro 16 – Valores de vulnerabilidade à erosão de solo para as classes de cobertura vegetal..... 88
Quadro 17 – Escala de erosibilidade da chuva e valores de vulnerabilidade a erosão..... 90
Quadro 18 – Valores de vulnerabilidade atribuídos às unidades geomorfológicas..... 103
Quadro 19 – Valores devulnerabilidade atribuídos às unidades geológicas..... 107
Quadro 20 – Valores de vulnerabilidade à erosão do solo atribuído à cobertura vegetal..... 111
Quadro 21 – Associações de solos e valores de vulnerabilidade atribuídos..... 115
Quadro 22 – Valores de vulnerabilidade atribuídos ao Clima..... 120
Quadro 23 - Quadro síntese da CRQ Santo Antonio do Guaporé..... 127

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 01 – Casa Abandonada..... 35

Foto 02 – Casa Habitada 1..... 35

Foto 03 – Privada Rudimentar..... 36

Foto 04 – Casa Habitada 2..... 36

Foto 05 – Interior de residência de Palha..... 36

Foto 06 – Casa onde funcionava o Posto de Saúde..... 38

Foto 07 – Panorâmica da comunidade..... 38

Foto 08 – Frente da escola..... 39

Foto 09 – Vista Panorâmica da Escola..... 39

Foto 10 – Escola..... 39

Foto 11 – Professora e Alunos..... 39

Foto 12 – Chegada ao CRQ às margens Rio Guaporé..... 101

Foto 13 – Área de alagamento as margens do Rio Guaporé..... 101

Foto 14 – Solo de áreas alagadas em períodos secos..... 102

Foto 15 – Área de cultivo em repouso ao redor da residência..... 102

Foto 16 – Área de cultivo de subsistência..... 102

Foto 17 – Casa em meio à floresta natural..... 102

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ARCINFO/ARCVIEW – Aplicativos de SIG (ESRI)

ARCGIS/ARCMAP – Aplicativo de SIG (ESRI)

BDG – Banco de Dados Geográfico

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DTM – Digital Terrain Model (Modelo Digital de Terreno)

DXF/ DWG – Formato de arquivo gráfico vetorial (Autocad, Autodesk)

CRQ – Comunidade Remanescente Quilombola

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

ESRI – Environmental Spatial Research Institute

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PLANAFLORO - Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia

SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental

SIG – Sistema de Informação Geográfico

SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia

SHP – Formato dos arquivos digitais vetoriais

SGBD - Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados

SPRING - Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

TM - Thematic Mapper

TIF (TIFF) – Formato de arquivo gráfico matricial (imagem)

UNIR – Universidade Federal de Rondônia

UTM – Universal Transverse Mercatur (sistema de projeção)

CAPITULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

1.2 Considerações Gerais

Este estudo consiste na proposta de mapear e analisar a Vulnerabilidade[1] Natural à Erosão na área correspondente a Comunidade Remanescente de Quilombolas de Santo Antonio do Guaporé utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto e subsidiar na indicação de áreas potenciais à recuperação, preservação e uso sustentado.

É de estimado valor registrar que este titulo de pesquisa originou-se da descendência quilombola da autora, pois no ano de 1883 aportou no estado do Maranhão o navio negreiro oriundo do Congo que transportava negros para o trabalho escravo, estando entre estes sua Tataravó Balbina Justina Reis, que gestou os primeiros membros da Família Torres. E posteriormente pela sua atuação profissional na área de geoprocessamento e meio ambiente.

A ideia central do trabalho é de avaliar os aspectos referentes à vocação natural da paisagem e suas consequências da utilização, no tocante à Erosão do solo, como resultado do assentamento da Comunidade Remanescente Quilombola de Santo Antonio do Guaporé.

No Vale do alto e médio rio Guaporé na porção sudoeste do Estado de Rondônia estão concentradas as sete Comunidades Quilombolas, com uma presença significativa de negros, que sofreram pressões socioeconômicas por parte de alguns colonizadores e órgãos federais que os pressionam a abandonar suas terras, promovendo, por vezes no abandono de suas terras e a migração

[1]O termo Vulnerabilidade à Erosão é empregado para indicar o quanto determinado tipo de solo é susceptível à erosão. A vulnerabilidade à perda de solo das unidades de paisagem está ligada ao desequilíbrio da dinâmica natural do meio ambiente. Cada componente da paisagem, como Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Clima e a intervenção antrópica, participam desta dinâmica de forma integrada. (Palmeira,2004)

para cidade onde a não qualificação da mão de obra de maioria dos quilombolas migrante não permite locação em melhores emprego, isso quando se consegue um emprego.

A Comunidade Remanescente Quilombola de Santo Antonio do Guaporé encontra-se em áreas de difícil acesso, locado na faixa de fronteira, Brasil/Bolívia as margens do rio Guaporé, à aproximadamente duzentos anos. Segundo INCRA (1999) estão isolados pela divisão de um rio, local considerado como área de preservação, situado nas dependências da REBIO Guaporé[2], o que criou impedimento de ordenar seu território.

Segundo Lima (2000) as populações remanescentes de quilombos que vivem no Vale do Guaporé são em sua maioria vindos de Vila Bela do Guaporé, que pertenceu ao Estado do Mato Grosso.

A ONG Palmares apresenta as diversas nomenclaturas de denominações para quilombos, como: mocambos, terra de preto, comunidades remanescentes de quilombos, comunidades negras rurais, remanescentes de comunidades de quilombos são expressões que designam grupos sociais descendentes de escravos africanos trazidos para o Brasil durante o período colonial, que resistiram ou se rebelaram contra o regime escravista, formando territórios independentes onde a liberdade e o trabalho comum passaram a constituir símbolos de liberdade, autonomia, resistência e diferenciação do regime de trabalho escravista[3].

Teixeira (2004), em seus estudos desenvolvidos nas populações do Vale do Guaporé, apresenta que a importância das populações negras dessa região fronteiriça, nos limites de Rondônia com a Bolívia, não pode ser minimizada e necessita ser estudada. Segundo o autor a presença dessa população descendente de quilombos no Vale do Guaporé se originou devido aos processos econômicos através do extrativismo da poaia, do quinino, da borracha e da castanha.

Por sua vez Lima (op.cit), em seus estudos sobre Vila Bela da Santíssima Trindade, apresenta a história de um povo que permaneceu fiel a sua história, e que soube conservar seus costumes, seu modo de vida, suas características

[2]Detalhes da localização da CRQ SAG,
[3]Informações obtidas através da consulta ao site http://www.palmares.gov.br/ acessado em 02.05.2008.

socioculturais de afro-descendentes.

A vila de Santo Antônio localiza-se, atualmente, em áreas da Reserva Biológica do Guaporé, o povoado é constituído entre 60 a 70 pessoas[4], em sua maioria negras, descendentes dos antigos quilombolas locais, abundantes na região durante o século XVIII e parte do século XIX.

Uma das ultimas comunidades quilombolas a ser reconhecida como remanescente quilombola pela Fundação Palmares (2008), esta fundação foi responsável pela titulação da terras baseada em critérios de auto-atribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada com formas de resistência à opressão histórica sofrida, porem ainda não titulada pelo INCRA, a vila encontra-se controlada pelo IBAMA, sendo que seus habitantes vivem de maneira sustentável há 200 anos sem prejuízo ao meio ambiente.

O uso de técnicas de geoprocessamento usada no presente estudo apresenta-se, como uma ferramenta que permite não só acompanhar possíveis processos de erosão do solo, como também subsidiar o desenvolvimento sustentado do território analisado, considerando a identificação de suas áreas mais frágeis quando relacionados as suas características físicas considerados bem como ao planejamento quanto ao possível uso das mesmas.

A contribuição deste estudo reside na caracterização do nível de erosão do solo na Comunidade Remanescente Quilombola de Santo Antonio do Guaporé, na produção do espaço habitado, bem como no planejamento da ocupação da Amazônia e as perspectivas futuras de desenvolvimento de suas comunidades, que configuram dinâmicas de melhoria qualidade do uso e ocupação do espaço, com suas necessidades e implicações distintas. Permitindo assim a visualização total das fragilidades dessa área como um elemento essencial ao desenho de estratégias futuras para o desenvolvimento local, transformando as diretrizes gerais de tradicionais esforços em planejamento e agendamento locais mais concretos e com maior potencial de efetivação de uso racional e sustentável do ambiente.

[4]Dados obtidos na pesquisa de campo pela autora, em 2008.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

O objetivo deste trabalho é avaliar a Vulnerabilidade Natural à Erosão na área correspondente a Comunidade Remanescente de Quilombolas de Santo Antonio do Guaporé e subsidiar na indicação de áreas potenciais à recuperação, preservação e uso sustentado utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Formatar um banco de dados espacial da área de estudo para identificar e caracterizar os componentes do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Solo e Vegetação, uso do solo e clima);

- Gerar um mapa síntese de vulnerabilidade à erosão da CRQ de Santo Antonio do Guaporé, a partir da suscetibilidade natural dos componentes do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Solo e Vegetação e uso da terra), utilizando a programação LEGAL do Spring – Sistema de processamento de informações georeferenciadas;

- Analisar os resultados obtidos da combinação dos dados fornecidos pelos mapas de caracterização do meio físico, delimitando as unidades de área que apresentam classes distintas de vulnerabilidade à erosão;

CAPÍTULO 2

2.1 A formação dos Quilombos em Rondônia

A escravidão negra no Vale do Guaporé deu-se com a descoberta e exploração do ouro e a fixação de povoadores ligados à comercialização desse metal e à atividade agro-pastoril. O período do escravismo negro na região do Vale do Guaporé teve como característica as revoltas e fugas que marcaram a resistência à escravidão, com diversos grupos negros rebelando-se, lutando contra o sistema escravagista e fugindo para o interior da floresta.

O Vale do Guaporé conta com 07 comunidades remanescentes Quilombolas e Ribeirinhas:

- Comunidade Quilombola de Pedras Negras; Comunidade Quilombola de Santo Antônio; Comunidade Quilombola de Forte Príncipe da Beira; Comunidade Quilombola de Santa Fé; Comunidade Quilombola de Jesus; Comunidade Quilombola de Rolim de Moura do Guaporé; e Comunidade Quilombola de Laranjeiras. Conforme figura 01 - localização dos quilombos em rondonia

Os escravos fugitivos fundaram vários quilombos na Amazônia rondoniense, sendo o mais importante o Quilombo do Piolho ou Quariterê, (1752/1795) que resistiu durante 43 anos às expedições punitivas da Coroa Portuguesa. Os principais quilombos localizados no Vale do Guaporé foram: Galera, Galerinha, Taquaral, Pedras Negras, Cabixi e Piolho.

Como bem apresenta o historiador a presença de quilombos no estado de Rondônia.

> A presença de quilombolas às margens do Guaporé pode ser explicada a partir do processo de abandono da região pelas elites brancas. Não havendo mais necessidade de esconderem-se em áreas menos acessíveis, as populações quilombolas da região do Riozinho e de São Miguel, afluentes do Guaporé, mudaram-se para as suas margens, tornando-se visíveis e estabelecendo-se como pequenos

> proprietários, agricultores extrativistas. Em finais do século XIX, essa população negra vinculava-se ao município de Vila Bela da Santíssima Trindade, também marcado pela predominância absoluta de uma população negra, de procedência escrava. Santo Antonio do Guaporé esteve vinculado ao Município de Vila Bela até a criação do Município de Guajará-mirim, em 1928 (TEIXEIRA, 2004, p.134).

Convém lembrar que a população dos quilombos era constituída não só de negros e de escravos, mas também de índios e de outras pessoas excluídas pelas sociedades como criminosos e desertores. Como estratégias de segurança, os quilombos eram localizados em lugares de difícil acesso.

O que se verifica através da história oral, contada por alguns descentes dos negros fugitivos do período da escravidão, dos quais muitos vieram de Vila Bela da Santíssima Trindade, situada em Mato Grosso, é que naquela época a resistência negra e à vontade de viver livre eram fortes. Muitos fugiam também de grupos de indígenas que viviam nas proximidades.

Muito bem apresenta o autor Teixeira: [...] A população de Santo Antônio foi constituída a partir de um quilombo, formado por escravos que trabalharam na construção do Real Forte Príncipe da Beira a partir de 1776 [...] (TEIXEIRA, 2004, p.102).

No entendimento de Silva (2010) as comunidades quilombolas que ainda residem no Vale do Guaporé guardam sua história e a lembrança dos seus antepassados, mas esta memória pouco a pouco vai se perdendo. O que verificamos é que existem poucos registros em relação à história dessas populações, que são antigas nessa região. O que ficou para os que ainda atualmente reside lá são as lembranças, as histórias contadas pelos mais velhos.

O início da história dos quilombos no estado de Rondônia vem com os primeiros passos de Portugal para assegurar sua posse sobre a região do Guaporé para a ocupação desses vales, de onde extraia ouro e as drogas do sertão. Toda esta ocupação se deu pela ação dos bandeirantes que, ao mesmo tempo, explorava e ocupava. Além disso, a ocupação se realizou pela presença militar, o que pode ser comprovado pelas inúmeras construções fortificadas.

Podemos considerar dois fatores principais que permitem explicar os investimentos do Estado Colonialista Português na região guaporeana a partir do Século XVIII: o primeiro deles de caráter político e o segundo ligado às grandes expectativas econômicas. (Teixeira, 1997)

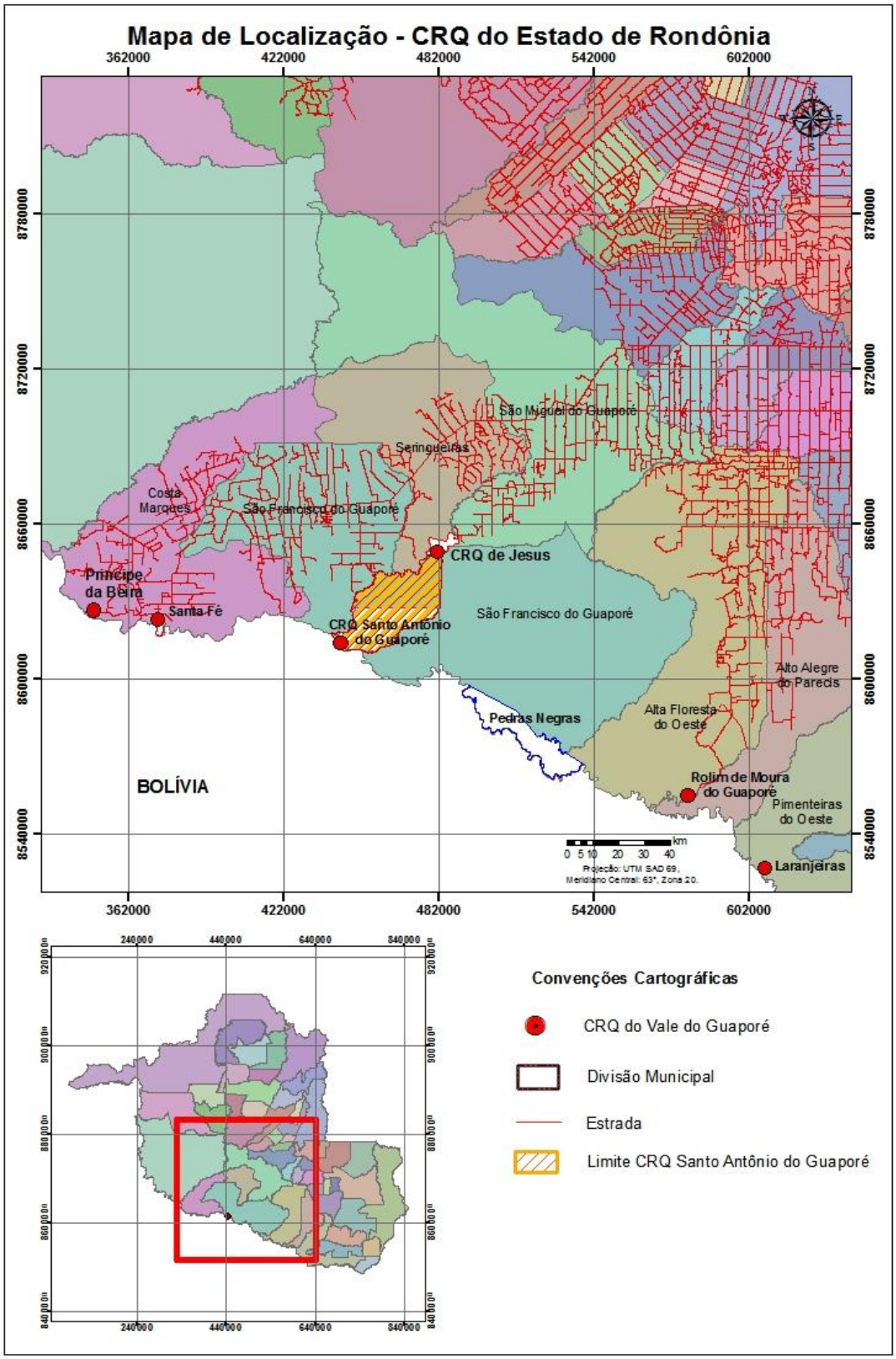


Figura 01 - Localização das CRQ do Estado de Rondônia

O Guaporé era estrategicamente posicionado no mais extremo ponto do oeste da colônia, definindo, em grande parte, o controle sobre a bacia amazônica. Seu percurso assegurava uma rota de ligação entre os extremos da Amazônia, a partir de Belém até São Paulo.

A maioria das suas rotas eram fluviais e ligaram o rio Guaporé a Belém estabeleciam os limites fronteiriços entre as duas metrópoles beligerantes. Embora a importante dimensão política da ocupação dessas áreas disputadas com a Espanha seja inquestionável, deve-se salientar, ainda, a dimensão econômica que tal procedimento envolvia. (Bandeira, 1988)

A colonização do Guaporé é, também, uma decorrência da expansão mineradora portuguesa e dos movimentos sertanistas e bandeirantes de exploração e de pregação de indígenas na região.

Por fim, Teixeira (1997) apresenta a terceira fase, a do conflito e afirmação da identidade e territorialidade das populações negras locais, quando é retomada, a partir da década de 1970, a colonização branca na região e o Estado faz a nova ocupação com as frentes de colonização agropastoris. Nela, podemos observar que a afirmação da identidade e a manutenção da territorialidade se dividem em duas vertentes, populações negras de todo o Guaporé entram em choque com as frentes de colonização, passando por processos de desagregação, ou, em outros casos, enfrentando, embates com instâncias diversas do poder constituído.

A perda dos territórios tradicionalmente ocupados, mas nunca registrados, representou o principal fator da desagregação e desaparecimento de inúmeras comunidades.

CAPÍTULO 3

ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização e acesso

A Comunidade Remanescente Quilombola de Santo Antônio do Guaporé (CRQ), situa-se no município de São Francisco do Guaporé, que limita-se ao norte e a oeste com as terras do município de Costa Marques, ao sul com o rio Guaporé e a (fronteira Brasil/Bolívia) a leste com as terras do município de Alta Floresta. Entre as latitudes 12° 14’ (S) e 12º 34 (S), longitudes 63º 09’ (W) e 63° 32’ (W).

O acesso a CRQ Santo Antonio é somente por via fluvial através do rio Guaporé sendo Costa Marques a porta de saída terrestre através da BR-419. A área da CRQ é de 86.763 ha (SEDAM, 2006), apresentados pelo mapa de localização da área de estudo. (Figura 01).

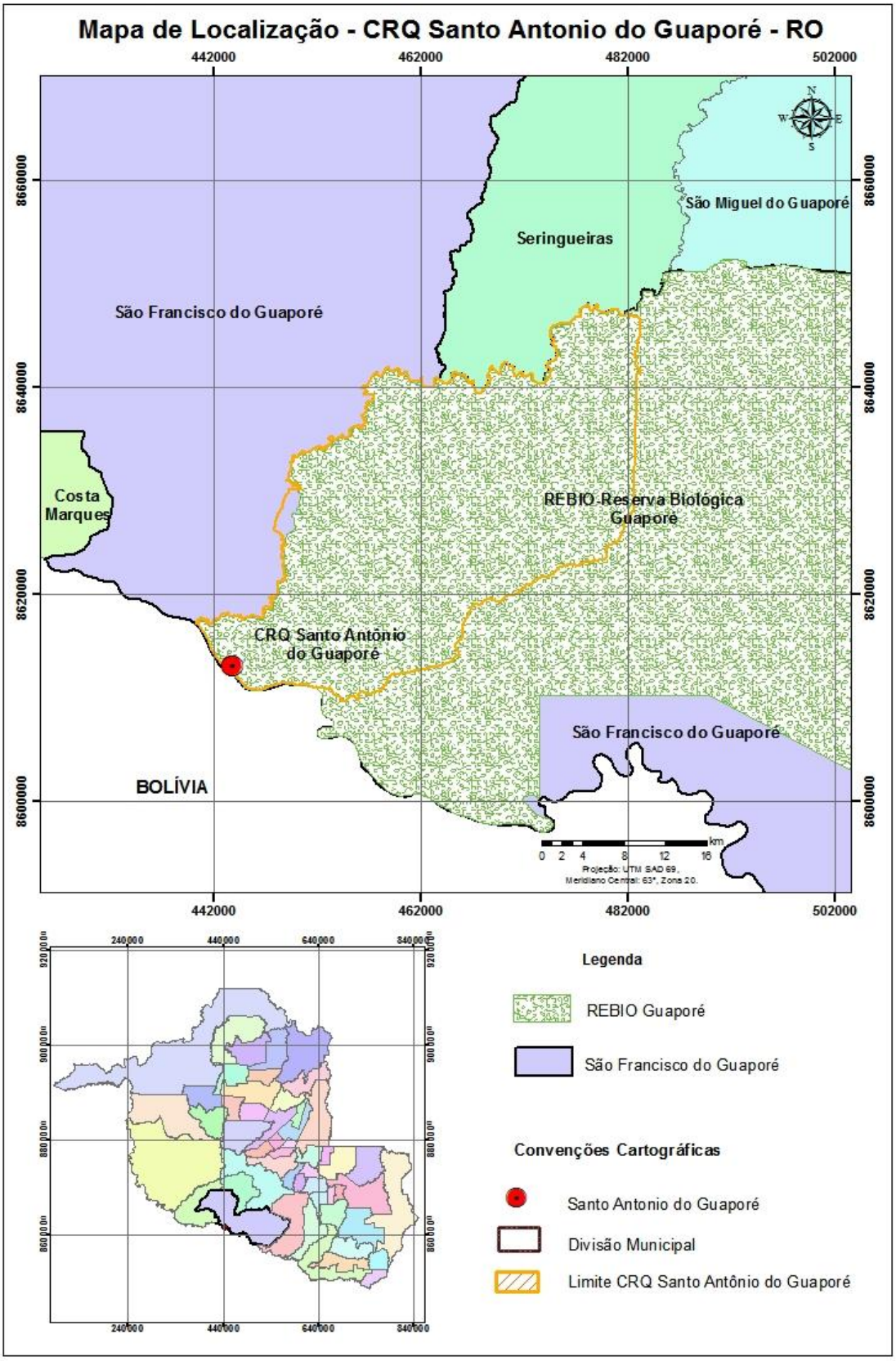


Figura 02 – Localização da área de estudo

3.2 Aspectos sócio-econômicos

A população de Santo Antonio foi constituída a partir de um grupo quilombola, formado por escravos que trabalharam na construção do real forte príncipe da beira a partir de 1776, de negros foragidos que escaparam à destruição dos quilombos do Piolho, Joaquim Teles, Matuca e outros, em 1795, ou ainda, de negros provenientes de quilombos instalados nos territórios castelhanos, situados à margem esquerda do Guaporé e que retornaram aos territórios portugueses, após a progressiva saída dos brancos da região.

No século XIX esta população foi aumentando a partir das movimentações de famílias negras provenientes de Vila Bela, que desceram o Guaporé para o trabalho no seringal, castanhal e matas da poaia (IBGE, 1995).

Segundo Lima (2000) a comunidade de Santo Antonio ampliou ainda mais sua população por ocasião da demanda pela borracha, quer no inicio do século XX, quer na década de 1940, quando adentraram no Guaporé os soldados da borracha.

Documentos do INCRA (2005) retratam o aspecto isolado que se deu o povoado, aproximadamente 100 km distante de Costa Marques, sua via de acesso se dava através de via fluvial. No período de 1940 a 1960 ocorreu um considerável acréscimo na população local, logo apresenta sinais de declínio populacional a partir dos meados dos anos 1960. Mas, durante a década de 1980, a população apresentou os primeiros sinais de acentuado declínio, marcado pela criação da REBIO do Guaporé em 1984[5].

A modificação do quadro demográfico de Santo Antonio, marcado por uma continuada tendência de declínio, ocorreu sob pressão de diferentes fatores, como o esgotamento da economia extrativista alicerçada na borracha e na poaia[6].

A partir dos anos 1970, as aberturas das frentes pioneiras de colonização agropastoril corroboraram com as profundas transformações nos quadros de povoamento e demografia de todo o vale do Guaporé. Por fim, a criação da REBIO –

---

[5] REBIO Guaporé. Reserva Biológica do Guaporé, criada em 1982 e instalada em 1984. A REBIO não admite presença humana e os responsáveis pela Gerência 2 do IBAMA, esforçaram-se em retirar das terras as comunidades ali existentes.

[6] É uma erva que cresce a sombra de matas úmidas. Sua raiz é utilizada para fazer chás e remédios.já foi abundante no estado brasileiro de Mato Grosso.

Reserva Biologica (1982) e a entrada do IBAMA (1984) na região de Santo Antonio que definiu o quadro final de declínio demográfico da população quilombola.

Chama a atenção os relatos feitos por Teixeira (2006), quanto aos altos custos sociais e culturais, impostos pelo processo de redefinição dos espaços Santo Antonio a partir da criação da REBIO Guaporé, que levaram a população negra camponesa a um processo de quase total extinção. Isolados pela distancia e pelo longo percurso fluvial para se chegar à Costa Marques ou Pedras Negras, os camponeses de Santo Antonio do Guaporé mantiveram, ao longo do século XX, uma intensa e próxima relação de amizade, comércio e cultura com as populações bolivianas do alto Guaporé, notadamente os moradores de Versalhes, Piso Firme e Puerto Federico, localidades situadas na margem boliviana do médio Guaporé, distantes a pouco mais de meia hora de lancha do povoado de Santo Antonio.

O extenso barranco do Guaporé é o endereço do povoado, visto que localiza-se após a desembocadura do rio São Miguel, com seus casebres erguidos de palha e madeira, assim é o povoado de Santo Antonio.

Nas imediações do centro do povoado, encontra-se o centro comunitário, a escola, o posto de saúde. Ponto marcante do lugar é a capela de Santo Antonio, que recebe os símbolos do Divino uma vez ao ano, por ocasião da principal festividade religiosa da região, celebrada entre os meses de maio e junho.

Ao longo das margens do Guaporé encontram-se, ainda, a instalação da estação de geração de energia elétrica, impedida de funcionar na região por determinação do IBAMA[7].

A comunidade vivia da exploração das florestas ricas em poaia e borracha, que foram o centro da economia até os anos 1960. A partir da década de 1970, a produção extrativista cedeu lugar à produção agro-pastoril. Entretanto, a comunidade passou por um longo processo de decadência e de penúria após a instalação da REBIO, que invibializou a pecuária local e impôs pesados obstáculos à produção local. Figura 03 - Localização REBIO Guaporé

após a criação da REBIO do Guaporé levaram os posicionamentos de conflito e de confronto entre a comunidade e os representantes de governo.

[7] Informação verbal obtida em trabalho de campo no dia 28/07/2007 com moradores da comunidade.

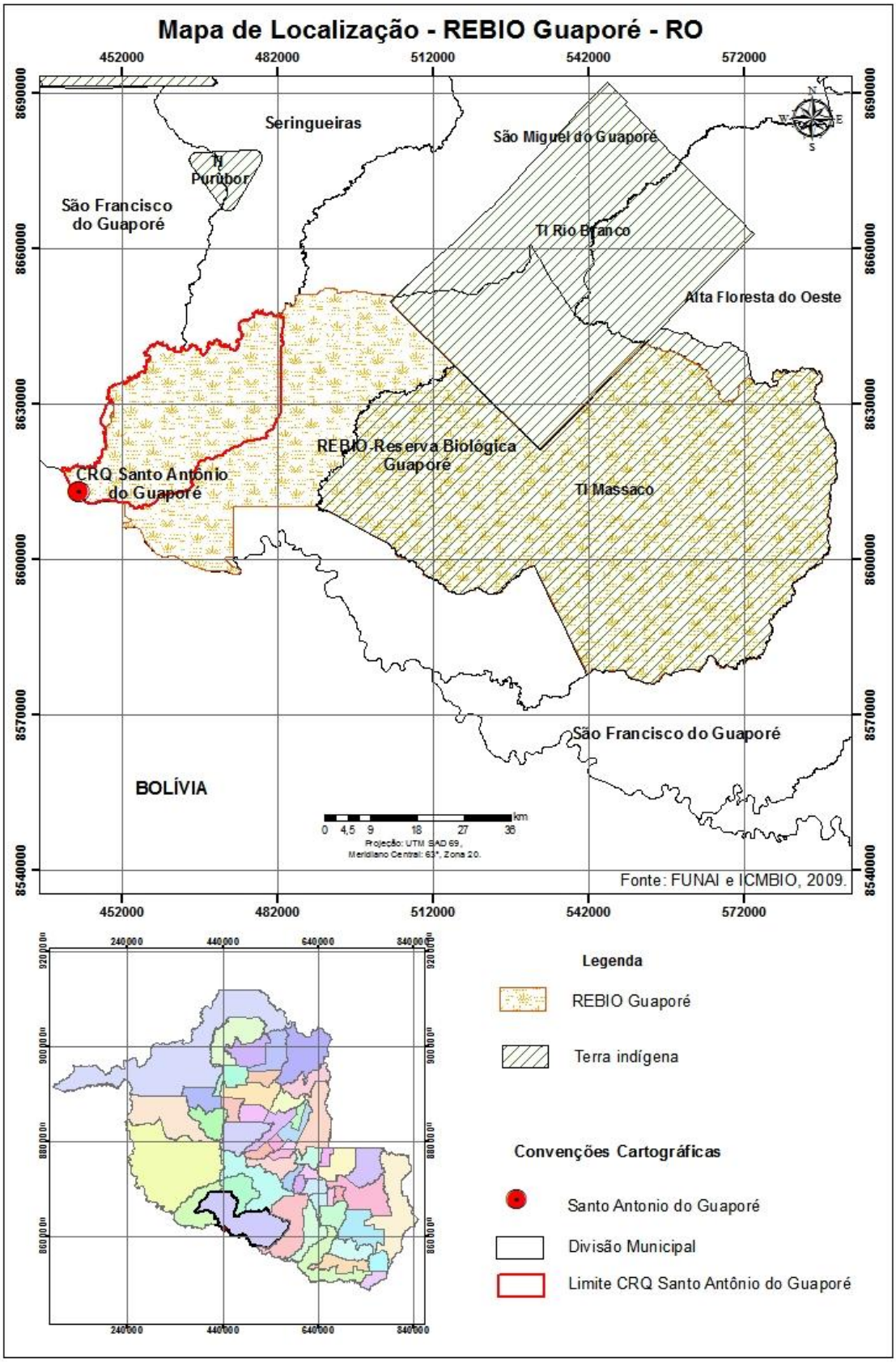


Figura 03 - Localização REBIO Guaporé

Os conflitos entre as autoridades do IBAMA e os moradores de Santo Antonio motivaram a entrada de setores progressistas da igreja católica no âmbito das discussões sobre os destinos da comunidade, acusada pelo IBAMA de haver invadido a REBIO.

Neste contexto: como garantir a posse das terras, secularmente ocupadas pela população de Santo Antonio, e a única garantia de perpetuação da comunidade, de sua identidade etno-cultural, visto que seu modelo de exploração muito pouco agride o meio ambiente, garantindo sustentabilidade ambiental da REBIO.

A população quilombola que habita Santo Antonio consideram-se parte da natureza da região em que vivem, são camponeses negros das várzeas do Alto Guaporé, tornando viável sua sobrevivência e reprodução a partir de dois ambientes distintos: a terra e a água.

O manejo e conhecimento desta população tem possibilitado viverem em harmonia nestes habitats, tidos como uma das regiões tropicais mais hostis pela sociedade ocidental.

As pressões ambientais acarretaram sérios problemas, como à falta de trabalho para a sustentação de suas famílias, ficando estes obrigados a deixarem suas terras em busca de melhores condições de vida, uma vez que em seu lugar de origem a atividade desenvolvida é baseada na agricultura de subsistência.

A comunidade tem um perfil de população carente, observa-se a falta de envolvimento da própria comunidade em assuntos internos relacionados à saúde, educação e liderança local, pois esta apatia pelos problemas internos pode levá-la literalmente a desaparecer. Atualmente existem 18 (dezoito) famílias, somando em torno de 70 (setenta) pessoas.

Pelos relatos dos habitantes mais antigos da comunidade, estima-se que a população local esteve na casa de 250 (duzentos e cinqüenta) habitantes nas décadas de 1970. Segundo dados da Ecovale[8] (2007), Santo Antônio se apresentou nos mapas regionais como um dos principais centros extrativistas do Vale do Guaporé, no estado de Rondônia.

[8]de acordo com o presidente da Associação Comunitária Quilombola e Ecológica do Vale do Guaporé (Ecovale), José Soares Neto.

A população quilombola já habita há décadas estas terras, herdadas de seus antepassados. Foram as populações vindas de Vila Bela – "território negro em espaço branco"[9], cidade abandonada pela sociedade dominante ainda no início do Império, que ocuparam o vale do Guaporé, em convivência pacífica ou conflituosa, conforme as circunstâncias, com os indígenas, e assim garantiram a posse das terras. Hoje essas populações ali vivem a lutar para adquirirem o direito pelas terras.

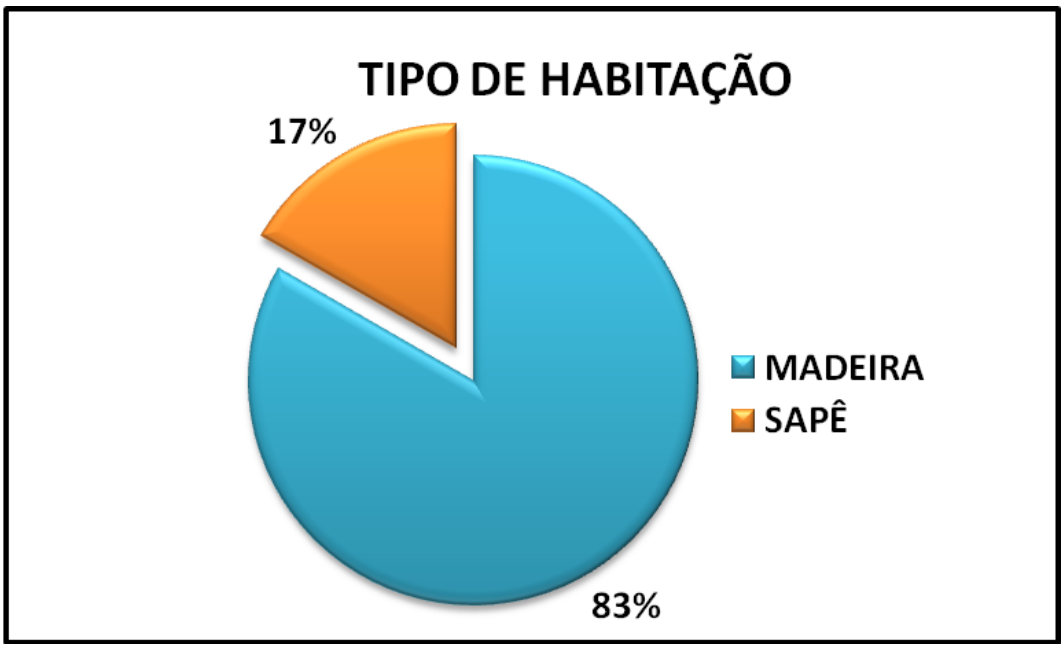
Para Teixeira (1997) Santo Antônio insere-se em uma área que hoje é reclamada pelo IBAMA, como parte do REBIO do Guaporé. Neste sentido Santo Antônio tem permanência ameaçada, que pretende removê-la para outra região. Muitos talvez desconheçam suas origens quilombolas desde a história de seus antepassados até os dias de hoje, a comunidade esta vivendo há mais de duzentos anos no mesmo local.

3.2.1 Infraestrutura social

Observa-se na comunidade que o tipo de habitação dos moradores em sua maioria é de madeira e não possui infraestrutura (Figura 02) e as condições básicas como: água potável em quantidade e qualidade satisfatória, eliminação adequada do lixo e dos dejetos humanos (esgoto), fornecimento satisfatório de energia elétrica (racionada) e existência de unidade habitacional em quantidade e qualidade satisfatória (observação in loco durante pesquisa de campo).

[9]A autora Bandeira (1988) trabalhou a temática quilombola na cidade de Vila Bela em sua dissertação de mestrado, para mais aprofundamento nos quilombos desta região consultar a obra.

Figura 04 – Gráfico do tipo de habitação moradores de Santo Antonio do Guaporé.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa de campo/2007.

Embora a maioria das casas seja de madeira, encontram-se, ainda, casas de palha abandonadas por antigos moradores por conseqüência do impasse criado após a instalação da REBIO. Pois, segundo estudos de Teixeira (2006) a comunidade chegou a ter, mas de duzentos habitantes e foi considerado na época um núcleo urbano (Fotos de 1 a 5).

Foto 1- Casa Abandonada

Foto 2- Casa Habitada 1

Foto 3- Privada Rudimentar

Foto 4- Casa Habitada 2

Foto 5- Interior de residência de Palha

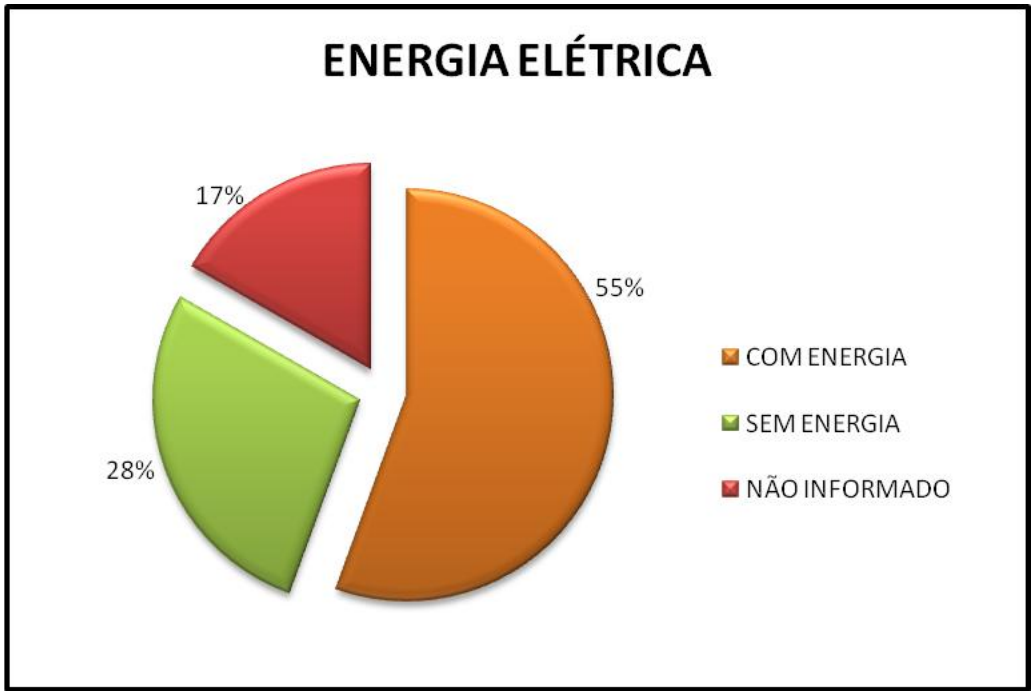
Registro Fotográfico do Tipo de habitação moradores de Santo Antonio do Guaporé
Data: 28.7.2007
Fotografado: Grasiela Goveia

A geração de energia na comunidade de Santo Antonio do Guaporé é através de energia solar e termelétrica a diesel, onde o fornecimento da matéria-prima é efetuado pela prefeitura do município de São Francisco do Guaporé.

A localização do Distrito dificulta o abastecimento da comunidade, devido ao seu acesso se dar por via fluvial. Desta forma, a oferta de energia não tem atendido suficientemente a demanda da população, tornando-se freqüentes os racionamentos nos períodos de seca, e também a carência de manutenção das máquinas torna-se um dos fatores responsável pelo incipiente desenvolvimento econômico e social da comunidade.

A figura 05 apresenta a situação dos moradores residentes em Santo Antonio do Guaporé quanto a domicílios que possuem fornecimento de energia elétrica.

Figura 05 – Gráfico do fornecimento de energia elétrica por domicilio em Santo Antonio do Guaporé.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa de campo/2007.

O atendimento básico de saúde na comunidade é precário (Quadro 01), pois não possuem assistência médica na comunidade conforme abaixo. As sedes dos municípios que a comunidade utiliza ficam distantes impossibilitando os habitantes de receber assistência medica.

Quadro 01 – Numero de Unidades de Saúde ao alcance da comunidade.

Municípios	Total de Unidade	Hospital	Posto Saúde	Centro Saúde	Policlínica/ Posto Saúde	Unidade Mista
Alta Floresta d'Oeste	19	1	16	1	-	1
Costa Marques	12	0	10	1	-	1
Guajará Mirim	33	3	26	3	1	1
São Francisco do Guaporé	...	1	1	...	-	-

Fonte: SEPLAN/RO (2000)

Conforme Quadro 01 que apresenta as unidades de saúde, os municípios Alta Floresta d'Oeste e Costa Marques possuem o maior número de unidades de saúde, sendo Costa Marques o responsável pela maioria dos atendimentos, Guajará-Mirim consta na tabela porque alguns casos graves são encaminhados via fluvial, pois na época da cheia a BR-419 fica intransitável.

Podemos destacar que o município responsável pelo atendimento destes pacientes não possuem quantitativo de hospitais suficientes para atender a população residente na sede municipal.

Foto 6- Casa onde funcionava o Posto de Saúde Foto 7 – Panorâmica da Comunidade

Registro Fotográfico do Tipo de habitação moradores de e panorâmica da Santo Antonio do Guaporé
Data: 29.7.2007
Fotografado: Grasiela Goveia

A comunidade de Santo Antonio do Guaporé possui apenas uma escola municipal, funciona com o nível fundamental, com sérios problemas por falta de apoio técnico-educacional.

Pelos dados da figura 06 pode-se observar os níveis de instrução dos moradores da comunidade, onde 15% não se encontram em idade escolar, 17% da população ainda não atingiu a metade do ensino fundamental, foram entrevistado sessenta e cinco pessoas.

O ensino fundamental é, efetivamente, o que apresenta um maior efetivo de pessoas, enquanto que o nível médio só possui uma pessoa que é a professora da escola.

O prédio onde funciona a escola encontra-se em precárias condições conforme apresenta o registro fotográfico.

Foto 8- Frente da escola

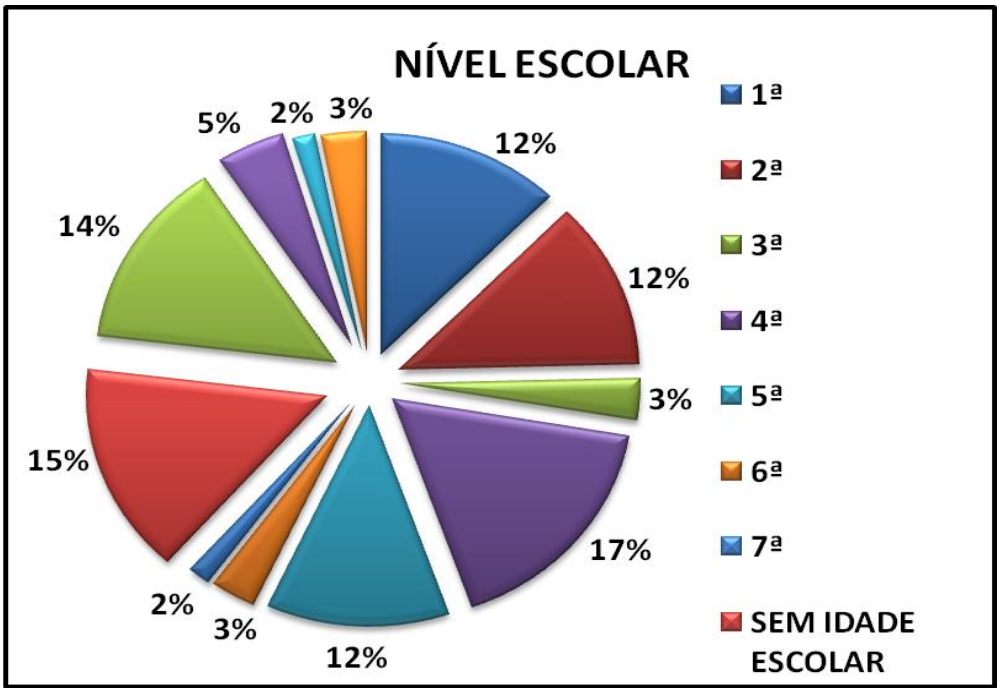
Foto 9- Vista Panorâmica da Escola

Foto 10- Escola

Foto 11- Professora e Alunos

Registro Fotográfico do Tipo de habitação moradores de Santo Antonio do Guaporé
Data: 28.7.2007
Fotografado: Grasiela Goveia

Figura 06 – Gráfico da Escolaridade Habitantes de Santo Antonio do Guaporé



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa de campo/2007.

3.3. Caracterização Física da área de estudo

3.3.1 Geologia

Na área em estudo, destaca-se a dominância geológica das coberturas cenozóicas (formações superficiais). A grande expressão em área desses depósitos tem relação direta com a evolução da paisagem regional, determinada por processos tectônicos e climáticos que atuam desde o Mioceno. Os processos tectônicos cenozóicos (neotectônica) foram determinantes na formação das superfícies erosivo-deposicionais do Tércio-Quaternário, com significativa contribuição dos fatores climáticos (variações de climas úmidos a áridos ou semi-áridos), principalmente no Quaternário. Conforme apresenta o quadro 02 e figura 07.

Quadro 02 – Classificação da geologia da área de estudo.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO	%
Suíte Intrusiva Costa Marques NP1ycm	O termo Suite Ignea Costa Marques foi proposto por Scandolara et al.(1999) para reunir granitos subvulcanicos, granofiros, riolitos, riodacitos, traquitos e diques de lamprofiros que ocorrem principalmente nas margens do rio Guapore, na localidade de Costa Marques. um conjunto de sienogranitos equigranulares a porfiriticos, microcliniogranitos, riebeckita-microclinio sienitos, aegirina-augita sienitos e quartzo-sienitos, aos quais se associam termos subvulcanicos como riolitos, traquitos e proporcoes subordinadas de riolitos porfiros, granofiros e microgranitos. Os riodacitos e riolitos sao os tipos subvulcanicos predominantes e ocorrem preferencialmente na serra da Conceicao. Sao macicos e porfiriticos, dado por fenocristais de Kfeldspato e quartzo com feicoes de corrosao, imersos em matriz microgranular.	**2,02%**
Coberturas sedimentares indiferenciada NQi	Sedimentos que ocorrem em toda a regiao do alto curso do rio Guapore ao medio curso do rio Madeira, bem como os da regiao de Nova California, Mutum-Parana e Porto Velho, estendendo-se para nordeste ao longo da margem direita do rio Madeira e do baixo curso do rio Machado. No sudeste de Rondonia, Distribuem-se em faixa alongada NW-SE, na borda da Chapada dos Parecis a norte, em contato transicional com os sedimentos da Formacao Guapore a sul. Scandolara et al.(1999) atribuem a unidade idade pliopleistocenica e a interpretam como de leques aluviais, canais fluviais, planicies de inundação e lacustres, constituidos de uma variedade de materiais que vao desde cascalhos ate argilas Esta unidade tambem inclui lateritos imaturos desmantelados, areas argiloarenosas com fragmentos subangulosos de laterito, bem como	**5,32%**

	eluvio-coluvios imaturos, pouco espessos e compostos por areias mal selecionadas, siltes e argilas impregnadas com oxidos e hidroxidos de ferro. As coberturas sedimentares indiferenciadas sao desprovidas de fosseis e seus dados texturais, estruturais, geomorfologicos e de lateritizacao subsequente, sugerem que as mesmas possam ter sido originadas do Plioceno ao Pleistoceno.	
Depósitos Pantanosos – N2Q1g	Pantanos ocorrem principalmente ao longo do vale do rio Guapore, da cidade de Costa Marques ate Pimenteiras e em pequeno trecho do rio Mamore a montante da cidade de Guajara-Mirim estendendo-se pelo território boliviano. Os depositos se relacionam a blocos abatidos de direcao SW-NE, de idade possivelmente holocenica/pleistocenica, ocorrem em cotas entre 170 m e 200 m de altitude, em areas sujeitas a inundacoes sazonais. O material destes depositos e arenoso e transiciona para solo podzolico. Em trincheira nas proximidades de Pimenteiras, a secao inferior consiste de areia fina cremeesbranquicado,com silte e argila, aspecto ferruginoso resultante de fases iniciais de lateritizacao, em geral saturada com agua. A secao superior, com cerca de 1 m de espessura, consiste de silte cinza-escuro com fragmentos de materia organica.	**66,96 %**
Depósitos Aluvionares – Q2a	Esta unidade abrange todos os sedimentos inconsolidados de depositos interdigitados dos leitos e margens dos canais fluviais atuais e éreconhecivel em imagem de satélite como areas baixas, elipticas ou circulares, de tonalidade escura. Os depositos de canais sao compostos por areias grossas e cascalho de selecao variável da drenagem de maior porte. Nos de menor porte, estes depositos sao menos expressivos. Os sedimentos de planicie de inundacao, acumulados por transbordamento durante as cheias, sao areias silto-argilosas de diques marginais e siltes e argilas de espraiamento. Inundados somente durante poucos dias por ano, permitem o desenvolvimento de abundante vegetacao e acumulacao de matéria organica.	**9,41%**
Coberturas Detrito-lateríticos NQdl	Ocorrem em praticamente todo o estado de Rondonia e compreendem crostas lateriticas ferruginosas, com ou sem perfis completos, e depósitos detriticos resultantes de seu desmantelamento e os subjacentes parcialmente ferruginizados No vale do Guapore, as areas de ocorrencia de carapacas lateriticas corresponde a uma vegetação de transicao entre cerrado e floresta de estrato baixo a medio, em contraste com a desenvolvida sobre as areias da Formacao Guapore e dos Depositos Pantanosos, de campo e cerrado ralo. Os sedimentos desta unidade contrastam com os mais modernos pelo seu avancado endurecimento. Nao ha dados sobre a idade desta unidade. As coberturas lateriticas da Amazonia tem sido, em geral, atribuidas ao Terciario/Quaternario	. **16,29 %**

Fonte: (CPRM, 2007).

Quadro 03 – Unidades Litoestratigráficas da área de estudo.

ÉON	ERA	PERÍODO	10^6 anos	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	HOLOCENO		Q2a **Depósitos Aluvionares (a)**: depósitos arenosos, siltosos e argilosos, com níveisde cascalho. Ambiente fluvial
			0,01	NQi **Coberturas sedimentares indiferenciadas (i)**: depósitos de areia, silte, argila ou cascalho; restos de materiais lateríticos (horizonte mosqueado e argiloso. além de restos de crosta laterítica ferruginosa); sedimentos aluvionares, coluvionares e eluvionares indiferenciados, recobertos por cobertura de solos indiscriminados
		PLEISTOCENO		NQdl **Coberturas detrito-lateríticas (dl)**: depósitos argilo-arenosos e síltico-arenosos, ricos em concreções ferruginosas; horizonte argiloso/mosqueado, crosta laterítica ferruginosa, concrecionária ou colunar, além materiais coluvionares e eluvionares rico em detritos lateríticos e fragmentos de quartzo
			1,75	**Formação Guaporé:** N2Q1g **Depósitos Pantanosos (pa):** areia fina maciça, esbranquiçada, intercalada com silte e contendo lentes de argila
PROTEROZÓICO	NEOPROTEROZÓICO	TONIANO	850	**INTRUSIVAS PÓS-OROGÊNICAS/ANOROGÊNICAS**
			1000	NP1ycm **Suíte Intrusiva Costa Marques (cm):** sienogranito equigranular a porfiróide, microclínio granito, riebeckita-microclínio sienito, aegirina-augita sienito, quartzo-sienito, microclínio riolito, microclínio traquitos e, em menor proporção, riolito, granófiro e microgranito.

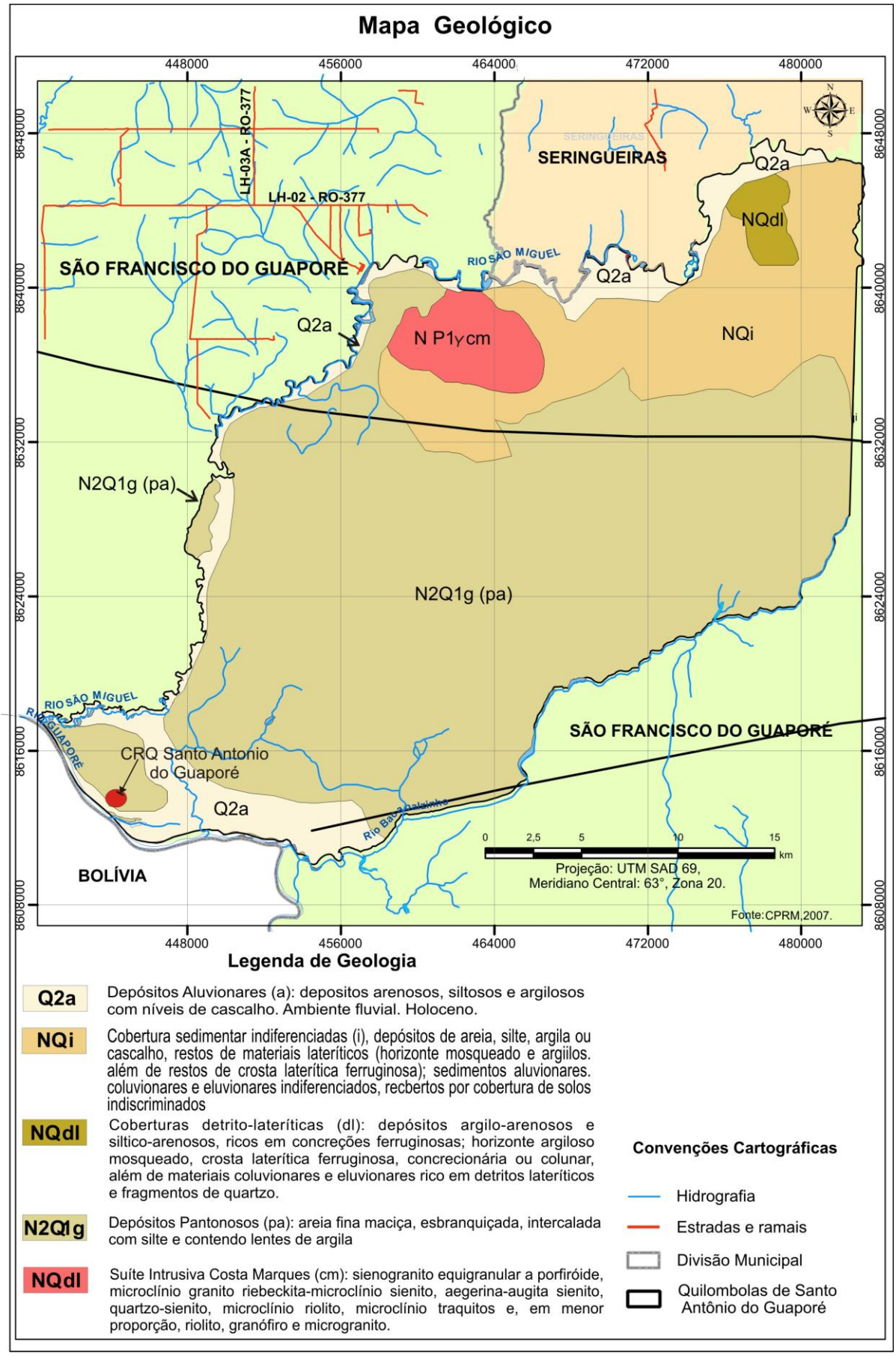


Figura 07 – Mapa de Geologia na área da CRQ

3.3.2 Geomorfologia

Foram utilizados, como base, os mapas geomorfológicos gerados no projeto Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia, Segunda Aproximação, BRA, 94/007, na escala 1:250.000 da folha SD-20-V-B. Com detalhamento apresentado no quadro 04 e 05 e figura 08.

O Mapa Geomorfológico do Estado de Rondônia, produzido pelo projeto Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia, é o resultado da utilização, complementação e simplificação de dois sistemas diferentes de classificação e mapeamento geomorfológico (ZSEE/RO, 2000).

Quadro 04 – Classificação da geomorfologia da área de estudo.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO	%
Planícies Fluviais dos Rios Principais e Secundários A.3.1. e A.3.2.	Essa subdivisão foi estabelecida para enquadrar os rios e suas planícies fluviais, em função da abrangência dos processos deposicionais, não havendo qualquer distinção entre os processos atuantes.	**5,31%**
Terraços Fluviais A.2 A.2.1.1 A.2.2.1 A.2.2.2	São constituídos pelas áreas localizadas ao longo das faixas fluviais formadas por antigos depósitos, dividindo-se segundo o seu posicionamento altimétrico, grau de dissecação e presença de leitos abandonados e pântanos, no caso dos terraços mais recentes.	**21,36%**
Áreas Alagadas (A.1.4.)	Essas áreas, que permanecem alagadas de forma contínua, não foram classificadas como pântanos em função da pequena produção de matéria orgânica nesses ambientes. Estendem-se com grande representatividade na parte sudeste da planície do rio Guaporé	**42,27%**
Cones e Leques (A.1.3. e A.1.5.)	Essas unidades ocorrem na porção sul do estado e ocupam extensas áreas da bacia do rio Guaporé e seus afluentes. Trata-se de feições constituintes de um espraiamento dos sedimentos transportados de áreas elevadas das serras de Colorado, Uopianes e Chapada dos Parecis, invadindo a bacia sedimentar do Guaporé. Foram identificados duas gerações de leques/cones com diferentes graus de dissecação.	**18,68%**
Agrupamentos de Morros e Colinas (D.3.)	Compreendem relevos em forma de morros e colinas dispersos ao longo da área de estudo. Representam relevos residuais, associados a diferentes rochas do embasamento cristalino, não possuindo controle estrutural evidente. Em alguns casos, esses conjuntos recebem geograficamente o nome de serras.	**1,28%**
Superfície de Aplanamento	D.2.2.1.1 - Nível II (< 300 m) com Dissecação Baixa e Nenhum ou Esporádicos Inselbergs e Tors; D.2.2.2.1 - Nível II (< 300 m) com Dissecação Média e Nenhum ou Esporádicos Inselbergs e Tors.	**10,91%**

Fonte:Rondônia, 2000).

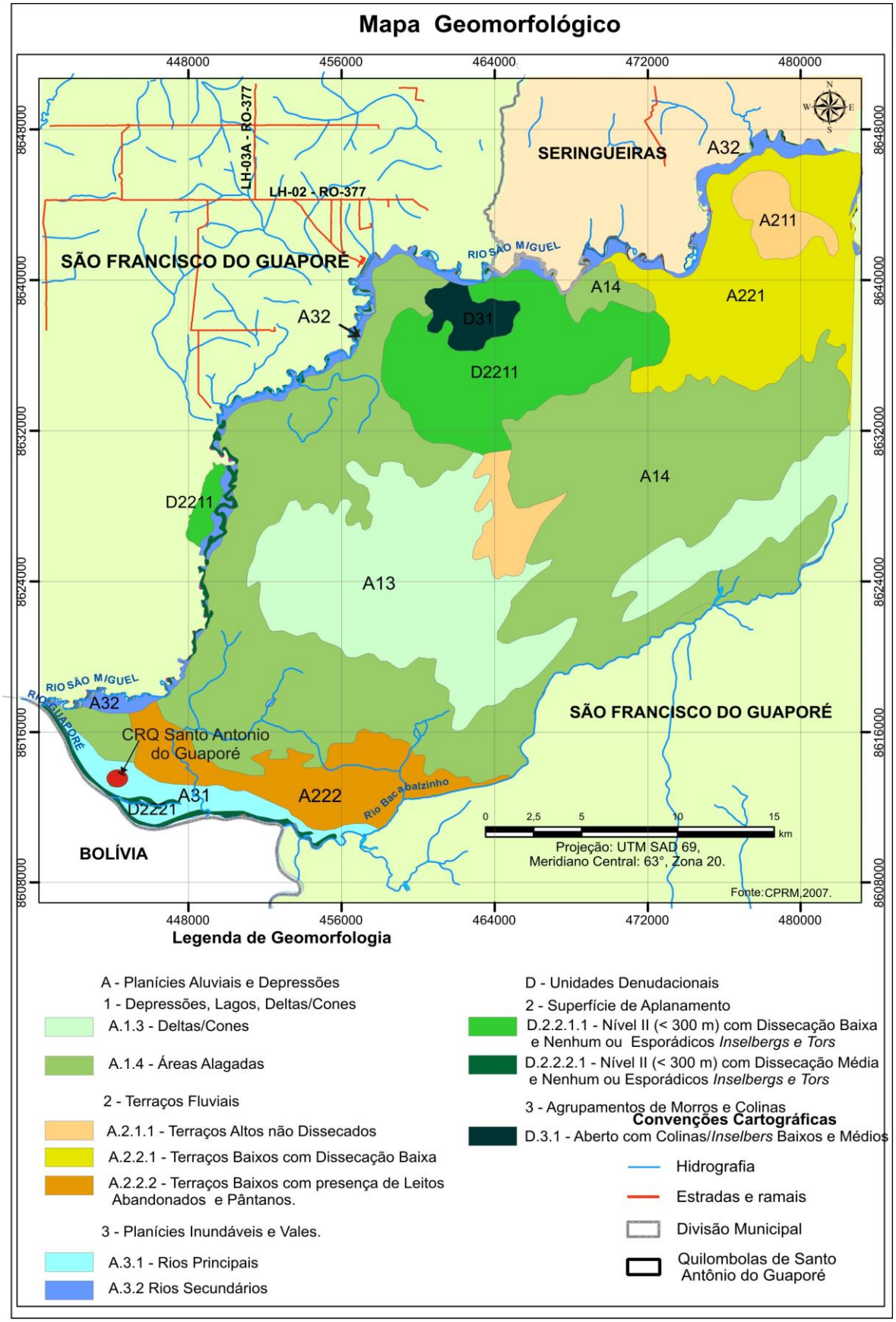


Figura 08 – Mapa de Geomorfologia na área da CRQ

Unidades Geomorfológicas			Parâmetros Morfométricos	Morfografia	Embasamento Litológico	Formações Superficiais	Tipos de Solos	Dinâmica Superficial
Planícies Aluviais e depressões	Depressões, lagos deltas/cones	Lagos	Alturas variáveis. Áreas Deprimidas.	Lagos arredondados ou alongados localizados em posição interfluvial ou junto ao canal fluvial	Material argilo-arenoso atuais	Argilas, siltes e areias inconsolidadas	Hidromórficos	Áreas endorreicas. Dificuldade de Infiltração e escoamento superficial e subsuperficial.
		Deltas/cones	Altitudes próximas a 150 a 170 metros. Desníveis inferiores a 5 metros.	Áreas planas não sujeitas a inundação, porém localizadas entre áreas alagadas.	Depósitos argilo-silto-arenosos quartenários	Material arenoso a areno-argiloso.	Solos Orgânicos	Áreas sujeitas a inundações em períodos de excessiva pluviosidade. Lençol freático subaflorante
		Áreas alagadas	Declividades inferiores a 1%. Desníveis locais de menos de 5 m. Altitudes entre 140 e 160 metros	Superfície plana, com presença de área inundáveis e murunduns. Em área interfluviais ocorrem canais abandonados.	Depósitos argilo-silto-arenosos atuais	Material superficial inconsolidado composto preferencialmente por areias. Em superfície ocorre acúmulo de matéria orgânica.	Glei Húmico, Glei Distrófico	Processo de inundação sazonal.
	Terraços fluviais	Terraços altos não dissecados	Declividades inferiores a 1%. Desníveis de até 10 m	Compreendem áreas alçadas a poucos metros acima das planícies fluviais. A morfologia corresponde a terrenos planos e sem dissecação	Aluviões quaternários	Intercalações de sedimentos argilosos, arenosos e conglomeráticos.	Solos Concrecionários Glei Húmico	Áreas propicias ao uso agrícola.
		Terraços baixos com dissecação baixa	Declividades inferiores a 3%. Desníveis de até 10 m	Áreas planas próximas as planícies, conformando terraços com instalação de rede de drenagem.	Aluviões quaternários	Intercalações de sedimentos argilosos, arenosos e conglomeráticos.	Solo Aluvial e Glei Distrófico	Processo de entalhamento da drenagem.

		Terraços baixos com presença de leitos abandonados e pântanos	Declividades inferiores a 1%. Desníveis de até 5 m. largura da faixa de até 7km.	Áreas marginais ao rio Guaporé. Possuem marcas de cordões arenosos e pequenas manchas de áreas sujeitas a alagamento.	Aluviões quaternários	Material franco a franco-argiloso.	Solo Glei Distrófico	Processo de inundação sazonal. Lençol freático subaflorante.
	Planícies inundáveis	Rios principais	Declividades inferiores a 1%. Desníveis locais de menos de 5 m.	Planície fluvial com feições elaboradas através do processo de meandramento dos rios. Ocorrem meandros abandonados conformando lagos, depósitos arenosos em forma de barra (*point bar*), depósitos em cordões.	Aluviões quaternários	Material hidromórfico, com presença quase aflorante do lençol d'água.	Solos Aluviais.	Processo de inundação sazonal. Localmente ocorre erosão das margens dos canais.
		Rios secundários	Altitudes variáveis; amplitudes de até 5 m quando incluído planície e pequenos terraços fluvial, declividades até 1%.	Planície de inundação com ou sem presença de terraços fluviais, ocasionalmente ocorrem diques marginais, meandros abandonados. Rios meandrantes.	Sedimentos recentes areno-silto-argilosos.	Material superficial inconsolidado composto preferencialmente por argilas, ocorrendo também siltes e areias.	Solos Gley Distrófico	Processos de inundação das planícies associado ao período das chuvas.
Unidades Geomorfológicas			**Parâmetros Morfométricos**	**Morfografia**	**Embasamento Litológico**	**Formações Superficiais**	**Tipos de Solos**	**Dinâmica Superficial**
Unidades denudacionais	Superfícies de aplanamento	Nível II (< 300 m) com relevo plano e evidências de superfícies com couraças ferruginosas.	Declividade inferiores a 1%. Altitudes próximas a 180 metros	Interflúvios tabulares.	Sedimentos datados Pleistoceno. Formação Guaporé.	Material argiloso com presença de laterização	Latossolo Amarelo Distrófico.	Processos de hidromorfismo localizado. Ocorrência de áreas alagáveis

		Nível II (< 300 m) com dissecação baixa e nenhum ou esporádicos *inselbergs* e *tors*	Altitudes de 250 a 220 m. Entalhe dos vales inferiores a 40 m. Dimensão interfluvial entre 3000 e 5000 m. Declividades médias inferiores a 2%.	Topos e vertentes levemente convexas. Vales pouco entalhados e com perfil em 'V' aberto. Drenagem com padrão subdendrítico. Baixa densidade de drenagem.	Terciário quaternário indiferenciado	Material arenoso a areno-argiloso.	Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho- Amarelo Cambissolos, Areias Quartzosas e Latossolo Amarelo	Escoamento superficial laminar com concentração nas vertentes côncavas.
		Nível II (< 300 m) com dissecação baixa e muitos *tors* e *hillocks* residuais	Desníveis de até 30 metros. Declividades de 5%, dimensões interfluviais de 1500 a 3000 metros	Colinas amplas e médias.	Terciário-quaternário sobreposto ao embasamento cristalino indiferenciado	Material argilo-arenoso	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo.	Escoamento Superificial laminar. Solo bem drenado.
		Nível II (< 300 m) com dissecação média e nenhum ou esporádicos *inselbergs* e *tors*	Altitudes de 220 a 160 m. Entalhe dos vales inferiores a 20 m. Dimensão interfluvial entre 3000 e 5000 m. Declividades médias inferiores a 1%.	Topos e vertentes levemente convexas. Vales pouco entalhados e com perfil em 'V' aberto. Drenagem com padrão subdendrítico. Baixa densidade de drenagem.	Terciário quaternário indiferenciado	Material arenoso a areno-argiloso.	Latossolo Amarelo, Cambissolos e solos Concrecionários	Escoamento superficial laminar com concentração nas vertentes côncavas.
	Agrupamentos de morros e colinas	Aberto com colinas/*inselbergs* baixos e médios	- Altitudes entre 300 e 200 m. Entalhe dos vales inferior a 50 m. Dimensão interfluvial entre 250 e 750	Interflúvios médios a pequenos com vales em 'V". Vertentes com perfil retilíneo e presença esporádica de campos de matacões em posições interfluviais.	Suite alcalina Costa Marques	Manto de alteração autóctone argilo-arenosa a argilosa	Podzólicos Vermelho-Amarelo	Predomínio de escoamento superficial laminar.
Unidades estruturais/ denudacionais	Agrupamentos de morros e colinas com controle estrutural	Área de colinas	Altitudes de até 500 metros. Declividades entre 5 e 30%.	Colinas com entalhamento muito acentuado dos vales.	Suite alcalina Costa Marques e localmente granitos.	Argilosos e franco-argilosos	Latossolo Vermelho-Amarelo e Solos Concrecionários.	Escoamento Superficial laminar e concentrado. Solos bem drenados.
	Cuestas e *hogback*	*Hogback* com dissecação baixa	Altitudes de até 250 metros. Declividades entre 5 e 30%.	Cristas alongadas com direção leste-oeste.	Suite alcalina Costa Marques (riolitos, riodacitos e sienitos)	Material arenoso	Latossolo Amarelo e Solos Concrecionários	Solos excessivamente a bem drenados.

		Hogback com dissecação média a alta	Altitudes de até 470 metros. Declividades entre 10 e 30 %.	Cristas alongadas com direção norte-sul.	Quartizitos	Material Arenoso	Litólicos ou Podzólicos Amarelo Distrófico	Solos bem drenados. Escoamento superfical laminar.

Quadro 05 – Unidades geomorfológicas Folha SD-20-V-B

Fonte: PLANAFLORO, 2000.

3.3.3 Solos

De acordo com a EMBRAPA (1999) e ZSEE (2000), os solos da região apresentam baixa fertilidade natural e boas propriedades físicas. Os principais solos da região estão apresentados no quadro 06 e figura 09.

Quadro 06 – Classificação de solos da área de estudo.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO	%
LL - Latossolo Vermelho Amarelo	Com A ócrico (horizontes superficiais que apresentam cores muito claras, cromas bastante elevadas, muito baixo conteúdo de matéria orgânica) e B óxico (encontrados geralmente em solos envelhecidos e superfícies estáveis) (latossólico) ocorrem os Latossolos Vermelho Amarelos, que são solos de perfil profundo, fertilidade natural baixa e saturação de bases também baixa.	**2,13%**
P - Podzólico Vermelho Amarelo (Argissolos)	Os Podzólicos Vermelho Amarelos são solos bem desenvolvidos bem drenados, ácidos e que possuem um horizonte A fraco (ócrico) sobre um horizonte argílico, a argila presente possui baixa atividade. O horizonte A1, mineral está assentado sobre um horizonte A2 ligeiramente descolorido ou sobre um horizonte A3, o qual por sua vez assenta sobre um horizonte B vermelho amarelado de textura relativamente argilosa, havendo boa diferença textural entre os horizontes A e B e o Podzólico Amarelo é pobre em ferro	**10,98%**
Gleyssolo Háplico Distrófico	O nome origina da cor cinza, do inglês *gray*. Forma se a partir dos processos de redução influenciado pelo lençol freático que satura o solo com água em um determinado período do ano. Predomina a textura argilosa, baixa fertilidade natural, mal drenados e ocorrem em relevo plano.	**62,82%**
Neossolos Quartzarênico Hidromorfico	São solos que ficam inundados no período das chuvas e possuem baixa fertilidade natural.	**10,97%**
Solos Orgânicos	São solos geralmente problemáticos por serem muito compressíveis. São encontrados no Brasil principalmente nos depósitos litorâneos, em espessura de dezenas de metros, e nas várzeas dos rios e córregos, em camadas de 3 a 10 m de espessura. O teor de matéria orgânica em peso tem variado de 4 a 20%.	**13,10%**

Fonte: (Rondônia, 2000).

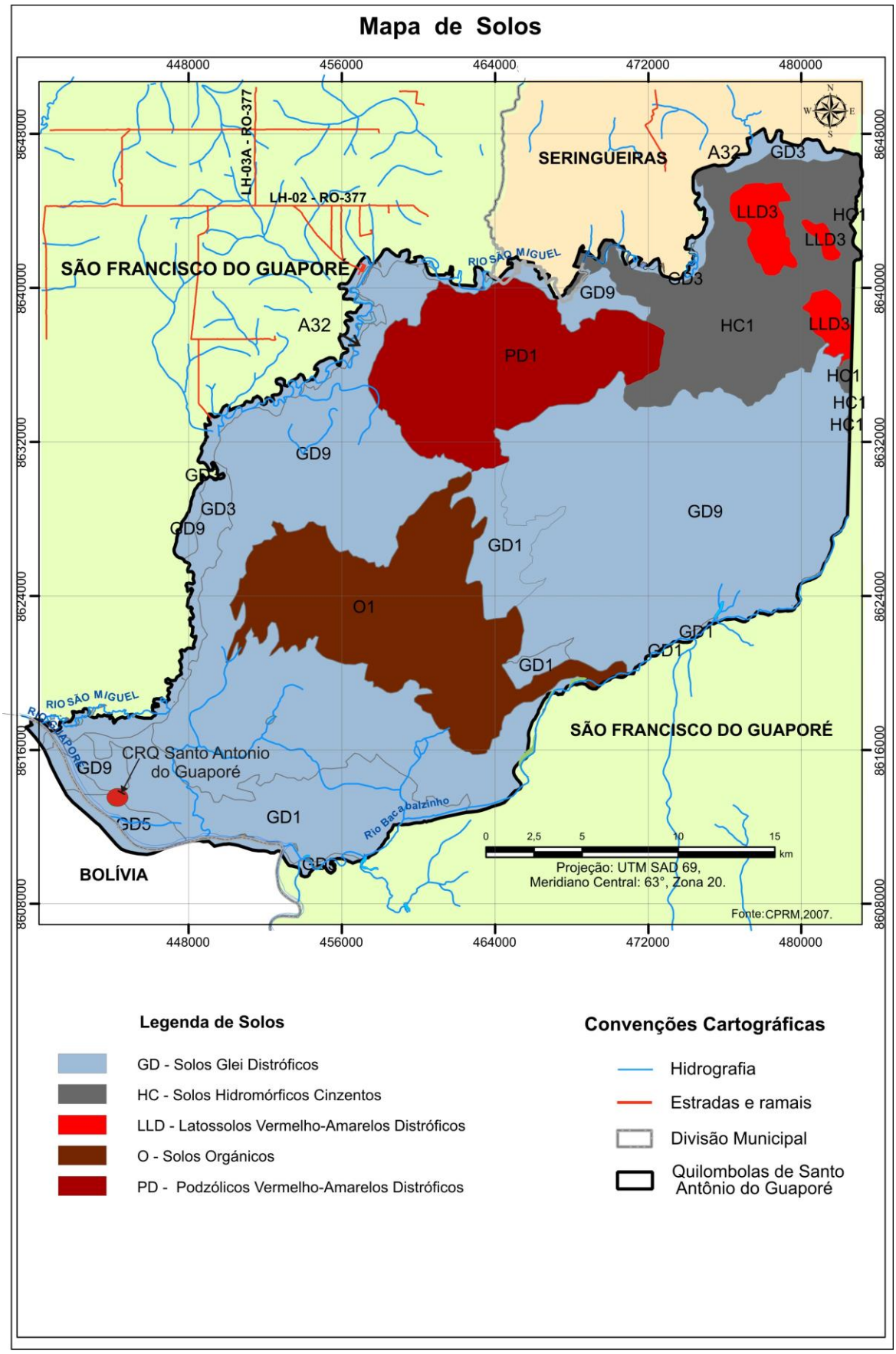


Figura 09 – Mapa de Solos na área da CRQ

3.3.4 Vegetação

O ZSEE-RO (1998) classifica a vegetação, referente às formações vegetais, a partir de sua identificação na área de estudo, e as respectivas designações, baseada nos resultados obtidos pela Segunda Aproximação do ZSEE-RO, em escala 1:250.000, adaptadas em categorias e grupos segundo Fearnside & Ferraz (1995). A seguir apresentadas no quadro 07 e figura 10.

Quadro 07 - Classificação da Vegetação da área de estudo.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO	%
Florestas Ombrófilas	São florestas tropicais úmidas, pluviais, sempre-verdes. Dossel bem distinto, com indivíduos emergentes e sub-bosque estratificado. Ocorrem sobre latossolos, podzólicos, lateritas de idades variadas desde o Quaternário (aluviais), predominando no Terciário até o Pré-Cambriano. Podem ser: Densas: florestas com dossel contínuo e fechado, com dominância de árvores na abóbada, sem associações co-dominantes, biomassa pesada. A altura do dossel fica em torno de 30-35m. Geralmente produz em torno de 500m3 de volume de madeira em pé com casca e em torno de 40m2 de área basal por hectare (diâmetro a altura do peito - DAP de 1,3m). Possui em média cerca de 500 árvores e 150 a 200 espécies por hectare, algumas de grande porte e grande valor ecológico (cerejeira, mogno, cedrorana, piquiá, cumaru, seringueira, castanheira, faveira). São sempre verdes, sem estacionalidade marcante. As classes identificadas foram:	
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Essas florestas crescem sobre solos de origem hidromórfica, mal drenados e rasos. Podem ficar saturados durante as chuvas de inverno, inundando o terreno. Algumas vezes é possível distinguir os microcanais de drenagem, produzindo um relevo irregular. Ocorrem com freqüência nas bacias dos rios de água branca, como Madeira e Mamoré, bem como naqueles de água mais escura, como Guaporé, Cautário e Ouro Preto. São comuns espécies que crescem sobre solos não-consolidados, como paxiúba e açaí. Abertas: Florestas com dossel descontínuo, permitindo ausência de área foliar entre 30 e 40%. Podem estar associadas à palmeiras, cipós, bambus e sororocas. Não possuem estacionalidade marcante e o grau de caducifólia pode chegar a 5%. O estrato arbustivo-herbáceo é mais denso do que nas florestas densas. São identificadas as seguintes classes de vegetação:	**6,38%**

Floresta Ombrófila Aberta Aluvial / Floresta de Áreas Inundáveis	Esse tipo de floresta cresce em áreas de solos hidromórficos, rasos, mal drenados, em terrenos planos de até 100m de altitude e nas planícies de inundação de rios com forte sazonalidade, como Guaporé, São Miguel, Corumbiara e Cautário. A topografia é acidentada, com pequenas formações erosivas. As florestas aluviais, geralmente, possuem porte mediano, até 30m de altura, latifoliadas e sempre-verdes, com caducifólia insignificante (menos de 5%). O dossel pode ser uniestratificado, com alguma emergência ocasional e abertura de até 30%. O sub-bosque geralmente é denso, com dominância do estrato arbustivo-herbáceo, possibilitando pouca visibilidade. A densidade pode ser superior a 600 árvores por hectare. Nos solos distróficos, a densidade é maior, mas o tamanho médio das árvores diminui. São comuns espécies como o açaí (Euterpe precatória), paxiúba-barriguda (Iriartea ventricosa), paxiúba-comum (Socratea exorrhiza), sororoca (Phenakospermum guianense), dentre outras. As florestas de áreas inundáveis apresentam dossel com emergentes e abertura menor do que nas florestas abertas não-inundadas (até 20%). Na maioria das vezes, o sub-bosque é limpo. Os indivíduos arbóreos freqüentemente apresentam raízes tabulares, sendo que algumas espécies podem apresentar caducifolia, como resposta ao excesso de água, como as Heveas spp. São comuns espécies tolerantes a inundação, como Virola surinamensis, V. crebinervia, Iriartea ventricosa, Euterpe precatória, Mauritia flexuosa. Ocorrem ainda jaraí (Sarcaulus brasiliensis), jacareúba (Calycophyllum brasiliense) etc.	**5,51%**
Não Florestas: Formações Pioneiras sob Influência Fluvial	Constitui-se de uma vegetação florestal ou não, que cresce sobre terrenos quaternários inconsolidados, apresentando diferentes graus de inundação. O dossel geralmente é uniestratificado nas formações pioneiras arbóreas. O porte e a contribuição do estrato herbáceo são determinados pela influência fluvial e pela cota altimétrica do terreno. Locais mais baixos e com maior período de inundação favorecem formações pioneiras herbáceas.	
Formação Pioneira sob Influência Fluvial Arbustiva e/ou Arbórea	Estão presentes em solos hidromórficos, periódica ou permanentemente inundável, em depressões de planícies. O relevo é plano e a altitude é sempre inferior a 100m. Constitui um ecótono de transição entre as áreas mais altas de aluvião não-inundáveis e as formações pioneiras arbustivas ou herbáceas. Essas feições provavelmente são produzidas pela cota altimétrica e, conseqüentemente, pelo período de inundação.	**15,39%**
Formação Pioneira sob Influência Fluvial	É uma categoria de vegetação pioneira, também associada a áreas de aluvião recente, não-consolidada, localizada em cotas altimétricas baixas (até 50m), submetida a longos períodos de inundação. O relevo é plano, com depressões	**31,05%**

Formação Pioneira sob Influência Fluvial de Buriti (Buritizal)	que tornam favoráveis os processos de inundação e colmatagem. No inverno, essas áreas estão ligadas à calha dos rios e, no verão, formam-se pântanos e lagoas onde dominam ervas e capins aquáticos. São comuns espécies susceptíveis à inundação, como buriti, caranã, etc.	**4,10%**
Formação Pioneira sob Influência Fluvial Herbácea e/ou Graminóide	Constituem formações campestres que crescem sobre solos também aluviais, inundáveis, não-consolidados e localizados a baixas cotas altimétricas (até 50m), próximo a calhas dos rios. Esse ambiente encontra-se a maior parte do tempo inundado. São conhecidos regionalmente como campos naturais alagados. São comuns a esses ambientes espécies de gramíneas aquáticas, como as canaranas (Hymenachne amplexicaule), Axonopus purpusii, arroz-bravo (Oryza perennis) e ciperáceas, como a taboa (Cyperus giganteus) e junco (Eleocharis spp.) As áreas mais deprimidas e profundas formam lagoas dominadas por macrófitas aquáticas, como Eichornia crassipes, Cabomba aquática, Nymphaea sp., Limnaceae, Salvinia, Azolla e alface-d'água.	**11,22%**
Não Florestas: Savanas Savana Arborizada (Cerrado Arbóreo-Arbustivo)	São formações com feições xeromórficas produzidas por estacionalidade ou estresse edafoclimático, de origem hídrica ou de saturação de alumínio e de ferro. As savanas brasileiras, denominadas cerrados, podem ser definidas como ambientes onde existe um estrato herbáceo ou gramíneo contínuo, exceto em algumas feições florestadas, como o cerradão.	**0,01%**

Fonte: Adaptado do (ZEEBRASIL/BOLIVIA, 2000)

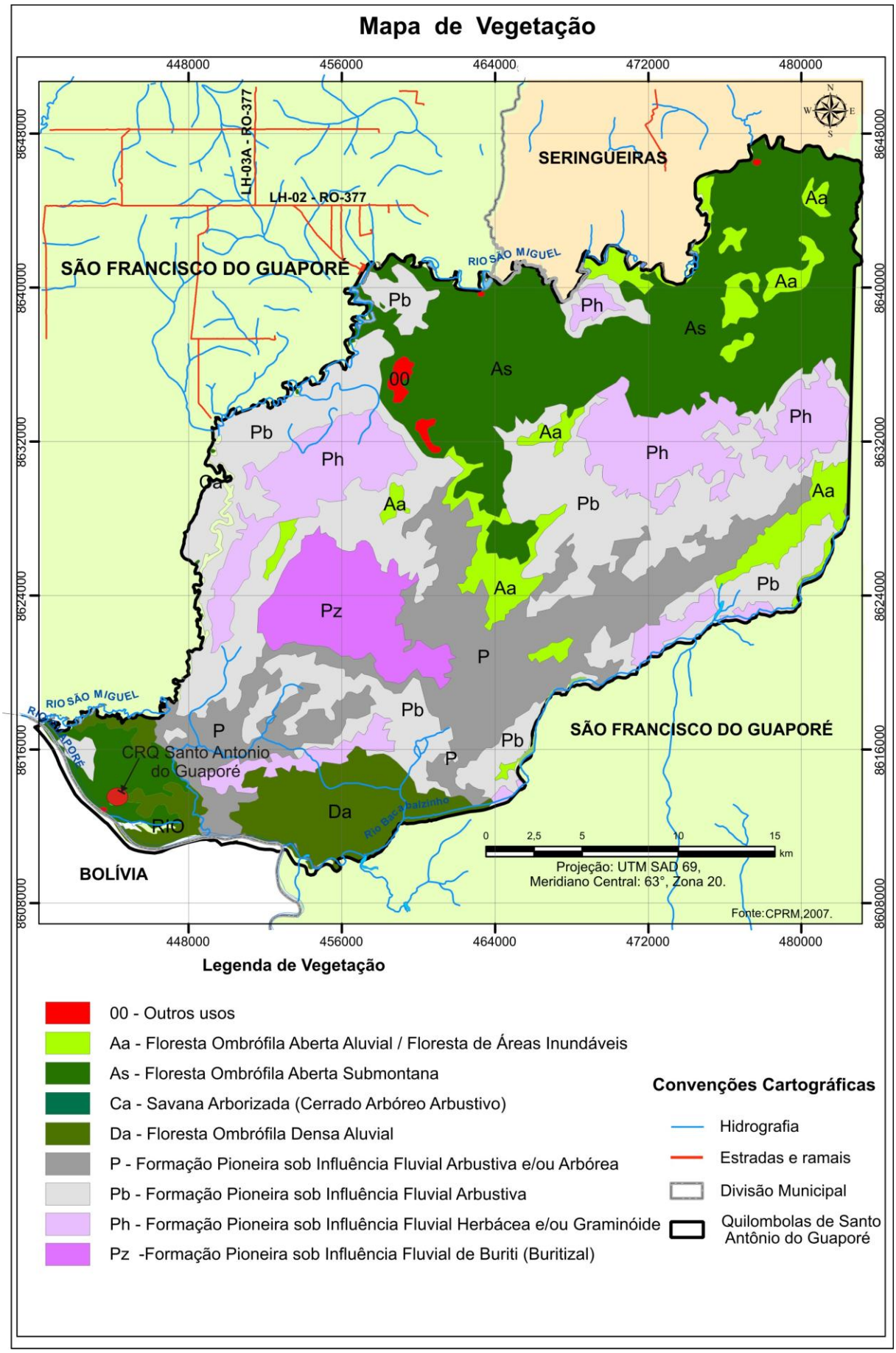


Figura 10 – Mapa de Vegetação na área da CRQ

3.3.5. Clima

Segunda a classificação do RADAM BRASIL (1983) a região que a CRQ está inserida localiza-se na Amazônia Ocidental, o Estado de Rondônia não sofre grandes influências do mar ou altitude. Seu clima predominante, durante todo o ano, é o tropical úmido e quente, com insignificante amplitude térmica anual e notável amplitude térmica diurna, especialmente no inverno. Na área de estudo ocorrem duas estações bem definidas: chuvosa, com sete meses de duração, compreendido entre outubro e abril, em que se concentram mais de 90% da precipitação anual; seca, com chuvas escassas, entre os meses de junho e agosto. Os meses de maio e setembro são os meses de transição entre um regime e outro.

Segundo a classificação de Köppen (1997), a região possui um clima do tipo Aw – Clima Tropical Chuvoso, com média climatológica da temperatura do ar durante o mês mais frio superior a 18º C e um período seco bem definido durante a estação de inverno, quando ocorre um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês.

A média da precipitação pluvial para os meses de junho, julho e agosto é inferior a 50 mm/mês e a média anual varia entre 1.400 a 2.100mm/ano, com uma média anual da temperatura do ar varia entre 24 e 26°C.

É possível, ocorrer, na região, durante alguns dias dos meses de junho, julho e/ou agosto de anos indeterminados, fenômenos associados à influência de anticiclones, que se formam nas altas latitudes e atravessam a cordilheira dos Andes em direção ao sul do Chile. Alguns desses anticiclones são excepcionalmente intensos, condicionando a formação de aglomerados convectivos que intensificam a formação dos sistemas frontais na região sul do país. Esses aglomerados deslocam-se em direção à região amazônica, causando o fenômeno denominado “friagem” no lado brasileiro (ZSEE/RO, 1998). Representado pela figura 13 a seguir.

O balanço hídrico é um indicador climatológico da disponibilidade hídrica em uma região o que é fundamental no planejamento agrícola, pois é possível identificar áreas climaticamente favoráveis à exploração de uma determinada cultura, bastando para isso que se conheçam as exigências climáticas dessa mesma cultura. O balanço hídrico pode ser um indicativo de irrigação ou não e/ou do período de plantio, a depender das necessidades hídricas da cultura. (SEDAM, 2010).

Em termos gerais o excedente hídrico (EXC) representa o quanto de água extrapolou a capacidade de água disponível CAD, por outro lado, quando o armazenamento de água no solo for menor que a CAD, teremos a deficiência hídrica (DEF). Estas variáveis podem ser analisadas tanto anualmente como mensalmente. Os menores EXC foram registrados em Guajará-Mirim e Costa Marques (335,4 e 495,0 mm), respectivamente, com agravante de DEF de 634,2 mm no primeiro ser maior que o excedente de água, indicando um ano seco para esta região.

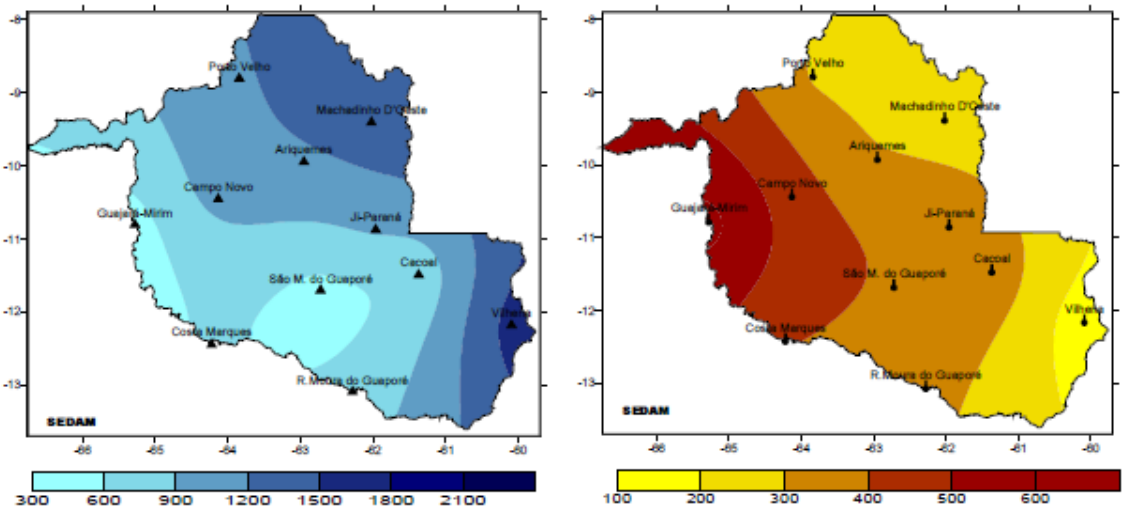


Figura 11 - Excedente Hídrico e Déficit Hídrico (mm), durante o ano de 2008

O município de Costa Marques conforme figura 12, foi o que apresentou condição hídrica precária. Costa Marques devido o DEF ser muito próximo do EXC resultando num saldo hídrico pequeno, no entanto é indícios de uma certa umidade no solo. (SEDAM,2010)

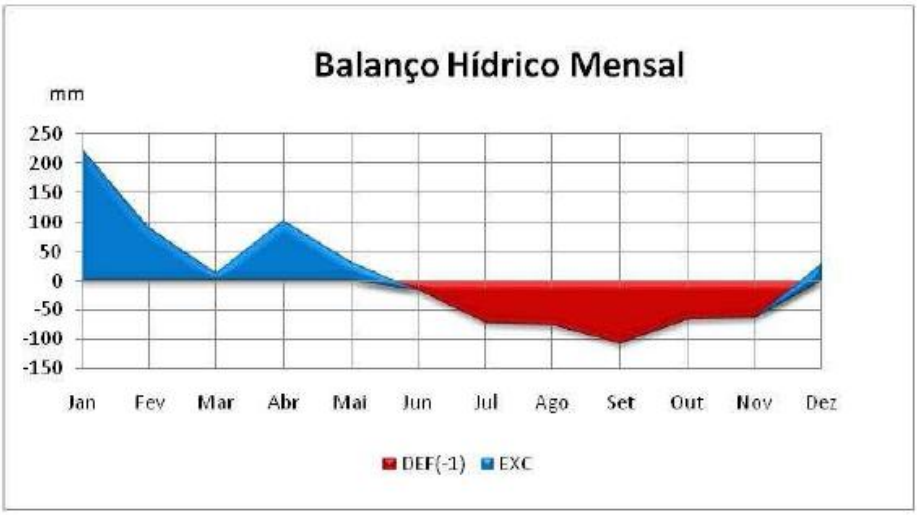


Figura 12 - Balanço Hídrico Mensal Município de Costa Marques, 2008.

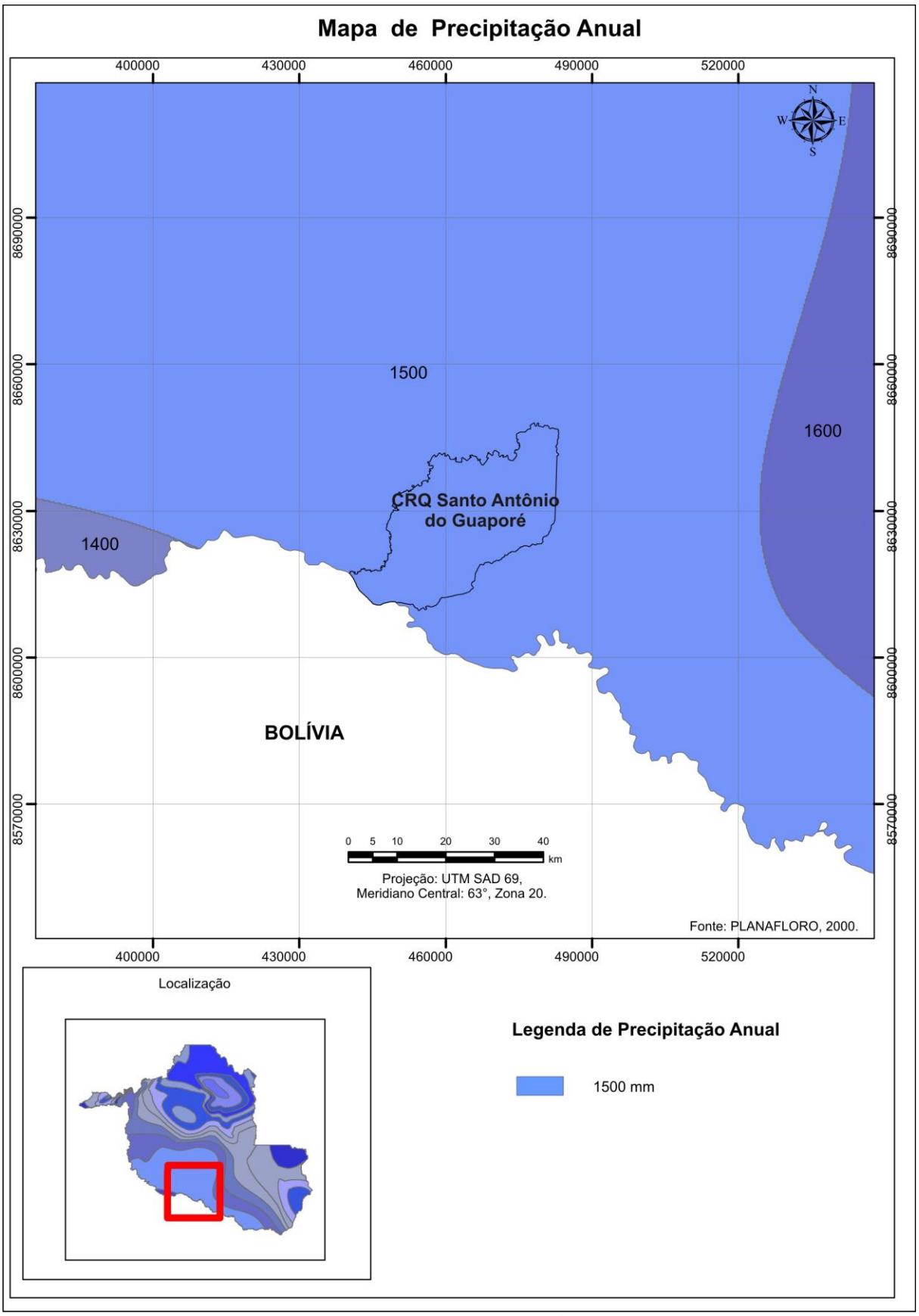


Figura 13 – Mapa de Precipitação anual na área da CRQ

CAPÍTULO 4

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Tricart e a perspectiva da teoria da Ecodinâmica

A metodologia aplicada neste estudo esta embasada na dinâmica dos ecótopos mais conhecida pela nomenclatura de ecodinâmica, desenvolvida por Tricart (1977). O estudo da dinâmica do meio ambiente conjuntamente com o uso e ocupação da terra pelo ser humano, são de grande importância para a conservação e o desenvolvimento dos recursos naturais quanto a dinâmica das cconsequências erosivas no solo.

Tricart (op.cit.) conceitua as unidades ecodinâmicas como um ecossistema integrado, baseado na lógica de sistemas de relações mutuas, entre os diversos componentes da dinâmica e dos fluxos de energia. Como necessidade, para uma efetiva gestão dos recursos naturais deve se ter por objetivo a avaliação dos impactos da inserção da tecnologia humana no ecossistema. Isso significa mapear ou estudar o nível de utilização do meio natural, sem que ocorra degradação deste ecossistema, ou mesmo determinar as medidas conservacionistas que devem ser tomadas, e assim, permitir uma ocupação harmoniosa, entre meio ambiente e seres humanos.

Estudar os problemas do meio ambiente responde ao nosso conceito de que a ciência deve contribuir para o bem público. A metodologia a ser adotada é, necessariamente, ao meio ambiente. Deve-se estimar o impacto das ações de uso e ocupação do homem sobre o meio ambiente natural.

4.2 Avaliação da vulnerabilidade à erosão do solo

O estudo da vulnerabilidade natural à erosão são aplicados tendo como base a teoria da ecodinâmica de Tricart (1977) e adaptada por Crepani (1996). Esta teoria leva em conta a relação morfogênese/pedogênese considerando o predomínio da morfogênese, quando há um domínio de processos erosivos que irão modificar as características do relevo, gerando constantes modificações nos terrenos e, como conseqüência, a vulnerabilidade natural à erosão nestas regiões será maior. De outra forma, quando há o predomínio da pedogênese, a formação do solo é dominante, e os terrenos poderão ser considerados como estáveis.

A vulnerabilidade à erosão do solo da área de estudo é avaliada a partir da caracterização morfodinâmica dessas unidades, segundo Tricart (1977), este estudo se propõe três grandes tipos de meios morfodinâmicos, em função da intensidade dos processos atuais, que são:

- Meios Estáveis, caracterizados pelo predomínio da pedogênese sobre a morfogênese. Prevalece a condição de clímax; a cobertura vegetal é suficiente para evitar o desenvolvimento de processos mecânicos e, por conseguinte, a dissecação é moderada. Portanto, prevalece a fitoestabilidade;
    - cobertura vegetal densa;
    - dissecação moderada; e
    - ausência de manifestações vulcânicas.

- Meio Integrados ou de Transição, que caracterizam uma passagem gradual entre os meios estáveis e instáveis. Aí se constata uma interferência permanente na relação pedogênese-morfogênese
    - equilíbrio entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas.

- Meios Fortemente Instáveis, onde a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica. Resultam de causas naturais (variações

climáticas e efeitos tectônicos) e, sobretudo, antrópicas (na escala de tempo histórica), o que implica uma dissecação elevada (pedogênese nula ou incipiente);

- condições bioclimáticas agressivas, com ocorrências de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas;
- relevo com vigorosa dissecação;
- presença de solos rasos;
- inexistência de cobertura vegetal densa;
- planícies e fundos de vales sujeitos a inundações; e
- geodinâmica interna intensa.

Os critérios desenvolvidos por Crepani et al. (1996), a partir desses princípios, permitiram a criação de um modelo onde se buscou a avaliação, *de forma relativa e empírica*, do estágio de evolução morfodinâmica das unidades de paisagem, atribuindo valores de estabilidade às categorias morfodinâmicas, conforme pode ser visto na quadro 08. Nesta análise quando predomina a morfogênese prevalecem os processos erosivos, modificadores das formas de relevo, e quando predomina a pedogênese prevalecem os processos formadores de solos. Ao propor uma classificação ecodinâmica do meio ambiente, esses estudiosos dizem que a óptica dinâmica deve ser o ponto de partida da avaliação, devendo guiar a classificação do meio ambiente no nível taxonômico mais elevado.

Quadro 08 **–** Avaliação da Estabilidade das Categorias Morfodinâmicas.

Fonte: Crepani et al. 1996.

Categoria Morfodinâmica	**Relação Pedogênese / Morofogênese**	**Valor**
Estável	Prevalece a Pedogênese	1,0
Intermediário	Equilíbrio Pedogênese / Morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a Morfogênese	3,0

Modificado de Tricart, 1977.

A partir dessa primeira aproximação, esses autores procuraram contemplar maior variedade de categorias morfodinâmicas de forma a construir uma escala de vulnerabilidade à perda de solo para situações que ocorressem naturalmente.

Desenvolveu-se, então, o modelo mostrado no quadro 08 que estabelece 21 classes de vulnerabilidade à perda de solo, distribuídas entre as situações onde há o predomínio dos processos de pedogênese (às quais se atribuem valores próximos de 1,0), passando por situações intermediárias (às quais se atribuem valores ao redor de 2,0) e situações de predomínio dos processos de morfogênese (às quais se atribuem valores próximos de 3,0).

O modelo é aplicado aos temas (Geologia, Geomorfologia, Solos e Vegetação), que compõem cada unidade de paisagem e essas recebem posteriormente um valor final resultante da média aritmética dos valores individuais de cada tema Crepani, (2001).

Quadro 09– Escala de vulnerabilidade à erosão do solo

Fonte: Crepani et al. 1996.

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA			GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
					VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1		3,0		VULNERÁVEL	255	0	0	
U2		2,9			255	51	0	
U3		2,8			255	102	0	
U4	V	2,7			255	153	0	
U5	U	2,6		MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0	
U6	L	2,5	E		255	255	0	
U7	N	2,4	S		204	255	0	
U8	E	2,3	T		153	255	0	
U9	R	2,2	A	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0	
U10	A	2,1	B		51	255	0	
U11	B	2,0	I		0	255	0	
U12	I	1,9	L		0	255	51	
U13	L	1,8	I		0	255	102	
U14	I	1,7	D	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	153	
U15	D	1,6	A		0	255	204	
U16	A	1,5	D		0	255	255	
U17	D	1,4	E		0	204	255	
U18	E	1,3		ESTÁVEL	0	153	255	
U19		1,2			0	102	255	
U20		1,1			0	51	255	
U21		1,0			0	0	255	

A atribuição de valores de vulnerabilidade à perda de solo para as classes de cada tema que compõe uma unidade de área procura obedecer a uma lógica diretamente relacionada com as características desses temas. Embora esses valores sejam *relativos e empíricos*, procura-se representar através deles o

comportamento esperado para cada um dos temas frente aos processos naturais da *denudação*, conjunto de processos que agem na remoção do solo e conseqüente abaixamento de uma superfície elevada pela interação de processos intempéricos e erosivos. (CPRM, 2000).

A denudação é a responsável pelo arrasamento das formas de relevo da superfície terrestre, sendo a água seu principal agente e responsável direta pela perda de solo. Toda água que cai na forma de chuva ou neve, sobre 29% da superfície terrestre ocupada pelos continentes, tende a mover-se para baixo, pela ação da gravidade, de volta ao oceano de onde veio na forma de vapor. Toda gota de chuva que atinge o solo possui energia potencial proporcional ao produto de sua massa e altitude acima do nível do mar do seu ponto de queda e tende a transformá-la em energia cinética. (EMBRAPA, 1999).

A abundância de água na superfície da Terra é quem converte energia solar em trabalho mecânico. A água em seu curso irreversível para o mar sobre a superfície terrestre é o agente dominante de alteração da paisagem, são os rios que realizam a grande maioria do trabalho de transporte dos detritos do continente para o oceano. (IBGE, 1992).

O Quadro 10 mostra as características observadas para avaliar a vulnerabilidade à perda de solo e atribuir valores para cada classe de cada tema que compõe as unidades de paisagem.

Quadro 10 – Características observadas para avaliar a vulnerabilidade à erosão do solo das unidades de paisagem. Fonte: Crepani et al., 2001.

TEMAS	CARACTERISTICAS
Geologia	História da evolução Geológica. Grau de erosão da rocha.
Geomorfologia	Amplitude altimétrica. Grau de dissecação. Declividade.
Pedologia	Maturidade do solo.
Fitogeografia	Densidade da cobertura vegetal.
Clima	Precipitação e variação climática.

4.3 Aplicações de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento

Mota et al. (1996) mostram a integração de dados ambientais através dos operadores disponíveis na Linguagem de Álgebra de Mapa (Barbosa,1997) – LEGAL (implementada no SPRING 4.0), para geração do mapa de Vulnerabilidade Ambiental do município de Assis Brasil – Acre, segundo a metodologia desenvolvida no INPE para ZEE dos Estados da Amazônia Legal (Crepani et al., 1996). Apresenta os mapas de Unidades de Paisagem ou Unidades Territoriais Básicas (UTB), obtidas através da interpretação de imagens (geoprocessamento). O trabalho apresenta os mapas de Geologia, Geomorfologia, Solos e Uso – Vegetação, que foram gerados e integrados com o mapa de UTB para gerar a carta de vulnerabilidade.

Na concepção de Valles (1999), através de técnicas Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informação Geográficas permitem o desenvolvimento de trabalhos, mas amplos como, na área de Zoneamento Ecológico-Econômico. A metodologia segue um embasamento teórico nos princípios da Ecodinâmica de Tricart (1977), que estabelece uma relação entre os processos de morfogênese/pedogênses resultando em uma Carta de Vulnerabilidade Natural à Perda do Solo que, segundo aspectos técnicos e políticos, se presta a subsidiar os planejamentos de uso e ocupação do solo.

Outro aspecto a ser ressaltado é a abordagem que Souza (2000), quando elaborou uma carta de vulnerabilidade à erosão em um setor da região metropolitana de Curitiba (Estado do Paraná). Adaptando a proposta por Crepani et al. (1996), e na análise dos padrões de imagens TM-LANDSAT-5. O sistema de informação geográfica do SPRING foi utilizado para obtenção do mapa de vulnerabilidade à erosão**.**

Outro aspecto interessante a ressaltar é a forma que Callado (2003) lança mão de técnicas de geoprocessamento, para apontar o grau de vulnerabilidade às alterações do ambiente de uma bacia hidrográfica frente à ação humana. fornecendo subsídios aos processos de planejamento territorial sustentáveis.

Cabe observar a abordagem que Silva (2004) trabalha com sub-bacia hidrográfica identificando as áreas mais vulneráveis à erosão e aponta medidas

de conservação ou recomposições de locais ambientalmente comprometidos. Utilizando o software SPRING. Dessa forma, vislumbrou-se uma melhor ordenação da ocupação da sub-bacia para evitar problemas de assoreamento que comprometem a vida útil das Pequenas Centrais Hidrelétricas em sua área de estudo, mantendo-se assim, a atual geração de energia elétrica e o desenvolvimento da região.

Dall'igna (2005) apresenta um estudo de vulnerabilidade natural à erosão, utilizando a metodologia de Crepani *et al*. 1996, na Folha SC.20-Z-C – Presidente Médici, Estado de Rondônia, com os dados de solo, geologia, vegetação e clima, do PLANAFLORO (Rondonia, 1998) e de outros órgãos visando à identificação de áreas vulneráveis de forma que esses indicadores ambientais possam ser utilizados na tomada de decisões sobre ações corretivas, minimizando os danos causados pela ação antrópica expressiva na região, e utilizou técnicas de geoprocessamento através da programação legal para detectar áreas vulneráveis indicados por pesos.

Silva (2005) em sua pesquisa utiliza o geoprocessamento para indicar áreas vulneráveis no município de Rio Branco adotando a metodologia desenvolvida pelo INPE para o Zoneamento Ecológico Econômico adaptado ao estudo, buscando a definição das áreas de maior vulnerabilidade à perda do solo devido à erosão. Elaborados no software SPRING/INPE 4.0 (2000) com planos de informações, com classes temáticas resultando no mapa de uso e ocupação da terra através de classificação supervisionada com feições identificadas nas imagens e de resultado obtidos na utilização da programação LEGAL.

Corrêa e Azambuja (2005) utilizam parâmetros referenciados com base em áreas pilotos de um hectare e células de 100 m2 em uma escala de estabilidade/instabilidade morfodinâmica variando de 1 a 3 onde os valores obtidos para cada parâmetro são inseridos em uma planilha *Excel* e processados pelo programa *surfer* 8.0, por fim são gerados cartogramas para cada nível categórico. Os resultados apontam para o equilíbrio (estabilidade morfogenética) ou não (instabilidade agravada) da área de estudo. Uma base de dados especializados é gerada a partir da qual se pode aferir o nível da sustentabilidade agroecológica na área trabalhada em determinada escala espacial e temporal.

Com o propósito de trabalhar geoprocessamento Moura (2007) vem utilizando a metodologia de Crepani et al. (1996) nos trabalhos em que desenvolveu na sub-bacia do Rio Mutum-Paraná que fica próxima à área de interesse da construção da hidrelétrica da cachoeira de Salto Jirau em Porto Velho, Rondônia. Aplicando técnicas de geoprocessamento que tem se mostrado rápidas e eficientes no processamento de grandes bases de dados e tem servido de suporte no auxílio das tomadas de decisões, demonstra a necessidade de conhecer a estabilidade da superfície que encobre a área de Mutum, que poderá ser atingida pelos impactos causados em Jirau; como alagações, enchentes ou outros impactos. Utilizou o Programa SPRING e a Linguagem em LEGAL, para obtenção dos modelos numéricos, foram transformados em mapas integrados demonstrando o grau de vulnerabilidade à erosão.

Tavares (2011) no seu estudo para seleção de áreas para implantação de aterro sanitário no município de Porto Velho desenvolve uma metodologia baseada na utilização do geoprocessamento com sistema de informação geográfica atribuindo pesos de acordo com a legislação vigente através da criação de buffer para cada dado geográfico com nova topologia indicando classe de área apta e inapta, sistematizados em um banco de dados com a ponderação feito em programação LEGAL na forma de matriz. Adotou a nota de 1 a 5 para definir o critério operacional da declividade, precipitação e distância da mancha urbana, tendo como resultado a identificação de áreas improprias, péssima, regular, boa e própria através da intersecção dos dados com a área de estudo e os buffers.

4.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Sistemas de Informações Geográficas – SIG, tradução da expressão da língua inglesa *Geographic Information Systems – GIS*, são sistemas informatizados para tratamento de dados geograficamente referenciados.

Estas ferramentas computacionais para o Geoprocessamento, chamadas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) permitiu a integração e análise de dados de diversas fontes, bem como a automatização da produção de

documentos cartográficos, através da criação de um banco de dados georreferenciado (INPE, 2000). Conforme a Figura 14

Principais definições de SIG encontradas na literatura:

> "O termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos." (Casanova et al. 2005, p. 12).

> "A geographic information system, or simpy GIS, is a computer system for managing spatial data" traduzido como: Um Sistema de informações geográfica, ou simplesmente GIS, é um sistema computacional para manipular dados espaciais. (Bonham-Carter,1994, p.1).

> "... como sendo uma combinação de recursos humanos (Peopleware) e técnicos (Hardware/Software), em concordância com uma série de procedimentos organizacionais que proporcionam informações com finalidade de apoiar as gestões diretivas" (Rosa e Brito, 1996, p. 7).

> "... os SIGs necessitam usar o meio digital, portanto o uso intensivo da informática é imprescindível; deve existir uma base de dados integrada, estes dados precisam estar geo-referenciados e com controle de erro; devem conter funções de análises destes dados que variem de álgebra cumulativa (operações tipo soma, subtração, multiplicação, divisão etc.) até álgebra não cumulativa (operações lógicas)" (Silva, 1999, p. 45).

> "... é um sistema capaz de operar sobre seus dados – que são apenas registros de ocorrências de fenômenos identificados – reestruturando-os para ganhar conhecimento sobre posições, extensões e relacionamentos taxonômicos, espaciais e temporais contidos em suas bases de dados" (Silva, 2001, p. 40).

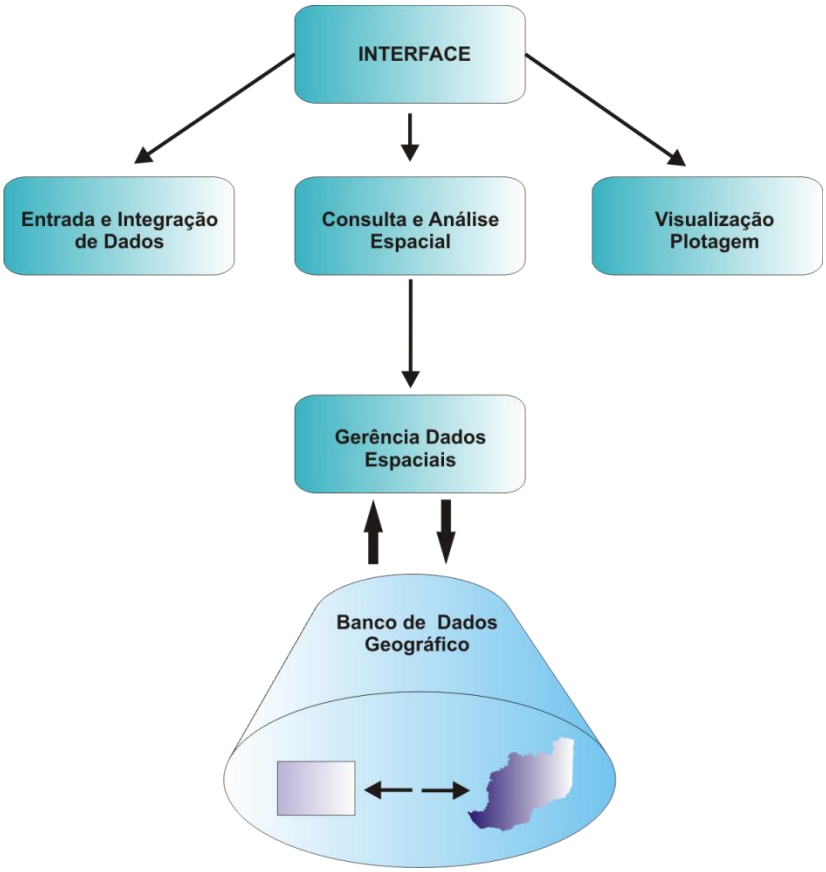


Figura 14 – Estrutura geral de Sistemas de Informação Geográfica.

Fonte: INPE, 2000.

4.4. Características dos dados do SPRING 5.0

O sistema opera com duas visões: *o modelo de campo* ou *Geocampo1* e *o modelo de objetos* ou *Geo-objeto1*.

O *Geocampo* representa a distribuição espacial de uma variável que possui valores (p. ex. modelos temáticos, numéricos e imagens). O *Geo-objeto* é um elemento único que possui atributos não espaciais, sua localização pretende ser exata e o objeto é distinguível de seu entorno (p. ex. os mapas de cadastro rural).

Segundo INPE (2000) esses dois modelos se dividem de acordo com suas representações, topologia e formato dos dados, dentre os quais são citados:

- ***Mapas temáticos***
- ***Mapas Cadastrais***
- ***Redes***
- ***Modelo numérico de terreno (MNT);***
- ***Imagens.***

4.5 Álgebra de mapas

Segundo Berry (1987), o conceito de álgebra de mapas ou álgebra de campo pode ser considerado uma extensão da álgebra tradicional, de modo que as variáveis manipuladas sejam consideradas campos geográficos. As operações realizadas através da álgebra de mapas possibilitam manipular um, dois ou mais geocampos, sendo que cada geocampo tem um atributo diferente ou um mesmo atributo com datas diferentes de aquisição (Câmara, 1995; Barbosa, 1997).

As operações sobre geocampos podem ser classificadas como *operações pontuais, zonais e de vizinhança*. A Figura 15 mostra a representação dessas operações, cuja classificação depende da forma como os valores dos atributos nos geocampos *de* origem são obtidos para o processamento.

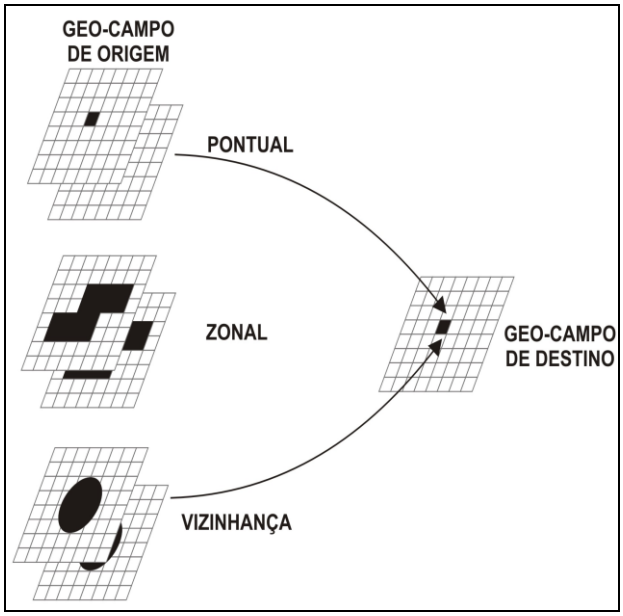


Figura 15 **–** Classes de operações geográficas.

Fonte: Barbosa (1997).

4.6 Operações pontuais

Neste trabalho foram utilizadas operações pontuais. São operações cujos valores resultantes de cada posição geográfica do geocampo destino, depende somente dos valores na mesma posição geográfica dos geocampos de origem. O Quadro 11 mostra as operações pontuais de transformação e as operações pontuais sobre geocampos utilizadas neste trabalho.

Essas operações podem ser executadas através da programação em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) utilizando-se o *software* SPRING 5.0 (Sistema para Processamento de Informações Geo-referenciadas) (Câmara, 1995).

Quadro 11 **–** Descrição das operações pontuais de transformação e das operações pontuais sobre geocampos.

OPERAÇÕES PONTUAIS	DESCRIÇÃO DO RESULTADO DAS OPERAÇÕES
PONDERAÇÃO	Transforma geocampo temático em geocampo numérico. Esse operador pode ser usado a fim de integrar dados temáticos para posterior manipulação.
MÉDIA	Gera um geocampo destino em que os valores resultantes de cada posição geográfica é a média aritmética dos valores dos atributos na posição geográfica correspondente aos geocampos origem. Esta operação é aplicada somente sobre geocampos numéricos.
FATIAMENTO	Divide a faixa de valores de um geocampo origem em certo número de intervalos de valores e gera um geocampo destino. O operador de fatiamento tem como parâmetro de entrada um geocampo numérico. O geocampo resultante pode ser numérico ou temático. É geralmente utilizado pra transformar um geocampo numérico em um geocampo temático.

Fonte: (Adaptada de Barbosa, 1997; Burrough 1987; Tomlin, 1990; Câmara, 1995).

4.7 Software *SPRING*

O SPRING 5.0 é baseado num modelo de dados orientado ao objeto combinando idéias de “campos” e “objetos geográficos”, das quais são derivadas sua interface de menus e a linguagem espacial de programação LEGAL. Foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, em ambientes computacionais UNIX e Windows (Câmara e Medeiros, 1996; INPE, 2000).

O modelo de dados SPRING 5.0 é baseado na especificação de categorias ou classes de dados que são inseridos no sistema. Os dados armazenados no SPRING 5.0 devem pertencer a uma das seguintes categorias: *Imagem, Numérico ou Temático* ou ainda *Não-espacial* se forem tabelas alfanuméricas. Essas categorias podem ser definidas como:

- Categoria do modelo *Imagem;*
- Categoria do modelo *Numérico;*
- Categoria do modelo *Temático;*
- Categoria de dados do modelo *Objeto;*
- Categoria do modelo *Cadastral;*
- Categoria do modelo *Rede; e*
- Categoria do modelo *Não-Espacial*.

Os dados estruturados nas diferentes categorias são guardados em Planos de Informação (PI), que têm por função armazenar um conjunto de dados com as mesmas características básicas.

4.7.1 **LEGAL** (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico)

A LEGAL é uma linguagem de programação e comandos interpretados para uso em análise geográfica. A linguagem LEGAL proposta por Câmara (1995)

tem como objetivo prover um ambiente geral para análise geográfica, incluindo operações de manipulação (álgebra de campos), consulta espacial e apresentação de resultados de consulta e manipulação em um único *software*.

No SPRING a álgebra de mapas é implementada através de uma linguagem de manipulação espacial, chamada de LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) Câmara, (1996).

Um programa em LEGAL consiste em uma seqüência de operações descritas por sentenças organizadas segundo regras gramaticais, envolvendo operadores, funções e dados espaciais, categorizados segundo o modelo de dados SPRING, e representados em planos de informação e mapas cadastrais de um mesmo banco de dados / projeto SPRING.

Um programa em LEGAL são estruturadas em quatro grupos:

- Declarações de variáveis;
- Instanciações de variáveis;
- Operações de álgebra de mapas; e
- Comandos de controle.

4.8 Vulnerabilidade à erosão dos solos na CRQ de Santo Antonio do Guaporé

A vulnerabilidade à erosão do solo das unidades de uma área está ligada ao desequilíbrio da dinâmica natural do meio ambiente. Cada componente da paisagem, como Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Clima e a intervenção antrópica, participa desta dinâmica de forma integrada. (SILVA,2005).

As unidades de paisagem apresentam diferentes graus de absorção aos estímulos exteriores, assim como seus componentes apresentam escalas diferentes para o reajustamento frente às modificações provocadas externamente até que se restaure o equilíbrio perdido, podendo oscilar da escala medida em anos até milhares de anos.

Para Becker e Egler (1997), o mapa de vulnerabilidade à perda de solo representa a análise do meio físico e biótico para a ocupação racional e uso

sustentável dos recursos naturais. A sua associação com dados de potencialidade social e econômica oferece subsídio à gestão territorial.

Para se analisar uma unidade de paisagem é necessário conhecer sua gênese, constituição física, forma e estágio de evolução, bem como o tipo da cobertura vegetal que sobre ela se desenvolve. Estas informações são fornecidas pela Geologia, Geomorfologia, Solos e Vegetação e precisam estar integradas para que se tenha um retrato fiel do comportamento de cada unidade frente ao uso e ocupação. Finalmente, é necessário o auxílio da Climatologia para que se conheçam algumas características climáticas da região onde se localiza a unidade de paisagem, a fim de que se anteveja o seu comportamento frente às alterações impostas pela ocupação.

4.8.1 Mapa de vulnerabilidade à erosão do solo

Para avaliar a vulnerabilidade à erosão do solo da CRQ de Santo Antonio do Guaporé, resultantes da reinterpretação dos dados temáticos sobre as imagens orbitais, cada tema é transformado em um Plano de Informação no banco de dados, contendo um mapa no formato vetorial ou matricial. A cada classe de cada tema são associados valores, que indicam o seu grau de vulnerabilidade à perda de solo.

Uma vez atribuídos valores para todas as classes, de todos os mapas temáticos reinterpretados sobre as imagens de satélite, é feita a integração desses mapas via Álgebra de Mapas (Barbosa, 1997) em SIG, para que seja gerado o mapa de vulnerabilidade à perda de solo das unidades de paisagem. Essa integração é feita percorrendo-se três etapas:

- Para que as classes referentes aos mapas temáticos possam conter os valores de vulnerabilidade à perda de solo, procede-se a uma operação pontual de Ponderação, que gera uma grade com os valores de vulnerabilidade para cada classe de cada tema.
- A partir das grades geradas para cada tema é realizada uma operação pontual de Média Aritmética a fim de gerar uma outra grade que contenha

os valores de vulnerabilidade final para cada unidade de paisagem (média da vulnerabilidade das classes dos temas analisados).

- Em seguida é executada uma operação pontual de “Fatiamento”, para a grade com os valores de vulnerabilidade final, gerando o mapa temático de vulnerabilidade à erosão do solo.

CAPÍTULO 5

MATERIAIS E METODOS

O roteiro metodológico para a elaboração do mapa de vulnerabilidade à erosão do solo na CRQ de Santo Antonio do Guaporé, cujas etapas estão descritas a seguir, está ilustrada na figura 16.

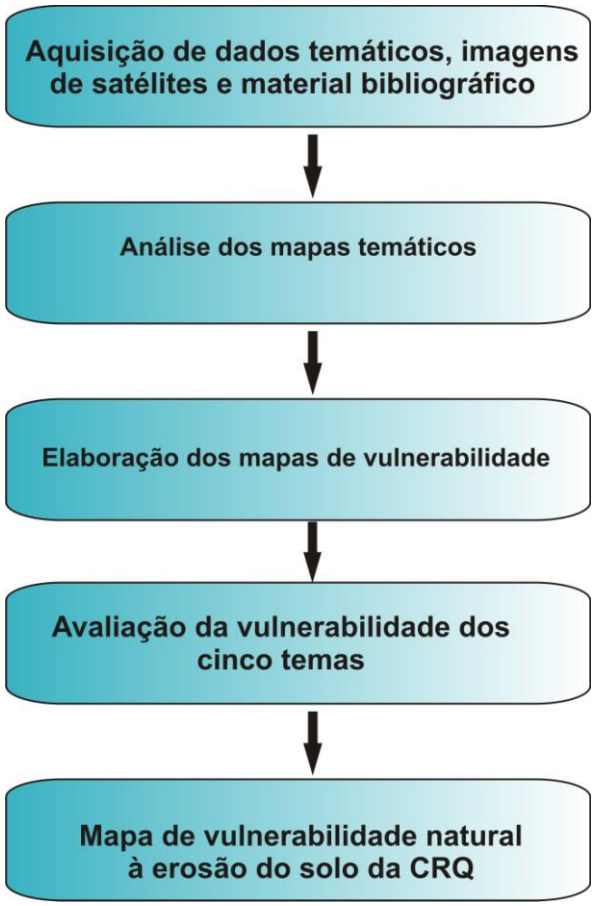


Figura 16 – Fluxograma metodológico para a elaboração do mapa de vulnerabilidade à erosão do solo na CRQ de Santo Antonio do Guaporé. Fonte: Adaptado de Silva (2005).

5.1 Aquisição de dados

5.1.1 Seleção dos dados

O Banco de Dados utilizado nesta dissertação é do PLANAFLORO obtidos junto a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, com a finalidade de caracterizar o meio físico da área estudada em escala de 1:250.000. As imagens de satélite, obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, foram selecionadas considerando-se a menor cobertura de nuvens, como se observa nos quadros 12 e 13 a seguir.

Quadro 12 – Dados Temáticos

TEMA	FORMATO	ESCALA	DESCRIÇÃO
Solos	Digital	1:250.000	Mapa de Solos no formato Shapefile e textos.
Geologia	Digital	1:250.000	Mapa Geológico no formato DXF e textos.
Geomorfologia	Digital	1:250.000	Mapa Geomorfológico no formato Shapefile e textos.
Vegetação	Digital	1:250.000	Mapa de Vegetação no formato digital fornecido Shapefile e textos.
Clima	Digital	1:250.000	Mapa de Precipitação no formato Shapefile e textos.
Base Cartográfica	Digital	1:100.000	Base Cartográfica completa em formato Shapefile

Quadro 13 – Imagens utilizadas

SENSOR	FORMATO	ÓRBITA/PONTO	RESOLUÇÃO	DATA
tm_landsat 5	Digital	231/069	Pixel de 30m x 30m	1998
tm_landsat 5	Digital	231/069	Pixel de 30m x 30m	2008
tm_landsat 5	Digital	231/069	Pixel de 30m x 30m	2009

5.1.2 Equipamentos e aplicativos

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados os seguintes equipamentos e aplicativos:

- Computador pessoal (PC) 4 GB de ram e HD de 320 GB;
- GPS de navegação GARMIM II Plus, para posicionamento geográfico dos

pontos de localização das comunidades quilombolas;

- Câmera Fotográfica.
- *Softwares:*
    - SPRING versão 5.0 , módulos IMPIMA, SCARTA E IPLOT
    - ERDAS IMAGINE versão 8.5;
    - ARCMAP versão 9.3.1;
- AutoCAD 2000
- Editores de texto Microsoft Word 2000, de planilha Microsoft Excel 2000 e de figuras Corel Draw e Corel PhotoPaint X3.
- Banco de dados do PLANAFLORO.

5.2 Criação do banco de dados geográfico

Para a criação do banco de dados georreferenciados, O SIG utilizado foi o *software* **SPRING 5.0** - **S**istema para **P**rocessamento de **I**nformações **G**eorreferenciadas, que permite a administração e manipulação de dados vetoriais e matriciais e possui linguagem de programação acessível ao usuário **LEGAL** - **L**inguagem **E**spacial-**G**eográfico baseada em **Ál**gebra, disponível para download em < http://www.dpi.inpe.br/spring/ > (Câmara et al. 1996).

Para introdução dos dados no SPRING 5.0, primeiramente foi criado o *modelo de dados* do banco com o tipo adequado de *categoria* (numérico, temático, imagem, cadastral ou objeto) para cada dado inserido. Dessa forma, o banco passa a ter uma área física constituída de um projeto que comporta conjuntos de Planos de Informação (PI).

Para criar um **Projeto** definiu-se o **Retângulo Envolvente,** o qual se reporta aos limites geográficos da área de estudo e da Projeção Cartográfica. Nesta pesquisa os valores foram:

- Retângulo envolvente (em coordenadas geográficas):
  Longitude 1 = oeste 63º 37’ 00’’ - Latitude 1 = sul 12º 35’ 00’’

  Longitude 2 = oeste 63º 00’ 00’’ - Latitude 2 = sul 12º 11’ 00’’

Uma vez criado o Banco de Dados do projeto, o procedimento seguinte foi selecionar e transferir as informações do banco de dados de cada tema, e por fim criar as Categorias de Dados a serem utilizados. Para as entidades geográficas que podem ser modeladas como geocampo foram criadas Categorias de tipo Imagem, Temático e Numérico. Para as entidades geográficas que podem ser modeladas como geo-objetos foram criadas as Categorias do Objeto, Cadastral e Não-Espacial.

Os dados foram convertidos para o formato utilizado pelo *software* SPRING 5.0, gerando os Planos de Informação pertencentes às categorias, de informação apresentadas no Modelo conceitual do banco de dados. Dados como as imagens Landsat antes de serem inseridas no banco de dados do SPRING 5.0 foram convertidos, no módulo *Impima,* para o formato GRIB, e posteriormente registradas e importadas para o banco de dados.

5.3 Etapa de campo

1 - A etapa de campo serviu para o reconhecimento e compreensão dos processos formadores da paisagem, bem como para identificar feições que se apresentavam como dúvidas na interpretação das imagens orbitais a respeito da geologia, geomorfologia, solos e principalmente da cobertura vegetal e uso da terra.

2 - Foram empregados questionários para analisar a estrutura sócio econômica da comunidade.

5.4 Método

O método adotado para o desenvolvimento da pesquisa foi baseado na proposta de Crepani et al. (2001), a Figura 17 ilustra a avaliação de cada unidade temática a partir do valor de vulnerabilidade atribuído a cada classe de cada tema (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação/uso do Solo e Clima). O valor da caracterização final da vulnerabilidade de cada unidade de paisagem é feito pela

média aritmética entre todos os valores atribuídos a cada um dos temas, conforme a equação 01.

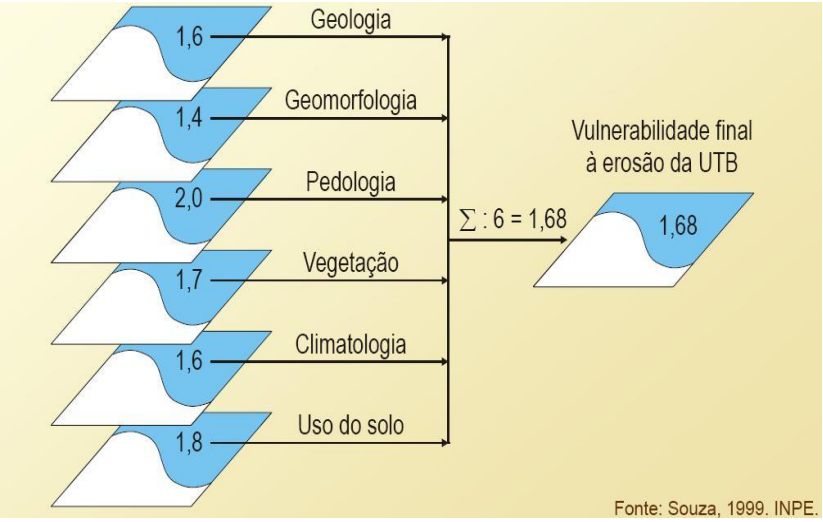


Figura 17 – Modelo esquemático do cálculo de vulnerabilidade à erosão do solo de cada unidade temática.

Para a representação cartográfica da vulnerabilidade das unidades temáticas são utilizadas 21 cores (Quadro 08) obtidas a partir da combinação das três cores aditivas primárias (Azul, Verde e Vermelho) de modo que se associe a cada classe de vulnerabilidade sempre a mesma cor, obedecendo ao critério de que ao valor de maior estabilidade (1,0) se associe a cor azul, ao valor de estabilidade intermediária (2,0) se associe a cor verde e ao valor de maior vulnerabilidade (3,0) a cor vermelha.

Conforme, a equação 01, que busca representar empiricamente a posição dessa unidade dentro da escala de vulnerabilidade à erosão do solo:

$$V = \frac{(R+S+Vg+G+C)}{5} \qquad (01)$$

Onde:

V = vulnerabilidade da área de estudo

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação

C = vulnerabilidade para o tema Clima

Dentro dessa escala de vulnerabilidade, as áreas que apresentam maior estabilidade são representadas por valores mais próximos de 1,0; as áreas de estabilidade intermediária são representadas por valores ao redor de 2,0 enquanto que as unidades de áreas mais instáveis à perda de solo apresentam valores mais próximos de 3,0.

5.4.1 Geologia

Os aspectos da Geologia analisados para a atribuição de valores de vulnerabilidade à erosão compreendem as informações relativas à história da evolução geológica do ambiente onde a unidade de paisagem se encontra e ao grau de coesão das rochas que a compõem. Por grau de coesão das rochas entende-se a intensidade da ligação entre os minerais ou partículas que as constituem.

Como toda rocha é um agregado de minerais, sua resistência ao intemperismo vai depender da resistência ao intemperismo dos minerais que a compõem (o que depende da natureza das ligações entre os átomos dos diferentes elementos químicos que os constituem), bem como da resistência à desagregação entre os minerais (o que vai depender da natureza das forças que juntaram as partículas, cristais ou grãos). O grau de coesão das rochas é a informação básica da Geologia a ser integrada a partir dos conceitos da Ecodinâmica, uma vez que em rochas pouco coesas devem prevalecer os processos modificadores das formas de relevo (morfogênese), enquanto que nas rochas bastante coesas devem prevalecer os processos de formação de solos (pedogênese). (Crepani, 1996.)

Crepani et al. (1996) atribui uma posição dentro de uma escala de vulnerabilidade à denudação (intemperismo + erosão), absolutamente relativa e empírica, para as rochas mais comumente encontradas na superfície do planeta

(Quadro 14), procurando considerar os aspectos relativos ao grau de coesão das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares.

Quadro 14 – Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns.

ESCALA DE VULNERABILIDADE À DENUDAÇÃO DAS ROCHAS MAIS COMUNS					
Quartzitos ou metaquartzitos	1,0	Milonitos, Quartzo muscovita Biotita, Clorita xisto	1,7	Arenito quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Riólito, Granito, Dacito	1,1	Piroxenito, Anfibolito Kimberlito, dunito	1,8	Conglomerados, Subgrauvacas	2,5
Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,2	Hornblenda, Tremilita, Actinolita xisto	1,9	Grauvacas, Arcózios	2,6
Migmatitos, Gnaisses	1,3	Estaurolita xisto, Xistos granatíferos	2,0	Siltitos, Argilitos	2,7
Fonólito, Nefelina Sienito, Traquito, Sienito	1,4	Filito, Metassiltito	2,1	Folhelhos	2,8
Andesito, Diorito, Basalto	1,5	Ardósia, Metargilito	2,2	Calcários, dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
Anortosito, Gabro, Peridotito	1,6	Mármores	2,3	Sedimentos Inconsolidados: Aluviões, Colúvios etc.	3,0

Fonte: Crepani et al. (1996)

5.4.2 Geomorfologia

Para estabelecer os valores de vulnerabilidade à erosão/degradação atribuída á Geomorfologia são baseados na análise dos seguintes índices morfométricos do terreno: dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade. Figura 18 - Imagem SRTM

Com isso há energia potencial contida nas águas das precipitações pluviais que descem do ponto mais alto para o ponto mais baixo das unidades de paisagem. Quanto maior a energia potencial, transformada em energia cinética na descida das encostas, maior será a capacidade de erosão das águas pluviais.

Para o cálculo da amplitude altimétrica, primeiramente foram extraídas as curvas de nível e pontos cotados nas cartas topográficas, sendo uma na escala 1: 250.000 e as demais na escala 1:100.000. Posteriormente as curvas de nível e pontos cotados foram utilizados para gerar uma grade regular usando o interpolador *“média ponderada por cota e por quadrante”*, recomendado em INPE

(2000). Isso proporcionou uma melhor precisão na extração dos pontos máximos e mínimos encontrados em cada unidade de paisagem delimitada no Plano de Informação Geomorfologia. Desse modo, o cálculo da amplitude altimétrica foi feito através da diferença entre as cotas máximas e mínimas extraídas da grade.

No caso dos valores de vulnerabilidade para a declividade, considerou-se o ângulo de inclinação das encostas em relação ao horizonte para cada unidade de paisagem. Quanto maior a inclinação, maior a declividade e, portanto, mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais se transforma em energia cinética, o que se traduz em maior velocidade para as massas de água em movimento e, conseqüente, maior poder erosivo. Dessa forma, quanto maior a declividade, maior o valor de vulnerabilidade à perda de solo atribuído. (Crepani, 1996.)

A intensidade de dissecação do relevo pela drenagem está diretamente ligada à porosidade e à permeabilidade do solo e da rocha. Rochas e solos impermeáveis dificultam a infiltração das águas pluviais e, conseqüentemente, apresentam maior quantidade de água em superfície para ser drenada em direção às partes mais baixas do terreno, o que implica em um número maior de canais de drenagem, em maior disponibilidade de energia potencial para o escoamento superficial (*runoff*) e, portanto, maior capacidade erosiva. (IBGE, 2009).

Quanto maiores forem os interflúvios (ou menor for a intensidade de dissecação), menores são os valores de vulnerabilidade atribuídos às unidades de paisagem. Da mesma forma, as unidades de paisagem que apresentarem os menores interflúvios (ou maiores intensidades de dissecação) têm os maiores valores de vulnerabilidade. (IBGE, 2009).

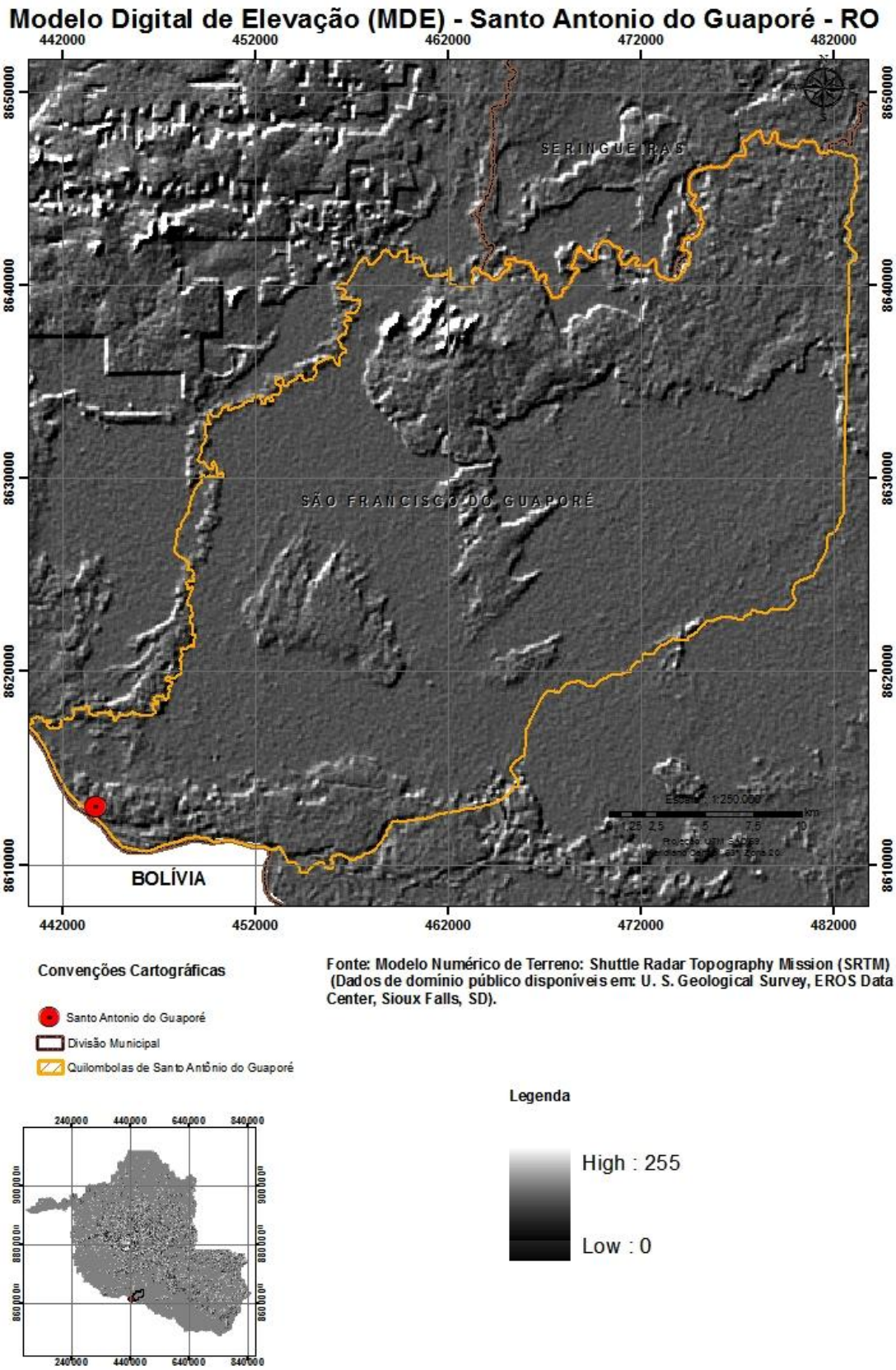


Figura 18 - Imagem SRTM

5.4.3 Solos

A causa fundamental da erosão hídrica, seja laminar, em sulcos ou ravinas, é a ação da chuva sobre o solo. A chuva é o agente ativo da erosão e o solo é o agente passivo.

O termo *erodibilidade* se refere à capacidade de um determinado solo resistir à erosão. A erodibilidade de um solo é função de suas condições internas ou intrínsecas, como sua composição (mineralógica e granulométrica) e características físicas e químicas, e de suas condições externas ou atributos da sua superfície, relacionadas ao manejo do solo. (IBGE, 2007).

O manejo do solo pode ser subdividido em *manejo da terra*, que se refere aos diferentes tipos de uso da terra, como silvicultura, pastagens e agricultura, e *manejo da cultura*, que se refere especificamente às técnicas de agricultura, como tipo de cultura, métodos de preparo de solo e plantio, tipo de cultivo, etc. Para a caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem nos aspectos relativos ao solo são enfocadas suas condições intrínsecas, enquanto que para a análise do uso do solo são abordados os seus atributos de superfície.

A Pedologia participa da caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem fornecendo o indicador básico da posição ocupada pela unidade dentro da escala gradativa da Ecodinâmica: a maturidade dos solos. A maturidade dos solos, produto direto do balanço morfogênese/pedogênese, indica claramente se prevalecem os processos erosivos da morfogênese que geram solos jovens, pouco desenvolvidos, ou se, no outro extremo, as condições de estabilidade permitem o predomínio dos processos de pedogênese, gerando solos maduros, profundos, lixiviados e bem desenvolvidos. (IBGE, 2007).

Nas unidades de área da CRQ de Santo Antonio consideradas estáveis o valor atribuído aos solos na escala de vulnerabilidade à perda de solo é 1,0 e são representados pela classe de solos do tipo Latossolos. Tratam-se de solos bem desenvolvidos, com grande profundidade e porosidade sendo, portanto, considerados solos cujos materiais são mais decompostos. São considerados solos velhos ou maduros. Devido ao intenso processo de intemperismo e lixiviação, a que foram submetidos, esses solos apresentam quase que uma ausência total de minerais facilmente intemperizáveis e/ou minerais de argila 2,1.

São solos que possuem boas propriedades físicas: permeabilidade à água e ao ar, e, mesmo quando contam com alta porcentagem de argila, são porosos, friáveis, de baixa plasticidade (ZEE/BRASIL/BOLIVIA, 2000).

Nas unidades de área consideradas intermediárias, o valor atribuído aos solos na escala de vulnerabilidade é 2,0, e são representados pela classe de solos do tipo Podzólicos ou Argissolos de acordo com EMBRAPA (1999). Os solos Podzólicos, (argissolos) quando comparados com os Latossolos, apresentam profundidade menor e são solos menos estáveis e menos intemperizados. Ocorrem geralmente em topografias um pouco mais movimentadas.

Nos solos Podzólicos ocorre um horizonte B, onde existe acumulação de argila, tipo Bt, isto é, durante o processo de formação, uma boa parte da argila move-se por eluviação do horizonte A para o horizonte B, onde se acumula. Nesses solos a diferença de textura entre os horizontes A e B (ocasionada pelo acúmulo de argila no horizonte B) dificulta a infiltração de água no perfil, o que facilita os processos erosivos.

Nas unidades de área vulneráveis, ocorrem solos jovens e pouco desenvolvidos, aos quais é atribuída vulnerabilidade de valor 3,0, e sua característica principal é a pequena evolução dos perfis de solo (Quadro 15).

Nesses solos, o horizonte A está assentado diretamente sobre o horizonte C ou então assentado diretamente sobre a rocha mãe (não possuem o horizonte B). São considerados como sendo solos jovens, em fase inicial de formação, pois estão ainda se desenvolvendo a partir dos materiais de origem recentemente depositados, ou então porque estão situados em lugares de alta declividade, nos quais a velocidade da erosão é igual ou maior que a velocidade de intemperismo.

A maior ou menor suscetibilidade de um solo a sofrer os processos erosivos da morfogênese depende de diversos fatores e os mais importantes são: estrutura do solo, tipo e quantidade das argilas, permeabilidade e profundidade do solo e a presença de camadas impermeáveis.

Nas unidades de área em que ocorrem associações de solos, é feita uma ponderação, em função da predominância das classes de solos, usando-se as seguintes proporções: 60% e 40% para uma associação de duas classes ou 60%, 30% e 10% para uma associação com três classes de solos.

Quadro 15 – Valores de vulnerabilidade dos solos.

CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (Camargo et al., 1987)	CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (EMBRAPA, 1999)	VULNERÁVEL
Latossolos amarelos Latossolos Vermelho-Amarelos Latossolos Vermelho-Escuro Latossolos Roxos Latossolos Brunos Latossolos Húmicos Latossolos Húmicos Brunos	Latossolos Amarelos Latossolos Vermelho-Amarelos Latossolos Vermelhos Latossolos Vermelhos Latossolos Brunos Latossolos (...) húmicos Latossolos Brunos (...) húmicos	1,0
Podzólicos Amarelos Podzólicos Vermelho-Amarelos Podzólicos Vermelho-Escuros Terras Roxas Estruturadas Brunos Não-Cálcicos Brunizéns Brunizéns Avermelhados Rendzinas Planossolos Solos Hidromórficos (abrúpticos) Podzóis	Argissolos Argissolos, Luvissolos, Alissolos, Nitossolos Argissolos, Luvissolos, Alissolos, Nitossolos Argissolos, Nitossolos Luvissolos Chernossolos Chernossolos Chernossolos Planossolos Planossolos Espodossolos	2,0
Cambissolos	Cambissolos	2,5
Solos Litólicos Solos aluviais Regossolos Areias Quartzosas Vertissolos Solos Orgânico Solos Hidromórficos (ñ abúpticos) Glei Húmico Glei Pouco Húmico Plintossolo Laterita Hidromórfica Solos Concrecionários Lateríticos Afloramento Rochoso	Neossolos Litólicos Neossolos Flúvicos Neossolos Rgolíticos Neossolos Quartzarênicos Vertissolos Organossolos Gleissolos Gleissolos, plintossolos Gleissolos, Plintossolos Plintossolos Plintossolos Plintossolos Afloramento Rochoso	3,0

Fonte: Embrapa (1999) baseada em Prado (2001)

5.4.4 Cobertura Vegetal

A ação da cobertura vegetal na proteção da paisagem se dá de diversas maneiras, representa a defesa da unidade contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo (erosão):

- Evita o impacto direto das gotas de chuva contra o terreno, o que promove a desagregação das partículas;
- Impede a compactação do solo, o que diminui a capacidade de absorção de água;
- Aumenta a capacidade de infiltração do solo pela difusão do fluxo de água da chuva;
- Suporta a vida silvestre, que, pela presença de estruturas biológicas como raízes de plantas, perfurações de vermes e buracos de animais, aumenta a porosidade e a permeabilidade do solo (RONDÔNIA, 2000).

Compete à cobertura vegetal um papel importante no trabalho de retardar o ingresso das águas provenientes das precipitações pluviais nas correntes de drenagem pelo aumento da capacidade de infiltração. A infiltração impede o incremento do *escoamento superficial*, com a conseqüente diminuição na capacidade de erosão pela transformação de energia potencial em energia cinética (RONDÔNIA, 2000).

A participação da cobertura vegetal na caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem está, portanto, diretamente ligada à sua capacidade de proteção. Assim, aos processos morfogenéticos relacionam-se às coberturas vegetais de densidade (cobertura do terreno) mais baixa, enquanto que os processos pedogenéticos ocorrem em situações onde a cobertura vegetal mais densa permite o desenvolvimento e maturação do solo. (IBGE, 1992)

Portanto, para as áreas com alta densidade de cobertura vegetal, foram atribuídos menores valores de vulnerabilidade, já para as áreas com baixa densidade de cobertura vegetal e maior intensidade de uso da terra atribuiu-se os maiores valores de vulnerabilidade (Quadro 16).

Quadro 16 – Valores de vulnerabilidade à erosão de solo para as classes de cobertura vegetal.

CLASSES DE COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA	VALORES DE VULNERABILIDADE
Floresta Densa / Natural	1,0
Formação Pioneira / Arbustiva	2,5
Área desflorestada	3,0

Fonte: Crepani et al. (2001)

5.4.5 Clima

A erosão hídrica - causada pelo impacto das gotas de chuva e arrasto de partículas na superfície e sub-superfície do solo, ou pelo movimento do rio em seu leito - é a forma mais comum e mais importante de erosão.

A causa fundamental da denudação é a ação da chuva agindo inicialmente sobre as rochas, provocando o intemperismo, e mais tarde sobre o solo, removendo-o pela erosão hídrica. O impacto direto das gotas e o escoamento superficial do excesso de água da chuva são os agentes ativos da erosão hídrica, onde o solo é o agente passivo.

A erosão, produto final dessa interação chuva/solo é, portanto, uma resultante do poder da chuva em causar erosão e da capacidade do solo em resistir à erosão. O poder da chuva em causar erosão é chamado *erosividade* e é função das características físicas da chuva.

As principais características físicas da chuva envolvidas nos processos erosivos são a quantidade ou *pluviosidade total*, a intensidade ou *intensidade pluviométrica* e a *distribuição sazonal*. Dentre as três características é especialmente importante se conhecer a intensidade pluviométrica, pois representa uma relação entre as outras duas características (quanto chove / quando chove), resultado que determina, em última análise, a quantidade de energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética.

A maior importância da intensidade pluviométrica é facilmente verificada quando se observa que uma elevada pluviosidade anual, mas com distribuição ao longo de todo período, tem um poder erosivo muito menor do que uma precipitação anual mais reduzida que se despeja torrencialmente num período determinado do ano. Essa última situação é responsável pela intensa denudação

das regiões semi-áridas, caracterizada pela abundância de afloramentos rochosos e pequena espessura de solos.

Como bem apresenta o Quadro 17, as unidades de paisagem localizadas em regiões que apresentam menores índices pluviométricos anuais e maior duração para o período chuvoso receberão valores próximos à estabilidade (1,0), aos valores intermediários associam-se os valores de vulnerabilidade/estabilidade ao redor de 2,0, e às unidades de paisagem localizadas em regiões de maiores índices de pluviosidade anual e menor duração do período chuvoso atribuem-se valores próximos da vulnerabilidade (3,0).

Quadro 17 – Escala de erosibilidade da chuva e valores de vulnerabilidade à erosão.

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/mês)	VULNERABILIDADE
<50	1,0
50 – 75	1,1
75 – 100	1,2
100 –125	1,3
125 – 150	1,4
150 – 175	1,5
175 - 200	1,6
200 – 225	1,7
225 – 250	1,8
250 – 275	1,9
275 – 300	2,0
300 – 325	2,1
325 – 350	2,2
350 – 375	2,3
375 – 400	2,4
400 – 425	2,5
425 – 450	2,6
450 – 475	2,6
475 – 500	2,8
500 – 525	2,9
>525	3,0

Fonte: Crepani et al. (2001).

5.5 Integração dos dados

Nessa etapa, são descritos os tratamentos realizados para que os mapas dos diferentes temas envolvidos, na análise ecodinâmica, pudessem conter os valores atribuídos de vulnerabilidade para gerar o Mapa de Vulnerabilidade à Erosão.

5.5.1 Mapa de Vulnerabilidade à erosão do Solo

Para que os Planos de Informação referentes a cada tema pudessem conter os valores de vulnerabilidade à perda de solo, realizou-se uma *operação pontual de ponderação*, que gerou uma grade com os valores de vulnerabilidade.

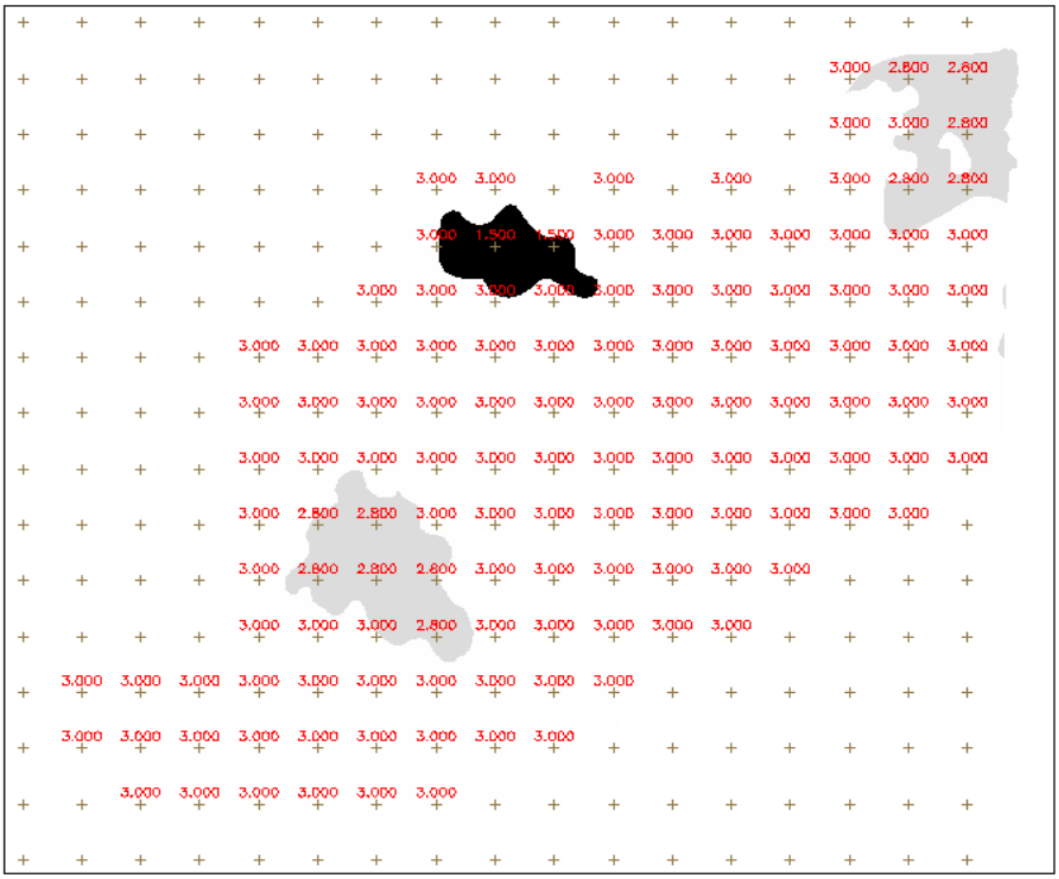
A operação pontual de ponderação foi executada através da linguagem de programação **LEGAL** – **L**inguagem **E**spaço-**G**eográfica baseada em **Ál**gebra implementada no *software* SPRING 5.0.

A partir das grades geradas para cada tema, foi realizada uma *operação pontual de média aritmética,* a fim de gerar uma outra grade com um valor de vulnerabilidade à perda de solo relativo à média aritmética dos valores dos cinco PI (Geomorfologia, Geologia, Solos, Cobertura Vegetal e clima) através de programação em LEGAL, representando o valor final de vulnerabilidade à perda de solo das unidades de paisagem .

Em seguida foi executada uma *operação pontual de fatiamento* para a grade com os valores de vulnerabilidade final, gerando assim, o Mapa de Vulnerabilidade à Erosão do solo da CRQ de Santo Antonio do Guaporé, com geocampos temáticos representando os valores de vulnerabilidade.

A partir das grades geradas para cada tema foi realizada uma operação pontual de média aritmética, a fim de gerar uma outra grade com um valor de vulnerabilidade à perda de solo relativo à média aritmética dos valores dos quatro PI (Geomorfologia, Geologia, Solos e Cobertura Vegetal) através de programa em LEGAL, que representa o valor final de vulnerabilidade à perda de solo das unidades de paisagem (Figura 19).

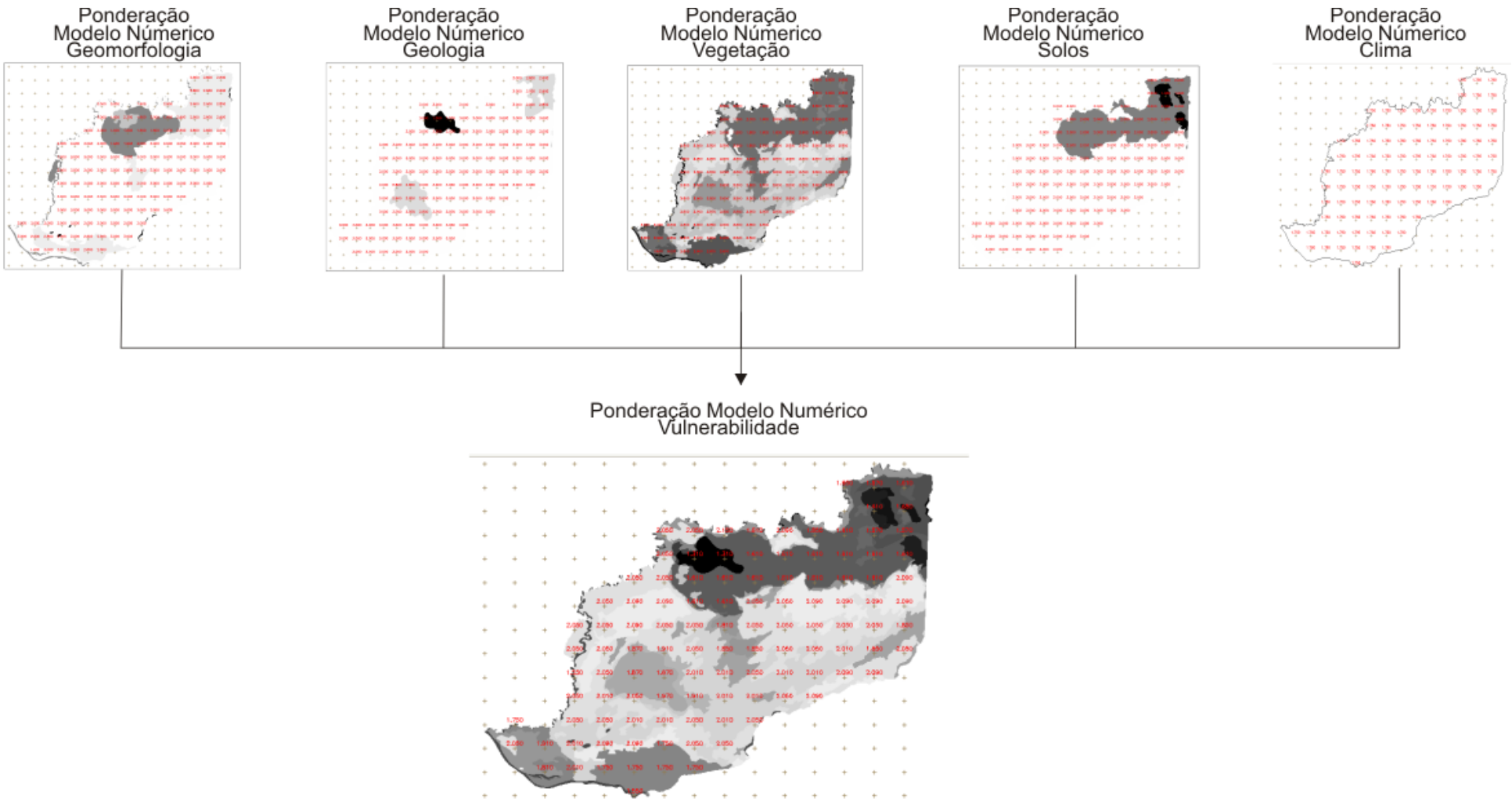
OPERAÇÃO PONTUAL DE PONDERAÇÃO



Geocampo Numérico/GeocampoTemático

Figura 19 – Operação pontual de ponderação em um geocampo temático.
No exemplo: Plano de Informação de Geologia

A partir das grades geradas para cada tema, foi realizada uma operação pontual de média aritmética, a fim de gerar uma outra grade com um valor de vulnerabilidade à perda de solo relativo à média aritmética dos valores dos cinco PI (Geomorfologia, Geologia, Solos, Cobertura Vegetal e clima) através de programa em LEGAL, que representa o valor final de vulnerabilidade à perda de solo das unidades de paisagem (Figura 20).



A Figura 20 ilustra as três fases de aplicação da Álgebra de Mapas para criar o Mapa de Vulnerabilidade à Erosão do solo.

CAPITULO 6

RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Análise e interpretação dos dados gerados

Os dados obtidos através da interpretação dos temas proposto pela metodologia de Crepani et al. (1996) resultaram nos mapas de vulnerabilidade de cada tema de acordo com os pesos atribuídos a cada classe temática.

- Geologia;
- Geomorfologia;
- Solos;
- Cobertura vegetal e
- Clima.

6.1.1 Etapa de campo

No que se refere aos dados temáticos o trabalho de campo auxiliou na interpretação visual das unidades (Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Clima), via SPRING, para assim corrigir eventuais erros da forma e classificação de polígonos.

Foram visitadas 17 residências, perfazendo um total de 70 moradores, com coleta de informações referentes aos meios de uso e ocupação do solo e aos Planos de Informação temáticos. Nesse momento da pesquisa foram observadas as características das feições no terreno, para melhor classificação da carta imagem do terreno.

As cinco classes do Plano de Informação de Cobertura Vegetal e Uso da Terra escolhidas foram as seguintes:

- ***Áreas Alagadas*** – áreas parcialmente cobertas por águas, em período invernoso;
- ***Floresta natural*** - classe de floresta natural, sem qualquer tipo de degradação e ou exploração;
- ***Vila*** – Local onde se localiza as residências;
- ***Não Florestas*** - classe de vegetação secundária em recomposição são áreas de campos, savanas;
- ***Desflorestamento*** – São áreas antropizadas;
- ***Hidrografia*** - áreas cobertas por água.

Nas áreas de atividade de cultura de subsistência, a exploração é realizada, sem técnicas modernas, utilizando sempre as mesmas áreas, com o sistema rotativo, mas que devido a pouca área agricultável acabam explorando a exaustão a mesma área, sendo observada o uso de práticas conservacionistas ao solo por meio de cultivos anuais, perenes e pastagens, usando a capacidade máxima do solo. Figura 21 – Mapa de aptidão agrícola

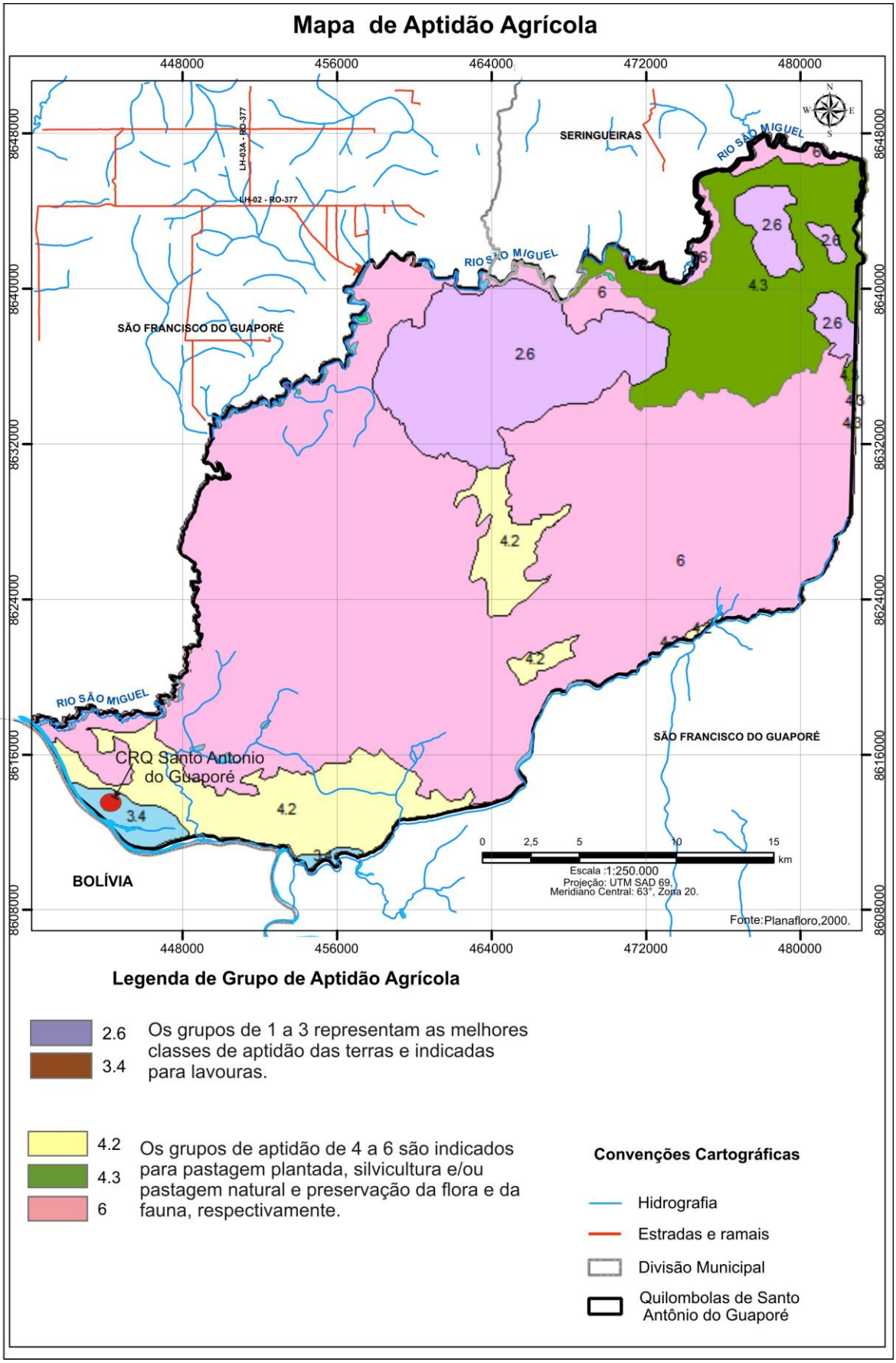


Figura 21 – Mapa de aptidão agrícola

6.1.2 Carta Imagem e Mapa de Uso e Ocupação do solo

A elaboração da Carta Imagem vem a suprir a necessidade de classificar a cobertura vegetal e a área antropizada, com a finalidade de editar as classes de ocupação pelo classificador com o auxílio dos dados coletados no campo. Resultando no Mapa de Uso e Ocupação do Solo (Figura 18) com seis classes temáticas: Floresta Natural, Áreas Alagadas, Desflorestamento, Vila, Não Floresta e Hidrografia.

A metodologia de classificação adotada neste trabalho tem, segundo Almeida-Filho e Shimabukuro (2002), a propriedade de minimizar os chamados erros de comissão e omissão, que ocorrem nas classificações automáticas, com a edição dos eventuais erros em ambiente de SIG através da interpretação visual, com uso das informações coletadas em campo.

O resultado final da classificação e posterior edição em ambiente de SIG geraram um Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do solo e das seis classes temáticas, trabalhadas a partir da Imagem de Satélite como demonstrados nas figuras 22 e 23 a seguir.

A análise do mapa de cobertura uso e ocupação apresenta que existem ainda 59,00% de floresta natural e 0,31% de área antropizada onde se localiza a vila e Não Floresta 40,57% caracterizado por áreas alagadas periodicamente, afloramento rochoso e campo, conforme lista na tabela 01, ilustrado pelas fotografias 11 à 16.

Tabela 01 – Área ocupada pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo na CRQ Santo Antonio do Guaporé

Classes	**Município**	
	Área (km^2)	**Percentual (%)**
Não Floresta	351,99	40,57
Vila	1,06	0,12
Floresta natural	511,90	59,00
Desflorestamento	2,68	0,31
Total	**867,63**	**100,00**
Área total da Comunidade	**867,63**	**-**

O resultado demonstra que a CRQ apesar de permanecer há vários anos no local utiliza de forma racional os recursos disponíveis no meio ambiente e preserva a vegetação natural da área. A presença de nuvens na imagem foi detectada pelo classificador sendo um valor aceitável para o tamanho da área.

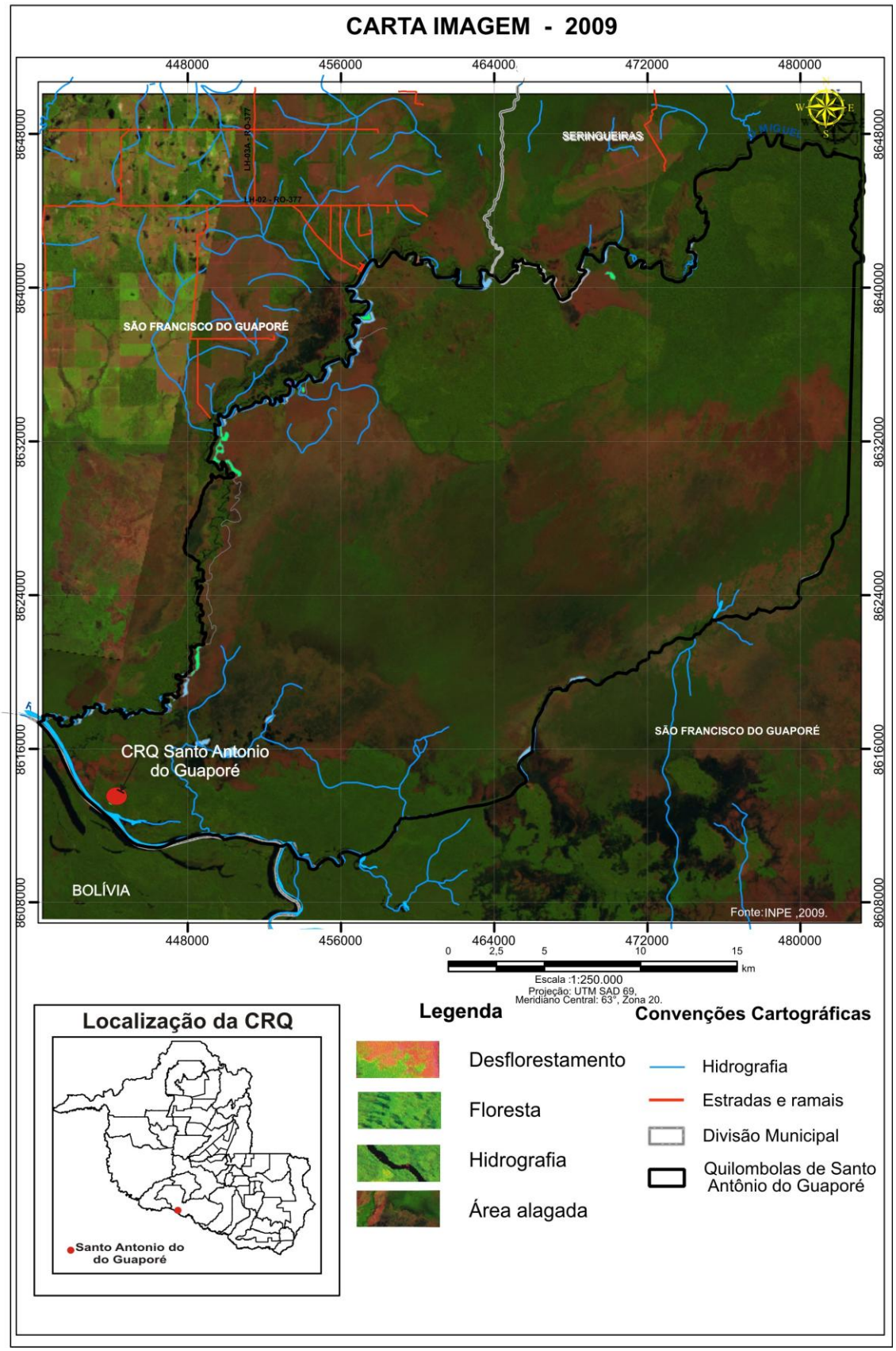


Figura 22 – Carta imagem do ano de 2009 da CRQ

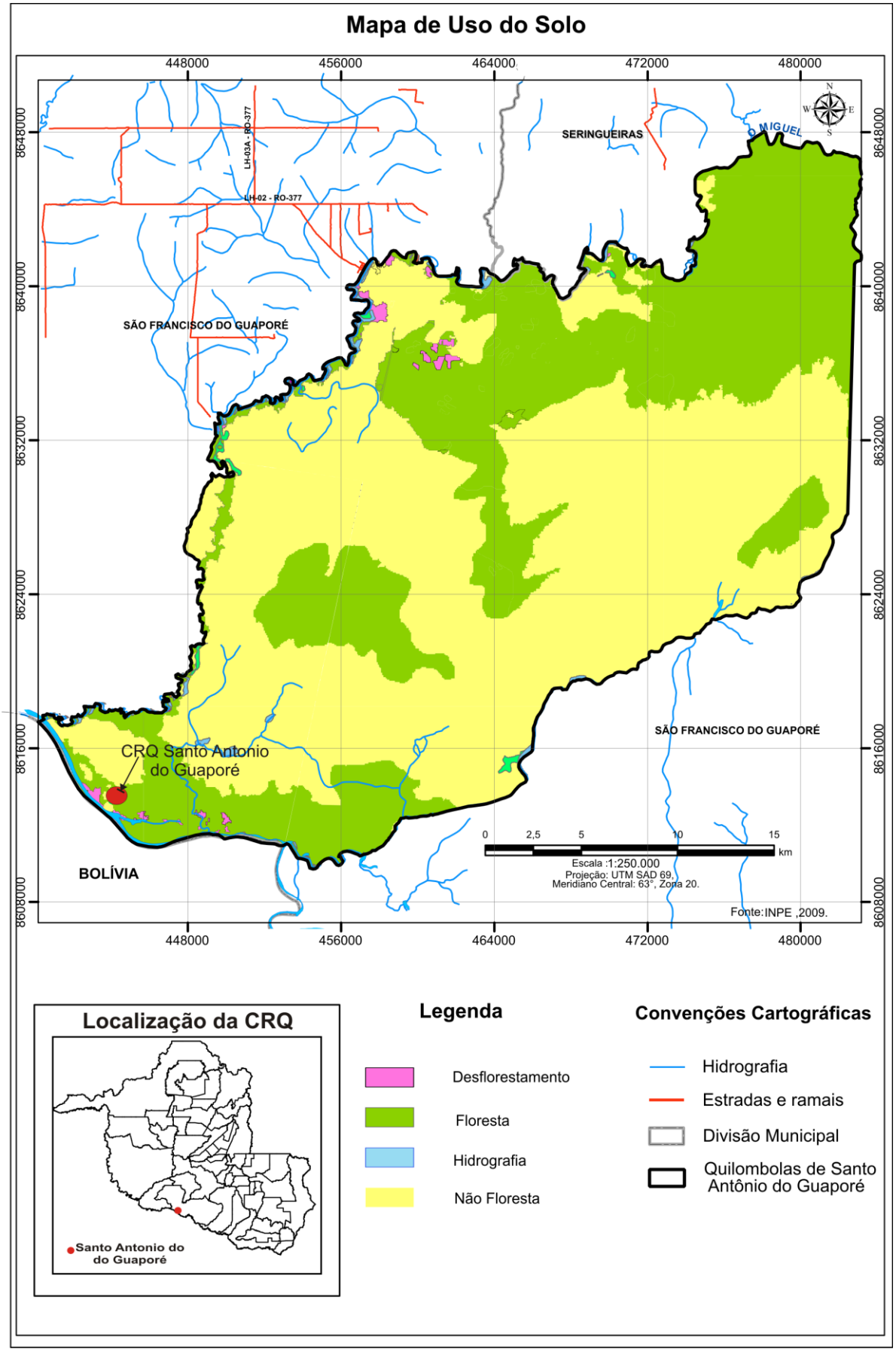
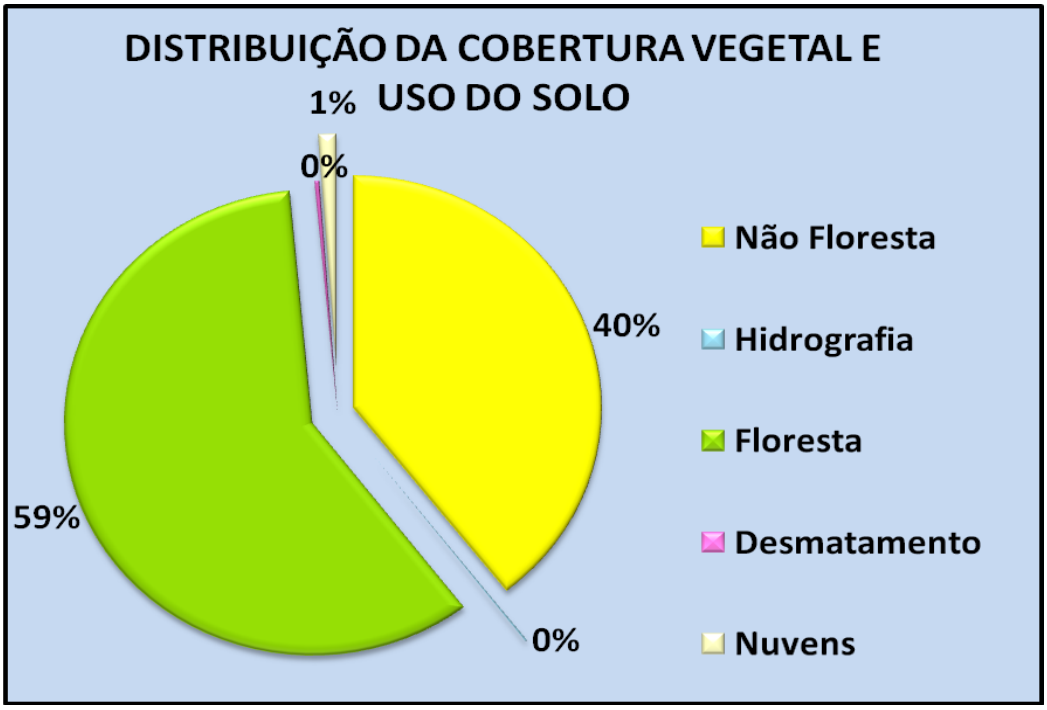


Figura 23 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo da CRQ

Figura 24 – Gráfico da Distribuição da cobertura vegetal de uso e ocupação do Solo.



Fonte: Elaborado a partir dos resultados do mapa de uso e ocupação do solo.

Fotografias dos Padrões de Cobertura Vegetal e de Uso do Solo observados no campo e na Carta Imagem.

Foto 12- Chegada ao CRQ às margens Rio Guaporé

Foto 13- Área de alagamento as margens do Rio Guaporé

Foto 14- Solo de áreas alagadas em períodos secos

Foto 15- Área de cultivo em repouso ao redor da residência

Foto 16- Área de cultivo de subsistência

Foto 17- Casa em meio a floresta natural

Registro Fotográfico dos Padrões de Cobertura Vegetal e de Uso do Solo observados
Data: 20.7.2007
Fotografado: Grasiela Goveia

6.2 Análises da vulnerabilidade à erosão do solo

6.2.1 Geomorfologia

O quadro 18 mostra os valores associados aos valores de vulnerabilidade à erosão do solo das classes geomorfológicas.

Quadro 18 – Valores de vulnerabilidade atribuídos às unidades geomorfológicas.

CLASSE GEOMORFOLOGICA	SOLOS	VALORES DE VULNERABILIDADE	GRAU DE VULNERABILIDADE
Depressões, Lagos, Deltas/Cones	Glei distróficos	3,0	Vulnerável
Agrupamento de Morros e Colinas	Podzólicos	2.3	Moderadamente Vulnerável
Superfície de aplanamento	Podzólicos	1.6	Moderadamente Estável

Fonte: Crepani et al. (2001).

Os valores calculados mostram que:

- A classe geomorfológica de depressões, lagos concebem o maior grau de vulnerabilidade, sendo consideradas áreas instáveis, visto que, nos processos morfogenéticos predominam sobre os processos pedogenéticos em áreas sujeitas à inundação e, deste modo, intensifica a morfodinâmica;
- A classe dos Morros e Colinas receberam médio grau de vulnerabilidade, pois apresentam o relevo de suavemente ondulado e representam a mais antiga superfície pediplanada;
- As áreas de relevo dissecado, terraços e os aplainado dos interflúvios tabulares receberam valores de vulnerabilidade intermediários, formado por material incosolidados e friável.

Deste modo, os valores calculados mostram que a região estudada é composta predominantemente por extensas áreas alagadas com baixa declividade, nas quais a Vulnerabilidade que predomina, estão apresentados na figura 25 e figura 26.

Tabela 02 **–** Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão geomorfológica.

Classes de Vulnerabilidade	Área (Km^2)	Área (%)
Vulnerável	775,09	89,34%
Moderadamente Vulnerável	11,15	1,28%
Moderadamente Estável	81,37	9,38%

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

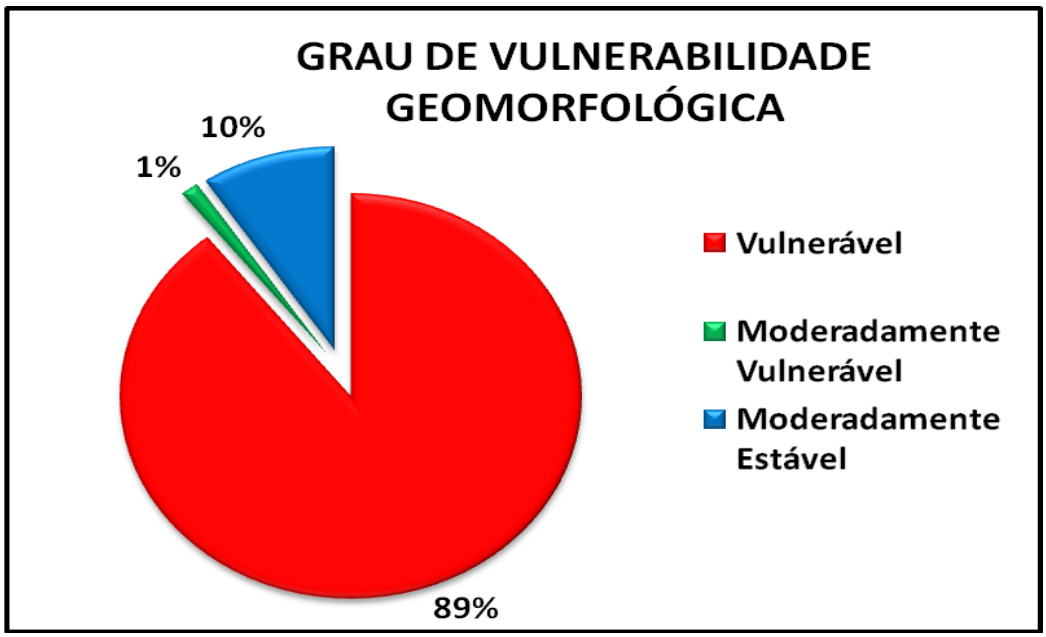
A interpretação dos dados da Tabela 02 permite concluir que:

- **89,34 %** da área demarcada para comunidade CRQ correspondem a **áreas vulneráveis** à erosão, sendo constituídas por áreas alagadas, cones e leques. São classificadas como pântanos, localizadas ao longo das faixas fluviais formadas por antigos depósitos oriundos de *espraiamentos* de sedimentos transportados que se compactam na bacia do Guaporé.

- **1,28 %** da área da comunidade CRQ que corresponde a **moderadamente vulneráveis**. Nessa porção ocorrem formas de agrupamento de morros e colinas.

- **9,38 %** da área da comunidade CRQ que corresponde a **moderadamente estáveis,** predominando formas de dissecação baixa com Inselbergs e Tors. Correspondente a áreas de floresta natural.

Figura 25 – Gráfico da distribuição de classes de vulnerabilidade à erosão da geomorfológia.



Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

Segundo o Manual técnico de geomorfologia pode ocorrer nesta área de maior vulnerabilidade a erosão do tipo laminar, pois os mesmo ficam encobertos aproximadamente sete meses ao ano devido à ocorrência de precipitação em abudancia.

A erosão em lençol, ou erosão laminar, depende da ação da chuva e do escoamento superficial difuso. Este tipo de escoamento caracteriza-se pela forma dispersa, não se concentrando em canais, quase sempre ocorrendo sob condições de chuva prolongada. (IBGE, 2009, p.107)

Outro fator comprovado é a que a área de estudo encontra-se na depressão Guaporé segundo as Unidades Geomorfológicas mapeadas no Brasil pelo IBGE.

Na área do CRQ Santo Antonio existem morros e colinas de aproximadamente 200 m sendo a maior elevação, localizados ao norte e a comunidade encontra-se em uma planície de inundação ocorrendo através dos rios Guaporé e São Miguel.

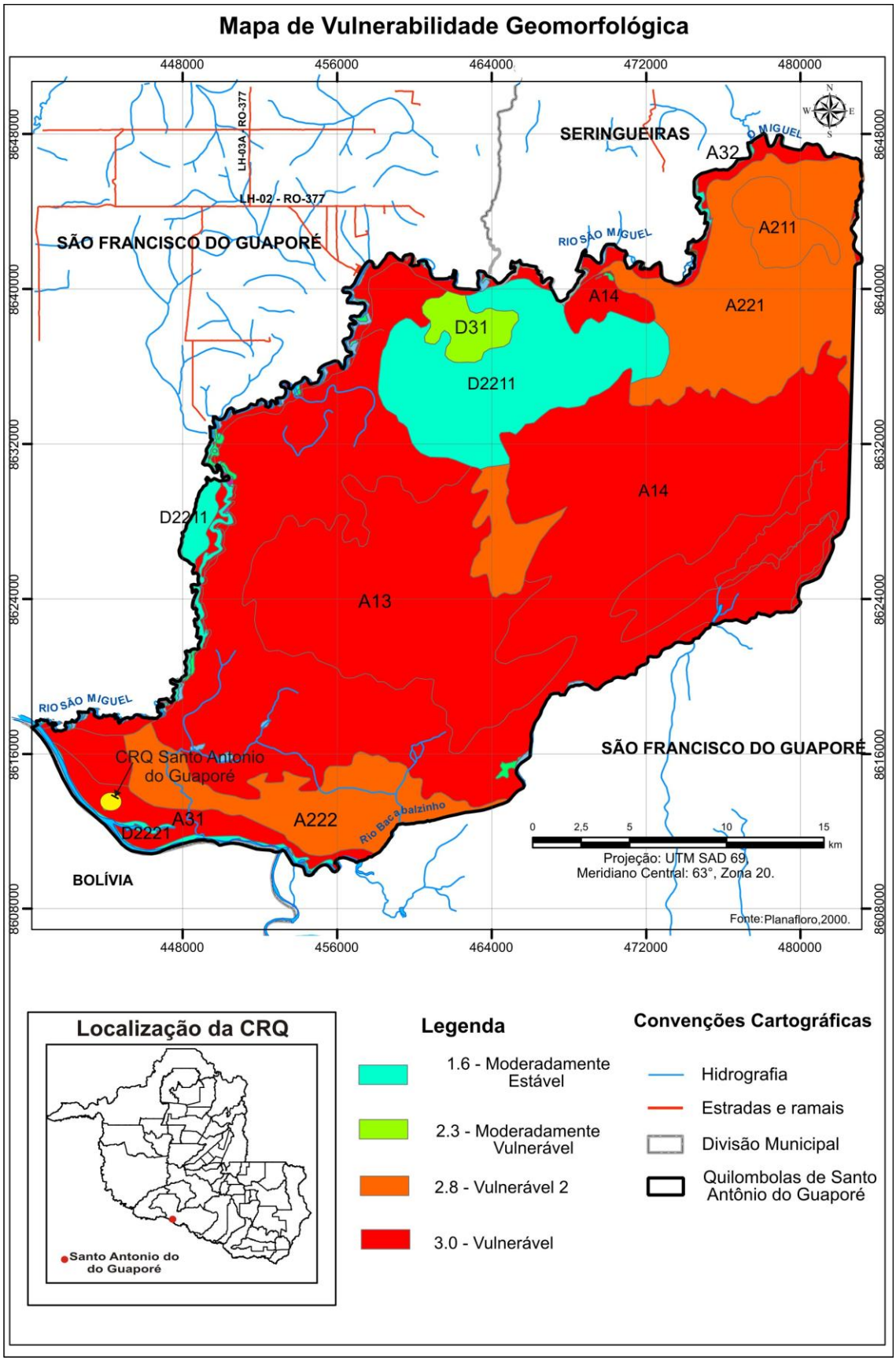


Figura 26 – Mapa de Vulnerabilidade à erosão da Geomorfologia da CRQ

6.2.2 Geologia

Silva (2005) destaca que o grau de coesão das rochas é o critério utilizado para se atribuir valores de vulnerabilidade ao tema geologia.

Para as classes que apresentam rochas menos coesas foram atribuídos maiores valores de vulnerabilidade. Desse modo, os depósitos aluvionares, por apresentarem o menor grau de coesão, receberam o valor maior de vulnerabilidade. Para as demais classes foi realizada uma média aritmética entre os valores atribuídos aos materiais encontrados em cada unidade geológica (Quadro 19 e Figura 28).

Quadro 19 – Valores de vulnerabilidade atribuídos às unidades geológicas.

CLASSE GEOLOGICA	DESCRIÇÃO	VALORES DE VULNERABILIDADE	GRAU DE VULNERABILIDADE
Planície de inundação sazonal	Areno Argiloso e siltoso	3,0	Vulnerável
Planície de inundação	Argilosos e Latérita	2.8	Vulnerável 2
Suíte Intrusiva Costa Marques	Quartzo-sienitos	1,5	Estável

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

O Quadro apresenta que a área é composta principalmente por materiais arenosos com poder erosivo, com elevados graus de vulnerabilidade à perda de solo.

O termo Suite Ignea Costa Marques foi proposto por Scandolara et al.(1999) para reunir granitos subvulcanicos, granofiros, riolitos, riodacitos, traquitos e diques de lamprofiros que ocorrem principalmente nas margens do rio Guapore, na localidade de Costa Marques. Um conjunto de sienogranitos equigranulares a porfiriticos, microcliniogranitos, riebeckita-microclinio sienitos, aegirina-augita sienitos e quartzo-sienitos, aos quais se associam termos subvulcanicos como riolitos, traquitos e proporcoes subordinadas de riolitos porfiros, granofiros e microgranitos. A Suite Intrusiva Costa Marques é um conjunto de sienogranitosequigranulares a porfiriticos, microcliniogranitos, riebeckita-microclinio

sienitos, aegirina-augita sienitos e quartzo-sienitos, aos quais se associam termos subvulcanicos como riolitos, traquitos e proporcoes subordinadas de riolitos porfiros, granofiros e microgranitos. Os contatos entre os granitos e as subvulcanicas sao gradacionais, embora ocorram diques sinplutonicos de riolitos intrusivos nos granitos. (CPRM, 2007)

Os riodacitos e riolitos sao os tipos subvulcanicos predominantes e ocorrem preferencialmente na serra da Conceicao. Sao macicos e porfiriticos, dado por fenocristais de Kfeldspato e quartzo com feicoes de corrosao, imersos em matriz microgranular.(CPRM, 2007)

Tabela 03 **–** Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão geológica.

Classes de Vulnerabilidade	Área (Km^2)	Área (%)
Vulnerável	777,71	89,63%
Vulnerável 2	72,28	8,34%
Estável	17,63	2,03%

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

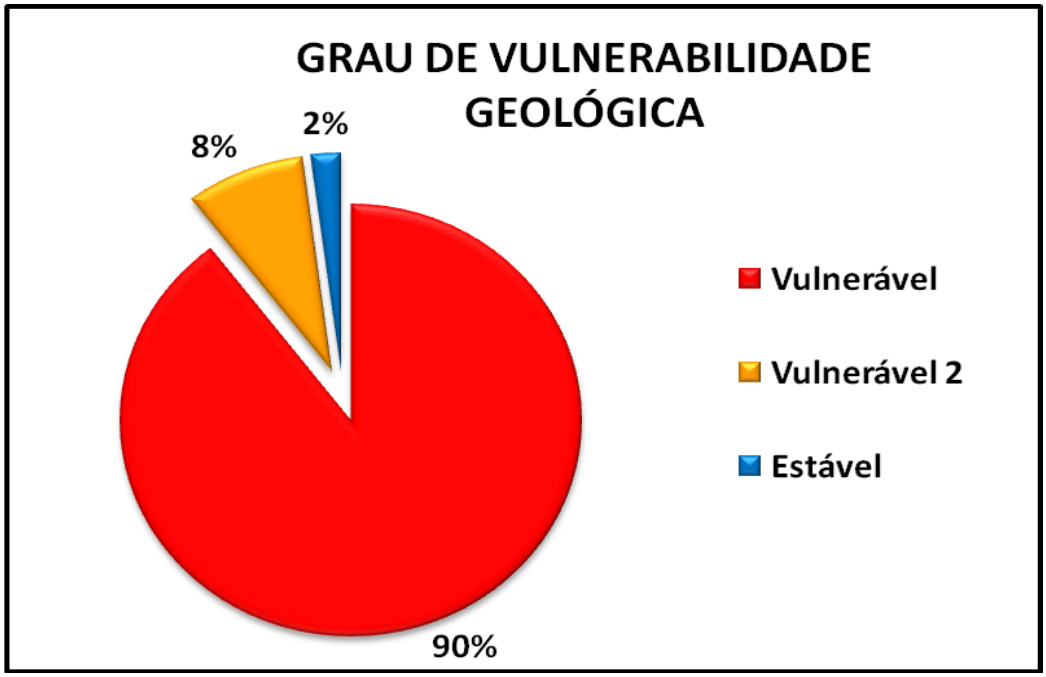
A interpretação dos dados da tabela 03 permite concluir que:

- **89,63 %** da área demarcada para a comunidade CRQ correspondem a **áreas vulneráveis** à erosão, sendo constituídas por áreas Areno Argiloso e siltoso. É classificada como solos sedimentar, localizadas ao longo das faixas da planície de inundação sazonal.

- **8,34 %** da área da comunidade CRQ que corresponde a **vulneráveis 2**. Nessa porção ocorrem formas de solos argilosos e lateriticos, de frágil formação agrupamento de morros e colinas.

- **2,03 %** da área da comunidade CRQ que corresponde a **estáveis,** predominando formas de morros e montanhas. Correspondente as áreas de florestas deciduais aluvionares.

Figura 27 – Gráfico da Distribuição de classes de vulnerabilidade à erosão da geológica.



Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

Na área de maior vulnerabilidade predominam depósitos argilos-arenosos e silticos-arenosos, ricos em concreções ferruginosas; horizonte argiloso/mosqueado, crosta laterítica ferruginosa concrecionária ou colunar além de materiais coluvionares e eluvionares ricos em detritos lateriticos e fragmentos de quartzo. Com presença de coberturas sedimentares indiferenciadas, areia, argila, cascalho e silte, com sistema fluvial meandrante e lacustrino com sedimentos incosolidados com depósitos arenosos marginais e planicies de inundações, sedimentos datados do cenozoico.

Na área considerada estável estão presentes os sienogranito equigranular a porfiroide, microclinio granítico, riebeckita-microclinio sienito, aegirina-augita sienito, quartzo-sienito, microclinio riolito, microclinio traquitos e, em menor proporção riolito, granófiro e microgranito.

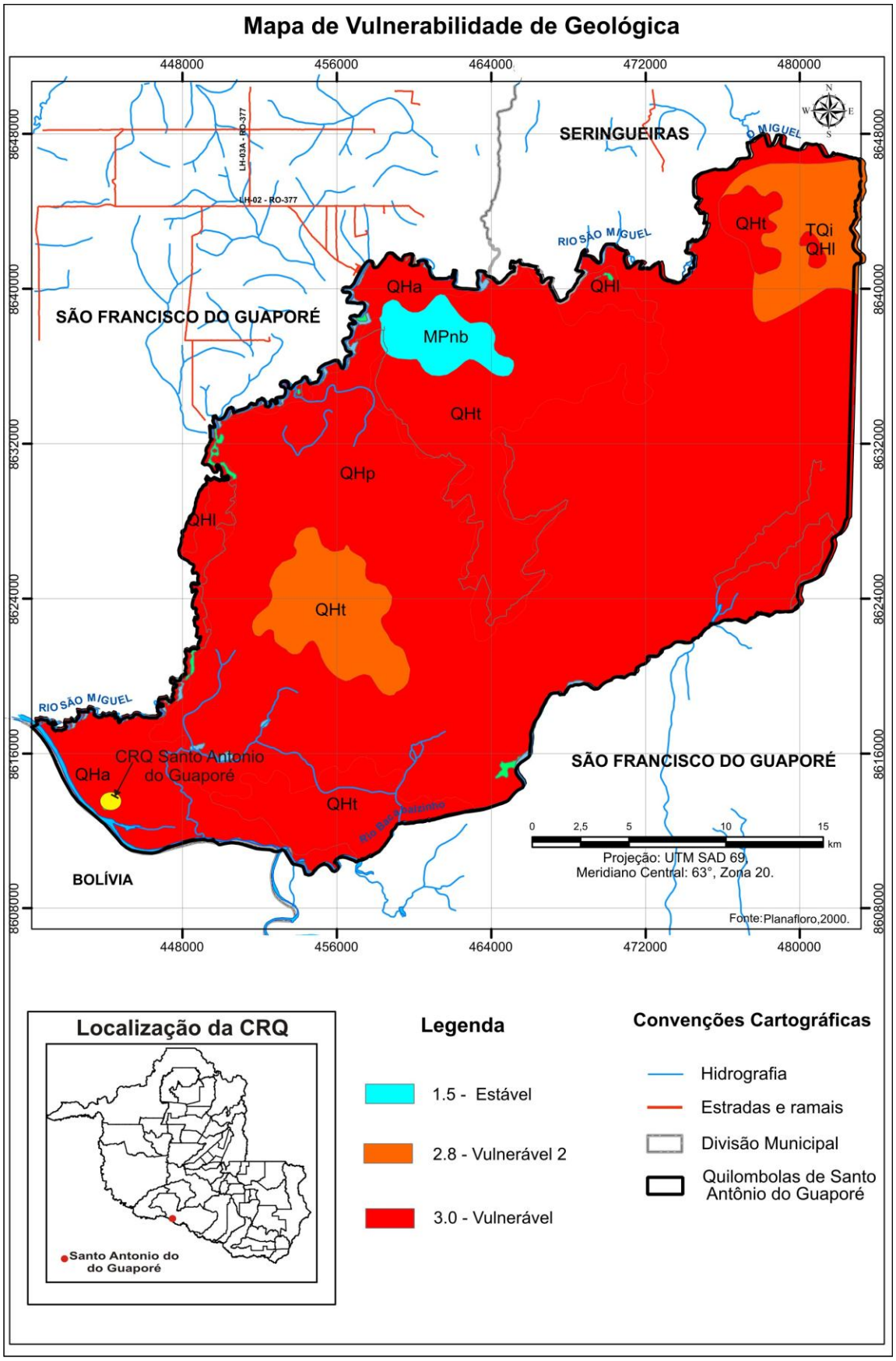


Figura 28 - Mapa de vulnerabilidade Geológica da CRQ.

6.2.3 Cobertura vegetal

A análise da vulnerabilidade à erosão do solo para as classes de cobertura vegetal (Figura 29 e 30) Foi fundamentada pela estudo da densidade da cobertura vegetal ou pelas ações antrópicas proporcionadas ao solo. Desse modo, seguindo metodologia idealizada por Crepani et al. (2001), apresentam-se como áreas mais estáveis aquelas com maior densidade de cobertura vegetal, às quais são atribuídos os menores valores de vulnerabilidade, com por exemplo a vegetação primária.

Outra classificação apresentada pelo autor é para as áreas que apresentam uso da terra com menor densidade de cobertura vegetal, com o exemplo das áreas de reflorestamento e as áreas urbanas, atribuíram-se os maiores valores de vulnerabilidade (Quadro 20). O mapa foi executado a partir da programação em LEGAL (Apêndice A-1).

Quadro 20 **–** Valores de vulnerabilidade à erosão do solo atribuído à cobertura vegetal.

CLASSE DE COBERTURA VEGETAL	**VALORES DE VULNERABILIDADE**	**GRAU DE VULNERABILIDADE**
Áreas de ação antrópica	3.00	Vulnerável
Floresta ombrofila aberta aluvial + Floresta de áreas inundáveis	2.4	Moderadamente Vulnerável
Floresta aberta com palmeira	1.8	Medianamente Estável/Vulnerável
Floresta aberta submontana	1.5	Moderadamente Estável
Floresta ombrofila densa aluvial	1.3	Estável

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

Tabela 04 **–** Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão da vegetação.

Classes de Vulnerabilidade	Área (Km^2)	Área (%)
Vulnerável	57,58	6,64
Moderadamente Vulnerável	441,23	50,85
Medianamente Estável / Vulnerável	42,57	4,90
Moderadamente Estável	51,97	6,00
Estável	274,26	31,61%

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

A interpretação dos dados da tabela 04 permite concluir que:

- **6,64%** da área demarcada para comunidade CRQ correspondente a **áreas vulneráveis** à erosão do solo constituído por área alagadas por maior período do ano. São conhecidos regionalmente como campos naturais alagados, inundáveis, não-consolidados e localizados a baixas cotas altimétricas.

- **50,85%** da área da comunidade CRQ correspondente a **áreas Moderadamente vulnerável** cobertas por áreas de aluvião recente, não-consolidada, submetida a longos períodos de inundação. Como o relevo é plano e com depressões que tornam favoráveis os processos de inundação e colmatagem. Estão presentes em solos heteromórficos, periódica ou permanentemente inundável, em depressões de planícies.

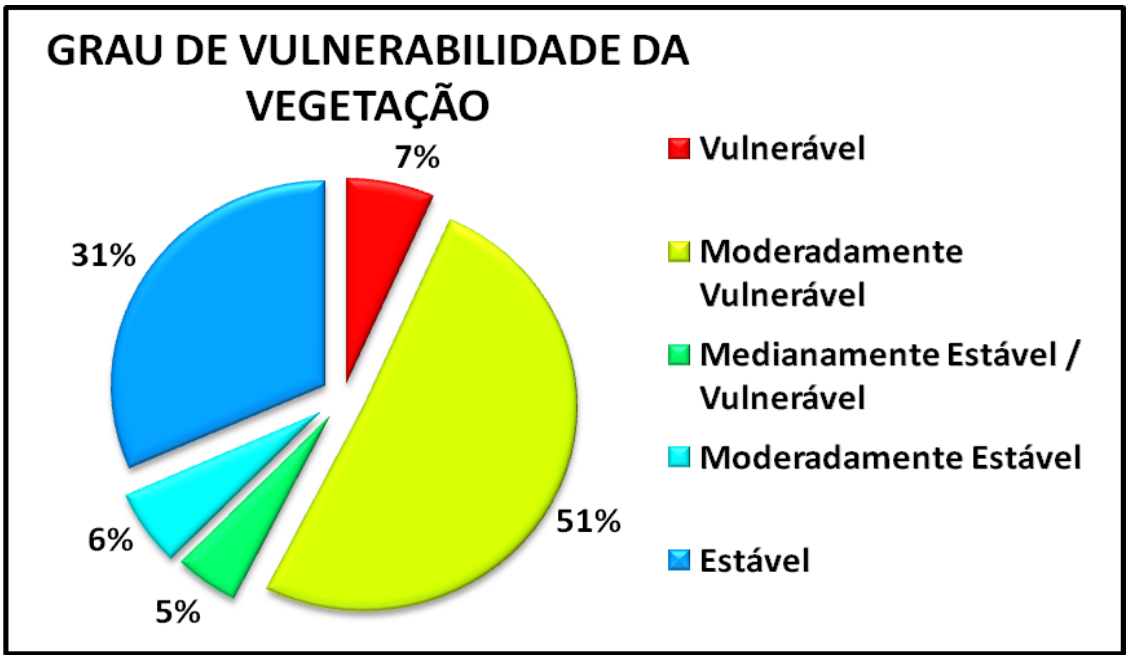
- **4,9%** da área da comunidade CRQ correspondente a **áreas Medianamente estável/vulnerável** nesta área é predominantemente localizada em locais mais baixos e com maior período de inundação é comum a vegetação aberta dominada por buriti.

- **6,0%** da área da comunidade CRQ correspondente a **áreas Moderadamente vulnerável** cobertas por áreas de floresta que cresce em áreas de solos hidromórficos, rasos, mal drenados, em terrenos

planos e nas planícies de inundação de rios com forte sazonalidade, como Guaporé, São Miguel. Estão presentes as grandes florestas aluviais, que geralmente, possuem porte mediano, latifoliadas e sempre-verdes.

- **31,61%** da área da comunidade CRQ correspondente a **áreas Estável** cobertas por áreas de florestas crescem sobre solos de origem hidromórfica, mal drenados e rasos. Podem ficar saturados durante as chuvas de inverno, inundando o terreno, produzindo um relevo irregular. Ocorrem com freqüência nas bacias dos rios de água mais escura, como Guaporé, Cautário e Ouro Preto.

Figura 29 – Gráfico da distribuição de classes de vulnerabilidade à erosão da vegetação.



Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

A cobertura vegetal constitui um dos mais importantes fatores controladores do processo erosivo, tendo em vista a função protetora que a mesma exerce sobre o solo. Sua influência se observa na atenuação da energia cinética da chuva sobre a superfície para a proteção do solo, para a formação de húmus e, consequentemente,no teor e estabilidade de agregados. (IBGE, 2009, p.109)

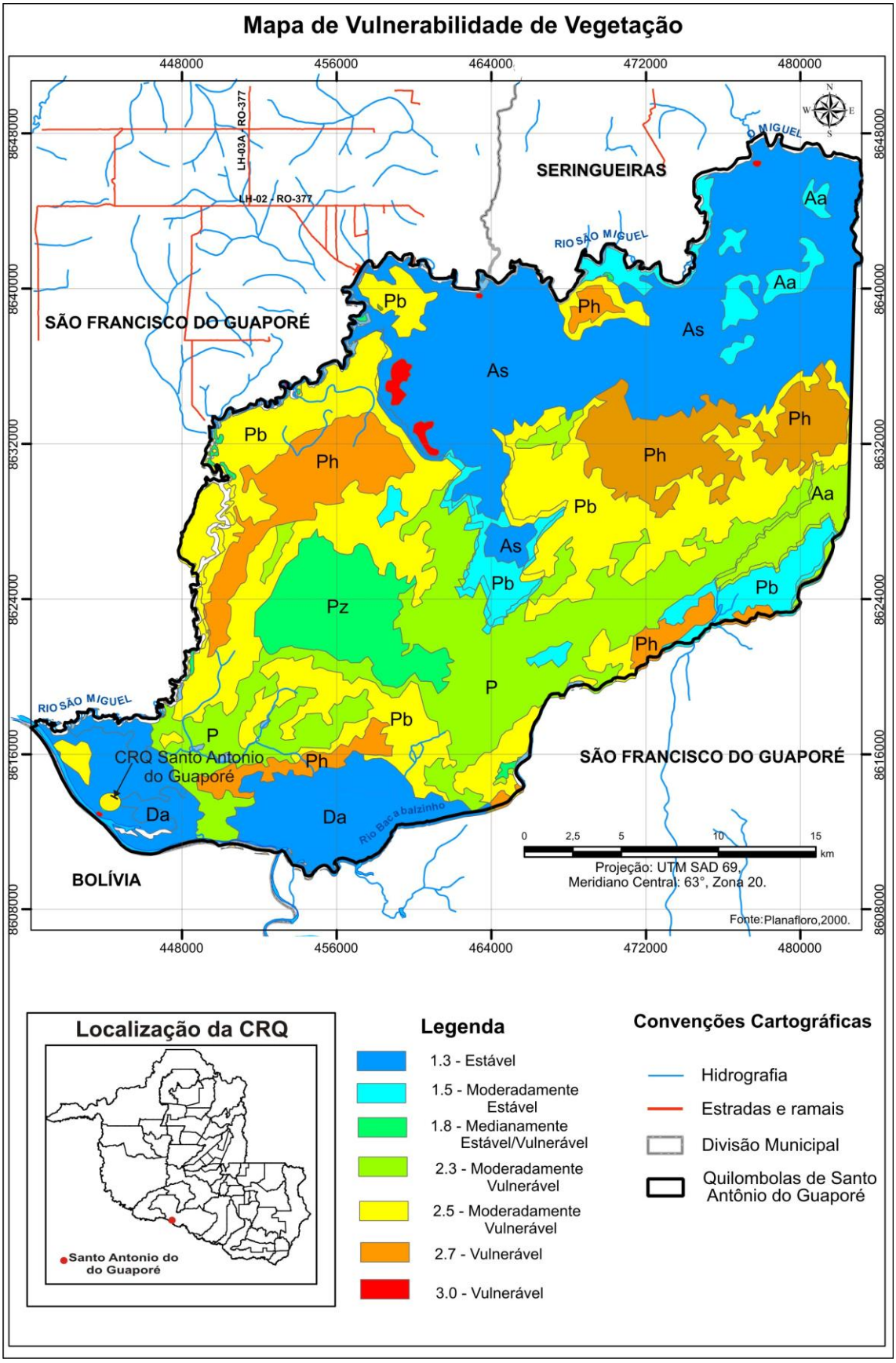


Figura 30 - Mapa de vulnerabilidade da Vegetação da CRQ

6.2.4 Solos

O grau de vulnerabilidade à erosão dos solos foi calculado segundo os critérios de maturidade dos solos. No caso das associações, a vulnerabilidade foi calculada a partir das porcentagens de ocorrência de cada solo na associação.

Para melhor apresentação do grau de vulnerabilidade foi realizada associações de mais de três tipos de solos por tema, numa proporção de 50%, 30% e 10% e para as associações com dois tipos de solos a proporção foi de 60% e 40%. Assim concluída a classificação dos valores de vulnerabilidade, foi elaborada o quadro 21 que mostra os solos e as associações de solos da Comunidade CRQ, as proporções adotadas para o cálculo e o valor de vulnerabilidade à perda de solo atribuído para cada classe de solo.

Quadro 21 **–** Associações de solos e valores de vulnerabilidade atribuídos.

Classe de Solos	**Valores de Vulnerabilidade**	**Grau de Vulnerabilidade**
Glei distróficos e Solos orgânicos	3,0	Vulnerável
Podizólicos vermelho amarelo distrófico e Solos hidromórficos cinzentos	2,0	Medianamente Estável / Vulnerável
Latossolo vermelho amarelo distrófico	1,0	Estável

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

Os solos mais estáveis estão na classificação dos latossolos que são encontrados em grande freqüência na área a NE. São solos bem desenvolvidos, maduros, de elevada profundidade e porosidade.

As associações de latossolos, os podizolicos e os hidromorficos juntos são considerados intermediários na escala de vulnerabilidade. Esses solos se diferenciam pela baixa fertilidade e pelo alto custo que necessita para sua correção, em caso de utilização para agricultura.

Os solos mais vulneráveis encontrados na área são os gleissolos e os orgânicos, considerados jovens e de pequena profundidade (Figuras 31 e 32).

Tabela 05 **–** Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão do solo.

Classes de Vulnerabilidade	Área (Km^2)	Área (%)
Vulnerável	669,83	77,20%
Medianamente Estável / Vulnerável	178,76	20,60%
Estável	19,04	2,2%

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

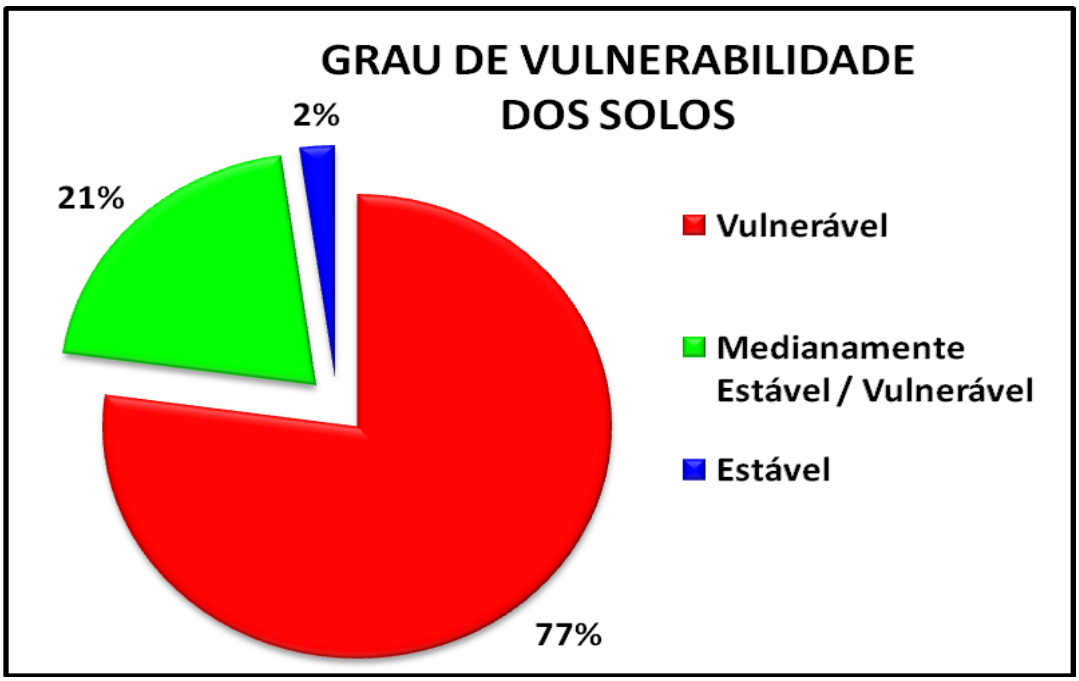
A interpretação dos dados da tabela 05 e da Figura 32 permite concluir que:

- **77,20 %** da Comunidade CRQ corresponde a áreas **vulneráveis** à erosão, com Solos jovens de deposição recente, com deficiência de drenagem que os torna uma área vulnerável. Geralmente são solos mal drenados e muito ácidos, pouco profundos e de textura argilosa. Estas áreas são áreas que ocorrem alagamento.

- **20,60 %** são áreas **medianamente estáveis/vulneráveis**, com solos que ficam inundados no período das chuvas e possuem baixa fertilidade natural, mas são bem drenados. A fertilidade natural é baixa, pois necessitam de correção e adubação para uso agrícola.

- **2,2 %** da área da Comunidade CRQ corresponde a áreas **estáveis**. Com baixo conteúdo de matéria orgânica, sendo encontrados geralmente em solos envelhecidos e superfícies estáveis (latossólico) ocorrem os Latossolos Vermelho Amarelos, que são solos de perfil profundo, mas de fertilidade natural baixa e saturação também baixa.

Figura 31 – Gráfico da distribuição de classes de vulnerabilidade à erosão dos solos.



Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

Aproximadamente 77% dos solos da área de estudo são gleissolos e solos orgânicos considerados frágeis, saturados pelo lencol freático no período chuvoso, com sete meses de duração onde se concentram mais de 90% da precipitação anual. Os solos glei da área são em sua maioria mal drenados e argilosos. Segundo IBGE, 2007, horizonte glei trata-se de horizonte fortemente influenciado pelo lençol freático e regime de umidade redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano, ou pelo menos por um longo período, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica.

Solos hidromórficos, concentram-se na parte NE, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro de 150 cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A = Horizonte mineral, superficial ou em seqüência a horizonte ou camada O ou H, de concentração de matéria orgânica decomposta e perda ou decomposição principalmente de componentes minerais.

Os Latossolos com saturação por bases baixa (V< 50%) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

A associação de solos é um grupamento de unidades taxonômicas definidas, associadas geográficamente e regularmente num padrão de arranjamento definido.

É constituída por classes de solos distintos, com limites nítidos ou pouco nítidos entre si, que normalmente podem ser separados em levantamentos de solos mais pormenorizados. A associação é estabelecida, principalmente, pela necessidade de generalizações cartográficas, em função da escala e do padrão de ocorrência dos solos de uma área. Sua designação é feita pela junção dos nomes de duas ou mais classes de solos e/ou tipos de terreno ligados pelo sinal (+).(IBGE, 2007, p.125)

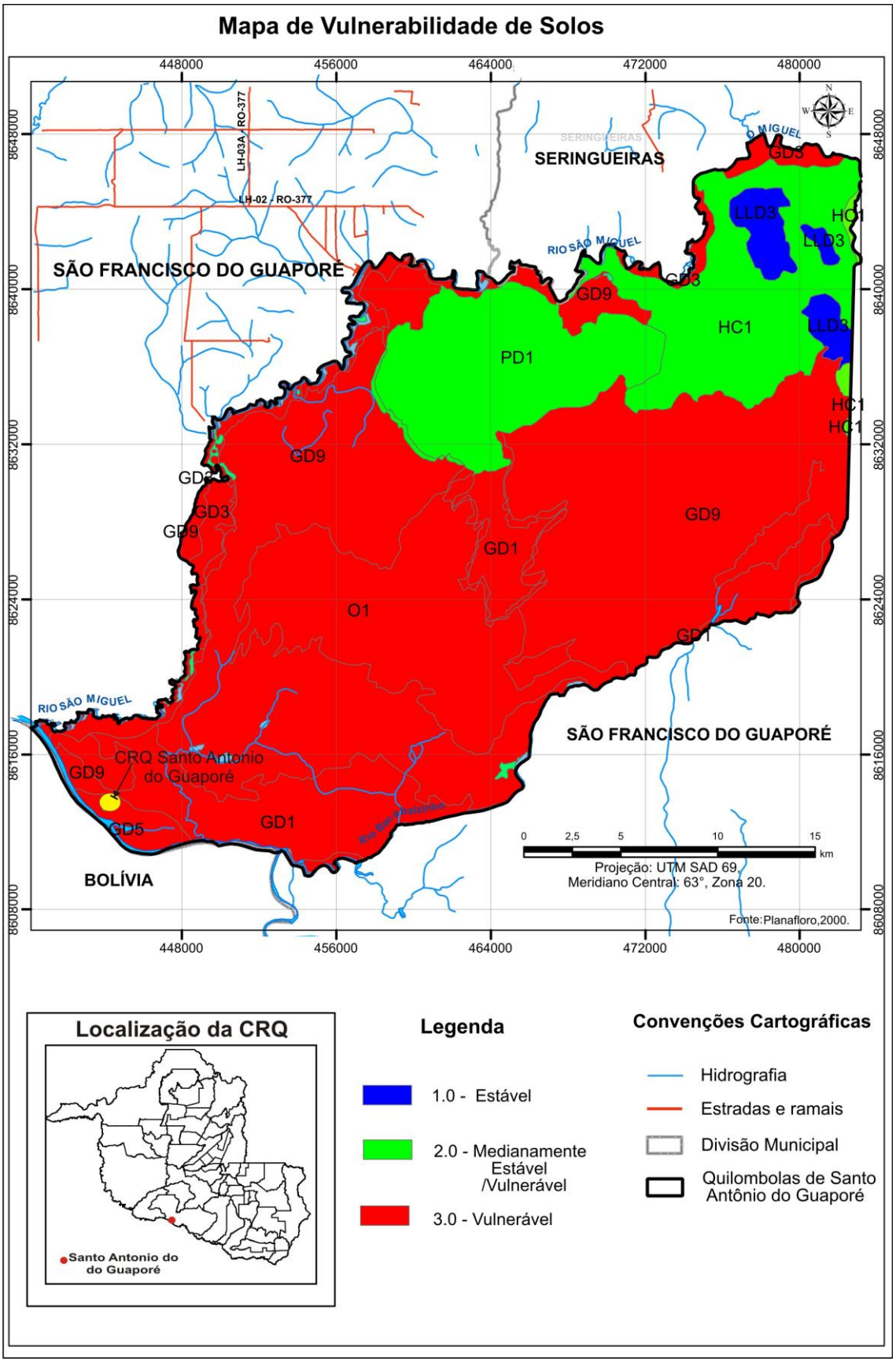


Figura 32 - Mapa de vulnerabilidade do Solo da CRQ

6.2.5 Clima

O grau de precipitação é o critério utilizado para se atribuir valores de vulnerabilidade ao tema clima (Figura 27).

Na região em que se localiza a comunidade CRQ, possui um clima brasileiro predominantemente tropical, com o domínio de baixas altitudes que acarretam em temperaturas mais elevadas, mas com períodos de temperaturas mais amenas no inverno.

Deste modo, a região apresenta uma superfície aplainada com poucas ondulações, facilitando com isso, a erosão do solo, associado ao intemperismo físico e as condições climáticas relativamente estáveis, com grandes níveis de precipitação (Quadro 22).

Quadro 22 **–** Valores de vulnerabilidade atribuídos ao Clima.

CLASSE CLIMA	VALORES DE VULNERABILIDADE	GRAU DE VULNERABILIDADE
1.500 MM/ANO	1,7	Moderadamente Estável

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

A tabela 06 e a figura 33 mostram que 100% da área da comunidade CRQ apresenta classe vulnerável à erosão com valor de 1,7.

Tabela 6 **–** Distribuição de classes do mapa de vulnerabilidade à erosão climática.

CLASSES DE VULNERABILIDADE	ÁREA (KM^2)	ÁREA (%)
Moderadamente Estável	867,63	100%

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

A interpretação dos dados da tabela 6 e figura 28 permite concluir que:

- **100 %** são áreas **moderadamente estáveis**, a media de precipitação da área de estudo está de acordo com o do estado onde nos meses de junho, julho e agosto é inferior a 50 mm/mes e a média anual varia entre 1.400 a 2.100mm/ano; a média anual da temperatura do ar varia entre 24 e 26°C. prevalecendo 1500 mm/ano[10]. Pois no decorrer do ano, ocorrem duas estações bem definidas: chuvosa, com sete meses de duração, compreendido entre outubro e abril, em que se concentram mais de 90% da precipitação anual; seca, com chuvas escassas, entre os meses de junho e agosto. Os meses de maio e setembro são os meses de transição entre um regime e outro.

[10] Segundo dados do Boletim Climático SEDAM (2007), do Núcleo de Sensoriamento Remoto e Climatologia.

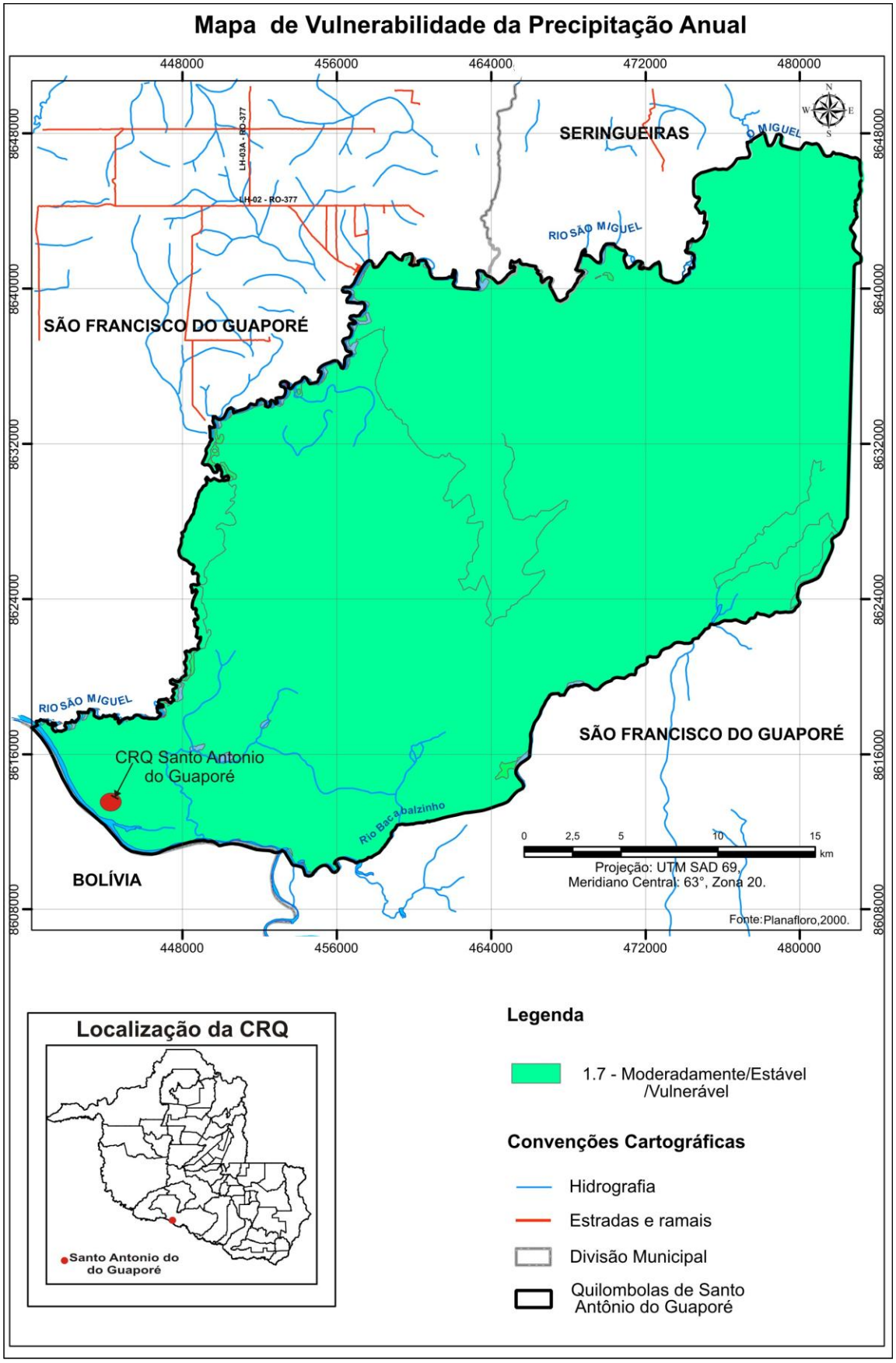


Figura 33 – Mapa de Vulnerabilidade do Clima da CRQ

6.3 Integração dos dados gerados

6.3.1 Mapa síntese de vulnerabilidade à erosão do solo

Através da aplicação da tabela de vulnerabilidade/estabilidade atribuídos a cada tema (geomorfologia, geologia, vegetação, solos e clima) utilizando a programação LEGAL/SPRING foi possível determinar os valores de vulnerabilidade para cada unidade temática. Esses valores possibilitaram caracterizar os graus de vulnerabilidade à erosão do CRQ Santo Antonio (Figura 34).

Pela análise do mapa constatou-se que 70,14% da área do CRQ Santo Antonio é considerado medianamente estável/vulnerável, 26% moderadamente estável, 3,86% estável (Tabela 07 e Figura 35).

As regiões mais vulneráveis à erosão na CRQ estão locadas em áreas com maior grau de dissecação, com solos mais jovens e de intenso uso. Já as áreas com menor grau de vulnerabilidade, são as áreas alagadas (Planícies aluviais), encontram-se sobre os solos tipo glei como também latossolos.

Tabela 07 **–** Distribuição de classes do mapa síntese de vulnerabilidade à erosão no CRQ Santo Antonio.

Classes de Vulnerabilidade	**Área (Km^2)**	**Área (%)**
Medianamente Estável / Vulnerável	608,54	70,14%
Moderadamente Estável	225,61	26,00%
Estável	33,48	03,86%

Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

São consideradas **áreas prioritárias para preservação ou recuperação** aquelas que apresentam vulnerabilidade mais alta, neste estudo as áreas **medianamente estável / vulnerável** e ainda não foram ocupadas por atividades agrícolas, ou apresentam estágios avançados de sucessão secundária.

As áreas **moderadamente estáveis** apresentam vulnerabilidade mais baixa, são indicadas para o **uso e exploração**, desde de que em concordância com a legislação e com **ações conservacionistas** no tocante a exploração do solo.

A vulnerabilidade à erosão do solo e vegetação/uso da terra associadas diferentes combinações permitiram uma hierarquização das prioridades que se constituiu pelo grau de vulnerabilidade encontrado nas diferentes classes prioritárias para preservação, recuperação ou uso sustentado.

A interpretação dos dados da Tabela 07 permitiu concluir que:

- A maior parte de área da comunidade CRQ, **70,14 %,** abrangendo quase a totalidade da área em estudo, corresponde a áreas **medianamente estáveis/vulneráveis** ocupadas com diferentes tipos de uso da terra, sendo recomendado para priorizar a aplicação de práticas conservacionistas no uso da terra. Pois, nesta grau de vulnerabilidade, encontram-se as áreas medianamente estáveis/vulneráveis cobertas por florestas primárias, que sofrem alagamentos, tornando necessário o controle rigoroso do manejo.

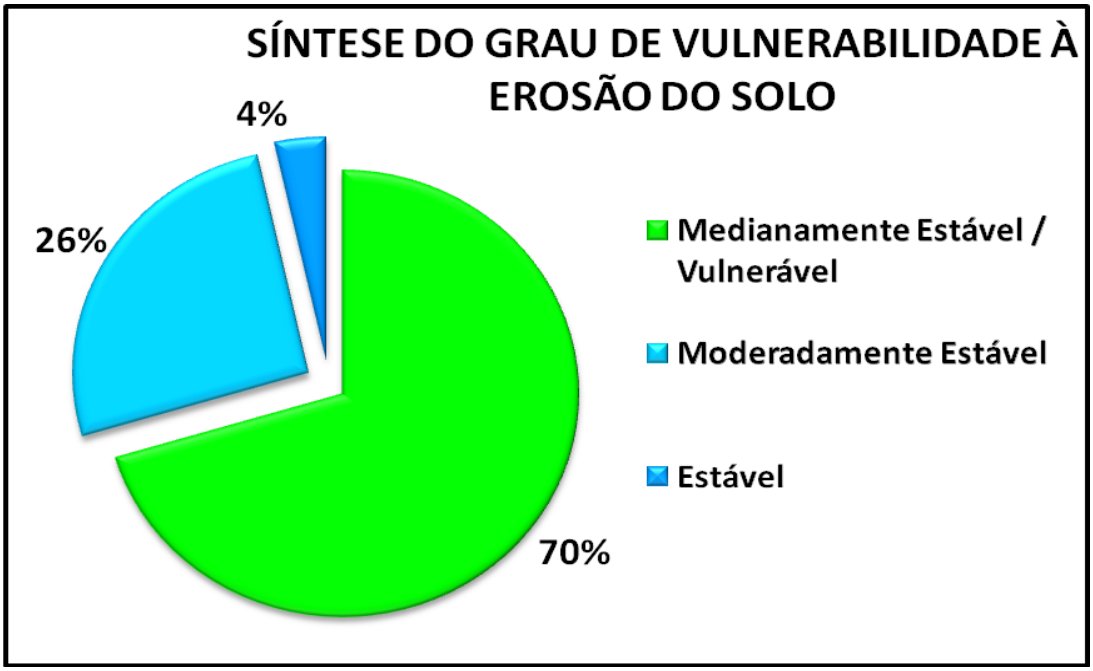
- **26,00 %** da área da comunidade CRQ, na porção norte em sua maioria, e uma pequena porção ao sul da área de estudo, corresponde a **áreas moderadamente estáveis** cobertas por sucessão de formação pioneira com grande presença de palmeiras, são de frágil manejo, sua utilização é considerada restrita a agricultura. Dentro dessa faixa, encontram-se também floresta primária, que podem ser exploradas, desde que, com aplicação de práticas corretas de manejo florestal, obedecendo a legislação ambiental.

- Somente **3,86 %** da área da comunidade CRQ corresponde a **áreas estáveis** cobertas por sucessão secundária, que podem ser prioritariamente utilizadas na ampliação da fronteira agrícola,

seguindo a legislação pertinente e com aplicação de práticas conservacionistas. Essas áreas estão localizadas na porção ao norte da comunidade CRQ.

O mapa síntese de Vulnerabilidade à Erosão do Solo do CRQ Santo Antonio foi executado a partir do seguinte programa em LEGAL:

Figura 34 – Gráfico da síntese das classes de vulnerabilidade à erosão do solo.



Fonte: Elaborado a partir dos resultados gerados pela programação LEGAL/SPRING.

Após a aplicação da geoestatistica com o uso de ferramenta de geoprocessamento os dados de geormorfologia 89%, geologia 90%, vegetação 7%, solos 77% destacam-se como vulneráveis e o clima 100% moderadamente estável/vulnerável. Concluindo-se que a integração dos dados leva em consideração o relevo, solo, declividade e altitude.

Na geomorfologia a presença de áreas mais elevadas gerou a classificação como moderadamente estável com presença de quartzo e xistos, os terraços, áreas alagadas e planícies inundáveis são caraterizados como vulnerável.

Na geologia os depósitos pantanosos com inundações sazonais aparecem como vulneráveis, são solos frágeis, mal drenados e argilosos com

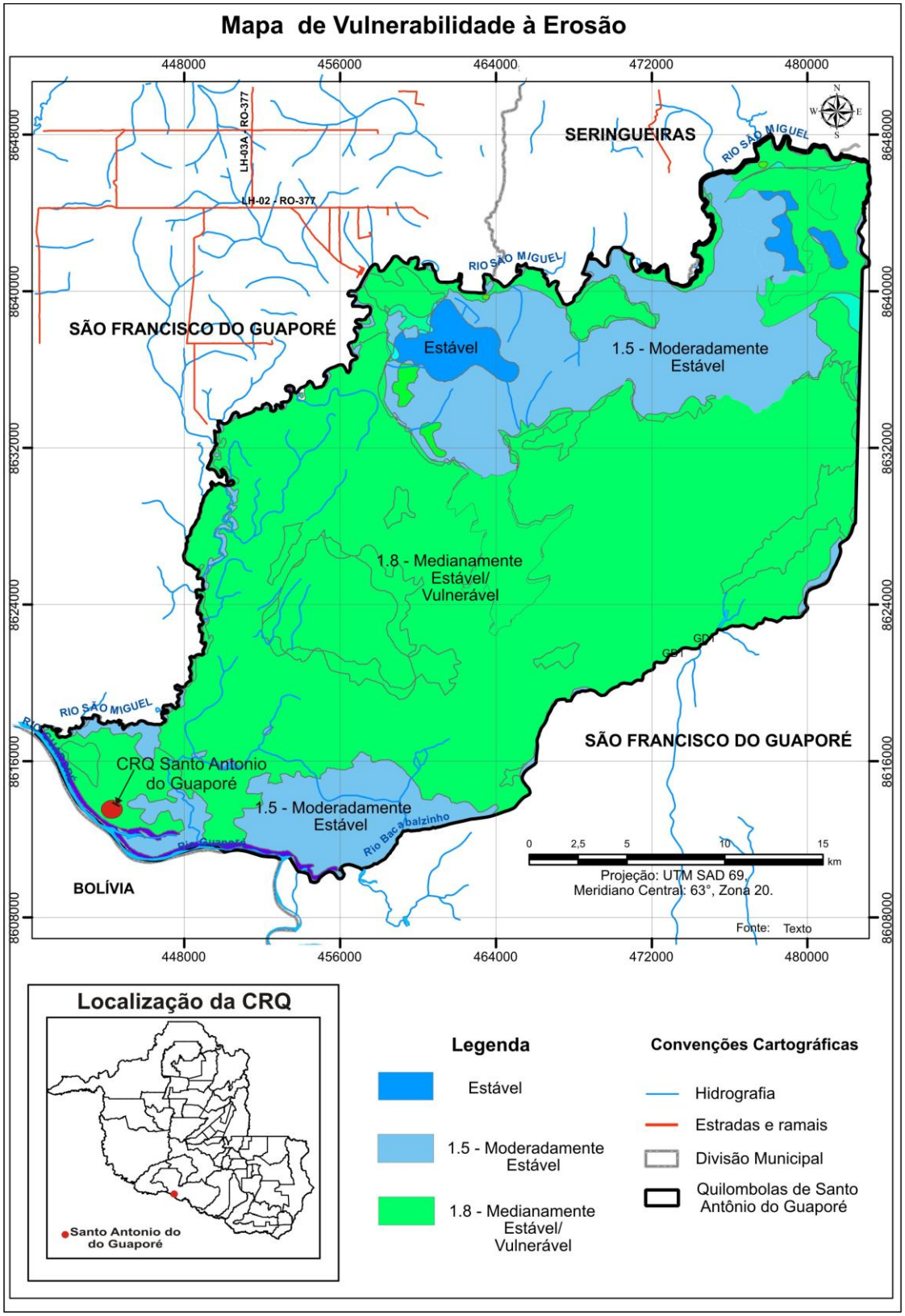


Figura 35 – Mapa de Síntese de Vulnerabilidade à erosão do Solo da CRQ

Quadro 23 - Síntese da Comunidade Quilombola de Santo Antônio do Guaporé - Rondônia

GEOLOGIA	GRAU	GEOMORFOLOGIA	GRAU	SOLOS	GRAU	VEGETAÇÃO E USO	GRAU	CLIMA	GRAU
NP1ycm	Estável	A13	Vulnerável	GD	Vulneravel	Aa	Moderadamente Estavel	1500 mm/ano	Moderadamente Estavel
Q2a	Vulnerável	A14	Vulnerável	HC	Medianamente Estável/vulnerável	As	Estável		
N2Q1g(pa)	Vulnerável	A211	Vulnerável	LLD	Estavel	Ca	Moderadamente Vulnerável		
NQdl	Vulnerável	A221	Vulnerável	O	Vulnerável	Da	Estável		
NQi	Vulnerável	A222	Vulnerável	PD	Medianamente Estável/vulnerável	P	Moderadamente Vulnerável		
		A31	Vulnerável			Pb	Moderadamente Vulnerável		
		A32	Vulnerável			Ph	Moderadamente Vulnerável		
		D2311	Moderadamente Estavel			Pz	Vulnerável		
		D2321	Moderadamente Estavel			00	Vulnerável		
		D31	Moderadamente Vulnerável						

necessidade de indicação de uso. As áreas estáveis são áreas com dissecação baixa a media com agrupamentos de morros e colinas.

Os solos mal drenados franco, moderamente drenado argiloso e mal drenados argilosos se concentram nas faixas dos rios onde o solo é saturado por até sete meses ao ano, com baixa fertilidade natural e ocorrem em relevo plano. Os solos orgânicos se concentram nas várzeas dos rios. Floresta Ombrófila Aberta Aluvial / Floresta de Áreas Inundáveis cresce em áreas de solos hidromórficos, rasos, mal drenados, em terrenos planos de até 100 m de altitude e nas planícies de inundação de rios com forte sazonalidade como o Guaporé, São Miguel, Corumbiara e Cautário. A topografia é acidentada, com pequenas formações erosivas. (ZSEE, 1999, v 1 p.24)

Nas áreas medianamente estável/vulnerável apresenta-se solos bem drenado argilosos e neossolos hidromorficos que permanecem inundados no período chuvoso com presença de graminoides, formação pioneira arbustiva e arbórea localizados em depressões e planícies..

Buritizal são comuns em áreas úmidas e pantanosas localizadas nas depressões em zonas de planícies dos principais rios do estado; principalmente nas nascentes de rios como o Corumbiara, Mequens e São Miguel. Ocorrem em baixas altitudes até 100 m. (ZSEE, 1999, v 1 p.28)

Na analise e cruzamentos dos dados os resultados são de áreas medianamente estáveis/vulneráveis sendo a maioria localizada em áreas alagadas e formação pioneira tanto de influencia aluvial e fluvial e a presença de graminóide e buritizal em terraço fluvial e planícies aluviais.

Nas áreas estáveis predominam solos de perfil profundo e bem desenvolvidos com coberturas sedimentares e em áreas moderamente estável com presença de florestal estacional decidual aluvial que se desenvolve sobre solos hidromórficos aluviais com baixa capacidade de retenção hídrica, especialmente em planícies e nos meandros abandonados de rios, em altitudes de até 100 m e floresta ombrófila aberta submontana que crescem sobre solos antigos, rasos, fortemente intemperizados, com afloramento de rochas e seixo superficial. A topografia é declivosa (até 40°).

CAPITULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, depois de observados e analisados, constataram-se, ou não, as melhores condições de exploração das áreas para utilização ou atividades conservacionistas, seguindo o propósito planejado a ser alcançado.

Todos os resultados foram alcançados com a aplicação das ferramentas disponíveis no software SPRING e na programação LEGAL, para a identificação das áreas com maior grau de vulnerabilidade à erosão do solo na comunidade CRQ, visando produzir informação que subsidie a gestão do território.

Em grande parte do empenho empregado neste estudo foi com o propósito de evitar ou prevenir a degradação ambiental da área da CRQ, ou mesmo promover uma melhor utilização deste território, produzindo o mapeamento da vulnerabilidade ambiental à erosão do solo da área que compreende a comunidade CRQ, e assim poder-se-á trabalhar ações, que serão dirigidas com mais critérios, no que diz respeito aos cuidados com a ocupação do solo.

Possíveis Aplicações:

A aplicabilidade dos mapas produzidos por esta pesquisa podem ser de diversas formas utilizados, pois a combinação de suas avaliações podem ser aplicados à parte para varias finalidades, como:

- Definição de áreas críticas correlacionando ao seu grau de vulnerabilidade, em comparação com sua utilização;
- Mudanças de uso e ocupação do solo, em comparação com o uso atual;
- Identificação das áreas com necessidade de conservação ou proteção;

- Definição de áreas com potencial de exploração de múltiplas atividades;
- Indicações das áreas de melhores condições de aproveitamento, visando a um desenvolvimento sustentado do território.

O Mapa final de Vulnerabilidade à Erosão do Solo da CRQ pode ser usado como subsídio à política do meio ambiente do estado de Rondônia, com o propositor de orientar a ocupação e uso do solo, indicando as áreas que necessitam ser preservadas, das áreas que devem ser recuperadas e das áreas que podem ser utilizadas para diversos usos também pode ser muito bem aplicado, como instrumento de fiscalização para impedir novos desmatamentos, apesar da área em questão não apresentar índice alarmante neste quesito, pode ser usado como um guia na tomada de decisões como documento de consulta para identificação das áreas criticas, e assim aplicar sanções das legislações.

Desta maneira, detentor do conhecimento do ambiente e das informações que estão disponíveis, os gestores ambientais podem enfrentar os problemas e desafios, atuais e futuros, dos problemas causados pelo uso e ocupação do solo da CRQ, e assim alcançar um desenvolvimento sustentável da área.

CAPITULO 8

CONCLUSÕES

Diante do trabalho ora apresentado, e dos resultados alcançados pode-se concluir que as técnicas de Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e SIG mostraram-se muito eficientes no mapeamento do grau de erosão do solo da CRQ. Deste modo, a metodologia aplicada permitiu a apreensão dos processos formadores da paisagem, bem como das formas de ocupação desta área.

Na porção SO onde se localiza a vila, observa-se as áreas ocupadas com lavouras temporárias e permanentes, cultura de plantas de curta e média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixa o terreno disponível para novo plantio. Dentre as culturas destacam-se a tubérculos e hortaliças. Inclui ainda as plantas hortícolas, floríferas, medicinais, aromáticas e condimentares de pequeno porte, a lavoura semipermanente como a mandioca, bem como as culturas de algumas forrageiras destinadas ao corte. Na maior parte dos espaços as culturas estão centradas nos cultivos de mandioca, milho, feijão e tubérculos. Via de regra, correspondem a estabelecimentos de até 10 ha, podendo eventualmente chegar aos estratos de até 50 ha, empregam tecnologia rudimentar e mão-de-obra basicamente familiar. Normalmente sua produção tem significado econômico, social, ambiental e político em escala regional ou local e não conseguem se inserir ou competir com os agronegócios.

Utilizam o plantio direto e rodizio de terra e o emprego de fogo no preparo e limpeza de lavouras.

O *software* SPRING 5.0/INPE permitiu o pleno desenvolvimento de todas as etapas deste trabalho, associadas aos métodos de processamento de imagens utilizados na elaboração da carta imagem foram indispensáveis na distinção das feições que possibilitaram a interpretação das imagens de

satélite. A utilização das imagens-fração, criadas pelo modelo linear de mistura espectral, mostrou-se eficiente na separação de classes de cobertura vegetal e uso da terra, o que proporcionou ao classificador maior eficiência na distinção das classes e feições, traduzindo uma realidade precisa da área.

Com o resultado da classificação dos vários mapas temáticos básicos para o zoneamento, em relação à vulnerabilidade natural a erosão, é possível conhecer as áreas que apresentão alto risco de erosão, assim como também as áreas potencialmente estáveis, podendo-se planejar com maior segurança, o melhor tratamento a ser dado a essas áreas para um uso e ocupação atual e futuras, respeitando a sustentabilidade e as limitações do meio físico natural.

Dos 867,63 km2 mapeados do CRQ, aproximadamente 70,14% localiza-se em áreas de alta instabilidade ambiental; 26% em áreas consideradas moderadas para uso, ou uso com restrições; e apenas 3,86% podem ser consideradas áreas estáveis, de uso sem restrições. Isso demonstra que os usos e a ocupação nessa área pertencente à comunidade precisam ser bem avaliados antes de serem utilizados pelos moradores.

Nas unidades definidas como “Moderadamente Estável e medianamente estável/vulnerável”, o relevo e a geologia são as características físicas principais na determinação da vulnerabilidade natural. Essas áreas caracterizam-se pela presença principal de material do tipo Cobertura Sedimentar Indiferenciada (TQi) e Sedimentos Aluvionares Cenozóicos (QHa) e associações de solos de tipo Glei Distrófico + solos hidromofrficos cinzentos, além de uma cobertura vegetal predominantemente composta por uma Formação Pioneira Fluvial Arbustiva (Pb) e uma Floresta Ombrófila Aberta Submontana (As) interrompida por Áreas deltas e cones. Predominam formas de relevo do tipo Áreas Alagáveis (A.1.4) junto com Planícies Inundáveis de Rios Principais (A.3.1) e Secundários (A.3.2).

Analisando-se a importância relativa de cada um dos fatores considerados na determinação da vulnerabilidade, em toda a área, conclui-se que o fator que apresenta uma maior contribuição à estabilidade da paisagem é o clima, seguido pela cobertura vegetal existente na região. Essa vegetação natural, composta de diversos tipos de floresta ombrófila aberta, encontra-se conservadas, caracterizando-se, conseqüentemente, “áreas alagadas”, que

elevam a vulnerabilidade (por exemplo, unidades medianamente estável/vulnerável).

Nas unidades pertencentes à categoria “Moderadamente Vulnerável”, cabe destacar que a grande instabilidade das paisagens naturais relaciona-se, em grande medida, à magnitude e frequência dos processos fluviais de erosão e de acumulação de materiais aluviais pouco resistentes (sedimentos aluvionares) e à presença de diversas classes de solos de tipo neossolos e gleissolos. Conseqüentemente, estas se localizam principalmente nas áreas pertencentes às planícies fluviais.

Diante do exposto, é de suma importância a necessidade de preservação da cobertura vegetal existente, já que, sem ela, os solos, litologias e depósitos sedimentares se apresentariam extremamente frágeis ante a erosão hídrica.

Podemos concluir que com o uso das ferramentas de Geoprocessamento, a manipulação e a análise de bases de dados digitais para geração de cartas de Vulnerabilidade Natural à Erosão e a execução de zoneamentos ambientais, como subsídio à gestão territorial, é possível obter resultados de ótima precisão e confiabilidade. Além do que novas informações podem ser integradas de maneira rápida e eficiente no sistema.

BIBLIOGRAFIAS

AB'SABER, A. **Zoneamento ecológico da Amazônia**: questões de escala e método. Brasília, CEPAL/IPEA, 1987.

ALBUQUERQUE, T.R.S. de. **Indicadores Municipais**. Rondônia, 2006. Disponível em: <http://www.seplan.ro.gov.br/imagens>. Acesso em: 20 maio 2008.

ALMEIDA, H.G. de. **Projeto de Mapeamento Geológico / Metalogenético Sistemático. São Luís SW/NW:** Folhas SA.23-V e SA.23-Y. Estados do Pará e Maranhão. Brasília: CPRM, 2000. 1 CD-ROM

ALMEIDA-FILHO, R.; SHIMABUKURO, Y.E. Digital processing of a Landsat-TM time series for mapping and monitoring degraded areas caused by independent gold miners, Roraima State, Brazilian Amazon. **Remote Sensing of Environment**, v 9, p.42-50, 2002.

ARAÚJO, M. **Insurreição de escravos em Viana**. São Luís: SIOGE, 1994.

ARAÚJO, Z. Contribuição da obra de Décio Freitas ao entendimento da epopéia palmarina e sua importância na formação da sociedade brasileira. In: FREITAS, D. **República de Palmares**: pesquisa e comentários em documentos históricos do século XVII. Maceió: EDUFAL; IDEÁRIO, 2004.

ASSAZ, E.D.; SANO, E.E. **Sistemas de informações geográficas:** aplicações na agricultura. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998.

ATLAS geoambiental de Rondônia. 2.ed. Porto Velho: SEDAM, 2002. 141p.

BANDEIRA, M.L. **Território negro em espaço branco.** Brasília: Ed. Brasiliense, 1988.

BARBOSA, C.C.F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1997.

BARROS, A. Erosão, criação e lavoura. **Primavesi**, n. 18, 1952.

BECKER, B.K.; EGLER, C.A.G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Brasília: SAE/MMA, 1997.

BENJAMIN, R. **A África está entre nós**. São Paulo: Grafiset, 2004.

BERRY, J.K. "Fundamental operations in computer-assisted map analysis ". **International Journal of Geographical Information Systems**, v.1, n.2, p. 119-136, 1987.

BIZZI, A.L. et al. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil:** Sistema de Informações Geográficas-SIG: mapas na escala 1:2.500.000. Brasília: CPRM, 2001. 4 CD-ROM's.

BONHAM-CARTER, G.F. **Geographic information systems for geoscientists**: modelling with GIS. Kidlington: Elsevier Science, 1994. 398p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SD-20 Guaporé**. Rio de Janeiro : MME/DNPM, 1979. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 19).

BRASIL. Ministério da Cultura. Fundação Cultural Palmares. **Comunidades Quilombolas.** Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/?page_id=88&estado=RO>. Acesso em: 20 maio 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Uma história do povo Kalunga**. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagens Landsat TM 5 (ProjetoPRODES).** Disponível em: < http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 10 set. 2009.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Quilombolas.** Disponível em: <http://www.incra.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=category &layout=blog&id=252&Itemid=274>. Acesso em: 20 maio 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002. **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente**. Brasília: CONAMA, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 abr. 2008.

BRONDIZIO, E.S.; MORAN, E.F.; MAUSEL, P.; WU, Y. Dinâmica da vegetação do Baixo Amazonas: análise temporal do uso da terra integrando imagens Landsat – TM, levantamento florístico e etnográfico. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba**. Anais**. São José dos Campos: INPE, 1993a. v.2, p. 38-46.

BRONDIZIO, E.S.; MORAN, E.F.; MAUSEL, P.; WU, Y. Padrões de assentamento caboclo no baixo Amazonas: análise temporal de imagens de satélite (Landsat TM) para estudos da ecologia humana de populações da Amazônia. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, Curitiba. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1993b. v.1 p. 16-26.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1987. 193p.

BURROUGH, P.A.; MCDONNELL, R.A. **Principles of geographical information systems.Spatial Information Systems and Geostatistics**. Oxford: University Press, 1998. 333p.

CALLADO, R. **A Utilização do geoprocessamento para determinação de unidades ecodinâmicas**: subsídios ao planejamento ambiental. 2003. 124p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para banco de dados geográficos.** 1995. 265p. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Fundamentos de geoprocessamento**. [s.l.]: INPE, 1999.

CÂMARA, G.; FREITAS, U. Perspectivas em sistemas de informação geográfica. **Fator GIS**, v. 3, n. 10, p. 31 - 34, jul/ago/set. 1995.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. **Geoprocessamento para projetos ambientais - Tutorial**. São José dos Campos: INPE, 1996.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, E.J.C.P. "SPRING: integrating remote sensing and GIS with object-oriented data modelling." **Computers and Graphics**, v.15, n.6, p.13-22, 1996.

CASANOVA, M.A. **Bancos de dados geográficos**. Curitiba: MundoGeo, 2005. 506p.

CASTRO, A.G. **Técnicas de sensoriamento remoto e sistemas geográficos de informações no estudo integrado de bacias hidrográficas**. 1992. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1992.

CENTRO DE CULTURA NEGRA DO MARANHÃO. Projeto Vida de Negro. **Terras de preto no Maranhão**: quebrando o mito do isolamento. São Luís, 2002. (Coleção Negro Cosme, v.3).

CORRÊA, A. C. B. ; AZAMBUJA, R. N. . **Avaliação qualitativa em micro-escala da estabilidade da paisagem em áreas sujeitas a desertificação no ambiente semi-árido do Nordeste do Brasil.** In: XI Simnpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: Geografia, Tecnociência, Sociedade e Natureza, São Paulo. Anais do XI Simnpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo. 2005.

CPRM-Serviço Geologico do Brasil, **Zoneamento ecológico-econômico Brasil-Bolívia, Eixo rio Abunã-vale do Guaporé**, Programa de ações estratégicas para a Amazonia Brasileira-PRODEAM, v.1 textos, Porto Velho, 2000.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: SAE/INPE, 2001.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S. de; AZEVEDO, L.G.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico.** São José dos Campos: INPE, 1996. 18p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 1996. 80p.

DALL'IGNA, L.G. **Vulnerabilidade natural à erosão da folha Presidente Médici, Rondônia.** 2005. 1 CD-ROM. Dissertação (Mestrado em

Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente)-Núcleo de Ciências e Tecnologia, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2005.

DUARTE, V. Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico econômico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8, 1996, Salvador. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1996. 1 CD-ROM.

DUARTE, V.; MOREIRA, M.A.; RUDORFF, B.F.T.; SHIMABUKURO, Y.E. Banco de informações agrícolas do município de Itápolis - SP, utilizando imagens de satélite e sistema de informações geográficas. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1988. (Documentos, 3).

FEARNSIDE, P.M.; FERRAZ, J. **A conservation GAP analysis of Brazil's Amazonian vegetation**. Manaus: National Institute for Research in the Amazon, 1995.

FERRI, M.G. **Vegetação brasileira.** Belo Horizonte: Itatiaia, 1980. (Coleção Reconquista do Brasil, v. 26)

FLORENZANO, T.G. **Avaliação de dados MSS-LANDSAT-4 para o mapeamento geomorfológico no semi-árido como suporte ao planejamento regional**: uma abordagem integrada (área teste – região de Juazeiro – BA). 1986. 197p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento

Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986.

FLORENZANO, T.G. **Delimitação e caracterização das unidades geomorfológicas de uma área do semi-árido de Pernambuco - PE**. São José dos Campos, 1999. Comunicação pessoal.

FONSECA, L.M.G. **Processamento digital de imagens**. Rio de Janeiro, 2000. 48p.

FREITAS, D. **República de palmares**: pesquisa e comentários em documentos históricos do século XVII. Maceió: EDUFAL; IDEÁRIO, 2004.

GOMES, A.R. **Avaliação da vulnerabilidade à perda de solo em região semi-árido utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento – Área piloto de Parnamirim (PE)**. 2000. 160p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2000.

GUERRA, S.M.S. **Introdução ao geoprocessamento**: versão preliminar. Recife: CPRM, 2001. 18 p. (Didática, 4).

HUGO, V. Desbravadores v 1 e V 2 **.** *Missão Salesiana* de Humaitá. Amazonas. 1959.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 87p. il. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

IBGE. **Manual técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 316p. il. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 175p. (Manuais Técnicos em Geociências, 5).

IBGE. **Manual técnico de uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 2006p. (Manuais Técnicos em Geociências, 7).

ILÊ AIYÊ. **Caderno de educação terra de quilombo**. Salvador: [s.ed.], 2000. v.8.

INPE. **Fundamentos de geoprocessamento – Tutorial – SPRING.** 2000.

LEAL, J.W.L.; SILVA, G.H.; SANTOS, D.B.; TEIXEIRA, W.; LIMA, M.I.C.; FERNANDES, C.A.C.; PINTO, A.C. Geologia. In: BRASIL. DNPM. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC.20 Porto Velho**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 663p. (Levantamento de Recursos Naturais, 16). p. 17-184.

LIMA, J.L. **Vila Bela da Santíssima Trindade - MT**: sua fala, seus cantos. 2000. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LINHARES, L.F. Comunidade negra rural: um velho tema, uma nova discussão. **Revista Palmares em Ação**, v. 1, n. 1, 2002.

MEDEIROS, J.S. **Banco de dados geográfico e redes neurais artificiais**: tecnologias de apoio à gestão do território. 1999. 221p. Tese (Doutorado em Geografia) - IG/ USP/FFLCH, São Paulo, 1999.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 250p.

MOTA, M.; SASSAGAWA, H.S.Y.; MEDEIROS, J.S. **Integração de dados ambientais através de álgebra de mapas caso de estudo**: geração da vulnerabilidade ambiental do município de Assis Brasil- Acre. São José dos Campos, 1996.

MOURA, R.C. **Geoprocessamento aplicado à análise da cobertura vegetal e vulnerabilidade à erosão na sub-bacia hidrográfica de Mutum-Paraná**. Porto Velho, 2007. 85p.

NASCIMENTO, A. **O quilombismo**. Petrópolis: Vozes, 1980.

NOVAES, W.; RIBAS, O.; NOVAES, P. da C. (org.). **Agenda 21 Brasileira**: bases para discussão. Brasília: MMA/PNUD, 2000. 196p. il.

PALMEIRA, A.F.P. **Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas à gestão do território do município de Paragominas (Estado do Pará)**. São José dos Campos: INPE, 2004.

PARADELLA, W.R. **Introdução ao processamento digital de imagens de sensores remotos aplicado à geologia**. São José dos Campos: INPE, 1990. 45p.

PRICE, R. Palmares como poderia ter sido. In: REIS, J.J.; GOMES, F. dos S. (Orgs.). **Liberdade por um fio**: história do quilombo no Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

Quadros, M.L.E.S. **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia: Sistema de Informações Geográficas – SIG: Texto Explicativo do Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia**. Porto Velho: CPRM, 2007. 153p: (il.)

REIS, J.J. Uma história da liberdade. In: REIS, J.J.; GOMES, F. dos S. (Orgs.). **Liberdade por um fio**: história do quilombo no Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

RIBEIRO, F.L. **Mapa de vulnerabilidade à erosão da região do alto Rio Pardo-Pardinho (SP)**. Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária. **Diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia e assistência técnica para formulação da segunda aproximação do zoneamento sócio-econômico-ecológico**: relatório final-solos e aptidão agrícola. Porto Velho: Tecnosolo/DHV-Consultants/EPTISA, 1999. v.2-Parte 1. 217p.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Secretaria da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária Agrária. **Diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia e assistência técnica para formulação da segunda aproximação do zoneamento sócio-econômico-ecológico**: climatologia. Porto Velho: Tecnosolo/DHV-Consultants/EPTISA, 1998. v.1. 83p.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S. **Introdução ao geoprocessamento**. Sistema de Informação Geográfica, 1996.

SHIMABUKURO, Y.E.; Novo, E.M.; PONZONI, F.J. Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do Pantanal. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 33, p. 1729-1737, out. 1998. (Número Especial).

SILVA, A.B. **Sistemas de informações geo-referenciadas**: conceitos e fundamentos. Campinas: Ed. da UNICAMP, 1999. 236p.

SILVA, J.X. da. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro, Ed. do Autor, 2001. 227p.

SILVA, J.X. da; ZAIDAN, R.T. (Org.). **Geoprocessamento e análise ambiental**: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 363p. il.

SILVA, L.P. **Vulnerabilidade à erosão da sub-bacia hidrográfica do Rio Enganado/Rondônia e sua relação com as pequenas centrais hidrelétricas**. 2004. 111p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento

Regional e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2004.

SILVA, M.J.G.; SARAIVA, F.A.M.; ARAÚJO, M.L.P. **Aspectos climáticos de Porto Velho-Rondônia**. Porto Velho: SIPAM, 2005.

SILVA, R.C.P. **Estudos da vulnerabilidade à erosão no município de Rio Branco, Estado do Acre**: aplicação de técnicas de geoprocessamento. 2005. 127p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2005.

SILVA, R.E.R. **Uma contribuição ao estudo dos falares das comunidades quilombolas do vale do Guaporé**. 2010. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências da linguagem) – Universidade Federal de Rondônia, Guajará-Mirim, 2010.

SIQUEIRA, M.L. **Quilombos no Brasil e singularidade de Palmares**. [s.l.]:[s.ed], 2000. 12p.

SIQUEIRA, M.L.; CARDOSO, M. **Zumbi dos Palmares.** Belo Horizonte: Mazza Edições, 1995.

SOUZA, C.J.S. **Carta de Vulnerabilidade à erosão como subsídio ao zoneamento ecológico-econômico em área intensamente antropizada**. 1999. 172p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1999.

SOUZA, C.S. **Carta de vulnerabilidade à erosão como subsídio ao planejamento e ao monitoramento ambiental**. 2000. 106p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2000.

TARDIN, A. T.; SANTOS, A.P.; LEE, D.C.L.; MAIA, F.C.S.; MENDONÇA, F.J.; ASSUNÇÃO, G.V.; RODRÍGUEZ, J.E.; ABDÓN, M.M.; NOVAES, R.A.; CHEN.

S.C., DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y.E. **Levantamento de áreas de desmatamento na Amazônia Legal através de imagens do satélite Landsat**. São José dos Campos: INPE, 1979.

TARDIN, A.T.; CUNHA, R.P. **Avaliação da alteração da cobertura florestal na Amazônia legal utilizando sensoriamento remoto orbital**. São José dos Campos: INPE, 1989.

TAVARES, M. C. **Seleção de áreas para implantação de aterro sanitário no município de Porto velho-RO**. 2011.121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais)-Universidade Luterana do Brasil, Canoas.2011.

TEIXEIRA, M.A.D. **Campesinato negro de Santo Antônio do Guaporé, identidade, territorialidade e sustentabilidade**. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

TEIXEIRA, M.A.D. **Quilombolas de Santo Antônio do Guaporé**: conflitos nas relações socioambientais em área de reserva ecológica. Porto Velho: UNIR, 2006.

TEIXEIRA. M.A.D. **Dos campos d'ouro à cidade das ruínas, grandeza e decadência do colonialismo português no Vale do Guaporé, séculos XVIII e XIX**. 1997. Dissertação (Mestrado em História) - FFLCH/UFPE, Recife, 1997.

TOMLIN, D. **Geographic information systems and cartographic modeling**. New York: Prentice Hall, 1990. 249p.

TONIOLO, A.; UHL, C. **Perspectiva econômica e ecológica da agricultura na Amazônia Oriental**: a evolução da fronteira amazônica, oportunidade para um desenvolvimento sustentável. Belém: IMAZON, 1990.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977. 91p.

VALLES, G.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados à geração de uma carta de vulnerabilidade natural à perda do solo**. 1999. 141p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1999.

XAVIER, S.J. Geoprocessamento e análise ambiental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 54, n. 3, 1992.

PORTAIS CONSULTADOS

www.incra.gov.br/.../index.php?...incra...quilombolas – 20.05.2009

Coordenação Geral de Regularização de Territórios Quilombola – INCRA

http://www.palmares.gov.br/?page_id=88&estado=RO – 20.06.2008

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagens Landsat TM 5 (ProjetoPRODES). [online]. 2009. < http://www.obt.inpe.br/prodes/>. Acesso em: 10 set. 2009.

http://www.seplan.ro.gov.br/imagens - 20. 05. 2008.

editor/File/GEP_Telma/Indicadores%20Municipais%202006%20PDF/Rondonia

%

APÊNDICES

Estrutura de Programação LEGAL – Temáticos

Geologia

```
{
//Ponderação do PI geologia
Tematico geo ("geologia_TM");
Numerico mnt ("numerico");
Tabela pond (Ponderacao);
geo = Recupere (Nome = "geol");
mnt = Novo(Nome="geologiapond",ResX=30,ResY=30,Escala=250000,Min=0,Max=3);
pond = Novo (CategoriaIni = "geologia_TM",
"Mnb"   :       1.5,
"QHa"   :       3.0,
"QHl"   :       3.0,
"QHp"   :       3.0,
"QHt"   :       3.0,
"TQi"   :       2.8);
mnt = Pondere (geo,pond);
}
```

Geomorfologia

```
{
//Ponderação do PI geomorfologia
Tematico geom ("geomorfologia_tm");
Numerico mnt ("numerico");
Tabela pond (Ponderacao);
geom = Recupere (Nome = "geomorfo");
mnt =
Novo(Nome="geomorfopond",ResX=30,ResY=30,Escala=250000,Min=0,Max=3);
pond = Novo (CategoriaIni = "geomorfologia_tm",
 "A13" : 3.0,
"A14" : 3.0,
"A211": 2.8,
"A221": 2.8,
"A222": 2.8,
"A31" : 3.0,
"A32" : 3.0,
"D2311": 1.6,
"D2321": 1.6,
"D31" : 2.3,
```

```
"99" : 0);
mnt = Pondere (geom,pond);
}
```

Precipitação

```
{
//Ponderação do PI isobas
Tematico iso ("isobas_tm");
Numerico mnt ("numerico");
Tabela pond (Ponderacao);
iso = Recupere (Nome = "isobas");
mnt = Novo(Nome="isobaspond",ResX=30,ResY=30,Escala=250000,Min=0,Max=3);
pond = Novo (CategoriaIni = "isobas_tm","1500" : 1.75);
mnt = Pondere (iso,pond);
}
```

Solos

```
{
//Ponderação do PI solos
Tematico sol ("solos_tma");
Numerico mnt ("numerico");
Tabela pond (Ponderacao);
sol = Recupere (Nome = "solo");
mnt = Novo(Nome="solopond",ResX=30,ResY=30,Escala=250000,Min=0,Max=3);
pond = Novo (CategoriaIni = "solos_tma",
            "GD" : 3.0,
            "HC" : 2.0,
            "LLD" : 1.0,
            "O"  : 3.0,
            "PD"  : 2.0);
mnt = Pondere (sol,pond);
}
```

Vegetação

```
{
//Ponderação do PI vegetação
```

```
Tematico vgt ("vegetacao_tm");
Numerico mnt ("numerico");
Tabela pond (Ponderacao);
vgt = Recupere (Nome = "vegt");
mnt =
novo(Nome="vegetacaopond",ResX=30,ResY=30,Escala=250000,Min=0,Max=3);
pond = Novo (CategoriaIni = "vegetacao_tm",
        "RIO" : 0,
          "00" : 3,
          "Aa" : 1.5,
          "As" : 1.3,
          "Ca" : 2.4,
        "Da" : 1.0,
        "P"  : 2.3,
        "Pb" : 2.5,
        "Ph" : 2.7,
        "Pz" : 1.8);
mnt = Pondere (vgt,pond);
}
```

Drenagens

```
{
//Ponderação do PI vegetação
Tematico vgt ("vegetacao_tm");
Numerico mnt ("numerico");
Tabela pond (Ponderacao);
vgt = Recupere (Nome = "vegt");
mnt =
novo(Nome="vegetacaopond",ResX=30,ResY=30,Escala=250000,Min=0,Max=3);
pond = Novo (CategoriaIni = "vegetacao_tm",
        "RIO" : 0,
          "00" : 3,
          "Aa" : 1.5,
          "As" : 1.3,
          "Ca" : 2.4,
        "Da" : 1.0,
        "P"  : 2.3,
        "Pb" : 2.5,
        "Ph" : 2.7,
```

```
        "Pz" : 1.8);
mnt = Pondere (vgt,pond);
}
```

Vulnerabilidade Numérico

```
{
MNT iso, solo, geo, geom, veg, vul ("numerico");
iso = Recupere( Nome = "isobaspond" );
solo= Recupere( Nome = "solopond" );
geo = Recupere( Nome = "geologiapond" );
geom = Recupere( Nome = "geomorfopond" );
veg = Recupere( Nome = "vegetacaopond" );
vul = Novo( Nome = "vulnerabilidadepond" , ResX = 30 , ResY = 30 );
vul = (iso + solo + geo + Geom + veg)/5;
}
```

Vulnerabilidade numérico para temático

```
{
// programa em LEGAL desenvolvido para transformar o PI de vulnerabilidade do
//modelo numérico para um PI no modelo temático.
//Declaração
Numerico vrv ("numerico");
Tematico vrm ("vulnerabilidade");
Tabela tabv (Fatiamento);
// Instanciação
vrv = Recupere (Nome = "vulnerabilidade_fimpond");
vrm = Novo (Nome = "vulnerabilidade", ResX=30, ResY=30, Escala =
250000);
//Operação
tabv = Novo (CategoriaFim="vulnerabilidade",
[0, 0.9] : "agua",
[1.0,1.0999] : "C21",
[1.0999, 1.1999] : "C20",
[1.1999, 1.2999] : "C19",
[1.2999, 1.3999] : "C18",
[1.3999, 1.4999] : "C17",
[1.4999, 1.5999] : "C16",
[1.5999, 1.6999] : "C15",
```

```
[1.6999, 1.7999] : "C14",
[1.7999, 1.8999] : "C13",
[1.8999, 1.9999] : "C12",
[1.9999, 2.0999] : "C11",
[2.0999, 2.1999] : "C10",
[2.1999, 2.2999] : "C9",
[2.2999, 2.3999] : "C8",
[2.3999, 2.4999] : "C7",
[2.4999, 2.5999] : "C6",
[2.5999, 2.6999] : "C5",
[2.6999, 2.7999] : "C4",
[2.7999, 2.8999] : "C3",
[2.8999, 2.9999] : "C2",
[2.9999, 3.0] : "C1");
vrm = Fatie (vrv, tabv);
}
```

MODELO QUESTIONÁRIO APLICADO

Nome

Sexo

D.Nascimento

Escolaridade

Renda mensal

Ocupação

Descendencia

Tempo de residência

Tipo de plantio

Entrevistados

andrade calagans da cruz
júlio protágio calagans
ana zelia beltrão calagans
valter junior b. calagans
jéssica beltrão tomichá
eva eliane b. tamichá
marciano p. beltrás calagans
audilei calagans da cruz
raziele ferreira da cruz
raziane ferreira da cruz
razirely ferreira da cruz
tiago ferreira da cruz
elton divina freitas calagans
wanderlei da silva calagans
francisco josé calagans filho
emily da silva freitas
eduarda da silva freitas
edilson da silva freitas
roberto lopes barros
carlos roberto coelho barros
ana patricia coelho barros
jorgina freitas calagans
aucilene calagans da cruz
auricelio calagans da cruz
andré calagans da cruz
aparecida calagans da cruz
maria das graças f. calagans
adailton freitas calagans
adailson freitas calagans
gesmania freitas calagans
jorge felix calgans
francisco da silva calgans
libia da silva calagans
joaquim neto calagans
conceição da silva calagans

iranildo da silva calagans
lucas da silva calagans
benta da silva calagans
paulo da silva calagans
aline da silva calagans
aparecido da silva
euclesio evangelista da silva
luiz henrique evangelista da silva
armando evangelista carvalho
wenderson omantanha dorado
amanda omantanha evangelista
ceci inês omantanha evangelista
joão lopes calagans
benedito da silva
ederaldo barros
epifânia lopes calagans
arnaldo evangeslista carvalho
belmiro lopes calagans
josé bento felix calagans
leonor silva barros
omaria isabel b. tomichá
rosilande ferreira amarim
omaria do carmo
rosálina coelho aranha
leticia marculino da silva
aldemira evangelista carvalho
alcilene freitas omontanhas