

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Geociências  
Departamento de Geografia

Marcos Sala

MINERAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE  
MULTICRITÉRIOS APLICADOS NO  
RECONHECIMENTO E MAPEAMENTO  
DAS VEREDAS NO PARQUE ESTADUAL  
VEREDAS DO PERUAÇU (MG)

Belo Horizonte – Minas Gerais - Brasil

Agosto - 2009

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

Marcos Elias Sala

MINERAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS  
APLICADOS NO RECONHECIMENTO E MAPEAMENTO  
DAS VEREDAS NO PARQUE ESTADUAL VEREDAS DO  
PERUAÇU (MG)

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação do  
Departamento de Geografia da  
Universidade Federal de Minas  
Gerais, como requisito parcial à  
obtenção do título de Mestre em  
Geografia.

Área de concentração: Análise Ambiental

Orientadora: Prof. Dra. Cristiane Valéria de Oliveira

Belo Horizonte

Departamento de Geografia da UFMG

2009

“O SENHOR é o meu pastor, nada me faltará.  
Deitar-me faz em **verdes pastos**, guia-me mansamente a **águas tranqüilas**.  
Refrigera a minha alma; guia-me pelas **veredas** da justiça, por amor do seu  
nome.  
Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum,  
porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.  
Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha  
cabeça com óleo, o meu cálice transborda.  
Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha  
vida; e habitarei na casa do SENHOR por longos dias.

Bíblia Sagrada. Salmo 23. Versão Revista e Corrigida.

## **Agradecimentos**

A Deus, criador das veredas, pelo cuidado comigo e por ter me permitido vencer mais esta etapa.

À paixão da minha vida, minha filha Ana Clara, que faz da minha chegada ao lar o ponto alto do dia.

Aos meus pais, Ângelo e Cleuza, que desde cedo me ensinaram e me deram condições de perseguir meus objetivos. Aos meus irmãos Daniel e Cinthia, e ao cunhado Eduardo e ao pequeno Samuel, pelo companheirismo, apoio e orações.

À Mônica, Wilson, Elis e Ramon, pelo suporte nas minhas ausências, me ajudando com minha filha.

À professora Cristiane Valéria de Oliveira, que me acolheu em um momento importante de minha caminhada na Pós, e cuja prontidão em ajudar e ensinamentos foram fundamentais para o êxito deste trabalho.

Aos professores Roberto Valadão e Ana Clara Moura, pelas importantes contribuições a este trabalho, e pela disponibilidade em me atender. Estes, juntamente com a Prof<sup>a</sup> Cristiane, me deram um grande exemplo de cuidado, carinho e preocupação com o meu êxito e o deste projeto. Serei eternamente grato.

A todos os professores do IGC/UFMG, em especial André, Antônio, Vilma, Marly, Doralice e Ricardo Bidú.

Ao amigo Christian, cujas ajudas foram imprescindíveis para o êxito deste trabalho.

Ao Colégio Cristão de Belo Horizonte, em especial às supervisoras Vanessa e Lilian, e aos diretores Sara e Ronan. Também ao corpo docente pela amizade e

pelos “socorros” nas substituições, e ainda, aos funcionários e alunos.

Ao IEF (Instituto Estadual de Florestas) de Minas Gerais, pela prontidão em disponibilizar todas as condições necessárias para o bom desenvolvimento deste trabalho. Em especial ao Gerente do Parque Estadual Veredas do Peruaçu, Sr. João.

À agência espacial norte-americana (NASA), pelo envio gratuito de imagens ASTER de alta resolução.

À CODEMIG, na pessoa da geóloga Andrea França, que forneceu vários estudos e várias bases de dados, que muito enriqueceram este trabalho.

Ao amigo Marconi, que é um referencial de perseverança e sucesso. Ainda, aos amigos Andréia, Charles, Tullius, Guilherme, Carlos, Danielle, Heriverto e respectivos cônjuges.

A todos os demais, que não me lembrei aqui, mas foram e são importantes pra mim.

## Sumário

<b>Introdução</b> .....	1
<b>Objetivos</b> .....	<b>3</b>
Objetivos específicos .....	3
<b>Revisão bibliográfica</b> .....	<b>5</b>
As Veredas.....	5
Veredas e Terras Úmidas.....	14
Bandas Landsat .....	15
Caracterização Geral da Área .....	17
Localização .....	17
Características ambientais das veredas .....	19
Geomorfologia.....	21
Geologia.....	22
Hidrologia e Hidrogeologia .....	26
Pedologia .....	29
Uso do Sensoriamento Remoto no Estudo das Veredas .....	33
A Mineração de Dados em Estudos Geográficos .....	34
Os <i>softwares</i> WEKA e SAGA .....	36
<b>Metodologia e Fases</b> .....	<b>39</b>
Imagem RADAR e Declividade.....	44
NDVI .....	45
Acumulação Hídrica .....	45
Processamento no WEKA .....	47
Classificador Naive Bayes .....	47
Redes e Inferências Bayesianas .....	48
Matriz de Confusão .....	49
Índice Kappa .....	50
A Mineração de Dados e Sensoriamento Remoto .....	51
O <i>SOFTWARE</i> SAGA e os Cálculos de Média Ponderada .....	53
<b>Resultados e Discussão</b> .....	<b>54</b>
Análises Estatísticas no WEKA .....	54
Índice Kappa .....	54
Desvio Padrão.....	54
Matriz de Confusão .....	55
Correspondência Entre os Elementos Analisados .....	56

Mapa das Veredas Existentes, potenciais e Áreas de Não-Veredas .....	58
Tratamento dos Dados no <i>Software</i> SAGA .....	63
Avaliação do Especialista.....	65
Comportamento da Variável Acumulação Hídrica .....	68
Caracterização Ambiental das Veredas a Partir dos Resultados Brutos Obtidos do WEKA e do SAGA.....	71
Geologia.....	71
Geomorfologia.....	71
Pedologia .....	72
Índice de Vegetação (NDVI).....	72
Declividade.....	72
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>74</b>
<b>Referências .....</b>	<b>76</b>
<b>Apêndice 1 - Comportamento Espectral Nas Bandas Landsat.....</b>	<b>83</b>
<b>Apêndice 2 – Relatório Estatístico do WEKA.....</b>	<b>89</b>
<b>Apêndice 4 - Relatório de Frequência de Pixels por Banda Analisada</b> .....	<b>92</b>
<b>Apêndice 5 – Resultado da Assinatura do Mapa Vereda .....</b>	<b>113</b>
<b>Apêndice 6 – Árvore de Decisão do Autor .....</b>	<b>123</b>
<b>Apêndice 7 – Árvore de Decisão do Especialista.....</b>	<b>126</b>

## **LISTA DE TABELAS**

<b>1. Exemplo de matriz de confusão.....</b>	<b>50</b>
<b>2. Exemplo de matriz de confusão, adaptada .....</b>	<b>50</b>
<b>3. Concordância dos valores de Kappa.....</b>	<b>50</b>

## LISTA DE FIGURAS

1. Vereda.....	6
2. Buriti .....	7
3. Localização do PEVP .....	18
4. Área de estudo e veredas analisadas .....	20
5. Mapa Geológico .....	23
6. Perfil litológico do Grupo Urucuia .....	24
7. Aquífero Urucuia .....	25
8. Aquíferos na porção mineira do Rio São Francisco.....	28
9. Mapa Pedológico.....	30
10. Organograma da Metodologia .....	41
11. Vereda de encosta.....	42
12. Vereda de superfície aplainada .....	43
13. Vereda-terraço e vereda encaixada .....	43
14. Correlação entre os elementos em análise .....	57
15. Potencial de ocorrência de veredas - WEKA.....	59
16. Vereda estimada1.....	60
17. Vereda estimada 2.....	61
18. Vereda estimada 3.....	62
19. Resultado do tratamento das informações no SAGA.....	64
20. Mapa potencial de veredas, de acordo com avaliação do especialista.....	68
21. Índice de acumulação hídrica.....	70

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AHVRR: Advanced Very High Resolution Radiometer

AI: Artificial Intelligence

AL: Depósitos Aluvionares

AP: Antes do presente.

AR: Arenito

CC: Compartimento Carstificado

CDL: Coberturas Cenozóicas Detrítico-Lateríticas

CETEC: Centro Tecnológico de Minas Gerais

CODEMIG: Coordenadoria de Desenvolvimento de Minas Gerais

CPG: Compartimento do Planalto das Gerais

CZT: Compartimento de Zona de Transição

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

KDD: Knowledge Discovery in Databases

MDT: Modelo Digital de Terreno

MSS: Multispectral Scanner System

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

NIR: Near Infrared

PEVP: Parque Estadual Veredas do Peruaçu

PNRH: Plano Nacional de Recursos Hídricos

RADAR: Radio Detection and Ranging

RB: Redes bayesianas

SAGA: Sistema de Análise Geo-Ambiental

SAR: Syntetic Aperture Radar

SC: Sedimentos Consolidados

SIG: Sistema de Informação Geográfica

SRTM: Shuttle Radar Topographic Mission

TM: Thematic mapper

UTM: Universal Transversa de Mercator

WEKA: Waikato Environment for Knowledge Analysis

## **RESUMO**

As veredas são um importante subsistema do Cerrado, presente em boa parte do Brasil Central. Sua gênese e desenvolvimento estão associados a certas condições de umidade que as tornam especiais, especialmente por evidenciar condições hidrológicas únicas. No entanto, a falta de conhecimento sobre este ambiente tem contribuído enormemente para sua destruição sistemática, o que prejudica, dentre vários aspectos, as dinâmicas hidrológicas locais. Torna-se necessário, portanto, conhecer cada vez mais e melhor este ambiente, para que medidas ambientais mais eficazes possam ser tomadas. E a técnica de Mineração de Dados, que é um procedimento relativamente novo em estudos geográficos, busca proporcionar o conhecimento do ambiente que se está estudando, para viabilizar estes e outros objetivos.

Esta técnica foi aplicada neste trabalho, e foi comparada com resultados de uma abordagem tradicional e com a avaliação de um especialista em veredas, com o objetivo de avaliar sua eficácia. Os resultados apresentaram-se satisfatórios, pois as veredas estudadas puderam ser identificadas, outras veredas que não compuseram o estudo também foram identificadas, e ainda, alguns indicadores físicos, como zonas de descarga e recarga, que são importantes condicionantes para o surgimento e desenvolvimento das veredas.

Palavras chave: Vereda(s), Mineração de Dados, Sensoriamento Remoto, WEKA, SAGA.

## **ABSTRACT**

Palm swamps are an important subsystem of Cerrado, and spread out in part of Central Brazil. This origin and development are associated to special humidity conditions that turn it different than other subsystem, especially for show unique hydrological conditions. However, the unknowing about this environment are helping for its destruction, damaging some local hydrological conditions. So, is necessary to know more and better this environment, for environmental and good actions could be taken. And the Data Mining technique, which is a proceeding relatively new in geographical studies, look for knowledge of the environment that is been studying, for help this and other objectives.

This technique was applied in this paper, and was compared with results linked a traditional approach, and with an evaluation made for a specialist in Palm Swamps, with the aim of evaluate its efficacy. The results were satisfied, because the Palm Swamps could be identified, other Palm Swamps in the same way, and still another Palm Swamps that weren't included in this paper. And more, some physical indicators, as recharge and charge zones, which are important conditioner for appearance and development of Palm Swamps.

Keywords: Palm Swamps, Data Mining, Remote Sensing, WEKA, SAGA.

## 1. INTRODUÇÃO

O ambiente de veredas tem merecido destaque em vários estudos geográficos, biológicos, geomorfológicos e ambientais em geral, devido à crescente importância que se tem dado à preservação ambiental, ao uso racional da água e também aos ambientes ecológicos em geral. A bandeira da preservação ambiental tem sido levantada em vários pontos do mundo, com o discurso de tentar deixar para as gerações futuras um mundo melhor para se viver. No entanto, a discrepância entre a teoria e a prática é notória, pois quanto mais se discursa sobre preservação, mais se percebe as veredas e outros ambientes sendo substituídos sistematicamente por pastagens e outros espaços predominantemente agropecuários.

O mundo contemporâneo tem se conscientizado cada vez mais com o iminente sucateamento do meio natural ao redor do mundo, bem como a ausência de água potável num futuro próximo, mas este nível de consciência ainda não foi completamente compreendido, ou seja, a ausência de preservação não acontece porque não se conhece, mas sim por que ainda não se entende, no subconsciente, que é algo realmente importante para a sociedade perseguir.

Aliado à questão da (in) conscientização, a falta de conhecimento também tem comprometido a preservação não só das veredas, mas de vários outros ambientes. A dificuldade de se definir com precisão o ambiente de veredas tem contribuído para agravar a já escassa fiscalização, e esse “oásis do sertão” tem estado cada vez mais ameaçado. Nesse âmbito se desenvolveu este trabalho, pois o conhecimento deste ambiente torna-se fundamental, na medida em que sua preservação é peça-chave para o abastecimento hídrico de várias regiões carentes de água no Brasil e no mundo, além da preservação e equilíbrio de um riquíssimo ambiente ecológico.

Há vários séculos as veredas têm estado presente em diversos tipos de literatura. Dentre estas, cita-se a Bíblia Sagrada e o livro “Grande Sertão: Veredas”, de Guimarães Rosa (Melo, 1992). Apesar de ser um ambiente mencionado em várias literaturas há vários anos, apenas recentemente começaram a surgir estudos

mais aprofundados sobre ele. E como parte dos desdobramentos oriundos destes novos estudos surge então novas dúvidas, que têm tornado as veredas cada vez mais atraentes e desafiadoras.

O vocábulo “vereda” é usado com vários significados diferentes. Além de ser uma expressão usada na língua portuguesa para designar um dado momento ou oportunidade (p.ex., naquela vereda, pude acertá-lo), significa também caminho, senda, direção. Alguns empreendimentos imobiliários, com o intuito de vender a idéia de tranqüilidade e paz, são intitulados de veredas. Vem daí certa dificuldade de parte da academia em tratar o ambiente de veredas sem um viés romântico, pois o próprio contato com o ambiente já faz com que toda essa carga cultural sobre o nome, torne esta dissociação mais difícil de acontecer. Entretanto, este não é um problema tão sério a ponto de prejudicar os estudos realizados até aqui.

A região Norte de Minas Gerais – onde se localiza a área de estudo do trabalho - é bastante rica em ocorrência de veredas, e pode-se perceber, conforme Boaventura & Soares (2007), que elas podem surgir em ambientes geomorfológicos distintos, porém com características essenciais comuns.

Com o advento das geotecnologias, as diversas áreas de conhecimento interessadas no assunto podem dispor de ferramentas extremamente úteis e até mesmo indispensáveis, para facilitar o entendimento deste importante subsistema do bioma Cerrado. Um esforço inicial foi feito por Azevedo (1966), que descreveu os tipos eco-fisionômicos do entorno do município de Januária (município limítrofe da região em estudo), através de fotointerpretações advindas de estereoscopia, e que incluiu as veredas do rio Peruaçu, pouco conhecidas pela comunidade científica à época, apesar de serem bastante familiares entre a população local. Este procedimento, que caracterizava o que os estudiosos dispunham de mais moderno à época, pode ser substituído (ou mais bem empregado), nos dias atuais, através do Sensoriamento Remoto. Esta tecnologia, além de proporcionar maior precisão na localização dos fenômenos, fornece respostas (ou ajudas) relacionadas a comportamentos espectrais dos alvos, iterações e interações que contribuem para a discussão de resultados que nem sempre são observáveis em campo.

Já que os estudos sobre veredas ainda têm se concentrado especialmente no que se refere à sua definição, este trabalho visa contribuir para que esta árdua tarefa seja vencida com mais rapidez pelos pesquisadores deste ambiente, espalhados pelo mundo. Sendo assim, novas experiências e novos objetivos poderão ser estabelecidos.

## **1.1. OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é caracterizar algumas veredas de superfície aplainada, a partir de estudos realizados até o momento. Este subsistema, bem como este tipo de vereda, está presente em alguns municípios especialmente do norte de Minas, debaixo de uma multiplicidade de características que a tornam um ambiente único e frágil.

O objetivo geral, então, é encontrar um padrão ambiental que envolva características hidrológicas, geomorfológicas, geológicas, pedológicas, de vegetação e de declividade, que explique e/ou justifique o surgimento das veredas, já que, de acordo com boa parte da literatura disponível atualmente, seu desenvolvimento ocorre dentro de condições muito particulares. A busca deste padrão se deu através do uso da técnica de Mineração de Dados, e comparado com os resultados do SAGA, que constituem uma abordagem tradicional.

### **1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Utilizar a técnica de Mineração de Dados para estabelecer o grau de importância de cada uma das variáveis estudadas, que condicionam o surgimento das veredas, a partir das relações espaciais entre os elementos de análise. Esta técnica é ainda muito pouco utilizada em estudos desta natureza.
- Elaborar uma base de dados, a partir de variáveis geológicas, geomorfológicas, de vegetação, de declividade, pedológicas e hidrológicas (umidade), a fim de que se possa observar com mais precisão o comportamento estatístico das veredas, em cada variável.

- Promover a identificação dos locais onde existem veredas, e com os dados e informações próprios destas áreas, estabelecer comparações que porventura possam trazer um padrão para sua existência e desenvolvimento, bem como identificar áreas potenciais ao surgimento de outras veredas, ou mesmo identificar veredas que não puderam ser identificadas em campanhas de campo.
- Encontrar relações espaciais a partir dos resultados das bases de dados, que possam contribuir para melhor conhecimento do ambiente de veredas, e como consequência, sua preservação na integralidade.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. AS VEREDAS

O avanço dos estudos sobre as veredas torna necessária uma revisão conceitual de vários assuntos. Especificamente sobre as veredas, percebe-se que há certa dificuldade em se denominar com mais precisão seu conceito, ou seja, sob quais condições este ambiente cresce e se desenvolve, e em quê ele se diferencia, por exemplo, de uma mata ciliar tradicional ou de um buritizal, uma vez que a principal árvore que cresce no ambiente é exatamente o buriti.

As veredas são comparadas a oásis no sertão, sendo geralmente circundadas por cerrado *stricto sensu* (constituindo-se, portanto, como um subsistema), o que favorece a ocupação antrópica nas proximidades e, conseqüentemente, o risco de degradação.

Apesar de não ser consenso, encontra-se na literatura científica atual algumas diferenças entre *palmetums* naturais, ou ecossistemas de Veredas e Buritizais. Os Palmeirais com ocorrência da palmeira Buriti (*Mauritia flexuosa*), em solos mal drenados ou brejosos, formam os Buritizais e tem cobertura de dossel de 40 a 70 por cento. As veredas designam "o caminho das águas", corredores de formações herbáceas paludícolas com ocorrência do Buriti e cobertura de dossel de 5 a 10 por cento. Estes "caminhos das águas" - parafraseando Guimarães Rosa - são corredores de uma fauna igualmente sensível, e que traz o equilíbrio do ambiente sob condições bastante particulares (Azevedo, 1966; Ab'Saber, 1971; Rizzini, 1997; Embrapa, 1998; Lazarini, 2001; Ribeiro, 2001; Rodrigues, 2001).

As veredas fazem parte da vida de muitos moradores, em especial da porção Norte/Noroeste do estado de Minas Gerais, que convivem e interagem com elas há muitos anos (Figura 1). Devido à fertilidade do entorno das veredas, que acontece devido à constante saturação por água e, quando preservadas, à presença de serrapilheira, atividades agropecuárias podem ser desenvolvidas com sucesso. Tal contexto é agravado pela pobreza da população local, que depende de atividades agropecuárias para sobreviver, devido à baixa dinâmica da

economia local (Sala & Sette, 2007).



Figura 1: Vereda em ótimo estado de preservação no PEVP (Parque Estadual Veredas do Peruaçu). Foto: Marcos Elias Sala, em maio de 2007.

Principal árvore do ambiente de veredas, o Buriti (Figura 2) é um bioindicador de presença constante de água. Várias populações ribeirinhas cujas atividades se restringem à agropecuária, e para tanto precisam de água, encontram em aglomerações de buritis (ou em suas proximidades) um bom lugar para desenvolver suas atividades. Alguns animais também interagem diretamente com o buriti, ao se alimentarem de suas sementes, contribuindo assim para o equilíbrio do ecossistema, como é o caso dos porcos-do-mato, popularmente conhecidos como queixadas (Beck, 2006), e que podem ser observados em grande quantidade na região em estudo. Porém, conforme Boaventura e Soares (2007), nem todas as Veredas possuem buritis, mas mesmo assim trata-se de uma árvore que é considerada a marca registrada de existência de veredas.



Figura 2: Buriti. Foto: Marcos Elias Sala

Sobre o comportamento ambiental do buriti, lê-se em Fernandes (2002, p. 12) que:

*“Os indivíduos de *Mauritia flexuosa*, o buriti, formam pequenos, médios e grandes buritizais no Vale do Acre. Embora característicos de ambiente inundável, os buritizeiros conseguem estabelecer-se e reproduzir-se em condições de terra firme nas cidades do Vale do Acre. São estritamente dióicos, possuem flores morfológicamente hermafroditas, mas fisiologicamente unissexuais. Apresentam floração longa, profusa, sazonal e relacionada à estação seca. Os indivíduos masculinos apresentam predominantemente floração anual e os femininos, bianual. O pico de abertura das flores dos dois sexos ocorre entre julho e setembro. Alguns buritizeiros lançam suas espadas de forma seqüenciada, outros, alternada.*”

Boaventura & Soares (2007) dizem que as veredas são um ambiente frágil devido ao enorme potencial de arenização, principalmente porque elas se estabelecem, normalmente, sobre solos arenosos. Em veredas que se encontram preservadas, os processos erosivos são bastante lentos, devido à presença de serrapilheira, e à baixa velocidade da água. Ainda de acordo com Boaventura & Soares (2007), as veredas devem ser vistas como oásis lineares, já que são corredores de

ecossistemas integrados.

No Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 2006, p. 306), que é um plano de conservação e conhecimento da disponibilidade e qualidade hídrica brasileira, encontra-se a seguinte afirmação:

*"É no cerrado, em sua formação conhecida como Veredas, que nascem a maioria dos cursos de água que integram a Região Hidrográfica do São Francisco, daí a importância e atenção que tem que ser dada a esse bioma, pois além do potencial de exploração econômico ele é um grande formador de água. É preciso dedicar atenção especial a ele".*

A importância deste subsistema para a população local pode ser especialmente observada na obra de Guimarães Rosa (já mencionada), que, de forma romântica e sem a pretensão de trazer uma definição científica de veredas, discorreu sobre as múltiplas interações entre ele (o autor), a população local e as veredas, que eram, à ocasião, importantes ambientes de dessedentação de animais, de plantio, além de encontros e desencontros amorosos.

A respeito do conceito de vereda, lê-se em Melo (1992, p.11) que:

*"É um tipo de ecossistema, que se desenvolve sob certas condições de umidade na região dos cerrados, sendo identificados, em geral, como cabeceiras ou nascentes de rios".*

Já para Achá-Panoso (1978, p.44), que procura dar enfoque à botânica, a vereda é definida como:

*"Comunidade hidrófila, freqüente no Planalto Central, apresentando agrupamentos de espécies arbustivas, circundadas por campo graminoso-herbáceo, tendo em seus primeiros estágios, como elemento arbóreo, a palmeira de folhas flabeliformes, Mauritia vinifera (buriti)".*

Já Barbosa (1967), procurando dar um enfoque hidrológico, caracteriza-a como:

*"Formas ligeiramente deprimidas dentro das chapadas, ocupadas principalmente por nascentes de pequenos cursos d'água. No tempo de chuvas, essas Veredas podem ficar muito pantanosas e no inverno reduzem-se a fontes, mas sempre há água. É a presença de água que modifica as condições ecológicas e permite o aparecimento da palmeira buriti (Mauritia vinifera) em meio a uma cobertura de gramíneas baixas".*

À medida que os estudos sobre veredas e sobre outros ambientes naturais evoluem, surge a necessidade de se especificar melhor todos eles, para que não haja conceituações semelhantes que dêem a entender que fenômenos diferentes sejam definidos como sendo iguais. No caso específico do ambiente de veredas, revisões bibliográficas e observações de campo mostram que tal subsistema parece existir sob um conjunto específico de fatores (climáticos, hidrológicos, geomorfológicos e ecológicos) que o tornam único. Tal constatação se deve ao fato de parecer haver, na região em estudo, ambientes geomorfológicos e hidrológicos semelhantes aos locais onde ocorrem veredas, sem que, no entanto, nenhuma vereda tenha se desenvolvido nestes locais.

Como vários ambientes ribeirinhos são denominados Matas Ciliares (Rodrigues, 2001), vê-se a necessidade de especificar melhor o porquê de em um mesmo ambiente, com contextos ecológicos, hidrológicos, climáticos e geomorfológicos semelhantes, ocorrerem formações vegetais tão distintas. Por este motivo, muita confusão é feita quando da definição entre uma Mata Ciliar tradicional, buritizal e vereda. Como as principais veredas e buritizais do país se encontram na região amazônica, devido às condições propícias ao crescimento do buriti, e o rio São Francisco é considerado como uma região não-amazônica (PNRH, 2006), torna-se necessário buscar uma explicação para a provável expansão geoecológica de elementos bióticos da Amazônia para a região do rio São Francisco.

Estudos realizados por Mactaggart et al. (2006) demonstram, ainda, uma inquietação pelo fato de a comunidade internacional ainda não ter conseguido trazer uma definição que, mesmo genérica, possa abranger as Veredas ao redor do mundo, obviamente considerando todas as particularidades dos diferentes

locais onde ela é observada.

Neste sentido, diferentes estudos acerca das terras úmidas têm se afirmado como parte importante na compreensão das veredas. Uma tentativa de padronização de conceito de terras úmidas, que dentro dos estudos realizados até então, está diretamente relacionada à formação de veredas, foi iniciada em 1971, em Ramsar, município pertencente ao Estado do Irã (RAMSAR, 2007, p.5). A Convenção, homônima à cidade, considera como terras úmidas:

*“Áreas de pântanos, charcos, turfas e corpos de água, naturais ou artificiais, permanentes ou temporários, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo estuários, planícies costeiras inundáveis, ilhas e áreas marinhas costeiras, com menos de seis metros de profundidade na maré baixa, onde se encontram alguns dos ambientes mais produtivos e de maior diversidade biológica do Planeta.”*

Inclui-se ainda, toda a biodiversidade diretamente dependente destas terras ou águas. Alguns estudos vêm sendo realizados em diversos países-membros da convenção, que produzem inventários locais no intuito de compartilhar as experiências de cada país com todos os demais membros. No caso específico do Brasil, que ratificou o texto apenas em 1996, são consideradas terras úmidas apenas a Ilha do Bananal (TO), Lagoa do Peixe (RS), Mamirauá (AM), Pantanal Mato-grossense (MT) e Reentrâncias Maranhenses (MA), totalizando 45.366.230 Km<sup>2</sup> de área (MMA, 2008).

Assim sendo, entende-se que, caso haja uma conceituação de veredas na perspectiva brasileira, relacionada às terras úmidas, será possível contribuir para que uma discussão internacional possa ser mais bem fundamentada, no intuito de se padronizar sobre quais são as reais condições de origem, manutenção e morte de Veredas. O advento dos imageadores RADAR (Radio Detection and Ranging), que podem captar propriedades dielétricas e microtexturais, além de uma boa resolução espacial, penetração e periodicidade, estão acelerando estudos desta natureza, e ajudando na compreensão do comportamento de terras úmidas e seus respectivos desdobramentos vegetacionais.

Em Alencar-Silva (2006, p.33) encontra-se a seguinte descrição da gênese das Veredas:

*“Considerada terra úmida, a Vereda se desenvolve a partir de condições específicas: um relevo plano com um substrato geológico composto por camadas de permeabilidades diferenciadas. Esta diferença de permeabilidade permite o afloramento do lençol freático por toda sua extensão e, por consequência, a formação da rede de drenagem local, já que o escoamento superficial é deficiente devido ao solo arenoso. Outro elemento importante para o desenvolvimento das Veredas é o fato de estarem localizadas em regiões que possuem duas estações bem definidas: um período de excedente hídrico (úmido) e outro de déficit hídrico (seco)”.*

O trabalho de Barbieri et. al. (2000, pág. 251) foi um estudo sobre o cerrado na região central do Brasil, com enfoque palinológico e de paleovegetação, afirmando, dentre várias constatações, que no último quaternário houve mudanças significativas de clima na região mencionada, que é próxima à área de estudo do presente trabalho. Uma das afirmações mais significativas deste artigo para este trabalho, e que no período próximo a 1.600 AP a abundância de pólenes *Mauritia* era maior do que nos dias atuais, sugerindo um perfil climático mais úmido, que contribuiu para o crescimento de veredas e outros poucos tipos de florestas. No mesmo trabalho, os autores remontam a outros estudos, afirmando ter havido detecções de oscilações de temperatura desde 32.000 anos AP em diferentes pontos do Brasil Central e mesmo em países que abrangem parte da Floresta Amazônica, porém estas oscilações não aconteceram simultaneamente. Esta pode ser uma relação importante do ambiente de veredas com o paleoambiente amazônico, que merece estudos mais detalhados.

Com relação às discussões em torno do agrupamento natural do ambiente de veredas, alguns elementos não encontram consenso na literatura. Inclusive, vários autores mencionam a dificuldade de se encontrar designações formais que atendam a objetivos comuns, pois os padrões fisionômicos variam de estudo para estudo. Além disso, quando o estudo é generalista demais, sofre com críticas de outros autores, que reivindicam maior especificidade nas informações (Ab'Saber, 1971; Boaventura, 1988; Rizzini, 1997; Rodrigues, 2001; Ribeiro, 2001).

Ainda com relação às incertezas a respeito destes conceitos, Ribeiro et. al. (2001) definem veredas como agrupamentos **mais ou menos densos** de espécies arbustivo-herbáceas. Dizem, ainda, que os buritis das veredas não formam dossel, como ocorre no Buritizal. Já Rizzini (1997, p.344) afirma que buritizais e veredas são a mesma coisa. Nessa vertente, o autor discorre sobre o processo de formação de ambos, afirmando que, mediante aterro gradual, a comunidade (de buritis) vai-se enriquecendo de espécies e acaba por transformar-se numa mata pantanosa, com árvores e, ainda mais tarde, em mata pluvial. Ribeiro et. al. (2001, p.144), quando discorreram sobre Buritizais, afirmaram que:

*“No Buritizal há formação de dossel, ainda que descontínuo, embora não haja uma vegetação arbustivo-herbácea associada da maneira típica como na Vereda. O dossel do Buritizal possui altura variável de 12 a 20 metros e forma uma cobertura quase homogênea ao longo do ano, variável de 40% a 70%. (...). As Veredas são circundadas por Campo Limpo, geralmente úmido (...). Na Vereda os buritis caracterizam-se por altura média de 12 a 15 metros e a cobertura varia de 5% a 10%.”*

Como as veredas se desenvolvem em áreas adjacentes a cursos d'água, freqüentemente é tida como um tipo de Mata Ciliar. Alguns estudos definem e agrupam Matas Ciliares como ambientes diferentes das veredas, devido a características de permeabilidade do solo, influência fluvial, geomorfologia, clima, etc. (Rodrigues, 2001). O termo ciliar, inicialmente, foi usado para designar formações florestais observadas nas margens de cursos d'água em grandes planícies, geralmente isoladas da condição de interflúvio por extensas faixas de vegetação de várzea (Rodrigues, 2001).

Ribeiro et al. (1998) fizeram um estudo no qual se separou os diferentes tipos vegetacionais de acordo com as características fisionômicas (mata ciliar, mata de galeria, palmeiral, veredas), porém classificando todas como formações ribeirinhas. Entretanto, todas estas definições carecem de mais estudos, uma vez que as características deste ambiente são complexas demais para se definir com um único foco.

Estudo realizado por Barbieri (2000), já mencionado anteriormente, sugeriu que, ao se fazer análises paleoclimáticas e de paleovegetação sobre as veredas, se encontrarão ambientes climáticos semelhantes ao que se pode observar na atualidade, sem, contudo, que tenha havido veredas. Em outras palavras, algumas veredas surgem e desaparecem sem que tenha havido mudanças climáticas significativas. Ainda sobre este estudo, as análises em referência ocorreram nos últimos 30.500 anos, ou seja, são tempos posteriores às dinâmicas oriundas da Formação Uruçuaia, que é a formação geológica predominante na região do Parque. Como o ambiente geomorfológico pouco mudou neste período, conforme os estudos geológicos mais aceitos, percebe-se que é necessário um estudo mais aprofundado sobre a origem e conceito das veredas, assim como uma revisão bibliográfica de caráter multidisciplinar, e sob a ótica de diferentes realidades.

Porém, é em Boaventura (1988, p.3) que muitos estudiosos se baseiam para trabalhar este ambiente, pois este dá um conceito baseado em critérios predominantemente geomorfológicos, sem abandonar outras vertentes. Lê-se na obra mencionada que:

*"As Veredas são vales rasos, com vertentes côncavas e arenosas de caimento pouco pronunciado e fundo plano, preenchidos por argilas hidromórficas. A palmeira buriti é também um elemento característico, ocorrendo tanto em alinhamentos que acompanham os pontos de maior umidade, como em formações e associações mais densas que se destacam no meio dos cerrados adjacentes. O escoamento é geralmente perene, notando-se, entretanto, nítida variação sazonal de vazão".*

Nove anos depois Boaventura & Soares (2007, p.34) deram uma definição mais abrangente, que pôde contemplar de forma satisfatória a complexidade do ambiente, ainda que genericamente. A definição a seguir será usada como base para este trabalho.

*"Genericamente, as Veredas configuram-se como vales rasos, com vertentes côncavas suaves cobertas por solos arenosos, e fundo plano preenchido por solos argilosos, freqüentemente turfosos, ou seja, com*

*elevada concentração de restos vegetais decompostos. A palmeira buriti é um dos seus elementos mais típicos, ocorrendo tanto em alinhamentos como em adensamentos, envolvidos por pindaíbas e outras espécies de mata ciliar, e/ou por vegetação rasteira que recobre solos hidromórficos. As Veredas são áreas de exsudação, ou seja, de surgência gradual da água acumulada a pouca profundidade no solo. As áreas planas mais elevadas adjacentes, onde a vegetação nativa é o cerrado, constituem as zonas de infiltração e recarga, que captam a água da chuva e a transmitem para os lençóis subterrâneos. Em toda a extensão das Veredas o lençol freático aflora ou está muito próximo da superfície.”.*

## 2.2. VEREDAS E TERRAS ÚMIDAS

Nos estudos internacionais sobre *Palm Swamps* (Veredas) e *Wetlands* (Terras Úmidas), é consenso que o abastecimento de ambos é mantido durante as estações secas por águas subsuperficiais, originadas das áreas cujo índice pluviométrico é maior, e terras altas adjacentes. Tal contexto não pode ser observado de forma integral nas veredas do PEVP (Parque Estadual Veredas do Peruaçu - parte da área de estudo), pois para os tipos específicos de veredas encontradas lá, sugere-se que as águas subsuperficiais são oriundas do aquífero Uruçuia, que supostamente é abastecido pelo Rio São Francisco (Campos, 1997).

Uma das maneiras mais eficientes e rápidas para estudos de vegetação que envolvem características de umidade, bem como terras úmidas, é o Sensoriamento Remoto, pois alguns sensores captam com propriedade este tipo de informação. Para estudos de Sensoriamento Remoto, uma discussão que é de extrema importância, e que se acrescenta ao fato de a vereda ser classificada como terra úmida, é o fato de ela ser ou não considerada como formadora de dossel, além da necessidade de se saber qual é o tipo de mata que ela se enquadra. Uma vez que os dados remotos são - conforme o próprio nome diz - adquiridos a partir de sensores que operam à distância, a densidade que diferentes tipos de formação florestal apresentam, interferem na interpretação de imagens digitais. Para isso, um esforço teórico é necessário para que a vereda seja adequadamente classificada, antes de se interpretar e validar os resultados

de uma imagem.

As imagens RADAR, cujo detalhamento de funções e potencialidades será feito mais à frente, possuem características próprias que podem dar maiores detalhes das condições dielétricas da superfície, o que contribuirá para mostrar áreas inundadas, além de poder contribuir para que se comparem tais inundações com as áreas onde ocorrem veredas e outros tipos de vegetação. Esta é uma das formas que têm sido utilizadas para ajudar na compreensão dos mais diversos ambientes naturais, e também a fotointerpretação. Este método já se mostrou eficaz em várias ocasiões, nas quais foi possível visualizar elementos que, associados às campanhas de campo, puderam trazer resultados satisfatórios, e com um grau de certeza dentro do que se espera em estudos científicos (Hamilton, 2006; Paradella, 2003).

### 2.3. BANDAS LANDSAT

O satélite Landsat 5, provedor de uma das imagens utilizadas neste trabalho, começou a operar em 1984, com o MSS (Multispectral Scanner System) e também o sensor TM (Thematic Mapper), projetado para dar suporte às pesquisas nas mais diversas áreas temáticas, especialmente em recursos naturais. Embora o MSS deste satélite tenha deixado de enviar dados em 1995, o sensor TM encontra-se ativo até hoje.

Todas as bandas Landsat-5 TM serão utilizadas nesta análise, conforme detalhamento a seguir:

- A banda 1, que possui intervalo espectral é entre 0,45 e 0,52  $\mu\text{m}$ , é caracterizada por apresentar grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares, como por exemplo, os carotenóides. Apresenta sensibilidade a fumaças oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
- A banda 2, cujo intervalo espectral está entre 0,52 e 0,60  $\mu\text{m}$ , é caracterizada

por apresentar grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Possui também boa penetração em corpos de água.

- As bandas 3 e 4, que têm intervalos espectrais entre 0,63 e 0,69  $\mu\text{m}$  (banda 3) e 0,76 a 0,90 (banda 4), estão sendo analisadas neste trabalho como NDVI, pois, para este índice, usa-se uma fórmula que realça informações destas duas bandas. No caso da banda 3, suas principais características são a grande absorção pela vegetação verde, densa e uniforme, que a faz ficar escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação. Apresenta também bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (como por exemplo, campo, cerrado e floresta). Permite ainda análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Possibilita também o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. Já a banda 4 se caracteriza pela absorção de muita energia pelos corpos de água, e assim ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água.

A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta também sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com *pinus* e *eucalipto*. Contribui também para mapeamento de áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé), e a identificação de áreas agrícolas.

- A banda 5, que tem intervalos espectrais entre 1,55 e 1,75  $\mu\text{m}$ , apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.

- E finalmente a banda 6, cujos intervalos espectrais estão entre 10,4 e 12,5  $\mu\text{m}$ , apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.

## 2.4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

### 2.4.1 – LOCALIZAÇÃO

O Parque Estadual Veredas do Peruaçu (PEVP) tem sua área dividida entre dois municípios, ambos pertencentes à região Norte/Noroeste de Minas Gerais.

Ótimos estudos sobre a região Noroeste, e que envolveram a área abrangida por este estudo, foram feitos por diferentes autarquias estaduais e outras organizações, através dos Planos de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro (1º e 2º planos; 1976 e 1981, respectivamente), estudos da CODEMIG (Coordenadoria de Desenvolvimento de Minas Gerais) e da Sociedade Brasileira de Geologia, núcleo de Minas Gerais, destacando-se deste último a obra “Bacia do São Francisco – Geologia e Recursos Naturais”, de 2001 (PINTO et. al., 2001).

Conforme já foi mencionado, a riqueza observada na porção norte do estado não se restringe ao meio natural, mas também ao meio cultural. Grandes artistas da atualidade e de um passado recente tiveram suas raízes nesta região, que infelizmente ainda é tratada com desprezo pelo poder público. Destes artistas destaca-se Guimarães Rosa, cujas obras, em sua maioria, têm como cenário as belas paisagens do centro-norte mineiro. Uma de suas mais conhecidas obras, o livro “Grande Sertão: Veredas”, é considerado uma das obras mais fantásticas já produzidas no Brasil, sendo discutida, reescrita e até relida através de interpretações teatrais, até os dias de hoje. Nesta obra, é possível encontrar descrições empíricas muito próximas da realidade observada no PEVP, onde parte da pesquisa desenvolveu-se (Figura 3).

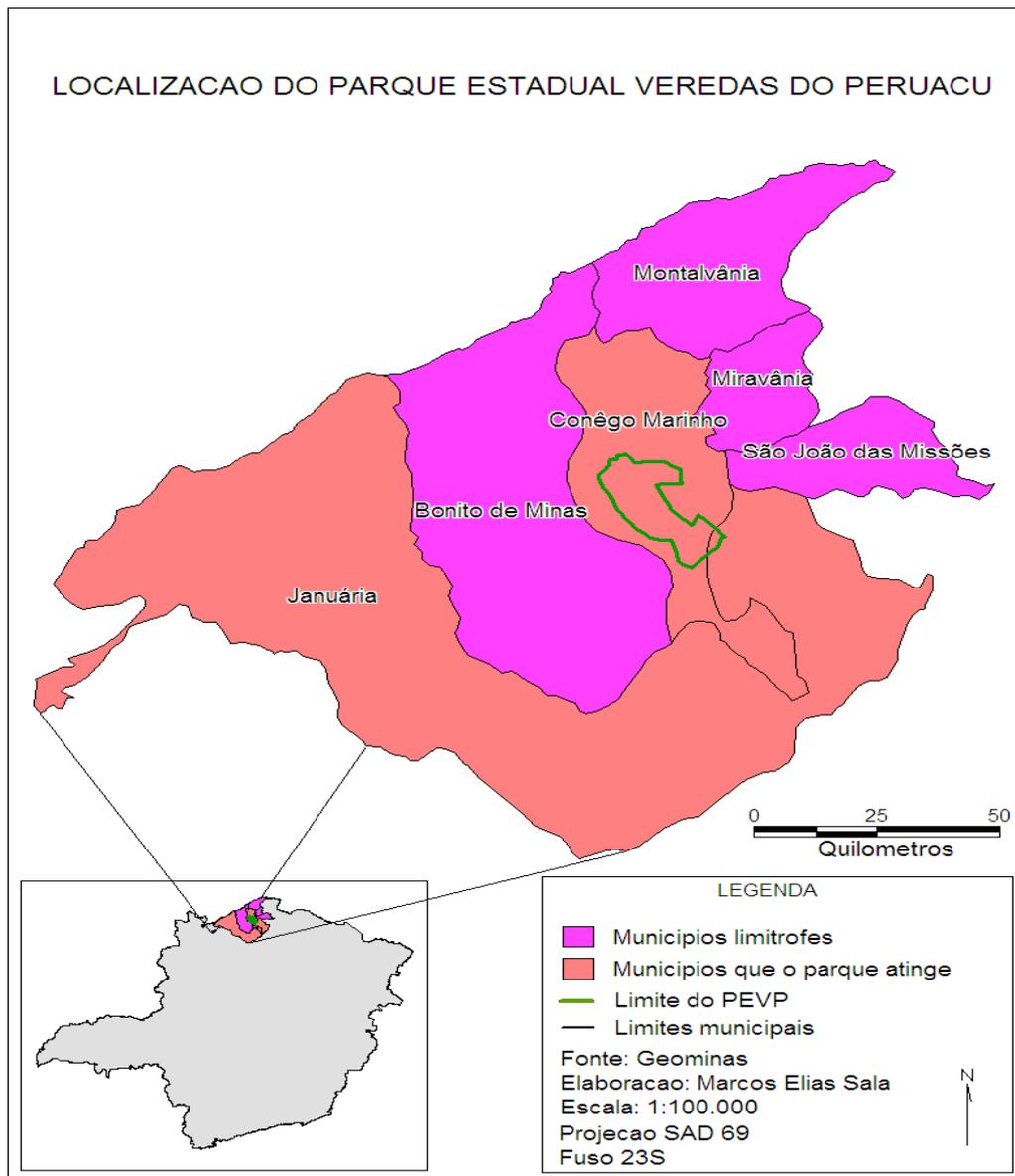


Figura 3: Localização do Parque Estadual Veredas do Peruaçu, onde é possível encontrar várias veredas em bom estado de preservação.

O PEVP, localizado no extremo norte de Minas Gerais, abriga parte das veredas (Figura 3) conhecidas naquela região, sendo um dos ambientes ideais para se estudá-las. Em 1994, o Parque foi legalizado pelo governo estadual como área de reserva, e desde então as veredas da reserva encontram-se preservadas, e em boas condições naturais de crescimento e desenvolvimento. Relativamente livre das intervenções antrópicas na parte interna do parque, pode-se observar várias fases distintas de seu crescimento, sem que se tenha que percorrer grandes distâncias. Porém, as veredas que estão localizadas na parte externa ao Parque, especialmente à margem esquerda do rio Peruaçu, têm sofrido constantes

atentados, devido a conflitos existentes entre o poder público - que quer tornar toda a região área de reserva - e os proprietários de terra das proximidades, que utilizam das terras férteis e da abundância de água para suas atividades agropecuárias. Este conflito trouxe conseqüências sérias para uma vereda dentro do PEVP, que sofreu com um incêndio, em setembro de 2008, que se iniciou na parte externa do Parque.

As veredas analisadas neste trabalho podem ser vistas na figura 4.

#### 2.4.2. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DAS VEREDAS

Um dos estudos mais importantes a respeito das características físicas do Noroeste de Minas Gerais está relatado na obra “Plano Noroeste” (CETEC, 1981), que é dividido em dois volumes, e traz descrição e análise exaustiva destas características. Ainda hoje, é uma referência para estudiosos de Geografia Física, Geologia, Hidrologia e ciências ambientais em geral.

# ÁREA DE ESTUDO E VEREDAS ANALISADAS

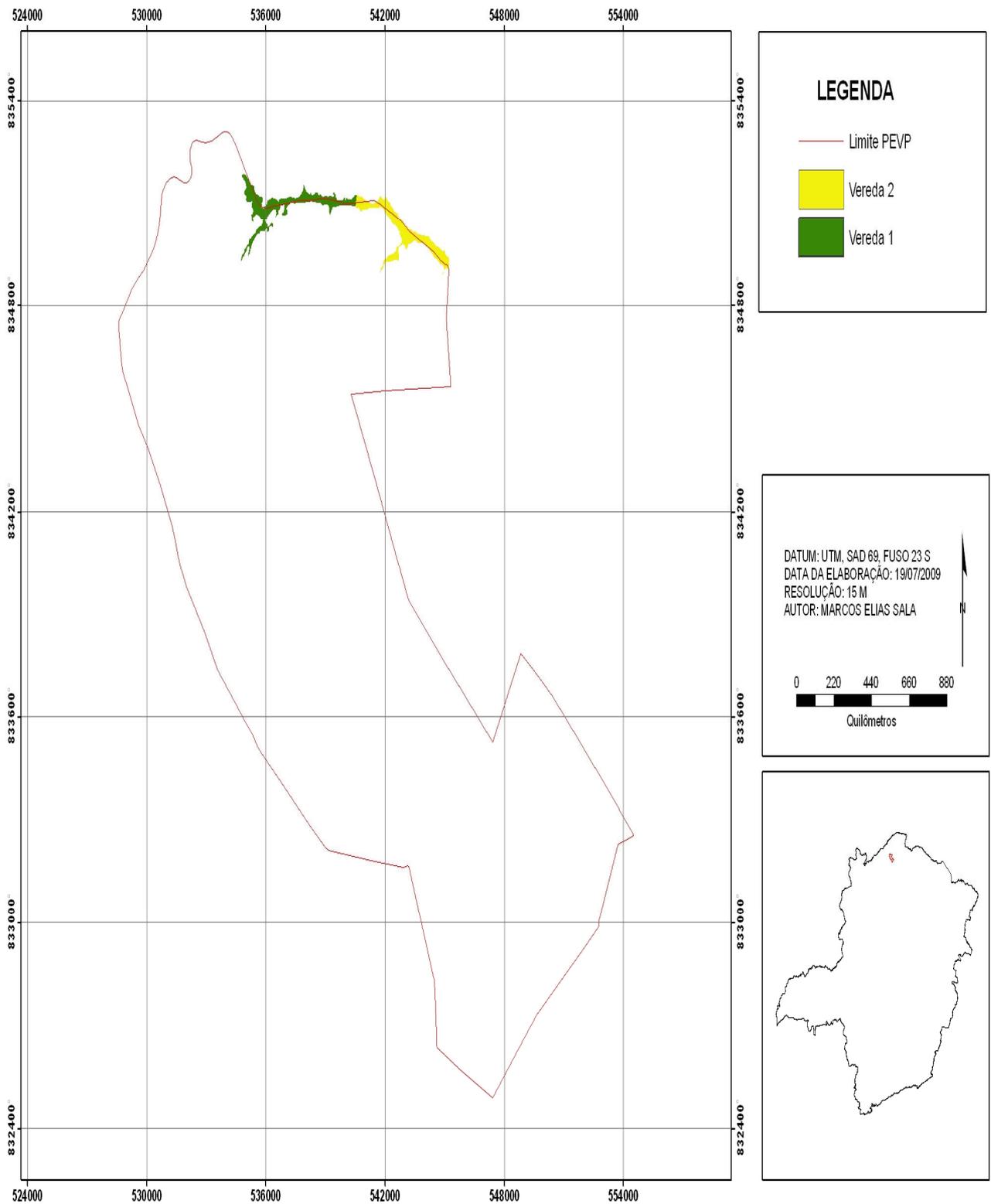


Figura 4: Área de estudo e veredas analisadas

#### 2.4.2.1. GEOMORFOLOGIA

O Noroeste de Minas Gerais é caracterizado por abrigar três grandes unidades geomorfológicas; a Depressão Sanfranciscana, Planaltos do São Francisco e as Cristas de Unaí. Destes, apenas os dois primeiros podem ser identificados na região em estudo.

A Depressão Sanfranciscana, conforme informações contidas em CETEC (1981), é caracterizada, principalmente, pelos extensos interflúvios de drenagem do rio São Francisco, cujas características estão relacionadas a relevos tabulares, que em sua maioria são areníticos, e são recobertos por cerrados e cerradões, entrecortados por cabeceiras de drenagem pouco aprofundadas. Esta depressão desenvolveu-se, inicialmente, nos vales dos grandes rios orientados por fraturas, sofrendo alargamento posterior, através de pediplanação, sem, contudo, mascarar os condicionamentos estruturais passados (CETEC, 1981).

A rede de drenagem mostra um elevado grau de controle estrutural. É formada, principalmente, pelos rios São Francisco, Paracatu, Urucuia e Verde Grande. Este ambiente proporciona o surgimento de várias veredas, especialmente as que são observadas em áreas de várzeas. Nos trechos ao longo dos rios Urucuia, Paracatu e São Francisco, a evolução da depressão foi orientada por fraturamentos de direções NE, NNE, NW e NNW, que foram formadas especialmente nos períodos pré-cambriano e paleozóico. Estas direções controlam estes cursos d'água.

Os Planaltos do São Francisco também possuem condições bem favoráveis à formação de veredas, por abrigar todas as características que contribuem para sua formação e evolução, conforme está mencionado na revisão bibliográfica deste trabalho. Estes planaltos são compostos por duas formações: o Grupo Mata da Corda e o Grupo Urucuia. Em ambos os casos, os padrões de drenagem se apresentam de formas semelhantes, pois, conforme foi constatado pelo estudo feito pelo CETEC (1981), as formações superficiais das superfícies tabulares são predominantemente argilosas e friáveis, e o escoamento superficial é pouco denso. Portanto, trata-se do contexto ideal para o surgimento de veredas. Nestes

planaltos, observam-se superfícies tabulares sobre coberturas detríticas.

Genericamente, as superfícies tabulares são superfícies de aplanamento em áreas de planalto, originadas do extravasamento de lençóis aquíferos superficiais. Já as coberturas detríticas são constituídas por aquíferos livres, contínuos, com porosidade e condutividade hidráulica dominante intersticial, compreendendo diferentes unidades geológicas.

Sobre a geomorfologia das áreas de veredas, este mesmo estudo constatou que estas surgem em vales rasos, e com vertentes côncavas arenosas. A presença de rochas e solos friáveis favorece a exsudação do lençol freático, que favorecem o surgimento delas. Portanto, estas duas unidades geomorfológicas abrigam características que, conjuntamente, contribuem para o aparecimento de várias veredas ao longo de suas áreas.

#### 2.5.2.2. – GEOLOGIA

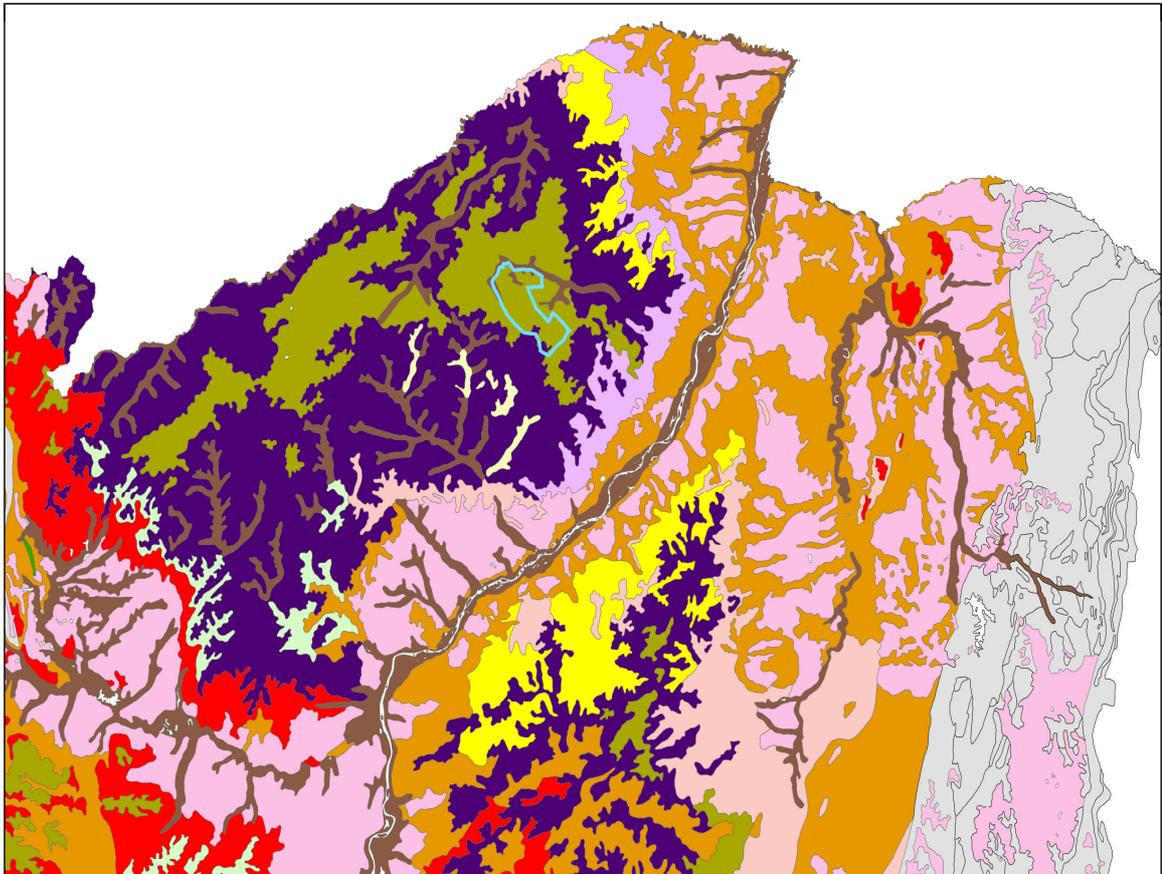
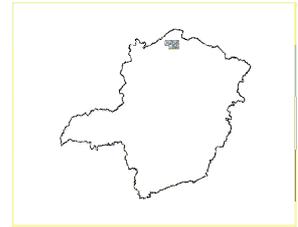
A região em estudo é composta, principalmente, por seqüência de depósitos sedimentares e vulcano-sedimentares cretáceos, e por sedimentos e coberturas detríticas do Terciário e início do Quaternário.

O grupo geológico que se destaca na região é o Grupo Bambuí, que é caracterizado por abrigar seqüência de rochas pelíticas e carbonáticas que ocorrem na bacia do rio São Francisco. Sua estratigrafia é representada pelas formações Paranoá, Paraopeba, Sete Lagoas, Lagoa Jacaré e Três Marias (Figura 5).

# GEOLOGIA: PROVÍNCIAS, COMPLEXOS E FORMAÇÕES

DATUM: UTM, SAD 69, FUSO 23 S  
 ELABORAÇÃO: MARCOS ELIAS SALA  
 DATA: 28/10/2008  
 FONTE: GEOMINAS

0 12,5 25 50 75 100  
 Quilômetros



## LEGENDA

	Outras coberturas		Paranoá
	Areado		Paraopeba
	Cob. detrito-lateríticas c/concreções ferruginosas		Serra de Santa Helena
	Depósitos aluvionares e de terraços		Sete Lagoas
	Depósitos detrito-lateríticos		Três Marias
	Januária		Urucuia
	Lagoa do Jacaré		Limite PEVP

Figura 5: Mapa geológico dos municípios em estudo.

Destas formações, destaca-se a Formação Paraopeba, que pode ser observada nos municípios de Januária e Manga, cujas áreas planas e monótonas contribuem para uma drenagem superficial pouco desenvolvida. Destaca-se também a Formação Três Marias, que capeia as rochas da Formação Paraopeba, formando várias elevações com o topo aplanado. As encostas apresentam um aspecto de degrau, devido às diferentes características físicas das intercalações de arenitos e siltitos que constituem essa formação. Porém, a estrutura que ocorre em maior quantidade nos municípios que compõem a área de estudo é o Grupo Urucuia, que ocorre sob a forma de extensos chapadões e com escarpas abruptas. A granulação grosseira dessas rochas forma solos que não permitem o desenvolvimento de vegetação exuberante (Figura 6). O padrão de drenagem é dendrítico-regular (CETEC, 1981).

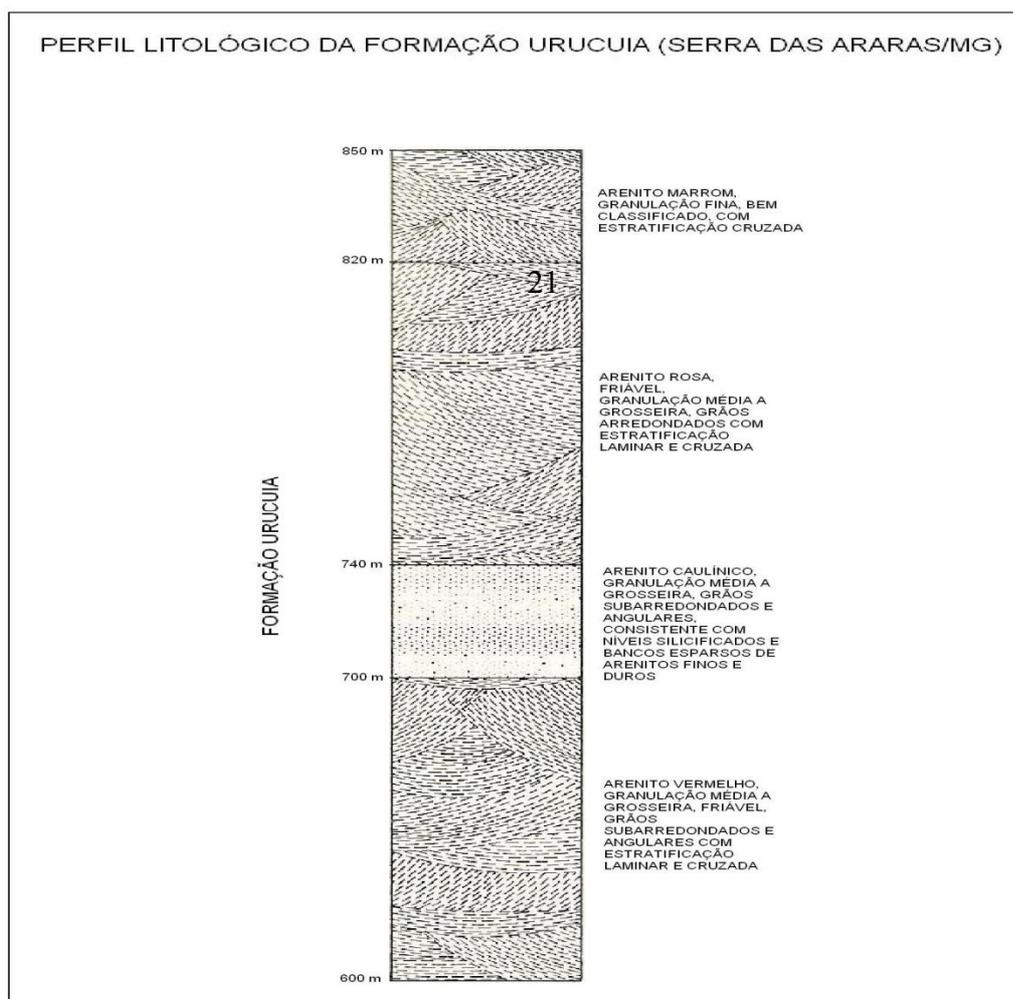


Figura 6: Perfil Litológico do Grupo Urucuia (CETEC, 1981, pág. 41)

O Grupo Urucuia (Figura 7), que possui um grande aquífero, ocupa uma pequena parte do estado de Minas Gerais, e abriga uma quantidade expressiva das veredas conhecidas. Estudos que envolvem a hidrogeologia da região ainda são poucos, mas têm aumentado nos últimos anos, devido ao incremento das atividades agropecuárias e industriais, especialmente na porção baiana (que detém quase 80% de toda a formação).

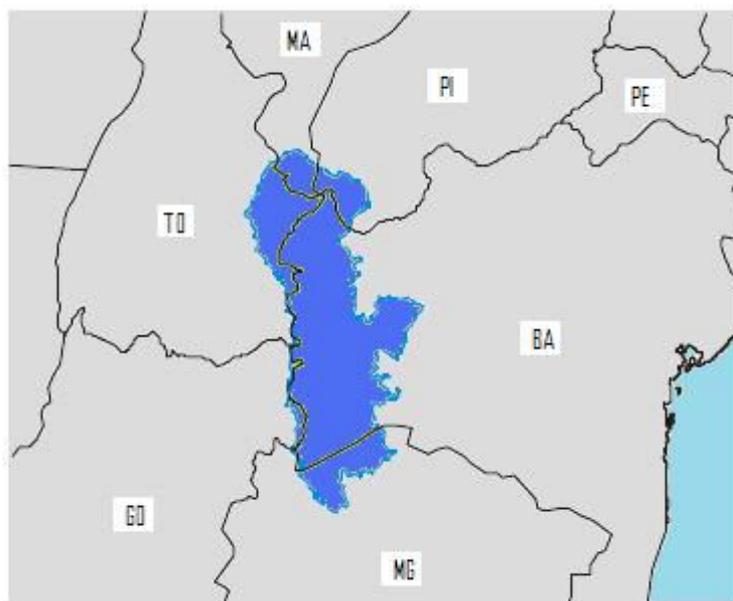


Figura 7: Aquífero Urucuia (Fonte: Bonfim & Gomes, 2004)

Estas formações são caracterizadas como unidades neocretácicas, com espessura máxima de 400 metros, constituídas por arenitos finos a grosseiros, alternados em pelitos, tendo na base arenitos conglomeráticos e conglomerados. É recoberto, em grande parte, por coberturas cenozóicas aluvionares, coluvionares e eluvionares relacionadas à Formação Chapadão (Bonfim & Gomes, 2004).

No mesmo trabalho, Bonfim & Gomes (2004, p. 6), ao definir o grupo Urucuia, afirmam:

*“Em termos estruturais, o que pode ser visualizado em sua área de exposição, através de observações dos diversos sensores (fotos aéreas e imagens), é um condicionamento tectônico da atual rede de*

*drenagem a um padrão WSW – ENE, o que deve estar relacionado a movimentações neogênicas de estruturas mais antigas. A extensão de sua área de ocorrência assenta-se sobre as seguintes unidades: Grupo Bambuí (principal); granitos e gnaisses do Arqueano-Proterozóico; metassedimentos do Grupo Rio Preto e sedimentos paleozóicos da Bacia do Parnaíba”.*

Sua coluna litoestratigráfica é composta por conglomerado basal, descontínuo, polimítico, de matriz areno-argilosa, com seixos e matacões compostos basicamente de arenitos, quartzitos e quartzitos hematíticos. A litologia apresenta-se conforme Figura 6. Alguns rios estão alinhados na direção Nordeste, o que mostra que sofreram reflexo de estruturas subjacentes.

Sobre a idade das formações mencionadas, predominam aquelas originadas no Terciário e início do Quaternário. As formações do Terciário são caracterizadas por apresentar sempre superfícies planas de relevo, com uma rede de drenagem pouco densa e uma grande infiltração de água, que favorece o aparecimento de lagoas intermitentes e de uma vegetação mais densa, do tipo cerradão. Os vales apresentam vertentes suaves e veredas bem desenvolvidas. As coberturas detríticas são constituídas basicamente de areias de granulação média a fina, misturadas com material argiloso, às vezes laterizadas, e horizonte de canga fossilizada na base (CETEC, 1981).

#### 2.4.2.3. – HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA

Os padrões de drenagem de ambas as formações são semelhantes, ou seja, são densas, bem controladas estruturalmente, e possuem evidências de processos erosivos mais intensos de eras geológicas anteriores. Especificamente, em se tratando da presença de veredas, estas coincidem com os cursos d'água onde não há grande trabalho erosivo.

Em relação à água subterrânea, que tem sido explorada de forma irracional, há a possibilidade de se levar à exaustão os aquíferos existentes na região e, considerando-se, além disto, o íntimo inter-relacionamento entre água subterrânea e água superficial - no caso dos afluentes da margem esquerda do

rio São Francisco, acredita-se que sua perenidade dependa intimamente do fornecimento das águas dos aquíferos (Campos & Dardenne, 1997) -, as veredas da região também podem estar ameaçadas.

A Figura 8 trata sobre os aquíferos mapeados na porção mineira do rio São Francisco, no qual é feita uma caracterização de acordo com aspectos litoestruturais e natureza da permeabilidade das rochas (Mourão et al., 2001). Percebe-se que, na região em análise, ocorrem três tipos de aquíferos, que são os areníticos, colúvio-eluviais (sistemas aquíferos granulares) e um sistema aquífero cárstico.

O aquífero arenítico, que é predominante, envolve os sedimentos cretáceos dos Grupos Urucuia e Mata da Corda e Areado, predominando rochas com granulometria de areia. O aquífero ocorreu como superfície tabular, resultante do processo de aplanamento ocorrido no terciário (Mourão et al., 2001). O predomínio dos termos areníticos deste aquífero justifica a uniformidade do comportamento hidrogeológico. Os níveis de infiltração e permeabilidade são altos, chegando a 15% (CETEC, 1981). A densidade da drenagem, como consequência, é baixa. Mourão et al. (2001, pág. 334) afirmaram, sobre a recarga do aquífero, que:

*“A recarga é feita a partir da infiltração de água de chuva, nas regiões de afloramento ou através do aquífero subjacente, por toda a superfície das chapadas. As áreas de descargas principais situam-se no sopé das elevações, junto ao contato com o substrato impermeável do grupo Bambuí. Nesses locais formam-se Veredas.”*

Os sistemas aquíferos cársticos, diferentemente dos aquíferos areníticos, possuem porosidade secundária resultante de alargamento, por dissolução, de superfícies fraturadas e planos de acamamento. Assim, o meio de circulação torna-se heterogêneo. Este sistema é coberto por sedimentos da Formação Três Marias e outras unidades cretácicas. Alguns rios, como o Peruaçu, passam por situações de influência, ou seja, perdem material para o aquífero (Mourão et al., 2001).

Por fim, os aquíferos colúvio-eluviais, englobam as unidades relacionadas ao manto de decomposição das rochas e aos depósitos detríticos de cobertura do Terciário-Quaternário. Apesar de ser mais fraco, tem papel importante no processo de recarga dos aquíferos subjacentes através de infiltração vertical. O trecho próximo à Depressão Sanfranciscana, é composto, predominantemente, por siltes e argilas, podendo apresentar níveis arenosos, cascalhos e concreções ferruginosas. Na região de Unaí, chega a atingir 100 metros de espessura, estando associado a platôs e pediplanos. A recarga processa-se, principalmente e quase que exclusivamente, por infiltração de águas pluviais, portanto, é recarregado pela permeabilidade das camadas superficiais, pela espessura saturada e natureza do substrato (Mourão et al., 2001).

Dados sobre o aquífero existente no entorno do rio Peruaçu ainda não podem ser consultados, devido à carência de estudos desta natureza na região (Boaventura, 1988; Ferreira, 2002; PNRH, 2006). No entanto, alguns trabalhos que tratam da evolução geológica do vale do rio São Francisco, e os estudos mais aceitos sobre as veredas do PEVP, afirmam existir este aquífero sob influência, principalmente, do rio Urucuia, que inclusive dá nome a ele (Kerekes, 1956; Cederstrom, 1964; Campos, 1997; Boaventura, 1988).

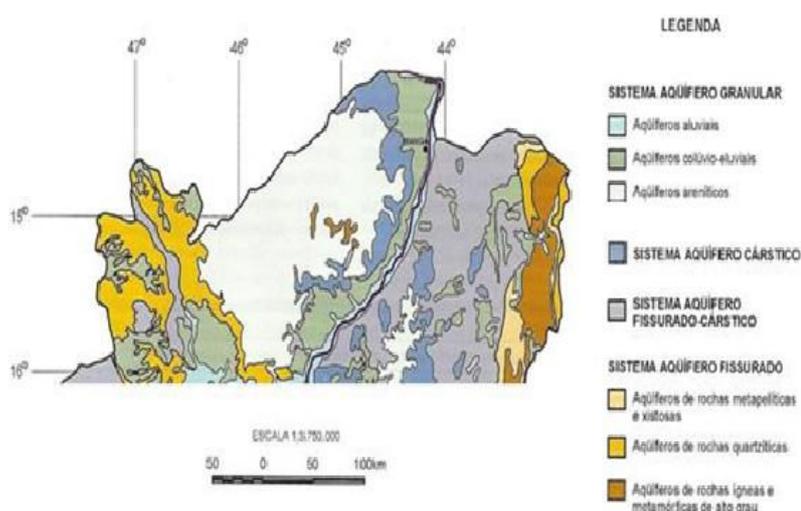


Figura 8: Aquíferos na porção mineira do rio São Francisco (Pinto, 2001).

#### 2.5.2.4. PEDOLOGIA

Pode-se dizer, a partir da análise da Figura 9, que a variabilidade de solos encontrados na região em estudo está diretamente relacionada aos materiais de origem, já que as influências climáticas são homogêneas. Assim sendo, predomina na região em estudo, os solos com alto grau de acidez oriundos de formações calcárias. Vale destacar a presença de solos húmicos e aluviais, que com características de hidromorfismo, podem ser observados em ambientes de veredas.

Importantes grupos de solos observados na região são os hidromórficos, que possuem características de encharcamento, determinando assim, em parte da região, acúmulo de matéria orgânica e presença do horizonte Glei. Existem também os solos areno-quartzosos, que não são hidromórficos, compostos por areia e areia franca, pelo menos até a profundidade de 2 metros. E por último, vários tipos de latossolos, cujas características comuns são a decomposição total da rocha, acúmulo de óxidos de ferro e alumínio, máxima filtração do material solúvel e escassez de húmus (CETEC, 1981).

## PEDOLOGIA E HIDROGRAFIA

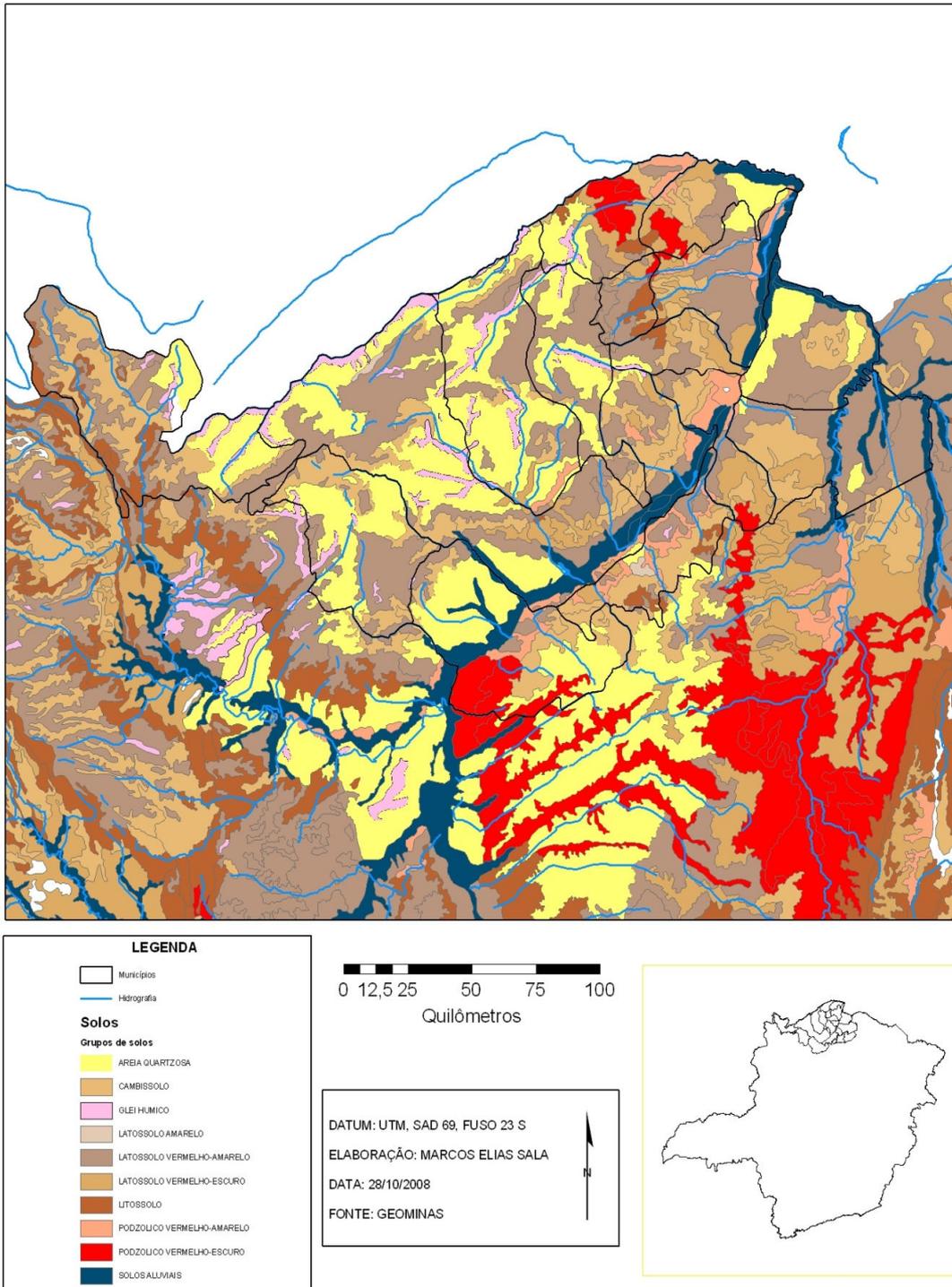


Figura 9: Tipos de solos na região em estudo.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Segundo o novo Sistema Brasileiro de Classificação (EMBRAPA, 2006) a legenda do mapa seria: Neossolo Quartzarênico, Cambissolo, Gleissolo, Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Neossolo Litólico, Argissolo Vermelho Amarelo, Argissolo Vermelho e Neossolo Flúvico, respectivamente.

Dentre os solos presentes na região em estudo segundo CETEC (1981) com nomenclatura atualizada segundo EMBRAPA (2006), destacam-se os seguintes, e cujas siglas estão presentes na seção Resultados.

HGa: Associação complexa de Gleissolo Álico Tb, com horizonte A proeminente ou turfoso, textura argilosa e Organossolos Álicos, ambos em fase campo higrófilo de surgente e campo hidrófilo de várzea, com Latossolo Vermelho-Amarelo Álico moderadamente drenado, com horizonte A moderado, e textura muito argilosa. Característico de relevo plano e suave ondulado (CETEC, 1981).

Em geral, os neossolos quartzarênicos são solos originados de depósitos arenosos, apresentando textura areia ou areia franca ao longo de pelo menos 2 m de profundidade. Esses solos são constituídos essencialmente de grãos de quartzo, sendo pouco resistentes ao intemperismo. Essa classe de solos abrange os neossolos quartzarênicos não-hidromórficos descoloridas, apresentando também coloração amarela ou vermelha. A granulometria da fração areia é variável e, em algumas situações, predominam diâmetros maiores e, em outras, menores. O teor máximo de argila chega a 15%, quando o silte está ausente (CETEC, 1981).

Na região em estudo encontra-se também o tipo AQd, que constitui os neossolos quartzarênicos distróficos epiálicos, cujo horizonte A é moderado - fase cerradão tropical subcaducifólio; relevo plano e suave ondulado (CETEC, 1981).

Os solos LVA (Latosolos Vermelho-Amarelo) têm teores de  $Fe_2O_3$  iguais ou inferiores a 11% e, normalmente, acima de 7%, quando os solos são argilosos ou muito argilosos e não-concrecionários. São profundos ou muito profundos, bem drenados, com textura argilosa, muito argilosa ou média. Os solos de textura argilosa ou muito argilosa e de constituição mais oxidica possuem baixa densidade aparente, de 0,86 g a 1,21 g/cm<sup>3</sup>, e porosidade total alta a muito alta. São solos ácidos a muito ácidos, com saturação por bases baixa (distróficos) e, por vezes, álicos. Esses Latossolos também possuem boas condições físicas que, aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado, favorecem o desenvolvimento de vegetação. Suas principais limitações são a acidez elevada e a fertilidade

química baixa (CETEC, 1981).

Dentre os latossolos presentes na área de estudo, destacam-se os seguintes:

LVa1: Latossolo Vermelho-Amarelo Álico ou Distrófico epiálico A moderado - textura muito argilosa; fase cerrado tropical subcaducifólio; relevo plano e suave ondulado (CETEC, 1981).

LVa3: Associação de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico ou Distrófico epiálico, mais Argissolo Vermelho-Amarelo álico; A moderado - textura média; fase cerrado tropical subcaducifólio; relevo plano e suave ondulado (CETEC, 1981).

Os Latossolos Vermelhos Distróficos (LVd) são solos minerais com teores de  $Fe_2O_3$  entre 8% e 18%, nos solos argilosos ou muito argilosos, e normalmente inferiores a 8% nos solos de textura média. Anteriormente eram classificados como Latossolos Vermelho-Escuros. São muito profundos, bem drenados, friáveis ou muito friáveis, de textura argilosa ou muito argilosa e média. Os solos mais oxídicos, de textura argilosa ou muito argilosa, possuem baixa densidade aparente, de 0,84 g a 1,03 g/cm<sup>3</sup>, e porosidade muito alta ou alta. Possuem excelentes condições físicas, as quais, aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado onde ocorrem, favorecem sua utilização com as mais diversas culturas climaticamente adaptadas à região (CETEC, 1981).

Na região em estudo, destaca-se o Lvd2, que é um Latossolo Vermelho distrófico típico, e se apresenta em sua fase argilosa (CETEC, 1981).

Os Cambissolos têm como uma de suas principais características a pouca profundidade e, muitas vezes, o fato de serem cascalhentos. Este é considerado um solo "jovem" que possui minerais primários e altos teores de silte até mesmo nos horizontes superficiais. O alto teor de silte e a pouca profundidade fazem com que estes solos tenham permeabilidade muito baixa. Os Cambissolos diferenciam-se dos Neossolos Litólicos por apresentarem um horizonte B incipiente que tenha pelo menos 10 cm de espessura. Os Cambissolos também tendem a ser mais profundos que os Neossolos Litólicos. Dentre os tipos de Cambissolo, destacam-se na região o Ca1 – que é um Cambissolo álico Tb A

moderado, textura argilosa e muito argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso, e solo Litólico álico Tb A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso; e também o Ca2 – que também é um Cambissolo álico Tb pouco profundo, A moderado, textura média e relevo ondulado (CETEC, 1981).

## 2.6. USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DAS VEREDAS

Inúmeros estudos de vegetação têm sido realizados com a ajuda de técnicas de Sensoriamento Remoto. Esta tecnologia tem uma gama muito variada de atuações, tendo propostas de abordagens desta natureza em praticamente todos os livros que tratam sobre os conceitos básicos de Sensoriamento Remoto (Novo, 1998; Hall, 1998; Jensen, 2005).

Em se tratando especificamente de veredas e terras úmidas, estudos mais avançados em várias partes do mundo têm sido desenvolvidos, no sentido de entender plenamente as suas origens, evoluções e comportamentos. Hamilton et al. (2006) desenvolveram um estudo que tratou sobre as relações entre geomorfologia e inundação, e quais foram os efeitos para a biodiversidade no rio *Madre de Dios*, no Peru, enquanto que Barbieri et. al. (2000) trataram sobre a questão do surgimento das veredas dentro de uma abordagem paleoclimática e palinológica, no Brasil Central. Já Schmidt & Karnieli (2000) discutiram sobre a variabilidade sazonal em ambientes semi-áridos, com estudo de caso em uma região próxima a Neguebe, deserto de Israel. Dados derivados do AHVRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), cuja tradução é “*Resolução Radiométrica Muito Avançada*”, e de um dos seus componentes - NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* - Índice da Diferença da Vegetação Normalizada) - foram comparados para demonstrar os comportamentos das vegetações em períodos de chuvas e de seca. Ainda, Alencar-Silva (2006) dissertou sobre possíveis classificações para ambientes de veredas, bem como uma relação dos dados de satélite com as principais fisionomias observadas no PEVP.

O Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) têm trazido muitas contribuições importantes com relação ao entendimento das

veredas e de outros ambientes naturais. Os SIGs contribuem enormemente para facilitar a compreensão da espacialização de fenômenos, enquanto que o Sensoriamento Remoto e o Processamento Digital de Imagens fornecem várias informações que retratam o comportamento natural da região em estudo, nos mais diversos âmbitos. Jensen (2005), um dos autores mais renomados na área de Sensoriamento Remoto, afirma que, para que se possa empregar com eficácia tudo o que as tecnologias do Sensoriamento Remoto oferecem, é necessário um amplo conhecimento do objeto de estudo. Caso contrário, as chances de se produzirem resultados que não condizem com a realidade, aumentam.

## 2.7. A MINERAÇÃO DE DADOS EM ESTUDOS GEOGRÁFICOS

“Como a topografia influencia as respostas da vegetação às flutuações climáticas e hidrológicas naturais?” Perguntas dessa natureza são feitas há muitos anos por vários profissionais ligados à área de estudos naturais, e várias técnicas já foram utilizadas no sentido de se trazer respostas, as mais claras possíveis, a esses questionamentos. Porém, a quantidade de estudos desta natureza na Geografia, e que envolvem técnicas de Mineração de Dados, ainda são muito escassos.

A Mineração de Dados, ou Descoberta do Conhecimento em Base de Dados (KDD – Knowledge Discovery in Databases), tem se tornado uma ferramenta de extrema importância, nas mais diversas áreas do conhecimento, devido à sua capacidade de captar, organizar e tratar dados (Goldschmidt, 2005). Com o advento da informática, especialmente a partir da década de 80, acumulou-se uma imensa gama de informações, porém o tratamento e interpretação delas ainda não é totalmente eficaz, pois tal procedimento despense muito tempo e dinheiro, além de excelentes conhecimentos técnicos dos especialistas de cada área.

A Mineração de Dados é a extração automática de padrões implícitos em grandes bancos de dados, que são muito difíceis de discernir devido ao tamanho das bases de dados e o grande número de variáveis envolvidas. Técnicas estatísticas eficientes, combinadas com teoria da informação, têm sido usadas e desenvolvidas para esse fim (White et al., 2005). O conceito de Mineração de

Dados, apesar de ser simples, envolve procedimentos complexos, como uma boa base de dados, bem como uma boa escolha das variáveis corretas. O princípio básico da Mineração de Dados é organizar todos os dados disponíveis, e em um curto espaço de tempo, transformá-las em informações, que podem trazer muitas respostas para questões das mais diversas.

White et al. (2005) fizeram um estudo sobre as relações entre a variabilidade da vegetação e a topografia, com controle climático inter-anual, através da Mineração de Dados. Os resultados obtidos superaram as expectativas, pois não só obtiveram várias correlações que trouxeram resultados altamente satisfatórios, como também puderam identificar várias outras heterogeneidades, como, por exemplo, a identificação de vários corredores ecológicos.

Para se trabalhar com Mineração de Dados, é necessária uma definição clara a respeito da diferença entre os conceitos de dados, informações e conhecimento, já que muitas vezes são trabalhados como sinônimos. Ter em mente a diferença entre eles é essencial para que se possa trabalhar a Mineração de Dados de maneira eficiente.

**DADOS:** É o registro daqueles aspectos do fenômeno sendo estudado que um determinado investigador pôde captar. Correspondem a uma anotação bastante direta das observações, ou seja, com relativamente pouca elaboração ou tratamento. Uma vez coletados, são compreendidos como um reflexo razoavelmente confiável dos acontecimentos concretos. <sup>1</sup>

**INFORMAÇÃO:** É o resultado de uma organização, tratamento e/ou análise de dados, ou seja, do seu tratamento de modo a produzir deduções e inferências lógicas confiáveis. Constitui uma leitura daquilo que o conjunto dos dados parece indicar. <sup>1</sup>

**CONHECIMENTO:** Argumentos e explicações que interpretam um conjunto de informações. Trata-se de conceitos e raciocínios lógicos essencialmente abstratos que interligam e dão significado a fatos concretos. Envolve hipóteses, teses,

teorias e leis.<sup>2</sup>

## 2.8. OS SOFTWARES WEKA E SAGA

A base de dados deste trabalho foi tratada pelo *software* WEKA (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*), cuja tradução é: “Ambiente *Waikato* para Análises de Conhecimento”. Este *software* é específico para Mineração de Dados, de domínio público, e foi desenvolvido pela Universidade de Waikato, na Nova Zelândia (IAN & EIBE, 2005).

A técnica de Mineração de Dados, bem como o WEKA tem sido muito utilizado nas mais diversas áreas de conhecimento ao redor do mundo, que possuem grande quantidade de dados históricos sobre algum assunto. O principal objetivo é o de conhecer, na integralidade, uma determinada clientela, ou então o perfil de comportamento de um dado grupo social, dentre inúmeras outras aplicabilidades. Neste estudo, e em outros possíveis na área de Geociências, espera-se que as variáveis que condicionam determinados fenômenos possam ser cruzadas, através do levantamento de dados numéricos, e assim possa se obter um padrão para o surgimento e manutenção deste ou daquele ambiente.

Neste *software* foram calculadas as ramificações que correspondem ao perfil apresentado pelas veredas, que foram utilizadas para estimar novas áreas onde as veredas poderão surgir, ou já existem, porém em estágio inicial. Assim, pode-se apresentar planos de manejo e conservação no sentido de prevenir ações antrópicas predatórias.

O Software SAGA/UFRJ, na descrição de seu autor (Xavier, 2006),

*“é um sistema geográfico de informação (SGI), (...) visando aplicações ambientais em equipamentos de baixo custo. O módulo de ANÁLISE AMBIENTAL visa satisfazer uma necessidade atual, principalmente daqueles que lidam rotineiramente com a área ambiental, qual seja: a possibilidade de*

---

<sup>2</sup> Conceitos adaptados do sítio <http://www.vademecum.com.br/iatros/saber.htm>

*analisar dados georreferenciados e convencionais, fornecendo como resultados mapas e relatórios que irão apoiar o processo de tomada de decisão”.*

Este *software* trabalha a partir do princípio matemático de média ponderada, onde é possível atribuir pesos diferentes a ocorrências ambientais mais ou menos importantes. Estas importâncias relativas diferentes dão ao usuário o poder de controlar os resultados finais que o *software* apresenta, conforme a necessidade e o grau de conhecimento do fenômeno estudado.

Xavier (2001) afirma que uma formulação básica de uma média ponderada, para fins de avaliações multiclassificatórias de uma situação ambiental, como a proposta deste trabalho, pode ser admitida como:

$$MP_n = \frac{\sum_k^n [P_k(N_k)]}{\sum_k^n P_k}$$

Onde:

**MP<sub>n</sub>** = media ponderada a ser atribuída a cada unidade de resolução espacial;

**P<sub>k</sub>** = peso atribuído ao plano de informação “k”;

**N<sub>k</sub>** = valor representativo de uma classe do plano de informação “k”, admitida a restrição da ocorrência de apenas uma classe em cada unidade territorial de discretização<sup>3</sup> adotada (unidade de resolução espacial, que, neste procedimento avaliativo, pode ser denominada unidade territorial de integração de dados);

**n** = número de planos de informação e classes envolvidos.

Ainda conforme Xavier (2001), a média ponderada pode ser entendida como representativa da possibilidade de ocorrência de um evento ou entidade ambiental que seja causado, em princípio, pela atuação convergente dos parâmetros ambientais nela considerados. Para se chegar ao resultado esperado, o somatório dos pesos pode ser normalizado, passando a ser expresso no intervalo entre 0 e 1, com a soma dos pesos significando uma dada unidade. Isto pode ser entendido como a representação de que foram consideradas na avaliação todas as variáveis

---

<sup>3</sup> Trata-se de um procedimento que visa dividir determinado fenômeno em unidades discretas, com o fim de diferenciá-los de outros fenômenos, para espacialização.

(planos de informação com suas possíveis classes) contribuintes para a possibilidade de ocorrência do evento estimado.

A partir da aceitação da fórmula da média ponderada, pode ser proposta como:

$$(POSS)_i = MP_n = \sum_k^n (P_k (Nk))$$

Onde, além dos termos já definidos acima, temos:

(POSS)<sub>i</sub> = possibilidade de ocorrência de um evento ou entidade ambientais.

Os dados que estão envolvidos na avaliação em referência podem ser lançados em um dado intervalo, com o fim de gerar uma amplitude de variação que possa abranger, com maior precisão, a variabilidade das estimativas a serem feitas.

A normalização dos pesos e seu contingenciamento entre os valores, como por exemplo, entre 0 e 100, contribuem para a definição do valor do peso atribuído a um plano de informação, como o máximo que qualquer das classes daquele plano pode assumir (Xavier, 2001). Desta forma, determinadas características de geomorfologia, umidade, etc., podem contribuir mais ou menos para a classificação do fenômeno. Com a adoção da média ponderada está criado um espaço classificatório, em princípio ordinal, mas que pode admitir um grande e variado detalhamento na classificação das estimativas.

### 3. METODOLOGIA E FASES

A metodologia adotada para o presente trabalho pode ser dividida em sete fases, quais sejam: Recorte da área de estudo (que compreende os municípios já mencionados, e parte de municípios vizinhos, cujas áreas abrangem parte do PEVP), bem como a delimitação das veredas que serão analisadas.

Segundo, inserção dos pontos de veredas coletados *in loco* nos vários grupos de análise (bandas Landsat e RADAR), para confirmar matematicamente a existência de veredas através de *software* WEKA, bem como alimentá-lo para ajudar a identificar áreas propícias. Este *software* é específico para a técnica de Mineração de Dados. Algumas destas informações serão extraídas de imagens de satélite, enquanto que outras serão obtidas a partir de base de dados de órgãos especializados de estudos ambientais.

Terceiro, organização de todas essas informações em um banco de dados, que, a partir do classificador *naive bayes*, separou as áreas que são veredas das que não são veredas, bem como as áreas potenciais ao surgimento destas, através do agrupamento e classificou variáveis comuns nas mesmas ramificações, e assim os padrões estarão estabelecidos.

Em quarto, lançamento de todos os resultados obtidos no procedimento anterior no ArcGis – que é um *software* bastante conhecido de produção de mapas temáticos -, para confirmação da eficácia do tratamento dos dados, e conseqüente elaboração de um mapa com as veredas estudadas, veredas potenciais e áreas de não-veredas.

Em quinto, utilização de uma classificação de avaliação e assinatura já consagrada na literatura através do *software* SAGA (UFRJ), com o fim de comparar os resultados da mineração de dados com uma abordagem tradicional.

Em sexto, consulta a um especialista em veredas, para que possa atribuir pesos às variáveis, baseado em seus estudos e conhecimento sobre o assunto. Tal procedimento se faz necessário, pois a visão do especialista sobre o ambiente de

veredas contribui para a validação dos resultados obtidos automaticamente. Essa atribuição de pesos foi feita no SAGA, e este resultado foi também comparado aos resultados anteriores, tanto do SAGA quanto do WEKA.

E finalmente, em sétimo, houve a interpretação e análise dos dados estatísticos fornecidos pelo WEKA, confecção do mapa resultante dos números fornecidos por ele, bem como a comparação de todos estes resultados com a abordagem tradicional, estabelecendo-se assim um comparativo entre os resultados obtidos, e suas respectivas aplicabilidades (Figura 10).

E para que estes resultados possam ser corretamente interpretados, é necessário conhecer a forma como as veredas se desenvolvem. Neste trabalho, já foram mostradas dificuldades que alguns estudiosos da área têm em definir este ambiente, portanto, para este trabalho, será adotada a definição de Boaventura & Soares (2007).

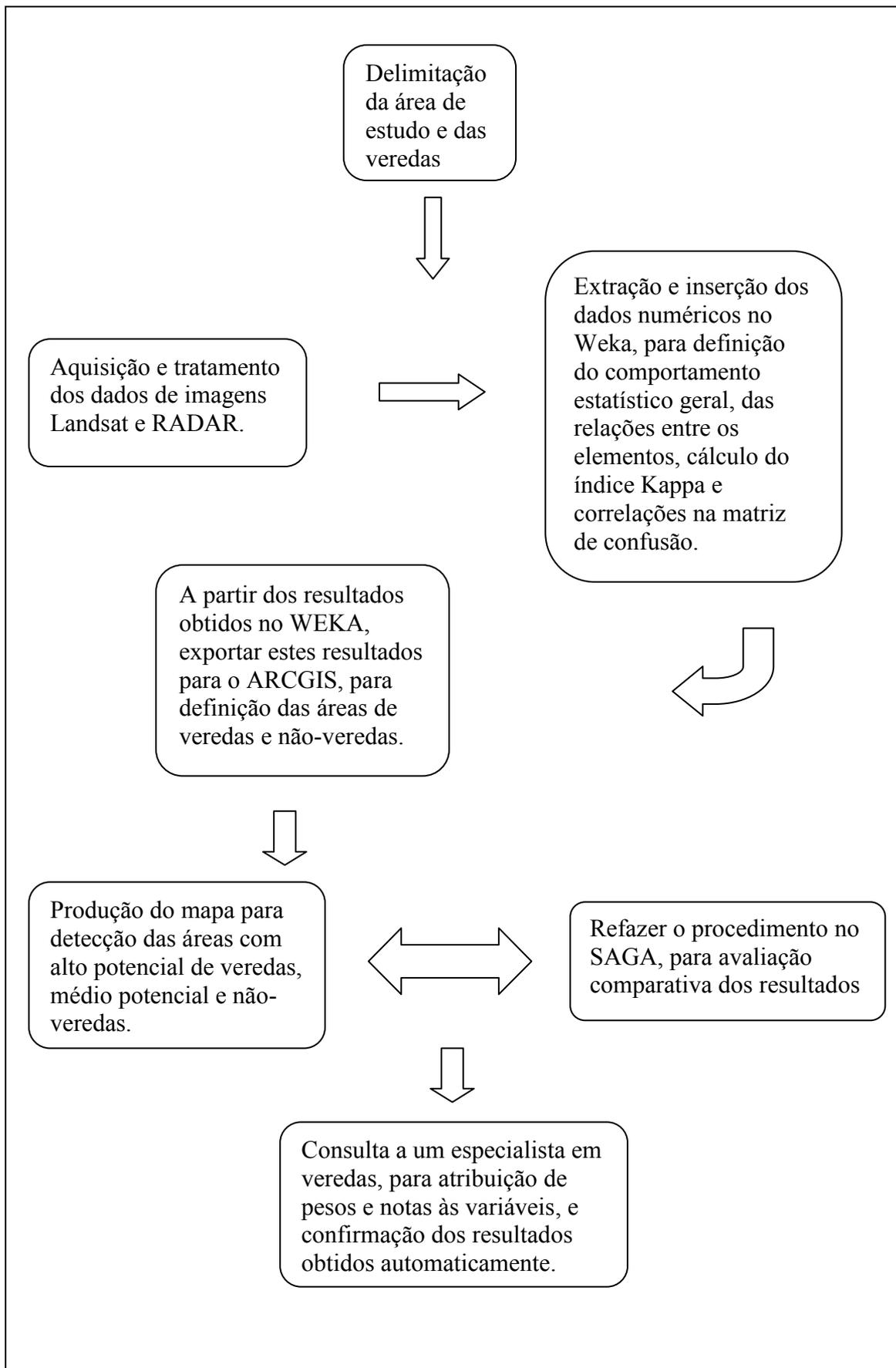


Figura 10: Organograma da metodologia

Destarte, conforme estes mesmos autores, as veredas conhecidas no Norte de Minas Gerais são localizadas dentro dos seguintes condicionantes:

- a) Relevos planos ou suavemente ondulados (Figura 11).
- b) Rocha sedimentar porosa ou solos espessos permeáveis, intercalados ou sobrepostos a camada impermeável (Figura 12).
- c) Nível de base local, mantida por rocha dura, que dificulta o aprofundamento da vereda (Figura 13).
- d) Caimento ou inclinação suave da superfície topográfica, propiciando o escoamento das águas pluviais (Boaventura & Soares, 2007, p.36).

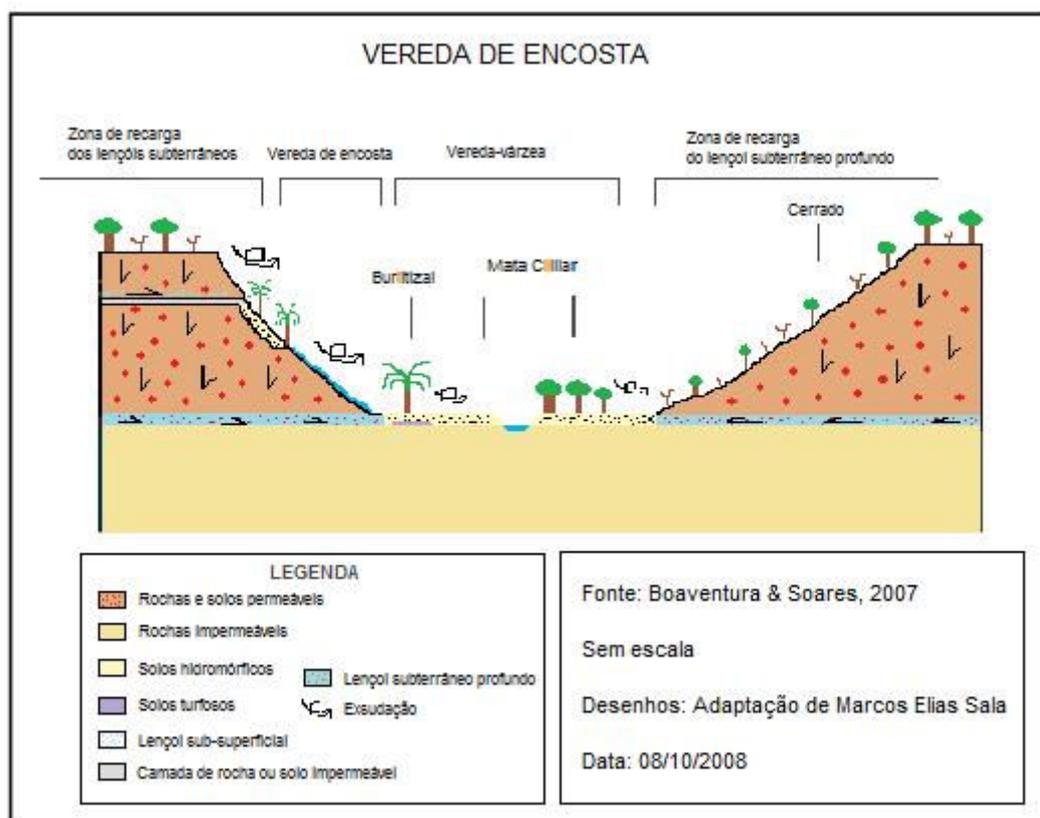


Figura 11: Vereda de Encosta

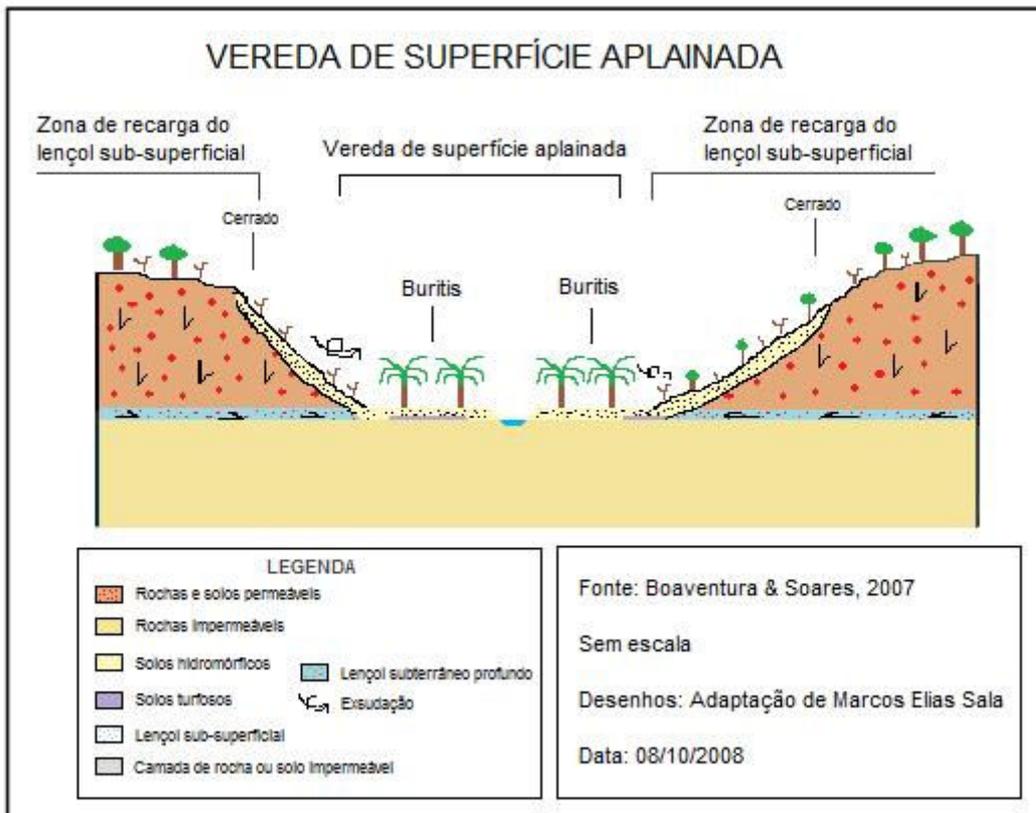


Figura 12: Vereda de Superfície Aplainada

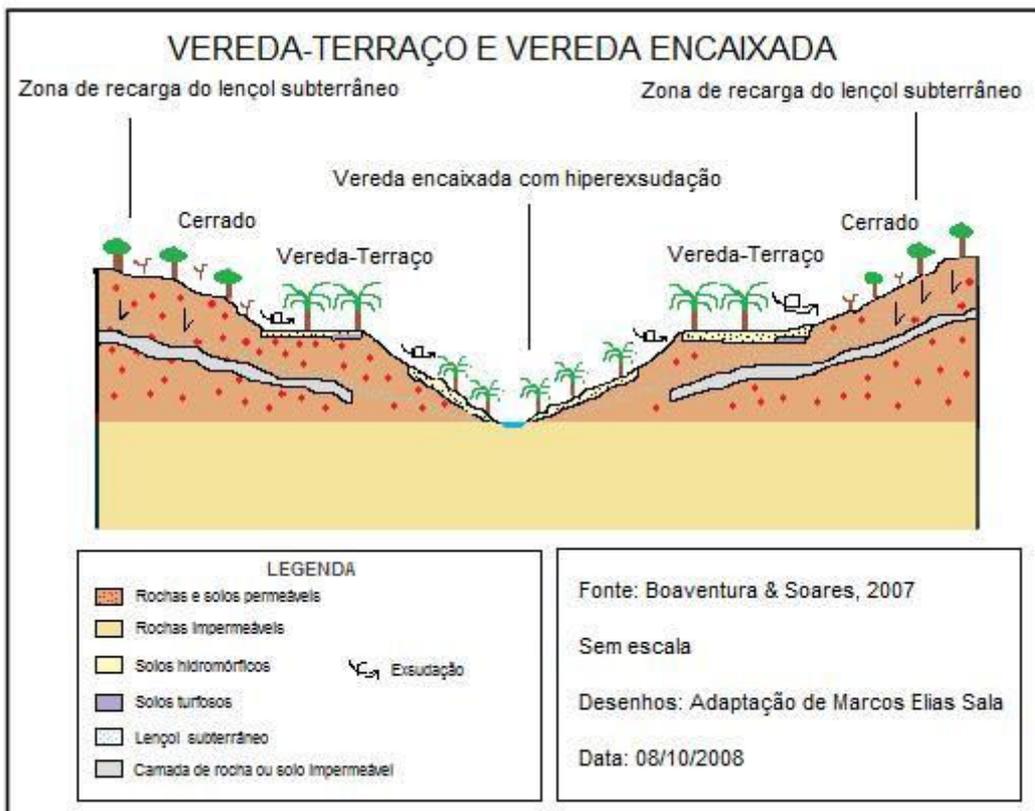


Figura 13: Vereda-Terraço e Vereda Encaixada

Para este estudo, apenas as chamadas veredas de superfície aplainada serão abordadas, uma vez que, no PEVP, pode-se encontrar apenas veredas deste tipo, já que a topografia da região é plana, e não permite o surgimento dos demais tipos. Para estudos futuros sobre outros tipos de veredas, é importante que haja campanhas de campo no sentido de identificar e georreferenciar veredas de outros tipos, bem como ampliar a área de estudo, e a aquisição de maior quantidade de dados remotos. É importante ressaltar que o trabalho despendido na caracterização deste tipo de vereda é mais complexo, uma vez que, aparentemente, não existem variações significativas de declividade, sendo este um fator importante na sua caracterização.

As variáveis que serão abordadas através das bandas em análise, detalhadas logo a seguir, dizem respeito exclusivamente ao comportamento espectral apresentado, não caracterizando, portanto, nenhuma definição de cunho hidrográfico, geomorfológico e geológico que possa dar maiores detalhes, como por exemplo, as idades das formações.

As variáveis utilizadas para alimentação do software WEKA, bem como as justificativas para tal, são as seguintes:

### 3.2. IMAGEM RADAR E DECLIVIDADE

O RADARSAT-1 é um satélite de observação da terra desenvolvido para monitorar mudanças ambientais e recursos naturais. Foi lançado em novembro de 1995, levando a bordo o Radar de Abertura Sintética (SAR), que opera na banda C e é capaz de cobrir toda a superfície terrestre, com facilidade para atender requisições específicas (dependendo do modo de operação), além de adquirir e oferecer imagens com resolução espacial de 8 metros em modo fino. Trata-se de um dos mais sofisticados e completos sistemas de radar para monitoramento dos recursos naturais do planeta, com aplicações tanto na área científica quanto comercial.

Uma imagem de radar, como a que foi utilizada neste trabalho, e que são disponibilizadas pelo sistema RADARSAT, pode ser utilizada para obter

declividades e também para monitoramento ambiental nas mais diversas áreas do conhecimento, como agropecuária, oceanografia, recursos florestais, ecologia, etc.

Com relação a imagem em referência, foi analisada uma imagem RADAR S2, que possui um ângulo de incidência de 24-31°, e que permite um melhor realce da superfície (morfologia) em terrenos pouco acidentados, particularmente num ângulo próximo do da aquisição da imagem. Menores topografias, associadas à drenagens, declividades e características de erosão com platôs dissecados, são muito bem detectáveis por este sensor (Paradella et. al., 2000).

### 3.3. NDVI

O índice de vegetação de diferença normalizada, ou NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é um indicador numérico simples que pode ser usado para analisar medidas de sensoriamento remoto, tipicamente, mas não necessariamente, de uma plataforma espacial, e avalia se o alvo em análise contém vegetação viva ou não, bem como características de concentração.

A fórmula para o cálculo deste índice é:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Onde RED (vermelho) e NIR (Infra-vermelho próximo) constituem as regiões específicas de reflectância espectral. Estas reflectâncias espectrais e suas respectivas taxas de reflexão incidem em cada banda espectral individualmente, portanto, os valores adquiridos estão entre 0.0 e 1.0. Para fins de padronização, estes valores variam entre -1.0 e +1.0.

### 3.4. ACUMULAÇÃO HÍDRICA

Para obtenção do mapa de acumulação hídrica, foi utilizada uma base de dados que é um grupo de três imagens SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*),

obtida no sítio da EMBRAPA<sup>4</sup> (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Estas imagens representam, matematicamente, a distribuição espacial de uma determinada característica vinculada à superfície real. Usa-se para armazenar dados de altimetria para gerar mapas topográficos e elabora mapas de declividade e exposição para apoio à análise de geomorfologia e erodibilidade. A partir desse modelo, pode-se calcular volumes, áreas, desenhar perfis e seções transversais, gerar mapas de declividade e tridimensionalidade. A resolução foi alterada para 15 metros, para que houvesse coerência com o estabelecimento a partir do MDT (Modelo Digital de Terreno) criado pelas curvas de nível destas bases.

Assim, com a elaboração deste mapa, foi possível medir, em cada ponto das bacias e sub-bacia hidrográficas onde existam veredas, quais são os caminhos possíveis que a água pode transcorrer ao atingir determinado ponto. Esta variável constituiu-se com uma das mais importantes na compreensão da dinâmica das veredas analisadas.

No entanto, os dados gerados por esta variável são lineares, o que impediu o uso desta variável no *software* SAGA, já que este trabalha com dados zonais. E caso fosse utilizado o mapeamento através de faixas de domínio, não haveria ganho significativo para as amostragens estatísticas, uma vez que há vários cursos d'água distribuídos pela área de estudo, que possuem um padrão de distribuição semelhante ao que se observa em áreas de veredas. Grosso modo, há certa uniformização dos resultados dessa variável em toda a área do parque. Ainda, na interpretação dos resultados, houve relação direta com o item declividade para fins de análise da vazão, suprimindo assim a ausência deste item. E mesmo a aplicação dos dados gerados por esta variável no WEKA e no *software* auxiliar para a geração dos mapas, apresentou-se problemática, conforme será discutido mais à frente.

### 3.5. PROCESSAMENTO NO WEKA

---

<sup>4</sup> <http://www.sat.cnpm.embrapa.br>

Todos os pixels referentes às áreas de veredas e não-veredas, por grupo de análise, foram inseridos no WEKA, a fim de que este programa identificasse estatisticamente quais são as áreas de veredas, as áreas propícias ao surgimento destas, e as que definitivamente não o são. Os dados foram extraídos das imagens, no *software* auxiliar, de forma bruta, não havendo pré-processamento destas, o que poderia gerar eventual manipulação dos dados. Para isso, foi usado o classificador *naive Bayes*, que é um classificador probabilístico simples, baseado na aplicação do teorema de Bayes (inferência bayesiana), com fortes (*naive*) suposições independentes. Também é conhecido como “modelo de características independentes”.

### 3.5.1. CLASSIFICADOR NAIVE BAYES

Em termos simples, o classificador *naive Bayes* sugere que a presença (ou ausência) de uma característica particular de uma classe não tem relação com a presença (ou ausência) de qualquer outra característica. Por exemplo, uma fruta pode ser considerada uma maçã se for vermelha, redonda e com cerca de quatro polegadas de diâmetro. Embora estas características dependam da existência de outras características, o classificador *naive Bayes* considera que todas estas propriedades contribuem independentemente para a probabilidade desta fruta ser uma maçã (Zhang, 2004).

Dependendo da precisão natural deste modelo probabilístico, o classificador *naive Bayes* pode ser muito eficaz quando aplicado de forma supervisionada. Em muitas aplicações práticas, os parâmetros de estimativas para os modelos *naive Bayes* utilizam o método de máxima verossimilhança, que é utilizado para determinar valores dos livres parâmetros de um modelo estatístico.

A despeito de este classificador aparentar suposições simplificadas, ele age freqüentemente muito melhor em situações que envolvem maior grau de complexidade. Uma vantagem deste classificador é que ele requer uma pequena quantidade de dados de treinamento para estimar parâmetros (médias e variâncias das variáveis) necessários para classificação. Porque as variáveis são assumidas de forma independente, apenas as variâncias das variáveis para cada

classe necessitam ser determinadas e não a matriz de covariância inteira (Zhang, 2004).

O modelo probabilístico *naive Bayes* pode ser mostrado, abstratamente, com

$$p(C|F_1, \dots, F_n)$$

onde uma classe dependente de uma variável C com um pequeno número de classes externas e interligadas, e com variáveis condicionais ou características fortes de F1 até Fn. Usando o teorema de Bayes, escreve-se:

$$p(C|F_1, \dots, F_n) = \frac{p(C) p(F_1, \dots, F_n | C)}{p(F_1, \dots, F_n)}$$

### 3.5.2. REDES E INFERÊNCIAS BAYESIANAS

As Redes Bayesianas foram desenvolvidas no início dos anos 80 para facilitar a tarefa de predição e abdução em sistemas de Inteligência Artificial (AI) (Pearl, 2000). Em resumo, Redes Bayesianas (RB) também conhecidas como redes de opinião ou redes causais, são modelos gráficos para raciocínio (conclusões) baseado na incerteza, onde os nós representam as variáveis (discreta ou contínua), e os arcos representam a conexão direta entre eles. Ela vem se tornando a metodologia padrão para a construção dos sistemas que confiam no conhecimento probabilístico e tem sido aplicada em uma grande variedade de atividades do mundo real.

As Redes Bayesianas são modelos de representação do conhecimento que trabalham com o conhecimento incerto e incompleto através da Teoria da Probabilidade Bayesiana, publicada pelo matemático Thomas Bayes em 1763. Matematicamente, uma Rede Bayesiana é uma representação compacta de uma tabela de conjunção de probabilidades do universo do problema. Por outro lado, do ponto de vista de um especialista, Redes Bayesianas constituem um modelo

gráfico que representa de forma simples as relações de causalidade das variáveis de um sistema.

Essa representação tem como uma das suas principais características a adaptabilidade, podendo, a partir de novas informações, e com base em informações de cunho verdadeiro, gerar alterações nas dependências e nos seus conceitos. Permite, dessa forma, que as probabilidades não sejam meros acasos, podendo confirmar e criar novos conceitos.

### 3.5.3. MATRIZ DE CONFUSÃO

A matriz de confusão, em termos gerais, é uma representação em linhas e colunas, correspondendo às ares de teste e treinamento. A matriz de confusão de uma hipótese  $h$  oferece uma medida efetiva do modelo de classificação, ao mostrar o número de classificações corretas *versus* as classificações preditas para cada classe, sobre um conjunto de exemplos  $T$ .

$$M(C_i, C_j) = \sum_{\{x, y \in T: y = C_j\}} \mathbb{1}(h(x) = C_i)$$

- O número de acertos, para cada classe, se localiza na diagonal principal  $M(C_i, C_i)$  da matriz.
- Os demais elementos  $M(C_i, C_j)$ , para  $i \neq j$ , representam erros na classificação.
- A matriz de confusão de um classificador ideal possui todos esses elementos iguais a zero uma vez que ele não comete erros.

Conforme Provost e Kohavi (1998), em uma tabela de matriz de confusão existem duas classes de classificação, sendo as preditas e as reais. As entradas nas matrizes de confusão têm o seguinte significado:

- $a$  é o número de predições **corretas** cuja instância é **negativa**,
- $b$  é o número de predições **incorretas** cuja instância é **positiva**,
- $c$  é o número de predições **incorretas** cuja instância é **negativa**, e

- $d$  é o número de predições **corretas** cuja instância é **positiva**.

		Predição	
		Negativo	Positivo
Real	Negativo	<b>A</b>	<b>B</b>
	Positivo	<b>C</b>	<b>D</b>

Tabela 1: Exemplo de matriz de confusão

	<b>F</b>	<b>A</b>	<b>U</b>	<b>TOTAL</b>	
<b>F</b>	10	3	3	16	Precisão do usuário
<b>A</b>	2	11	1	14	
<b>U</b>	2	2	9	13	Sucesso
<b>TOTAL</b>	14	16	13		

$\sum \text{diagonal} * 100 / \text{total de pixels}$

Tabela 2: Exemplo de matriz de confusão, adaptada de Jensen (2005).

### 3.5.4. ÍNDICE KAPPA

Índice muito utilizado para dar idéia de quanto as observações se afastam daquelas esperadas, frutos do acaso, indicando assim quão legítimas as interpretações são (Jensen, 2005).

Calcula-se o índice Kappa para cada matriz de confusão, e é uma medida geral de quanto a classificação possui correspondência com os dados de referência (Tabela 3). O Kappa avalia a precisão total da classificação, incluindo em suas estatísticas a possibilidade de acerto, por mero acaso, na classificação de cada pixel.

Valor de Kappa	Concordância
0	Pobre
0-0,20	Ligeira
0,21-0,40	Considerável
0,41-0,60	Moderada
0,61-0,80	Substancial
0,81-1	Excelente

Tabela 3: Concordância dos valores de Kappa (Jensen, 2005).

### 3.6. MINERAÇÃO DE DADOS E SENSORIAMENTO REMOTO

Para se buscar uma definição mais apropriada de veredas, técnicas de sensoriamento remoto têm se configurado como importantes ferramentas na compreensão de situações como a apresentada neste trabalho. Com isso, deseja-se utilizá-lo não apenas como uma importante ferramenta para estudos envolvendo vegetação e terras úmidas, como também incentivar outros estudos com perfis diferentes, como para a Mineração de Dados, apresentado neste trabalho. Conforme afirmaram White et. al. (2005), “o sensoriamento remoto é o primeiro candidato à utilização das técnicas de Mineração de Dados”. Com o devido conhecimento dos recursos disponibilizados pelos sensores e imagens, diversas respostas, em diversos âmbitos, podem vir à tona. Este princípio é baseado na filosofia de “deixarem os dados falar por si mesmos” (Openshaw, 1994).

A Mineração de Dados é praticamente um sinônimo de heurística. Ambos os conceitos são estudados nas áreas de inteligência artificial (AI). Porém, como se trata de um termo novo, apenas o termo “Mineração de Dados” será tratado aqui. Entretanto, vale mencionar alguns conceitos e procedimentos de heurística. As heurísticas foram consideradas, durante muito tempo, modelos cognitivos<sup>5</sup> por excelência, constituindo-se como regras baseadas na experiência e no planejamento, substituindo as anteriores baseadas na procura algorítmica que chega às soluções corretas depois de ter combinado o problema com todas as soluções possíveis (Coelho, 1999).

Os métodos heurísticos procuram um grau tão grande quanto possível de uma ação a uma situação. Assim, ela engloba estratégias, procedimentos e métodos

---

<sup>5</sup> As ciências cognitivas afirmaram-se como a construção de uma nova ciência dos fenômenos constitutivos dos aparelhos e os comportamentos psicobiológicos e das interações entre estes aparelhos e os comportamentos humanos (no que se refere também às suas formas altamente simbólicas, tais como as linguagens e as culturas). Com o objetivo de compreender a inteligência humana, as ciências cognitivas têm a finalidade de descrever, explicar, e, eventualmente, simular as principais disposições e capacidades do espírito humano - linguagem, raciocínio, percepção, coordenação motora e planificação. O método aplicado é o de escrever programas que copiem e reproduzam os modos como o ser humano pensa, fala, compreende, aprende, procurando-se elaborar uma réplica da inteligência humana, o que sugere o caráter totalizante das ciências cognitivas (Coelho, 1999).

de aproximação tentativa/erro, sempre na procura da melhor forma de chegar a um determinado fim. O grande ponto que diferencia a heurística de Mineração de Dados é que os processos heurísticos exigem muitas vezes menos tempo que os processos algorítmicos, aproximam-se mais da forma como o ser humano raciocina e chega às resoluções dos problemas, e garantem soluções muitas vezes eficientes.

A partir desta análise, percebe-se que a Mineração de Dados nada mais é do que uma readaptação dos procedimentos algorítmicos que eram utilizados especialmente nas décadas anteriores a 1960. Isto não quer dizer que este procedimento perdeu a importância, mas sim, que existem novas demandas, que, diferentemente de 50 anos atrás, contribuem para a ressignificação deste procedimento.

Xavier (2001, pág. 76) sugere que, para se fazer trabalhos que envolvam situações que necessitem de utilização de procedimentos lógicos, quaisquer que sejam, para estimativas de possibilidades de ocorrência de entidades e eventos ambientais, são extremamente simples, desde que se tenham alguns cuidados importantes. É o caso, por exemplo, de operações de média ponderada, que serão utilizadas neste trabalho. Em alguns casos, porém, algumas dificuldades são colocadas sem necessidade, conforme descrito no trecho abaixo:

*“Algumas vezes, é possível perceber uma devoção para com a utilização de letras gregas de pouco uso, com as quais se procura mostrar a correspondência de equações com a realidade ambiental. Se esta realidade fosse mais conhecida; se não fosse tão premente a necessidade de disciplinar o uso dos recursos ambientais; se os dados realmente disponíveis se comportassem como entidades matemáticas e não como registros aproximados obtidos segundo diversas escalas de medição; se não fosse, afinal, para a Ciência, mais elegante adotar uma explicação simples, em lugar de uma complexa, para o desconhecido que nos cerca; então seria razoável que apenas procedimentos realmente complexos fossem os únicos aceitáveis para os problemas ambientais. Tais premissas não se verificam e, por sorte ou intuição, feliz ou infelizmente, procedimentos relativamente simples como as avaliações ambientais baseadas na média ponderada continuam sendo usados, com sucesso, na pesquisa ambiental.”*

### 3.7. O SOFTWARE SAGA E OS CÁLCULOS DE MÉDIA PONDERADA

Outro procedimento que foi adotado neste trabalho pode ser observado na obra de Bonham-Carter (1994), que dentre várias aplicações, trata especificamente sobre aplicações do Geoprocessamento para superposição de mapas temáticos e produção de um novo mapa com os resultados esperados. Nesta obra, os exemplos de aplicações estão restritos à geologia, mas o autor deixa claro que as técnicas mencionadas podem ser aplicadas para quaisquer outras variáveis ambientais. As instâncias particulares de cada variável, quando colocadas de forma a haver interação entre elas, podem produzir resultados integrando variáveis que a princípio possuem baixo nível de correlação.

O método usado para produção desses mapas é o método indutivo (interpolação), porque trata-se de uma generalização, baseada em um grande número de instâncias particulares, ou pontos de dados no mapa. Envolve extensão de dados baseados na associação entre elementos de dados ou características de dados. Inicialmente, a visualização de padrões e de associações espaciais produz um modelo como resultado, que propõe associações.

Para que se atingissem os objetivos do trabalho proposto, foi necessário realizar uma tarefa exaustiva de formação e alimentação de um banco de dados, que compôs a maior parte do tempo despendido para o presente trabalho.

Para este trabalho, realizaram-se levantamentos em campo no biênio 2007/2008, devido ao pequeno prazo para se realizar esta pesquisa. Os dados que independem de campanhas de campo foram levantados para o mesmo período, para que se as informações a serem obtidas pudessem ter o máximo de certeza possível. O trabalho de White et. al. (2005) considerou variabilidades interanuais, e por isso mesmo obtiveram ótimos resultados. Dentre as imagens disponíveis, uma Landsat TM de 2001, cujas principais características já foram detalhadas anteriormente, foi escolhida para as análises comparativas, devido à ausência de nuvens nesta.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas duas veredas, denominadas “Vereda 1” e “Vereda 2”, e estas foram comparadas com as áreas onde não ocorrem veredas. E os resultados foram divididos em três, nos dois *softwares* testados, para fins de comparação, a saber: analisando-se apenas a vereda 1; após, apenas a vereda 2; e por último, as duas veredas simultaneamente. Nos três casos, os resultados de veredas foram comparados com áreas de não-veredas, o que contribuiu para trazer maior confiabilidade aos resultados obtidos.

### 4.1. ANÁLISES ESTATÍSTICAS NO WEKA

O *software* WEKA faz os cálculos estatísticos de forma automática, bastando ao usuário a escolha do classificador mais adequado para a análise em estudo. Para cada variável, o *software* faz os tratamentos estatísticos, mencionando a média, desvio padrão, o peso da soma (que neste caso é uniforme em todas as variáveis) e a precisão. Todos estes dados estão no apêndice 2 deste trabalho.

#### 4.1.1. ÍNDICE KAPPA

O índice Kappa foi de 0,7277, o que é considerado um resultado ótimo. Este resultado é um indicativo de que houve boa correspondência entre os elementos analisados.

#### 4.1.2. DESVIO PADRÃO

Para se analisar a eficácia do procedimento estatístico de um determinado universo, quanto maior for a amostragem, mais uniformemente as ocorrências devem se distribuir à medida que se afastam da média central.

A medida desta uniformidade é o desvio padrão, que é um valor que quantifica a dispersão dos eventos sob distribuição normal, ou seja, a média das diferenças entre o valor de cada evento e a média central, conforme a definição:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Onde:

$\sigma$  = desvio padrão

$X_i$  = valor de cada evento individual ( $X_1, X_2, X_3... X_n$ )

$X$  = média aritmética dos valores  $X_i$

Nem todas as variáveis apresentaram bom comportamento neste item da avaliação. Os melhores resultados foram nas bandas Landsat, declividade e NDVI, enquanto que nas variáveis RADAR S2 e acumulação, apresentaram-se valores de desvio padrão muito altos, mostrando que a dispersão do ponto central foi muito grande.

#### 4.1.3. MATRIZ DE CONFUSÃO

A matriz de confusão apresentou boa correspondência entre as classes. A quantidade de pontos colocados nas imagens para as áreas de não-veredas contribuiu para que o item c da matriz apresentasse leve discordância com relação aos itens a e b.

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
37	9	4
11	38	1
10	0	96

Onde:

a - Vereda 2

b – Vereda 1

c – Não-vereda

Apesar de a área de não-vereda estar destoando das veredas 1 e 2, percebe-se

ótima correspondência entre os itens a e b, já que, nas áreas de não-veredas, a quantidade de ambientes é muito grande, existindo desde áreas com avançado processo de arenização, até vários tipos de cerrados (inclusive em regeneração), caatinga, solo exposto e agricultura. As respostas espectrais destes ambientes apresentam-se de forma muito diferente nas imagens e bandas analisadas.

#### 4.2. CORRESPONDÊNCIA ENTRE OS ELEMENTOS ANALISADOS

Dentre as funcionalidades do WEKA, há o fornecimento de gráficos indicando o nível de correspondência entre os elementos analisados (Figura 14). É interessante observar que apenas o item referente ao índice de acumulação não apresentou boas correspondências, nem bons resultados estatísticos. Os motivos pelos quais essa variável se comportou dessa maneira podem estar associados à forma como foi trabalhado aqui, já que, em alguns estudos, foi estabelecido um “índice de molhamento”, que foi gerado a partir da combinação entre a presença de água e a topografia.

Nos demais elementos, que são as bandas 1, 2, 5 e 6 do Landsat, bem como o NDVI e a declividade, as correspondências entre eles foram muito boas, sendo que, nas bandas Landsat e o NDVI, as relações funcionaram, em muitos casos, de forma direta.

A partir da análise destas correlações, percebe-se também que, dentre as bandas 1 e 2, apenas uma delas poderia ter sido utilizada, sem prejuízo de resultados. De igual modo, dentre as bandas 5 e 6, apenas uma delas poderia ser utilizada. Apesar de terem apresentado resultados bem parecidos, os dados obtidos automaticamente mostraram algumas diferenças, e por isso foram analisados como os demais, conforme pode ser observado no apêndice 3.

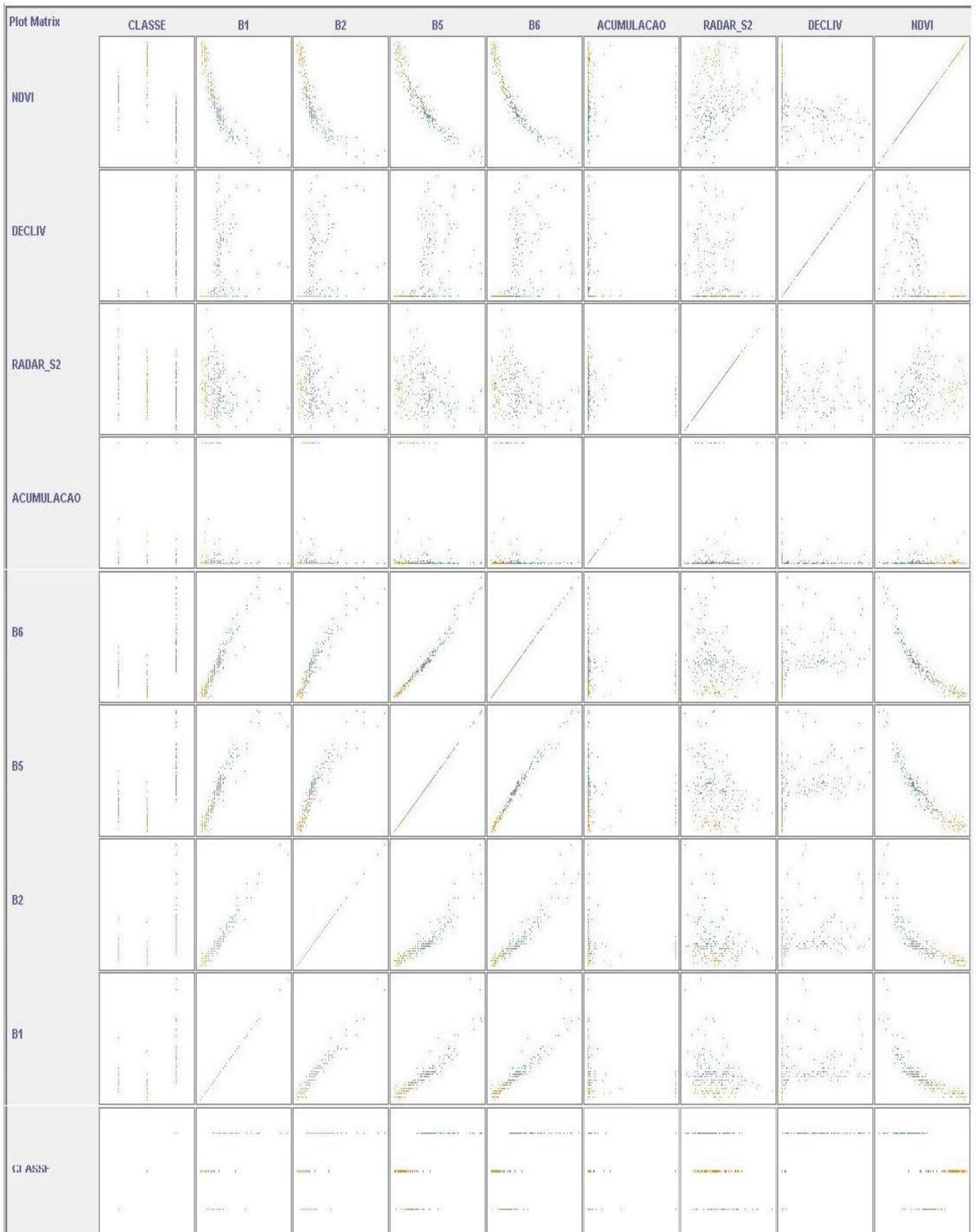


Figura 14: Correlação entre os elementos em análise.

### 4.3. MAPA DAS VEREDAS EXISTENTES, POTENCIAIS E ÁREAS DE NÃO-VEREDAS

A partir dos intervalos médios de níveis de cinza em cada imagem analisada para as áreas de veredas e não-veredas, construiu-se o mapa da região em estudo, com os resultados tratados pelo WEKA.

Os resultados mostraram-se satisfatórios, uma vez que o *software* utilizado para a geração deste mapa comportou-se de forma a permitir, na integralidade, o tratamento e análise dos dados obtidos.

Para se chegar a este resultado, foram utilizados os resultados das médias e desvios padrões de cada variável, através da seguinte fórmula:

$$M - \sigma$$

e

$$M + \sigma$$

Onde:

M: Média.

$\sigma$ : Desvio Padrão.

E a partir dos dois resultados, de cada variável, obteve-se o intervalo de valores onde há potencial de veredas (Figura 15).

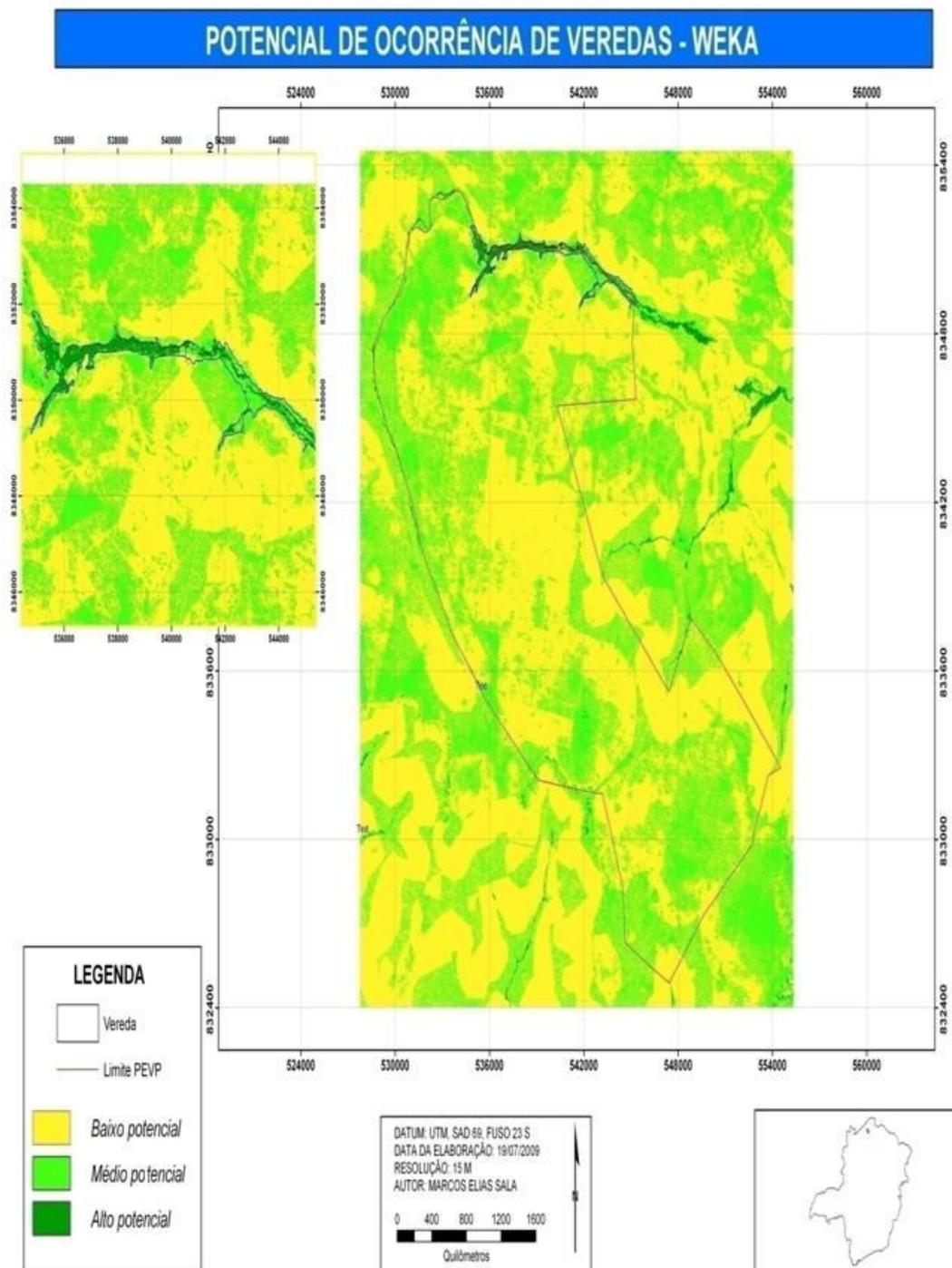


Figura 15: Potencial de ocorrência de veredas - WEKA

Alguns itens importantes merecem destaque, a partir da análise do mapa gerado. As veredas delimitadas manualmente, no início do trabalho, foram identificadas a contento pelo *software*. O *software* identificou outras veredas em outros pontos do parque, e como não havia tempo hábil para visita a campo com o objetivo de verificar as áreas de veredas identificadas pelo *software*, e que não foram

visitadas em campo, foi utilizado o aplicativo Google Earth, de domínio público, para verificação destas áreas (Figuras 16, 17 e 18).

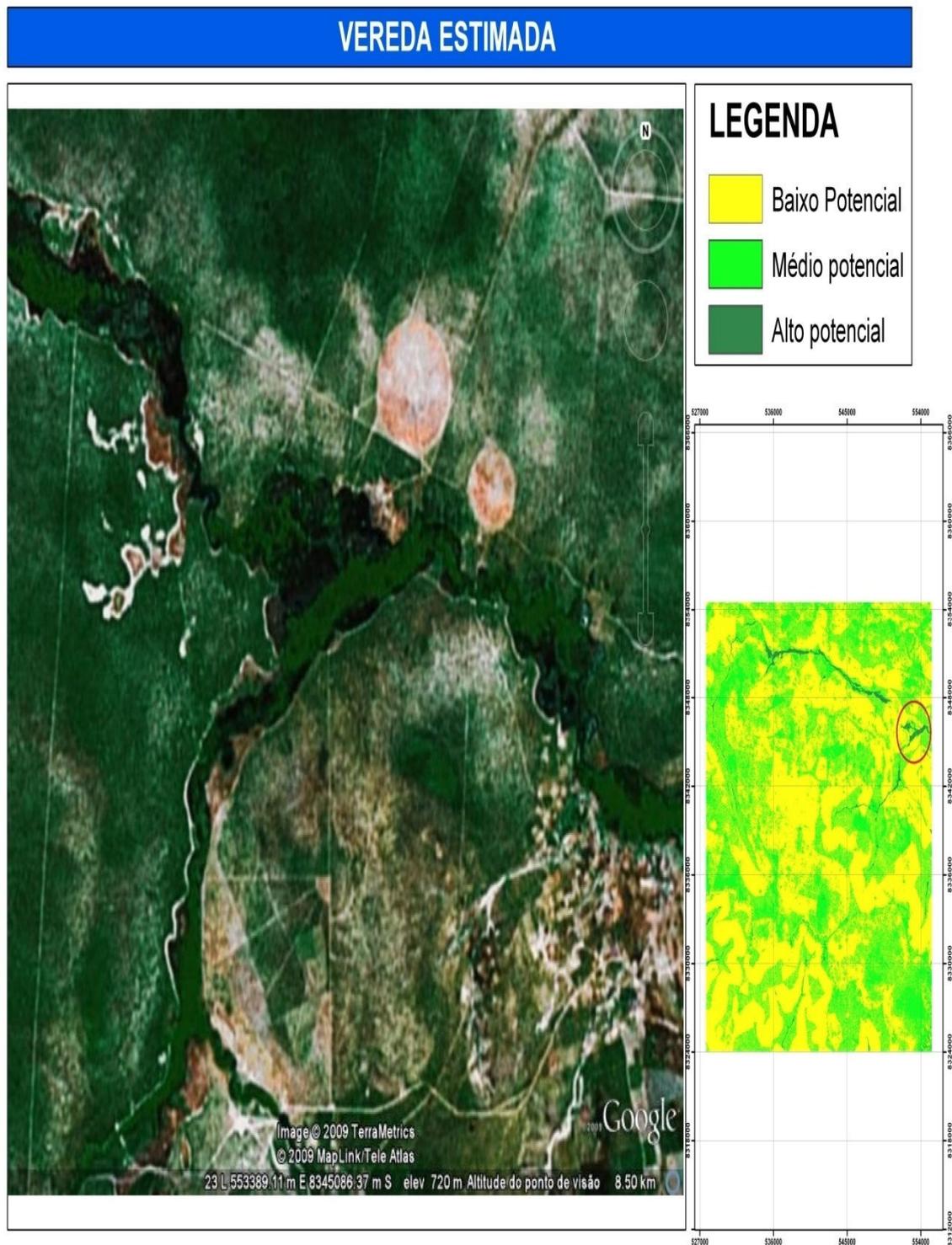


Figura16: Vereda estimada pelo software

## VEREDA ESTIMADA - 2

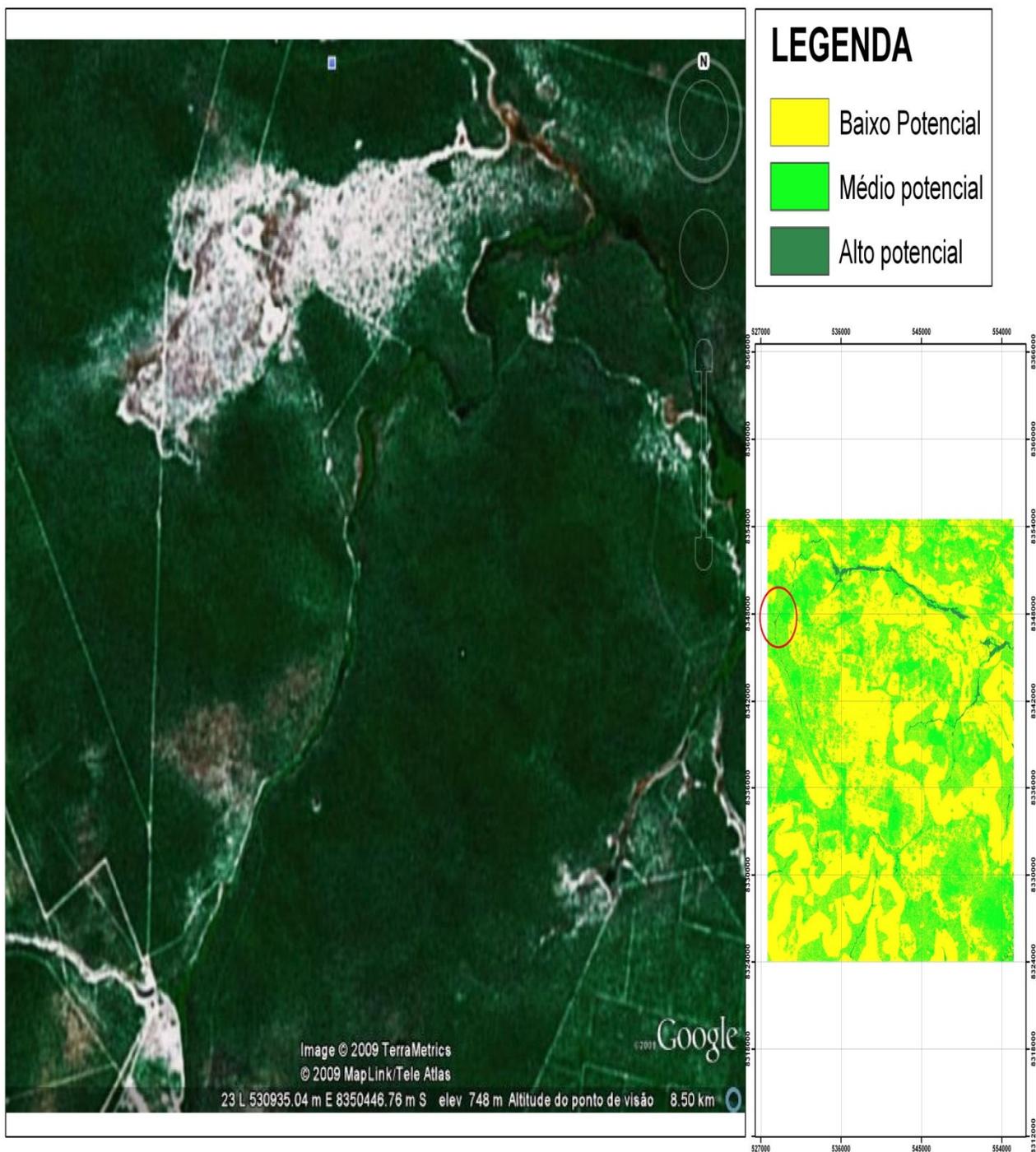


Figura17: Vereda estimada pelo software

## VEREDA ESTIMADA - 3

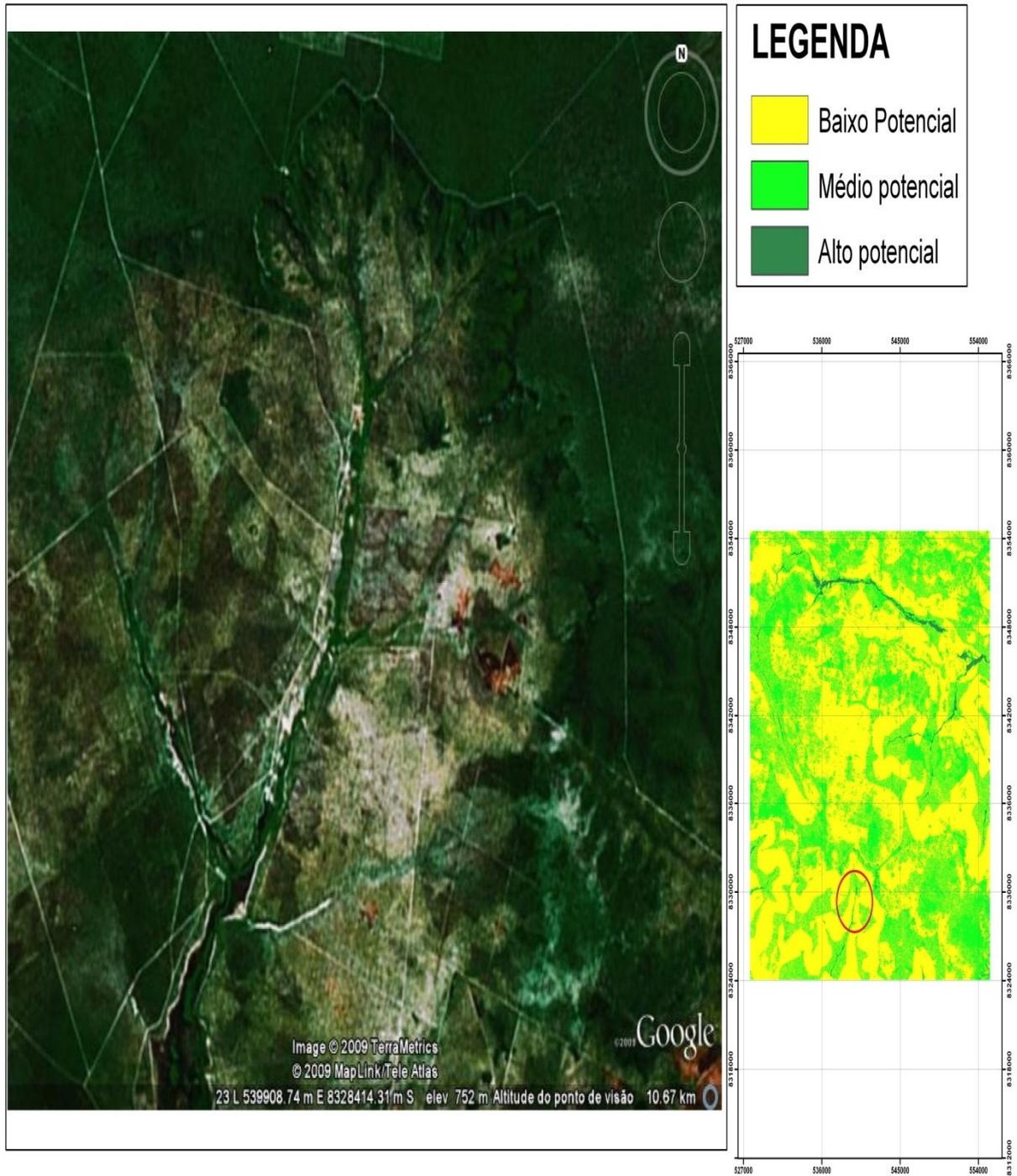


Figura 18: Vereda estimada pelo software

Percebe-se a partir destes resultados que houve grande correspondência dos resultados da Inteligência Artificial com a realidade. Nos três casos amostrados, houve resposta positiva das estimativas com a realidade, além do fato de o *software* ter identificado as veredas analisadas. Mesmo os pontos onde há faixas minúsculas indicando veredas, foi possível encontrá-las através do Google Earth. Um importante elemento que também merece destaque é o fato de o *software* ter dividido as áreas de recarga e descarga, sendo representadas, respectivamente, pelas cores amarela e verde claro. Conforme mencionado na revisão bibliográfica, as veredas ocorrem em áreas de descarga, fato que pode ser visto de forma bem clara no mapa.

#### 4.4. TRATAMENTO DOS DADOS NO SOFTWARE SAGA

As mesmas variáveis foram tratadas no *software* SAGA, que, devido à sua característica de trabalhar com arquivos em formato RASTER, permitiu a entrada da maioria dos dados cujas fontes foram diferentes. Os dados de entrada no SAGA foram qualitativos, enquanto que no WEKA os dados foram quantitativos. Todas as características das variáveis, em consonância com a resposta espectral que cada uma delas dava nas diferentes bandas Landsat, foram analisadas apenas no WEKA, enquanto que no SAGA, as bases de dados já haviam sido estabelecidas em estudos anteriores. Em outras palavras, pôde-se observar uma importante correlação entre os resultados das diferentes fontes de dados, já que os dados inseridos no WEKA foram extraídos apenas das imagens. Entretanto tal fato não interferiu na resposta final do estudo, nem com relação à credibilidade das variáveis, e nem com relação a eficácia da análise propriamente dita, pois os dados são coerentes entre si. Os arquivos de geologia e geomorfologia foram fornecidos pelo Geominas<sup>6</sup> e pela EMBRAPA<sup>7</sup>, respectivamente.

Como foram duas as veredas analisadas, os resultados, como no item anterior, foram divididos em três, para fins de comparação, a saber: Vereda 1, vereda 2 e as duas veredas simultaneamente, bem como suas relações com áreas de não-

---

<sup>6</sup> <http://www.geominas.mg.gov.br>

<sup>7</sup> <http://www.sat.cnpem.embrapa.br>

veredas (Figura 19).

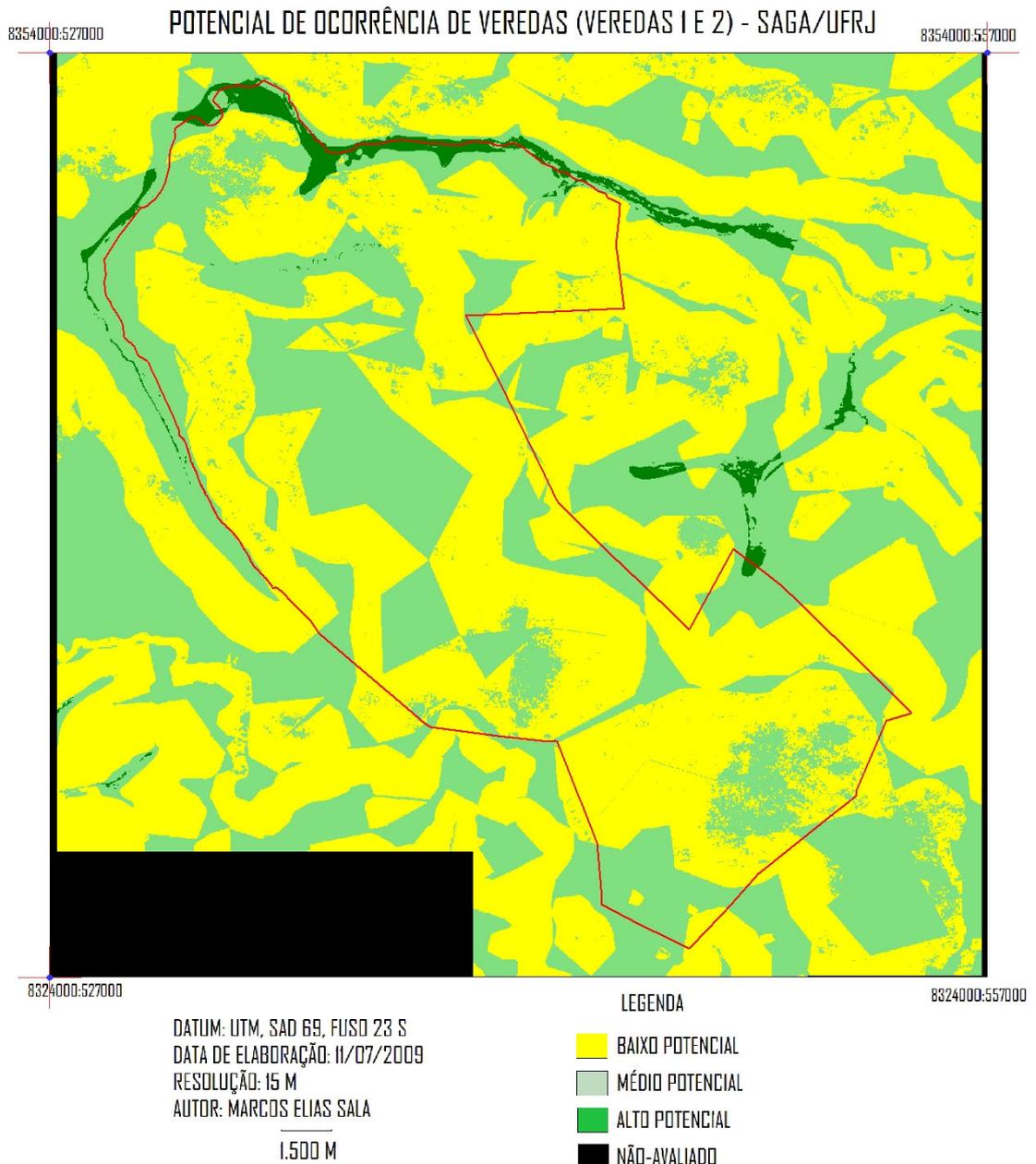


Figura 19: Resultado do tratamento das informações no SAGA

Os resultados apresentados pelo SAGA foram praticamente idênticos aos apresentados pelo WEKA, porém, há dois elementos a se considerar. Em primeiro lugar, com relação ao nível de detalhamento. Os mapas construídos a partir dos dados fornecidos pelo WEKA ficaram um pouco mais minuciosos, o que trouxe

um pouco mais de confiabilidade. Isto não quer dizer que os resultados do SAGA não sejam confiáveis, até porque foram seus resultados que contribuíram para validar os resultados fornecidos pelo WEKA. E em segundo lugar, a questão estética também deve ser considerada, pois visualmente os mapas produzidos a partir das informações produzidas pelo WEKA, por terem ficado mais elaborados, devido ao maior nível de detalhamento que os dados fornecidos por este *software* proporciona, transmitem ao leitor a sensação de que as informações ali descritas são mais confiáveis.

Vale ressaltar que, caso o objetivo seja a simples produção de um mapa que vise dar apoio à tomada de decisão, o *software* SAGA apresentou-se eficaz, e de fácil e rápido manuseio. Os procedimentos de adaptação dos mapas para a entrada dos dados neste *software* são um pouco complicados de se fazer, mas após esse esforço inicial o tratamento e análise das informações são de fácil interpretação e análise.

No caso do WEKA e do *software* auxiliar na geração dos mapas, o procedimento mostrou-se bastante complexo, porém os níveis de análise, de entrada e tratamento de dados, bem como os resultados obtidos, são diferentes do que o SAGA se propõe. Para todas as características abordadas na elaboração destes mapas, criou-se, além de um mapa que pode ajudar na tomada de decisão, certa identidade para as variáveis, que podem ser analisadas individualmente ou em conjunto, e que pode ser lida através dos níveis de cinza que cada elemento de análise ou dados brutos, em cada imagem, apresentou. O SAGA foi muito útil neste trabalho, por ajudar a validar os resultados do WEKA e do *software* auxiliar, e também por comprovar mais uma vez que é um importante *software* a ser considerado quando da tomada de decisão.

#### 4.5. AVALIAÇÃO DO ESPECIALISTA

Conforme mencionado na seção que tratou sobre os procedimentos metodológicos, um especialista no assunto foi procurado para que ele pudesse atribuir pesos e notas às variáveis (através do SAGA), conforme sua experiência no estudo das veredas. E houve a grata satisfação de contar com a opinião do

autor que norteou teoricamente boa parte deste trabalho, que é o geógrafo Ricardo Soares Boaventura, que está entre os mais renomados estudiosos de veredas no Brasil, tendo participado de diversos trabalhos de caracterização física em Minas Gerais e no Brasil.

Após tomar ciência dos procedimentos adotados neste trabalho, ele afirmou se sentir pouco à vontade para atribuir pesos e notas a algumas variáveis utilizadas aqui, pois seria necessário fazer diversas observações. A primeira delas é com relação à diferença entre fatores condicionantes e fatores intrínsecos. Dentre as opções que foram apresentadas, Boaventura afirmou que alguns fatores nem deveriam ter entrado na análise, já que são características próprias das veredas, enquanto que outros fatores são importantes condicionantes para o surgimento destas. Como exemplo, cita-se, com relação a pedologia, a necessidade de se atribuir notas para solos hidromórficos e alguns latossólicos. O primeiro é resultado da evolução do segundo e de alguns outros, sendo que, necessariamente, as veredas se desenvolvem em solos hidromórficos. E alguns solos latossólicos caracterizam áreas com alto potencial ao surgimento de veredas. Em seu entendimento, ambos merecem 'nota 10', porém cada qual com sua importância específica, porém os solos hidromórficos teriam 'nota 10, com louvor'. Outras observações desta natureza foram feitas em outras variáveis, como por exemplo, na Geomorfologia. Portanto, o resultado final diferente, porém não contraditório, dos resultados apresentados pelo WEKA.

Outra observação importante foi com relação a fatores complementares, como por exemplo, as variáveis geomorfológicas e de declividade. Apesar de um estar ligado ao outro, a Geomorfologia mereceu maior peso na avaliação, devido ao conjunto de características intrínsecas à variável e aos seus subgrupos. Como opção para o especialista, três formações foram colocadas, sendo que a primeira delas, que são os compartimentos de Planalto das Gerais, seria a opção óbvia, já que as veredas estudadas neste trabalho são as de superfície aplainada.

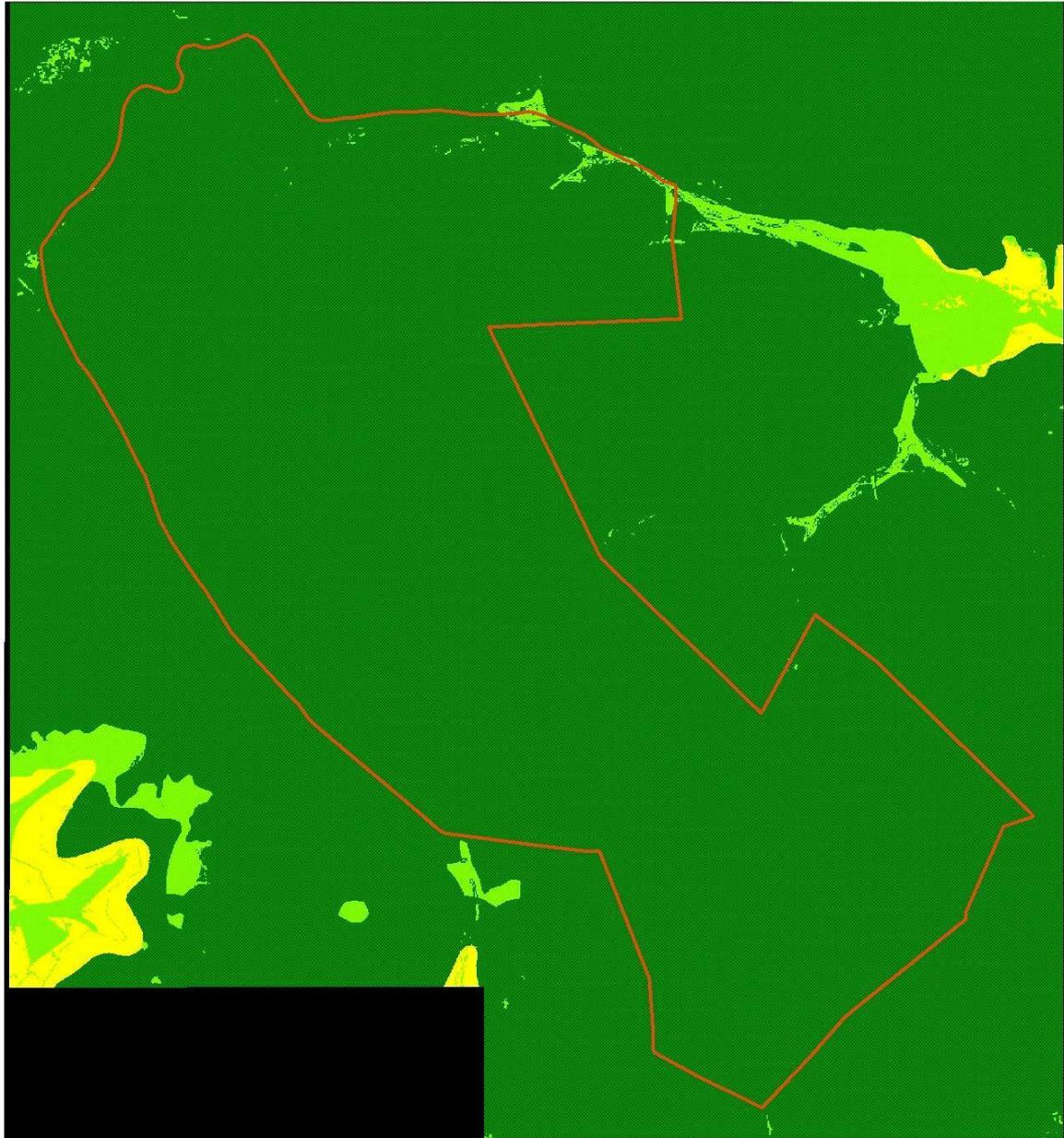
Com relação a umidade, que não pôde ser colocada na avaliação do SAGA. Isto se deu porque não houve tratamento dos resultados dessa variável de forma a gerar uma superfície potencial que pudesse ser cruzada com as outras variáveis.

Boaventura afirmou que trata-se de um fator essencial de análise, sem o qual não seria possível o surgimento e desenvolvimento de veredas. A não ser que haja extremos de aridez, super umidade ou glaciário, variações de umidade precisam ser consideradas.

Foi solicitado, então, que o especialista atribuísse as notas de acordo com as condições intrínsecas das veredas, pois o interesse deste trabalho é identificar onde elas estão, de forma automática. E devido à larga experiência do especialista, este afirmou que as veredas de superfície aplainada podem ocorrer através do conjunto de várias características, e estas características podem sofrer muitas variações. Portanto, houve dificuldade em relacionar com precisão as características das veredas de superfície aplainada no PEVP e de outros locais que o especialista conhece, pois estas condições sofrem variações especialmente na declividade (vazão e acúmulo hídrico) e na pedologia.

E por causa dessa dificuldade, o resultado não foi coerente com os mapas gerados a partir do WEKA. Em primeiro lugar, porque as condições de surgimento das veredas de superfície aplainada no PEVP são muito específicas, o que faria com que qualquer especialista tivesse dificuldade em atribuir notas coerentes com os resultados obtidos. Esta especificidade se dá prioritariamente na pedologia e na declividade. Em segundo lugar, não houve falha do especialista em atribuir as notas e pesos, pois antes que as notas e pesos fossem dados, havia uma discussão sobre os estudos que já foram realizados até aqui, e as notas e pesos, bem como o suporte teórico para elas, foram de fato coerentes (Figura 20).

Outra questão importante é com relação à escala. O especialista afirmou também que as pré-veredas, as formas transitórias de vales, o processo de desmontagem das veredas e os encaixamentos, participam, mesmo que indiretamente, do processo de formação. E em uma perspectiva regional, todos estes elementos precisam ser considerados.



8324000:527000

DATUM: UTM, SAD 69, FUSO 23 S  
DATA: 11/07/2009  
RESOLUÇÃO: 15 M  
AUTOR: MARCOS ELIAS SALA  
FONTE: GEOMINAS

■ ALTO POTENCIAL  
■ MÉDIO POTENCIAL  
■ BAIXO POTENCIAL  
■ NÃO-AVALIADO

8324000:557000

Figura 20: Mapa potencial de veredas, de acordo com avaliação do especialista

#### 4.6. COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL ACUMULAÇÃO HÍDRICA

Conforme constatado em campanhas de campo, veredas ocorrem em apenas uma pequena parte do parque. E todos os cursos d'água, nesta variável, apresentam os valores máximos de acumulação, o que faz com que haja certa confusão de cunho estatístico. A natureza desta variável não se mostrou

apropriada à implementação dos modelos de análise baseado em álgebra de mapas. A natureza discreta da variável impede sua generalização, pois mostra-se mais pertinente na aplicação de análises baseadas em fenômenos de ocorrência linear, neste caso, redes hidrográficas. O uso desta variável faria um pouco mais de sentido caso houvesse delimitação da sub-bacia hidrográfica. A geração de manchas a partir de linhas prejudicaria a análise final.

Isto quer dizer que, para todos os cursos d'água da região em estudo, apresentam-se valores máximos de acumulação (vide figura 9). Todas as linhas de drenagem também ficam evidenciadas. Para o processo de assinatura, portanto, a variável não é apropriada.

Porém, conforme já mencionado anteriormente, existem outras possibilidades de tratamento desta variável, que poderiam gerar melhores resultados (Figura 21).

# ACUMULAÇÃO HÍDRICA

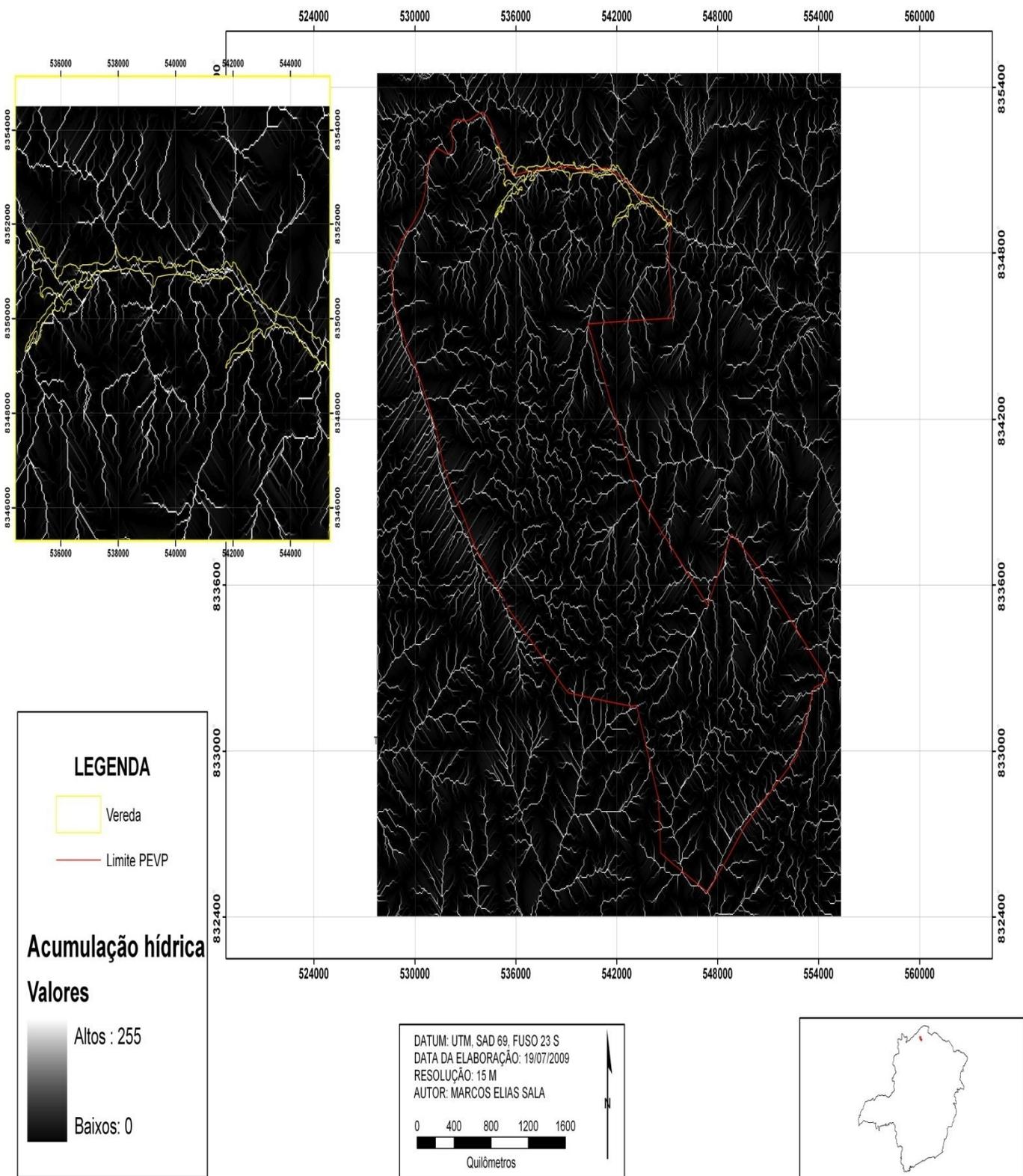


Figura 21: Índice de acumulação hídrica

#### 4.7. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS VEREDAS A PARTIR DOS RESULTADOS BRUTOS OBTIDOS DO WEKA E DO SAGA

Após todos esses procedimentos, e considerando que todas as variáveis têm a mesma importância, a caracterização ambiental das veredas de superfície aplainada, no PEVP, ficou da seguinte forma:

##### 4.7.1. GEOLOGIA

As veredas do PEVP estão localizadas em dois ambientes geológicos distintos, porém semelhantes em sua origem, que são os arenitos e os depósitos aluvionares, sendo o primeiro um pouco mais propício ao desenvolvimento delas. Os arenitos constituem o principal elemento que caracteriza o Grupo Urucuaia, datando do cretáceo. Os sedimentos aluvionares são bem distribuídos ao longo do PEVP e de toda a região Noroeste, uniformizando a drenagem (anastomosada) e cuja umidade trazida permite o desenvolvimento de vegetação exuberante. Os sedimentos aluvionares datam do quaternário, o que confirma o caráter recente da formação deste subsistema, e conforme constatação em CETEC (1981), ainda é possível observar processos de erosão, transporte e deposição.

Nos outros ambientes geológicos que ocorrem na região, que são os sedimentos consolidados e as coberturas cenozóicas detrítico-lateríticas, não se observa veredas.

##### 4.7.2. GEOMORFOLOGIA

A predominância das veredas na região, dentro desta variável, ocorrem predominantemente em superfície tabular e rampa de colúvio, e planície fluvial em vale colmatado. A predominância maior é no primeiro ambiente.

As superfícies tabulares, conforme CETEC (1981), resultaram do seccionamento erosivo de áreas de planalto adjacentes, e reelaboradas sobre formações cretácicas. Deste modo, entende-se que os encaixamentos fluviais perfeitos, que

tiveram início no período Cretáceo, são condicionantes importantes para o surgimento de veredas.

No terceiro ambiente observado na região, que são os patamares com formação cárstica, não se observa desenvolvimento de veredas.

#### 4.7.3. PEDOLOGIA

A maioria absoluta das veredas analisadas no PEVP se desenvolvem em solo HGa2, que é um tipo de solo hidromórfico, que conforme já mencionado anteriormente, devido ao seu caráter álico, apresenta alta saturação com alumínio nos primeiros 120 cm do perfil. Em quantidades muito menores, ocorrem veredas também em solos AQd3 (formados sobre sedimentos pleistocênicos), e LVa1 (formados sobre sedimentos cretácicos). Nos demais grupos de solos, não se observou nenhuma vereda. Conforme foi observado pelo especialista, sem os solos hidromórficos, não haveriam veredas, havendo então a confirmação deste elemento, via *software*, como sendo intrínseco às veredas.

#### 4.7.4. ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (NDVI)

Já que uma vereda pode apresentar diferentes estágios de evolução, diferentes fisionomias, e nem todas as veredas possuem buritis, este índice torna-se um dos mais difíceis de mensurar. Das cinco classes de vegetação separadas neste trabalho, ocorrem veredas em quatro delas. Apenas na classe 1, que constituiu as áreas de solo exposto, arenização ou vegetação rasteira com baixíssimo grau de desenvolvimento, não se observa veredas. Na classe 5, que seria a área correspondente às formações vegetais mais densas, foi a segunda classe mais importante na composição dos dados, perdendo apenas para a classe 4. As classes 2 e 3 tiveram notas semelhantes.

#### 4.7.5. DECLIVIDADE

Como a região em estudo tem a topografia com variação muito baixa, foi necessário classificar as declividades numa quantidade maior de classes, para

que se pudesse ter maior nível de acerto na classificação deste item. Portanto, as classes são 10 (dadas em graus), conforme se segue:

**Classe 1:** 0 - 0,32

**Classe 2:** 0,32 - 1,05

**Classe 3:** 1,05 - 1,69

**Classe 4:** 1,69 - 2,42

**Classe 5:** 2,42 - 3,37

**Classe 6:** 3,37 - 4,95

**Classe 7:** 4,95 - 7,17

**Classe 8:** 7,17 - 9,91

**Classe 9:** 9,91 - 13,5

**Classe 10:** 13,5 - 26,88

A maioria absoluta da área das veredas encontra-se localizada na classe 1, que constitui a menor variação dentre todas as classes. Nas classes 2 e 4, em quantidades muito menores, também se observa partes pequenas, quase insignificantes, de veredas. Infere-se, portanto, que no contexto do PEVP, quanto menor for a variação do terreno, mais propícia é ao surgimento de veredas. Este fato é largamente sustentado pela literatura, pois um importante condicionante ao surgimento das veredas é a baixa velocidade da água. No caso da classe 1, onde se verifica a menor variação de declividade, infere-se que a água tem baixíssima, ou nenhuma velocidade. E como estas classes foram geradas automaticamente pelo *software* auxiliar, percebe-se que, para que haja veredas deste tipo, é fundamental que a água tenha o mínimo de valor de vazão.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme foi abordado na seção de revisão bibliográfica e de metodologia, o procedimento de Mineração de Dados se propõe a trazer o conhecimento sobre o assunto estudado, e não apenas dados e informações muitas vezes sem conexão e sentido.

Em se tratando especificamente das veredas e dos resultados deste trabalho, não se pode afirmar com segurança que agora há conhecimento do ambiente de veredas, pois nem todas as variáveis utilizadas se comportaram como esperado. Contudo um passo foi dado, e estudos futuros envolvendo a mesma temática certamente darão maiores contribuições a esta metodologia que, em uma era onde vários países tem disputado a primazia espacial, através do envio de satélites de coleta de dados ambientais cada vez mais eficientes, com resoluções cada vez melhores, e com cada vez mais bandas, darão mais significado a esta metodologia.

Há que se fazer uma ressalva, com relação ao WEKA e à Mineração de Dados. O *software*, bem como os procedimentos adotados, e com a conseqüente elaboração dos mapas constantes neste trabalho, mostrou-se eficaz a partir do momento em que já havia certo conhecimento integrado do autor da área de estudo, e do ambiente de veredas. Para um estudioso que deseja conhecer certo ambiente sem nenhuma ou pouca experiência prévia, a missão torna-se bem mais complicada, uma vez que não será em todas as situações que se poderá chegar a algum resultado, sem que haja ao menos o mínimo conhecimento do objeto de estudo. É diferente, por exemplo, da aplicação no SAGA, que apresenta os resultados de forma mais definitiva, e é possível dispensar trabalhos de campo. No SAGA, em muitos casos, decisões são tomadas a partir da elaboração dos resultados fornecidos, sendo que em muitos casos não é necessário nova visita à área de estudo para comprovar eventuais descobertas. Deve-se considerar sempre, para estudos com Mineração de Dados, análises qualitativas para acompanhar os resultados quantitativos encontrados, como foi feito neste trabalho.

Para que a abordagem pela metodologia de Mineração de Dados, em Geografia, possa de fato chegar à sua proposta de conhecer, na sua integralidade, o objeto de estudo, concluiu-se que ainda é muita pretensão fazer uma afirmativa tão categórica. É, pois, necessário, haver uma série de condições favoráveis, e um conhecimento prévio do ambiente muito apurado, para que as variáveis corretas sejam analisadas e aplicadas, e os dados gerados possam todos ser comprovados através de diferentes metodologias, cada qual apropriada à variável analisada.

Um fator interessante e de grande valia para os estudiosos do meio ambiente, é que houve sucesso nesta metodologia, no sentido de dispensar visitas de campo, já que houve sucesso nas estimativas do surgimento das veredas, além da identificação daquelas que foram delimitadas manualmente. Algumas variáveis mostraram-se indispensáveis para o sucesso das análises, enquanto que outras poderiam ser dispensadas, sem que houvesse prejuízo do resultado final (vide figura 13). Poder-se-ia escolher entre as bandas 1 e 2, e entre as bandas 5 e 6. Estas observações apenas fortalecem as análises das relações entre as variáveis, já que em muitos casos não se sabe ao certo qual é o nível de relação entre elas.

Com relação aos resultados apresentados pelo SAGA e pelo WEKA, os resultados obtidos foram os mesmos. No SAGA, as abordagens são mais qualitativas, o que torna mais difícil manter controle rígido sobre a margem de erro. Por outro lado, no WEKA as abordagens são mais quantitativas. Neste caso, uma abordagem comprovou a eficácia da outra, o que trouxe bastante confiabilidade aos resultados.

Especificamente com relação à preservação das veredas, mencionada no início deste trabalho, foi possível constatar com clareza que não apenas as áreas de descarga, onde ocorrem as veredas, devem ser preservadas, mas também as áreas de recarga, já que a segunda sustenta a primeira. Nesse sentido, o uso da técnica de Mineração de Dados pode ser uma importante ferramenta para a delimitação de áreas a serem preservadas, subsidiando decisões que visem a preservação ambiental eficaz.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A.N. **DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS INTERTROPICAIS DO BRASIL**. ABAP, São Paulo, 1971 (18 p.).

ACHÁ-PANOSO, L. **LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DETALHADO DOS SOLOS DA ÁREA SOB INFLUÊNCIA DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS**. EMBRAPA/EPAMIG, 1978.

ALENCAR-SILVA, Thiago. **PROPOSTA METODOLÓGICA PARA DELIMITAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO AMBIENTE DE VEREDA UTILIZANDO IMAGENS ORBITAIS**. Dissertação de Mestrado, UFMG, 2006.

AZEVEDO, Luiz Guimarães de. **TIPOS ECO-FISIONÔMICOS DA VEGETAÇÃO DA REGIÃO DE JANUÁRIA (MG)**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, volume 38, nº2, 1966. 52p.

BARBIERI, Maira. SALGADO-LABOURIAU, Maria Lea. SUGUIO, Kenitiro. **PALEOVEGETATION AND PALEOCLIMATE OF 'VEREDA DE ÁGUAS EMENDADAS', CENTRAL BRAZIL**, Journal of South American Earth Sciences, volume 1, nº 13, 2000. 14p.

BARBOSA, G. V. **DIAGNÓSTICO DA ECONOMIA MINEIRA: O ESPAÇO NATURAL**. BDMG, 1967.

BECK, Harald. **A REVIEW OF PECCARY-PALM INTERACTIONS AND THEIR ECOLOGICAL RAMIFICATIONS ACROSS THE NEOTROPICS**. Journal of Mammalogy, 87(3):519–530, 2006.

BOAVENTURA, R. S. (1988). **ANAIS DO 2º ENCONTRO LATINO-AMERICANO: RELAÇÃO SER HUMANO-AMBIENTE, CAPÍTULO PRESERVAÇÃO DAS VEREDAS** - Síntese, pp. 109–122. Belo Horizonte.

BOAVENTURA, R. S. SOARES, C. J. **VEREDA: BERÇO DAS ÁGUAS**. Belo Horizonte, Ecodinâmica, 2007 (264 p.)

BONFIM, Luiz Fernando Costa. GOMES, Raimundo A. Dias. **AQUÍFERO URUCUIA - GEOMETRIA E ESPESSURA: IDÉIAS PARA DISCUSSÃO**. CPRM, 2004.

BONHAM-CARTER, Graeme. **GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR GEOSCIENTISTS: MODELLING WITH GIS**. 1<sup>st</sup> Ed. British Library, Pergamon, Kidlington, 1996.

CAMPOS, José Eloi Guimarães. DARDENNE, Marcel Auguste. **ORIGEM E EVOLUÇÃO TECTÔNICA DA BACIA SANFRANCISCANA**. Revista Brasileira de Geociências, volume 27, nº 3, 1997. Págs. 283-294.

CASTRO, A.F.; GRIGIO, A.M.; VITAL, H.; AMARO, V.E. **IMPORTANCE AND DEVELOPMENT GEOGRAPHIC DATABASE FOR ANALYSIS OF DISPERSION OF FLOW IN THE CASE OF OIL SPILL**. In: International Geology Congress, 2004, Florence. International Union of Geological Sciences, 2004. v. 32, Session 262-3.

CEDERSTROM, Dagfin John. **ÁGUA SUBTERRÂNEA: UMA INTRODUÇÃO**. USAID - Missão Norte-Americana de cooperação econômica e técnica no Brasil. Rio de Janeiro, 1964.

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **PLANO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DO NOROESTE MINEIRO: RECURSOS NATURAIS: 2º**. Série de publicações técnicas. Belo Horizonte, 1981.

COELHO, Helder. **SONHO E RAZÃO - AO LADO DO ARTIFICIAL**. 2ª ed. Lisboa, Relógio D'Água Editores, 1999, 240p.

DGI/INPE (2005). Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>. Acesso em 11/07/2009.

EMBRAPA. CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS. **ANAIIS: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE O CERRADO: ESTRATÉGIAS DE UTILIZAÇÃO**. Planaltina, DF, 2ª Edição Revisada, 1997 (284 p.).

FERNANDES, Nívea Maria de Paula. **ESTRATÉGIAS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE MAURITIA FLEXUOSA L.F. (ARECACEAE) NO VALE DO ACRE/BRASIL**. Tese (doutorado) - INPA/UFAM, Manaus, 2002.

FERREIRA, Paulo Afonso. EUCLYDES, Humberto Paulo. **HIDROTEC - BOLETIM TÉCNICO**. Ed. UFV, 2002. 198 p.

GOLDSCHMIDT, Ronaldo. **DATA MINING – UM GUIA PRÁTICO**. Ronaldo Goldschmidt, Emmanuel Passos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005 – 3ª reimpressão.

HALL, D. **MANUAL OF REMOTE SENSING**. Volume 2, 3ª ed., New York, NY: John Wiley and Sons, 1998a. Págs. 677–703.

HAMILTON, Stephen K. et al. **REMOTE SENSING OF FLOODPLAIN GEOMORPHOLOGY AS A SURROGATE FOR BIODIVERSITY IN A TROPICAL RIVER SYSTEM (MADRE DE DIOS, PERU)**. *Geomorphology* (2006), doi:10.1016/j.geomorph.2006.07.024.

IAN H. Witten, EIBE, Frank. **DATA MINING: PRACTICAL MACHINE LEARNING TOOLS AND TECHNIQUES**. 2<sup>nd</sup> Edition, Morgan Kaufmann, San Francisco, 2005.

KEREKES, José. **RECONHECIMENTO E ESTUDOS PRELIMINARES NA BACIA DO URUCUIA – GEOLOGIA**. Presidência da República, Comissão do Vale do São Francisco. Rio de Janeiro, 1957.

JENSEN, John R. **INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING: A REMOTE SENSING PERSPECTIVE**. 3rd. ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey,

2005. 526 p.

LAZARINI, Carlos Eduardo Fonseca. SOUSA-SILVA, José Carlos. RIBEIRO, Jose Felipe. **CERRADO: CARACTERIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MATAS DE GALERIA**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001.

MACTAGGART, B. G. BAUER J. J. GOLDNEY D. RAWSON A. **PROBLEMS IN NAMING AND DEFINING THE SWAMPY MEADOW - AN AUSTRALIAN PERSPECTIVE**. Journal of Environmental Management, volume 1, nº1, 2006. 16p.

MELO, D. R. **AS VEREDAS NOS PLANALTOS DO NOROESTE MINEIRO; CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA E OS ASPECTOS MORFOLÓGICOS E EVOLUTIVOS**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, 1992.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **PLANO DE ÁGUAS DO BRASIL**. CD ROM, 2006.

MOURÃO, M. A. A. CRUZ, W. B. da. GONÇALVES, R. L. F. **CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DA PORÇÃO MINEIRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO**. In: PINTO, Claiton Piva. MARTINS-NETO, Marcelo A. (editores). **BACIA DO SÃO FRANCISCO: GEOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**. Belo Horizonte, SBG-MG, 2001.

NOVO, E. M. L. **SENSORIAMENTO REMOTO**. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 1998.

OPENSHAW, S., 1994. **TWO EXPLORATORY SPACE-TIME-ATTRIBUTE PATTERN ANALYSERS RELEVANT TO GIS**. In: FOTHERINGHAM, S., ROGERSON, P. (Eds.), Spatial Analysis and GIS. Taylor and Francis, London, pp. 83– 104.

OPENSHAW, S. **GEOGRAPHICAL DATA MINING: KEY DESIGNS ISSUES. PROCEEDINGS OF THE 4<sup>th</sup> GEOCOMPUTATION 99** (Em CD ROM). Disponível

em [http://www.geocomputation.org/1999/051/gc\\_051.htm](http://www.geocomputation.org/1999/051/gc_051.htm). Acesso em 21/05/2008.

PARADELLA, Waldir Renato. SANTOS, Athos Ribeiro dos. VENEZIANI, Paulo. MORAIS, Maria Carolina de. **SYNTHETIC APERTURE RADAR FOR GEOLOGICAL APPLICATIONS IN THE MOIST TROPICS: EXPERIENCES FROM THE BRAZILIAN AMAZON REGION**. Revista Brasileira de Geociências 30(3):538-542, setembro de 2000

PARADELLA, Waldir Renato. CECARELLI, Izabel Cristina Franchitto. LUIZ, Silvia. OLIVEIRA, Cleber Gonzales de. COTTINI, Carla Pereira. OKIDA, Rosana. **PRODUÇÃO DE CARTA TOPOGRÁFICA POR ESTEREOSCOPIA DE ALTA RESOLUÇÃO DO RADARSAT-1 INTEGRADA COM DADOS TM-LANDSAT 5: UMA AVALIAÇÃO PARA TERRENOS PLANOS NA FLORESTA NACIONAL DE TAPAJÓS (PA)**. Revista Brasileira de Geociências, volume 33, nº 2 - suplemento, 2003. Págs. 99-110.

PEARL, J. **CAUSALITY**. Cambridge, England. Cambridge University Press, 2000.

PINTO, Claiton Piva. MARTINS-NETO, Marcelo A. (editores). **BACIA DO SÃO FRANCISCO: GEOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**. Belo Horizonte, SBG-MG, 2001. 349p.

PINTO, Nelson L. de Sousa. HOLTZ, A. C. T. MARTINS, J. A. GOMIDE, F. L. S. **HIDROLOGIA BÁSICA**. Ed. Edgard Blucher, 1976. 278 p.

PROVOST, F. KOHAVI, R. **THE CASE AGAINST ACCURACY ESTIMATION FOR COMPARING INDUCTION ALGORITHMS**. In: Proceedings of the Fifteenth International Conference on Machine Learning. Wisconsin (USA), Morgan Kaufmann Publishers, 1998.

PNRH (Plano Nacional de Recursos Hídricos). Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos. **PANORAMA E ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL - SÍNTESE EXECUTIVA**. Setembro, 2006.

QUINLAN, J. R. **C4.5: PROGRAMS FOR MACHINE LEARNING**. Morgan Kaufmann, Los Altos, 1993.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **WETLAND INVENTORY: A RAMSAR FRAMEWORK FOR WETLAND INVENTORY. RAMSAR HANDBOOKS FOR THE WISE USE OF WETLANDS**. 3rd edition, vol. 12. Ramsar Convention Secretariat. Gland, Switzerland, 2007.

RIBEIRO, José Felipe. **CERRADO: MATAS DE GALERIA**. EMBRAPA, Planaltina, DF, 1998 (164 p.)

RIBEIRO, José Felipe. FONSECA, Carlos Eduardo Lazarini da. SOUSA-SILVA, José Carlos. **CERRADO: CARACTERIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MATAS DE GALERIA**. Ministério do Meio Ambiente, EMBRAPA, Planaltina (DF), 2001.

RIZZINI, Carlos Toledo. **TRATADO DE FITOGEOGRAFIA DO BRASIL: ASPECTOS ECOLÓGICOS, SOCIOLÓGICOS E FLORÍSTICOS**. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural, 1997 (747 p.)

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. FILHO, Hermógenes de Freitas Leitão (orgs). **FLORESTAS CILIARES? UMA DISCUSSÃO NOMENCLATURAL DAS FORMAÇÕES CILIARES**. EDUSP, São Paulo, 2ª edição, 2001, capítulo 6, 91-99.

SALA, Marcos. SETTE, Priscila. **AVALIAÇÃO PRELIMINAR E ESPACIALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO CÓRREGO FORQUILHA E DO RIBEIRÃO DOS COCOS POR MEIO DO USO DO ECOKIT**. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Volume 1, nº 1, 2007. Págs. 101-118.

SCHMIDT, Heike. KARNIELI, Arnon. **REMOTE SENSING OF THE SEASONAL VARIABILITY OF VEGETATION IN A SEMI-ARID ENVIRONMENT**. Journal of Arid Environments, 2000. Págs 43-59.

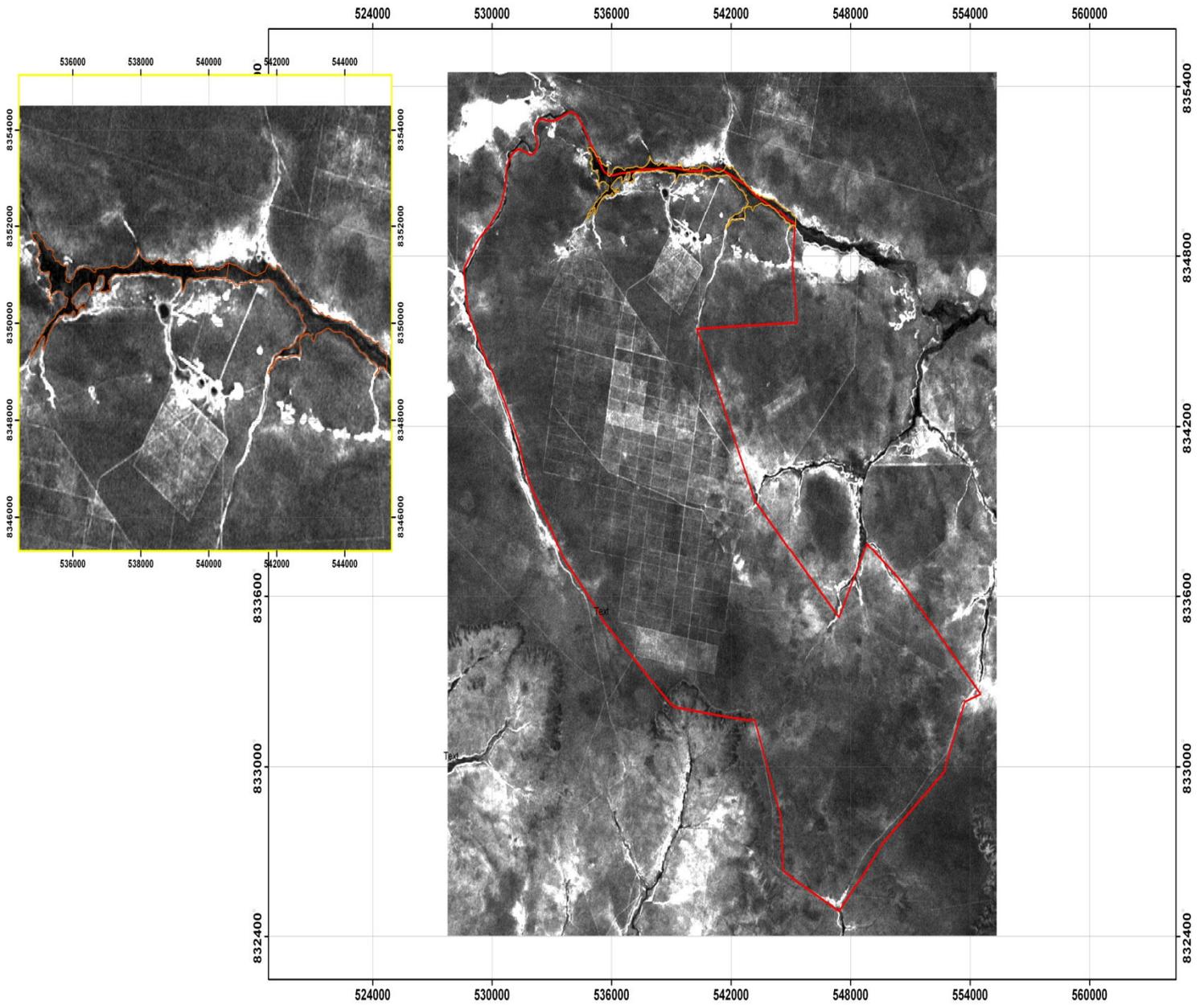
WHITE, A. B. KUMAR, P. TCHENG, D. **A DATA MINING APPROACH FOR UNDERSTANDING TOPOGRAPHIC CONTROL ON CLIMATE-INDUCED INTER-ANNUAL VEGETATION VARIABILITY OVER THE UNITED STATES.** Remote Sensing of Environment. Volume 98, 2005. Págs 1-20.

XAVIER-DA-SILVA, J. **GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISE AMBIENTAL.** Rio de Janeiro, José Xavier da Silva, 2001.

ZHANG, Harry. **THE OPTIMALITY OF NAÏVE BAYES.** University of Brunswick, American Association for Artificial Intelligence. Fredericton, CA, 2004.

# APÊNDICE 1: COMPORTAMENTO ESPECTRAL NAS BANDAS LANDSAT

## BANDA 1



**LEGENDA**

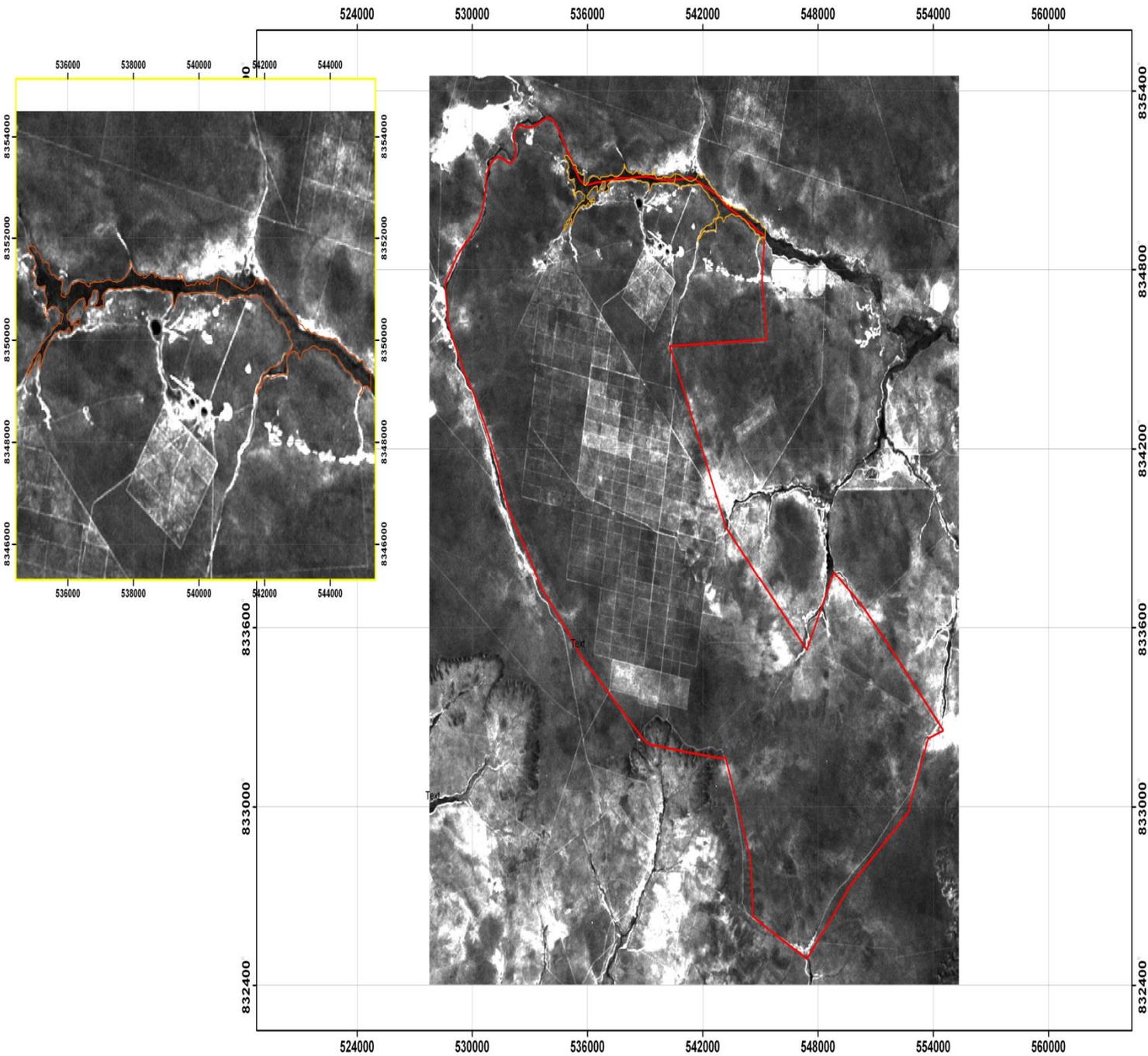
- Vereda
- Limite PEVP

DATUM: UTM, SAD 69, FUSO 23 S  
 DATA DA ELABORAÇÃO: 19/07/2009  
 RESOLUÇÃO: 15 M  
 AUTOR: MARCOS ELIAS SALA

0 400 800 1200 1600  
 Quilômetros



# BANDA 2

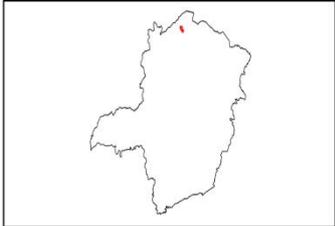


**LEGENDA**

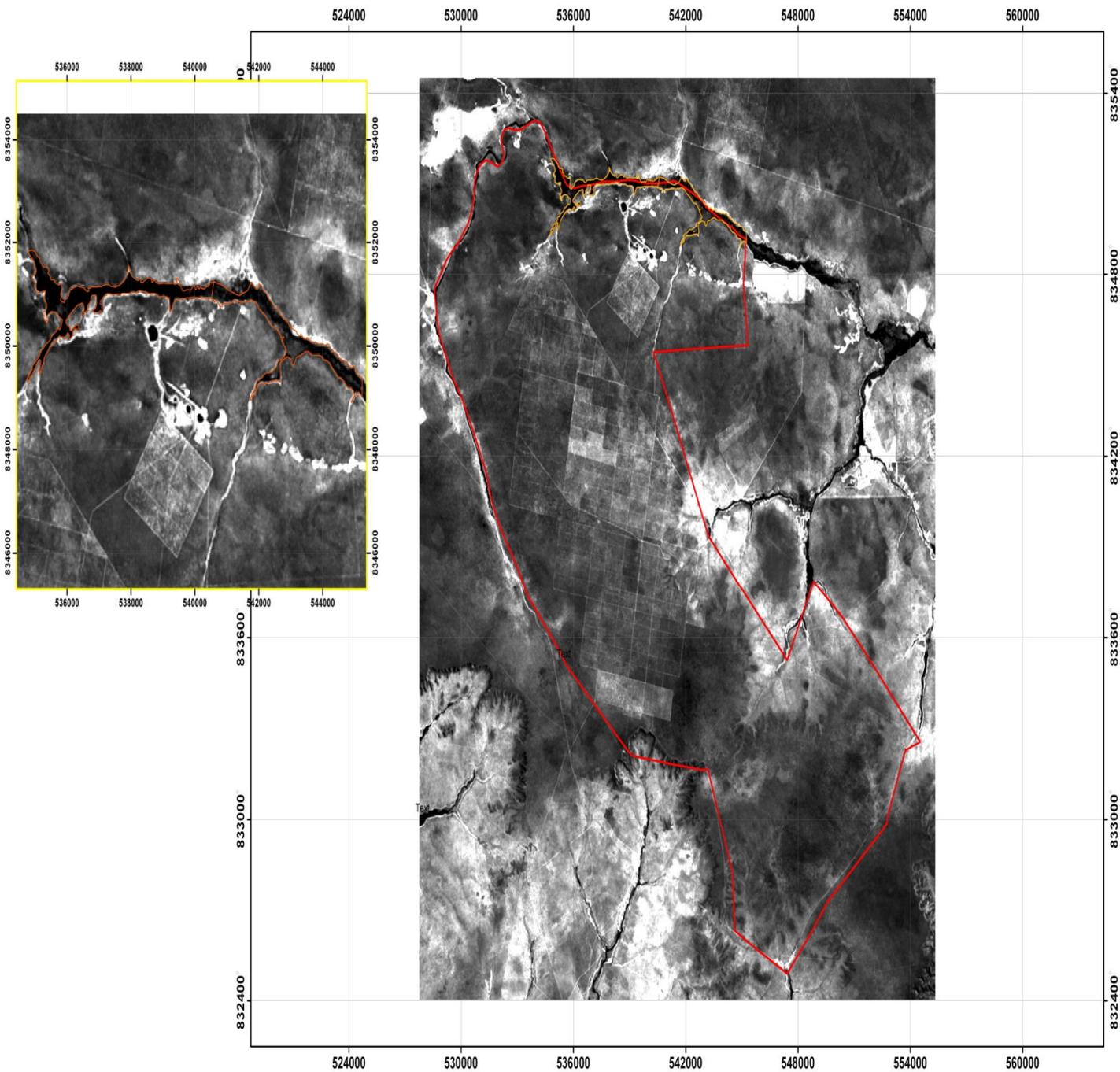
-  Vereda
-  Limite PEVP

DATUM: UTM, SAD 69, FUSO 23 S  
DATA DA ELABORAÇÃO: 19/07/2009  
RESOLUÇÃO: 15 M  
AUTOR: MARCOS ELIAS SALA

0 400 800 1200 1600  
Quilômetros



# BANDA 5

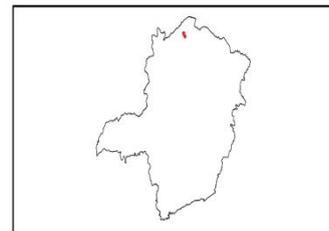


**LEGENDA**

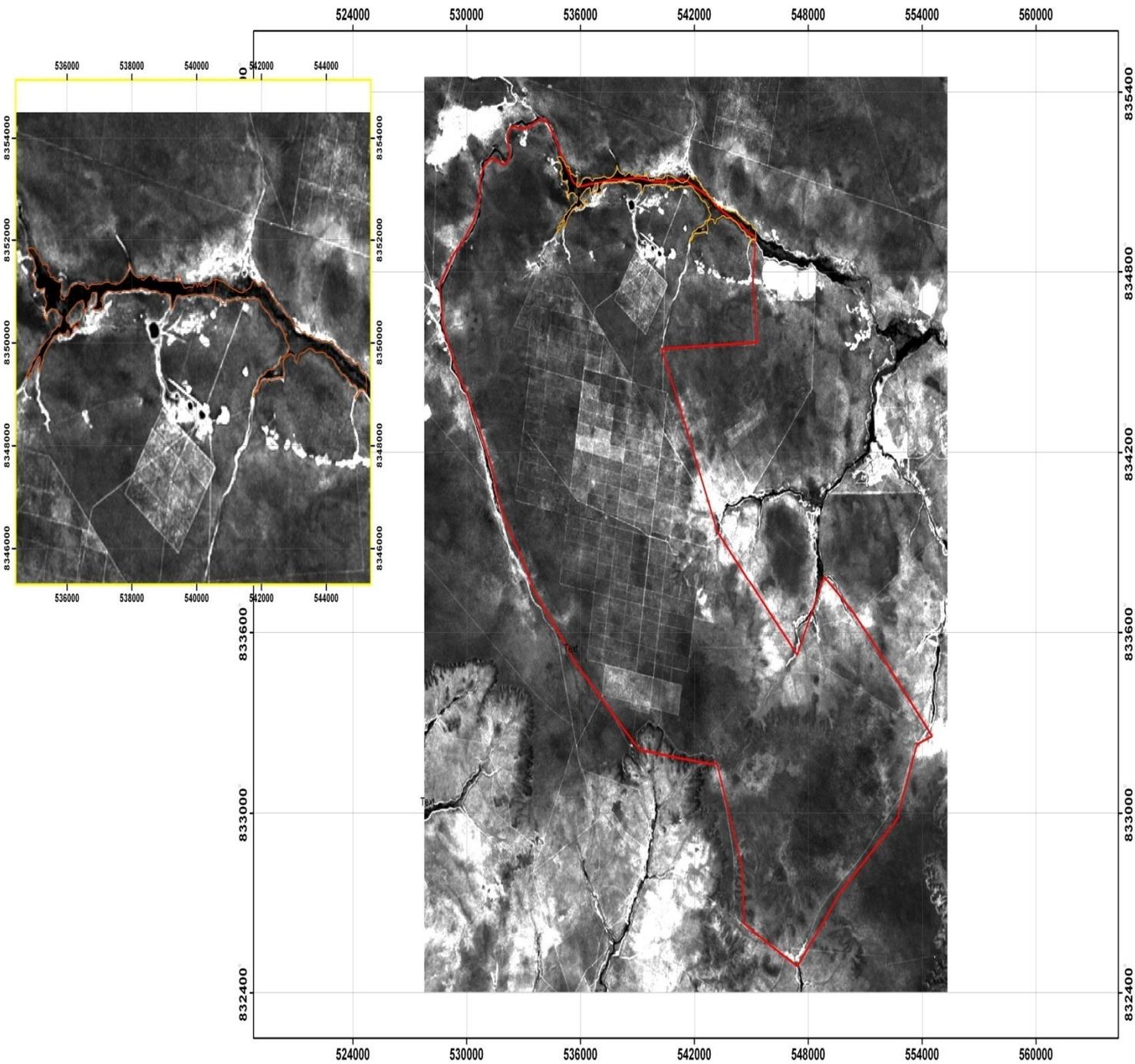
-  Vereda
-  Limite PEVP

DATUM: UTM, SAD 69, FUSO 23 S  
DATA DA ELABORAÇÃO: 19/07/2009  
RESOLUÇÃO: 15 M  
AUTOR: MARCOS ELIAS SALA

0 400 800 1200 1600  
Quilômetros



# BANDA 6



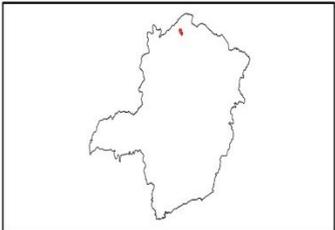
**LEGENDA**

Vereda

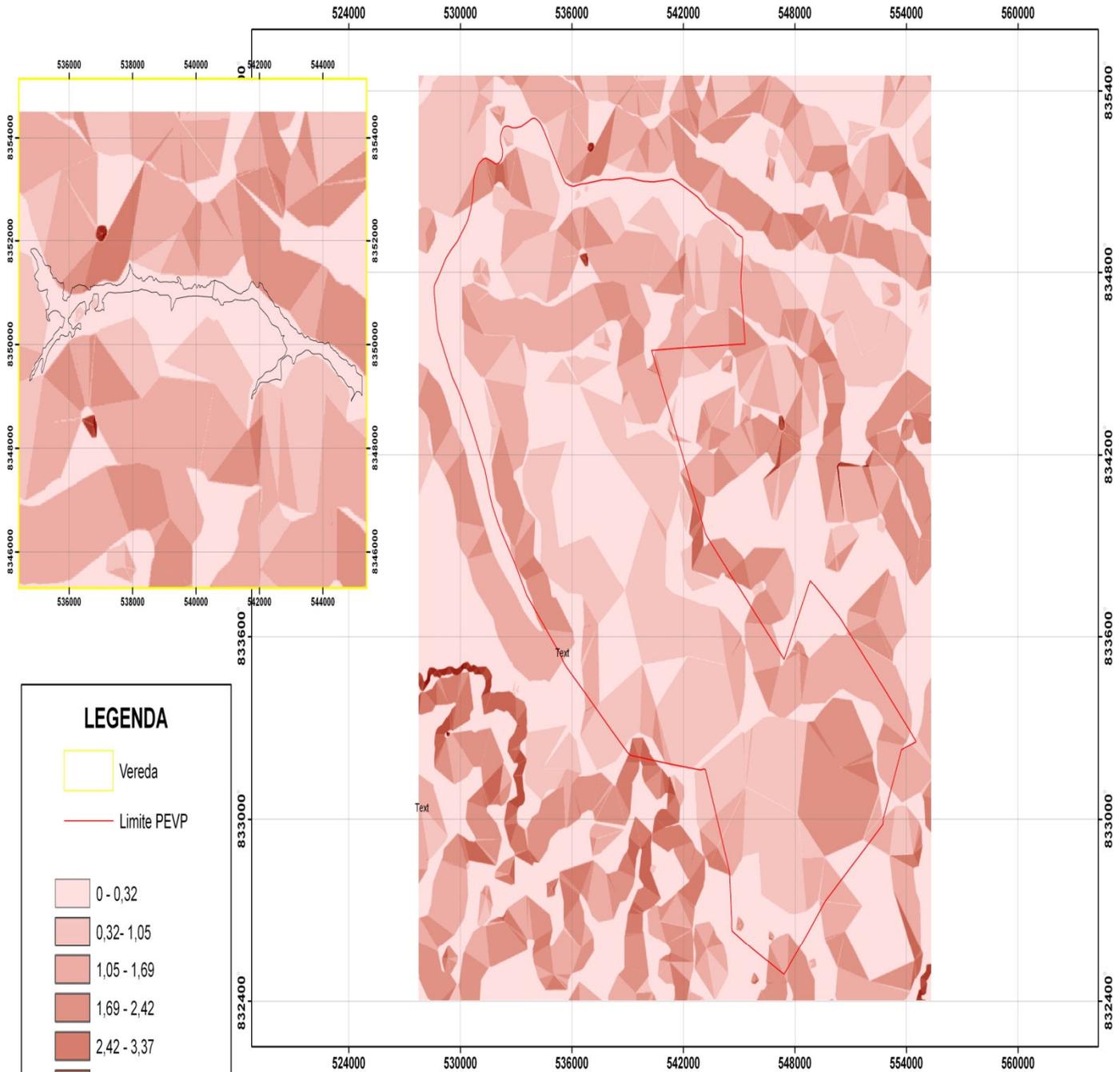
Limite PEVP

DATUM: UTM, SAD 69, FUSO 23 S  
 DATA DA ELABORAÇÃO: 19/07/2009  
 RESOLUÇÃO: 15 M  
 AUTOR: MARCOS ELIAS SALA

0 400 800 1200 1600  
 Quilômetros



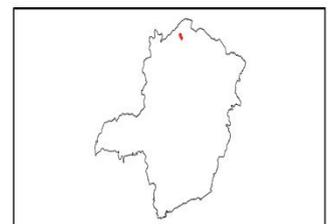
# DECLIVIDADE (EM GRAUS)



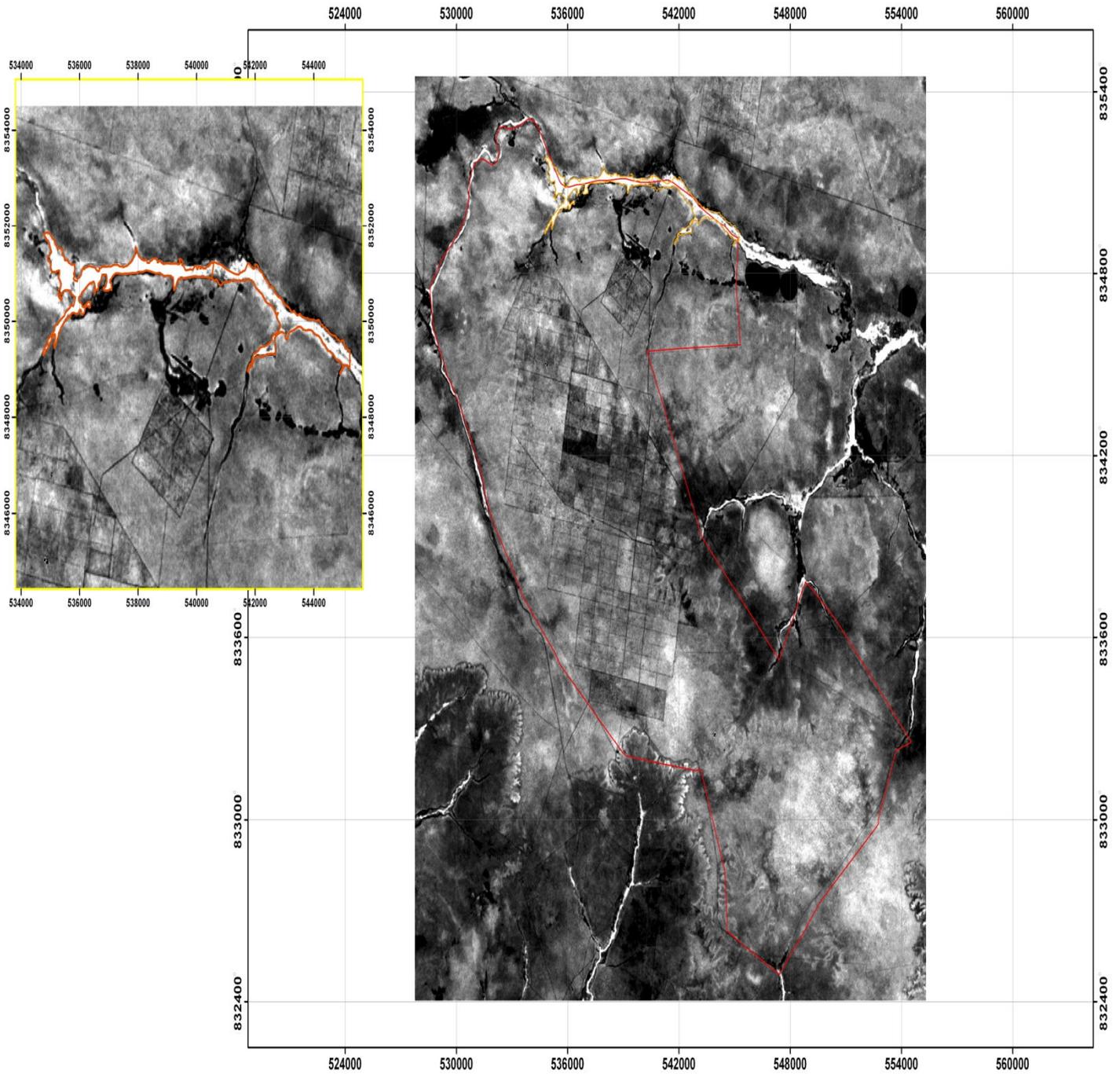
## LEGENDA

-  Vereda
-  Limite PEVP
-  0 - 0,32
-  0,32 - 1,05
-  1,05 - 1,69
-  1,69 - 2,42
-  2,42 - 3,37
-  3,37 - 4,95
-  4,95 - 7,17
-  7,17 - 9,91
-  9,91 - 13,5
-  13,5 - 26,884489

DATUM: UTM, SAD 69, FUSO 23 S  
 DATA DA ELABORAÇÃO: 19/07/2009  
 RESOLUÇÃO: 15 M  
 AUTOR: MARCOS ELIAS SALA

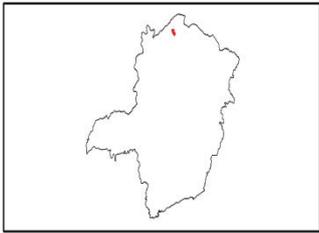


# NDVI



DATUM: UTM, SAD 69, FUSO 23 S  
 DATA DA ELABORAÇÃO: 19/07/2009  
 RESOLUÇÃO: 15 M  
 AUTOR: MARCOS ELIAS SALA

0 410 820 1230 1640  
 Quilômetros



**LEGENDA**

Vereda

Limite PEVP

## APÊNDICE 2

### RELATÓRIO ESTATÍSTICO DO WEKA

=== Run information ===

Scheme: WEKA.classifiers.bayes.NaiveBayes

Relation: Amostra\_WEKA

Instances: 206

Attributes: 9

CLASSE

B1

B2

B5

B6

ACUMULACAO

RADAR\_S2

DECLIV

NDVI

Test mode: 10-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

Naive Bayes Classifier

Class

Attribute vereda2 vereda1 no\_vereda  
(0.24) (0.24) (0.51)

=====

B1

mean	65.0292	61.9862	71.0686
std. dev.	2.9108	2.7918	6.1272
weight sum	50	50	106
precision	1.6538	1.6538	1.6538

B2

mean	51.2857	48.25	57.9515
std. dev.	2.7442	2.9557	8.3222
weight sum	50	50	106
precision	1.7857	1.7857	1.7857

#### B5

mean	77.1918	60.4238	107.488
std. dev.	11.4391	11.1603	21.3376
weight sum	50	50	106
precision	1.6375	1.6375	1.6375

#### B6

mean	40.7153	29.1529	63.7691
std. dev.	7.8095	8.0907	19.0456
weight sum	50	50	106
precision	1.6471	1.6471	1.6471

#### ACUMULACAO

mean	44.4125	28.9	9.2217
std. dev.	93.0811	76.1758	42.577
weight sum	50	50	106
precision	10.625	10.625	10.625

#### RADAR\_S2

mean	114.702	97.146	85.7632
std. dev.	41.5373	29.11	29.6271
weight sum	50	50	106
precision	2.1	2.1	2.1

#### DECLIV

mean	0.0113	0.0093	1.098
std. dev.	0.0402	0.0319	0.8892
weight sum	50	50	106
precision	0.0332	0.0332	0.0332

NDVI

mean	0.1521	0.3194	0.0059
std. dev.	0.0734	0.1081	0.0798
weight sum	50	50	106
precision	0.0041	0.0041	0.0041

Time taken to build model: 0.05 seconds

=== Stratified cross-validation ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	171	83.0097 %
Incorrectly Classified Instances	35	16.9903 %
Kappa statistic	0.7277	
Mean absolute error	0.1094	
Root mean squared error	0.303	
Relative absolute error	26.5399 %	
Root relative squared error	66.7974 %	
Total Number of Instances	206	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.74	0.135	0.638	0.74	0.685	0.899	vereda2
	0.76	0.058	0.809	0.76	0.784	0.95	vereda1
	0.906	0.05	0.95	0.906	0.928	0.977	no_vereda
Weighted Avg.	0.83	0.072	0.84	0.83	0.834	0.952	

=== Confusion Matrix ===

```
a b c <-- classified as
37 9 4 | a = vereda2
11 38 1 | b = vereda1
10 0 96 | c = no_vereda
```

### APÊNDICE 3

#### RELATÓRIO DE FREQUÊNCIA DE PIXELS POR BANDA ANALISADA

Banda 1 - não-vereda		Banda 1 - Vereda 1		Banda 1 - Vereda 2	
VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA
57	12	60	13	58	36
58	72	61	120	59	348
59	508	62	392	60	1547
60	1808	63	1027	61	1912
61	3720	64	1329	62	1645
62	5163	65	1301	63	968
63	9585	66	1176	64	780
64	32063	67	889	65	603
65	104804	68	548	66	410
66	260458	69	310	67	232
67	459871	70	310	68	200
68	561920	71	155	69	157
69	507557	72	121	70	153
70	392105	73	92	71	107
71	303282	74	59	72	85
72	242882	75	79	73	54
73	195530	76	33	74	80
74	152729	77	45	75	67
75	113330	78	34	76	38
76	81533	79	23	77	45
77	58726	80	29	78	27
78	41311	81	41	79	24
79	30749	82	19	80	11
80	23712	83	15	81	20
81	18983	84	4	82	11
82	15234	85	19	83	16
83	11981	86	8	84	8
84	10424	87	3	85	4
85	8625	88	20	87	5
86	7316	89	13	88	4
87	6312	90	11	89	20
88	5276	91	3	90	11
89	4763	92	4	91	1
90	4334	93	7	96	6
91	3744	94	5	100	2

92	3536	95	2	101	4
93	3201	96	3		
94	2935				
95	2690				
96	2387				
97	2268				
98	1876				
99	1808				
100	1554				
101	1608				
102	1388				
103	1380				
104	1008				
105	1024				
106	924				
107	864				
108	692				
109	616				
110	520				
111	528				
112	440				
113	404				
114	328				
115	300				
116	224				
117	232				
118	192				
119	212				
120	144				
121	100				
122	92				
123	112				
124	84				
125	100				
126	64				
127	56				
128	88				
129	52				
130	56				
131	36				
132	52				
133	24				
134	32				
135	40				
136	28				

137	20				
138	32				
139	20				
140	12				
141	8				
142	12				
143	16				
144	8				
145	4				
147	4				
148	8				
149	4				
150	4				
151	16				
152	4				
153	4				
154	4				
157	4				
158	4				
188	4				

Banda 2 - não-vereda		Banda 2 - Vereda 1		Banda 2 - Vereda 2	
VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA
33	4	45	16	43	4
37	4	46	33	44	64
38	36	47	150	45	408
39	72	48	456	46	1182
40	92	49	867	47	1742
41	96	50	1303	48	1593
42	96	51	1282	49	1373
43	232	52	1024	50	856
44	464	53	937	51	613
45	888	54	695	52	399
46	1993	55	352	53	275
47	4396	56	268	54	191
48	8279	57	168	55	182
49	17636	58	124	56	84
50	49865	59	94	57	107
51	137541	60	56	58	57
52	280989	61	46	59	92
53	409196	62	56	60	57
54	444766	63	34	61	52
55	392334	64	37	62	53

56	320660	65	33	63	50
57	254357	66	32	64	38
58	211523	67	18	65	27
59	185026	68	25	66	17
60	160155	69	21	67	21
61	138662	70	14	68	15
62	116715	71	24	69	8
63	98920	72	12	70	2
64	80681	73	2	71	11
65	64784	74	11	72	13
66	52807	75	10	73	6
67	41561	76	6	74	1
68	34068	77	8	75	4
69	28331	78	16	76	15
70	22300	79	3	77	8
71	19229	80	4	78	1
72	16419	81	6	79	4
73	14568	82	7	81	4
74	12868	83	4	83	2
75	11138	84	6	84	4
76	9451	87	2	86	2
77	8480			89	4
78	7471				
79	6509				
80	5804				
81	5102				
82	4705				
83	3726				
84	3582				
85	3032				
86	2710				
87	2286				
88	2100				
89	1972				
90	1700				
91	1556				
92	1400				
93	1144				
94	1180				
95	1028				
96	948				
97	904				
98	664				
99	648				
100	644				

101	472				
102	396				
103	412				
104	312				
105	300				
106	292				
107	200				
108	208				
109	196				
110	204				
111	156				
112	140				
113	116				
114	68				
115	100				
116	80				
117	80				
118	40				
119	92				
120	48				
121	44				
122	40				
123	36				
124	32				
125	48				
126	44				
127	24				
128	20				
129	16				
130	20				
131	24				
132	12				
133	8				
134	4				
135	12				
136	4				
137	16				
138	8				
140	12				
141	12				
142	24				
144	8				
147	4				
148	12				
150	12				

167	4				
180	4				
Banda 3 - não-vereda		Banda 3 - Vereda 1		Banda 3 - Vereda 2	
VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA
22	4	34	5	32	36
25	20	35	8	33	340
26	16	36	32	34	796
27	72	37	22	35	1083
28	36	38	64	36	1024
29	20	39	184	37	822
30	20	40	248	38	703
31	60	41	298	39	576
32	160	42	425	40	427
33	408	43	594	41	388
34	771	44	578	42	370
35	1385	45	579	43	372
36	1608	46	560	44	263
37	1832	47	436	45	296
38	1769	48	402	46	215
39	1872	49	448	47	270
40	2093	50	434	48	189
41	2310	51	538	49	155
42	2929	52	393	50	114
43	4070	53	336	51	94
44	5855	54	225	52	74
45	10573	55	198	53	116
46	20173	56	179	54	74
47	37278	57	127	55	74
48	64429	58	112	56	68
49	98801	59	114	57	45
50	136836	60	65	58	58
51	169868	61	105	59	41
52	196221	62	48	60	46
53	209080	63	31	61	36
54	204365	64	39	62	38
55	191052	65	23	63	45
56	177065	66	36	64	39
57	162360	67	16	65	42
58	148622	68	34	66	27
59	136049	69	23	67	35
60	124537	70	32	68	33
61	114671	71	24	69	18
62	106846	72	21	70	26
63	99064	73	23	71	7

64	93006	74	16	72	23
65	86851	75	12	73	10
66	82497	76	9	74	20
67	79285	77	10	75	18
68	76493	78	18	76	7
69	71947	79	16	77	7
70	69110	80	8	78	5
71	65061	81	11	79	7
72	60444	82	9	80	8
73	55479	83	11	82	1
74	51796	84	16	83	4
75	46402	85	4	84	4
76	42452	86	2	86	6
77	38043	88	4	87	6
78	33945	90	8	88	8
79	29981	91	2	89	4
80	26852	92	18	90	8
81	23813	93	4	91	7
82	20962	94	4	92	1
83	19233	95	4	96	4
84	17088	100	6	98	2
85	15656	102	2	106	4
86	14504	103	7	108	2
87	12494	106	2		
88	11800				
89	10600				
90	9696				
91	8911				
92	8353				
93	7596				
94	7136				
95	6652				
96	6152				
97	5748				
98	5518				
99	5120				
100	4802				
101	4296				
102	4094				
103	3837				
104	3556				
105	3552				
106	3182				
107	2796				
108	2538				

109	2312				
110	2004				
111	1632				
112	1556				
113	1208				
114	1296				
115	1120				
116	976				
117	936				
118	856				
119	824				
120	756				
121	664				
122	564				
123	504				
124	552				
125	448				
126	360				
127	368				
128	276				
129	336				
130	228				
131	260				
132	304				
133	144				
134	128				
135	164				
136	112				
137	144				
138	116				
139	100				
140	80				
141	116				
142	80				
143	48				
144	56				
145	52				
146	64				
147	36				
148	44				
149	32				
150	28				
151	40				
152	48				
153	32				

154	20				
155	16				
156	36				
157	28				
158	8				
159	16				
160	28				
161	8				
162	8				
163	20				
164	20				
165	8				
166	4				
167	24				
169	4				
170	12				
172	16				
173	4				
174	4				
175	4				
176	8				
178	16				
179	8				
180	12				
182	8				
183	12				
184	8				
186	4				
187	4				
189	4				
190	4				
191	4				

Banda 4 - Não-vereda		Banda 4 - Vereda 1		Banda 4 - Vereda 2	
VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA
11	4	45	4	45	3
12	32	46	12	46	7
13	104	47	44	47	6
14	20	48	42	48	2
15	28	49	92	49	16
16	24	50	52	50	29
17	64	51	134	51	32
18	28	52	134	52	37

19	96	53	129	53	40
20	112	54	173	54	54
21	96	55	208	55	44
22	72	56	217	56	113
23	64	57	205	57	115
24	60	58	281	58	129
25	72	59	297	59	149
26	48	60	435	60	166
27	68	61	609	61	138
28	56	62	579	62	250
29	44	63	649	63	236
30	60	64	662	64	233
31	44	65	635	65	310
32	136	66	549	66	273
33	120	67	464	67	294
34	176	68	466	68	301
35	204	69	289	69	260
36	320	70	242	70	304
37	352	71	174	71	245
38	380	72	108	72	247
39	376	73	124	73	311
40	412	74	98	74	331
41	480	75	52	75	368
42	452	76	30	76	412
43	560	77	21	77	389
44	760	78	12	78	385
45	985	79	14	79	466
46	1149	80	6	80	415
47	1478	82	3	81	400
48	2004	83	1	82	361
49	2548	84	12	83	308
50	3139	88	4	84	325
51	3910			85	300
52	6053			86	262
53	10243			87	141
54	22837			88	150
55	49616			89	92
56	98558			90	84
57	179920			91	40
58	275046			92	24
59	367154			93	12
60	418991			94	24
61	413757			95	4
62	374507			97	4
63	317775				

64	255993				
65	198791				
66	147130				
67	111202				
68	86765				
69	68063				
70	55466				
71	46373				
72	37673				
73	30205				
74	25547				
75	20832				
76	17546				
77	14534				
78	11283				
79	8424				
80	5979				
81	4416				
82	3524				
83	2799				
84	1891				
85	1444				
86	1310				
87	931				
88	666				
89	588				
90	432				
91	380				
92	228				
93	216				
94	148				
95	100				
96	76				
97	76				
98	76				
99	40				
100	28				
101	20				
102	20				
103	16				
104	12				
105	16				
106	20				
107	12				
108	16				

110	8				
111	4				
Banda 5 - Não-vereda		Banda 5 - Vereda 1		Banda 5 - Vereda 2	
VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA
8	4	48	4	43	8
9	4	49	4	44	12
10	8	50	20	45	8
11	20	51	12	46	28
13	28	52	13	47	96
14	48	53	8	48	120
15	64	54	16	49	240
16	28	55	16	50	296
17	8	56	12	51	476
18	16	57	52	52	502
19	24	58	41	53	560
20	20	59	50	54	455
21	4	60	44	55	336
22	12	61	82	56	314
23	8	62	128	57	299
24	4	63	188	58	340
25	28	64	152	59	257
26	28	65	141	60	222
27	12	66	195	61	304
28	24	67	158	62	275
29	32	68	196	63	284
30	64	69	213	64	265
31	20	70	230	65	255
32	32	71	225	66	149
33	48	72	223	67	206
34	56	73	187	68	154
35	64	74	251	69	152
36	52	75	213	70	171
37	56	76	214	71	136
38	48	77	200	72	142
39	32	78	212	73	129
40	40	79	248	74	119
41	40	80	207	75	127
42	36	81	247	76	117
43	36	82	220	77	90
44	92	83	171	78	106
45	124	84	201	79	90
46	132	85	176	80	82
47	224	86	160	81	95
48	416	87	146	82	63

49	456	88	160	83	70
50	536	89	122	84	76
51	768	90	165	85	71
52	821	91	145	86	70
53	872	92	135	87	62
54	845	93	148	88	88
55	856	94	120	89	45
56	954	95	162	90	45
57	881	96	101	91	37
58	979	97	124	92	51
59	877	98	95	93	30
60	846	99	86	94	33
61	930	100	108	95	21
62	989	101	68	96	48
63	908	102	53	97	35
64	1035	103	59	98	44
65	1028	104	66	99	30
66	984	105	70	100	47
67	1048	106	24	101	17
68	1118	107	55	102	22
69	1159	108	54	103	33
70	1223	109	51	104	25
71	1423	110	51	105	31
72	1591	111	36	106	47
73	1828	112	42	107	16
74	2166	113	16	108	16
75	2504	114	18	109	24
76	2993	115	24	110	23
77	4158	116	28	111	24
78	4934	117	30	112	30
79	6446	118	29	113	2
80	8995	119	19	114	16
81	12070	120	8	115	8
82	15389	121	10	116	20
83	20339	122	9	117	12
84	25759	123	12	118	21
85	32985	124	20	119	5
86	43494	125	16	120	14
87	54416	126	29	121	22
88	67128	127	19	122	15
89	80569	128	12	123	14
90	92034	129	4	124	15
91	102194	130	11	125	20
92	111598	131	1	126	7
93	118334	132	15	127	24

94	120979	133	6	128	20
95	121185	134	2	129	6
96	121195	135	4	130	4
97	118401	137	7	131	17
98	114433	138	7	132	4
99	107468	139	6	133	6
100	99161	140	8	134	6
101	93323	141	13	136	11
102	88813	142	4	137	2
103	83952	143	9	138	5
104	80121	144	12	140	2
105	75879	145	10	141	2
106	72941	146	3	144	8
107	70261	147	3	145	7
108	66098	148	4	146	6
109	64713	150	5	148	4
110	63054	151	2	150	4
111	61204	152	5	152	1
112	59732	153	4	153	4
113	57510	154	1	158	4
114	56274	155	11	160	4
115	54556	157	7	161	2
116	53088	158	7	162	4
117	53098	159	4	167	2
118	51630	161	5		
119	50824	162	1		
120	50242	167	4		
121	49308	171	2		
122	47468				
123	46970				
124	44041				
125	42676				
126	40204				
127	38561				
128	36260				
129	33702				
130	30177				
131	28158				
132	26021				
133	24096				
134	22268				
135	20440				
136	18413				
137	17807				
138	15204				

139	14358				
140	12454				
141	11513				
142	10496				
143	9607				
144	8668				
145	7807				
146	7551				
147	6841				
148	6332				
149	5740				
150	5399				
151	5034				
152	4610				
153	4500				
154	4359				
155	3905				
156	3860				
157	3429				
158	3389				
159	3344				
160	2948				
161	2793				
162	2675				
163	2576				
164	2428				
165	2416				
166	2124				
167	1942				
168	1896				
169	1940				
170	1760				
171	1662				
172	1608				
173	1532				
174	1436				
175	1324				
176	1116				
177	1220				
178	948				
179	952				
180	904				
181	888				
182	760				
183	668				

184	640				
185	556				
186	504				
187	468				
188	388				
189	392				
190	264				
191	260				
192	260				
193	212				
194	144				
195	136				
196	100				
197	108				
198	124				
199	104				
200	64				
201	112				
202	96				
203	80				
204	64				
205	52				
206	64				
207	40				
208	56				
209	36				
210	52				
211	24				
212	44				
213	44				
214	28				
215	28				
216	8				
217	24				
218	20				
219	20				
220	20				
221	28				
222	8				
223	16				
224	12				
225	20				
226	4				
227	4				
228	12				

229	8				
230	8				
231	16				
232	4				
234	8				
235	4				
238	4				
240	4				

Banda 6 - Não-vereda		Banda 6 - Vereda 1		Banda 6 - Vereda 2	
VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA
7	4	21	12	17	4
8	12	22	12	18	4
9	12	23	4	19	4
10	12	24	25	20	60
11	32	25	12	21	204
12	100	26	16	22	436
13	44	27	32	23	941
14	20	28	39	24	792
15	20	29	68	25	712
16	8	30	128	26	519
17	12	31	170	27	429
18	32	32	224	28	419
19	32	33	256	29	350
20	56	34	283	30	362
21	224	35	388	31	346
22	472	36	323	32	290
23	1015	37	265	33	246
24	1047	38	346	34	219
25	1364	39	298	35	248
26	1509	40	391	36	231
27	1231	41	363	37	204
28	1274	42	321	38	152
29	1174	43	350	39	135
30	1202	44	297	40	140
31	1388	45	250	41	178
32	1326	46	259	42	134
33	1414	47	252	43	98
34	1546	48	245	44	142
35	1748	49	200	45	127
36	1834	50	273	46	88
37	2479	51	166	47	94
38	3034	52	214	48	59

39	4167	53	154	49	84
40	5789	54	165	50	61
41	9135	55	132	51	98
42	14845	56	93	52	63
43	22340	57	127	53	66
44	32461	58	97	54	45
45	44927	59	64	55	40
46	63557	60	97	56	43
47	82926	61	64	57	57
48	103256	62	58	58	57
49	124728	63	65	59	58
50	143462	64	34	60	36
51	158924	65	52	61	41
52	166223	66	41	62	33
53	167532	67	56	63	34
54	160618	68	23	64	21
55	152756	69	25	65	8
56	141304	70	14	66	23
57	128408	71	28	67	49
58	119082	72	25	68	30
59	110102	73	13	69	17
60	101943	74	25	70	22
61	95523	75	27	71	14
62	88073	76	11	72	1
63	82917	77	19	73	12
64	78973	78	16	74	29
65	74532	79	13	75	27
66	71176	80	22	76	13
67	67923	81	14	77	27
68	64691	82	19	78	20
69	62954	83	10	79	9
70	60988	84	9	80	22
71	59782	85	7	81	12
72	56958	86	7	82	9
73	54655	87	9	83	2
74	52754	88	6	84	14
75	49074	89	2	85	3
76	46180	90	8	86	8
77	43670	91	6	87	1
78	40532	92	13	88	4
79	37870	93	10	89	6
80	35292	94	1	90	1
81	31714	95	10	92	2
82	29368	96	3	93	6
83	26928	97	7	94	4

84	24777	98	3	95	4
85	21690	99	4	96	6
86	19929	100	8	97	4
87	18406	101	3	98	3
88	17438	102	2	99	4
89	15092	103	2	100	4
90	13715	104	10	104	1
91	12922	105	6	106	8
92	11661	106	3	108	4
93	10992	107	11	109	2
94	10327	108	4	121	2
95	9350	109	6		
96	9099	111	1		
97	8289	113	4		
98	7386	115	2		
99	7048	117	1		
100	7008	118	5		
101	6165	128	4		
102	5946				
103	5410				
104	5229				
105	5086				
106	4697				
107	4245				
108	4044				
109	3780				
110	3560				
111	3263				
112	3032				
113	2948				
114	2704				
115	2490				
116	2372				
117	2023				
118	1895				
119	1900				
120	1844				
121	1770				
122	1656				
123	1332				
124	1428				
125	1268				
126	1360				
127	1100				
128	1124				

129	1020				
130	964				
131	788				
132	904				
133	784				
134	700				
135	760				
136	532				
137	548				
138	516				
139	416				
140	444				
141	340				
142	228				
143	240				
144	252				
145	168				
146	180				
147	136				
148	132				
149	108				
150	124				
151	104				
152	84				
153	88				
154	52				
155	48				
156	96				
157	36				
158	28				
159	64				
160	40				
161	36				
162	32				
163	24				
164	20				
165	36				
166	32				
167	40				
168	20				
169	12				
170	28				
171	12				
172	12				
173	28				

174	12				
175	8				
176	24				
178	20				
179	12				
180	8				
181	8				
183	8				
184	4				
185	12				
186	4				
187	8				
188	12				
189	4				
190	8				
192	8				
193	4				
194	4				

Decliv - Não-vereda		Decliv - Vereda 1		Decliv - Vereda 2	
VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA	VALOR	QUANTIA
1	1322127	1	7651	1	8503
2	759704	2	50	2	156
3	826964	3	32	3	114
4	622196	4	135	4	282
5	126549			5	43
6	44323				
7	8092				
8	4013				
9	2415				
10	530				

#### APÊNDICE 4

##### Resultado da assinatura do mapa vereda.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
2 - VEREDA 1	9641	216,9225	9641	216,9225
53,8513% 100,0000				
3 - VEREDA 2	8262	185,8950	8262	185,8950
46,1487% 100,0000				
4 - FUNDO	3982097	89597,1825	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
Total	4000000(90000,0000)		17903 (402,8175)	

##### Resultado da assinatura do mapa declividade.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
0 - COR 0	319720	7193,7000	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
1 - CLASSE 1	1324804	29808,0900	17071	384,0975
95,3527% 1,2886				
2 - CLASSE 2	740987	16672,2075	224	5,0400
1,2512% 0,0302				
3 - CLASSE 3	807962	18179,1450	148	3,3300
0,8267% 0,0183				
4 - CLASSE 4	619971	13949,3475	417	9,3825
2,3292% 0,0673				
5 - CLASSE 5	127183	2861,6175	43	0,9675
0,2402% 0,0338				
6 - CLASSE 6	44323	997,2675	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
7 - CLASSE 7	8092	182,0700	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
8 - CLASSE 8	4013	90,2925	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
9 - CLASSE 9	2415	54,3375	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
10 - CLASSE 10	530	11,9250	0	
0,0000 0,0000%	0,0000			
Total	4000000(90000,0000)		17903 (402,8175)	

##### Resultado da assinatura do mapa geologia.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
-----------------	--------------	----------	-------------	-----------

Ha	% Área Asn.	% Categoria				
0 - AR			3435564	77300,1900	7363	165,6675
	41,1272%	0,2143				
1 - AL			193272	4348,6200	10540	237,1500
	58,8728%	5,4535				
2 - FUNDO			238596	5368,4100	0	0,0000
	0,0000%	0,0000				
3 - SC			130206	2929,6350	0	0,0000
	0,0000%	0,0000				
4 - CDL			2362	53,1450	0	0,0000
	0,0000%	0,0000				
Total			4000000(90000,0000)		17903 (402,8175)	

Resultado da assinatura do mapa geomorfologia.rst

Cat. - Legendas			Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha	% Área Asn.	% Categoria				
0 - CPG			3246024	73035,5400	10229	230,1525
	57,1357%	0,3151				
1 - CZT			361442	8132,4450	7674	172,6650
	42,8643%	2,1232				
2 - FUNDO			228004	5130,0900	0	0,0000
	0,0000%	0,0000				
3 - CC			164530	3701,9250	0	0,0000
	0,0000%	0,0000				
Total			4000000(90000,0000)		17903 (402,8175)	

Resultado da assinatura do mapa ndvi.rst

Cat. - Legendas			Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha	% Área Asn.	% Categoria				
1 - CLASSE 3			1858400	41814,0000	2855	64,2375
	15,9470%	0,1536				
2 - CLASSE 2			1539238	34632,8550	1531	34,4475
	8,5516%	0,0995				
3 - CLASSE 4			246396	5543,9100	8019	180,4275
	44,7914%	3,2545				
5 - CLASSE 1			21662	487,3950	0	0,0000
	0,0000%	0,0000				
6 - CLASSE 5			14584	328,1400	5498	123,7050
	30,7099%	37,6988				
7 - FUNDO			319720	7193,7000	0	0,0000
	0,0000%	0,0000				
Total			4000000(90000,0000)		17903 (402,8175)	

Resultado da assinatura do mapa solo.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
0 - LVD2 0,0000% 0,0000	1172535	26382,0375	0	0,0000
1 - AQD3 5,2002% 0,0415	2242962	50466,6450	931	20,9475
2 - LVA31 0,0000% 0,0000	3564	80,1900	0	0,0000
3 - FUNDO 0,0000% 0,0000	1536	34,5600	0	0,0000
4 - LVA1 0,0000% 0,0000	123320	2774,7000	0	0,0000
5 - HGA2 94,7998% 8,6981	195124	4390,2900	16972	381,8700
6 - CA23 0,0000% 0,0000	191834	4316,2650	0	0,0000
7 - CA12 0,0000% 0,0000	65488	1473,4800	0	0,0000
8 - LVA17 0,0000% 0,0000	3516	79,1100	0	0,0000
9 - LVA19 0,0000% 0,0000	121	2,7225	0	0,0000
<b>Total</b>	<b>4000000(90000,0000)</b>		<b>17903 (402,8175)</b>	

Resultado da assinatura do mapa vereda.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
2 - VEREDA 1 100,0000% 100,0000	9641	216,9225	9641	216,9225
3 - VEREDA 2 0,0000% 0,0000	8262	185,8950	0	0,0000
4 - FUNDO 0,0000% 0,0000	3982097	89597,1825	0	0,0000
<b>Total</b>	<b>4000000(90000,0000)</b>		<b>9641 (216,9225)</b>	

Resultado da assinatura do mapa declividade.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
0 - COR 0 0,0000% 0,0000	319720	7193,7000	0	0,0000
1 - CLASSE 1	1324804	29808,0900	9026	203,0850

93,6210%	0,6813				
2 - CLASSE 2		740987	16672,2075	174	3,9150
1,8048%	0,0235				
3 - CLASSE 3		807962	18179,1450	116	2,6100
1,2032%	0,0144				
4 - CLASSE 4		619971	13949,3475	282	6,3450
2,9250%	0,0455				
5 - CLASSE 5		127183	2861,6175	43	0,9675
0,4460%	0,0338				
6 - CLASSE 6		44323	997,2675	0	0,0000
0,0000%	0,0000				
7 - CLASSE 7		8092	182,0700	0	0,0000
0,0000%	0,0000				
8 - CLASSE 8		4013	90,2925	0	0,0000
0,0000%	0,0000				
9 - CLASSE 9		2415	54,3375	0	0,0000
0,0000%	0,0000				
10 - CLASSE 10		530	11,9250	0	
0,0000	0,0000%	0,0000			
Total		4000000(90000,0000)		9641 (216,9225)	

#### Resultado da assinatura do mapa geologia.rst

Cat. - Legendas		Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha	% Área Asn. % Categoria				
0 - AR		3435564	77300,1900	3696	83,1600
38,3363%	0,1076				
1 - AL		193272	4348,6200	5945	133,7625
61,6637%	3,0760				
2 - FUNDO		238596	5368,4100	0	0,0000
0,0000%	0,0000				
3 - SC		130206	2929,6350	0	0,0000
0,0000%	0,0000				
4 - CDL		2362	53,1450	0	0,0000
0,0000%	0,0000				
Total		4000000(90000,0000)		9641 (216,9225)	

#### Resultado da assinatura do mapa geomorfologia.rst

Cat. - Legendas		Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha	% Área Asn. % Categoria				
0 - CPG		3246024	73035,5400	9610	216,2250
99,6785%	0,2961				
1 - CZT		361442	8132,4450	31	0,6975
0,3215%	0,0086				
2 - FUNDO		228004	5130,0900	0	0,0000

3 - CC	0,0000%	0,0000	164530	3701,9250	0	0,0000
	0,0000%	0,0000				
Total			4000000(90000,0000)		9641 (216,9225)	

#### Resultado da assinatura do mapa ndvi.rst

Cat. - Legendas			Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha	% Área Asn.	% Categoria				
1 - CLASSE 3	8,8891%	0,0461	1858400	41814,0000	857	19,2825
2 - CLASSE 2	4,8646%	0,0305	1539238	34632,8550	469	10,5525
3 - CLASSE 4	30,6089%	1,1977	246396	5543,9100	2951	66,3975
5 - CLASSE 1	0,0000%	0,0000	21662	487,3950	0	0,0000
6 - CLASSE 5	55,6374%	36,7800	14584	328,1400	5364	120,6900
7 - FUNDO	0,0000%	0,0000	319720	7193,7000	0	0,0000
Total			4000000(90000,0000)		9641 (216,9225)	

#### Resultado da assinatura do mapa solo.rst

Cat. - Legendas			Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha	% Área Asn.	% Categoria				
0 - LVD2	0,0000%	0,0000	1172535	26382,0375	0	0,0000
1 - AQD3	4,8335%	0,0208	2242962	50466,6450	466	10,4850
2 - LVA31	0,0000%	0,0000	3564	80,1900	0	0,0000
3 - FUNDO	0,0000%	0,0000	1536	34,5600	0	0,0000
4 - LVA1	0,0000%	0,0000	123320	2774,7000	0	0,0000
5 - HGA2	95,1665%	4,7021	195124	4390,2900	9175	206,4375
6 - CA23	0,0000%	0,0000	191834	4316,2650	0	0,0000
7 - CA12	0,0000%	0,0000	65488	1473,4800	0	0,0000
8 - LVA17	0,0000%	0,0000	3516	79,1100	0	0,0000
9 - LVA19			121	2,7225	0	0,0000

0,0000% 0,0000

Total 4000000(90000,0000) 9641 (216,9225)

Resultado da assinatura do mapa vereda.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
2 - VEREDA 1	9641	216,9225	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
3 - VEREDA 2	8262	185,8950	8262	185,8950
100,0000% 100,0000				
4 - FUNDO	3982097	89597,1825	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
Total	4000000(90000,0000)		8262 (185,8950)	

Resultado da assinatura do mapa declividade.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
0 - COR 0	319720	7193,7000	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
1 - CLASSE 1	1324804	29808,0900	8045	181,0125
97,3735% 0,6073				
2 - CLASSE 2	740987	16672,2075	50	1,1250
0,6052% 0,0067				
3 - CLASSE 3	807962	18179,1450	32	0,7200
0,3873% 0,0040				
4 - CLASSE 4	619971	13949,3475	135	3,0375
1,6340% 0,0218				
5 - CLASSE 5	127183	2861,6175	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
6 - CLASSE 6	44323	997,2675	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
7 - CLASSE 7	8092	182,0700	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
8 - CLASSE 8	4013	90,2925	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
9 - CLASSE 9	2415	54,3375	0	0,0000
0,0000% 0,0000				
10 - CLASSE 10	530	11,9250	0	
0,0000 0,0000%	0,0000			
Total	4000000(90000,0000)		8262 (185,8950)	

Resultado da assinatura do mapa geologia.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
0 - AR	3435564	77300,1900	3667	82,5075
44,3839%				
0,1067				
1 - AL	193272	4348,6200	4595	103,3875
55,6161%				
2,3775				
2 - FUNDO	238596	5368,4100	0	0,0000
0,0000%				
0,0000				
3 - SC	130206	2929,6350	0	0,0000
0,0000%				
0,0000				
4 - CDL	2362	53,1450	0	0,0000
0,0000%				
0,0000				
<b>Total</b>	<b>4000000(90000,0000)</b>		<b>8262 (185,8950)</b>	

#### Resultado da assinatura do mapa geomorfologia.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
0 - CPG	3246024	73035,5400	619	13,9275
7,4921%				
0,0191				
1 - CZT	361442	8132,4450	7643	171,9675
92,5079%				
2,1146				
2 - FUNDO	228004	5130,0900	0	0,0000
0,0000%				
0,0000				
3 - CC	164530	3701,9250	0	0,0000
0,0000%				
0,0000				
<b>Total</b>	<b>4000000(90000,0000)</b>		<b>8262 (185,8950)</b>	

#### Resultado da assinatura do mapa ndvi.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
1 - CLASSE 3	1858400	41814,0000	1998	44,9550
24,1830%				
0,1075				
2 - CLASSE 2	1539238	34632,8550	1062	23,8950
12,8540%				
0,0690				
3 - CLASSE 4	246396	5543,9100	5068	114,0300
61,3411%				
2,0569				
5 - CLASSE 1	21662	487,3950	0	0,0000
0,0000%				
0,0000				
6 - CLASSE 5	14584	328,1400	134	3,0150
1,6219%				
0,9188				
7 - FUNDO	319720	7193,7000	0	0,0000
0,0000%				
0,0000				
<b>Total</b>	<b>4000000(90000,0000)</b>		<b>8262 (185,8950)</b>	

Resultado da assinatura do mapa solo.rst

Cat. - Legendas	Total Pixels	Total Ha	Pixels Asn.	Área Asn.
Ha % Área Asn. % Categoria				
0 - LVD2 0,0000% 0,0000	1172535	26382,0375	0	0,0000
1 - AQD3 5,6282% 0,0207	2242962	50466,6450	465	10,4625
2 - LVA31 0,0000% 0,0000	3564	80,1900	0	0,0000
3 - FUNDO 0,0000% 0,0000	1536	34,5600	0	0,0000
4 - LVA1 0,0000% 0,0000	123320	2774,7000	0	0,0000
5 - HGA2 94,3718% 3,9959	195124	4390,2900	7797	175,4325
6 - CA23 0,0000% 0,0000	191834	4316,2650	0	0,0000
7 - CA12 0,0000% 0,0000	65488	1473,4800	0	0,0000
8 - LVA17 0,0000% 0,0000	3516	79,1100	0	0,0000
9 - LVA19 0,0000% 0,0000	121	2,7225	0	0,0000
<b>Total</b>	<b>4000000(90000,0000)</b>		<b>8262 (185,8950)</b>	

Temas que fizeram parte desta Avaliação:

Arquivo	Peso	Título	Autor
declividade.rst	20	Declividade	Marcos Elias Sala
geologia.rst	20	Geologia	Marcos Elias Sala
geomorfologia.rst	20	Geomorfologia	Marcos Elias Sala
ndvi.rst	20	NDVI Classes	Marcos Elias
solo.rst	20	Solo	Marcos Elias Sala

Declividade

Arquivo: declividade.rst

Autor	Data	Resolução	Peso
Marcos Elias Sala	4/7/9	15	20

Categ.	Legendas	Notas
0	Cor 0	BLOQUEADA
1	Classe 1	10
2	Classe 2	1
3	Classe 3	0

4	Classe 4	1
5	Classe 5	0
6	Classe 6	0
7	Classe 7	0
8	Classe 8	0
9	Classe 9	0
10	Classe 10	0

#### Geologia

Arquivo: geologia.rst

Autor	Data	Resolução	Peso
Marcos Elias Sala	4/7/9	15	20

Categ.	Legendas	Notas
0	AR	4
1	AL	6
2	Fundo	BLOQUEADA
3	SC	0
4	CDL	0

#### Gemorfologia

Arquivo: geomorfologia.rst

Autor	Data	Resolução	Peso
Marcos Elias Sala	4/7/9	15	20

Categ.	Legendas	Notas
0	CPG	6
1	CZT	4
2	Fundo	BLOQUEADA
3	CC	0

#### NDVI Classes

Arquivo: ndvi.rst

Autor	Data	Resolução	Peso
Marcos Elias	4/7/9	15	20

Categ.	Legendas	Notas
1	Classe 3	2
2	Classe 2	1
3	Classe 4	8
5	Classe 1	0
6	Classe 5	6
7	Fundo	BLOQUEADA

#### Solo

Arquivo: solo.rst

Autor	Data	Resolução	Peso
Marcos Elias Sala	4/7/9	15	20

Categ.	Legendas	Notas
--------	----------	-------

0	LVd2	0
1	AQd3	1
2	LVa31	0
3	Fundo	BLOQUEADA
4	LVa1	1
5	HGa2	10
6	Ca23	0
7	Ca12	0
8	LVa17	0
9	LVa19	0

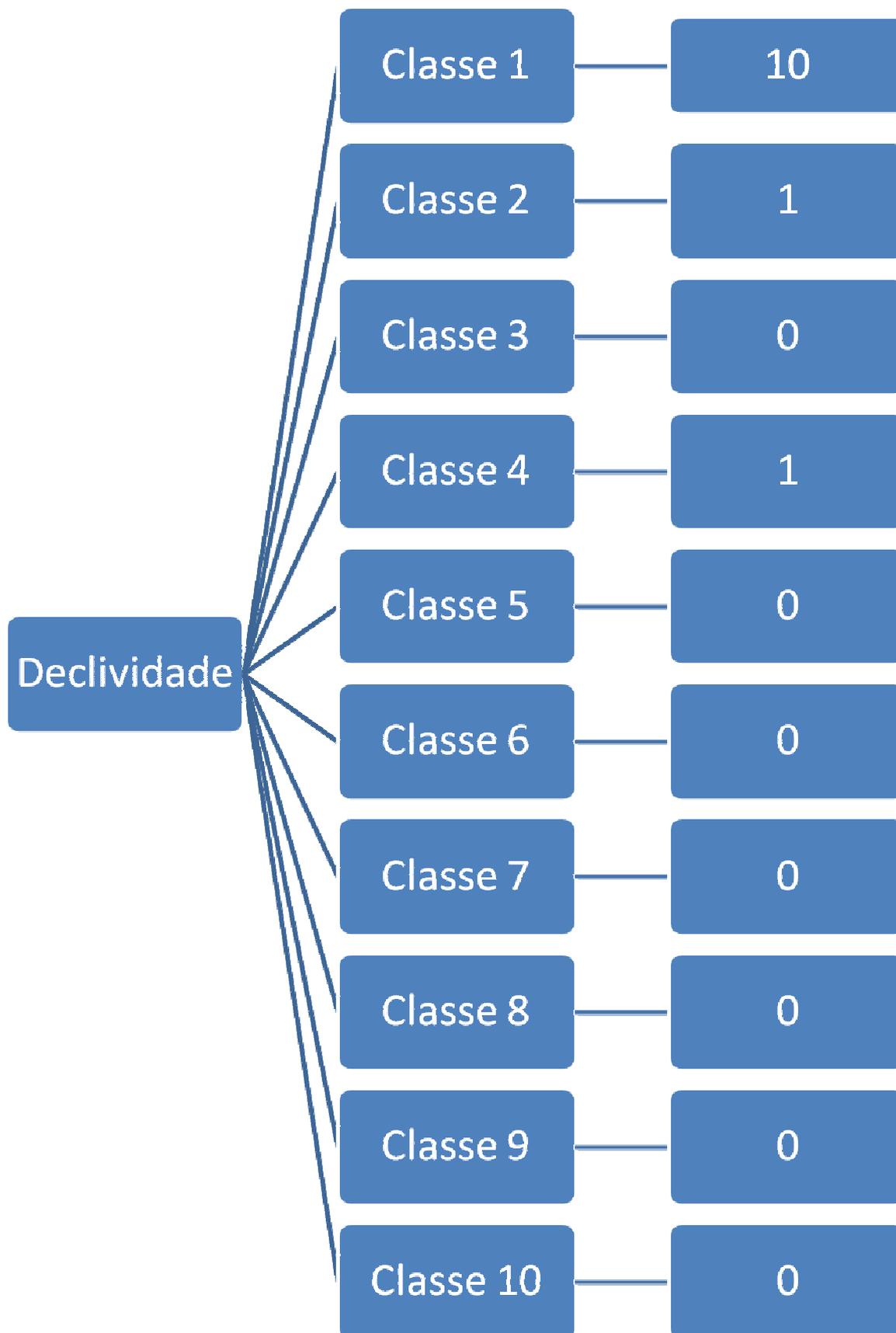
### Mapa Resultante

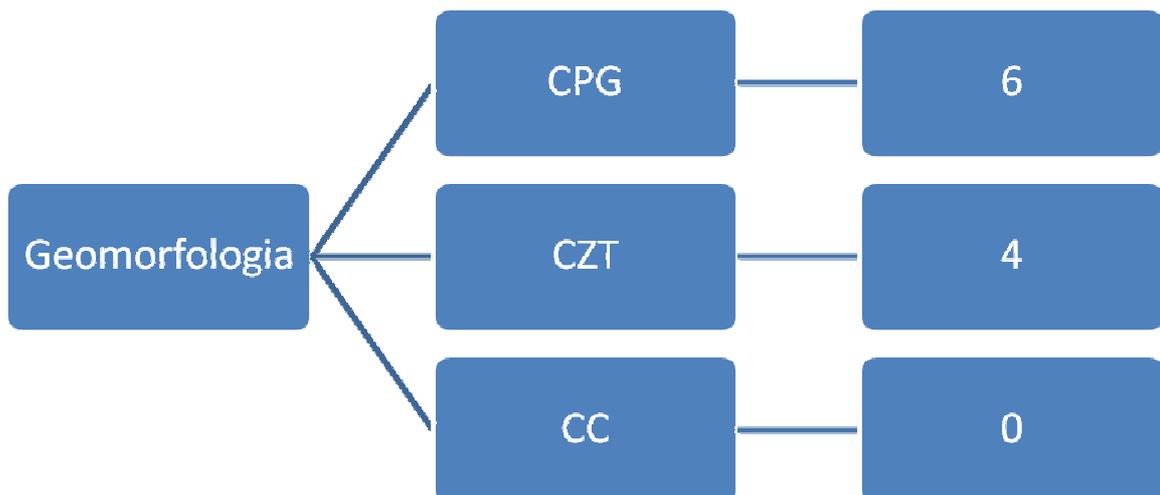
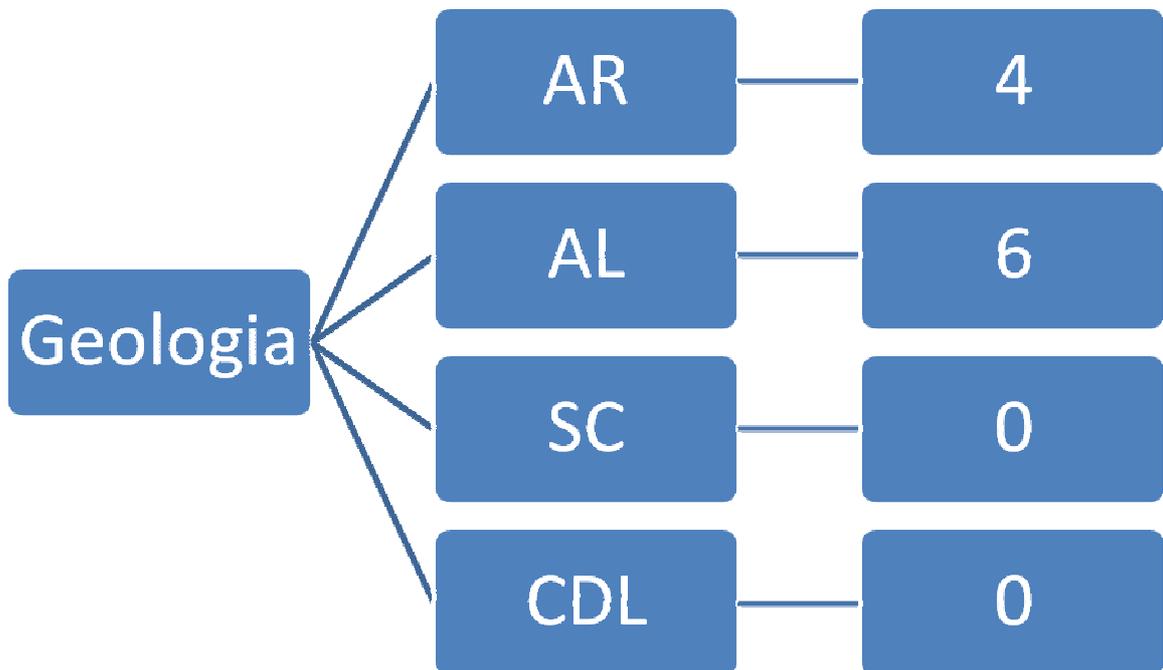
Potencial de ocorrência de veredas

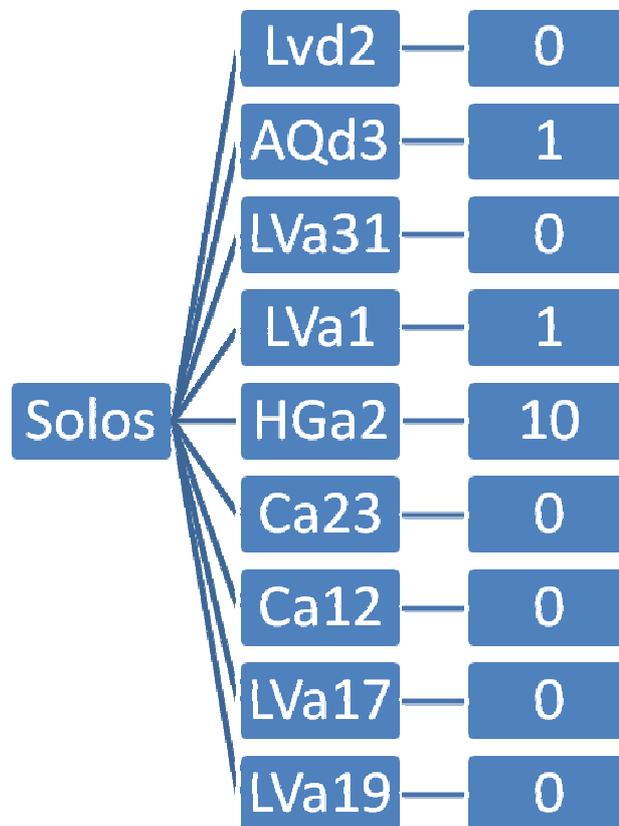
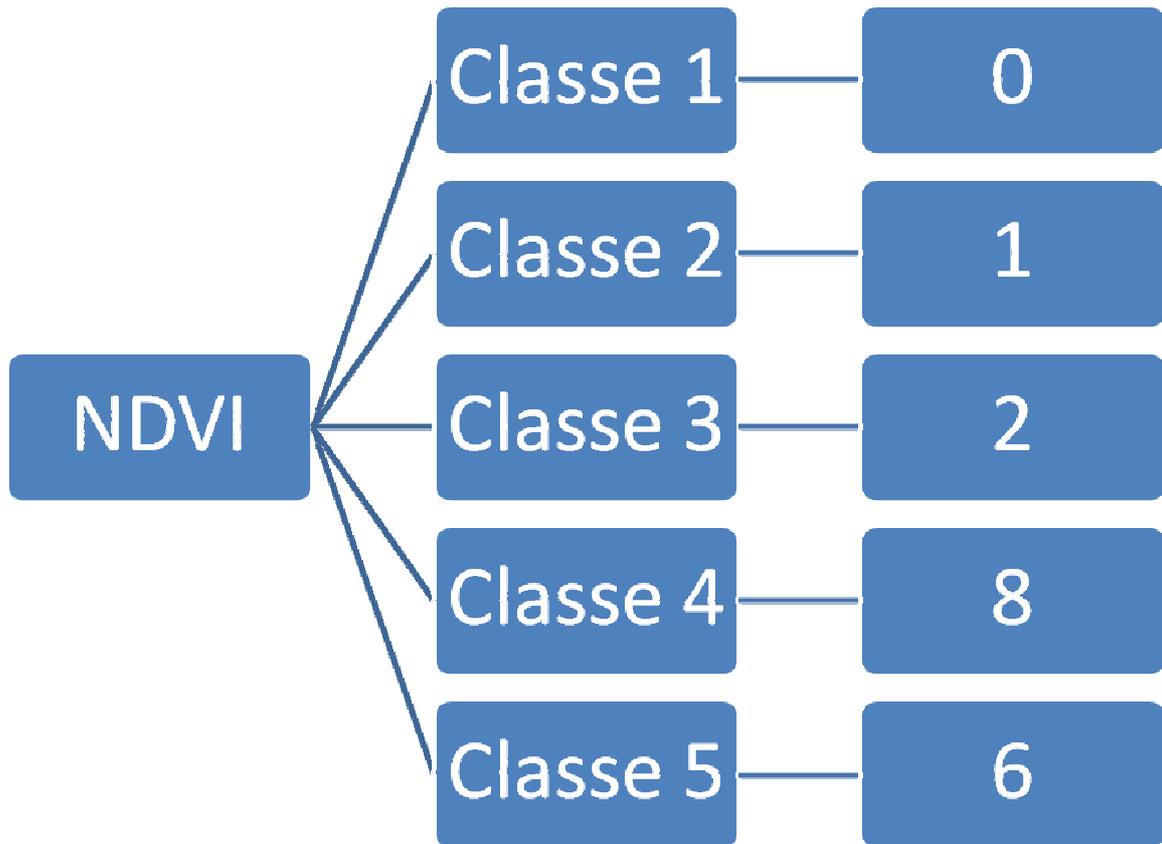
Arquivo: E:\MARCOS\SAGA\RASTER\POTVEREDA1 E 2.RS2

Autor	Data	Resolução
Marcos Sala	11/7/9	15

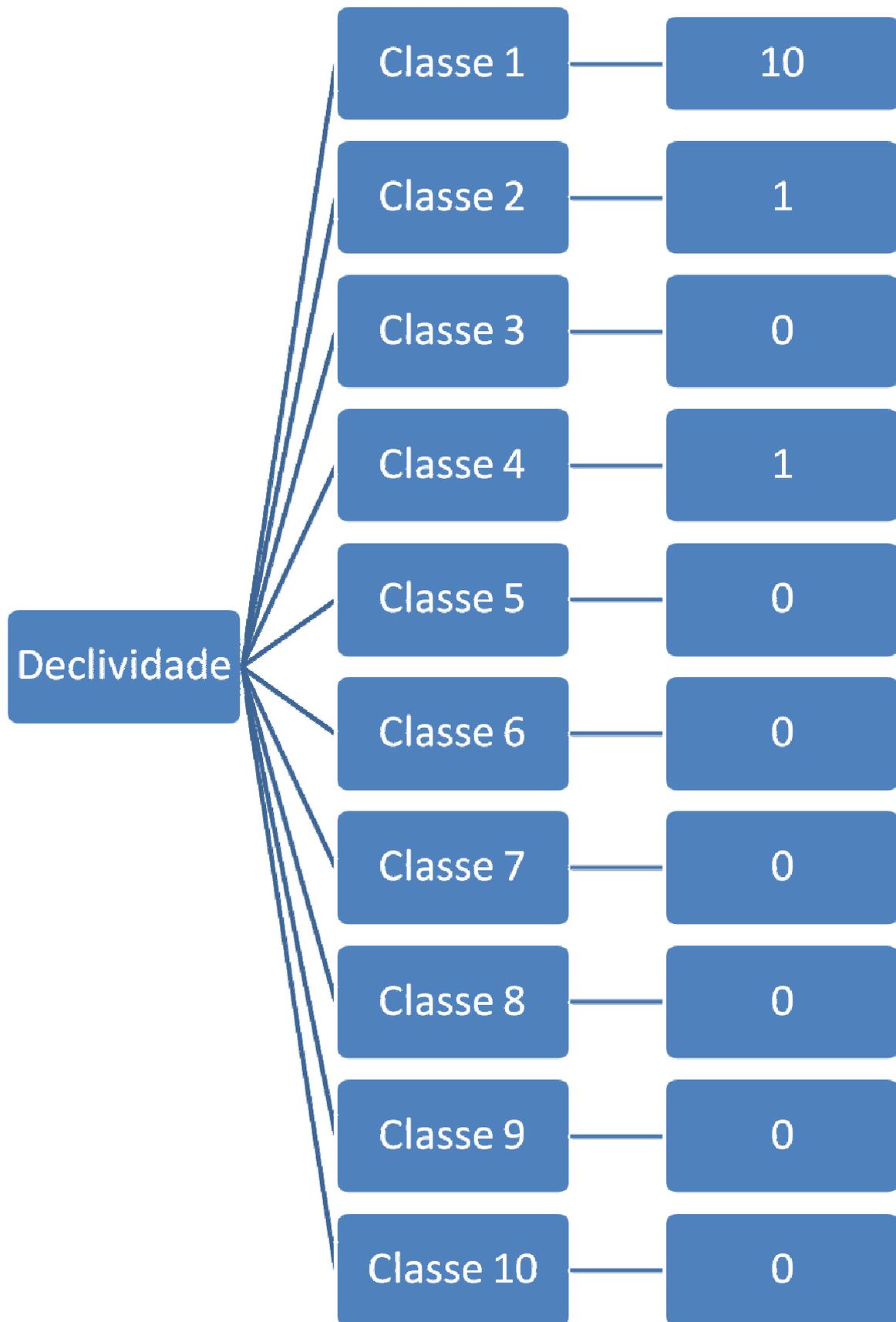
APÊNDICE 5: ÁRVORE DE DECISÃO DO AUTOR

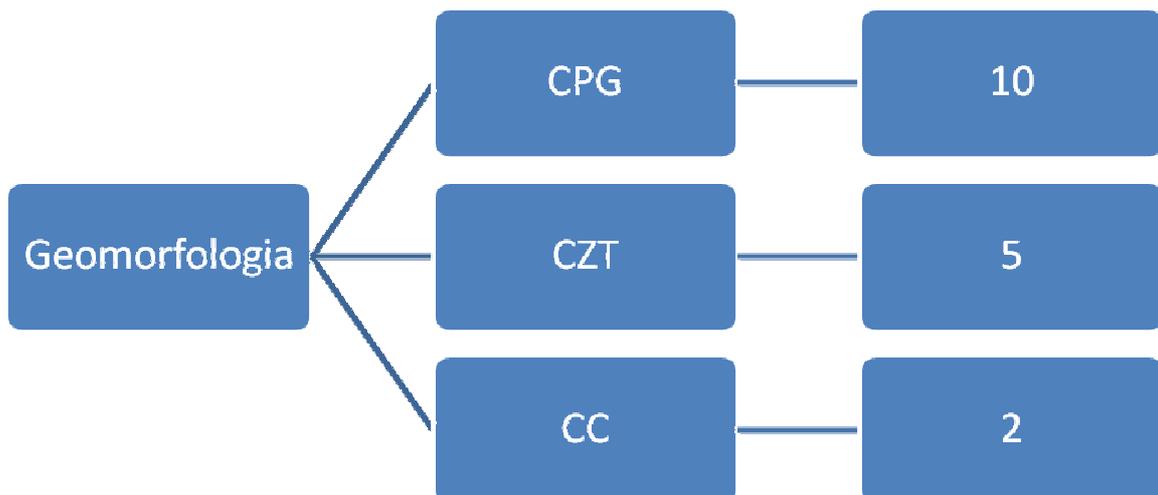
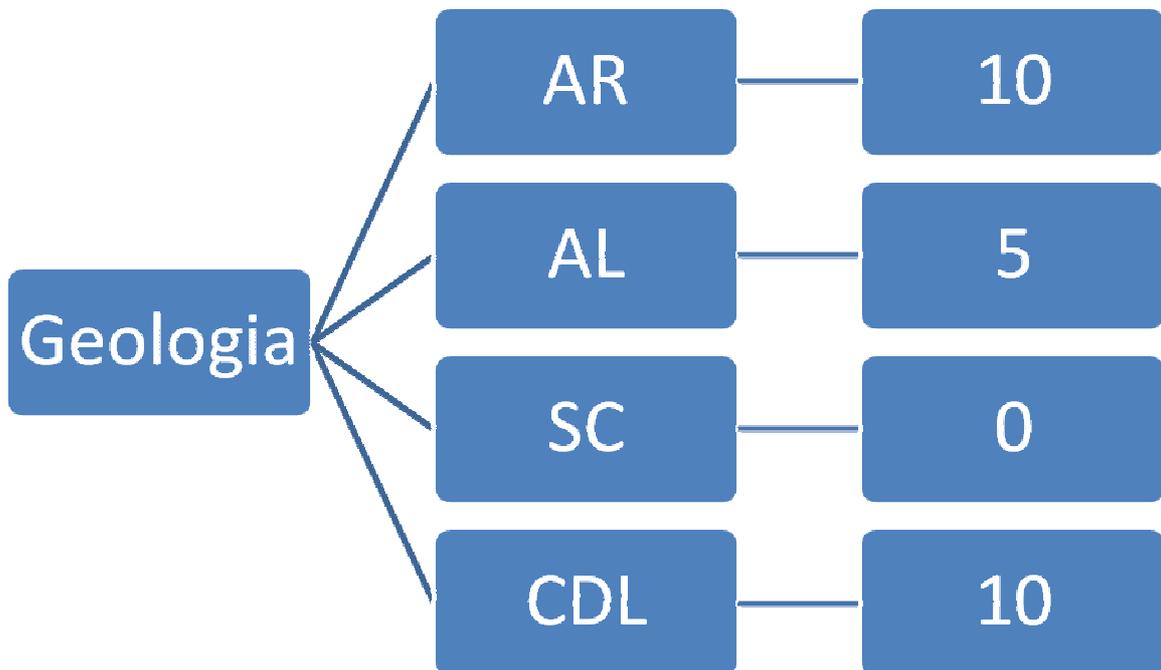


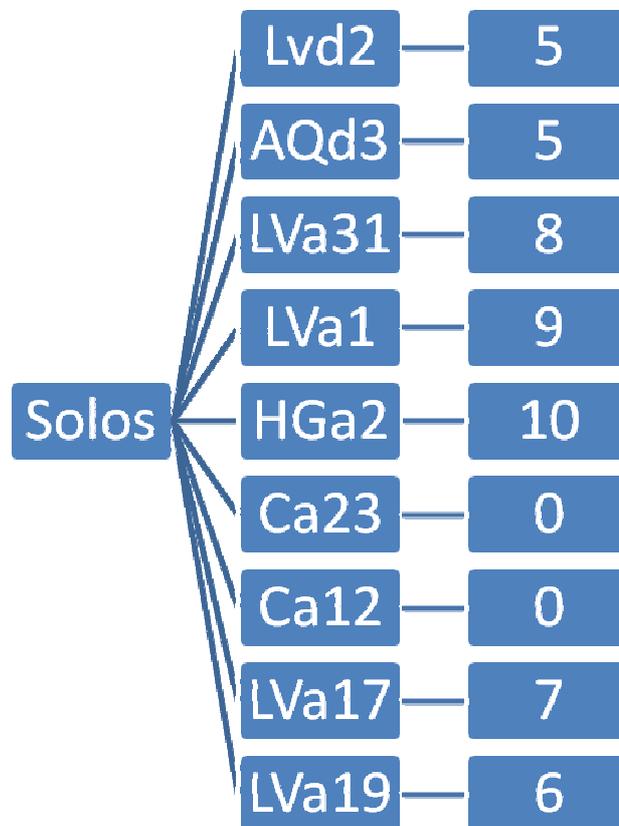
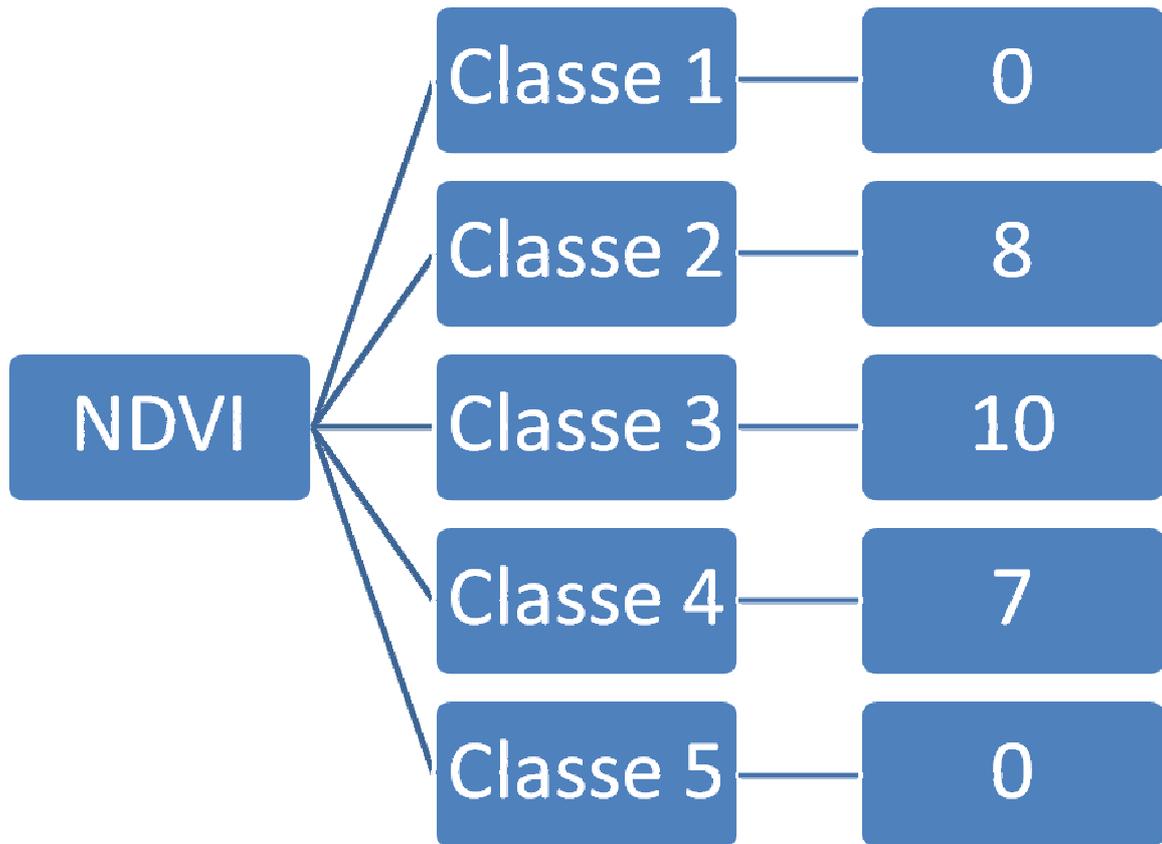




APÊNDICE 6: ÁRVORE DE DECISÃO DO ESPECIALISTA







# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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