



Universidade de Brasília – UnB

Instituto de Ciências Humanas – IH

Departamento de Geografia – GEA

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS DE
POTENCIAL OCORRÊNCIA DE CAPIM DOURADO NA
REGIÃO DO JALAPÃO (TO) POR SENSORIAMENTO
REMOTO.**

Gabriel Antunes Daldegan

Orientador: Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior

Brasília, Junho de 2007.

GABRIEL ANTUNES DALDEGAN

“Bolsista do Programa PESCO”

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS DE
POTENCIAL OCORRÊNCIA DE CAPIM DOURADO NA REGIÃO
DO JALAPÃO (TO) POR SENSORIAMENTO REMOTO.

Monografia apresentada ao Departamento
de Geografia da UnB, para obtenção do
título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Abílio de
Carvalho Júnior

BRASÍLIA

2007

Apoio Financeiro:

Esta pesquisa foi realizado com recursos financeiros do Programa PESCO - IEB/ISPN/GEF/SGP/PNUD, código P.2006/01/GRA/002;



E com apoio logístico e de equipamentos de:

* LSIE - Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais – Geografia – IH – UnB;

* PEQUI – Pesquisa e Conservação do Cerrado



INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS DE POTENCIAL
OCORRÊNCIA DE CAPIM DOURADO NA REGIÃO DO JALAPÃO (TO) POR
SENSORIAMENTO REMOTO.**

Monografia final de curso submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de bacharel em Geografia.

Aprovado por:

Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior (UnB)
(orientador)

Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães (UnB)
(examinador interno)

Isabel B. Figueiredo (ISPN/Pequi)
(examinadora externa)

Brasília- DF, 29 de junho de 2007

Brasília – DF, 29 de junho de 2007

DALDEGAN, G. A

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁREAS DE POTENCIAL OCORRÊNCIA DE CAPIM DOURADO NA REGIÃO DO JALAPÃO (TO) POR SENSORIAMENTO REMOTO.

34 pags. (IH/GEA/UnB, Bacharelado, 2007)

Monografia de final de curso, Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geografia.

1. Sensoriamento Remoto
2. Processamento Digital de Imagens
3. Jalapão
4. *Syngonanthus nitens* – capim dourado

1. IH/GEA/UnB

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIA

DALDEGAN, Gabriel Antunes. Análise da Distribuição Espacial de Áreas de Extrativismo de Capim Dourado na Região do Jalapão (TO) por Sensoriamento Remoto. Monografia de final de curso, Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Brasília, DF, 2007.

CESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS

NOME DO AUTOR: GABRIEL ANTUNES DALDEGAN

TÍTULO DA MONOGRAFIA: Análise da Distribuição Espacial de Áreas de Extrativismo de Capim Dourado na Região do Jalapão (TO) por Sensoriamento Remoto.

GRAU –ANO: 3º/2003

RESUMO

O presente trabalho visou identificar as áreas na região do Jalapão (TO) com potencial ocorrência da espécie *Syngonanthus nitens* (capim dourado), sempre-viva da família das Euriocaulaceae, cujos escapos são, historicamente, utilizados pela população local na confecção de artesanatos. A região está inserida no bioma Cerrado e tem a maior área contínua deste dentro de unidades de conservação. Apresenta altíssima beleza cênica e alta biodiversidade, além de ser muito frágil devido à estrutura geológica sobre a qual se desenvolveu. Ultimamente vem crescendo consideravelmente a procura pelos artesanatos feitos com o capim dourado e, conseqüentemente, a demanda pela matéria-prima. Este aumento despertou o interesse da comunidade local Mumbuca em procurar formas sustentáveis para sua exploração. Além desta comunidade existem outras que se encontram dentro dos limites do Parque Estadual do Jalapão, e por causa disso o NATURATINS (Instituto Natureza do Tocantins) vem estudando novos limites para o Parque, com a intenção de transformá-lo em uma unidade de conservação de uso sustentável. E para tanto, o mapeamento das áreas com potencial ocorrência do capim dourado é muito importante, pois auxilia no manejo da espécie e na re-delimitação do Parque. Para identificar e delimitar as áreas de potencial ocorrência do capim dourado, as técnicas de Sensoriamento Remoto são fundamentais, já que possibilitam análises espectrais das superfícies encontradas na região, permitindo classificá-las. A metodologia se mostrou eficiente para a classificação dos materiais presentes na imagem estudada, possibilitando identificar os campos limpos úmidos, fitofisionomia na qual ocorre o capim dourado. Esta informação poderá ser utilizada para estudos mais aprofundados que visem compreender melhor as relações entre as comunidades coletoras e as áreas de coleta.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. ÁREA DE ESTUDO.....	11
2.1 Clima.....	12
2.2 Geomorfologia e Geologia.....	13
2.3 Solos.....	14
2.4 Vegetação.....	14
2.5 Aspectos Sociais.....	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1 Cerrado.....	17
3.2 Sensoriamento Remoto.....	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1 Pré-processamentos.....	22
4.2 Detecção dos Membros Finais.....	23
4.3 Classificação Espectral.....	24
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1 Detecção dos Membros Finais.....	25
5.2 Classificação Espectral (SAM).....	26
6.CONCLUSÕES.....	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Localização da região e unidades de conservação estabelecidas.....	12
Figura 2- Fotos das “serras” do Espírito Santo (a) e Jalapinha (b).....	13
Figura 3- Foto do capim dourado (<i>Syngonanthus nitens</i>) em meio a outras Gramíneas (a); e transição entre campo limpo úmido e cerrado (b).....	15
Figura 4- Imagem LANDSAT ETM + 221/67_07/07/2002	21
Figura 5- Precipitação na região ao longo do ano de 2002.....	22
Figura 6- Delimitação da área estudada.....	23
Figura 7- Procedimento para a detecção de membros finais da imagem.....	24
Figura 8- Delimitação da área estudada na imagem.....	25
Figura 9- Gráfico mostrando a concentração das melhores informações nas primeiras bandas da imagem.....	26
Figura 10- Assinatura espectral correspondente à Vegetação Fotossinteticamente Ativa (VFA).....	26
Figura 11- Arquivo de Regra que melhor delimitou as ocorrências de Campo Limpos na Imagem 211/67_07072002.....	28
Figura 12- Imagem IKONOS utilizada para comprovar as áreas ocupadas pelos campos limpos úmidos	29
Figura 13- Buffer que selecionou as áreas ao redor dos cursos d’água.....	29
Figura 14- Áreas ocupadas pelos campos limpos úmidos identificados na imagem 221/67_07/07/2002.....	30

1. INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado destaca-se entre as demais savanas por sua alta diversidade (Sano & Almeida, 1998). No Brasil é o segundo bioma em extensão, depois da Floresta Amazônica, ocorrendo em diferentes tipos de solos e formações geológicas (Eiten, 1972; Ribeiro e Walter, 1998). Apesar de sua grande riqueza biológica e cultural, este bioma tem sido drasticamente alterado pela ação humana e hoje é considerado um *Hotspot* mundial (Myers et al 2000).

Uma das maiores extensões ainda conservadas do Cerrado encontra-se na região do Jalapão, ao leste do estado de Tocantins, uma área de grande biodiversidade e fragilidade. O Jalapão tem belezas cênicas que atraem turistas brasileiros e estrangeiros e abriga a maior área contínua de Cerrado no interior de Unidades de Conservação de proteção integral, o Parque Estadual do Jalapão (PEJ – 158.885 ha) e a Estação Ecológica Serra Geral de Tocantins (716.000 ha.) constituem uma área conjunta de quase 8.750 Km².

A densidade populacional na região é de menos de um habitante por Km², a maior parte da população vive na área rural e sobrevive principalmente da agricultura de subsistência, pecuária extensiva e, mais recentemente do artesanato de capim dourado (CI-Brasil 2002). Os escapos da espécie *Syngonanthus nitens* (capim dourado), juntamente com a “seda” extraída da *Mauritia flexuosa* (buriti), são muito utilizados pela população local para a confecção de peças artesanais, sejam bolsas, chapéis, brincos etc. A venda de artesanato de capim dourado pode render entre R\$ 100,00 a R\$ 600,00 mensalmente a cada artesão, renda que é extremamente significativa considerando o padrão médio da região, atraindo um número crescente de moradores para a atividade. Atualmente há mais de 600 artesãos cadastrados nas associações da região (Schmidt, 2005). O aumento da demanda criou um mercado de matéria-prima necessária para a confecção do artesanato.

A extração dos escapos se dá ao redor e dentro dos limites das unidades de conservação ali existentes. A técnica de elaborar estes artesanatos remonta às tradições indígenas e são passadas de pais para filhos (Schmidt, 2005). São peças de altíssima beleza estética devido ao aspecto dourado dos escapos, e por isso cada vez mais conhecidas e procuradas pelas populações das cidades, o que gera um aumento no número de artesãos e conseqüentemente na extração dos escapos. Segundo Schmidt (2005), há cerca de 600 artesãos distribuídos por 15 associações. Esse dado demonstra a importância econômica do artesanato para o sustento da população local. O dinheiro conseguido com a venda do artesanato muitas vezes é a principal

ou única fonte de renda de muitas famílias da região, que em sua maioria vive na zona rural sobrevivendo da agricultura familiar.

O aumento do extrativismo de capim dourado despertou a preocupação da comunidade da Mumbuca, onde o artesanato se originou no Jalapão, há mais de 70 anos. Uma importante consequência do aumento da demanda por capim dourado é a ocorrência de conflitos entre moradores de diferentes comunidades rurais e de áreas urbanas da região devido à ocorrência de “invasões” por moradores de outras comunidades de áreas de colheita reivindicadas por uma comunidade. Nota-se que tradicionalmente se formou uma noção de territorialidade das comunidades em relação às veredas nas quais extraem os escapos para a confecção do artesanato. Assim, quando moradores dos centros urbanos, que não tem a atividade como tradição, procuram estas veredas em busca de matéria-prima incentivados pela crescente demanda das peças artesanais, cria-se uma situação litigiosa, mesmo que branda. Não se tem notícia de conflitos que tenham se concretizado, mas esta questão é muito lembrada pelos moradores das comunidades rurais.

Atualmente, muitas comunidades estão inseridas dentro dos limites do PEJ e boa parte das áreas de extrativismo de capim dourado está igualmente dentro desta UC. Com o intuito de minimizar conflitos e garantir qualidade de vida às comunidades locais, o NATURATINS, órgão ambiental do Estado do Tocantins, elaborou uma proposta de redelimitação do PEJ, pela qual a maior parte das comunidades e suas áreas de uso deixarão de ser parte integrante do Parque.

Uma proposta dos técnicos do NATURATINS é que as áreas que serão excluídas em conjunto com as outras áreas importantes para o extrativismo de capim dourado tornem-se, no futuro, uma RDS (Reserva de Desenvolvimento Sustentável) ou RESEX (Reserva Extrativista). Esta proposta visa garantir a conservação e uso sustentável da biodiversidade, e o direito de uso e acesso das comunidades locais às áreas que estão historicamente sob seus domínios.

Uma possível forma de solucionar o problema dos conflitos entre artesãos e ao mesmo tempo subsidiar a proposta de criação de uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) ou de uma Reserva Extrativista (RESEX) seria fazer o mapeamento das áreas de colheita de capim dourado utilizadas por diferentes comunidades da região do PEJ e entorno. Devido a estas razões, o objetivo deste trabalho é mapear as áreas de potencial ocorrência da espécie de *Syngonanthus nitens* (capim dourado) utilizando técnicas de sensoriamento remoto.

2. ÁREA DE ESTUDO

A região do Jalapão está localizada no extremo leste do Estado do Tocantins, possuindo pequenas partes nos estados vizinhos: Maranhão, Piauí e Bahia. Sua área total está estimada em 53,3 mil km², dos quais 34,1 mil km² estão dentro do Estado do Tocantins. Em 12 de Janeiro de 2001 foi criado pela Lei Estadual 1.203 o Parque Estadual do Jalapão (PEJ), inserido no contexto das Unidades de Conservação de Proteção Integral definido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. A criação desta Unidade de Conservação – UC – teve como objetivo preservar os recursos naturais da região, restringindo assim as formas de exploração destes. O Parque possui uma área de 158.885,5 ha, englobando a área nuclear da região do Jalapão. Todo o parque esta dentro de apenas um município tocantinense, chamado Mateiros, mas seus limites atingem os marcos divisórios entre este e outros três municípios: Ponte Alta do Tocantins, São Félix do Tocantins e Novo Acordo (SEPLAM, 2003).

O Parque representa um importante patrimônio ecológico, já que é cortado por diversos cursos d'água que alimentam expressivamente a bacia hidrográfica do rio Tocantins. Seus maiores rios são o Novo e o Sono, que inclusive formam os limites do parque nas faces Oeste, Sudoeste e Noroeste. As áreas cobertas por fitofisionomias de cerrado apresentam características ímpares e grande sensibilidade ambiental, pois possuem estabilidade geológica relativa, ainda em processos de acomodação, apresentando intensas atividades erosivas pluviais e eólicas, principalmente nos taludes das serras. Por isso, a paisagem possui uma dinâmica constante. Na região há um local com grande deposição de areia, decorrentes do desgaste natural das rochas sedimentares (formações areníticas do mesozóico-cretáceo) da “serra” do Espírito Santo, formando as dunas (SEPLAM, 2003).

Uma característica do PEJ que corrobora com sua grande importância para conservação é sua posição geográfica. Envolvido pela Área de Proteção Ambiental do Jalapão (467 mil ha) e situado entre outras duas Unidades de Conservação – UC – a Estação Ecológica (ESEC) Serra Geral do Tocantins com 716 mil ha, e o Parque Nacional Nascentes do Rio Parnaíba com cerca de 730 mil ha, estabelece um elo entre elas, formando um corredor ecológico nas bases do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (SEPLAN, 2003) (**Figura 1**).

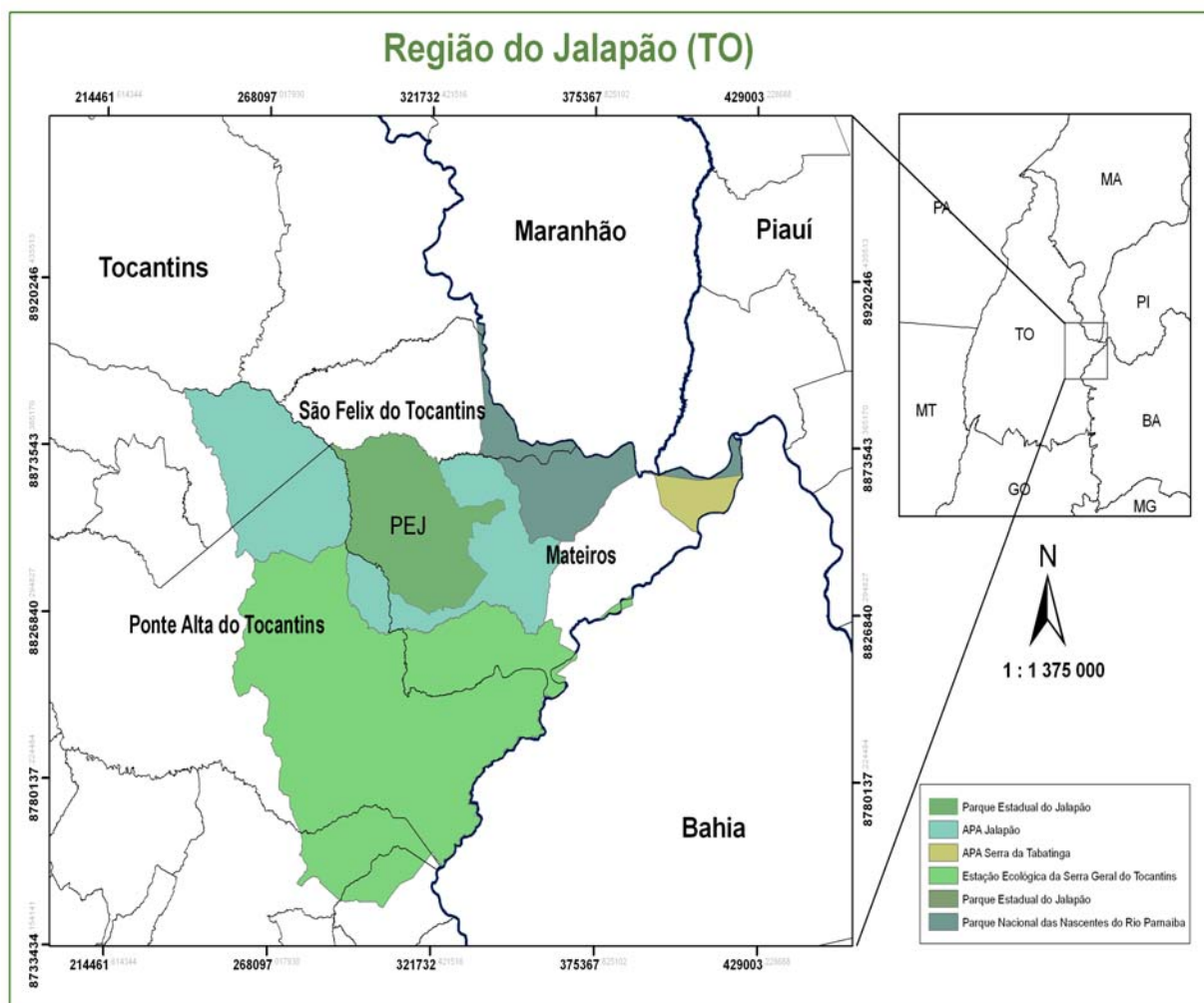


Figura1: Localização da região e unidades de conservação nelas estabelecidas.

2.1 Clima

O clima da região é caracterizado por uma estação úmida, entre outubro e abril, e uma estação seca, durante o outono/inverno. O período úmido é resultado da atuação dos sistemas de circulação provenientes da expansão volumétrica dos ares continentais úmidos que ficam sobre a Amazônia (mEc), provocando tempo instável. Entre outubro e abril, aproximadamente 7 meses quando a região está sob influência do ar continental, ocorrem cerca de 90% do total médio anual de precipitação (SEPLAM, 2003).

O período seco é resultado do avanço do Anticiclone Tropical do Atlântico Sul, impulsionado pela forte atuação do Anticiclone Polar Atlântico, para dentro do continente sul-americano, impedindo que os ares úmidos da Massa Equatorial Continental (mEc) se estabeleçam sobre a região. Do Anticiclone Tropical derivam sistemas atmosféricos de elevado

grau de estabilidade, ocasionando em tempo estável, com noites frescas e tardes quentes e muito secas (SEPLAM, 2003).

2.2 Geomorfologia e Geologia

Segundo o Mapa geológico desenvolvido pela Diretoria de Geociências (DG) do IBGE, a região está no domínio morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares Associadas, remetendo aos processos de preenchimento cratônico e intracratônico dos períodos mesozóico e/ou paleozóico. Integra a unidade geomorfológica dos Patamares Leste do Tocantins, inserida na região geomorfológica das Plataformas e Serras do São Francisco e Tocantins, no domínio morfoestrutural da Bacia do São Francisco e Parnaíba. Mas sua rede de drenagem pertence à Bacia do rio Tocantins, significando que os sedimentos da Formação Urucuaia, que compõem a região, originalmente pertenciam tanto à bacia sedimentar do São Francisco quanto do Tocantins.

A unidade Patamares Leste do Tocantins é composta por dois níveis altimétricos, ambos esculpidos sobre sedimentos areníticos cretácicos da Formação Urucúia: um nível mais baixo entre 400 e 500m e o nível das “serras”, entre 700 e 790m. Os dois patamares altimétricos foram esculpidos sobre arenitos de origem eólica e lacustre durante os processos de mudanças climáticas que atuaram ao longo de todo o continente sul-americano. Durante os períodos climáticos secos o relevo era aplanado por processos de intemperismo físico, criando extensas superfícies planas, e durante os períodos climáticos úmidos foram criadas as redes de drenagem por processos de entalhamento vertical decorrente do intemperismo químico, originando os vales e as “serras” (SEPLAN,2003), **(Figuras 2)**.



Figura 2: Fotos da Serra do Espirito Santo (a) e Porco Podre (b), respectivamente.

2.3 Solos

Vários tipos de solos estão presentes na região do Jalapão. No alto das serras da Jalapinha e Espírito Santo predominam Latossolos Vermelho-Escuros, que é caracterizado por apresentar um horizonte B latossólico vermelho-escuro. Presente em praticamente todas as áreas do parque do Jalapão, exceto nas áreas das serras e encostas, planícies de inundações e alguns fundos de vales onde ocorrem afloramentos de rochas pelíticas, são os Neossolos Quartzarênicos, que são “solos constituídos por material mineral, com seqüência de horizontes A-C, sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, apresentando textura areia ou areia franca nos horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico; essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente ausência de minerais alteráveis” (SEPLAM, 2003). Estes ocorrem geralmente nas áreas de relevo plano ou ondulado, e nas planícies inundáveis próximas aos cursos d’água.

Outras classes de solos ocorrem na região, com menor representatividade: Neossolos Litólicos, Gleissolos, Cambissolos e Organossolos (Plano de Manejo, 2003).

2.4 Vegetação

A cobertura vegetal da região do Jalapão é dominada por fisionomias campestres com manchas de formações savânicas, com predominância de cerrado ralo. Quase toda a cobertura ocorre sobre substrato arenoso, variando somente em relevo, profundidade e drenagem. Em alguns locais ocorrem afloramentos rochosos onde se pode observar o adensamento do estrato arbóreo, caracterizando cerradões. Matas de galerias são raras e em pouco locais chegam a ultrapassar os limites de 10m em cada margem do curso d’água (SEPLAM, 2003). Nas cabeceiras dos cursos d’água são bem comuns veredas rodeadas por campos úmidos, onde ocorre a espécie *Syngonanthus nitens*, que formam faixas de ocorrência quase que paralelas ao curso d’água adjacente, em zonas de distância intermediária entre as veredas e as formações savânicas (Schmidt, 2005).

SEPLAN (2003) descreve um perfil da vegetação perpendicular aos cursos d’água, que a caracteriza assim: “nos interflúvios predominam os campos sujos, baixando no relevo em direção aos cursos d’água formam-se campos cerrados, em seguida cerrados sentido restrito e cerrados densos, em uma faixa entreita antes dos campos limpos seco e limpo úmido que podem chegar até a margem dos cursos d’água, mas na maioria dos casos os riachos e córregos

são margeados por matas de galerias estreitas, quase sempre com menos de 20m somando-se as duas margens, ou veredas. Quanto mais declivoso o relevo, mais estreitas são as faixas de vegetação e quanto mais plano, mais extensas são as áreas de cada fitosionomia”, (**Figura 3a e 3b**).



Figura 3: Fotos do Capim Dourado (*Syngonanthus nitens*) em meio a gramíneas (a); e transição entre campo limpo úmido e cerrado sentido restrito (b).

2.5 Aspectos sociais

O parque está totalmente contido dentro dos limites do município de Mateiros, com população estimada em julho de 2006 igual a 1.953 habitantes e território de 9.592 km². Outros dois municípios fazem contato com os limites do Parque: São Félix do Tocantins com população estimada em julho de 2006 igual a 1595 habitantes e território igual a 1.909 km²; e Novo Acordo, com população estimada em julho de 2006 igual a 3.498 habitantes e território igual a 2.672 km² (dados estes conferidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE). A densidade populacional da região é extremamente baixa, entre 0,3 e 0,7 hab./km², e a maior parte vive na zona rural.

Atualmente há várias comunidades dentro dos limites das UC's ali estabelecidas, e suas populações estão cada vez mais envolvidas com o artesanato utilizando capim dourado. O que antes era uma atividade na qual predominava a mão-de-obra feminina agora já é afazer de homens, crianças, idosos, já que a renda conseguida com a venda das peças, mesmo que esporádica, é muitas vezes maior quando comparada com outras atividades disponíveis.

Segundo a CI (2002), há 25 comunidades dentro e ao redor do PEJ, somando 154 casas e uma população igual a 543 habitantes. Dentre essas, algumas têm maior expressividade, como

é o caso da Mumbuca e Prata. A primeira está dentro do PEJ, no município de Mateiros, e a segunda se encontra no entorno do Parque, no município de São Felix do Tocantins.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Cerrado

A região do Jalapão faz parte do bioma Cerrado. É reconhecida como um dos locais que apresenta estado de preservação muito bom e está definida como área de extrema importância e urgência para conservação, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007). Apenas 3,88% da superfície ocupada pelo Cerrado está dentro de Unidades de Conservação (Micosys, no Prelo) e dentre elas estão duas áreas contíguas no Tocantins: a Estação Ecológica da Serra Geral de Tocantins, com 716.306 ha, e o Parque Estadual do Jalapão, com 158.885 ha. Essas duas áreas representam a maior área contígua protegida de Cerrado no mundo (CI, 2002).

Segundo Eiten (1993), no Brasil há cinco grandes tipos de vegetação: a Floresta Amazônica ao norte; o Cerrado no Brasil Central; a Caatinga no Nordeste; a Floresta Atlântica, que antes perfazia uma extensa faixa que ia do Nordeste ao Sul do país; e as Pradarias de campos limpos, ou Pampas, localizadas na Região Sul. O Cerrado é o segundo maior bioma brasileira em área. Recobre aproximadamente 2 milhões de Km², que representa 22% da superfície do Estado Brasileiro (Oliveira-Filho e Ratter, 1997), abrangindo desde áreas equatoriais até aproximadamente a latitude de 23° sul (Motta *et al.*, 2002). Está distribuído por todo o Brasil Central (sul do Mato Grosso, todo o Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, oeste da Bahia, oeste de Minas Gerais e Distrito Federal) avançando sobre forma de penínsulas por alguns outros estado da federação: Rondônia, Maranhão, Piauí, e São Paulo (Eiten, 1993). Também ocorre na forma de manchas em meio a outros biomas, como as ilhas de cerrado na Amazônia (campinaramas). Nestes casos, a presença de Cerrado é relacionada ao tipo de solo.

Predominam no bioma os Latossolos, que são muito antigos, profundos e bem drenados. Por estarem dispostos horizontalmente ou com pequenos graus de declividade, possibilitam a infiltração das águas das chuvas, que carregam os íons para as camadas mais profundas. Há ocorrência de solos mais novos nas áreas com relevo mais acidentado, onde o material rochoso é facilmente intemperizado, originando solos de fertilidade elevada (Reatto *et al.*, 1998). Outros tipos de solo que ocupam cerca de 15% do bioma são os Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas), relacionadas a sedimentos arenosos de cobertura e a alterações de rochas quartzíticas e areníticas, normalmente em relevo plano ou suave ondulado (Reatto *et al.*, 1998).

Durante o processo de evolução geológico a extensão do Cerrado expandiu e contraiu em respostas as flutuações climáticas (Motta *et al.*, 2002). Durante períodos secos, o Cerrado se expandiu (Ab'Saber 1963), e durante os períodos úmidos, as florestas avançaram, exceto em locais, onde não havia nutrientes suficientes e/ou deficiência hídrica. Segundo Oliveira Filho *et*

al (2002), as origens do Cerrado podem remontar ao período Cretáceo, sofrendo um longo processo de evolução durante o terciário, e divergindo em milhares de espécies durante os períodos glaciais e interglaciais do Quaternário.

Suas fitofisionomias ocorrem em uma grande diversidade de locais: com altitudes próximas ao nível do mar até 1800m, com regimes pluviométricos que variam de 750 a 2000mm de chuvas por ano. No entanto, apesar da diversidade apresentada, é uma província tipicamente tropical, sofrendo geadas moderadas somente em algumas áreas de maiores altitudes em Minas Gerais e São Paulo.

O Cerrado é relacionado ecológica e fisionomicamente às savanas e arvorêdos mais úmidos e distróficos que ocorrem na África e Oceania, no entanto apresenta maior biodiversidade. Sua densidade não depende do grau de pluviosidade, como é o caso das savanas. De 800 a 2000 mm/ano de precipitação, a densidade da camada lenhosa só depende dos fatores edáficos e modificações pelo fogo e corte, (Eiten 1993).

A biodiversidade é impressionante, com cerca de 10.000 espécies de plantas, 161 de mamíferos, 837 de aves, 120 de répteis e 150 de anfíbios (Myers et al. 2000). A fitofisionomia cerrado, no sentido lato, ocupa cerca de 85% da área total coberta pelo bioma, e os outros 15% seriam ocupados por corpos d'água e outros tipos de vegetação. É a maior e mais rica savana do planeta em espécies e possivelmente a mais ameaçada do mundo (HOTSPOT., 2000).

Nas terras dominadas pelo bioma se concentram nascentes que alimentam grandes bacias hidrográficas: a Amazônica, a dos rios Paraguai e Prata, do São Francisco e a Araguaia/Tocantins, dentro da qual se encontra a região do Jalapão. É muitas vezes chamado de “berço das águas”, devido ao fato que durante todo o ano brotam águas em suas terras. Isso é devido à estrutura geológica e pedológica do Planalto Central.

Segundo Eiten (1993), o Cerrado pode ser dividido em dois grupos de espécies vegetais: a camada de árvores e arbustos de caules grossos e a camada rasteira. Ainda segundo esse autor, o Cerrado apresenta um gradiente de formas fisionômicas que variam de acordo com três aspectos do substrato: 1) a fertilidade e o correlacionado teor de alumínio disponível; 2) a profundidade; e 3) o grau e duração da saturação da camada superficial ou sub-superficial.

Outros fatores que também exercem influência são o fogo (provocado pelo homem ou de ocorrência natural) e o corte. Ribeiro e Walter (1998) descrevem 11 (onze) tipos de fisionomia no Cerrado, enquadrando-os em: formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), formações savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque Cerrado, Palmeiral e Vereda), e formações campestres (Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo).

Dentre esta gama de fitofisionomias, as mais importantes para o presente estudo são os Campos Limpos Úmidos e as Veredas.

Campo limpo é uma fitofisionomia dominada por espécies herbáceas, com ausência completa de árvores e rara ocorrência de arbustos. Na presença de lençol freático alto ocorrem os Campos Limpos Úmidos (Ribeiro e Walter, 1998). São extremamente comuns no Brasil Central, e são compostos por espécies graminosas e herbáceas, que não são encontradas no cerrado nem na floresta, ocorrendo geralmente na forma de faixa nos dois lados de uma floresta galeria ou vereda (Oliveira e Marquis, 2002). A fronteira dessa fisionomia com o cerrado na encosta acima e com a mata galeria/vereda na encosta abaixo é quase sempre nítida, Eiten (1993). Em alguns locais onde a cobertura graminóide é mais rala pode-se observar o solo, e em outros locais mais úmidos, a cobertura vegetal é mais densa e encontra-se húmus sobre a superfície (CI, 2002). É nesta fitofisionomia, e em maior abundância no Jalapão, que se encontram dispostas as populações de *Syngonathus nitens*, da família Eriocaulaceae, que tem sua distribuição condicionada à disponibilidade hídrica, já que não ocorrem nos campos limpos “secos”, (CI, 2002).

A Vereda é uma fitofisionomia diretamente associada aos cursos d’água, dominada pela espécie *Mauritia flexuosa* (Buriti), da família Arecaceae, que ocorre em meio às espécies arbustivos-herbáceos, e rodeada por campos limpos, geralmente úmidos. Ocorrem em solos hidromórficos, saturados durante a grande parte do ano. (Ribeiro et al., 1998).

3.2 Sensoriamento Remoto

Não há um conceito que seja consenso sobre Sensoriamento Remoto. Segundo Novo (1992), sensoriamento remoto é a utilização de modernos sensores, equipamentos, com o objetivo de estudar ambientes terrestres através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes das superfícies do planeta Terra em suas mais diversas manifestações.

Considerando Sensoriamento Remoto como um sistema de aquisição de dados, pode-se distinguir dois subsistemas: 1) a aquisição das informações e 2) a análise dessas informações. A intensidade de energia que chega ao sensor é transformada em sinais passíveis de interpretações. Toda matéria que esteja com temperatura acima do Zero Absoluto (0° Kelvin e - 273°Celsius) emite energia e, assim, pode ser considerada fonte de radiação. A principal fonte de energia eletromagnética – REM – é o sol, mas também há fontes artificiais de REM, como as lâmpadas. O resultado da interação REM/matéria da superfície terrestre permite estabelecer

o comportamento espectral, ou seja, o comprimento da onda refletida. A prática de Sensoriamento Remoto adquire as informações a partir de imagens capturadas pelos sensores, e a base para a aquisição dessas informações é a interação energia-matéria, (Novo, 1992).

Um pixel identificado na imagem é composto por diversos materiais e por isso não pode ser enquadrado em uma classificação sem que incorra em erro. Assim, é necessário detectar a presença dos diferentes materiais que compõem o Pixel e estabelecer suas quantidades e isso é feito por meio de procedimentos e aplicações de algoritmos desenvolvidos para analisar a mistura espectral. Primeiro é necessário conhecer os elementos que compõem a imagem, para então indentificar o elemento alvo e estimar quanto desse elemento está presente em cada pixel (Carvalho Júnior *et al.*, 2003).

Segundo Carvalho Júnior (2003), para identificar e quantificar os elementos que compõem o pixel, têm-se que analisar as feições de absorção e a intensidade em que ocorrem, comparando com um comportamento espectral utilizado como referência, baseado nas propriedades físicas da interação energia-matéria.

Durante muito tempo as vegetações foram estudadas sob a perspectiva botânica, taxonômica, biológica etc. Com a descoberta que os vegetais absorvem da REM parte da energia necessária para seu desenvolvimento, a interação entre as superfícies vegetais e a radiação passou a ser estudada detalhadamente. As técnicas de processamento de imagens se tornaram um instrumento importantíssimo nos estudos das vegetações, pois possibilitaram novas abordagens, permitindo o mapeamento de grandes áreas da superfície terrestre, assim como o monitoramento e fiscalização das feições espaciais e estimulando estudos fisiológicos das vegetações em laboratórios (Ponzoni, 2001).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho é utilizada a imagem do sensor LANDSAT 7 ETM+ (Órbita 221 e Ponto 67) de 07 de julho de 2002 referente à época da seca (**Figura 4**). Nesse período os dados de precipitação indicam a inexistência de chuvas (**Figura 5**).

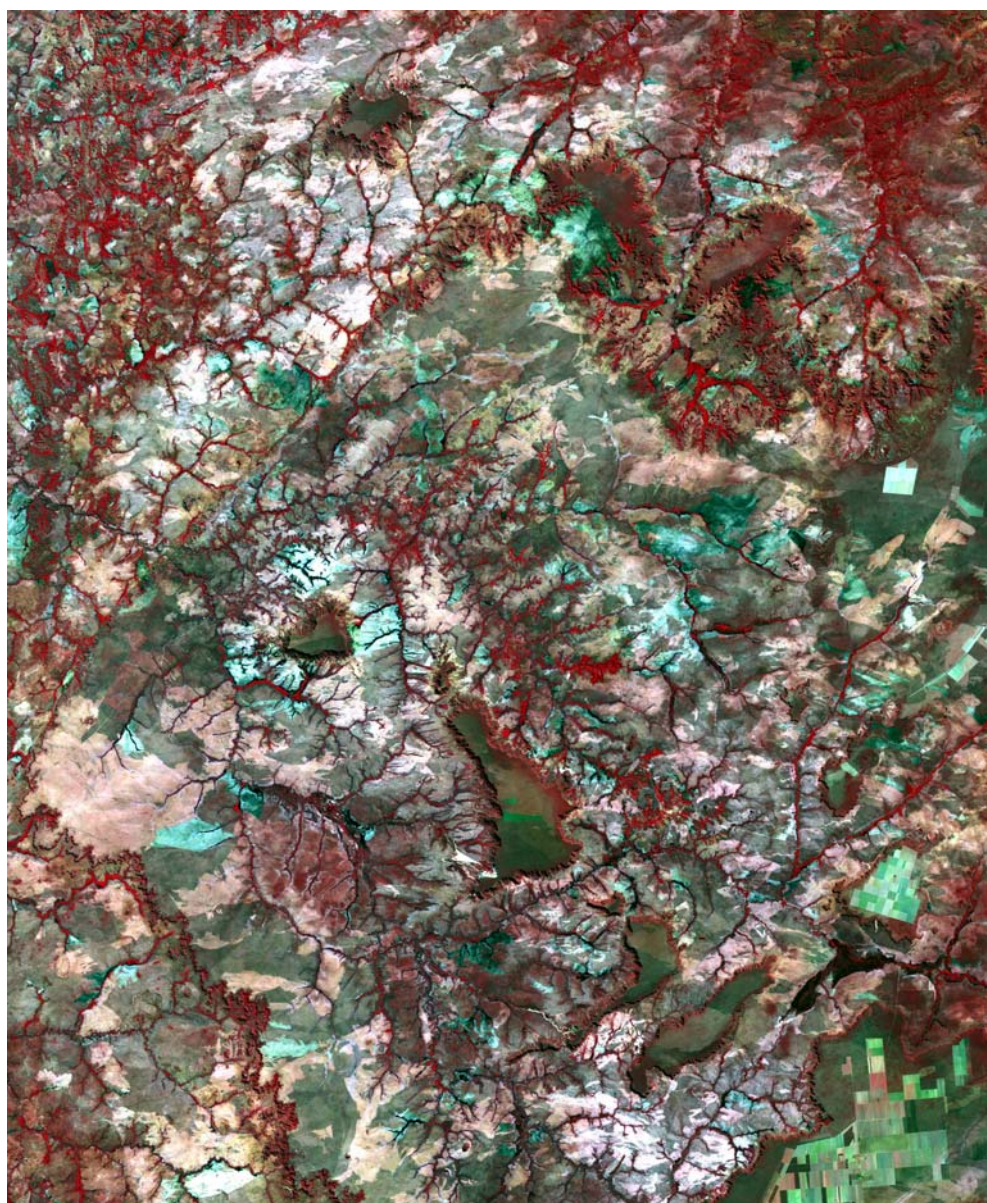


Figura 4. Imagem LANDSAT7/ETM+ de órbita 221 e ponto 67, referente a data de 07/07/2002.

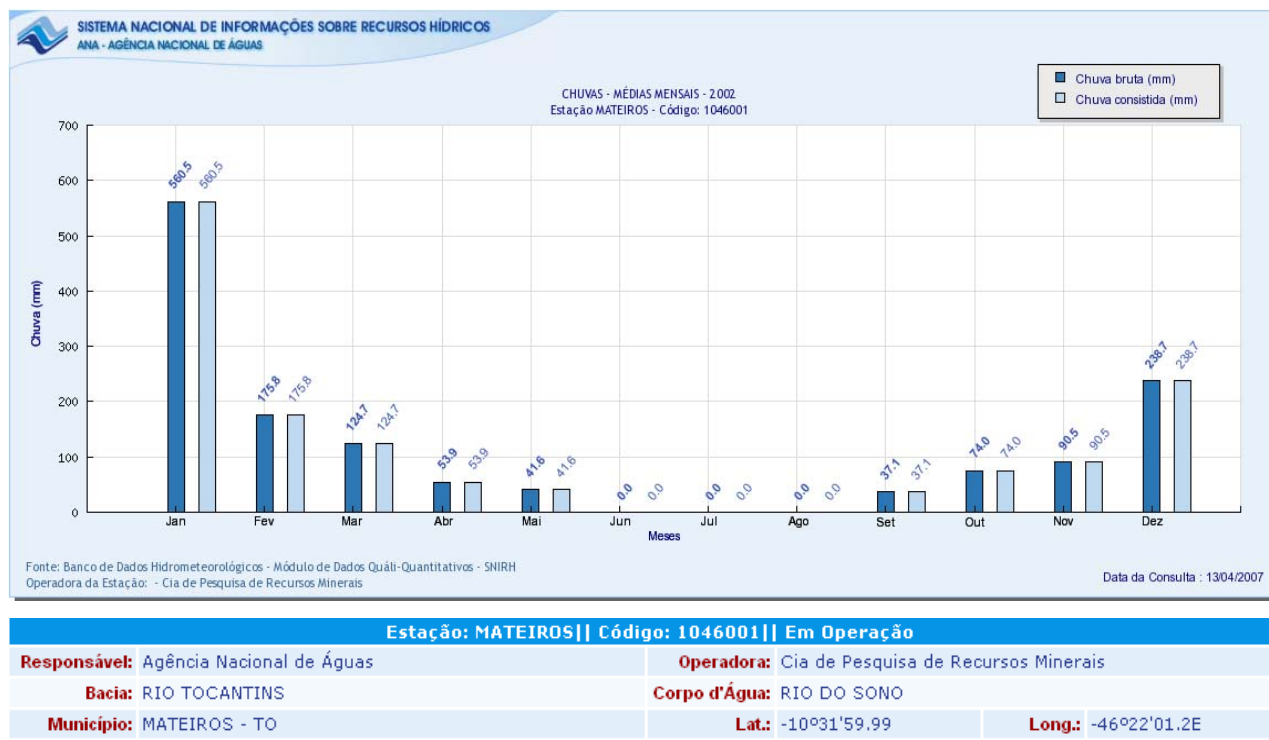


Figura 5. Precipitação na região ao longo do ano de 2002. **Fonte:** Sistema Nacional de Recursos Hídrico - SNIRH/ANA, 2007. (<http://snirh.ana.gov.br/snirh.asp#>).

4.1. Pré-processamento

A imagem sofreu correção radiométrica e geométrica. A correção radiométrica transforma números digitais para reflectância, que minimiza as variações decorrentes do processo de aquisição da imagem pelo sensor e normaliza os dados permitindo comparar os espectros extraídos das imagens com os de bibliotecas espectrais (Carvalho *et al.*, 2001,2003). A calibração radiométrica foi feita automaticamente pelo Software ENVI 4.2, considerando os valores de Ganhos, “Offset”, distância entre Sol e Terra e ângulo de inclinação do Sol no momento do imageamento.

A correção geométrica visa estabelecer a exatidão das coordenadas das imagens em relação a um determinado referencial (Ford e Zanelli, 1985, Pinheiro, 2003). A correção geométrica foi feita pelo emprego do modelo polinomial, cujos coeficientes são estimados a partir de pontos de controle identificáveis na imagem, e com localização geodésica precisamente conhecida. A imagem foi corrigida utilizando no mínimo 20 pontos de controles distribuídos igualmente por toda a cena.

A área estudada foi delimitada a partir dos limites das unidades de conservação: Parque Estadual do Jalapão – PEJ e a porção leste da Área de Proteção Ambiental – APA - do Jalapão.

Somente a porção leste da APA (**Figura 6**) foi estudada porque a porção oeste é uma área de pouco acesso e muito distante das comunidades que estão sendo consideradas.

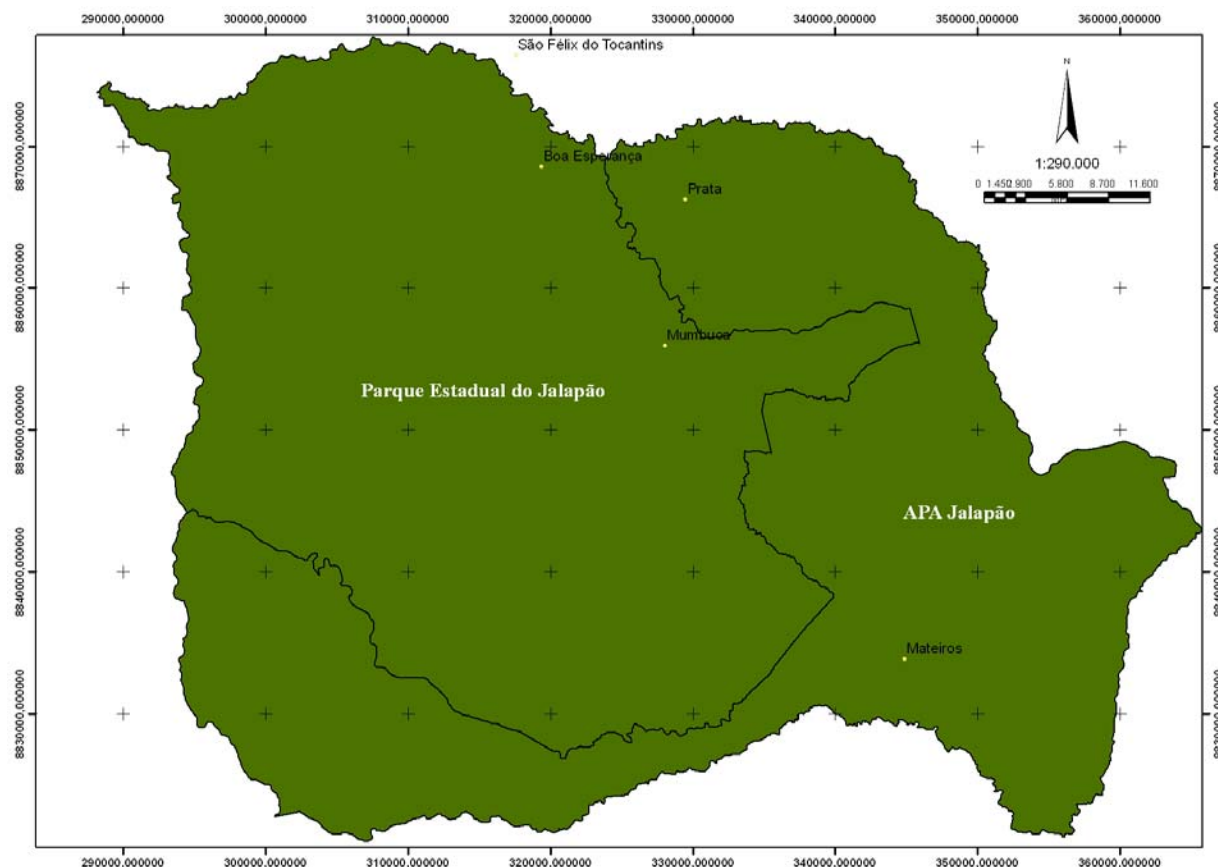


Figura 6. Delimitação da área estudada.

4.2. Detecção dos Membros Finais

Para a detecção dos membros finais foi aplicada a metodologia desenvolvida por Boardman e Kruse (1994) (**Figura 7**), que se subdivide em três processamentos: (a) redução da dimensão espectral, por meio do processamento conhecido como MNF – *Minimum Noise Fraction*. Este processamento permite a segregação dos ruídos presentes na imagem e também à redução da dimensionalidade dos dados (Green *et al.*, 1988), pois concentra as melhores informações nas primeiras bandas; (b) redução da dimensão espacial, por meio do processamento conhecido como PPI – *Purity Pixel Index*. Este processamento identifica os pixel's que serão considerados puros, por meio de interações entre eles e os vértices do simplex; e (c) identificação manual, por meio de um visualizador n-dimensional que plota os pixel's puros permitindo classifica-los de acordo com a resposta espectral.

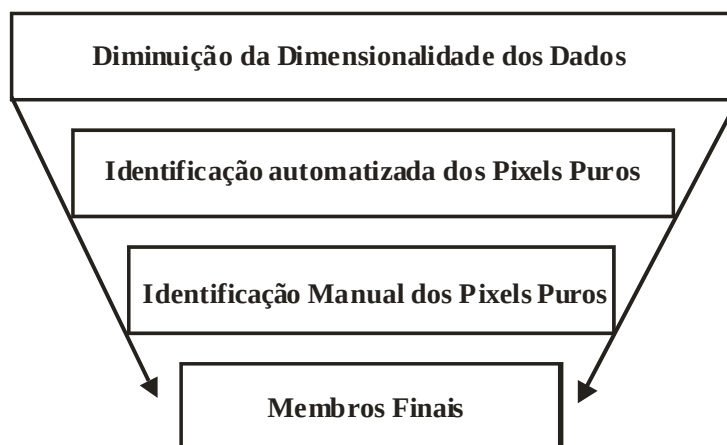


Figura 7. Procedimento para a detecção de membros finais da imagem (ENVI, 1997).

4.5. Classificação Espectral

Comparando o comportamento espectral dos materiais encontrados na imagem com espectros pré-estabelecidos é possível classificá-los. A comparação é realizada por intermédio de critérios de similaridade, e quanto maior for a proximidade dos espectros comparados maior a probabilidade da existência do material de referência na imagem (Carvalho Júnior, 2000).

O classificador espectral SAM é um dos principais métodos de utilizados. Este processamento avalia a similaridade dos espectros sem sofrer influência dos sombreamentos, realçando as características da reflectância do alvo. Esse classificador gera Arquivos de Regra (Rules) que realçam os materiais presentes na imagem

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3. Detecção dos Membros Finais

A delimitação da área de estudo foi realizada utilizando os limites das unidades de conservação que envolve a região do Jalapão (Figura 8).

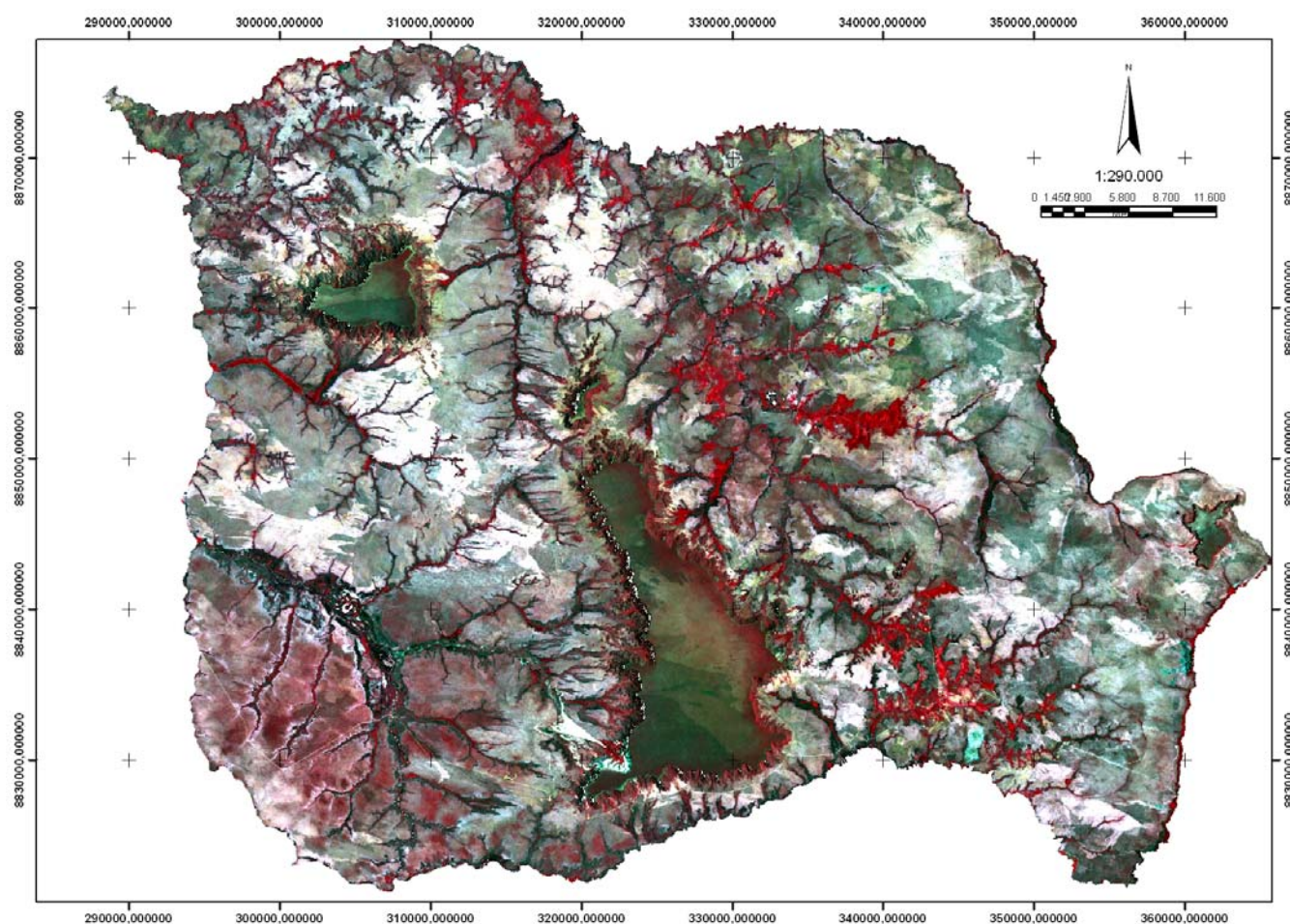


FIGURA 8: Delimitação da área estudada na imagem

Com a área de estudo delimitada, foi realizada a etapa de detecção dos membros finais. A transformação MNF concentra nas primeiras bandas a informação como demonstra o gráfico de autovalor (Figura 9).

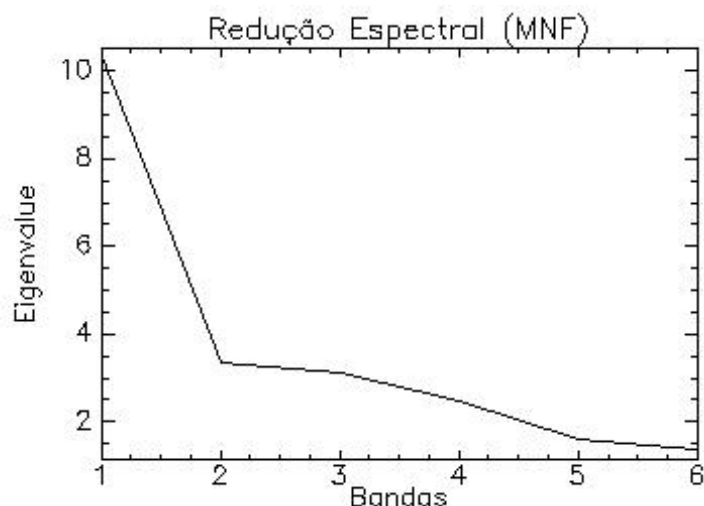


Figura 9: Gráfico mostrando a concentração das informações nas primeiras bandas.

Com as três primeiras bandas da transformação MNF relativas ao sinal foi realizado o processamento Pixel Purity Index (PPI), que busca estipular o grau de pureza do pixel (Boardman e Kruse, 1994). Os resultados desse processamento foram exportados para um espaço n-dimensional, no qual foi feita a identificação manual dos pixels puros.

Os espectros de Vegetação Fotossinteticamente Ativa (VFA) (**Figura 10**) presentes são referentes aos campos limpos úmidos, veredas e matas galeria. Como o objetivo era identificar os campos limpos úmidos, a análise se concentrou nos espectros de VFAs, a partir do estabelecimento de uma máscara. Com o emprego da máscara foi realizado outro processo de identificação de membros finais considerando somente na área alvo. Essa abordagem permitiu diferenciar espectros de VFAs.

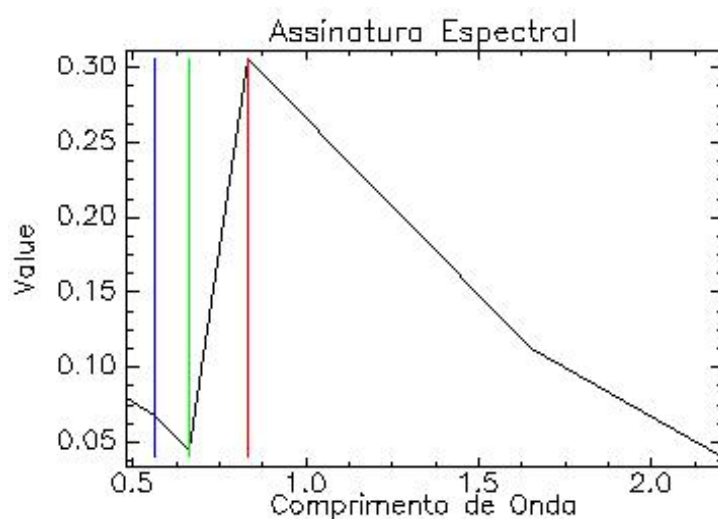


Figura 10- Assinatura espectral correspondente à Vegetação Fotossinteticamente Ativa (VFA).

5.4. Classificação Espectral (Spectral Angle Mapper - SAM)

O classificador SAM gera uma imagem classificada e os arquivos de regras pertinentes aos espectros dos materiais presentes na imagem, por meio da criação de ângulos entre as curvas espectrais. Quanto menor o ângulo maior a similaridade entre as assinaturas espectrais (Carvalho Júnior, 2003). No presente trabalho a imagem classificada pelo SAM não permitiu distinguir com precisão as localidades de campo limpo úmido devido à similaridade espectral. No entanto, o fatiamento da imagem referente ao arquivo de regra permitiu uma boa classificação (**Figuras 11 e 12**). Infelizmente, o presente método ainda inclui outros tipos de campos limpos que ocorrem nos topos das “serras”. Isso acontece porque pela classificação espectral não foi possível distingui-los, já que apresentam características muito próximas.

Após o fatiamento, foi criado um arquivo no formato SHAPEFILE com estas delimitações. Para eliminar as áreas indesejadas foi necessário realizar a edição do arquivo SHP gerado, para restringir espacialmente quais eram as áreas de ocorrência do campo limpo úmido, com base nas informações de campo e na comparação com a cena IKONOS, adquirida através do programa GOOGLE EARTH (**Figura 13**). Sabe-se que o capim dourado ocorre apenas nos campos limpos úmidos, e que estes são adjacentes aos cursos d’água. Assim foi gerado, na base de Hidrografia da região estudada, um buffer de 500m ao redor dos cursos d’água para assim poder eliminar os campos limpos que não estivessem próximos a eles (**Figura 14**). Esse procedimento foi uma alternativa encontrada para selecionar apenas os campos limpos úmidos que se encontrassem próximos aos cursos d’água, já que pela classificação não foi possível diferenciar os campos limpos que ocorrem junto às escarpas das “serras”, fato que é possível observar na Figura 10.

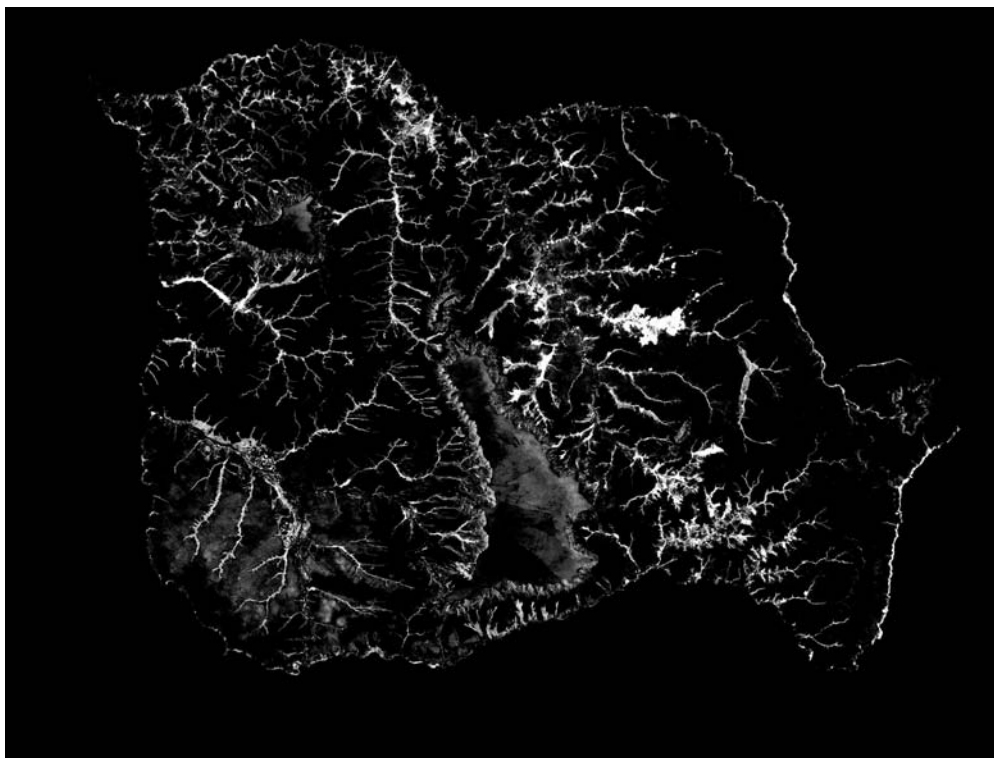


Figura11. Arquivo de Regra que melhor delimitou as ocorrências de campos limpos na imagem 07/07/2002.

Após a edição do SHP gerado, gerou-se uma base com apenas as áreas correspondentes aos campos úmidos próximos aos cursos d'água. Nesta base foi realizado o somatório de todos os polígonos presentes para se chegar à área total ocupada por esta fitofisionomia, que foi aproximadamente igual a 23.200 ha.

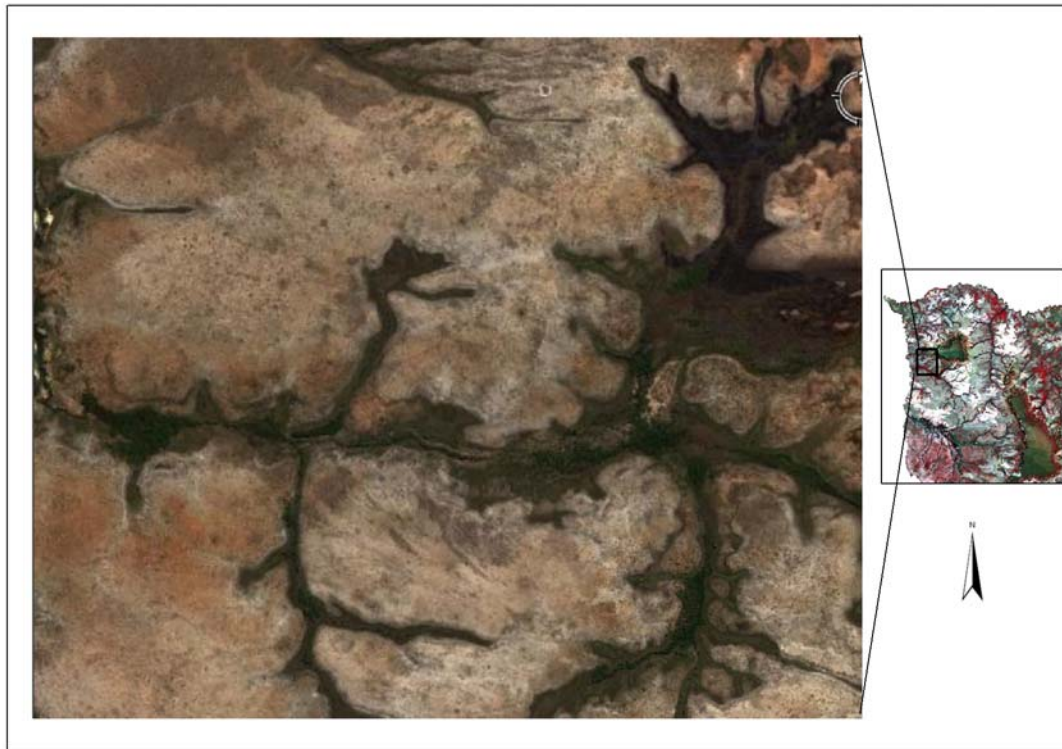


Figura 12. Imagem IKONOS utilizada para comprovar as áreas ocupadas pelos campos limpo úmidos.

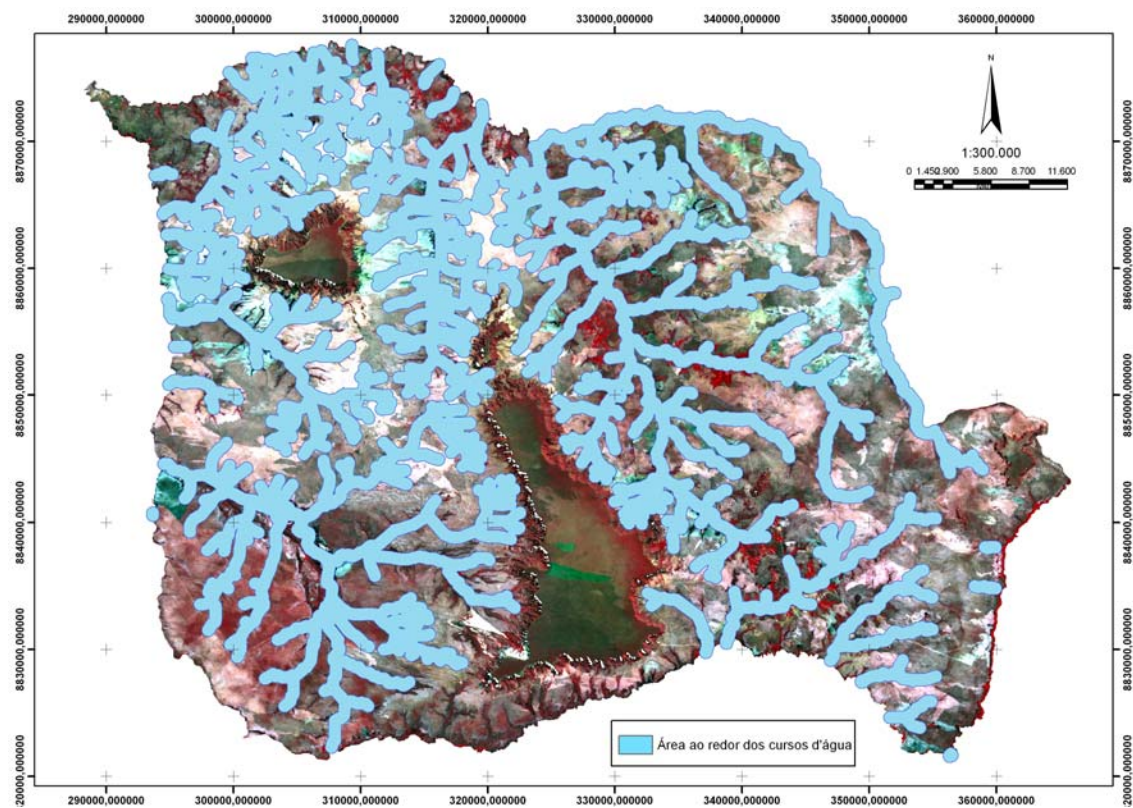


Figura 13. Buffer que selecionou as áreas ao redor dos cursos d'água

6. CONCLUSÕES

A metodologia aplicada no presente trabalho se mostrou eficaz para identificar as diferentes classes de materiais presentes na imagem. Buscou-se delimitar ao máximo as áreas correspondentes aos campos limpos úmidos, que são onde ocorrem a espécie *Syngonanthus nitens*. Não se pode afirmar que em todas estas áreas a espécie ocorre, somente que são áreas de potencial ocorrência. Em conversas com moradores da região soube-se que em todas as veredas o capim dourado está presente, em maior ou menor concentração, e por isso acredita-se que o produto gerado serve de boa referência.

Com base na informação gerada no presente trabalho é possível compreender melhor as relações litigiosas que ocorrem na região decorrentes da extração vegetal para confecção de artesanatos, pois se torna possível relacionar as comunidades com as veredas mais próximas a elas, e assim tentar estabelecer uma relação entre distancia e quais são exploradas por cada comunidade. Sabe-se que apenas esta relação não contempla todas as variáveis envolvidas para que uma determinada vereda seja explorada por uma ou por outra comunidade, mas já é um indicio geográfico que pode ser melhor estudado em próximos trabalhos. Infelizmente não foi possível realizar nesta pesquisa um estudo mais aprofundado sobre esta questão litigiosa, já que para tal é necessário uma grande equipe que acompanhe os coletores durante a época de colheita dos escapos, para assim saber quais veredas são exploradas por quais comunidades e poder-se então cruzar as informações e gerar uma mapa da territorialidade estabelecida tradicionalmente ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENTZ, C.M. 1990. Avaliação da transformação radiométrica dos dados TM/Landsat – 5 em reflectâncias. Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos (SP), Brasil.
- BIGGAR, S.F.; BRUGGE, C.J.; CAPRON, B.A.; CASTLE, K.R.; DINGUIRARD, M.C.; HOLM, R.G.; LINGG, L.J.; MÃO, Y.; PHILLIPS, A.L.; SLATER, P.N.; WIEMAN, S.L.; YUAN, B. 1986. Absolute calibration of remote sensing instruments. In: Internacional

Colloquium on Spectral Signature of Objects in Remote Sensing, 3., Les Arcs, France, Dec. 16-20, 1985. Proceedings. Noordwijk, ESA, p. 306-314. (ESA SP-247).

BOARDMAN, J.W., KRUSE, F. A. 1994. Automated spectral analysis: A geologic example using AVIRIS data, north Grapevine Mountains, Nevada.

CARVALHO JÚNIOR, O.A., CARVALHO, A.P.F., MENESES, P.R., GUIMARÃES, R.F. 2002. Classificação e eliminação dos ruídos em imagens hiperespectrais pela análise sequencial da transformação por fração de ruído mínima. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 20, n.1, p.31-41.

CARVALHO JÚNIOR., O.A.; MARTINS, E.S.; BAPTISTA, G.M.M.; CARVALHO, A.P.F.; MADEIRA NETTO, J.S.; MENESES, P.R. 1999. Mineralogical differentiation in weathering profiles of lateritic Ni using AVIRIS data, in Niquelandia - GO, Brazil. In: JPL Airborne Earth Science Workshop, 8, Pasadena, CA. *Summaries*, JPL Publ. 99-17. v. 1, p. 3-11.

CI-BRASIL 2002. Jalapão: uso de recursos naturais. Edital 003/2001, FNMA/PROBIO -Uso de Recursos no entorno de unidades de conservação, Brasília – DF

COSTA, I.C., BRAGA, C.C.; MELO, M.L.D., VENTURA, E.D. 2003. Interligação entre índice de vegetação derivado do satélite NOAA e precipitação nos Estado da Paraíba. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11. Belo Horizonte (MG). Anais XI SBSR. São José dos Campos: INPE, p. 1289 – 1295.

DE FRIES, R., HANSEN, M., TOWNSHEND, J.R.G. 1995. Global discrimination of land cover types from metrics derived from AVHRR pathfinder data. *Remote Sensing of Environment*, v. 54, p. 209-222.

DE FRIES, R.; TOWNSHEND, J.R.G. 1994. NDVI derived land cover classification at global scales. *International Journal of Remote Sensing*, v. 15, n.17, p. 3567-3586.

DUGGIN, M.J. 1985. Factors limiting the discrimination and qualification of terrestrial features using remotely sensed radiance. *International Journal of Remote Sensing*, v. 6, n.1 p. 3-27.

EITEN, G.1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review*, v.38, n. 2, p.201-341.

GREEN, A.A., BERMAN, M., SWITZER, P., CRAIG, M.D. 1988. A transformation for ordering multispectral data in terms of images quality with implications for noise removal: *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v. 26, n.1, p. 65-74.

HUETE, A., DIDAN, K., MIURA, T., RODRIGUEZ, P., GAO, X., FERREIRA, L.G. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, v. 83, p. 195-213.

KRUSE, F.A., BOARDMAN, J.W. 1999. Fifteen years of hyperspectral data: Northern Grapevine Mountains, Nevada. In: JPL Airborne Earth Science Workshop, 8, Pasadena, CA. *Summaries*. JPL Publ. 99-17. v.1, p. 247-258.

KRUSE, F.A.; HUNTINGTON, J.H., GREEN, R.O. 1996. Results from the 1995 AVIRIS Geology Group Shoot. In: Proceedings 2nd International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, v. 1, p. 211-220.

LEE, J.B., WOODYATT, S., BERMAN, M. 1990. Enhancement of high spectral resolution remote sensing data by a noise – Adjusted Principal Components Transform. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v. 28, n.3, p. 295-304.

- LI, J.; LEWIS, J., ROWLAND, J., TAPPAN, G.; TIESZEN, L.L. 2004. Evaluation of land performance in Senegal using multi-temporal NDVI and rainfall series. *Journal of Arid Environments*, v. 59, p. 463-480.
- MENESES, P.R., MADEIRA NETTO, J.S. 2001. Sensoriamento Remoto Reflectância dos Alvos Naturais, p. 127-154.
- MOTTA, J.L.G.; FONTANA, D.C.; WEBER, E. 2003. Análise da evolução temporal do NDVI/NOAA em região de soja no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.11, n.2, p.353-369.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B.D. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* v. 403.
- NELSON, R.F. 1985. Reducing Landsat MSS scene variability. *Photogrammetric Engineering of Remote Sensing*, v. 51, n. 5, p. 583-593.
- OLIVEIRA, P. S. MARQUIS, R.J. The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of neotropical savanna. 2002
- PRINCE, S.D. 1991a. A model of regional primary production for use with coarse-resolution satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, v.12, p. 1313– 1330.
- PRINCE, S.D. 1991b. Satellite remote sensing of primary production: Comparison of results for Sahelian grasslands 1981– 1988. *International Journal of Remote Sensing*, v.12, p. 1301– 1311.
- RICHARDSON, A.J. WIEGAND, C.L., GAUSMAN, H.W., CUELLAR, J.A. & GENERMANN, A.H. 1975. Plant, soil and shadow reflectance components of row crops. *Photogrammetric Engineering of Remote Sensing*, v. 41, p.1401-1407.
- RICHARDSON, L.L. 1996. Remote sensing of algal bloom dynamics: *Bio Science*, v. 46, no. 7, p. 492-501.
- RUNNING, S.W.; LOVELAND, T.R.; PIERCE, L.L.; NEMANI, R.R., HUNT, E.R.Jr. 1995. A remote sensing based vegetation classification logic for global land cover analysis, *Remote Sensing of Environment*, v.51, n.1, p. 39-48.
- SANO, S.M., ALMEIDA, S.P. 1998. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA – CPAC.
- SCHMIDT, I. B. 2005. Etnobotânica e ecologia populacional de *Syngonanthus nitens*: "sempre-viva" utilizada para artesanato no Jalapão, TO. Programa de Pós Graduação em Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília.
- SCHMIDT, I.B., I.B. FIGUEIREDO, F. BORGHETTI, A.O. SCARIOT. Produção e germinação de sementes de “capim dourado”, *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae): implicações para o manejo. *Acta Botanica Brasílica*. (submetido).
- SINGER, R. & McCORD, T.B. 1979. Mars: large scale mixing of bright and dark surface materials and implication for analysis of spectral reflectance. In: *Proc. 10th Lunar Planet Sci. Conf.* p. 1835-1848.
- SLATER, P.N.1984. A review of some radiometric calibration problems and methods. In: *Internacional Colloquium on Spectral Signature of Objects in Remote Sensing*, Bordeaux, *Proceedings*. Montfavet, INRA, p.392-405. (Les Colloques de INRA, 23).
- SLATER, P.N. Radiometric considerations in remote sensing. 1985. *Proceedings of the IEEE*, v. 73, n. 6, p. 997-1011.

TUCKER, C.J.; TOWNSHEND, J.R.G.; GOFF, T.E. 1985. African land-cover classification using satellite data. *Science*, v. 227, p. 369-375.

WESSELS, K.J., PRINCE, S.D., FROST, P.E.; VAN ZYL, D. 2004. Assessing the effects of human-induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a 1 km AVHRR NDVI time-series. *Remote Sensing of Environment*, v.91, p.47–67.