



Análise Multitemporal da Cobertura Vegetal de São Gabriel do Oeste, MS
Multitemporal Analysis of the Vegetation Cover of the São Gabriel do Oeste, MS

Ana Paula Garcia Oliveira¹; Camila Leonardo Miotto²; Fabrício Bau Dalmas¹;
Edilce do Amaral Albrez³; Alex Melotto⁴; Edna M. Facincani⁵;
Roberto Macedo Gamarra⁵ & Antonio Conceição Paranhos Filho⁵

¹Universidade Guarulhos, Programa de Pós-Graduação em Análise Geoambiental,
Praça Tereza Cristina, 239, 07023-070, Centro, Guarulhos, São Paulo, SP, Brasil.

²Universidade Federal de Mato Grosso, Laboratório de Geoprocessamento, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas,
Campus Universitário de Rondonópolis, MT 270 km 06, 78735-901, Sagrada Família, Rondonópolis, MT, Brasil.

³Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Rua do Lago, 562, Cidade Universitária, 05508-080, São Paulo, SP, Brasil.

⁴Fundação MS Para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias,

Estrada da Usina Velha, km 02, Caixa postal 137, 79150-000, Maracaju, MS, Brasil.

⁵Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Laboratório de
Geoprocessamento para Aplicação Ambiental, Cidade Universitária, Unidade 7A, 78720-100, Campo Grande, MS, Brasil.

E-mails: apg.bio@gmail.com; ea.miotto@gmail.com; fdalmas@prof.ung.br edilce.albrez@gmail.com; alexmelotto@hotmail.com;
edna_facincani@hotmail.com; rmgamarra@gmail.com; antonio.paranhos@pq.cnpq.br

Recebido em: 06/10/2017 Aprovado em: 08/11/2017

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2017_3_254_265

Resumo

A constante modificação do meio ambiente pelo homem tem se imposto como uma barreira à preservação dos recursos naturais. Neste contexto, estudos da dinâmica de paisagem podem permitir a compreensão das modificações ocorridas em uma região e subsidiar a criação de medidas de recuperação ambiental. Esse trabalho teve como objetivo realizar a análise multitemporal da cobertura vegetal do Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul, região que abriga diversas nascentes de importantes rios do bioma Pantanal. Utilizando-se a classificação automática de imagens LANDSAT TM foi identificada a cobertura do solo de 1985 e de 2011, um intervalo de mais de 20 anos, com a realização de testes de acurácia e controle de campo, além do apoio de imagens ALOS (AVNIR-2) na atualização dos dados de uso e cobertura do solo de 2011. As classes espectrais de cobertura do solo e áreas de treinamento utilizadas na classificação foram relacionadas com as fitofisionomias propostas por Ribeiro & Walter (1998). Os resultados alcançados mostraram a cobertura de solo da região constituída por 29,25% de vegetação nativa em 1985 e 25,14% em 2011, apresentando uma redução de 4,11%.

Palavras-chave: dinâmica de paisagem; classificação supervisionada; fitofisionomias; chaves de classificação

Abstract

The constant modification of the environment by mankind has created a barrier to the preservation of the natural resources. In this context, landscape dynamics studies may allow understanding the alterations in a region and support the creation of environmental recovery measures. This study aimed to carry out the multi-temporal analysis of the vegetation cover in São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul, a region that is home to several sources of important rivers of the Pantanal. Using the automatic classification of Landsat TM images was identified the vegetation cover of 1985 and 2011, with the completion of testing accuracy and ground control and also with the support of ALOS images (AVNIR-2) to update the land use data for 2011. The results achieved showed the vegetation cover of the region made up 29.25% of native vegetation in 1985 and 25.14% in 2011, a decrease of 4.11%.

Keywords: landscape dynamics; supervised classification; fitophysionomies; classification keys

1 Introdução

A análise do uso do solo, mediante informações de sensoriamento remoto, em uma dada região, tornou-se aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço físico, cada vez mais alterado pelo homem e pelo desenvolvimento tecnológico. Através da interpretação de imagens de satélite obtém-se de forma rápida um mapa temático atualizado e preciso das diferentes coberturas do solo resultantes dos processos humanos e dos ambientes naturais.

Muitas vezes, esse mapeamento tem como objetivo fornecer subsídios às ações do planejamento regional, municipal e até setorial (Rosa, 1990). Associada a isso, a análise temporal tem se mostrado importante na determinação dos conflitos de uso dos recursos naturais, sendo muito utilizada no diagnóstico e monitoramento das condições ambientais das cidades em todo o mundo (Thomlinson & Riviera, 2000; López *et al.*, 2001).

A definição da técnica de Sensoriamento Remoto é a obtenção de dados ou imagens de um objeto (que pode ser um ser vivo ou substância), que está distante do sensor de amostragem. Isto inclui além de imagens de satélite e radar, as fotografias aéreas, digitais ou não (Paranhos Filho *et al.*, 2008).

Essa técnica identifica as respostas espectrais da imagem, a qual possibilita a visualização na mudança de cobertura de solo no decorrer do tempo, resultando assim em uma descrição da matriz de trabalho para projetos de recuperação ambiental, considerando o tipo de manejo utilizado e suas características peculiares.

O Município de São Gabriel do Oeste destaca-se como maior produtor de suínos do Estado de Mato Grosso do Sul e também como um dos seus maiores produtores de soja (IBGE, 2004, 2006). É caracterizado por sua intensa atividade antrópica, imerso numa economia agropecuária expressiva no mercado sul-mato-grossense. Tais atividades trazem consequências para os recursos naturais, principalmente a fragmentação da paisagem.

Apesar disso, apresenta remanescentes representativos de vegetação nativa e vem buscando conciliar suas práticas agrícolas com as políticas públicas adequadas para o meio ambiente através de projetos ambientais.

Diante disso, objetivou-se neste trabalho caracterizar as mudanças ocorridas na cobertura solo do Município de São Gabriel do Oeste entre 1985 e 2011, de modo a identificar os principais remanescentes de cobertura vegetal (incluindo fitofisionomias), através das suas assinaturas espectrais e utilização de técnicas de sensoriamento remoto e imagens de satélite.

A escolha do período deve-se ao fato das imagens serem as mais adequadas do acervo de imagens Landsat, sem nuvens e artefatos que pudessem prejudicar o processamento das mesmas. Assim, pelo fato do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) ter sido criado em 1982, optou-se pela utilização de uma imagem Landsat de 1985, sendo esta a primeira imagem disponível da área de estudo. Já a segunda imagem Landsat utilizada é datada de 2008, a qual foi validada com dados coletados em trabalhos de campo realizados em 2011. A escolha desse ano remete-se ao fato de ser a data disponível de imagens antes da criação do Novo Código Florestal Brasileiro, o qual foi elaborado para atualizar a legislação relativa às florestas brasileiras e, consequentemente, revogou o Código Florestal Brasileiro de 1965.

Desta forma, a proposição desta pesquisa não teve apenas o viés científico em relação à utilização das imagens citadas ou das técnicas que serão descritas, mas também buscou-se analisar o que aconteceu na área, a luz da legislação ambiental brasileira, entre esses dois marcos legais: a instituição do CONAMA e a publicação da Lei 12.651 (Brasil, 2012).

2 Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende o Município de São Gabriel do Oeste, com área de 3.856 km² (IBGE, 2007) e localizado no Bioma Cerrado, na Microrregião Geográfica do Alto Taquari, no centro norte do Estado de Mato Grosso do Sul, Centro Oeste brasileiro (Figura 1).

2.2 Processamento das Imagens de Satélite

Foram escolhidas duas imagens do satélite LANDSAT, sensor TM, com maior contraste fitofisionômico, portanto do período de seca: uma de

Análise Multitemporal da Cobertura Vegetal de São Gabriel do Oeste, MS

Ana Paula Garcia Oliveira; Camila Leonardo Mioto; Fabrício Bau Dalmas;
Edilce do Amaral Albrez; Alex Melotto; Edna M. Facincani; Roberto Macedo Gamarra & Antonio Conceição Paranhos Filho

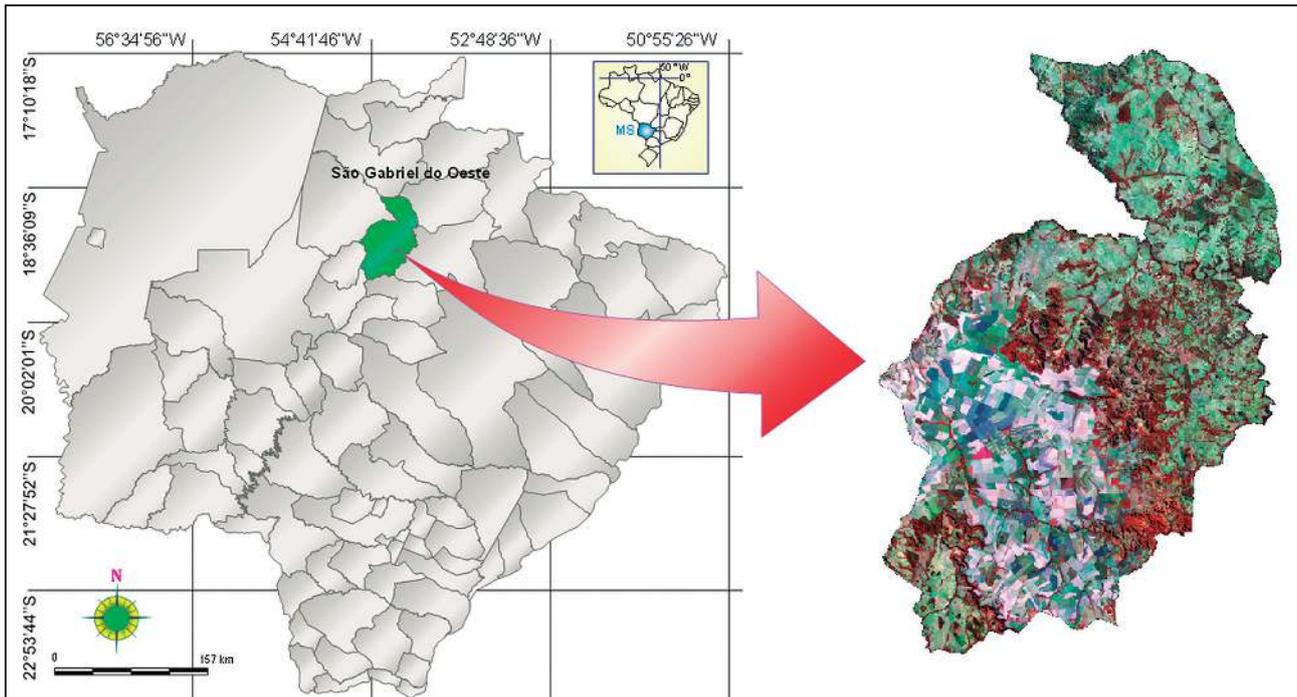


Figura 1 Localização do Município de São Gabriel do Oeste do Mato Grosso do Sul.

16 de outubro de 1985 (INPE, 1985) e outra de 28 de agosto de 2008 (INPE, 2008), órbita-ponto 225/073. Imagens de 2009 a 2011 não estão disponíveis com bom contraste para uma classificação automática, mas foram utilizadas para validar e atualizar os dados de cobertura, bem como dados de campo.

Também foram selecionadas duas imagens do satélite LANDSAT, sensor TM, com maior contraste fitofisionômico, uma de 16 de outubro de 1985 (INPE, 1985) e outra de 28 de agosto de 2008, órbita-ponto 225/073 (INPE, 2008).

As imagens foram processadas e georreferenciadas utilizando o software PCI Geomatica (PCI Geomatica, 2010) e como base de referência uma imagem LANDSAT 5 ortorretificada do *Global Land Cover Facility* (GLCF) com a mesma órbita/ponto, do dia 17/08/2001 (GLCF, 2001).

Após o georreferenciamento, as imagens foram classificadas utilizando a técnica de Classificação Automática (Jensen, 2009), na composição falsa cor R4G5B3, utilizando o software PCI Geomatica (PCI, 2010), tendo como base as classes de cobertura de solo propostas por Paranhos Filho *et al.* (2006).

Com base nessas assinaturas espectrais, as cenas Landsat TM 225/073 de 1985 e 2011 foram

submetidas à classificação automática supervisionada com o algoritmo de máxima verossimilhança, que classifica o *Digital Number* (DN) de acordo com sua máxima semelhança a cada classe fornecida ao sistema durante o treinamento. A classificação foi executada usando-se as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 (todas as bandas óticas do Landsat TM).

Como fonte complementar de dados, foram utilizadas imagens do satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2*), processadas no software *ASF MapReady* (ASF, 2008), para auxiliar na identificação das fitofisionomias (IBGE, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d). As imagens ALOS (AVNIR-2) possuem resolução espacial de 10 m, em quatro bandas óticas, do azul ao infravermelho próximo.

A classificação final das imagens foi primeiramente filtrada para a eliminação de pixels isolados e no banco de dados associado, as classes obtidas na classificação foram agrupadas de acordo com o tipo de cobertura do solo que representam. Nesse processo, foram geradas pranchas de cada classe espectral de cobertura, relacionando os diferentes tipos de cobertura do solo, incluindo as fitofisionomias descritas por Ribeiro & Walter

(1998), com as assinaturas espectrais das imagens de satélite. Foram utilizadas ainda imagens do satélite ALOS, sensor AVNIR-2 (IBGE, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d), nas pranchas que descrevem as classes espectrais de cobertura de solo, juntamente com as imagens LANDSAT TM.

Os dados da classificação foram agrupados conforme a legenda do manual do Uso da Terra (IBGE, 2007), baseado na legenda CORINE utilizada pela Comunidade Europeia desde a década de 1980 (Heymann *et al.*, 1994). Como segue na Tabela 1, as cartas temáticas de 1985 e 2011, evidenciaram apenas as áreas de vegetação nativa, a fim de se analisar a evolução dessas áreas ao decorrer dos anos. As áreas identificadas como não agrícolas são as áreas urbanizadas e construídas, que, embora antropizadas, não correspondem nem a agricultura, nem a pastagem.

Com as imagens já classificadas, realizou-se o teste de acurácia (*Accuracy Assessment*), utilizando o método *Kappa Statistic*. Foram distribuídos 256 pontos aleatórios por toda a imagem, porém foram selecionados e considerados apenas aqueles que estavam dentro do Município de São Gabriel do Oeste.

Classe Espectral	Legenda IBGE
For1, For2, Cv, Umi	Área de vegetação nativa
Ver1, Ver2, Lat1, Lat2, Pv, Org, Cel, Rif, Br	Área agrícola e não Agrícola
Fiu, Lag	Águas

Tabela 1 Classes espectrais agrupadas com as respectivas legendas IBGE (2007).

4 Resultados e Discussão

4.1 Chaves de Classificação

Na área de estudo foram encontradas 16 classes espectrais de cobertura do solo que possuem estreita relação com as fitofisionomias propostas por Ribeiro & Walter (1998). A classe espectral “For 1” (Figura 2) engloba a mata seca, mas em sua maioria corresponde a mata ciliar e a mata de galeria, podendo em alguns casos englobar o cerradão. Como correspondem a fitofisionomia mata com mais biomassa, na composição falsa cor R4G5B3, apresentam uma tonalidade de vermelho vivo e pode haver confusão espectral com a segunda classe espectral encontrada, “For 2” (Figura 3).

A classe espectral 2 “For 2” caracteriza-se pela presença de mata, que do ponto de vista fisionômico é uma floresta, mas fisionomicamente parecida com o cerradão (Figura 3), de acordo com a fertilidade do solo, o cerradão pode ser classificado como distrófico (solos pobres) ou mesotrófico (solos mais ricos), cada qual possuindo espécies características adaptadas a esses ambientes (Ribeiro & Walter, 1998).

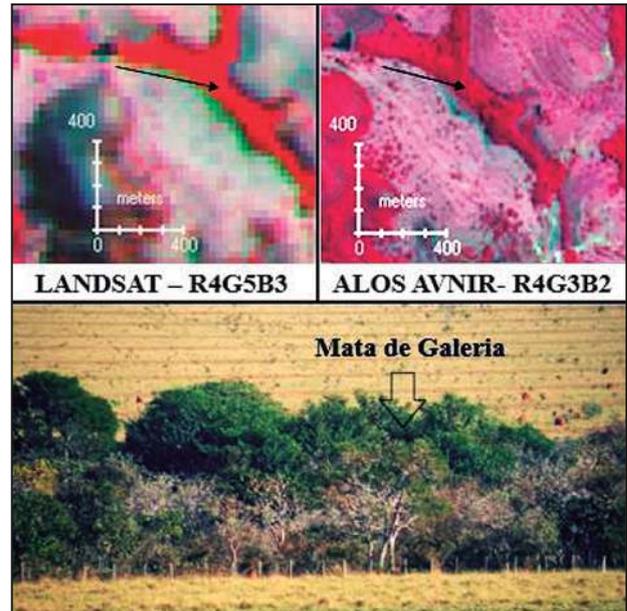


Figura 2 Exemplo de resposta espectral “For 1” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR, em campo indicada pela seta, no caso uma mata de galeria.

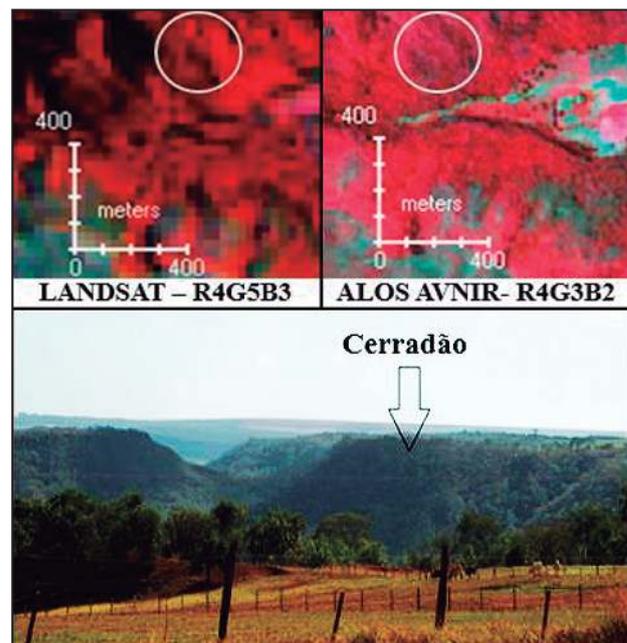


Figura 3 Exemplo de resposta espectral “For 2” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR, em campo uma das fitofisionomias florestais correspondentes indicadas pela seta, no caso um cerradão.

As formações florestais “mata seca” são caracterizadas por diversos tipos de formação caducifólios durante a estação seca, dependendo das condições químicas, físicas e profundidade do solo. Por esses fatores, a mata seca pode ser de três subtipos: mata seca sempre-verde, mata seca semidecídua, a mais comum, e a mata seca decídua. Em todos esses subtipos a queda de folhas contribui para o aumento da matéria orgânica no solo, mesmo na mata seca sempre-verde (Ribeiro & Walter, 1998).

A terceira classe espectral encontrada foi “Cv” (Figura 4), englobando diversos tipos fisionômicos de formações savânicas de cerrado, como cerrado sentido restrito com estratos arbóreos e arbustivo-herbáceos, definidos por Ribeiro & Walter (1998) com árvores distribuídas aleatoriamente sobre o terreno em diferentes densidades. Essa densidade (estrutura) arbóreo-arbustiva, ou do ambiente que se encontra o cerrado sentido restrito, apresenta quatro subtipos: cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre.

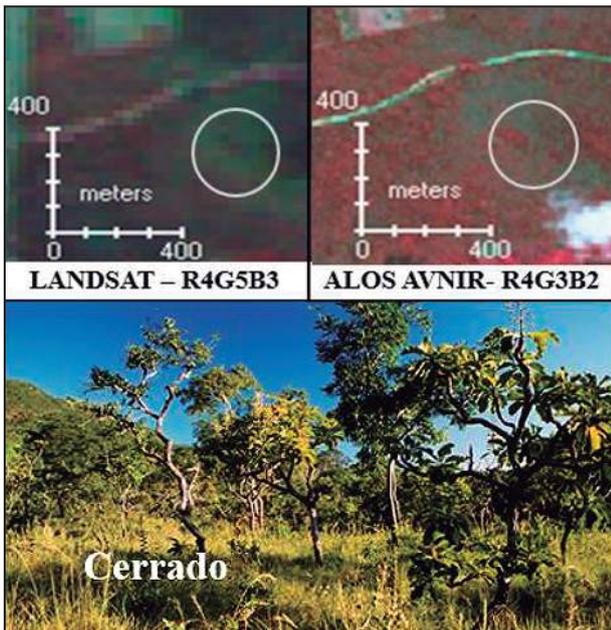


Figura 4 Exemplo de resposta espectral “Cv” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR, em campo uma das Formações Savânicas correspondentes, no caso cerrado.

A quarta classe espectral encontrada é o “Sujo” (Figuras 5), que corresponde ao tipo Campo Sujo, sendo predominantemente arbustivo, com arbustos e subarbustos esparsos, cujas plantas muitas vezes são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do cerrado sentido restrito.

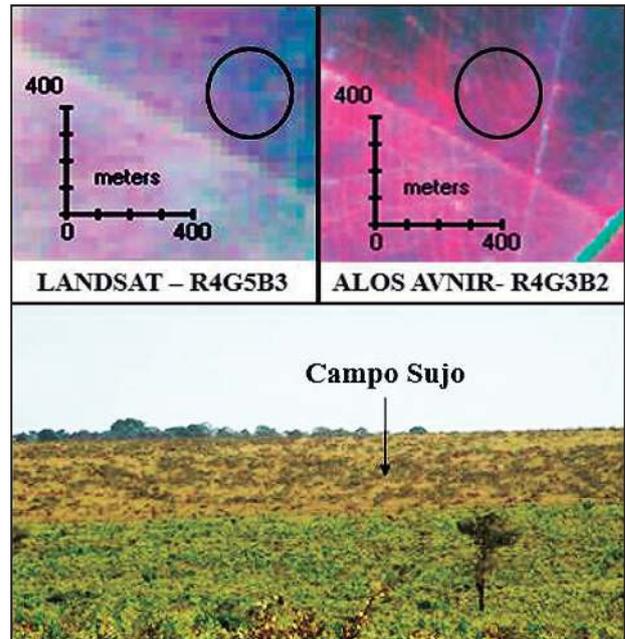


Figura 5 Exemplo de resposta espectral “Sujo” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado pela seta, correspondendo ao Campo Sujo.

A quinta classe espectral corresponde a “Ver1” (Figura 6), representado por pastagem, predominantemente herbáceos, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Na imagem ALOS AVNIR-2 a resposta espectral é bem diferenciada da LANDSAT, sendo uma mescla de tonalidades de rosa, enquanto no sensor TM a resposta aparece em verde claro.

A sexta classe espectral “Ver 2”, possui resposta espectral verde em ALOS AVNIR-2 e verde escuro na LANDSAT TM (Figura 7). Embora também corresponda a uma pastagem, a diferença espectral entre a classe “Ver1” e “Ver2” se deve ao fato do “Ver2” apresentar vegetação mais seca e alta.

A sétima classe espectral chamada “Cel” (Figura 8), como nas duas classes anteriores, é um tipo de pastagem. Contudo, a vegetação herbácea se apresenta baixa e seca, muitas vezes expondo partes do solo. Sua resposta espectral em LANDSAT TM é bem característica, por estar na cor azul celeste, sendo que quanto mais tender ao branco, mais baixa está a vegetação expondo o substrato. Já na ALOS AVNIR, a resposta espectral aparece na cor verde intercalado por tonalidades rosa.

A oitava classe espectral representam áreas quase sem vegetação, podendo ser até mesmo

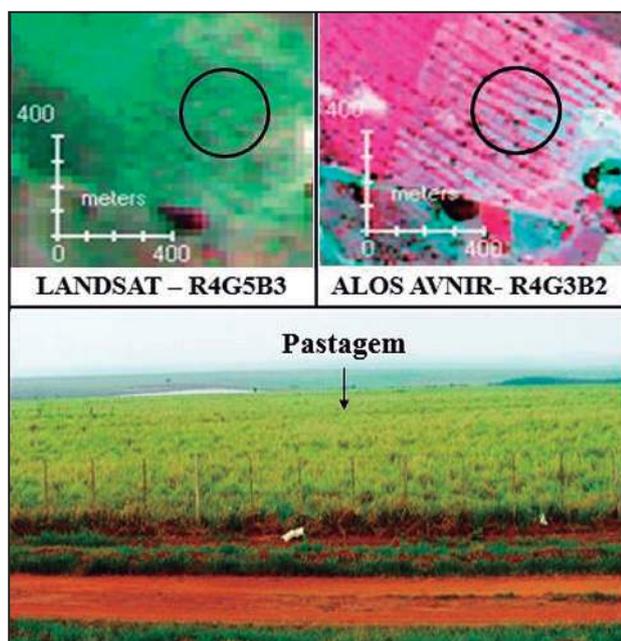


Figura 6 Exemplo de resposta espectral “Ver1” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado pela seta, correspondendo à pastagem.

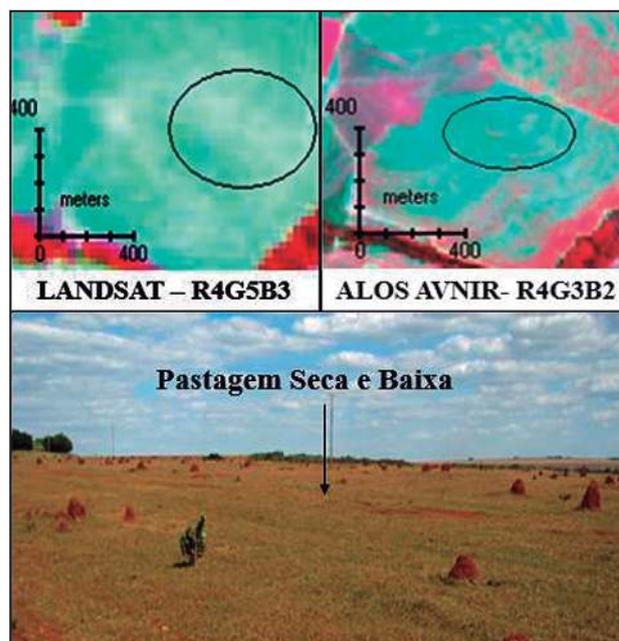


Figura 8 Exemplo de resposta espectral “Cel” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado pela seta, correspondendo à pastagem seca com vegetação baixa.

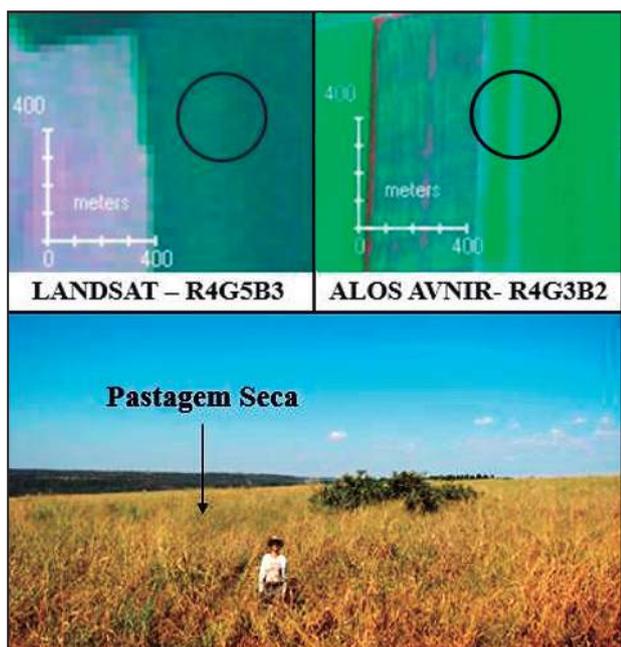


Figura 7 Exemplo de resposta espectral “Ver2” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado pela seta, correspondendo à pastagem com vegetação seca e alta.

um afloramento de rocha ou de solos arenosos. Representada como “Rif” (Figura 9), o substrato exposto apresenta alta refletância em todas as bandas, com isso em ambos os sensores aparece na cor branca.

A classe “Pv” é a nona classe espectral encontrada (Figura 10). Corresponde a uma pastagem

e mesmo em estação seca apresenta vegetação com mais clorofila no visível. Diferencia das outras assinaturas espectrais referentes à pastagem já apresentadas. Na imagem LANDSAT TM responde em alaranjado, enquanto em ALOS AVNIR, em tom de rosa escuro.

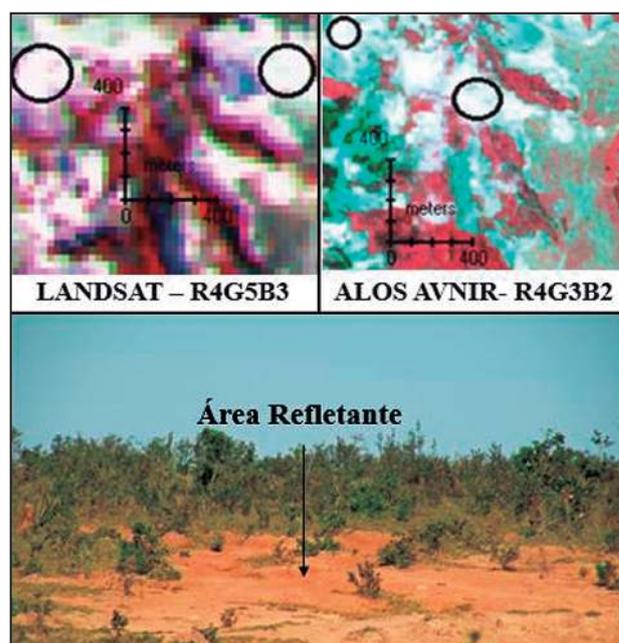


Figura 9 Exemplo de resposta espectral “Rif” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado pela seta, correspondendo à área refletante indicada pela seta.

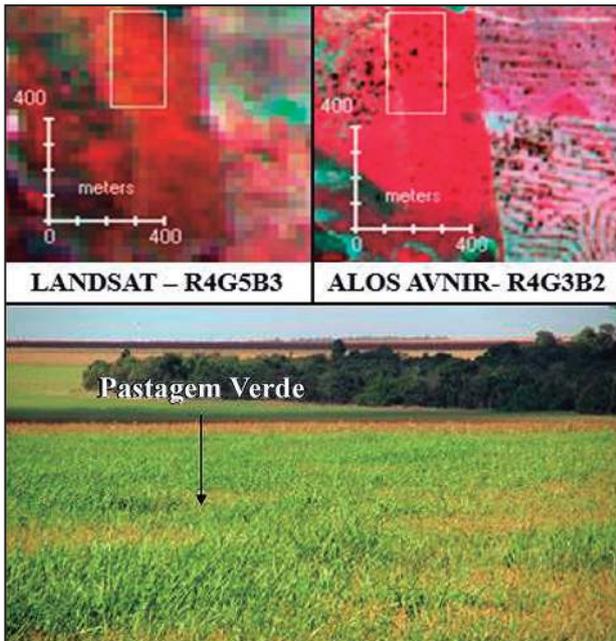


Figura 10 Exemplo de resposta espectral “Pv” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado pela seta, correspondendo a uma pastagem mais verde.

A décima classe espectral “Org” (Figura 11) representa exposição de solos escuros expostos, correspondendo a zonas agrícolas. Em LANDSAT TM apresenta resposta verde fluorescente no visível, enquanto na ALOS AVNIR-2 responde numa tonalidade verde acinzentada.

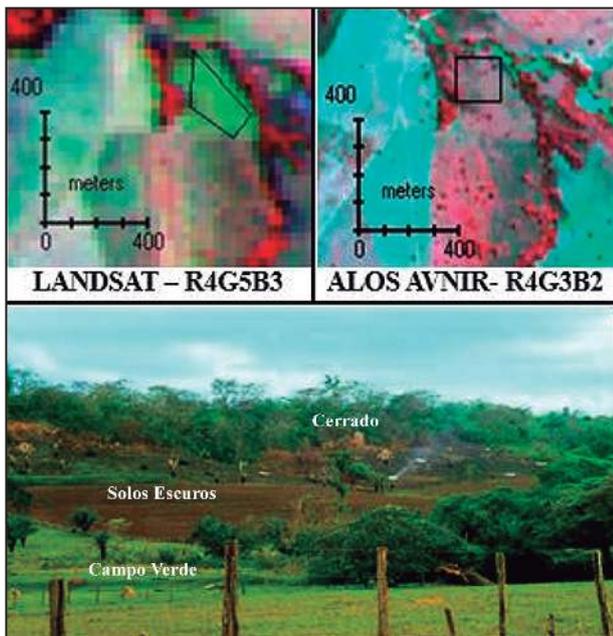


Figura 11 Exemplo de resposta espectral “Org” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado como solos escuros correspondendo a solo orgânico arado, entre campo verde (classe “Pv”) e cerrado (classe “Cv”).

Foram encontrados dois tipos de respostas espectrais relacionadas aos solos avermelhados arados, sendo aqui representadas por “Lat 1” (Figura 12) e “Lat 2” (Figura 13). Em LANDSAT R4G5B3, a resposta espectral da classe “Lat1” é um azul mais escuro e em ALOS AVNIR diferentes tonalidades de verde no visível.

Na área de estudo quando associado ao domínio Cerrado, as formas de relevo predominante nos latossolos são residuais de superfície de aplainamento, conhecidas como chapadas, que apresentam topografia plana afloramentos de rocha, no caso aqui apresentado corresponde às zonas agrícolas.

A classe espectral “Lat2” (Figura 13) é o segundo tipo de área com solos avermelhados arados. Em LANDSAT TM apresenta resposta espectral diferente do “Lat1”, sendo um azul mais claro e em ALOS AVNIR-2 responde num tom mais alaranjado, também corresponde a zonas agrícolas.

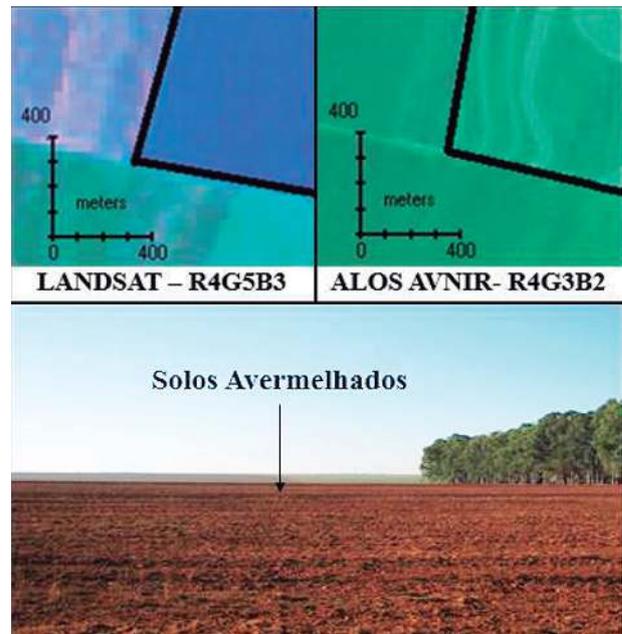


Figura 12 Exemplo de resposta espectral “Lat1” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado como solos avermelhados 1, representando o primeiro tipo de solos avermelhados arados, correspondendo geralmente a zonas agrícolas.

A décima terceira classe espectral é “Lag”, lagos e corpos aquosos que não sejam rios (Figura 14). Em LANDSAT TM a resposta é um azul escuro, enquanto em ALOS AVNIR um verde claro.

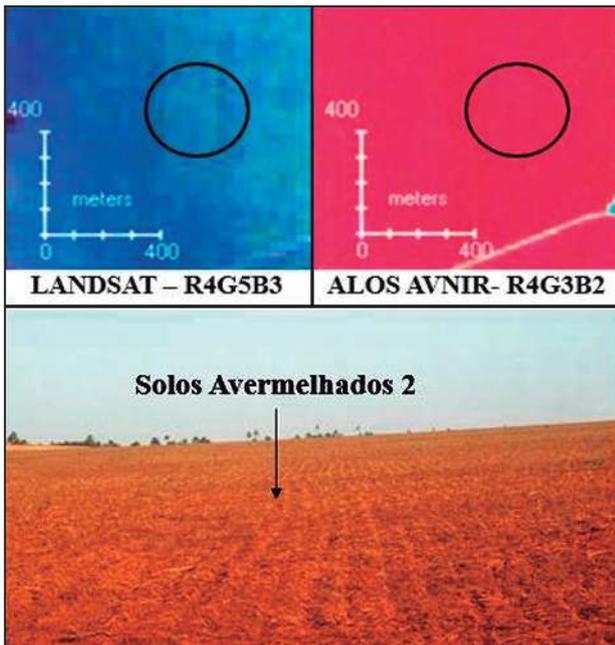


Figura 13 Exemplo de resposta espectral “Lat2” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado como solos avermelhados 2, tipo de solos avermelhados arados, sendo o mesmo tipo de solo da classe “Lat1”, porém com uma resposta espectral diferente.

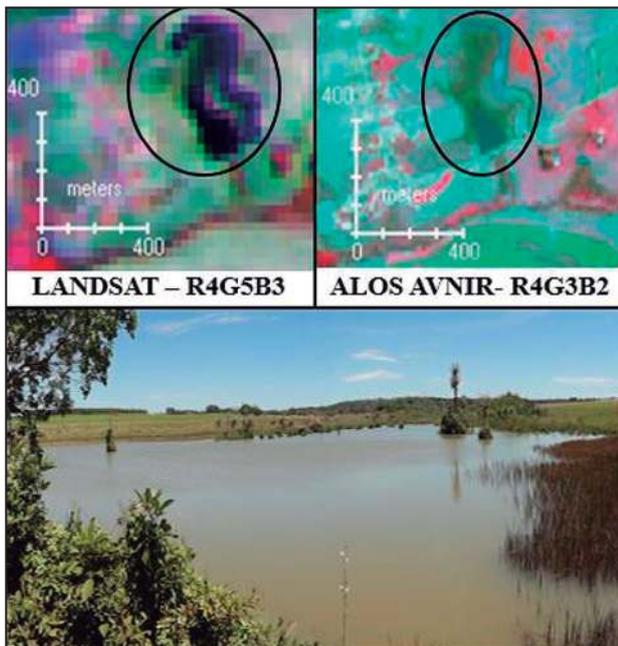


Figura 14 Exemplo de resposta espectral “Lag” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado como lago.

A décima quarta classe representa os rios (Figura 15), correspondendo à classe espectral “Fiu”. Em LANDSAT TM, responde a azul e em ALOS AVNIR a verde. A décima quinta classe espectral, chamada de “Umi”, corresponde às áreas

úmidas (Figura 16). Podem estar incluídos os brejos, veredas e buritizais, sendo que nesse trabalho optou-se por não individualizá-las. Em LANDSAT TM, a resposta espectral é um verde muito escuro, enquanto em ALOS AVNIR, é um verde mais claro.

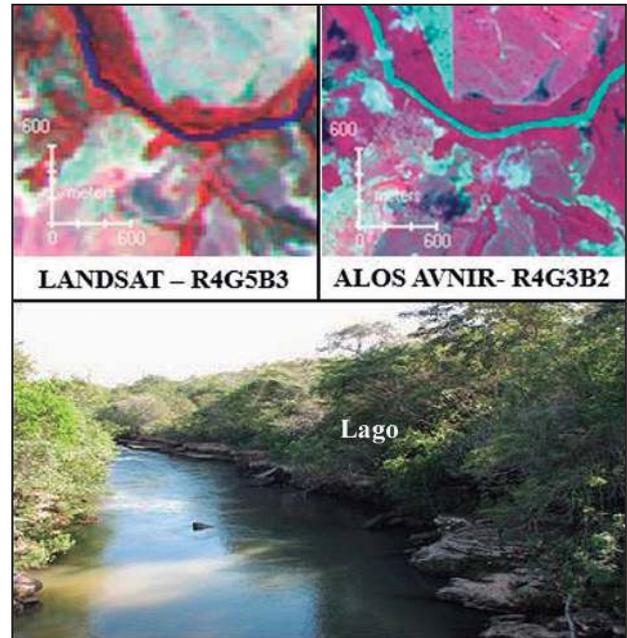


Figura 15 Exemplo de resposta espectral “Fiu” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado como rio

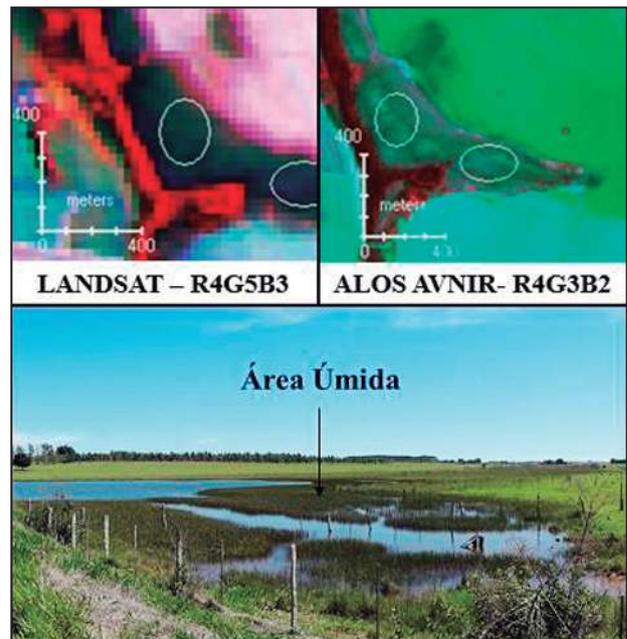


Figura 16 Exemplo de resposta espectral “Umi” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo está indicado como Área úmida (a exemplo de brejos).

A última classe espectral encontrada, chamada de “Br”, corresponde as áreas de incêndios ou queimadas.

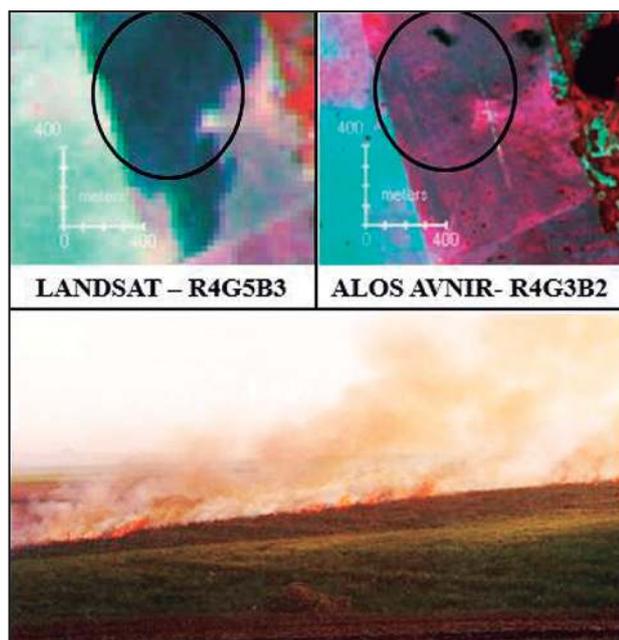


Figura 17 Exemplo de resposta espectral “Br” no sensor LANDSAT e ALOS AVNIR; em campo corresponde a incêndios ou queimadas.

4.2 Análise Multitemporal da Cobertura de Solo

Através do teste de acurácia empregado obteve-se acurácia de 89% na imagem de 2011 e 95% em 1985. Nas classes espectrais que correspondem à pastagem, as diferenças espectrais estão relacionadas às características da vegetação herbácea que as compõe. As zonas agrícolas estão representadas pelos solos avermelhados 1 e 2, sendo essas e pastagem agregadas a áreas antrópicas.

Deve-se considerar que as áreas antrópicas têm sido consideradas como indicador de mudança, pois mudanças induzidas pelo homem têm fator dominante na denominação da estrutura de paisagem da região. Nesse contexto, a legenda elaborada pelo IBGE (2006) está definida da seguinte forma: classes que representam as áreas antrópicas agrícolas (pastagem, cultura permanente e cultura temporária) e não agrícolas (áreas urbanizadas e alguns tipos de cultura temporária.).

São Gabriel do Oeste corresponde a um dos maiores produtores de soja de Mato Grosso do Sul, como já mencionado. Essa expressividade econômica justifica sua matriz antrópica em constante modificação, passando de 70,75% do município em 1985 a 74,86% em 2011.

A Classificação Supervisionada aplicada sobre as imagens do sensor TM resultou nos mapas de cobertura vegetal de 1985 e 2011, em formato shapefile, que é um conjunto de arquivos que armazenam dados em forma de vetor. Entre os arquivos que compõem um shapefile há o “.dbf”, a base de dados, onde é possível armazenar dados alfa numéricos e onde é possível calcular as áreas de feições, automaticamente.

Segundo a carta de cobertura vegetal, em 1985 a vegetação nativa cobria 29,25% (Figura 18a) da área total do município, enquanto que em 2011, esse valor foi de 25,14% (Figura 18b), uma redução de 4,11% em 23 anos. Pode-se entender que houve pouca redução quanto à cobertura de vegetação nativa considerando a crescente pressão antrópica, pois analisando visualmente a paisagem como um todo se percebe que houve áreas com regeneração.

Deve-se considerar que a área de lavoura está situada no chapadão (Figura 19), onde os fragmentos remanescentes situados nas áreas acima que 40% consideradas áreas de preservação permanente, que correspondem ao Córrego Capão Redondo e à Sub-Bacia do Rio Coxim.

Nas áreas de vegetação nativa que ocupavam a área de escarpa em 1985, houve a supressão de algumas das matas ciliares. Em 2011, verifica-se que a região onde os fragmentos permanecem são as áreas de escarpa, enquanto o desmatamento ocorreu principalmente nas áreas dedicadas à atividade pecuária.

Além da ocupação antrópica, o relevo da região tem forte ligação com a distribuição espacial da vegetação nativa. Portanto, para analisar essa relação foram utilizados os dados de Geomorfologia do Zoneamento Agroecológico de São Gabriel do Oeste (2003).

Na área de planalto, basicamente ocupado por atividade agrícola, predominam as classes espectrais “Lat1” e “Lat2”, que correspondem aos solos avermelhados 1 e 2. No entanto, as respostas espectrais referentes ao uso antrópico foram agrupadas, com o intuito de se realizar uma análise da matriz, somente como cobertura antrópica, sem discriminar seu uso.

Segundo os dados do IBGE (2006) foram registrados 438 estabelecimentos agropecuários,

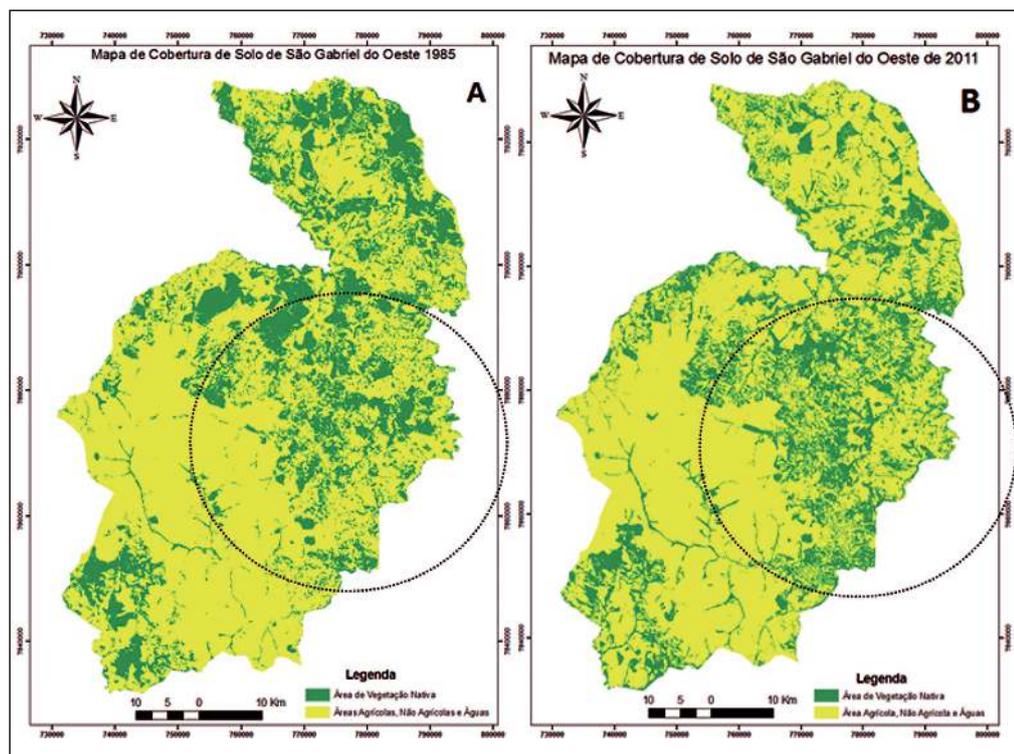


Figura 18 Mapa de cobertura referente aos anos de 1985(A) e 2011(B), identificando os fragmentos de vegetação e as áreas antropizadas, em evidência a área de escarpa onde se encontram os principais remanescentes de vegetação nativa com áreas extensas.

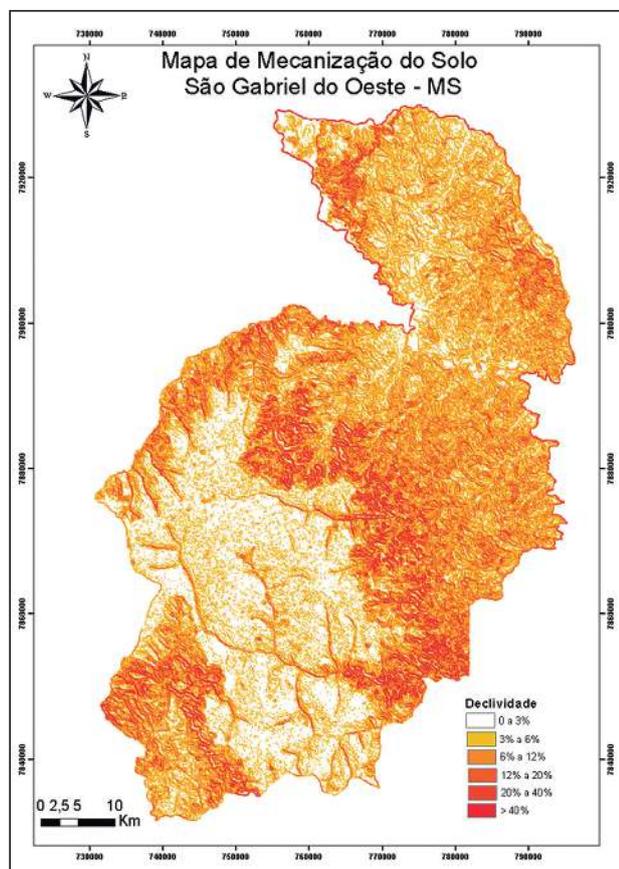


Figura 19 Carta de declividade do município de São Gabriel do Oeste (MS) (classificação de acordo com Lepsch *et al.*, 1996).

sendo que 101 desses estão em áreas de 500 ha ou mais. A pecuária expandiu para as áreas próximas a escarpa, onde corresponde às áreas de declividade na Figura 19 de 6% a 20%. Nessas áreas de pastagem, conforme visto em campo, foram identificadas erosões, as quais ocorreram devido à declividade, composição geológica e a forma como foi explorado o terreno, fatores que levaram ao abandono de algumas áreas, o que favoreceu o crescimento da vegetação nativa nesses locais.

A manutenção da vegetação ocorreu principalmente na área de escarpa, declividade acima de 40% (Figura 19), o que segundo o Zoneamento Agroecológico de São Gabriel do Oeste (2003), corresponde a Divisores e Residuais da Borda do Chapadão – Furnas, localizados no entorno do chapadão de São Gabriel do Oeste, dividida em porções Norte, Leste e Sudoeste, fortemente dissecada em topografias acidentadas entre cotas de 520 a 700 metros.

Provavelmente, isso se deve ao fato de ter sido sancionada a Lei nº. 9.605 de Crimes Ambientais ou Lei da Natureza (Brasil, 1998) e a Lei nº 9.433 de Recursos Hídricos (Brasil, 1997) que determinam a proteção das nascentes e matas ciliares, bem como a Resolução SEMADES 1.324/98 (Mato Grosso do Sul, 1998), que disciplina o licenciamento ambiental da atividade suinícola. A partir de

então, as atividades suinícolas foram e estão sendo obrigadas a proceder ao licenciamento visando à proteção, conservação e melhoria do ambiente, com adoção de medidas de controle que eliminem ou minimizem os impactos ambientais causados por esse tipo de atividade.

Na carta de uso do solo referente a 1985, pode-se identificar as queimadas utilizadas para a limpeza do solo, tanto no processo agrícola quanto na formação de pastos, que totalizaram 2,84% da área total do Município de São Gabriel. Entretanto, em 2011 essas áreas aparecem regeneradas em cerrado sentido restrito. Isso aconteceu também em muitas áreas que apresentavam solo exposto em 1985, na base da escarpa.

Segundo os dados de Dias (1994) e Mantovani & Pereira (1998), trabalhando com todo Cerrado, entre o período de 1985 e 1993, a perda da área do Cerrado foi, em média 1,5% ao ano. Entre o período de 1993 e 2002, a taxa média de desmatamento foi um pouco menor, com uma média de 0,67% ao ano. Segundo o relatório do Ministério do Meio Ambiente de Monitoramento de Biomas de setembro de 2011 (MMA, 2011), a taxa média de desmatamento de 2002 a 2008 foi de 0,69% ao ano, sendo que no Estado do Mato Grosso do Sul entre 2009 e 2010, essa taxa correspondeu a 0,14%.

Diante desses dados, percebe-se a intensificação do desmatamento nesse bioma, onde sistemas estão sendo afetados em relação ao regime hídrico, redução e fragmentação de habitats, retirada seletiva de espécies entre outros.

A análise multitemporal demonstrou que em algumas áreas, a vegetação se recuperou mesmo diante de uma matriz com intensa atividade antrópica, simplesmente pelo fato de não haver mais desmatamento. Um aspecto importante disso é que os fragmentos que foram conservados ao longo dos anos são fonte de propágulos para repovoamento da vegetação adjacente, principalmente de espécies características de estágios sucessionais mais avançados, ou de espécies herbáceas e arbustivas, portanto de grande importância para o manejo da matriz (Britez *et al.*, 2003).

5 Conclusão

Entre 1985 e 2011, houve redução de 4,11% na cobertura da vegetação nativa do Município de

São Gabriel do Oeste. Isso ocorreu principalmente nas regiões de furnas, áreas de maior declividade, regiões que foram tomadas por pastagem.

Com o crescimento da atividade pecuária, extensas áreas de vegetação nativa deram lugar à pastagem. Contudo, áreas correspondentes às áreas de preservação permanente apresentaram crescimento na sua cobertura devido, principalmente, ao cumprimento da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Além disso, o município apresenta 25% da cobertura vegetal um valor significativo dentro do quadro de diminuição do patrimônio do Cerrado nos últimos anos.

Esses dados são muito positivos ambientalmente considerando que o Cerrado é um bioma que possui alta biodiversidade, estando representado principalmente na região Centro-Oeste, cada vez mais ocupadas por atividades agropecuárias. A área estudada possui remanescentes significativos, sendo necessárias novas pesquisas para um planejamento ambiental adequado do Bioma. Em relação a legislação ambiental vigente no período, a antiga Lei nº 4.771 de 1965 foi respeitada em relação às APP, como descrito acima, que pode ter sido melhor respeitada após o CONAMA, conselho que passou a legislar as causas ambientais com maior rapidez e notoriedade.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelas bolsas de APGO, CLM e EAA e ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa) pela bolsa Pq de ACPF (processo 305300/2012-1).

7 Referências

- ASF. 2008. *Software ASF Map Ready*. Remote Sensing Toolkit ver. 2.1.9 (8468). Fairbanks/AK: University of Alaska Fairbanks, Alaska Satellite Facility.
- Brasil. Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm.
- Brasil. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm.
- Brasil. Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dis-

Análise Multitemporal da Cobertura Vegetal de São Gabriel do Oeste, MS

Ana Paula Garcia Oliveira; Camila Leonardo Mioto; Fabrício Bau Dalmas;

Edilce do Amaral Albrez; Alex Melotto; Edna M. Facincani; Roberto Macedo Gamarra & Antonio Conceição Paranhos Filho

- põe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm
- Britez, R.M.; Alger, K. & Baumgartem, J.E. 2003. Manejo de Entorno. In: RAMBALDI, D.M. & OLIVEIRA, D.A.S. (Org.), *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p. 349-365.
- Dias, B.F.S. 1994. A conservação da natureza. In: PINTO, M.N. (Org.), *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília, Editora Universidade de Brasília, p. 607-663.
- GLCF. 2001. Global Land Cover Facility/U.S. LANDSAT TM+ (Thematic Mapper Plus), Path/Row 225/073, date: 17/08/2001. Disponível em: <http://glcf.umd.edu/index.shtml>.
- Heymann, Y.; Steenmans, C.; Croisille, G. & Bossard, M. 1994. *CORINE Land Cover Project - Technical Guide*. Brussels-Luxembourg, European Commission, Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, ECSC-EEC-EAEC, 136p.
- IBGE. 2004. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da pecuária municipal. Rio de Janeiro. 25p.
- IBGE. 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=500769&r=>>.
- IBGE. 2007. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manuais Técnicos em Geociências n.7 - Manual Técnico de Uso da Terra (2)*. Rio de Janeiro, IBGE, 91p.
- IBGE. 2010a. Imagem do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2) bandas 1, 2, 3 e 4. Revolução/Frame 11414/3980 de 22 de julho de 2010. Rio de Janeiro-RJ.
- IBGE. 2010b. Imagem do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2) bandas 1, 2, 3 e 4. Revolução/Frame 11414/3980 de 22 de julho de 2010. Rio de Janeiro-RJ.
- IBGE. 2010c. Imagem do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2) bandas 1, 2, 3 e 4. Revolução/Frame 11414/3980 de 22 de julho de 2010. Rio de Janeiro-RJ.
- IBGE. 2010d. Imagem do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2) bandas 1, 2, 3 e 4. Revolução/Frame 11414/3980 de 22 de julho de 2010. Rio de Janeiro-RJ.
- INPE. 1985. Imagem do satélite LANDSAT 5 (Land Remote Sensing Satellite) sensor TM (Thematic Mapper) bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Órbita/Ponto 225/073 de 16 de outubro de 1985.
- INPE. 2008. Imagem do satélite LANDSAT 5 (Land Remote Sensing Satellite) sensor TM (Thematic Mapper) bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Órbita/Ponto 225/073 de 28 de agosto de 2008.
- Jensen, J.R. 2009. *Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres*. São José dos Campos, Editora Parêntese, 672p.
- Lepsch, I.F.; Bellinazzi, J.R.; Bertolini, D. & Espíndola, C.R. 1991. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 175p.
- Lopez, T.M.; Aide, T.M. & Thomlinson, J.R. 2001. Urban expansion and the loss of prime agricultural lands in Puerto Rico. *Ambio*, 30(1): 49-54.
- Mantovani, J.E. & Pereira, A. 1998. Estimativas da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/LANDSAT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9, Santos, 1998, *Resumos*, INPE, p. 1455-1466.
- Mato Grosso do Sul. 1998. Resolução SEMADES nº 324, de 18 de fevereiro de 1998. Disciplina o licenciamento ambiental da atividade suinícola e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, n. 4718, Campo Grande, 20 fev.
- MMA. 2011. Ministério do Meio Ambiente. Relatório de Monitoramento de Biomass/ Bioma Cerrado - Brasília/DF setembro de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=182&idConteudo=10775>.
- Paranhos Filho, A.C.; Gamarra, R.M.; Pagotto, T.C.; Ferreira, T.D.; Torres, T.G. & Matos Filho, H.J. 2006. Sensoriamento Remoto do Complexo Aporé-Sucuriú. In: PAGOTTO, T.C. & SOUZA, P.R. (Eds.), *Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: Subsídios à Conservação e ao Manejo do Cerrado - Área Prioritária 316-Jauru*. Campo Grande, Editora UFMS, p. 31-44.
- Paranhos Filho, A.C.; Lastoria, G. & Torres, T.G. 2008. *Sensoriamento remoto ambiental aplicado: introdução às geotecnologias: material didático*. Campo Grande, Editora UFMS, p 103 -140.
- PCI Geomatics. 2010. *PCI Geomatics Enterprises Inc. Version 10.2*. Richmond Hill, Ontário, Canadá. 2010.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. (Eds.), *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, p. 89-166.
- Rosa, R.A. 1990. Utilização de Imagens TM/LANDSAT em Levantamento de Uso de Solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6, São José do Rio Preto, 1990, *Anais*, INPE, p. 419-425.
- Thomlinson, J.R. & Rivera, L.Y. 2000. Suburban growth in Luquillo, Puerto Rico: some consequences of development on natural and semi-natural systems. *Landscape and Urban Planning*, 49: 15-23.
- Zoneamento Agroecológico do Município de São Gabriel do Oeste. 2003. Zoneamento agroecológico do Município de São Gabriel do Oeste MS: referencial para o planejamento, gestão e monitoramento ambiental / Déa Sousa Assis... [et al.]. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos: IBGE. Paleoenvironmental Evolution of The Restinga of Jurubatiba Lagoons, Rio de Janeiro State