

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

ANA PAULA GARCIA OLIVEIRA

USO DE GEOTECNOLOGIAS NA IDENTIFICAÇÃO DE
CORREDORES DE BIODIVERSIDADE

Campo Grande, MS

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

ANA PAULA GARCIA OLIVEIRA

**USO DE GEOTECNOLOGIA NA IDENTIFICAÇÃO DE
CORREDORES DE BIODIVERSIDADE**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho

Aprovada em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho
Orientador – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Ademir Kleber Morbeck de Oliveira
Universidade Anhanguera - Uniderp

Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Campo Grande, MS

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais que me ensinaram o caminho,
Aos meus filhos a quem espero ensinar...*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de trabalhar com algo que amo; ao meu orientador por todas as horas de apoio, credibilidade e paciência; a todas as pessoas do Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais por tudo que me ensinaram. Agradeço principalmente a Edilce Albrez pela parceria constante e tudo que me ensinou durante esses anos que trabalhamos juntas e pela amizade construída; também ao Roberto Gamarra, Alessandro Copatti, Fabrício Dalmas, Camila Miotto, Alisson Ribeiro, Ciomara Miranda e outros que contribuíram para que esse trabalho acontecesse.

Ao CNPq pela bolsa científica que me manteve por 18 meses focada em minha pesquisa; ao Sindicato Rural e Prefeitura de São Gabriel do Oeste pelo apoio nas pesquisas de campo.

Aos meus filhos por suportarem minha ausência e aos meus pais que sempre me apoiaram, despendendo inúmeros esforços para que eu concluísse esse trabalho. E por último mas não menos importante, a minha amiga Sergianne Frison, por me escutar e me confortar nos momentos difíceis, além de comemorar comigo minhas vitórias.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTO	iv
SUMÁRIO	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO GERAL	12
<i>Uso de Geotecnologias na Análise Multitemporal de Cobertura do Solo</i>	15
Resumo	15
1. Introdução	16
2. Objetivo	17
3. Material e Métodos	17
3.1. Área de Estudo	17
3.2. Processamento das Imagens de Satélite	18
3.3. Classificação das Imagens	18
4. Resultados e Discussão	19
4.1. Chaves de Classificação	19
4.2. Análise Multitemporal da Cobertura do Solo	29
5. Conclusão	32
6. Referências Bibliográficas	32
<i>Uso de Geotecnologia no estabelecimento de áreas para Corredores de Biodiversidade</i>	36
Resumo	36
1. Introdução	37
2. Objetivo	39
3. Materiais e Métodos	39
3.1. Área de Estudo	39
3.2. Processamento das Imagens de Satélite	40
3.3. Análise de Paisagem	41
4. Resultado e Discussão	42
5. Conclusão	48
6. Referências	48
CONCLUSÕES GERAIS	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXO 1	54
ANEXO 2	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Município de São Gabriel do Oeste do Mato Grosso do Sul.....	17
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.....	20
Figura 3. Exemplo de resposta espectral “For 2”no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo uma das fitofisionomias florestais correspondentes indicada pela seta, no caso um cerradão.....	21
Figura 4. Exemplo de resposta espectral “Cv” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo uma das Formações Savânica correspondentes, no caso cerrado.....	21
Figura 5. Exemplo de resposta espectral “Sujo” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado pela seta, correspondendo ao Campo Sujo.....	22
Figura 6. Exemplo de resposta espectral “Ver1” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado pela seta, correspondendo à pastagem.....	22
Figura 7. Exemplo de resposta espectral “Ver2” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado pela seta, correspondendo a pastagem com vegetação seca e alta.....	23
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.....	23
Figura 9. Exemplo de resposta espectral “Riff” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado pela seta, correspondendo à área refletante indicada pela seta.....	24
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.....	24
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”).....	25
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 solo latossólico exposto, correspondendo geralmente a zonas agrícolas.....	26
Figura 13. Exemplo de resposta espectral “Lat2” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como solos avermelhados 2, tipo de solo latossólico arado, sendo o mesmo tipo de solo da classe “Lat1”, porém com uma resposta espectral diferente.....	26
Figura 14. Exemplo de resposta espectral “Lag” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como lago.....	27
Figura 15. Exemplo de resposta espectral “Fiu” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como rio.....	27

Figura 16. Exemplo de resposta espectral “Umi” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como Área úmida (a exemplo de brejos).....	28
Figura 17. Exemplo de resposta espectral “Br” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo corresponde a queimada.....	28
Figura 18. Mapa de Cobertura de Solo referente aos anos de 1985 e 2011, 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.....	30
Figura 1. Mapa de localização do Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.....	39
Figura 2. Mapa de Fragmentos de vegetação nativa do município de São Gabriel do Oeste, representando apenas os fragmentos de vegetação nativa.....	42
Figura 3. Carta de declividade com classes de acordo com Lepsch et al., (1996), identificando os limites para mecanização dos solos e assim a exploração agrícola competitiva no município de São Gabriel.do Oeste, Mato Grosso do Sul.....	44
Figura 4. Mapa de identificação de corredores de biodiversidade no município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes espectrais agrupadas com as respectivas legendas IBGE (2007).....	19
Tabela 1. Classes de área (ha) dos fragmentos mapeados no Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.....	43
Tabela 2. Classes de Índice de Circularidade dos fragmentos mapeados no Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.....	43

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APC	Áreas Prioritárias para Conservação
APP	Área de Preservação Permanente
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços
ICMS-E	Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços Ecológicos
MMA	Ministério do Meio Ambiente
SBF	Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas
SBSR	Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto
SNUC	Sistema Nacional de Conservação
UC	Unidade de Conservação

RESUMO

OLIVEIRA, A. P. G. (2012). Uso de Geotecnologias na Identificação de Corredores de Biodiversidade, Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2012.71p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Esta dissertação foi desenvolvida dentro do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e tem como área o Município de São Gabriel do Oeste, em Mato Grosso do Sul. O objetivo principal foi identificar os corredores de biodiversidade na região, resultando em dois artigos para revistas científicas e um trabalho apresentado em congresso. O primeiro artigo apresenta uma análise multitemporal da cobertura do solo da área de estudo, utilizando classificação supervisionada automática em imagens Landsat TM de datas diferentes, identificando as classes espectrais e relacionando-as com as fitofisionomias propostas por Ribeiro & Walter (1998), em análise conjunta com imagens ALOS AVNIR-2 para melhorar a acurácia da classificação. Com isso foram geradas duas cartas de cobertura de solo, uma de 1985 e outra de 2011. O segundo artigo, com a utilização de sensoriamento remoto, buscou identificar áreas para atuarem como corredores de biodiversidade, possibilitando o fluxo gênico entre os fragmentos remanescentes. Foram identificados fragmentos com potencial para conservação, relacionados com uma carta de classes das terras para mecanização e com o Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação do Ministério do Meio Ambiente (MMA/SBF, 2007), resultando em uma carta de identificação de corredores de biodiversidade. Verificou-se assim, que as geotecnologias são eficientes ferramentas no auxílio da determinação de áreas propícias para a implantação de corredores de biodiversidade, gerando um cenário alternativo para recuperação ambiental e melhoria dos serviços ambientais para o Município de São Gabriel do Oeste.

Palavras-Chave: cobertura do solo, classificação supervisionada automática, sensoriamento remoto, áreas de preservação permanente.

ABSTRACT

OLIVEIRA, A. P. G. (2012). Use of geo technologies in the Identification of Biodiversity Corridors., Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

This work was developed within the Graduate Program in Environmental Technology, Federal University of Mato Grosso do Sul. The study area is the municipality of São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul State. The main objective was to identify biodiversity corridors in the region, resulting in two articles for scientific journals and a paper presented at a congress. The first article presents a multitemporal analysis of the land cover of the study area, resulted from automatic supervised classification using Landsat TM images from different dates, also identifying the spectral classes and linking them with the vegetation types proposed by Ribeiro & Walter (1998), in joint analysis with ALOS AVNIR-2 to improve the classification accuracy. With that, two maps were generated with the landcover of 1985 and 2011. The second article, using remote sensing, aimed to identify areas to act as biodiversity corridors, enabling genetic flow between remaining fragments. The fragments with potential for conservation were identified and related to a map of classes land for mechanization and the Map of Priority Areas for Conservation of the Ministry of Environment (MMA/SBF, 2007), resulting in a map letter identification of biodiversity corridors. It was found thus that the geo technologies are effective tools to aid the determination of areas suitable for the implementation of biodiversity corridors, generating an alternative scenario for environmental restoration and improvement of environmental services for the municipality of São Gabriel do Oeste.

Keywords: landcover, automatic supervised classification, remote sensing, permanent preservation areas.

INTRODUÇÃO GERAL

Esta dissertação, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (PGTA) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), abordou aspectos da paisagem que possibilitaram identificar áreas para implementação de corredores de biodiversidade no Município de São Gabriel do Oeste, em Mato Grosso do Sul, com o objetivo de auxiliar a gestão ambiental da região e proporcionar bons serviços ambientais ao Município.

A gestão ambiental vem como forma de estabelecer diretrizes, planejamento e alocação dos recursos. A finalidade é a de obter efeitos positivos sobre a natureza, reduzindo os danos causados pelas ações humanas, ou mesmo evitando que esses problemas ocorram. Para este fim, se tornam cada vez mais importantes pesquisas que obtenham de obter dados e informações sobre os recursos naturais, fornecendo elementos para um gerenciamento de melhor qualidade.

Esta dissertação está inserida em um projeto maior, em parceria com Prefeitura Municipal e Sindicato Rural de São Gabriel do Oeste e mais recentemente com a Fundação Educacional de Apoio a Pesquisa e ao Desenvolvimento Econômico de São Gabriel do Oeste (FUNPESG), em um projeto que visa à elaboração de estudos para identificar áreas degradadas com vistas à preservação de recursos hídricos, remanescentes vegetais nativos, fauna e flora em São Gabriel do Oeste/MS.

Com esta motivação, a presente dissertação teve o objetivo realizar uma análise de paisagem para a identificação de corredores de biodiversidade. Os produtos gerados são apresentados na forma de dois artigos completos a serem submetidos em revistas da área e um trabalho de congresso já publicado no 3º Simpósio de Geotecnologias do Pantanal-Geopantanal, 2010. Buscou-se desenvolver uma metodologia aplicável também a qualquer área de estudo, a fim de subsidiar futuros estudos e a tomada de decisão quanto a conservação e manejo.

Especificamente sobre os artigos de revista, o primeiro intitula-se “Uso de Geotecnologias na Análise Multitemporal da Cobertura do Solo”. Seu foco principal foi o estudo da cobertura do solo em imagens Landsat TM de 1985 e 2011, onde foram identificadas as classes espectrais conjuntamente com as imagens ALOS AVNIR-2 (IBGE,

2010), relacionando-as com as fitofisionomias de Ribeiro & Walter (1998). Em seguida foi gerada uma classificação supervisionada automática de ambas as cenas, possibilitando uma análise multitemporal da cobertura do solo do Município de São Gabriel do Oeste.

Já o segundo artigo, “Uso de Geotecnologias na Identificação de Corredores de Biodiversidade”, teve objetivo de identificar os Corredores de Biodiversidade no Município de São Gabriel do Oeste, através da análise dos fragmentos de vegetação remanescentes em conjunto com a carta de classes da terra para mecanização do solo.

É bom lembrar que o conceito de biodiversidade, aqui abordado, se apoia num tripé: diversidade de espécies (representando o número de formas de vida no nível de espécies e suas populações), diversidade genética (variedades subespecíficas ou genéticas das formas de vida) e diversidade ecossistêmica (representando as diversas paisagens naturais do domínio Cerrado) (MMA/SBF, 2007).

A biodiversidade do domínio Cerrado vem sofrendo pressão pela política agrícola que prioriza a agricultura de exportação, estando São Gabriel do Oeste inserido nesse quadro por ser um dos maiores produtores de soja do Estado (IBGE, 2006). Inevitavelmente, esse crescimento econômico do Município cria a necessidade de um manejo adequado, onde uso e ocupação agrícola estejam em conjunto com a política de espaços protegidos na constituição.

Segundo Carvalho *et al.* (2009), a fragmentação de hábitat e a conversão da terra por seres humanos para fins agrícolas são ameaças constantes à conservação da biodiversidade no Cerrado. Estas paisagens dominadas por atividades agrícolas tornaram-se mosaicos dinâmicos, que são formados por diferentes usos da terra.

Buscando auxiliar as políticas públicas de conservação ambiental, o Ministério do Meio Ambiente realizou um levantamento de Áreas Prioritárias para Conservação (APCs), visando identificar as regiões onde o poder público deve, preferencialmente, concentrar suas ações, com vistas a conservação, bem como orientar as políticas públicas de desenvolvimento, permitindo visualizar as áreas mais conservadas e também as tendências de ocupação, onde as ações devem ser emergenciais (MMA/SBF, 2007).

Com esse mapeamento é possível realizar um planejamento ambiental adequado que também favoreça os demais Municípios. O manejo do entorno não depende apenas da identificação dos principais fatores biológicos concorrentes para a formulação de uma estratégia ótima da seleção de fragmentos ao longo da paisagem, nem mesmo da técnica mais adequada para a viabilização do manejo, mas principalmente, dos instrumentos econômicos e das políticas públicas que podem ser implementadas, dadas as limitações ou oportunidades de natureza social, econômica e política (Britez *et al.*, 2003).

Portanto a estratégia adotada nesse trabalho para a conservação da vegetação remanescente é a identificação de corredores de biodiversidade na região, de forma que se possam conectar áreas legalmente protegidas em um grande sistema. A interação dos dados de cobertura do solo, com a teoria de ecologia de paisagem e o sensoriamento remoto, permite a proteção da diversidade biológica, através de um manejo, onde as espécies que se encontram confinadas em um único hábitat, possam movimentar-se mantendo assim o fluxo gênico e a variabilidade genética.

A Lei Federal 9.985/2000 aprovou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – (SNUC), onde se estabelece critérios e normas para criação, implementação e gestão de Unidades de Conservação (UCs), que devem ser entendidas como qualquer espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo poder público (estadual, federal e municipal), com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. As UCs são uma alternativa viável que podem viabilizar os corredores de biodiversidade, a fim de que esses realmente sejam eficazes.

Um mecanismo de incentivo para a criação dessas áreas de conservação é o ICMS ecológico – ICMS-E, que surgiu da inserção, por alguns Estados, de critérios que permitem aos Municípios serem recompensados com maior repasse de ICMS conforme a área de conservação do Município. Outro mecanismo de avanço em termos de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável é o Protocolo Verde, lançado em 1995, pelo Governo Federal, com a finalidade de induzir a efetiva incorporação de variável ambiental como critério indispensável no processo de análise para a concessão de crédito por parte dos bancos oficiais, e dos benefícios fiscais por parte dos órgãos e autarquias.

A abordagem de corredores de biodiversidade representa a evolução do pensamento científico sobre Unidade de Conservação com o objetivo da Conservação da Biodiversidade. Através dessa estratégia, busca-se a mudança sob diferentes categorias de manejo, incluindo os remanescentes florestais sob domínio privado, distribuídos em áreas representativas das diferentes comunidades florísticas e faunísticas dos ecossistemas (Alger & Lima, 2003).

Com isso admite-se a importância de mecanismos que assegurem que os recursos naturais possam ser conservados, com medidas estabelecidas com conhecimentos científicos, subsidiado por uma política pública já estabelecida por lei.

Os artigos foram formatados seguindo as normas do *Journal of Environmental Science* de 2012, disponível no *site* (<http://www.jesc.ac.cn>).

Uso de Geotecnologias na Análise Multitemporal da Cobertura de Solo

Oliveria, A.P.G.¹;Paranhos Filho, A.C.¹

¹ Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - CEP:79070-900- Campo Grande- MS Tel.: (67) 3345-7495. Email: apg.bio@gmail.com; antonio.paranhos@pq.cnpq.br

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 tem como objetivo a análise multitemporal da cobertura do solo do Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul, região que abriga diversas nascentes de importantes rios do Pantanal. Utilizando-se a classificação automática de imagens Landsat TM foi levantada a cobertura do solo de 1985 e 2011 e realizados ainda 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 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.

1. Introdução

A análise do uso e cobertura 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 os ambientes naturais.

O mapeamento de uso e ocupação do solo tem como objetivo fornecer subsídios às ações do planejamento regional, municipal e até setorial (Rosa, 1990). É importante ainda ressaltar a diferença de terminologia existente na área de obtenção de cartas de cobertura, uso e ocupação de solo. “Cobertura de solo” (Land Cover) não é necessariamente a mesma coisa que “Uso do Solo” (Land Use) e às vezes pode ser conveniente tratar as duas definições de modo distinto (Paranhos Filho *et al.*, 2008).

A análise temporal do uso das terras 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 e Riviera, 2000; López *et al.*, 2001). Essa técnica identifica as respostas espectrais da imagem, possibilitando a visualização na mudança de cobertura de solo no decorrer do tempo. Resultando em uma descrição da matriz de trabalho para projetos de recuperação ambiental, considerando o tipo de manejo utilizado e suas características peculiares.

Nesse trabalho a área de estudo é o Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul, região de intensa atividade agropecuária, sua base econômica. Resultado disso é a exploração dos recursos naturais, gerando uma paisagem fragmentada, no entanto, ainda apresenta remanescentes representativos de vegetação nativa. Esses com diferentes fitofisionomias são de importância para a conservação das espécies, as quais necessitam de interações espaciais do uso do solo.

Embora o bioma Cerrado venha sofrendo um processo de degradação acentuada, sua biodiversidade ainda é alta e continua sendo um importante bioma para o país, devendo, por isso, ser objeto de ações que determinem sua manutenção e conservação (Pagotto *et al.*, 2006).

2. Objetivo

Caracterizar as mudanças ocorridas na cobertura do solo do Município de São Gabriel do Oeste/MS entre 1985 e 2011, identificando os principais remanescentes de cobertura vegetal e relacionar as classes de cobertura do solo (incluindo fitofisionomias) com as assinaturas espectrais das imagens de satélite.

3. Material e Métodos

3.1. Área de estudo:

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

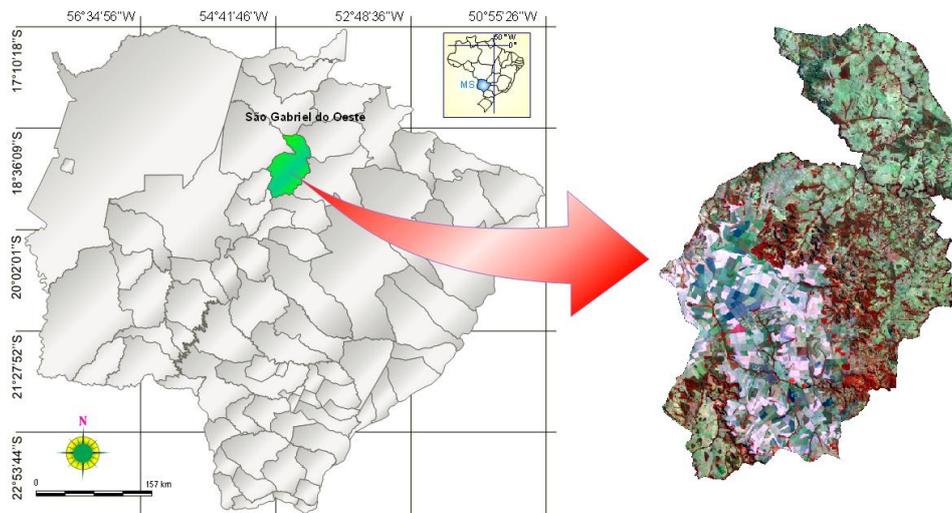


Figura 1. Localização do Município de São Gabriel do Oeste do Mato Grosso do Sul.

O Município destaca-se como maior produtor de suínos do Estado de Mato Grosso do Sul (IBGE, 2004) e também como um dos seus maiores produtores (IBGE, 2006). É caracterizado por sua intensa atividade antrópica, imerso numa economia agropecuária expressiva no mercado sul-mato-grossense, contudo vem buscando conciliar sua práticas agrícolas com as políticas públicas adequadas para o meio ambiente através de projetos ambientais.

3.2. 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 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.

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.

Após o georreferenciamento, todas as bandas das imagens foram classificadas de modo automático, com referência visual na composição falsa cor R4G5B3, que proporciona um maior contraste nas tonalidades e cores, facilitando a identificação dos tipos de cobertura de solo.

Como fonte complementar de dados, foram utilizadas também na identificação do uso e cobertura do solo 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), utilizadas nas pranchas para comparar com as respostas espectrais da imagem Landsat TM e auxiliar na identificação das fitofisionomias.

3.3. Classificação das Imagens

Utilizando o software ERDAS Imagine (ERDAS, 2006) as imagens foram classificadas pelo método automático supervisionado tendo como base as classes de cobertura de solo propostas por Paranhos Filho *et al.* (2006).

A classificação final da imagem (de 1985 e 2011) foi primeiramente filtrada para a eliminação de pixels isolados e posteriormente convertida do formato raster para o vetorial. No banco de dados associado, as classes obtidas na classificação foram agrupadas de acordo com o tipo de cobertura dos solos que representam.

Nesse processo foram geradas pranchas de cada classe espectral de cobertura do solo, 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 nas pranchas que descrevem as classes espectrais de cobertura de solo, juntamente com as imagens Landsat TM. As imagens ALOS (AVNIR-2) possuem resolução espacial de 10m, em quatro bandas óticas, do azul ao infravermelho próximo ,permitindo uma análise diferenciada da vegetação.

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).

Com as imagens já classificadas, foi realizado um teste de acurácia (Accuracy Assessment), fornecido pelo software ERDAS Imagine (ERDAS, 2006), 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.

Os dados da classificação foram agrupados conforme a legenda do manual do Uso da Terra (IBGE, 2007), baseado na legenda CORINE utilizada pela Comunidade Européia desde a década de 1980. Como segue na Tabela I, a carta temática de 1985 e 2011, evidenciou 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 correspondam nem a agricultura, nem a pastagem.

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

Classe espectral	Legenda IBGE
For1, For2, Cv, Umi	Área de vegetação Nativa
Ver1, Ver2, Lat1, Lat2, Pv, Org, Cel, Riff, Br	Área agrícola e Não Agrícola
Fiu, Lag	Águas

4. Resultados e Discussão

4.1 Chaves de Classificação

Na área de estudo foram encontradas 16 classes espectrais de cobertura do solo sobre as imagens Landsat TM e ALOS AVNIR-2 com a relação entre as respostas espectrais e os tipos de cobertura do solo (incluindo as fitofisionomias propostas por Ribeiro & Walter, 1998):

Classe 1: 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 as matas com mais biomassa, na composição falsa cor R4G5B3, apresenta uma tonalidade vermelho vivo e pode haver confusão espectral com a segunda classe espectral encontrada, “For 2” (Figura 3) , que representa em sua maioria cerradão englobando também os diversos tipos de mata seca.

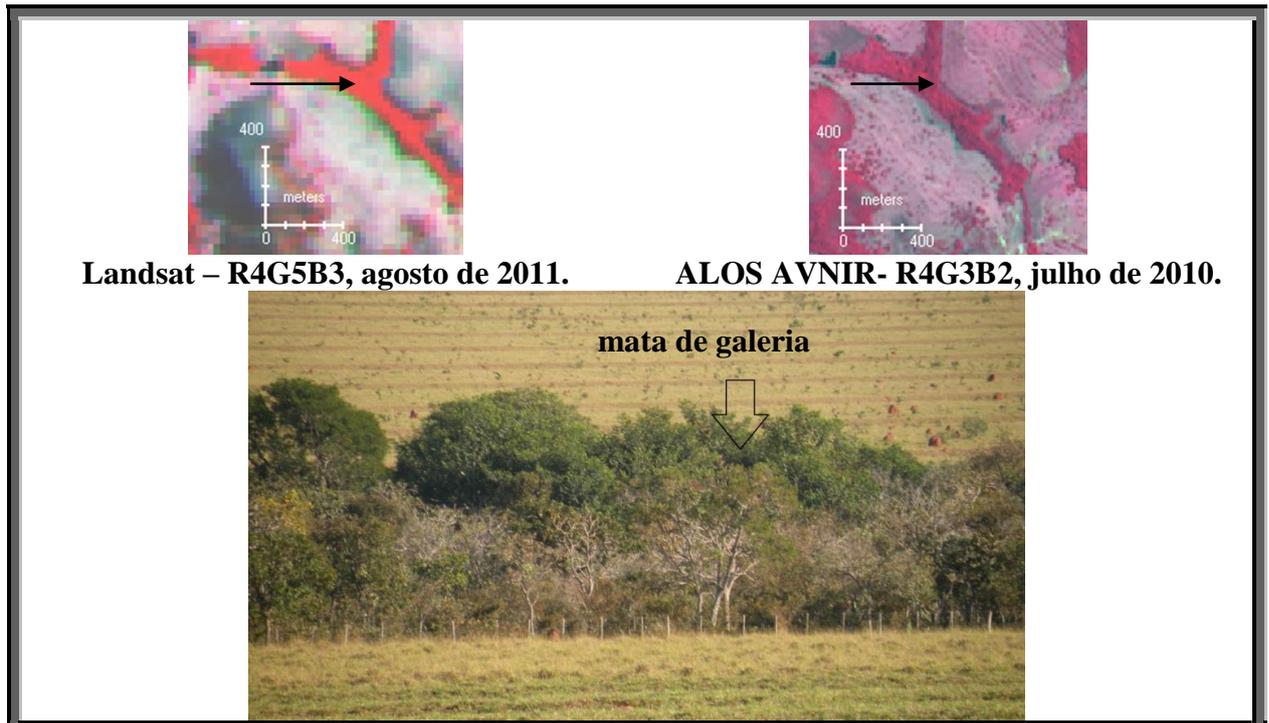


Figura 2. Exemplo de resposta espectral “For 1”no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo indicada pela seta, no caso uma mata de galeria..

Classe 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). As formações florestais “mata seca”, 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.

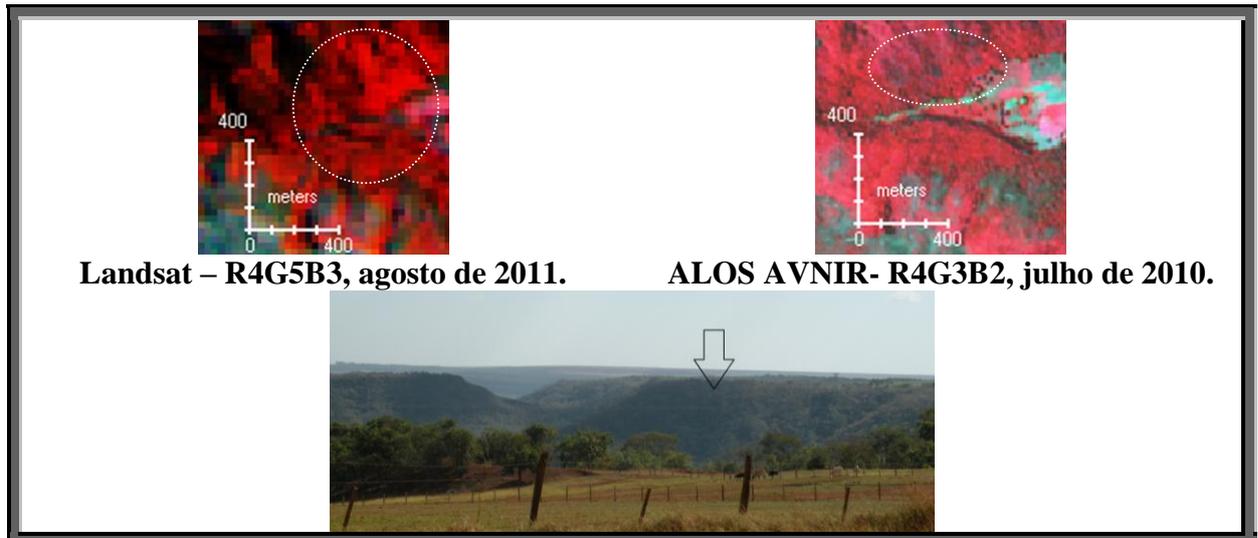


Figura 3. Exemplo de resposta espectral “For 2” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo uma das fitofisionomias florestais correspondentes indicada pela seta, no caso um cerradão.

Classe 3: 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.

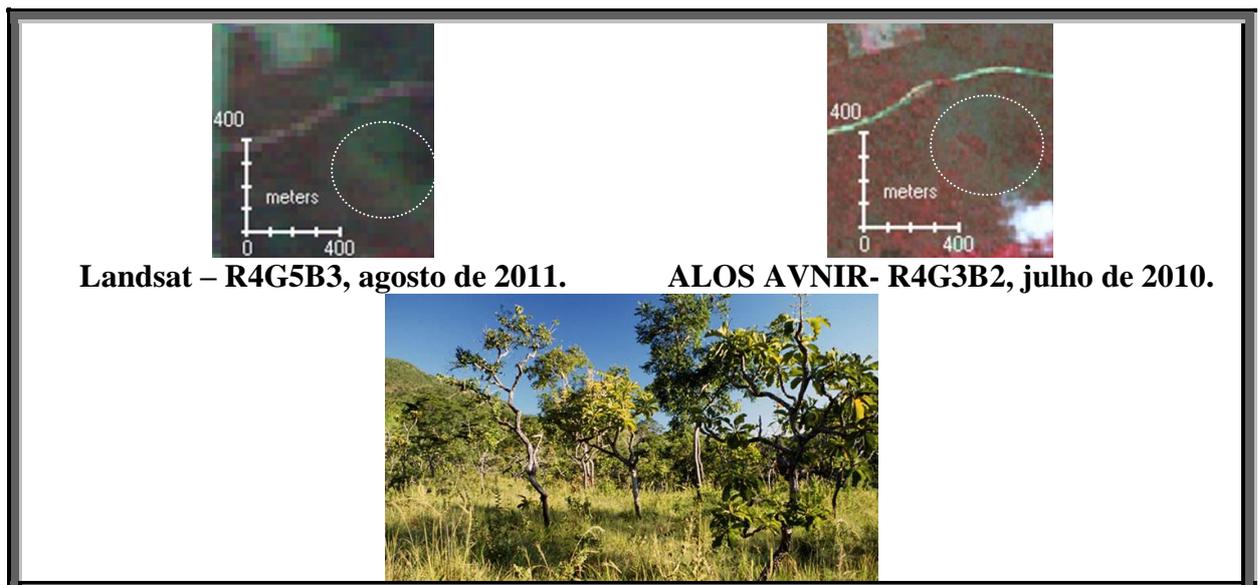


Figura 4. Exemplo de resposta espectral “Cv” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo uma das Formações Savânica correspondentes, no caso cerrado.

Classe 4: 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.

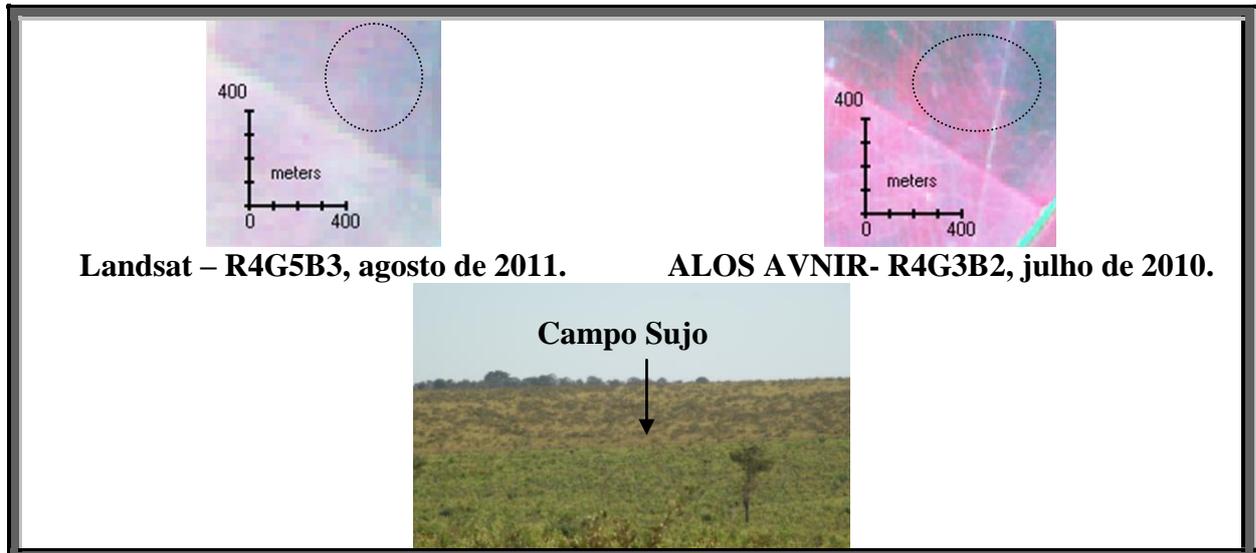


Figura 5. Exemplo de resposta espectral “Sujo” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado pela seta, correspondendo ao Campo Sujo.

Classe 5: A quinta classe espectral corresponde a “Ver1” (Figuras 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.

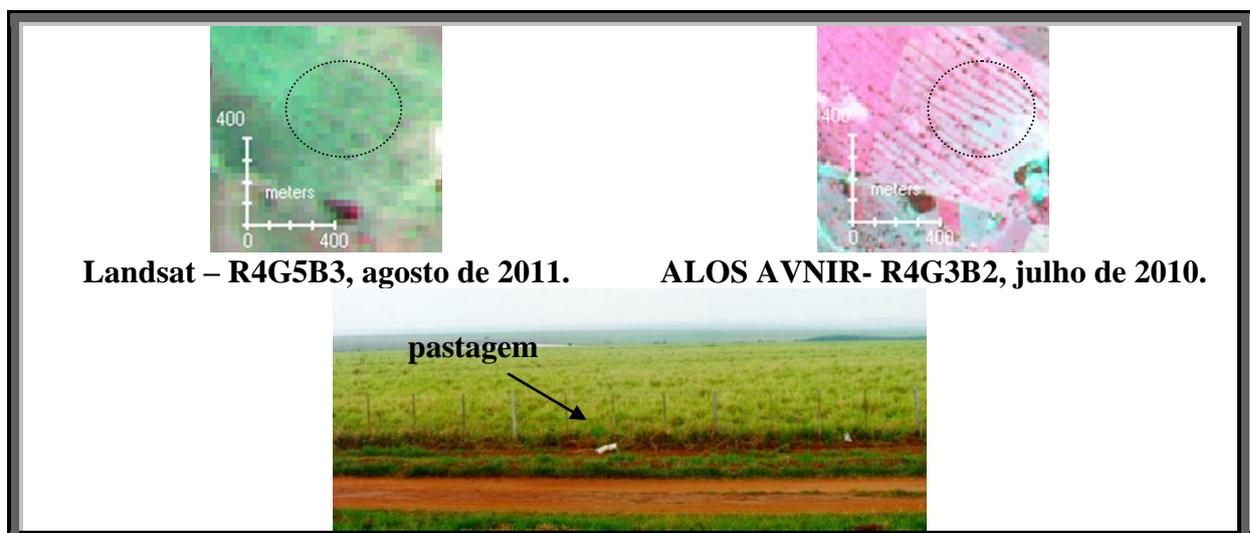


Figura 6. Exemplo de resposta espectral “Ver1” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado pela seta, correspondendo à pastagem.

Classe 6: A sexta classe espectral ,“Ver 2”, possui resposta espectral verde em ALOS AVNIR-2 e verde escuro na Landsat TM (Figuras 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.

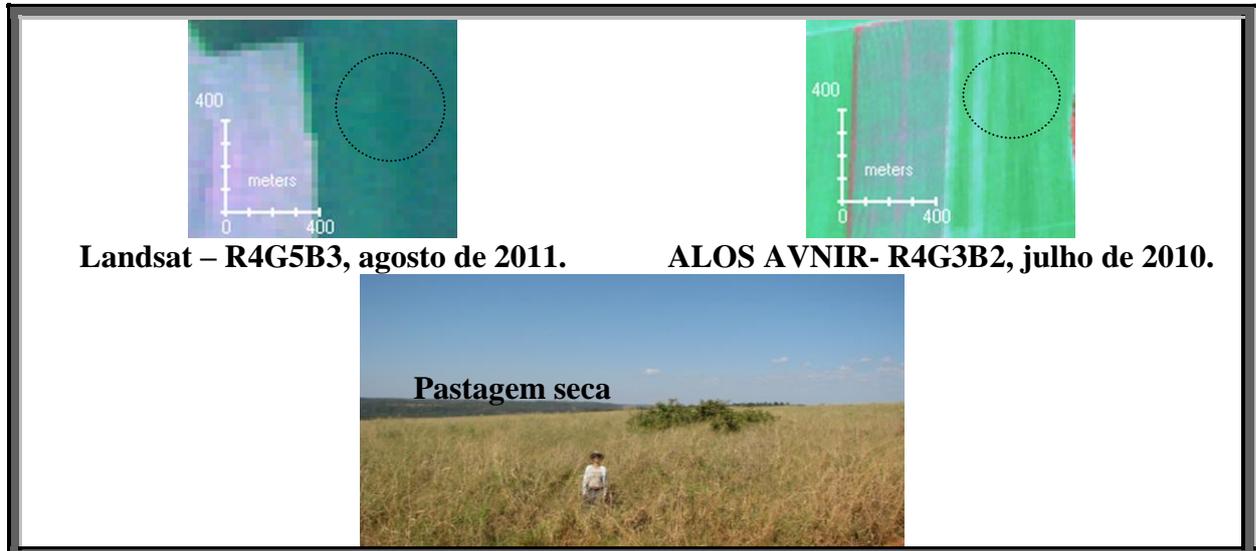


Figura 7. Exemplo de resposta espectral “Ver2” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado pela seta, correspondendo à pastagem com vegetação seca e alta.

Classe 7: A sétima classe espectral chamada “Cel” (Figuras 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 em ALOS AVNIR, a resposta espectral aparece na cor verde intercalado por tonalidades rosa.



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.

Classe 8: A oitava classe espectral são áreas quase sem vegetação, podendo ser até mesmo um afloramento de rocha ou de solos arenosos. Representada como “Rif” (Figuras 9), o substrato exposto apresenta alta refletância em todas as bandas, com isso em ambos os sensores aparece na cor branca.

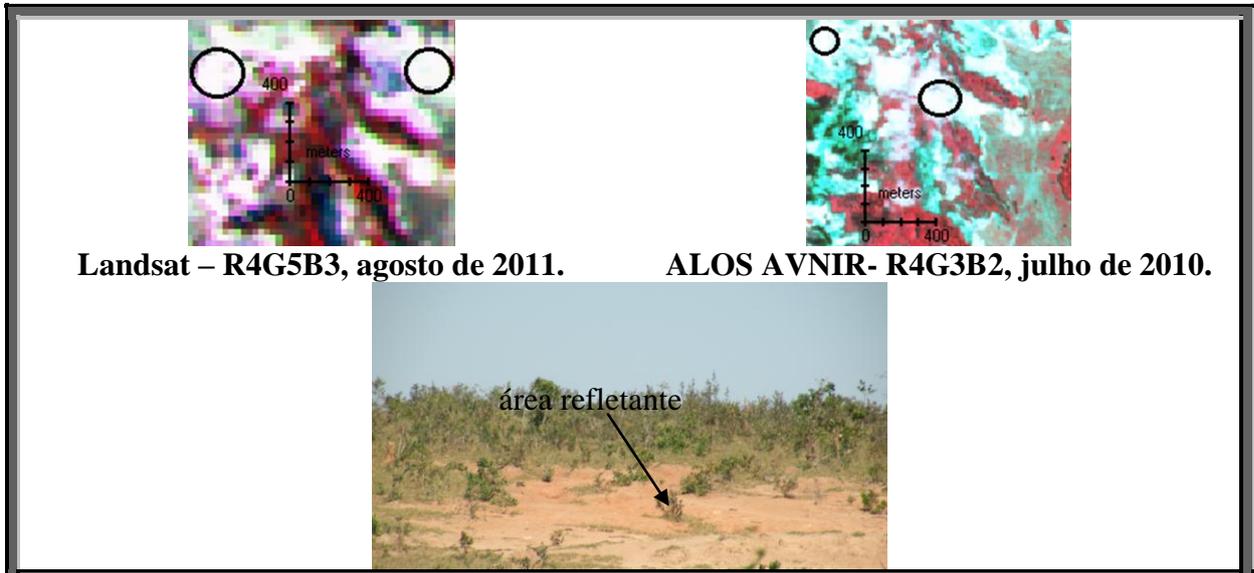


Figura 9. Exemplo de resposta espectral “Rif” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado pela seta, correspondendo à área refletante indicada pela seta.

Classe 9: “Pv” é a nona classe espectral encontrada (Figura 10), corresponde a uma pastagem, mesmo em estação seca apresenta uma 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, tom de rosa escuro.

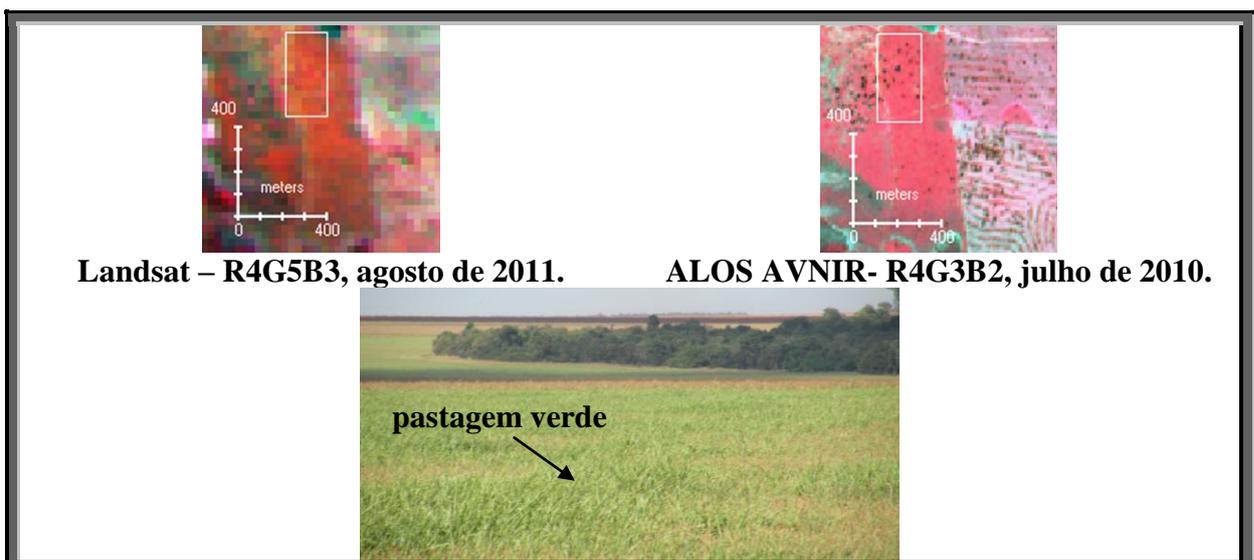


Figura 10. Exemplo de resposta espectral “Pv” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado pela seta, correspondendo a uma pastagem mais verde.

Classe 10: A décima classe espectral é a “Org” (Figuras 11), essa classe representa exposição de solos escuros, geralmente orgânicos, correspondendo a zonas agrícolas. Em Landsat TM apresenta uma resposta verde fluorescente no visível, enquanto na ALOS AVNIR-2 responde numa tonalidade verde acinzentada.

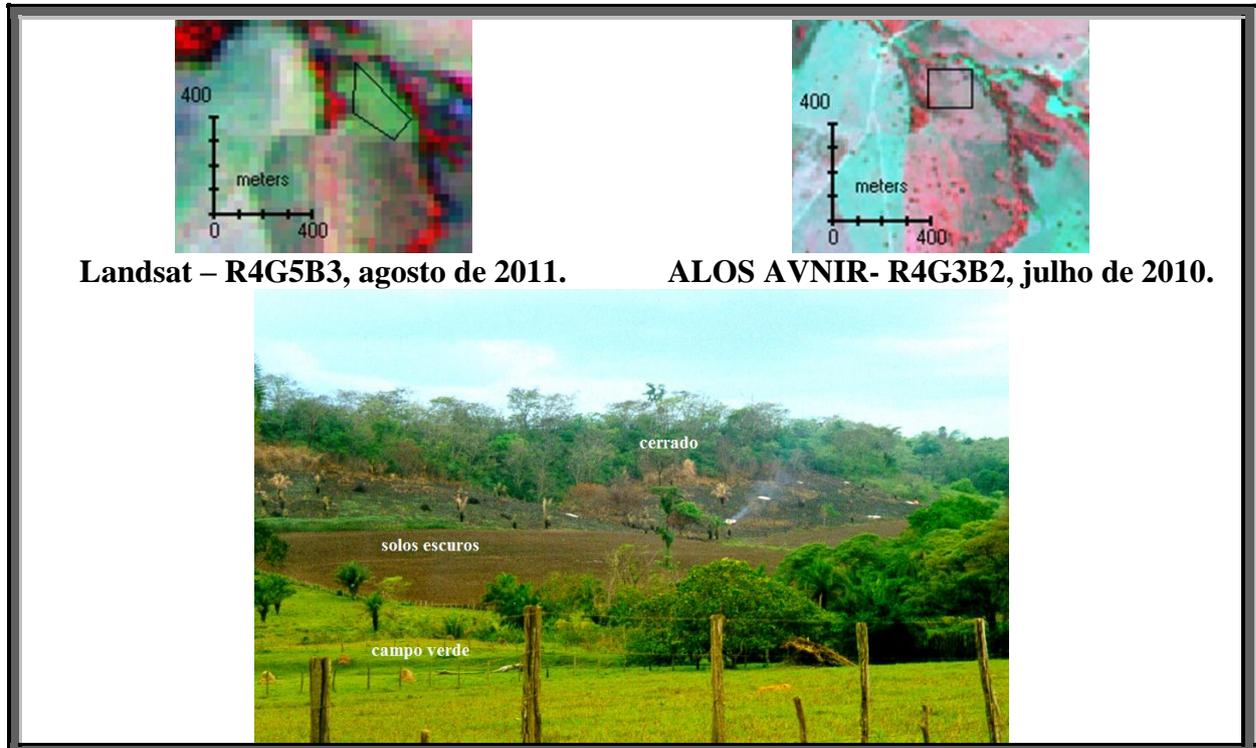


Figura 11. Exemplo de resposta espectral “Org” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como solos escuros correspondendo a solo orgânico arado, entre campo verde (classe “Pv”) e cerrado (classe “Cv”).

Classe 11: Foram encontrados dois tipos de respostas espectrais relacionadas aos solos avermelhados, sendo aqui representadas por “Lat 1” (Figura 12) e “Lat 2” (Figuras13). 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.

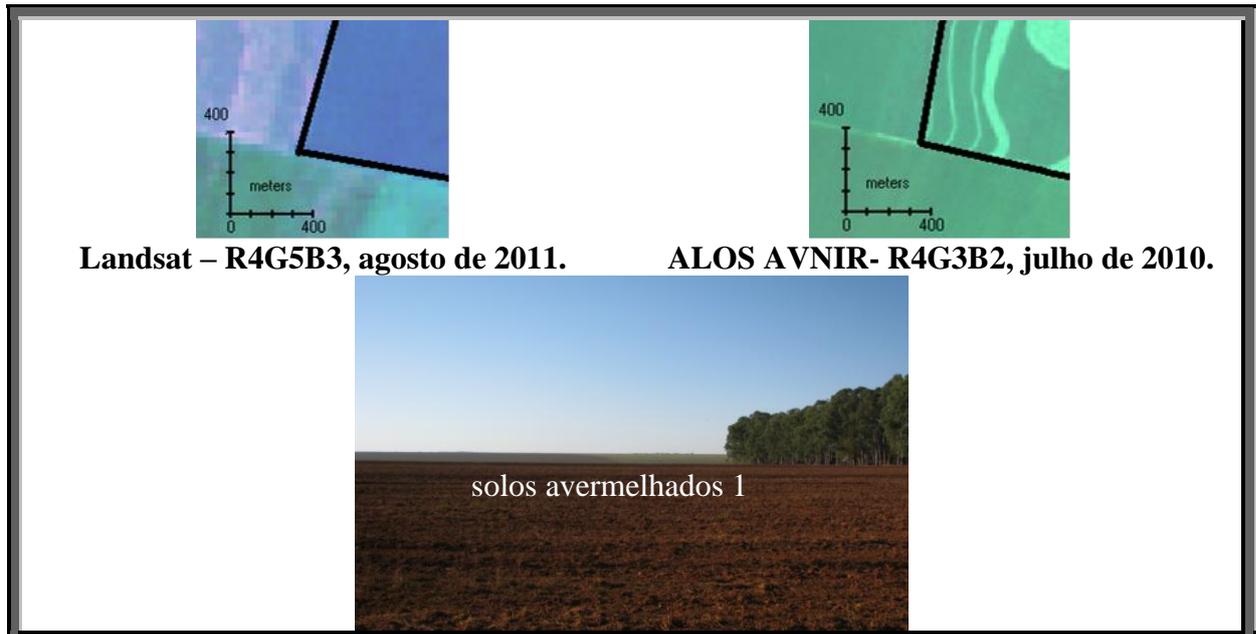


Figura 12. Exemplo de resposta espectral “Lat1” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como solos avermelhados 1, representando o primeiro tipo de solo latossólico exposto, correspondendo geralmente a zonas agrícolas.

Classe 12: A classe espectral “Lat2” (Figura 13) é o segundo tipo de área com solo latossólico arado, em Landsat TM apresenta uma resposta espectral diferente do “Lat1”, um azul mais claro e em ALOS AVNIR-2 responde num tom mais alaranjado, também corresponde a zonas agrícolas.

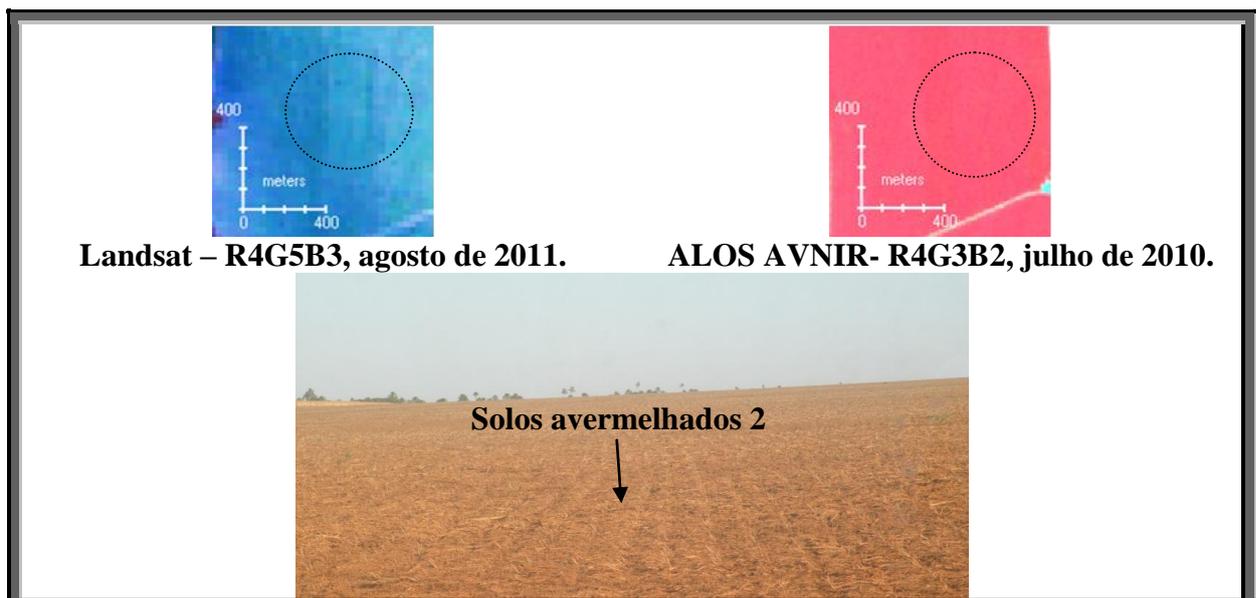


Figura 13. Exemplo de resposta espectral “Lat2” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como solos avermelhados 2, tipo de solo latossólico arado, sendo o mesmo tipo de solo da classe “Lat1”, porém com uma resposta espectral diferente.

Classe 13: A décima terceira classe espectral é “Lag”, lagos (Figura 14) e corpos aquosos que não sejam rios. Em Landsat TM a resposta é um azul escuro, enquanto em ALOS AVNIR um verde claro.

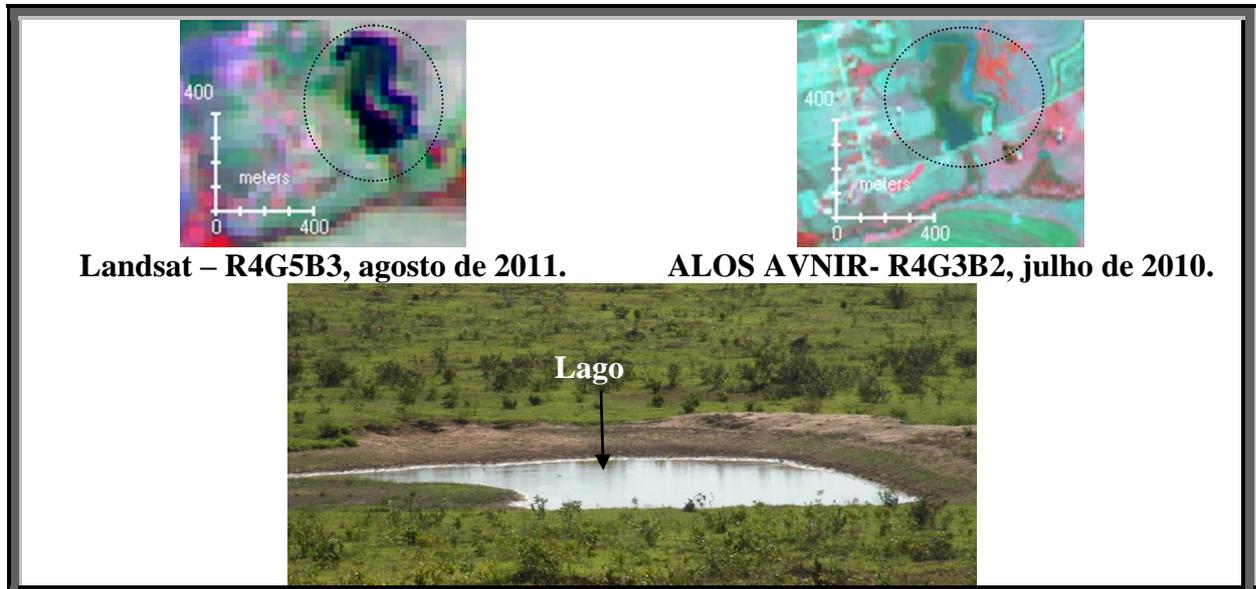


Figura 14. Exemplo de resposta espectral “Lag” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como lago.

Classe 14: A décima quarta classe corresponde aos Rios (Figura 15), correspondendo à classe espectral “Fiu”, em Landsat TM, responde a azul e em ALOS AVNIR a verde.

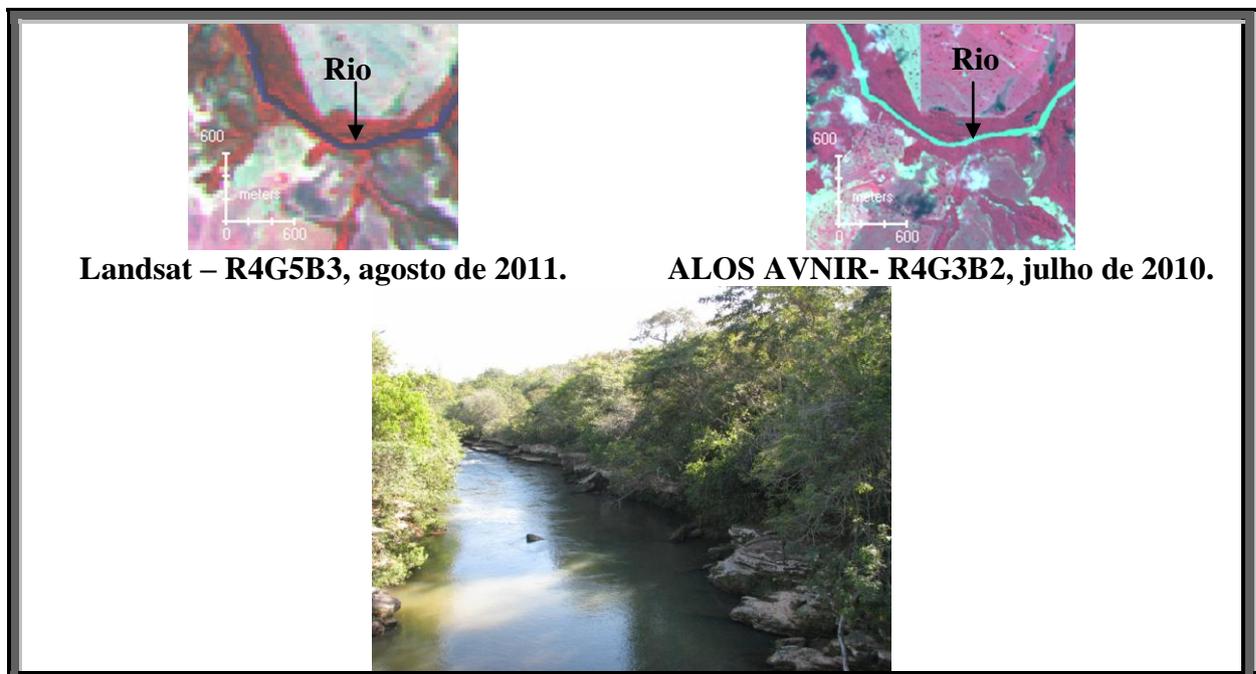


Figura 15. Exemplo de resposta espectral “Fiu” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como rio.

Classe 15: A décima quinta classe espectral, chamada de “Umi”, corresponde as áreas úmidas (Figura 16). Podem estar incluídos os brejos, Veredas e Buritizais, sendo que nesse trabalho não foram individualizadas, estando todas englobadas em área úmida. Em Landsat TM, a resposta espectral é um verde muito escuro, enquanto em ALOS AVNIR, é um verde mais claro.

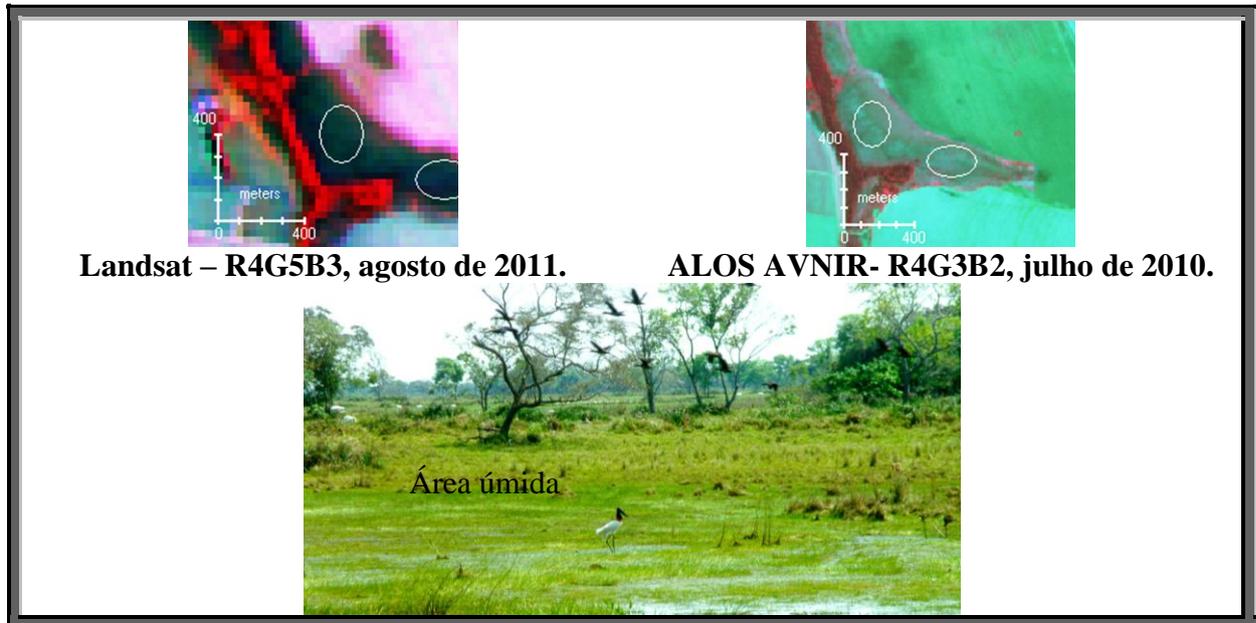


Figura 16. Exemplo de resposta espectral “Umi” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo está indicado como Área úmida (a exemplo de brejos).

Classe 16: É a última classe espectral encontrada, chamada de “Br”, que corresponde as áreas de queimada.



Figura 17. Exemplo de resposta espectral “Br” no sensor Landsat e ALOS AVNIR, em campo corresponde a queimada.

4.2. Análise Multitemporal da Cobertura de Solo

Foi obtida uma acurácia de 89% na imagem de 2011 e 95% em 1985, através de um teste onde a matriz de erro comparou os pontos de referência com os pontos classificados.

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, em 2008 foram plantados 116 mil hectares de soja, produzindo 253.460 toneladas de grãos (IBGE, 2008), essa expressividade econômica justifica sua matriz antrópica em constante modificação, passar de 70,75% do Município em 1985 a 74,86% em 2011.

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

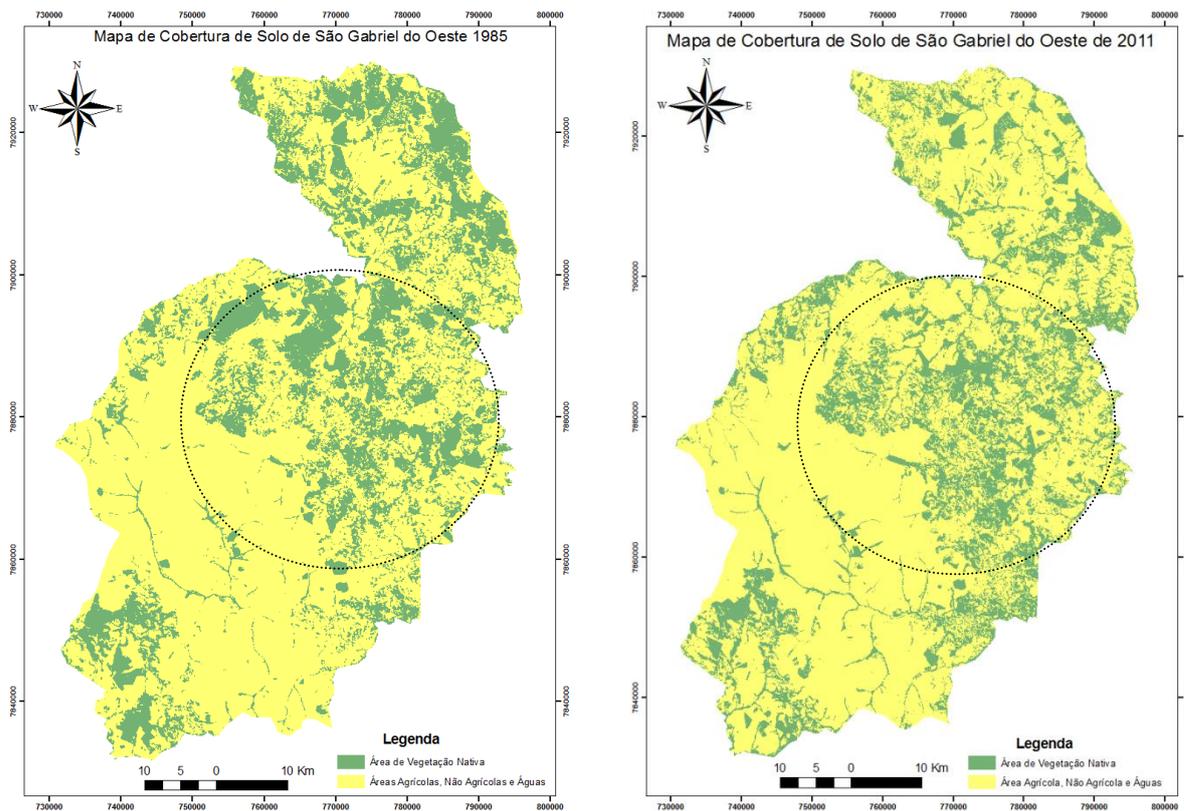


Figura 18. Mapa de Cobertura de Solo referente aos anos de 1985 e 2011, identificando os fragmentos de vegetação e as áreas antropizadas, em evidência a área de escarpa onde se encontram os principais remanescentes de vegetação nativa com áreas extensas.

Deve-se considerar que a área de lavoura está situada no chapadão (Figura 18), onde os fragmentos remanescentes são Áreas de Preservação Permanentes, que correspondem ao córrego Capão Redondo (também conhecido como bacia do Brejão) e sub-bacia do rio Coxim.

Nas áreas de vegetação nativa que ocupavam a área de escarpa em 1985, houve somente a supressão de algumas das matas ciliares, dando lugar a agropecuária. Em 2011, verifica-se que a região onde os fragmentos permanecem, são as áreas de escarpa, ou seja, o relevo contribui para a preservação de alguns remanescentes, enquanto o desmatamento ocorreu principalmente nas áreas onde há 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, realizado pela Embrapa Solos (2003).

Na área de planalto, basicamente ocupado por atividade agrícola, predomina as classes espectrais “Lat1” e “Lat2” que correspondem a solos avermelhados 1 e 2. No entanto as

respostas espectrais referentes ao uso antrópico foram agrupadas, a fim de uma análise da matriz somente como cobertura antrópica sem discriminar seu uso.

A pecuária expandiu para as áreas de escarpa, segundo os dados do IBGE (2006) foram registrados 438 estabelecimentos agropecuários, sendo que 101 desses estão em áreas de 500 ha ou mais. Essas áreas de pastagem, conforme visto em campo, foram identificadas erosões. Essas 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 (Figura 3), o que segundo o Zoneamento Agroecológico de São Gabriel do Oeste (2003), corresponde a Divisores e Residuais da Borda do Chapadão – Furna, 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 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.

Segundo Felfili *et al.*(2001) as Matas de Galeria e Matas Ciliares, com mais de 30% das espécies de plantas vasculares do bioma, têm extrema importância na riqueza total do bioma, pois muitos são os elementos itinerantes da fauna das outras fitofisionomias do bioma Cerrado que dependem dessa flora para alimentação, reprodução e nidificação.

As queimadas, utilizadas para a limpeza do solo, tanto no processo agrícola como na formação de pastos, em 1985 totalizaram 2,84% da área total, enquanto que em 2011, 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 e 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, 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 2009-2010, 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

Houve uma redução de 4,11% na cobertura da vegetação nativa do Município de São Gabriel do Oeste, em 23 anos. Isso ocorreu principalmente nas regiões de furnas, áreas de maior declividade, regiões que foram tomadas por pastagem.

Com 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, em cumprimento 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). Além disso, o Município apresenta 25% da vegetação nativa conservada, 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.

6. Referências Bibliográficas

ASF. Software ASF Map Ready, Remote Sensing Toolkit ver. 2.1.9 (8468). Fairbanks/AK: University of Alaska Fairbanks, Alaska Satellite Facility. 2008

- 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.
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm
- Brasil. Lei N.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. Fernando Henrique Cardoso. Gustavo Krause
- Britez, R. M. ; Alger, K. ; Baumgartem, J. E. . 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. 1 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003, v. 1, p. 349-365.
- Cullen JR., L. & R. Rudran. 2003. Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte, p.169-179. In: L. Cullen Júnior; R Rudran; C. Valladares-Padua (Eds). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba, Editora UFPR e Fundação o Boticário de Proteção à Natureza, 667p.
- Dias, B.F.S. 1994. A conservação da natureza. In: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. M.N. Pinto (org.). 2a edição, Editora Universidade de Brasília, Brasília-DF. Pp. 607-663.
- ERDAS Imagine. Software versão 9.1. Norcross, GA, USA: Leica Geosystems Geospatial Imaging. 2006.
- Felfili, J. M. ; Mendonça, R. C. ; Walter, B. M. T. ; Silva Júnior, M. C. ;Fagg, C. W.; Nóbrega, M. G. G. ;Sevilha, A. C. ; Silva, M. A. . Flora fanerogâmica das matas de galeria e ciliares do Brasil Central.. In: J F RIBEIRO. (Org.). Cerrado. Caracterização e Recuperação de Matas de galeria. Planaltina- DF: EMBRAPA- CPAC, 2001, v., p. 195-263.
- GLCF - Global Land Cover Facility/U.S. Geological, Landsat TM+ (Thematic Mapper Plus), Path/Row 225/073, date: 17/08/2001 site: (<http://glcf.umd.edu/index.shtml>).
- IBGE. 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. 2010a.
- IBGE. 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. 2010b.

- IBGE. 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. 2010c.
- IBGE. 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. 2010d.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Banco de Dados Agregados, 2008. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 03 de fevereiro de 2012.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Censo Agropecuário, 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=500769&r=>>. Acesso em 05 de fevereiro de 2012.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manuais Técnicos em Geociências n.7 - Manual Técnico de Uso da Terra. (2). Rio de Janeiro/RJ: IBGE. 2007. p 91.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- Pesquisa da pecuária municipal. Rio de Janeiro: 2004. 25 p.
- INPE. 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. 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.
- Lopez, T. del M., T. M. Aide, and J. R. Tomlinson. 2001. Urban expansion and the loss of prime agricultural lands in Puerto Rico. *Ambio* 30: 49-54.
- Mantovani, J.E. e A. Pereira. 1998. Estimativas da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/Landsat.
- Mato Grosso do Sul. Resolução SEMADES n. 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. 1998.
- MMA- Ministério do Meio Ambiente - Relatório de Monitoramento de Biomas/ Bioma Carrado - Brasília/DF setembro de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=182&idConteudo=10775>. Acesso em 06 de fevereiro de 2012.

- MMA/SBF, (Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Biodiversidade e Florestas) Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: atualização Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília: MMA, 2007.
- Pagotto, T., Camilotti, D., Longo, J., & Souza, P. Introdução, Bioma Cerrado e Área Estudada. In: T. Pagotto, D. Camilotti, J. Longo, & P. Souza (Coordenadores), Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: Subisídios à Conservação e ao Manejo do Cerrado - Área Prioritária 316-Jauru (p. 308). Campo Grande/MS: UFMS. 2006.
- 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: T. C. Pagotto, & P. R. Souza, Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: Subisídios à Conservação e ao Manejo do Cerrado - Área Prioritária 316-Jauru (1 ed., pp. 31-44). Campo Grande/MS: UFMS.
- Paranhos Filho, Antônio Conceição. Sensoriamento remoto ambiental aplicado: introdução às geotecnologias: material didático – Campo Grande/ MS: Ed UFMS, 2008. p 103 -140.
- PCI Geomatics Enterprises Inc. Version 10.2. Richmond Hill, Ontário, Canadá. 2010.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC. xii + 556p. 1998.
- Rhodes, A. L.; Newton, T. M.; Pufall, A. Influences of land use on water quality of a diverse New England watershed. *Environmental Science and Technology*, v.35. p. 3640-3645, 2001
- Rosa, R.A Utilização de Imagens TM/Landsat em Levantamento de Uso de Solo. In: VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE: São José do Rio Preto, 1990. p. 419 – 425.
- Thomlinson, J.R.; Rivera, L.Y. Suburban growth in Luquillo, Puerto Rico: some consequences of development on natural and semi-natural systems. *Landscape and Urban Planning*, v.49, p.15-23, 2000.
- 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, 2003.

Uso de Geotecnologias para o estabelecimento de áreas para Corredores de Biodiversidade

Oliveria, A.P.G.¹;Paranhos Filho, A.C.¹

¹Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.- Centro de Ciências Exatas e Tecnologias- CEP:79070-900- Campo Grande- MS Tel.: (67) 3345-7495. Email: apg.bio@gmail.com; antonio.paranhos@pq.cnpq.br

Resumo: Corredores de biodiversidade são importantes estruturas ambientais com a finalidade de conservar e recuperar a biodiversidade em áreas degradadas pelo desenvolvimento humano desordenado, que favorece a fragmentação florestal e perda da conectividade entre os diversos habitats naturais. Utilizando-se do sensoriamento remoto e de sistemas de informações geográficas, buscou-se identificar áreas com potencial para atuarem como corredores de biodiversidade, possibilitando assim o fluxo gênico entre os fragmentos remanescentes e as áreas de preservação permanente. Para tanto foi realizado uma análise espacial dos fragmentos remanescentes em São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul, através de sua forma, tamanho e localização. Foram identificadas as áreas para os corredores a partir da localização de fragmentos com potencial, ou seja, de tamanho e conservação adequados, além de se considerar a carta de classes das terras para mecanização e o mapa de áreas prioritárias para conservação do Ministério do Meio Ambiente, permitindo a escolha de melhores áreas para corredores de biodiversidade. Verificou-se, que as geotecnologias são importantes ferramentas no auxílio da determinação de áreas propícias para a análise integrada da paisagem, bem como no auxílio na delimitação de áreas propícias implantação de corredores, gerando um cenário alternativo para a recuperação ambiental, o zoneamento ecológico e para conservação ambiental.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, ecologia da paisagem, fragmentação.

1. Introdução

Nos dias atuais verifica-se de modo geral, em quase todas as regiões do mundo, grandes mudanças que ocorreram nas paisagens naturais, sobretudo devido ao impacto antrópico causado no pelas atividades agropecuárias.

O Cerrado é um dos domínios brasileiros mais modificados pelo homem. Extensas áreas têm sido substituídas por pastagens, campos de agricultura ou por monoculturas florestais exóticas. Isto gera um mosaico de fragmentos de vegetação de diferentes tamanhos e grau de conservação (Silvano *et al.*, 2005). De acordo com Mettermier *et al.* (1998) e Myers *et al.* (2000) é um dos locais mais ameaçados do planeta.

Apesar disso, o Cerrado é considerado um dos 25 locais do Planeta onde são concentrados 50% de toda biodiversidade (*hotspots*), segundo Mettermier *et al.* (1999), ficando indiscutível a necessidade da conservação de suas espécies e das áreas ocupadas pelo domínio. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2007), 47,51% do domínio Cerrado é constituído por Áreas Prioritárias para Conservação (APCs), sendo 25,33% consideradas de importância extremamente alta, 11,72% de importância muito alta, 9,81% de importância alta e 0,65% insuficientemente conhecidas. Esses números não correspondem exatamente à área do Cerrado em bom estado de conservação, pois incluem áreas a serem submetidas a recuperação ambiental.

No entanto, na atual conjuntura, as áreas vegetadas pelo Cerrado já sofreram grandes alterações, restando apenas, em vários locais, fragmentos que podem ou não serem adequados para o uso em zoneamento ecológico. A fragmentação da paisagem pode ser analisada espacialmente, gerando alternativas que assegurem a conservação da diversidade biológica em conjunto à capacidade de lidar com a complexidade sócio-ambiental da região-alvo. Desta forma é de extrema necessidade, utilidade e importância avaliarem-se a nova dinâmica de paisagem que se apresenta, bem como propor soluções e alternativas de rápida aplicação.

Assim, modelos de simulação são importantes instrumentos para testar hipóteses e verificar sua possibilidade de uso. Então, torna-se evidente a alta aplicabilidade e valor das geotecnologias na avaliação do estado atual de ambientes naturais, bem como, em propostas ambientais como, por exemplo, o estabelecimento de corredores de biodiversidade em áreas bastante degradadas, mas cuja cobertura vegetal natural tem importante relevância, como é o caso dos Cerrados.

Uma ferramenta muito eficiente que vem sendo utilizada para esse tipo de análise é o Sensoriamento Remoto. A vantagem de se usar imagens de satélite em estudos ambientais vem do seu baixo custo, disponibilidade e aplicabilidade, além da sua eficiência na obtenção de dados de cobertura do solo (Paranhos Filho *et al.*, 2008). Esses dados relacionados com os conceitos da ecologia da paisagem contribuem no planejamento ambiental, diminuindo custos e tempo na obtenção de dados sobre os distúrbios ocorridos no sistema ecológico.

Segundo Metzger (2003), como a ecologia de paisagem lida com a relação entre padrões espaciais e processos ecológicos, é necessário quantificar os padrões espaciais. Essa quantificação é possível através das métricas de paisagem que podem se dividir em duas categorias: as métricas de composição e as de disposição.

Diante de uma paisagem fragmentada, é importante identificar as Áreas de Preservação Permanente (APPs), definidas pelo Código Florestal (Brasil, 1965) como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com função ambiental de conservar os recursos hídricos, biodiversidade, proteção do solo entre outros. O estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às APPs é regulamentado pelas resoluções CONAMA nº 302 de maio de 2002 (CONAMA, 2002a) e CONAMA nº 303 de maio de 2002 (CONAMA, 2002b).

Com isso, como alternativa para conservação foram adotadas medidas como os corredores de biodiversidade, os quais podem ajudar a conservar as comunidades que se encontram isoladas nos fragmentos e seus indivíduos a se movimentarem em busca de alimento, também assim favorecendo sua variabilidade genética, tanto da fauna como da flora.

Conforme definido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC (Brasil, 2000), corredores de biodiversidade ou ecológicos são importantes instrumentos na conservação da biodiversidade em áreas naturais, principalmente em áreas florestadas e fragmentadas. Na verdade são faixas de vegetação (em ambientes terrestres) que vão ligar fragmentos ou unidades de conservação, que tenham importância para a área onde são aplicados, sobretudo para proteger a diversidade ambiental e proporcionar a possibilidade de troca genética entre as espécies.

Como estes corredores são geralmente extensas áreas geográficas localizadas em um espaço grande de fragmentos florestais, o uso de geotecnologias para auxiliar na delimitação e identificação dos melhores locais para estabelecê-los é fundamental e proporciona um resultado satisfatório, pois permitem uma análise integrada da paisagem, um zoneamento ecológico satisfatório e assim, o estabelecimento de corredores interligando o maior número possível de fragmentos e ambientes.

Nesse trabalho foi analisado o arranjo espacial das unidades de paisagem, portanto métricas de disposição, para avaliar a forma, área e complexidade das manchas de vegetação (fragmentos) distribuídas no mosaico ambiental. A unidade de trabalho escolhida para o estudo foi o Município de São Gabriel do Oeste-MS, por se tratar de uma área extensa, onde inevitavelmente ocorre grande diversidade de componentes da paisagem.

2. Objetivo

Utilizar geotecnologias, em especial o Sensoriamento Remoto para identificar áreas para o estabelecimento de Corredores de biodiversidade no Município de São Gabriel do Oeste - MS.

3. Material e Métodos

3.1. Área de Estudo

A área de estudo corresponde ao Município de São Gabriel do Oeste, com 385.600 ha, situado na região norte do Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1). A região está situada na região da bacia sedimentar do Paraná e suas redes de drenagem abrangem duas importantes sub-bacias, rio Coxim e Rio Aquidauana. A vegetação já bastante modificada pelo processo de antropismo é formada basicamente por fisionomias do domínio Cerrado, como cerrado sentido restrito e floresta semidecídua (Embrapa, 2003).

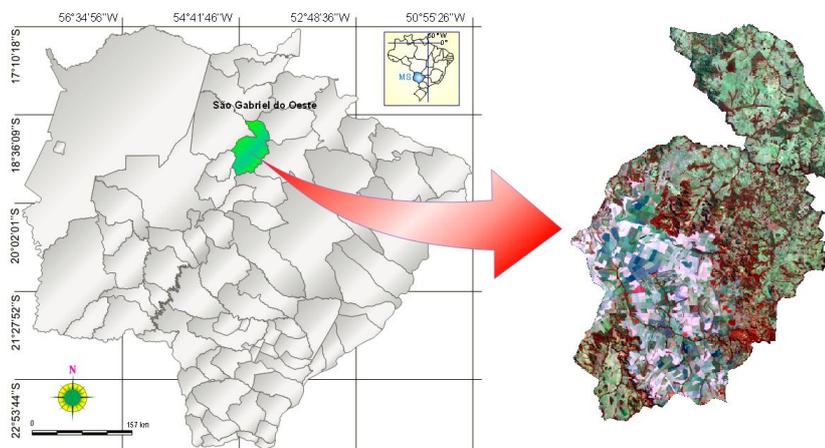


Figura 1. Mapa de localização do Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.

3.2. Processamento das Imagens de Satélite

Foi utilizada uma imagem Landsat TM (*Thematic Mapper*) Órbita-Ponto 225/073 de agosto de 2008 (INPE, 2011), que foi processada e georreferenciada utilizando o *software* PCI Geomatica 10 (PCI, 2010), validada pelos dados de campo e imagem de 2011, sendo os dados considerados correspondentes a essa data.

Para o georreferenciamento optou-se como referência uma imagem ortorretificada do *Global Land Cover Facility* (GLCF), sendo escolhida do acervo (<http://glcf.umd.edu/index.shtml>) uma Landsat sensor TM+ (*Thematic Mapper Plus*), Órbita/Ponto 225/073 (GLCF, 2011).

Em seguida essa imagem foi classificada pelo método automático supervisionado no *software* ERDAS Imagine 9.1 (ERDAS, 2006), usando o algoritmo *Maximum Likelihood*, que classifica o *Digital Number* (DN) de acordo com sua máxima semelhança a cada classe criada durante o procedimento. No mesmo *software* foi realizado o teste de acurácia, onde a matriz de erro compara os pontos de referência para os pontos classificados. Essa etapa teve o objetivo de identificar a vegetação remanescente e o resultado *raster* foi vetorializado através do algoritmo *Raster to Vector* (ERDAS, 2006).

No *software* ArcGIS 10 (ESRI, 2010) foram separadas em um novo *shape* as classes correspondentes a vegetação natural, com o algoritmo *Merge* e os fragmentos foram reamostrados de forma que cada polígono correspondesse a uma mancha de vegetação.

Com intuito de identificar as áreas mecanizáveis, foi gerada uma carta de classes das terras para mecanização, através de uma imagem SRTM fornecida pelo site da Embrapa (2005), no *software* ArcGIS 10 (ESRI, 2010), processada utilizando o algoritmo *Slope*, foram criadas classes de declividade correspondente ao limite de mecanização de solo.

A exemplo da Classificação de Capacidade de Uso das Terras (Lepsch *et al.*, 1996), as Classes de Terras para Mecanização são definidas pelo mais alto grau de limitação imposto por um, ou mais, atributos diagnósticos. Estas são em número de seis, e são representadas por números romanos, de I a VI, sendo assim definidas:

Classe I – Terras que não apresentam nenhuma restrição ao preparo mecanizado, apresentando um grau nulo de limitação à mecanização, declividade inferior a 3%.

Classe II – Terras com um grau de limitação considerado ligeiro, declividade entre 3% e 6%.

Classe III – Terras com um grau de limitação considerado moderado, declividade entre 6% e 12%.

Classe IV – Terras com um grau de limitação considerado forte, declividade entre 12% e 20%.

Classe V – Terras com um grau de limitação considerado muito forte, declividade entre 20% e 40%.

Classe VI - São terras que apresentam declividade superior a 40%, independente do grau de limitação dos demais atributos diagnósticos.

3.3. Análise da Paisagem

Os fragmentos selecionados abrangem tanto as formações florestais (Mata Seca, Mata Ciliar e Mata de Galeria) quanto à fitofisionomia cerrado sentido restrito e cerrado (formações savânicas), de acordo com a classificação de Ribeiro & Walter (1998). Os critérios utilizados na escolha dos fragmentos para conservação foram: análise espacial da distribuição das manchas de vegetação juntamente com sua área e forma.

Através do *shape* com os fragmentos, foi possível diagnosticar a fragmentação da paisagem, onde foram analisadas as variáveis relativas à área, perímetro e forma. Com os valores de área e perímetro de cada fragmento florestal, determinaram-se as características correspondentes à forma de cada fragmento com base no índice de circularidade (*compactness ratio*) ou IC, que é obtido por meio da raiz da área de cada fragmento florestal, dividido pela área circular do seu referido perímetro (Nascimento *et al.*, 2006), conforme descrito na equação 1 a seguir:

$$IC = 2 \cdot \frac{\sqrt{\pi \cdot S}}{P}$$

sendo : IC = índice de circularidade; S = área do fragmento florestal (m²); e P = perímetro do mesmo fragmento florestal (m).

O IC foi analisado em conjunto com o atributo de área dos fragmentos, como parâmetro para quantificar a estrutura da paisagem e caracterizar as manchas de vegetação que compõem o mosaico.

Os corredores de biodiversidade foram então identificados dentro das Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade

Brasileira (MMA/SBF, 2007), mapeamento disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente sobre as áreas prioritárias para conservação nos biomas brasileiros.

4. Resultados e Discussão

Através da classificação foi gerada uma carta de fragmentos identificando a vegetação nativa existente no Município (Figura 2). A classificação supervisionada automática teve 89% de acurácia, verificada no algoritmo Accuracy Assessment do software ERDAS 9.1 (2006) baseado no índice de concordância Kappa, indicando que o resultado foi satisfatório.

Foram mapeados 1342 fragmentos (Tabela 1), totalizando uma área de 108.153,6 ha de vegetação nativa, sendo que dois fragmentos apresentaram área superior a 10.000 ha, situado em Áreas de Preservação Permanente, de declividade.

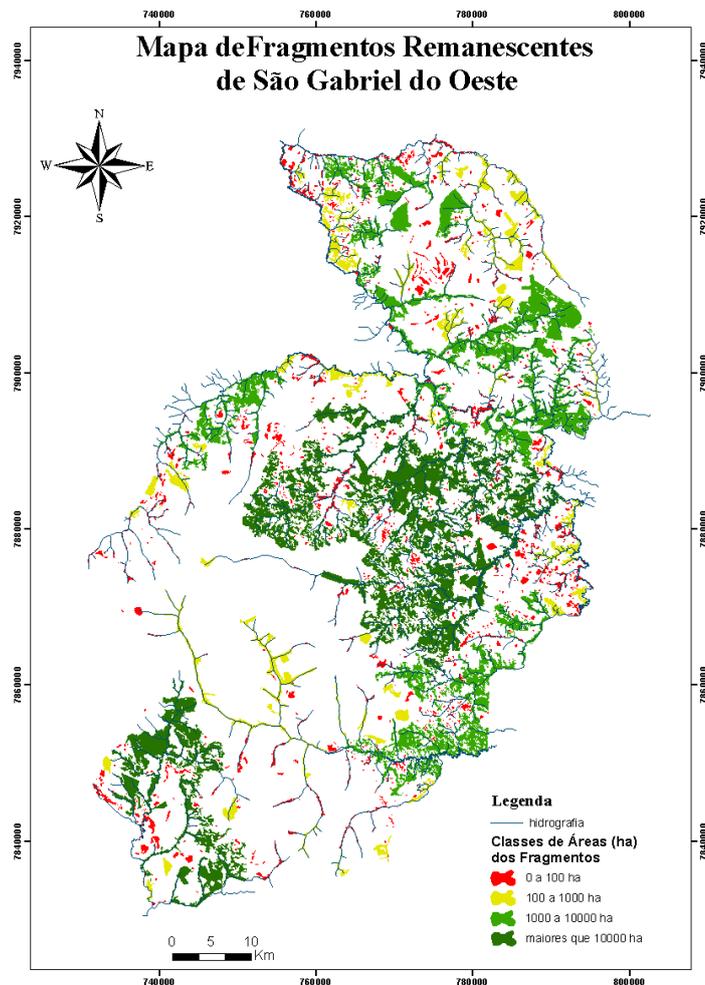


Figura 2. Mapa de Fragmentos de vegetação nativa do município de São Gabriel do Oeste, representando apenas os fragmentos de vegetação nativa.

Tabela 1. Classes de área (ha) dos fragmentos mapeados no Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.

Classes de Fragmentos (ha)	n° de ocorrência	%
até 99	943	70,26
100 a 999	327	24,36
1000 a 10000	70	5,21
> 10000	2	0,14
Total	1342	100,00

Nas classes de Índice de Circularidade (IC) foram quantificados os fragmentos acima de 100 ha, e a porcentagem em relação ao valor total de ocorrências. O Índice de Circularidade apontou os fragmentos mais sensíveis ao efeito de borda (Tabela II), pois os fragmentos menores que 99 ha apresentam-se muito suscetíveis ao efeito de borda, que é uma modificação nas áreas de contato dos fragmentos de uma vegetação. Acarretando mudanças locais quanto menores forem os fragmentos e mais isolados, deste modo, estas áreas devem ser evitadas no estabelecimento dos corredores.

Tabela 2. Classes de Índice de Circularidade dos fragmentos mapeados no Município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.

Fragmentos Florestais		
Classes de IC	N° de ocorrências	%
0 - 0,19	251	62,90
0,20 - 0,29	143	35,83
0,30 - 0,39	5	1,25
TOTAL	399	100%

Com intuito de identificar as áreas com possibilidades de exploração agrícola, foi gerada uma carta de Classes da Terra para Mecanização através de uma imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) (Embrapa, 2005), a fim de identificar quais fragmentos se encontravam em áreas com limite de mecanização (Figura 3). As classes estão de acordo com Lepesch *et al.*(1996), sendo tais informações importantes para entender a matriz onde os remanescentes estão inseridos. No caso, são áreas onde o limite de mecanização é extremamente forte, por conta da declividade, dificultando a exploração econômica dessas áreas.

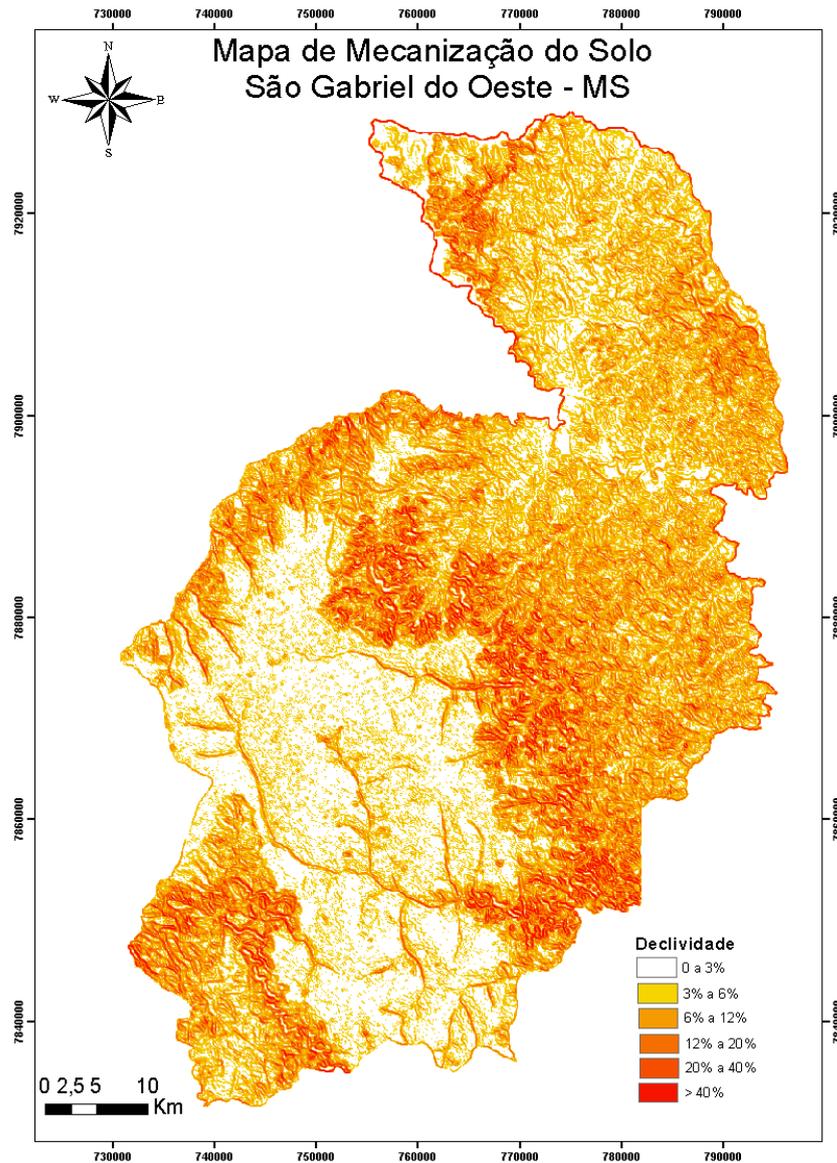


Figura 3. Carta de declividade com classes de acordo com Lepsch *et al.*, (1996), identificando os limites para mecanização dos solos e assim a exploração agrícola competitiva no município de São Gabriel.do Oeste, Mato Grosso do Sul.

Ao identificar os fragmentos, foi possível analisar as áreas com potencial para compor um corredor de biodiversidade, de acordo com a área de trabalho. Com isso foi gerada uma carta com a identificação dos corredores de biodiversidade, considerando o mapa de Áreas Prioritárias para Conservação desenvolvida pelo Ministério do Meio Ambiente (2007) (Figura 3).

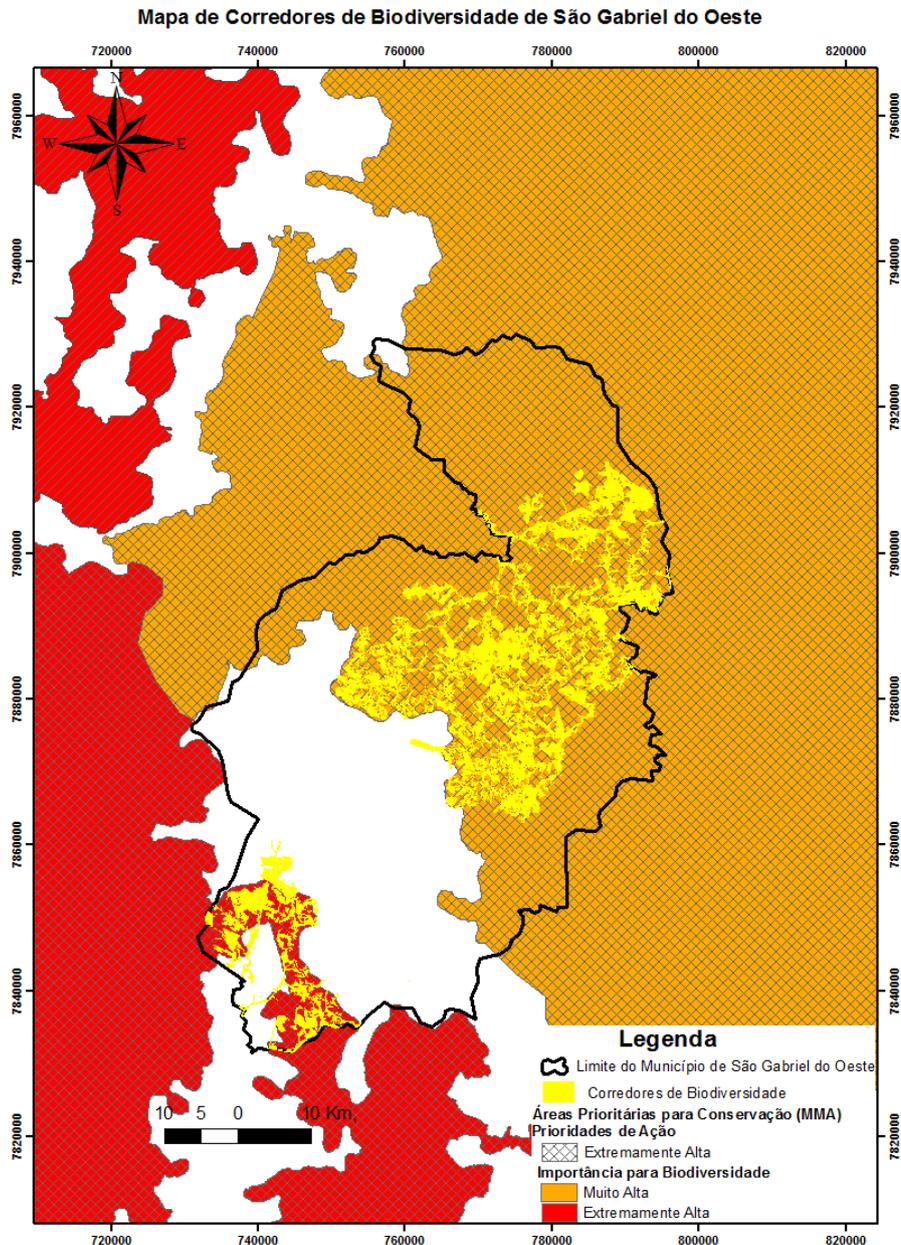


Figura 4. Mapa de identificação de corredores de biodiversidade no município de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul.

A área de estudo apresentou vários fragmentos distribuídos de forma desigual, formando grupos de muitas unidades e outros isolados por extensas áreas de pastagem e monocultura

Os fragmentos foram separados em classes (Figura 2), estando em vermelho os fragmentos menores que 99 ha, por serem áreas que merecem atenção devido a sua fragilidade a mudanças resultantes da matriz. Os fragmentos selecionados com potencial para compor o Corredor de Biodiversidade correspondem às classes acima de 100 ha e contribuem com

86,82% da cobertura vegetal nativa do Município, se apresentando distribuída como um mosaico de vegetação incluindo remanescentes florestais e áreas como as que sofreram corte raso, antigas pastagens ou áreas abandonadas.

Analisando o mapa de Classes das Terras para Mecanização (Figura 3), os dois maiores fragmentos encontrados estão em região de declividade acima de 45° (portanto em APP), sua forma é recortada em virtude do relevo, mas é favorecido ainda por estar em uma área de limite de mecanização extremamente forte.

A área que apresentou maior número de fragmentos é onde está inserida a matriz com atividade pecuária; já a presença de escarpa favoreceu a conservação da vegetação. Áreas de pastos são menos fragmentadas até porque são de grande extensão, mas são recobertas somente por vegetação rasteira e com um número muito reduzido de espécies, assim não guardam diversidade significativa; o contrário acontece com áreas de cultura (exceção para grandes extensões de monocultura). No caso, a área de atividade pecuária por estar em áreas acidentadas favoreceu a fragmentação porque em locais muito acidentados não são instituídos pastos; o potencial a erosão destes locais também contribuem para isso.

A área de chapadão comporta as duas principais bacias do Município nos quais já vêm sendo feito um trabalho de diagnóstico ambiental, com uma matriz que apresenta número reduzido de fragmentos de vegetação nativa devido ao intenso cultivo de soja.

O cálculo dos valores de IC (Tabela 2) permitiu identificar se os fragmentos de vegetação possuem tendências de formas alongadas ou circulares. Assim, os valores de IC próximos a 1 indicam fragmentos com tendência circular e, à medida que esse valor se torna menor, o fragmento apresenta-se com tendência mais alongada, com forte efeito de borda devido à atividade antrópica.

Dessa forma é interessante também observar que os valores de formas obtidos, são de remanescentes, que em sua maioria correspondem a APPs de drenagem e de morro, que geralmente são formas mais complexas. Esse fato é esperado, diante da perda de ambiente natural que se intensificou nas últimas décadas, tem resultado na formação de uma paisagem com pouca diversidade de habitat nativo, com manchas (fragmentos) isoladas e de dimensões reduzidas (Metzger, 2000).

A estratégia para a conservação dos fragmentos acima de 100 ha é criar condições para que ocorra o fluxo gênico entre populações isoladas a fim de manter a integridade ecológica nestes fragmentos. Para isso foram identificadas áreas com potencial, que possibilitem a implantação de corredores de biodiversidade (Figura IV).

O critério utilizado para escolha das áreas para estabelecimento de corredor levou em consideração a configuração espacial dos fragmentos remanescentes, priorizando fragmentos grandes em APPs e em áreas limitadas a mecanização.

Os locais para os corredores foram mapeados de acordo com o diagnóstico sobre o conhecimento existente sobre os biomas e avaliação das áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade brasileira (MMA/SBF, 2007).

Direciona as políticas de conservação da biodiversidade, e mostra que as APCs formam grandes manchas com importância biológica extremamente altas, parcialmente conectadas por áreas de importância alta ou muito alta.

São Gabriel do Oeste apresenta duas áreas (Figura 4) com prioridade de ação extremamente alta, divididas em área de importância para biodiversidade muito alta e extremamente alta. Nessas áreas estão localizados os maiores fragmentos dos do Município, em questão de área de vegetação nativa.

Diante do fato da fragmentação com a redução de áreas propícias a sobrevivência da fauna e flora, é importante que o local de implantação do corredor, esteja exposto a menor perturbação externa possível. Para isso, pode ser criada uma unidade de conservação, a fim de que a área possa ser preservada e o corredor de biodiversidade venha ser eficiente tanto na manutenção das comunidades, como reduzindo o risco de extinção local.

A área de nascentes do rio Taquari é uma das 120 áreas (20,3% da área do domínio), considerada área prioritária para conservação, na qual se sugere pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA/SBF, 2007) criação de unidades de conservação, abrangendo grande parte do Município de São Gabriel do Oeste e uma das áreas onde foi mapeado o corredor.

Já que as áreas em que se encontram propícias para os corredores são de baixo valor comercial devido ao limite de mecanização do solo, que impede a exploração agrícola, a criação desses corredores pode favorecer economicamente o Município através do ICMS ecológico, onde dos 25% destinados a cada Município, 5% estão de acordo com os critérios ambientais, que consistem na existência de unidades de conservação, áreas de Terras Indígenas e Mananciais de Abastecimento Público.

5. Conclusão

A eficiência da gestão ambiental de uma região depende em parte de levantamentos e estudos sistemáticos prévios sobre os componentes do meio físico e sua dinâmica. É imperativo o monitoramento de processos erosivos, reflorestamento de mata ciliar entre outras atividades que objetivam uma política de gestão do uso e ocupação do solo baseada, nos princípios da sustentabilidade socioambiental e de bons serviços ambientais.

Os resultados demonstraram que é possível criar corredores de biodiversidade em São Gabriel do Oeste, sem apresentar impactos negativos para o Município, pelo contrário e habilitar o Município para o ICMS ecológico. Além disso, mostra um cenário alternativo que aumente o grau de conectividade entre os fragmentos, como maximização do fluxo de indivíduos de diferentes espécies, minimizando o grau de resistência gerado pela matriz do entorno.

6. Referências

- ASF. *Software ASF Map Ready, Remote Sensing Toolkit ver. 2.1.9 (8468)*. Fairbanks/AK: University of Alaska Fairbanks, Alaska Satellite Facility. 2008.
- Brasil, 1965. Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal.
- Brasil, 2000. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § Iº, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e da outras providências.
- CONAMA. 2002a. Resolução nº 302, de 13 de maio de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente.
- CONAMA. 2002b. Resolução nº 303, de 13 de maio de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente.
- Embrapa Solos. 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, 2003
- ERDAS. Imagine. *Software versão 9.1*. Norcross, GA, USA: Leica Geosystems Geospatial Imaging. 2006.
- ESRI - Environmental Systems Research Institute Inc. 2010. ArcGIS Desktop 10. New York. CD-ROM.

- GLCF - Global Land Cover Facility/U.S. Geological, Landsat TM+ (*Thematic Mapper Plus*), Path/Row 225/073, date: 17/08/2001 site: (<http://glcf.umd.edu/index.shtml>).
- INPE. 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.
- Lepsch, I.F.; Bellinazzi, J.R.; Bertolini, D.; Espíndola, C.R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.
- Miranda, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 15 fev. 2012.
- Mittermeier, R. A.; Myers, n.; Thomsen, J. B.; fonsenca, G. A. B.; Olivieri, S. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology*, 12 (3):516-520, 1998.
- Mittermeier, R. A.; Myers, N. & Mittermeier, C. G. Hotspots: Hearts biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. New York: CEMEX, Conservation International, 1999. 430p
- Metzger, J.P. Tree functional group richness and spatial structure in a tropical fragmented landscape (SE Brazil). *Ecological Applications*10, 2000.p. 1147-1161.
- Metzger, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: Cullen Junior, L., Pádua, C. V. & Rudran, R. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Ed. UFPR/ Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p. 539-553. 667p
- MMA/SBF, (Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Biodiversidade e Florestas) Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: atualização Portaria n° 9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília: MMA, 2007.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 (24): 853-858, 2000.
- Nascimento, M.C.; Soares, V.P.; Ribeiro, C.A.A.S.; Sila,E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II1. *Revista Árvore Viçosa-MG*, v.30, n.3, p.389-398, 2006

- Paranhos Filho, Antônio Conceição. Sensoriamento Remoto ambiental aplicado: introdução às geotecnologias: material didático – Campo Grande/ MS: Ed UFMS, 2008. p 103 - 140.
- PCI. Geomatica 10 (2010). PCI Geomatics Enterprises Inc. Version 10.2. Richmond Hill, Ontário, Canadá. 2010.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In. Sano, S.M. & Almeida, S.P. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC. xii + 556p. 1998.
- Silvano, D.L., Colli, G. R., Dixo, M. B. O., Pimenta, B. V. S. & Wiederhecker, H. C. Anfíbios e répteis. p. 184 -199. In: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- USGS - United States Geological Survey Shuttle Radar Topography Mission – mission summary. 2003. <http://srtm.usgs.gov/Mission/missionsummary.html> Acesso em: 30 de novembro de 2011.

CONCLUSÕES GERAIS

Esta pesquisa permitiu a geração de diversos produtos que podem contribuir com a gestão dos recursos naturais no Município de São Gabriel do Oeste. Inseridos em um banco de dados SIG, estas informações podem ser visualizadas de forma rápida, corroborando para as decisões baseadas no máximo de dados técnicos.

Especificamente sobre os produtos gerados, há a cobertura de solo, sendo um dado fundamental para o correto zoneamento do Município, tanto para a parte antrópica quanto natural. O fato de obter-se no município São Gabriel do Oeste cerca de 25% de áreas naturais, significa uma boa condição ambiental, diferente de outras regiões do Estado de Mato Grosso do Sul, onde cada vez mais remanescente tem diminuído de área.

Pois a fragmentação de ambientes naturais tem se intensificado nas últimas décadas, por ações antrópicas que levam a inúmeras consequências aos diferentes ambientes, sobretudo pelo uso irracional e não planejado dos recursos naturais.

Nesse estudo percebemos que houve redução na cobertura de vegetação nativa do Município de São Gabriel do Oeste, de 4,11% em 23 anos. Esta redução ocorreu principalmente nas regiões de fumas, áreas de maior declividade, regiões tomadas por pastagem. Embora tenha apresentado esse resultado, algumas áreas correspondentes as APPs apresentaram regeneração de vegetação nativa.

Essas mudanças afetam os organismos presentes nos fragmentos e as possibilidades de estabelecimento de corredores biodiversidade levando a diversos de efeitos que podem levar a extinção de determinadas plantas e animais, principalmente os mais sensíveis e menos adaptados.

Portanto através de um planejamento ambiental, aliando conhecimento científico e instrumentos de políticas públicas ambientais, mostram-se nesse trabalho um cenário alternativo para a conservação da vegetação remanescente. Essa solução visa além da conservação de áreas prioritárias, aumente o grau de conectividade entre os fragmentos, como maximização do fluxo de indivíduos de diferentes espécies, minimizando o grau de resistência gerado pela matriz do entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil. 2000. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e da outras providências.
- Britez, R. M. ; Alger, K. ; Baumgartem, J. E. . 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. 1 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003, v. 1, p. 349-365.
- Carvalho, F. M.V., De Marco Júnior, P , Ferreira, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil- *Biological Conservation* 142 (2009) :p.1392–1403.
- IBGE. 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. 2010a.
- IBGE. 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. 2010b.
- IBGE. 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. 2010c.
- IBGE. 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. 2010d.
- INPE. 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. 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.

MMA/SBF, (Ministério do meio Ambiente Secretaria de Biodiversidade e Florestas) Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: atualização Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília:MMA,2007.

Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In. Sano, S.M. & Almeida, S.P. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC. xii + 556p. 1998.

ANEXO I

ANEXO II

