



# CLASSIFICAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS NOS MUNICÍPIOS DE CORGUINHO E RIO NEGRO, MS, UTILIZANDO FUSÃO DE IMAGENS CBERS

*Myrian de Moura ABDON<sup>1</sup>*

*Ana Cláudia dos Santos LUCIANO<sup>2</sup>*

*João dos Santos Vila da SILVA<sup>3</sup>*

*Marianne Silva OLIVEIRA<sup>4</sup>*

## Resumo

A degradação das pastagens pode ser definida como um processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e capacidade de recuperação natural, e é atualmente um dos maiores problemas para a pecuária brasileira. Estudos recentes com imagens de satélites de sensoriamento remoto apresentam resultados promissores para identificar e mapear diferentes níveis de degradação em pastagens. Estas imagens também permitem monitorar ao longo dos anos o processo de degradação em escala local ou regional. O objetivo do presente estudo consiste em avaliar o uso de imagens fusionadas dos sensores HRC e CCD do satélite CBERS-2B, para identificar e caracterizar áreas com pastagens degradadas nos municípios de Corguinho e Rio Negro no Estado de Mato Grosso do Sul. As imagens foram processadas utilizando o aplicativo SPRING. A classificação foi baseada na segmentação, no Maxver e na Bhattacharya gerando um mapa temático das áreas de pastagens degradadas na escala de 1:50.000

**Palavras-chave:** Pecuária. Sensoriamento remoto. Cerrado.

## Abstract

### **Classification of degraded pastures in the municipalities of Corguinho and Rio Negro, MS, using fusion of CBERS images**

The degradation of pastures can be defined as an evolutionary process of loss in vigor, productivity and natural resilience, and is currently a major problem for cattle raising in Brazil. Recent studies with remote sensing satellite images present promising results to identify and map different levels of pasture degradation. These images also allow monitoring of the degradation process at local or regional scale. The aim of the present study consists to evaluate the use of fused images of the HRC and the CCD sensors of the CBERS-2B satellite, to identify and characterize areas with degraded pastures in the municipalities of Corguinho and Rio Negro Counties, Mato Grosso do Sul State. The images were processed using the SPRING software. The classification was based on segmentation, Maxver and Bhattacharya generating a thematic map of degraded pastures at a scale of 1:50,000.

**Key words:** Cattle raising. Remote sensing. Savanna.

<sup>1</sup> Pesquisador Titular da Divisão de Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Av. dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515, 12201-970 - São José dos Campos - SP - E-mail: myrian@dsr.inpe.br

<sup>2</sup> Estudante de Graduação em Engenharia Agrícola - Unicamp. Estagiária da Embrapa Informática Agropecuária. Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041, 13083-886 - Campinas - SP - ana@cnptia.embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária. Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041, 13083-886 - Campinas - SP - E-mail: jvilla@cnptia.embrapa.br

<sup>4</sup> Bióloga formada pela Unicamp. Estagiária da Embrapa Informática Agropecuária. Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041, 13083-886 - Campinas - SP - E-mail: doizenne@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Atualmente a degradação das pastagens constitui um dos maiores problemas para a pecuária brasileira. Estima-se que 80% dos 50 a 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil Central encontram-se em estágios que vão desde o início da degradação até a ocorrência de erosões de grandes magnitudes, como voçorocas (MACEDO et al 2000).

Segundo Macedo et al (1993) a degradação de pastagens é definida como um processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e capacidade de recuperação natural, ficando suscetíveis aos efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas invasoras. Spain & Gualdrón (1991) definem degradação como sendo a diminuição considerável na produtividade potencial para as condições edafoclimáticas e bióticas a que a pastagem está submetida.

O estabelecimento de critérios para a degradação das pastagens é tarefa bastante difícil, tendo em vista a diversidade das espécies com relação às suas características morfológicas e aos ecossistemas em que são cultivadas (NASCIMENTO JÚNIOR et al 1994). No entanto, alguns estágios de degradação podem ser facilmente identificados e são próprios da maioria das pastagens, que são: distúrbio fisiológico da espécie dominante, mudança na composição botânica e invasão por novas espécies, que levam a uma redução na qualidade e na quantidade da pastagem e, em estágios mais avançados, ao desaparecimento da espécie dominante e também das invasoras, comprometendo as condições de estabilidade do solo.

Estudos recentes com imagens de satélites de sensoriamento remoto apontam resultados promissores para identificar e mapear níveis de degradação em pastagens além de permitir o monitoramento do processo de degradação em escala local e regional podendo auxiliar na implantação de medidas preventivas e/ou corretivas. Moreira e Assad (2000) identificaram cinco níveis de degradação em pastagens da região do Distrito Federal utilizando imagens Landsat –TM. Nascimento et al. (2006) identificaram três níveis de degradação (moderado, forte e muito forte) em pastagens da Zona da Mata em Minas Gerais utilizando imagens do sensor Aster do satélite Terra. Luciano et al (2009) utilizaram imagens dos sensores CCD e HRC, do satélite CBERS-2B para indicar áreas de pastagens degradadas nas bacias do ribeirão Mandioca e ribeirão Barreiro, no Estado do Mato Grosso do Sul.

## OBJETIVO

Identificar e caracterizar áreas com pastagens degradadas em parte dos municípios de Corguinho e Rio Negro, MS, utilizando fusão de imagens dos sensores CCD e HRC do satélite CBERS-2B.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no Estado do Mato Grosso do Sul abrangendo parte dos municípios de Corguinho e Rio Negro, situada entre as latitudes 19°50'28''S e 19°34'28''S e as longitudes 55°14'06''O e 55°01'08''O.

Foram selecionados pontos amostrais para coleta de informações em campo referentes à fitofisionomia e caracterização de áreas com pastagens degradadas com base em trabalhos de campo realizados no projeto "Sistema de Informação Georreferenciada como

apoio à tomada de decisão - estudo de caso: Estado de Mato Grosso do Sul" (GeoMS). Em maio de 2009 foram visitados 28 pontos na região de estudo obtendo-se fotografias, localização do ponto com GPS de navegação e informações gerais sobre o estado das pastagens. Os pontos de 1 a 23 foram verificados dia 23/05/2009 no percurso Rochedo - Taboco - Rio Negro e os pontos de 24 a 28 foram verificados dia 24/05/2009 no percurso Rio Negro - Encruzilhada do Taboco - Fazenda Altamira. As letras "D" e "E" significam respectivamente lado direito e esquerdo da estrada de acordo com a direção do percurso da tomada de pontos. A Tabela 1 foi utilizada como referência para associar os 28 pontos levantados em campo a diferentes níveis de degradação de pastagens.

Foram utilizadas imagens de 2009 do sensor CCD, bandas 2, 3 e 4, com resolução espacial de 20 m e, imagens de 2008 do sensor HRC com resolução espacial de 2,5 m. A imagem do sensor CCD corresponde à órbita/ponto 164/122 de 27 de agosto de 2008. As imagens HRC correspondem às órbitas/pontos 164\_D\_122\_2, 164\_D\_122\_3, 164\_D\_122\_4 de 27 de agosto de 2008. Ressalta-se que o período de março a setembro representa o período de menor pluviosidade na região.

A imagem CCD foi georreferenciada tomando-se como referência a imagem Landsat/ Geocover, em seguida foi aplicado o realce linear para melhor diferenciação dos alvos. As imagens HRC foram georreferenciadas tomando-se como referência a imagem CCD, em seguida foi aplicado o realce linear e finalmente as imagens foram mosaicadas.

Para melhor definição das áreas degradadas foi feita a fusão com as imagens CCD e HRC. A técnica adotada para fazer a fusão foi a transformação RGB (bandas 3, 4 e 2 do sensor CCD) para IHS (Intensidade, Saturação e Matiz) e de IHS para RGB substituindo a componente I pela imagem HRC (NAMIKAWA, 2009). Este procedimento tem a finalidade de colorir a imagem pancromática de alta resolução espacial do sensor HRC com as cores de uma imagem colorida do sensor multiespectral CCD. Para processamento e análise das imagens foi utilizado o aplicativo SPRING 4.3.3 (CÂMARA et al. 1996).

**Tabela 1 - Características das pastagens na área de estudo**

Níveis de degradação	Parâmetros limitantes	Degradação
1	Bom vigor e boa qualidade	Leve
2	Baixo vigor, baixa qualidade e baixa população	Moderada
3	Baixo vigor, baixa qualidade e baixa população, associada à presença de invasoras e/ou cupins.	Forte
4	Baixo vigor, baixa qualidade e baixa população, associada à presença de invasoras, cupins e solo descoberto.	Muito forte

Fonte: Adaptado de SPAIN; GUALDRON (1991) e MOREIRA; ASSAD (2000).

Para aplicação da fusão as imagens CCD foram restauradas e reamostradas. A restauração corrige as distorções inseridas pelo sensor na geração das imagens e os parâmetros dependem das características do sensor. O uso desta técnica permite gerar a partir da imagem de uma banda CCD com resolução espacial de 20 m uma nova imagem com resolução espacial de 10 m. A reamostragem reduz o tamanho do pixel das bandas CCD restauradas de 10 para 2,5 m. Para isso as bandas foram recortadas com o mesmo retângulo envolvente da imagem HRC e, em seguida, utilizado o interpolador bilinear para garantir uma transição suave de cores entre pixels.

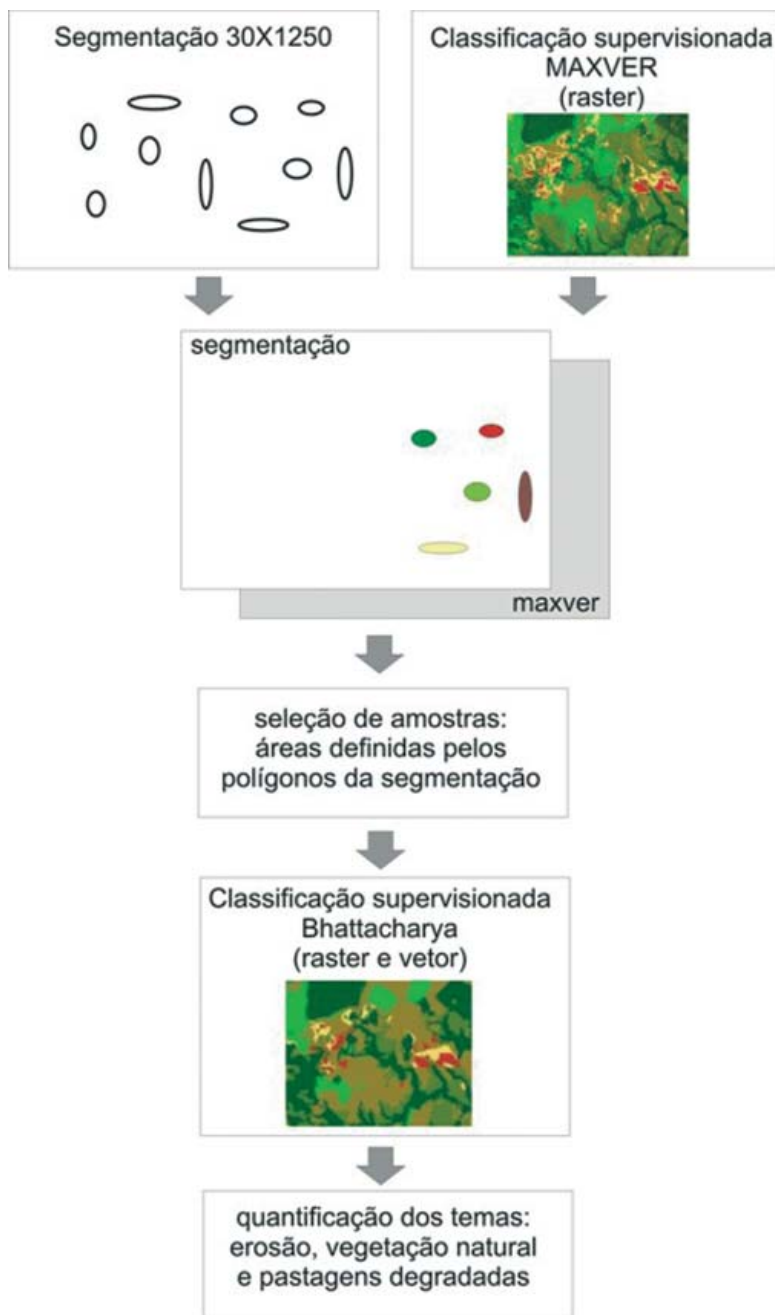
Para fazer a fusão da imagem de alta resolução com a de média resolução espacial aplicou-se na imagem CCD, composição 3R4G2B, a transformação para as componentes IHS. Dessa forma foram geradas as componentes intensidade (I), matiz (H) e saturação (S). Em seguida, na transformação de volta para cores RGB a componente Intensidade foi substituída pela imagem HRC realçada, gerando uma imagem colorida com resolução espacial de 2,5 m.

A figura 1 representa o diagrama do processo metodológico utilizado para a elaboração do mapa de áreas degradadas na região estudada. Numa primeira etapa, áreas de pastagens foram diferenciadas utilizando-se o algoritmo MAXVER (classificação por máxima verossimilhança) implementado no aplicativo SPRING (SPRING, 2009). Este algoritmo utiliza apenas a informação espectral isoladamente de cada pixel para reconhecer padrões e objetos homogêneos em toda a imagem e considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos (MATHER, 2004). O MAXVER foi aplicado no conjunto de imagens fusionadas geradas na etapa anterior deste trabalho e as amostras para o treinamento foram adquiridas com cursor retangular em áreas previamente visitadas em campo, considerando-se um limiar de aceitação igual a 99%.

A imagem classificada por MAXVER em toda a área de estudo resultou em muitos polígonos o que tornou inviável o processo de poligonalização devido ao longo tempo de processamento gasto, visando uma futura edição e quantificação de áreas. No entanto, numa avaliação visual das áreas discriminadas e com base nos dados de campo, foi possível observar que a classificação teve excelente desempenho destacando as áreas com diferentes níveis de degradação dentro da mesma invernação. Para otimizar o tempo de processamento e eliminar os polígonos pequenos que não tinham significado na interpretação dessa área, optou-se por uma nova classificação supervisionada, a qual seria subsidiada pela imagem raster classificada no MAXVER, mediante escolha de amostras nas áreas homogêneas diferenciadas.

A imagem fusionada da área de estudo foi então submetida a uma divisão em regiões espectralmente homogêneas a partir de um processo automático conhecido por segmentação por crescimento de regiões (SPRING, 2009). Para segmentar a área de estudo deste trabalho, foram adotados os valores de 30 para limiar de similaridade e 1250 pixels para limiar de área.

Foi então utilizado o classificador supervisionado Bhattacharya (limiar de aceitação 99%) (MATHER, 2004) e a seleção de amostras teve por base os polígonos da segmentação subsidiados pelas classes diferenciadas pelo MAXVER. Em seguida foi realizada uma pós-classificação automática, com peso igual a 2 e limiar igual a 5, para eliminar pixels isolados e procedeu-se o mapeamento das classes. Finalmente foi elaborado o mapa temático com quatro (4) classes relacionadas a diferentes estados de degradação das pastagens, uma (1) classe de solo exposto relacionada às áreas com presença de erosão e uma (1) classe com áreas ocupadas por vegetação natural.



**Figura 1 - Diagrama da metodologia para a elaboração do mapa de áreas degradadas**

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

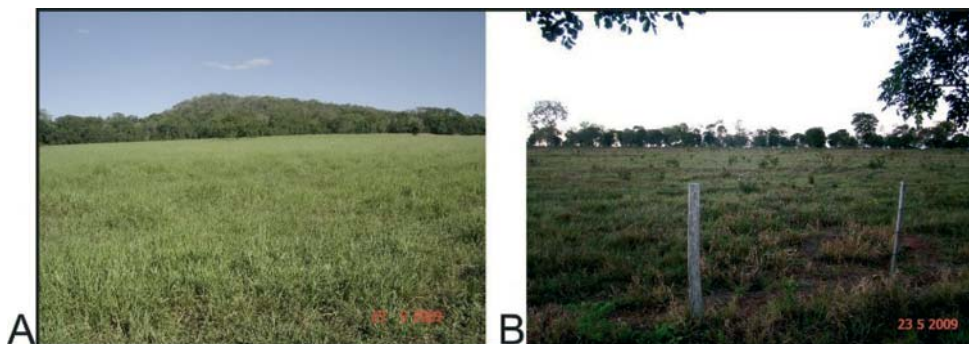
Na tabela 2 pode ser verificada a classificação dos pontos observados em campo de acordo com as classes de degradação de pastagens descritas na tabela 1. Foram identificados 55 polígonos os quais subsidiaram a classificação MAXVER da imagem.

**Tabela 2 - Informações obtidas em trabalhos de campo na área de estudo, nos dias 23 e 24 de maio de 2009**

Ponto	Coordenadas Lat/Long	Estado da pastagem observada *	Classe da área observada
1	19°48'41.8"S 55°01'28.2"O	D: Pastagem com invasoras E: Pastagem com invasoras e solo exposto	4 4
2	19°47'39.0"S 55°02'58.2"O	D: Pastagem com baixa densidade E: Pastagem com cupins esparsos	2 2
3	19°47'40.8"S 55°03'21.4"O	D: Pastagem com baixa densidade E: Pastagem com cupins esparsos	2 2
4	19°47'47.2"S 55°03'37.7"O	D: Pastagem super pastejada E: Pastagem com solo exposto e cupins	2 3
5	19°47'54.4"S 55°05'22.2"O	D: Pastagem com solo exposto E: Pastagem em bom estado	1 1
6	19°47'55.7"S 55°07'02.8"O	D: Pastagem com invasora e cupins E: Pastagem em bom estado	3 1
7	19°47'57.6"S 55°07'10.6"O	D: Pastagem com cupins E: Pastagem com invasoras	3 3
8	19°48'35.5"S 55°08'13.1"O	D: Pastagem com invasoras E: Pastagem com baixa densidade	3 2
9	19°49'17.7"S 55°08'59.9"O	E: Pastagem em bom estado	1
10	19°49'54.3"S 55°09'48.9"O	D: Pastagem em bom estado E: Pastagem com solo exposto e invasoras	1 3
11	19°46'14.7"S 55°06'32.0"O	D: Pastagem com invasoras E: Pastagem com invasoras e manchas de solo exposto. E: (400 m a frente) Pastagem com invasoras e manchas de solo exposto	3 4 4
12	19°44'52.7"S 55°08'20.9"O	D: Pastagem com invasoras E: Pastagem em bom estado	3 1
13	19°43'59.9"S 55°10'08.0"O	D: Pastagem com poucas invasoras E: Pastagem com baixa densidade	2 2
14	19°44'38.4"S 55°11'46.9"O	D: Pastagem com invasoras E: Pastagem em bom estado	3 1
15	19°44'00.8"S 55°09'32.5"O	D: Pastagem com cupins E: Pastagem com cupins	3 3
16	19°42'36.7"S 55°08'31.5"O	D: Pastagem com invasoras E: Pastagem com invasoras	3 3
17	19°41'10.6"S 55°08'28.4"O	D: Pastagem com cerrado E: Pastagem com invasoras	3 3
18	19°39'08.8"S 55°09'21.7"O	D: Pastagem em bom estado E: Pastagem com baixa densidade	1 2
19	19°35'51.8"S 55°07'42.7"O	D: Pastagem com poucas invasoras E: Pastagem com baixa densidade	2 2
20	19°35'19.6"S 55°06'00.7"O	D: Pastagem em bom estado E: Pastagem em bom estado	1 1
21	19°35'08.9"S 55°03'42.9"O	D: Pastagem com poucas invasoras E: Pastagem com poucas invasoras	2 2
22	19°35'01.6"S 55°01'54.6"O	D: Pastagem com invasoras e poucos cupins E: Pastagem em bom estado	2 1
23	19°36'54.2"S 55°10'06.1"O	D: Pastagem com baixa densidade E: Pastagem com invasoras	2 3
24	19°36'00.1"S 55°12'00.8"O	E: Pastagem com invasoras	3
25	19°35'36.1"S 55°12'41.8"O	D: Pastagem com invasoras e solo exposto E: Pastagem com invasoras	4 3
26	19°35'12.3"S 55°13'21.3"O	D: Pastagem com invasoras E: Pastagem com mata ciliar ao fundo	3 2
27	19°34'53.4"S 55°13'53.4"O	D: Pastagem com baixa densidade E: Pastagem com invasoras	2 3
28	19°35'32.1"S 55°07'30.8"O	D: Pastagem ao redor de vereda de buritis E: Pastagem ao redor de vereda de buritis	2 2

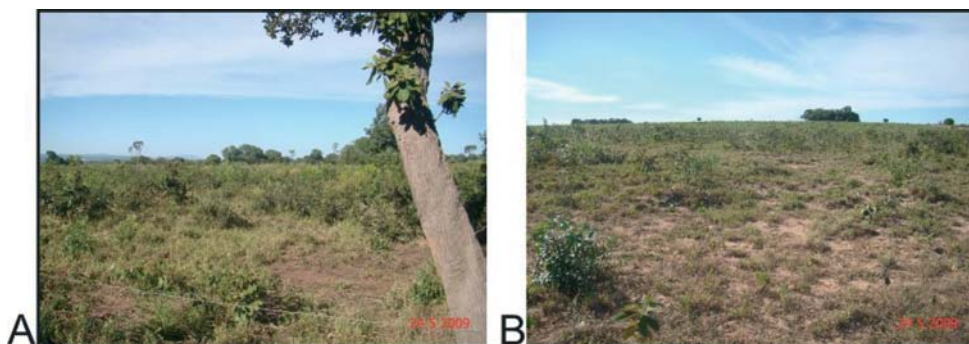
\* D e E: Observações obtidas nos lados direito e esquerdo da estrada percorrida no campo, respectivamente.

Nas figuras 2 e 3 encontram-se exemplificadas os quatro estados de conservação das pastagens observadas na área durante o trabalho de campo. Os dados de campo demonstraram que apenas 20% das 55 áreas observadas nos 28 pontos apresentaram pastagens com bom vigor e boa qualidade enquadradas na classe 1, conforme exemplo da figura 2 (A). Na classe 2 foram incluídos 35% das áreas nas quais foram observadas pastagens com baixo vigor, qualidade e baixa população, com presença de poucas invasoras ou poucos cupins conforme exemplo da figura 2 (B).



**Figura 2 - Exemplos de pastagens em boa condição de conservação das classes 1 (A) e 2 (B)**

Na classe 3 foram incluídas as pastagens com baixo vigor, qualidade e baixa população, associadas com a presença significativa de invasoras e/ou cupins, estado este observado em 36% das áreas. As áreas de pastagem degradadas com baixo vigor, baixa qualidade e baixa população, associadas com a presença de invasoras, cupins e solo descoberto, muitas vezes em grandes manchas, foram incluídas na classe 4 e observadas em 9% das áreas nos pontos de campo. Exemplos das classes 3 e 4 podem ser observados na figura 3 (A e B), respectivamente.



**Figura 3 - Exemplos de pastagens degradadas enquadradas nas classes 3 (A) e 4 (B)**

A fusão das imagens CCD e HRC possibilitou obter uma imagem colorida com alta resolução espacial como pode ser observado na figura 4 na qual também é apresentada a distribuição dos 28 pontos visitados no trabalho de campo.

Na classificação MAXVER dos temas de pastagem degradada obteve-se um desempenho médio de 67,2 %, uma abstenção média de 0,1 % e uma confusão média de 32,7 %. Esses dados foram considerados aceitáveis pelos autores em função da já esperada confusão observada entre as classes 3 e 2 (21% da classe 3 se confunde com a classe 2). A grande variabilidade de respostas espectrais advindas dos alvos agrupados na classe 3, tais como, pastagens com invasoras de tamanhos e densidades diferentes, pastagens com cupins de densidades diferentes e também pastagens com ocorrência de cupins e invasoras concomitante, justifica o nível de confusão entre essas duas classes citadas. A classe 4 apresentou uma porcentagem de confusão de 14% com a classe 3 o que também se justifica pelo baixo grau de cobertura do solo encontrado em algumas áreas de pastagens degradadas, classificadas no tema 3.

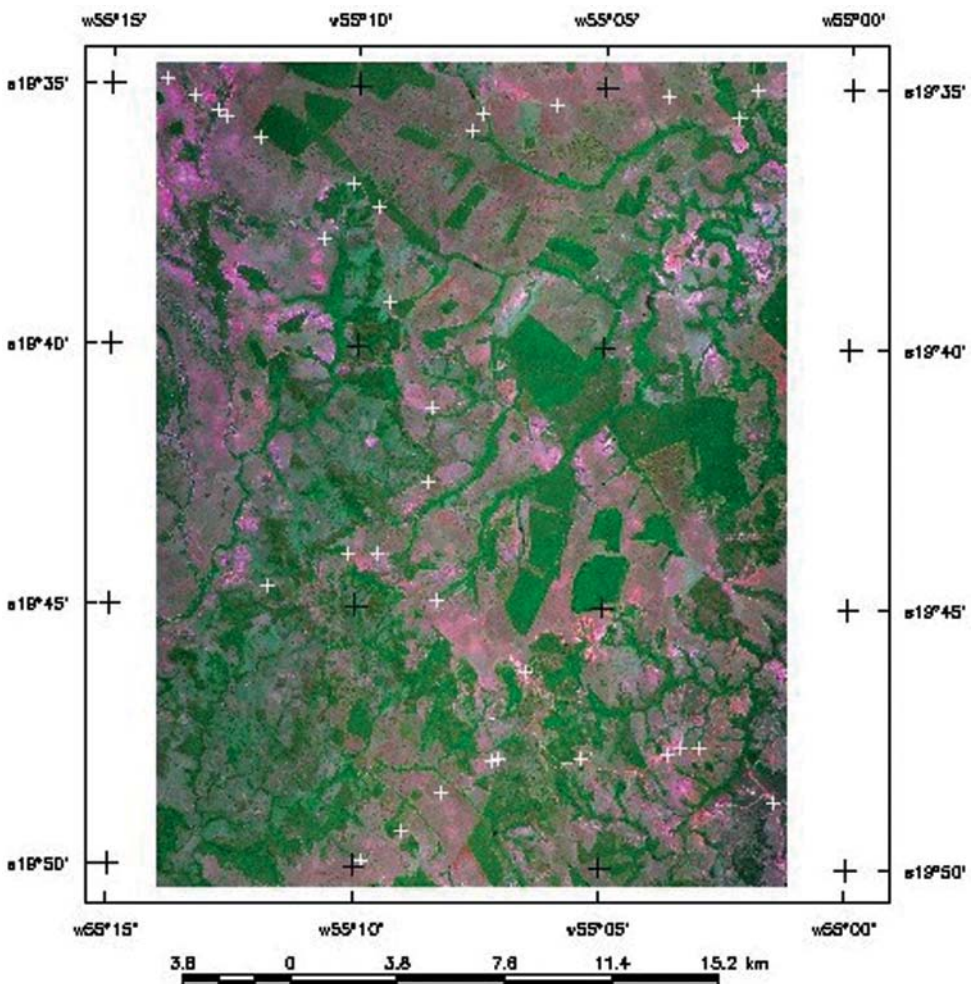


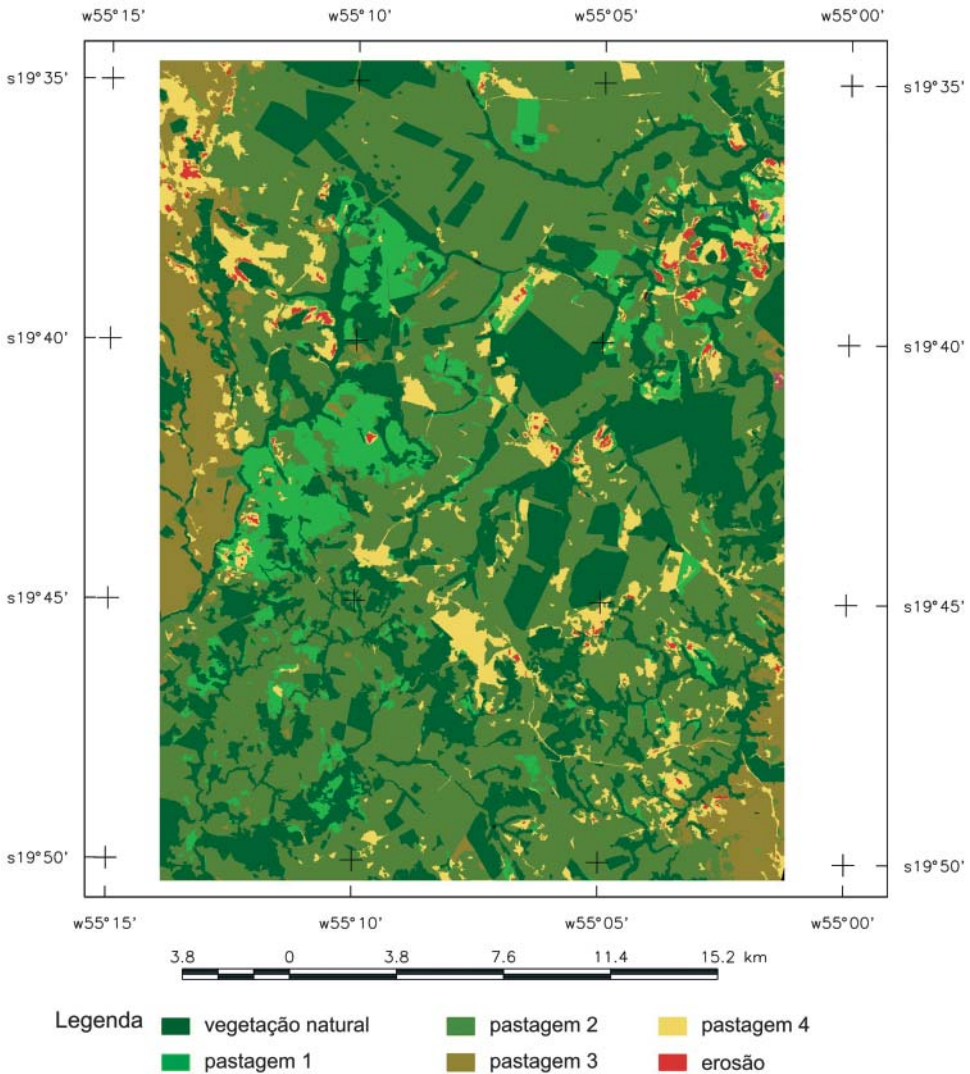
Figura 4 - Área de estudo em composição colorida com imagens fusionadas com os pontos observados em campo, assinalados em cruzes brancas



Na tabela 3 encontram-se quantificados os 6 temas relacionados às áreas ocupadas predominantemente por cada classe diferenciada pelo método de classificação Bhattacharya. Na figura 5 pode ser observado o mapa elaborado com a diferenciação das seguintes classes: solo exposto com erosão, vegetação natural e quatro classes de pastagem com diferentes níveis de conservação. A área de estudo total foi quantificada em 644,86 km<sup>2</sup> e as áreas não associadas à classe nenhuma abrangeram 0,65 km<sup>2</sup>, correspondendo a 0,1% da área total.

**Tabela 3 - Área das classes diferenciadas pela classificação Bhattacharya**

Classe	Conteúdo da classe	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Erosão	Solo exposto por erosão	4,14	0,64
Pastagem 1	Pastagem com bom vigor e boa qualidade	49,83	7,73
Pastagem 2	Pastagem com baixo vigor, baixa qualidade e baixa população	327,11	50,73
Pastagem 3	Pastagem com baixo vigor, baixa qualidade e baixa população, associada com a presença de invasoras e/ou cupins.	48,48	7,52
Pastagem 4	Pastagem com baixo vigor, baixa qualidade e baixa população, associada com a presença de invasoras, cupins e solo descoberto.	43,19	6,69
Vegetação natural	Cobertura vegetal predominante de Cerrado e Florestas Aluviais.	171,46	26,59



**Figura 5 - Mapa de classes de degradação de pastagem**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

As imagens fusionadas permitem uma discriminação visual boa dos temas vegetação natural, erosão, pastagem com bom vigor e boa qualidade com degradação leve (pastagem 1) e pastagem com baixo vigor, baixa qualidade e baixa população, associada com a presença de invasoras, cupins e solo descoberto com degradação muito forte (pastagem 4) observados na área de estudo.

No entanto, avaliações e classificações digitais se fazem necessárias devido à grande variedade no estado de conservação das pastagens com baixo vigor, baixa qualidade e baixa população com degradação moderada (pastagem 2) e pastagens com baixo vigor, baixa qualidade e baixa população, associadas com a presença de invasoras e/ou cupins com degradação forte (pastagem 3). Visualmente torna-se difícil discriminar pastagens dessas classes devido à alta variabilidade na densidade de ocupação por invasoras, à alta densidade de indivíduos que ocupam o solo e, à alta densidade de ocupação da pastagem por cupins.

O classificador MAXVER, utilizado com amostras obtidas por cursor em áreas previamente conhecidas, diferencia muito bem as classes de áreas degradadas consideradas nesse trabalho. No entanto, pelo fato de ser um classificador por pixel, gera um número muito grande de polígonos pequenos o que torna o produto desta classificação inviável para se trabalhar em áreas grandes. Já a classificação pelo método Bhattacharya, que é um classificador de imagem por região, classifica conjuntos de pixel gerando áreas mais contínuas e, conseqüentemente menos polígonos, ganhando em tempo de processamento.

O mapa gerado nesse trabalho não pode ainda ser considerado um produto final para planejamento e gestão ambiental, mas sim um mapa indicativo de áreas ocupadas predominantemente pelas classes avaliadas.

Em futuros trabalhos de campo recomenda-se a obtenção de fotografias verticais a poucos metros da superfície. Isto permite obter dados de diferentes proporções de cobertura do solo pelas pastagens, o que contribuiria para estabelecer melhores padrões dos diferentes níveis de conservação das pastagens, na medida em que são obtidos dados sobre densidade da cobertura do solo.

## AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi financiada parcialmente com recursos do Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, por meio do projeto GeoMS, convênio 008/2006 Embrapa/IMAP/Fundapam.

## REFERÊNCIAS

CÂMARA, G. et al. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, v.20, n. 3, p. 395-403, 1996.

LUCIANO, A. C. S.; ABDON, M. M.; SILVA, J. S. V. Indicação de áreas de pastagens degradadas nas bacias do ribeirão Mandioca e ribeirão Barreiro a partir de imagens CBERS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá, MS. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2009. p. 877-885. CD-ROM.

MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; OLIVEIRA, M. P. Seasonal changes in the chemical composition of cultivated tropical grasses in the savanas of Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. v. 3, p. 2000-2002.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA- CNPQC, 2000. 4 p. (Comunicado Técnico, 62).

MATHER, P.M. **Computer processing of remotely-sensed images**: an introduction. 3 ed. Chichester: John Wiley&Sons, 2004. 324p.

MOREIRA, L.; ASSAD, E. D. Segmentação e classificação supervisionada para identificar pastagens degradadas. WORKSHOP BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA, 2, 2000, São Paulo. **Anais...**, São Paulo: SBC, 2000. 15p.

NAMIKAWA, L.M. **Fusão de Imagens do satélite CBERS-2B no SPRING**. Disponível em: <<http://wiki.dpi.inpe.br> >. Acesso em: 21 ago. 2009

NASCIMENTO, M. C. et al. Uso de imagens do sensor ASTER na identificação de níveis de degradação em pastagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.196-202, 2006.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D. S.; SANTOS, M. V. F. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. 325p.

SPAIN, J. M.; GUALDRÓN, R. Degradação e rehabilitación de pasturas. In: LASCANO, C.; SPAIN, J. M. (Ed.). **Establecimiento y renovación de pasturas**. Cali: CIAT, 1991. 426p.

SPRING. **Manual do Spring: Tutorial de Geoprocessamento/Segmentação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/segmentacao.html>>. Acesso em: 21 ago. 2009.