

Metodologias para Mapeamento de Pastagens Degradadas no Cerrado





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1676-918X

Dezembro, 2002

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 70

Metodologias para Mapeamento de Pastagens Degradadas no Cerrado

Edson Eyji Sano
Heleno da Silva Bezerra
Alexandre de Oliveira Barcellos
Roberto Rosa

Planaltina, DF
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73301-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Supervisão editorial: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Capa: *Chaile Cherne Soares Evangelista*

Editoração eletrônica: *Jussara Flores de Oliveira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza /*

Jaime Arbués Carneiro

1ª edição

1ª impressão (2002): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Cerrados.

M593 Metodologias para mapeamento de pastagens degradadas no cerrado / Edson Eyji Sano ... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2002.

22 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 70)

1. Pastagem - cerrado. 2. Degradação ambiental - cerrado.
I. Sano, Edson Eyji. II. Série.

633.2 - CDD 21

© Embrapa 2002

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Identificação de espécies forrageiras cultivadas	8
Discriminação de níveis de degradação	13
Resultados e Discussão	15
Identificação de espécies forrageiras cultivadas	15
Discriminação de níveis de degradação	18
Conclusões	21
Referências Bibliográficas	21

Metodologias para Mapeamento de Pastagens Degradadas no Cerrado

*Edson Eyji Sano*¹

*Heleno da Silva Bezerra*²

*Alexandre de Oliveira Barcellos*³

*Roberto Rosa*⁴

Resumo – Desde o início da década de 1970, o Bioma Cerrado vem sendo intensamente ocupado para produção de carne bovina. Segundo dados do Censo Agropecuário do IBGE de 1995/1996, nesse ecossistema, existem 49,5 milhões de hectares de pastagens cultivadas concentradas nos Estados de Goiás (14.150.900 hectares), Mato Grosso do Sul (11.970.463 hectares) e Mato Grosso (8.884.790 hectares). A maioria das pastagens cultivadas do Cerrado vem apresentando níveis alarmantes de degradação, requerendo a implementação de um programa racional e economicamente viável de recuperação. Visando a fornecer subsídios para um programa dessa natureza, nesse estudo, avaliou-se a possibilidade de identificar os principais tipos de pastagens cultivadas do Cerrado e os seus diferentes níveis de degradação. Dados radiométricos de campo obtidos em áreas ocupadas com *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*, *Andropogon gayanus* cv. *Planaltina* e *Panicum maximum* cv. *Tanzania* (áreas-teste no Distrito Federal e Município de Uberlândia, MG) mostraram que é possível identificar as espécies mais importantes de pastagens cultivadas no Cerrado e alguns dos seus níveis de degradação. Porém, o tipo de manejo adotado pelos pecuaristas pode dificultar a discriminação dos diferentes níveis de degradação.

Termos para indexação: cerrado, pastagens cultivadas, degradação de pastagens.

¹ Geól., Ph.D., Embrapa Cerrados - sano@cpac.embrapa.br

² Geógr., B.Sc., Embrapa Cerrados - heleno@cpac.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Cerrados - barcello@cpac.embrapa.br

⁴ Geógr., Dr., Universidade Federal de Uberlândia - Departamento de Geografia - Av. João Naves de Ávila, 2160 Campus Santa Mônica - Sala 1H03 – CEP 38408 -100 Uberlândia, MG - rrosa@ufu.br

Methods for Mapping Degraded Pasture Fields over the Brazilian Cerrado

Abstract – *Since the seventies, the Cerrado biome has been intensely occupied for meat production. According to the IBGE's Agricultural Census of 1995/96, there are 49.5 million hectares of cultivated pastures in this ecosystem. A large portion of these pastures are concentrated in the States of Goiás (14,150,900 hectares), Mato Grosso do Sul (11,970,463 hectares) and Mato Grosso (8,884,790 hectares). Nowadays, most of the Cerrado's cultivated pastures present significant degradation levels, requiring the implementation of a cost effective reclamation program. In order to provide inputs for such a program, this study evaluated the possibility of identifying the major species of cultivated pastures in the Cerrado and their different degradation levels. Field radiometric data obtained in areas covered by *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina and *Panicum maximum* cv. Tanzania (test sites located in Federal District and municipality of Uberlândia, MG) showed that it is possible to identify the major types of the Cerrado cultivated pastures, including some of their degradation levels. However, the type of management used by farmers can decrease the spectral discrimination significantly.*

Index terms: cerrado; cultivated pasture; pasture degradation.

Introdução

O Cerrado é o bioma que tem sofrido as pressões antrópicas mais fortes no Brasil decorrentes, principalmente, das atividades de produção de carne bovina. Na década de 1970, as áreas ocupadas por pastagens cultivadas no Cerrado atingiam cerca de 10 milhões de hectares; nos dias atuais, passou para aproximadamente 50 milhões. Segundo [Klink & Moreira \(2002\)](#), entre 1970 e 1975, a velocidade média anual de desmatamento no Cerrado era de 40.600 km² por ano, cerca de 1,8 vez maior que o desflorestamento na Amazônia. Vários fatores inter-relacionados foram os responsáveis por essa expansão, podendo-se destacar o aumento da demanda mundial por alimentos; a implantação de programas federais de desenvolvimento como o POLOCENTRO e PRODECER, associada a subsídios para aquisição de terras, fertilizantes, herbicidas e equipamentos; e a construção de Brasília, com conseqüente melhoria na infra-estrutura ao seu redor ([Macedo, 1995](#); [Ratter et al., 1997](#)).

No entanto, devido a diferentes níveis de degradação, a produtividade dessas pastagens instaladas tem sido muito baixa (menos de 1 unidade animal/ha) em razão dos diferentes níveis de degradação presentes nessas pastagens. Entende-se por degradação de pastagens a “perda de vigor, de produtividade, da capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e a qualidade exigidos pelos animais, assim como o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras” ([Macedo & Zimmer, 1993](#)). A degradação é normalmente causada pela incompatibilidade do germoplasma com o meio, o manejo inadequado de pastagens, a fertilização de reposição deficiente, a compactação dos solos e o uso indiscriminado do fogo, entre outros fatores ([Barcellos, 1986](#)). Um trabalho que merece ser ressaltado aqui é o do [Spain & Gualdrón \(1988\)](#) que definiram seis níveis de degradação, baseados em alguns parâmetros limitantes como vigor e qualidade, presença de invasoras, cobertura de solos e erosão.

Segundo [Veiga \(1986\)](#), a recuperação de pastagens degradadas é viável em termos biológicos e econômicos e deve ser tentada antes de se optar pela abertura de novas áreas. Algumas técnicas relativamente econômicas e eficientes de se recuperar tais áreas são: o uso de leguminosas forrageiras ([Couto et al., 1985](#)) ou de cultivos anuais associados (por exemplo, arroz) ([Carvalho et al., 1990](#); [Kluthcouski et al., 1991](#)). Entretanto, a implementação de um programa de recuperação numa escala regional (por exemplo, no âmbito do Cerrado, com

204 milhões de hectares) é dificultada pela inexistência de mapeamentos atualizados e precisos de pastagens cultivadas e seus diferentes níveis de degradação.

A alternativa mais viável para a obtenção de tais mapeamentos é por meio de imagens de satélite. [Assad et al. \(1991\)](#) obtiveram uma diferenciação promissora entre *B. humidicola*, *B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *A. gayanus cv. Planaltina* na faixa espectral do infravermelho próximo (760 a 900 nm). [Gomide & Assad \(1990\)](#) avaliaram, com sucesso, a distribuição da espécie *Andropogon* em três áreas do Cerrado (Municípios de Unaí, MG e os Municípios goianos de Silvânia e São Miguel do Araguaia) pela interpretação de imagens multitemporais do Landsat/TM. Este estudo teve os seguintes objetivos: (a) analisar o potencial do Sensoriamento Remoto para mapear os principais tipos de pastagens cultivadas do Cerrado; e (b) analisar o potencial do Sensoriamento Remoto para identificar os diferentes níveis de degradação em pastagens cultivadas do Cerrado.

Material e Métodos

Identificação de espécies forrageiras cultivadas

Ao longo da rodovia federal BR-020, próximo à sede do Município goiano de Formosa, na porção leste do DF, foi selecionada uma área de estudo (15°33'10" e 15°36'50" de latitude Sul; e 47°25'00" e 47°28'30" de longitude Oeste) contendo os seguintes tipos de pastagens cultivadas, representativas do Bioma Cerrado: *Andropogon gayanus cv. Planaltina*, *Brachiaria brizantha cv. Marandu*, *Brachiaria decumbens*, níveis baixo e médio de degradação e *Panicum maximum cv. Tanzânia* ([Figuras 1a, 1b, 1c, 1d e 1e](#)). À exceção da *B. decumbens* que apresentou dois níveis de degradação, todas as demais apresentaram níveis médios de degradação. No estudo original, havia uma terceira pastagem com *B. decumbens* com nível alto de degradação, porém, teve de ser abandonada no decorrer dos trabalhos em função de essa pastagem ter sido substituída por uma plantação com soja. A classificação desses níveis de degradação em baixo, médio e alto foi adaptada do trabalho de [Spain & Gualdrón \(1988\)](#). Nesse sentido, o nível baixo de degradação corresponde à classe 1 desse estudo; o nível médio corresponde à classe 2; e o nível alto, às classes 3, 4, 5 ou 6.

Foto: Edson Eyji Sano.



Figura 1a. Vista panorâmica da pastagem cultivada com *Andropogon gayanus* cv. *Planaltina* no Distrito Federal (10 de outubro, 2000).

Foto: Edson Eyji Sano.



Figura 1b. Vista panorâmica da pastagem cultivada com *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* no Distrito Federal (10 de outubro, 2000).

Foto: Edson Eyji Sano.



Figura 1c. Vista panorâmica da pastagem cultivada não degradada com *Brachiaria decumbens*, nível baixo de degradação no Distrito Federal (10 de outubro, 2000).

Foto: Edson Eyji Sano.



Figura 1d. Vista panorâmica da pastagem cultivada com *Brachiaria decumbens*, nível médio de degradação no Distrito Federal (10 de outubro, 2000).

Foto: Edson Eyji Sano.



Figura 1e. Vista panorâmica da pastagem cultivada com *Panicum maximum* cv. *Tanzânia* no Distrito Federal (10 de outubro, 2000).

Essa parte do estudo foi baseada na análise de dados de radiometria de campo, obtidos com o radiômetro Exotech da CODEVASF, Brasília, DF. Tais medidas foram tomadas em três datas distintas: 10 de outubro de 2000 (início da estação chuvosa); 7 de fevereiro de 2001 (estação chuvosa); e 6 de setembro de 2001 (estação seca). Esse radiômetro opera com um ângulo de visada de 10° e quatro filtros que simulam as quatro primeiras bandas do satélite Landsat/TM (banda 1 = $0,45 - 0,52 \mu\text{m}$; banda 2 = $0,52 - 0,60 \mu\text{m}$; banda 3 = $0,63 - 0,69 \mu\text{m}$; e banda 4 = $0,76 - 0,90 \mu\text{m}$). Nesse estudo, somente as duas últimas faixas espectrais foram analisadas (a análise completa das quatro bandas está em fase de execução).

A radiometria de campo foi obtida em três transectos denominados de T1, T2 e T3, com 100 metros de comprimento, orientados na direção norte-sul e afastados 100 metros entre si. Por convenção, denominaram-se T1 e T3 àqueles transectos situados nos extremos leste e oeste, respectivamente. Para cada transecto, foi obtida uma medida a cada 10 metros, totalizando de 10 a 11 medidas por transecto, a uma altura de 1,5 m ([Figura 2](#)). As medidas foram

feitas, observando-se o intervalo de tempo de 2,5 horas (9 as 11h30 horas). Essas medidas, originalmente registradas em potência (Volts), foram convertidas para fatores de reflectância. Para isso, as voltagens dos alvos foram divididas pelas voltagens de uma placa de referência de Ba_2SO_4 , a qual apresenta uma reflectância teórica ideal, igual a uma unidade.



Foto: Edson Eyji Sano.

Figura 2. Exemplo de coleta de dados radiométricos no campo numa área com *B. decumbens*, nível médio de degradação (10 de outubro, 2000).

Discriminação de níveis de degradação

Para avaliar a possibilidade de discriminar níveis de degradação em pastagens cultivadas, foi selecionada uma área-teste situada a sudoeste do Município de Uberlândia (MG), no interflúvio dos Ribeirões Panga e Douradinho, entre as coordenadas 19°05'07'' e 19°06'12'' de latitude Sul e 48°35'08'' e 48°36'51'' de longitude Oeste. Essa área foi escolhida por conter três níveis diferentes de degradação (alto, médio e baixo, Figuras 3a, 3b e 3c) em pastagens do tipo *Brachiaria decumbens* e por estar situada próxima à sede do referido município. Nesse local, o tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho-Escuro Álico ou Distrófico, com textura média. Dados radiométricos de campo foram obtidos nos dias 23 de novembro de 2000 (início da estação chuvosa); 29 de março de 2001 (final da estação chuvosa); e 21 de agosto de 2001 (estação seca), empregando essa mesma metodologia já utilizada para trabalhos realizados no Distrito Federal.

A título de calibração, também foram obtidos dados radiométricos de três solos expostos, com colorações vermelha, branca e escura, encontrados próximos à área de estudo, mais especificamente, na estrada que separa as braquiárias com níveis médio e alto de degradação e ao longo da rodovia que interliga Uberlândia à cidade do Prata, aproximadamente no Km 46,5.



Foto: Edson Eyji Sano.

Figura 3a. Vista panorâmica da pastagem cultivada com *Brachiaria decumbens* com nível alto de degradação, localizada próxima à sede do Município de Uberlândia, MG (23 de novembro, 2000).

Foto: Edson Eyji Sano.



Figura 3b. Vista panorâmica da pastagem cultivada com *Brachiaria decumbens* com nível médio de degradação, localizada próxima à sede do Município de Uberlândia, MG (23 de novembro, 2000).

Foto: Edson Eyji Sano.



Figura 3c. Vista panorâmica da pastagem cultivada com *Brachiaria decumbens* com nível baixo de degradação, localizada próxima à sede do Município de Uberlândia, MG (23 de novembro, 2000).

Resultados e Discussão

Identificação de espécies forrageiras cultivadas

Os dados radiométricos referentes à época seca (setembro de 2001, [Figura 4a](#)) assemelham-se bastante com as curvas espectrais de solos ou de matérias secas. Em vários estudos de assinaturas espectrais de solos (e.g., [Stoner & Baumgardner, 1981](#) e [Huete, 1988](#)) e de biomassa seca ([van Leeuwen & Huete, 1996](#)), pode-se observar que a reflectância desses alvos cresce contínua e exponencialmente nas regiões do visível e do infravermelho próximo (bandas 1, 2, 3 e 4 da referida figura). Nessa figura, é possível ver, exatamente, esse comportamento em que os fatores de reflectância aumentam sistematicamente com o aumento do comprimento de onda, independentemente do tipo de pastagem.

Os primeiros efeitos espectrais da vegetação verde aparecem nos dados coletados em outubro, início da estação chuvosa ([Figura 4b](#)). Esse fato é demonstrado com maior nitidez pelas curvas espectrais da *B. decumbens*, nível médio de degradação e *B. brizantha* cv. *Marandu* em que se destaca a banda de absorção pela clorofila *b* na região do vermelho. Na estação chuvosa (fevereiro de 2001, [Figura 4c](#)), praticamente todas as pastagens passam a apresentar comportamento espectral típico de vegetação verde, com destaque para a curva do *A. gyanus* cv. *Planaltina* (pastagem na qual havia as maiores porcentagens de solo exposto) que, até então, mostrava uma curva espectral que se assemelhava mais com a curva de um solo.

A discriminação espectral dos cinco tipos de pastagens pode ser vista nas [Figuras 5 \(a, b e c\)](#). O período do ano em que se obteve melhor separabilidade foi o início da estação chuvosa (meados de outubro). Nesse caso, apenas a *B. decumbens* com nível médio de degradação e a *B. brizantha* cv. *Marandu* mostraram certa confusão espectral nas faixas do vermelho e infravermelho próximo. Nas outras duas estações, o poder de discriminação é diminuído. Uma acentuada dispersão de pontos é verificada para o *A. gyanus* cv. *Planaltina*, independente do período do ano considerado. Outro indicativo importante que pode ser visualizado nessa figura é a necessidade de dados multitemporais para otimizar a discriminação de tipos de pastagens do Cerrado. Por exemplo, a separação espectral entre a *B. decumbens* com nível médio de degradação e a *B. brizantha* cv. *Marandu*, duas classes que apresentaram atributos vegetativos bastante similares, é melhor na época seca.

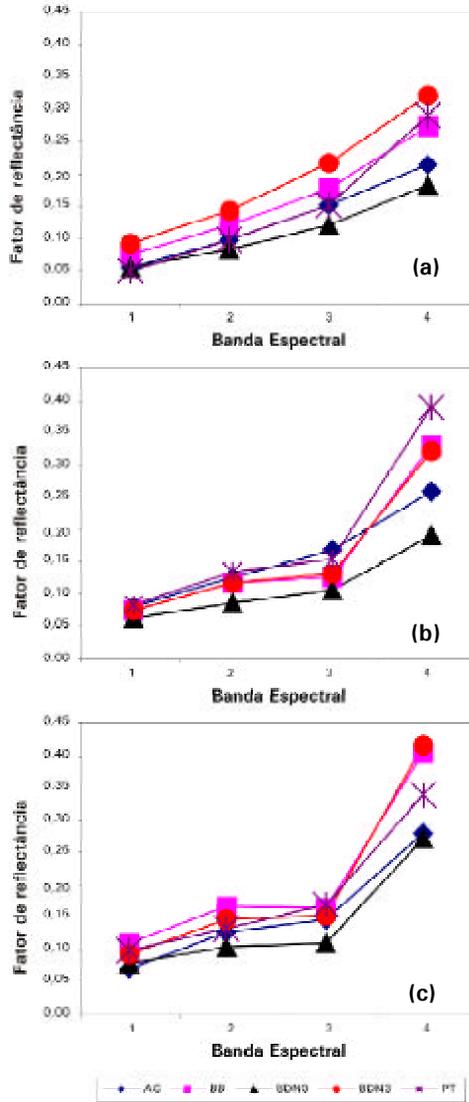


Figura 4. Curvas espectrais do *A. gayanus* cv. *Planaltina* (AG), *B. brizantha* cv. *Marandu* (BB), *B. decumbens* (níveis médio e baixo de degradação, BDNO e BDN3, respectivamente) e *P. maximum* cv. *Tanzânia* (PT), obtidas em 6 de setembro de 2001 (a), 10 de outubro de 2000 (b) e 7 de fevereiro de 2001 (c). Área de estudo: porção leste do Distrito Federal.

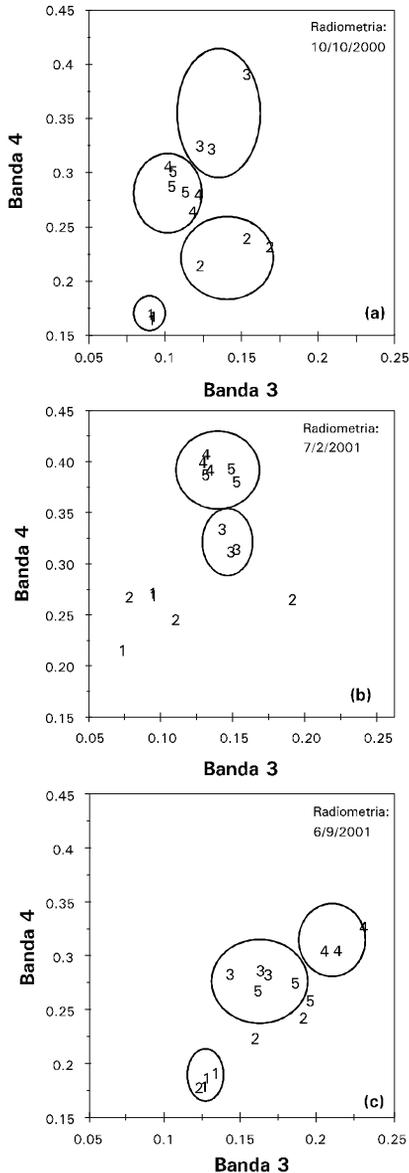


Figura 5. Relação entre os dados espectrais do vermelho (banda 3, 0,63 – 0,69 μm) e infravermelho próximo (banda 4, 0,76 – 0,90 μm), obtidos em 6 de setembro de 2001 (a), 10 de outubro de 2000 (b) e 7 de fevereiro de 2001 (c). Área-teste na porção leste do Distrito Federal. (1) = *B. decumbens*, nível baixo de degradação; (2) = *A. gayanus* cv. *Planaltina*; (3) = *P. maximum* cv. *Tanzânia*; (4) = *B. decumbens*, níveis médio de degradação; e (5) = *B. brizantha* cv. *Marandu*.

Discriminação de níveis de degradação

Nas [Figuras 6 \(a, b e c\)](#), podem ser visualizados os fatores de reflectância relativos aos três níveis de degradação para a estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa, respectivamente. Para todos os casos, praticamente não se verificou separação espectral significativa ou imediata entre os três níveis de degradação. Variações espectrais entre os níveis de degradação são bastante sutis nas regiões do azul e do verde, com ligeira tendência para melhora na região do vermelho e, especialmente, do infravermelho próximo (IVP). Na [Figura 6a](#), novamente, tem-se pouca evidência da presença de vegetação verde, em especial, na região espectral do vermelho e IVP.

Na [Figura 7a](#), observa-se que os pontos, distribuídos ao longo da linha do solo, mostram a influência maior do substrato pedológico. Analisando-se a relação espectral entre o vermelho e IVP ([Figura 7b](#)) do início da estação chuvosa, verifica-se que os três níveis de degradação encontram-se relativamente próximos entre si, numa posição intermediária entre a linha do solo e a reflectância máxima no IVP, indicando certa dificuldade na separação espectral desses três níveis, embora na figura nota-se pequena possibilidade de separar a pastagem com nível médio de degradação das demais. As principais variações dos pontos plotados na referida figura surgem na direção perpendicular (e não paralela) à linha de solo. Isso ocorre porque as variações nas respostas espectrais de cada uma das três áreas selecionadas para estudo estão provavelmente relacionadas mais diretamente às variações na vegetação do que no substrato pedológico. Na [Figura 7c](#), demonstra-se que o final das chuvas é o período do ano mais desfavorável para identificar níveis de degradação em pastagens cultivadas, pois estes apresentam respostas espectrais bastante semelhantes entre si.

O principal fator responsável por esse baixo poder de discriminação de níveis de degradação foi a presença acentuada de biomassa seca na pastagem com baixo nível de degradação, o que, segundo [van Leeuwen & Huete \(1996\)](#), afeta a resposta espectral dos dosséis de maneira significativa. A assinatura espectral de biomassa seca, obtida numa área com baixo nível de degradação, mostrou que ela se assemelha bastante com as curvas espectrais de um solo exposto. Em outras palavras, sua presença tende a aumentar a reflectância na faixa espectral do vermelho e diminuí-la na faixa do infravermelho próximo, efeitos que são semelhantes aos provocados pela presença de solo exposto. Esse fato é confirmado pelas curvas espectrais bastante próximas dos níveis de degradação alto e baixo.

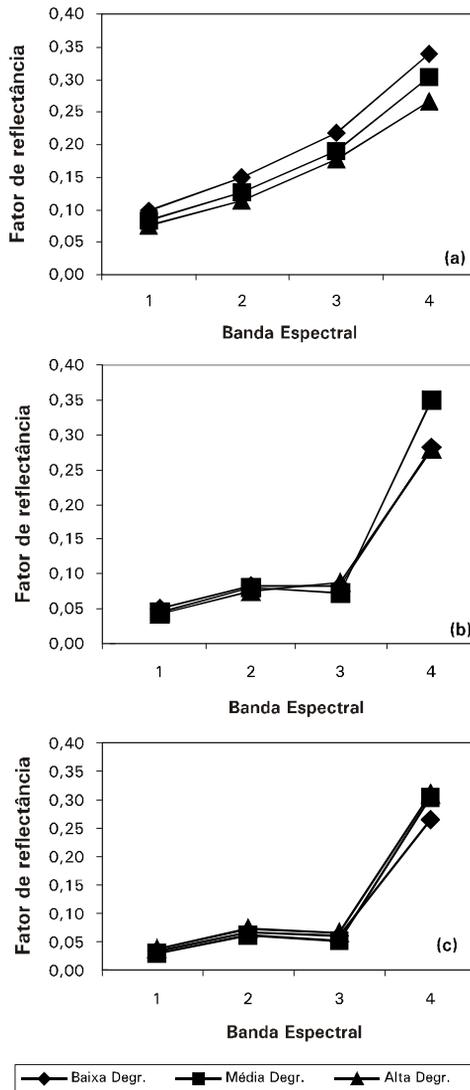


Figura 6. Curvas espectrais do *B. decumbens*, níveis alto, médio e baixo de degradação, obtidas em 21 de agosto de 2001 (a), 23 de novembro de 2001 (b) e 29 de março de 2001 (c), próxima à sede do Município de Uberlândia, MG.

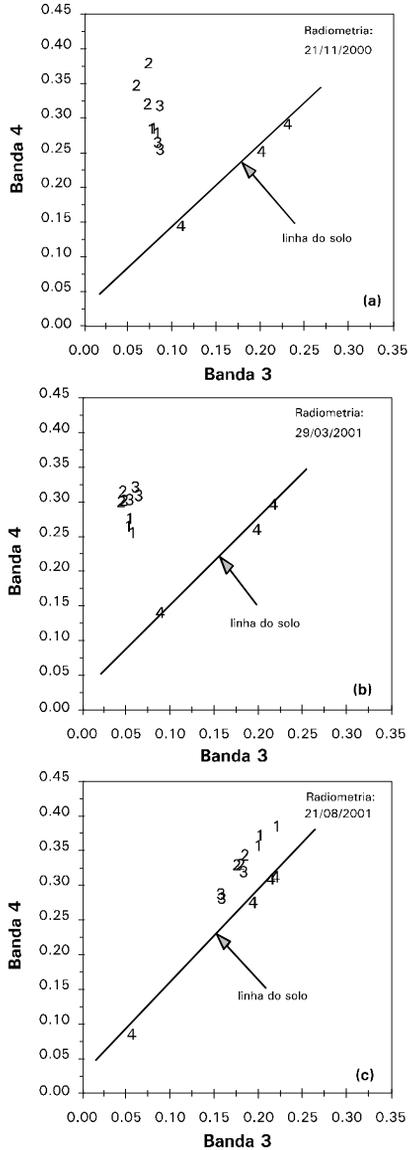


Figura 7. Relação entre os dados espectrais do vermelho (banda 3, 0,63 – 0,69 μm) e infravermelho próximo (banda 4, 0,76 – 0,90 μm) obtidos em 21 de agosto de 2001 (a), 23 de novembro de 2001 (b) e 29 de março de 2001 (c). Área de estudo: proximidades da sede do Município de Uberlândia, MG. (1) = *B. decumbens*, níveis baixos de degradação; (2) *B. decumbens*, níveis médios de degradação (2); e *B. decumbens*, níveis altos de degradação (3). Medidas espectrais de solo exposto (4) também foram incluídas a título de referência.

Conclusões

1. Os dados espectrais de campo mostram que é possível discriminar os grandes grupos de pastagens cultivadas do Cerrado (*Brachiaria*, *Andropogon* e *Panicum*). Já para a discriminação dos diferentes níveis de degradação, os resultados apresentam um nível de dificuldade maior, principalmente devido à influência do manejo.
2. Nesse estudo, indica-se ainda que o uso de dados multitemporais do Landsat pode melhorar sensivelmente a capacidade de discriminação tanto de espécies forrageiras quanto de seus diferentes níveis de degradação.

Referências Bibliográficas

- ASSAD, E. D.; MADEIRA NETTO, J. S.; MOREIRA, L. Uso de padrões radiométricos para separação de quatro espécies de gramíneas em condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 10, p. 1625-1633, 1991.
- BARCELLOS, A. O. **Recuperação de pastagens degradadas**. [Planaltina: Embrapa-CPAC, 1986]. 38 p.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computer & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- CARVALHO, S. I. C.; VILELA, L.; SPAIN, J. M.; KARIA, C. T. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk na região dos Cerrados. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 12, n. 2, p. 24-28, 1990.
- COUTO, W.; LEITE, G. G.; BARCELLOS, A. O. The introduction of legumes into a degraded cultivated pasture in the Cerrados of Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., **Proceedings...** Kyoto: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p. 580-582.
- GOMIDE, C. C. C.; ASSAD, E. D. Avaliação da distribuição do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina utilizando imagens de satélites TM-Landsat em áreas de Cerrado. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 12, n. 3, p. 2-6, 1990.
- HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 25, p. 295-309, 1988.
- IBGE. **Malha municipal digital do Brasil: situação em 1997**. Rio de Janeiro, 1999. 1 CD-ROM.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 69-88.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz. 1 – Sistema Barreirão**. Goiânia: Embrapa -CNPAP, 1991. 20 p. (Embrapa - CNPAP. Documentos, 33).

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22., 1995., Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: FUNESP:UNESP, 1993. p. 216-245.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, London, v. 80, p. 223-230, 1997.

SANO, E. E.; BARCELLOS, A. O.; BEZERRA, H. S. **Área e distribuição espacial de pastagens cultivadas no Cerrado brasileiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 21 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa, 3).

SANO, E. E.; BARCELLOS, A. O.; BEZERRA, H. S. Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian savanna. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 22, n. 3, p. 2-15, 2000.

SPAIN, J. M.; GUALDRÓN, R. Degradación y rehabilitación de pasturas. In: REUNIÓN DEL COMITÉ ASESOR DE LA RIEPT, 6., 1988, Veracruz, México. **Establecimiento y Renovación de Pasturas: memorias**. Cali: CIAT, 1988. p. 269-283.

STONER, E.; BAUMGARDNER, M. F. Characteristic variations in reflectance of surface soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 45, n. 6, p. 1161-1165, 1981.

VAN LEEUWEN, W. J. D.; HUETE, A. R. Effects of standing litter on the biophysical interpretation of plant canopies with spectral indices. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 55, p. 123-138, 1996.

VEIGA, J. B. **Associação de culturas de subsistência com forrageiras na recuperação de pastagens degradadas em áreas de floresta**. Belém: Embrapa-CPATU, 1986. 21 p. (Embrapa - CPATU. Documentos, 36).