

Avaliação do uso de NDVI em imagens CBERS-2B/CCD na caracterização de pastagens degradadas no município de Camapuã, MS

Diego Luis Ferrari¹
João dos Santos Vila da Silva²
Myrian de Moura Abdon³

¹ Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI/UNICAMP
Bolsista PIBIC/CNPq Embrapa Informática Agropecuária
Av. Candido Rondon, 501 - Caixa Postal 6011
13083-875 - Campinas - SP, Brasil
diego.ferrari@feagri.unicamp.br

² Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041
13083-886 - Campinas - SP, Brasil
jvilla@cnptia.embrapa.br

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Av. dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515
12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
myrian@dsr.inpe.br

Resumo. Atualmente, a degradação de pastagens é uma preocupação crescente no centro-oeste brasileiro, devido o impacto sobre a qualidade do solo e a diminuição de renda dos pecuaristas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o uso do índice de vegetação NDVI em imagens CBERS-2B/CCD como suporte à caracterização de pastagens em diferentes níveis de degradação. O trabalho teve como área de estudo o município de Camapuã, MS. Para a cobertura dessa área foram necessárias as imagens 163/121 (órbita/ponto) e 163/122 do sensor CBERS-2B/CCD para os períodos de seca e chuva. Com uso do software Spring, as imagens foram mosaicadas, realçadas e por fim foram obtidas as imagens NDVI para os dois períodos (seca e chuva). Realizou-se trabalho de campo na área de estudo a fim de identificar as áreas com pastagens degradadas e definir seus padrões. Foram definidos os padrões de pastagens com solo exposto, com invasoras e em bom estado. Os dados de campos foram cruzados com as imagens NDVI e, então foram geradas curvas NDVI (Número de pixels *versus* Valor digital de NDVI) de cada classe nos períodos de seca e chuva. Com a análise dos resultados, conclui-se que o uso de NDVI obtido a partir de imagens CBERS-2B/CCD é capaz de caracterizar as pastagens nos níveis de degradação definidos no trabalho, porém se faz necessário que as áreas de pastagem sejam previamente delimitadas, restringindo o uso no NDVI a apenas distingui-las entre si em função das classes de degradação.

Palavras-chave: erosão, assoreamento, bacia do alto Taquari, sensoriamento remoto.

Abstract. Currently, the degradation of pastures is a growing concern in Brazilian mid-western, due to the impact on the soil quality and the decrease of the cattle farmers' income. The objective of this paper was to evaluate the use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in CBERS-2B/CCD images as support to the characterization of pastures in different degradation levels. The paper had as study area the municipal district of Camapuã, MS. To the coverage of this area it was necessary the images 163/121 and 163/122 of the CBERS-2B/CCD satellite/sensor for the drought and rain periods. With the use of the software Spring, the images were mosaicked, enhanced and finally NDVI images were obtained for the two periods (droughts and rain). A field work in the study area took place in order to identify the areas with degraded pastures and to define their patterns. The patterns of pastures with exposed soil, with invader and in good condition were defined. The in loco data was compared with the NDVI images and, then NDVI (Number of pixels versus digital Value of NDVI) curves were generated from each class in drought and rain periods. With the analysis of the results, it is concluded that the use of NDVI obtained from CBERS-2B/CCD images is capable of characterizing the pastures in the degradation levels defined in the paper, however there is the limitation of being necessary that the pasture areas are previously delimited, restricting the use in NDVI just to distinguish them among themselves in function of the degradation classes.

Key-words: erosion, siltation, Upper Taquari Basin, remote sensing.

1. Introdução

No Brasil, as áreas de pastagens cultivadas e nativas ocupavam em 1985, aproximadamente, 180 milhões de hectares. As pastagens cultivadas vêm ocupando áreas cada vez maiores, passando de 30 milhões de hectares em 1970 para 105 milhões de hectares em 1995, o que represente um incremento de área plantada de 250% em um período de 25 anos (Zimmer & Euclides Filho, 1997 citados por Nascimento Jr. & Carvalho, 2001).

Sendo a principal fonte de alimentação dos rebanhos, essas pastagens tornaram-se motivo de preocupação para os pecuaristas produtores de carne e leite da região Centro-oeste do Brasil, uma vez que, com o decorrer do tempo, acabam passando por um processo de degradação (Franco & Rosa, 2003).

O termo degradação de pastagens pode ser definido como sendo o processo evolutivo da perda de vigor, da produtividade, da capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e da capacidade de superar os efeitos nocivos de pragas e doenças (Macedo & Zimmer, 1993 citados por Franco & Rosa, 2003).

Segundo Franco & Rosa (2003), a degradação de pastagens está relacionada a fatores como: maneira de preparo do solo, escolha das espécies forrageiras, fertilização, ataque de pragas, uso do fogo, ausência de consorciações, manejo inadequado do pastoreio, dentre outros. Como consequência, tem-se a perda da produtividade e a diminuição da renda dos pecuaristas, além das perdas na qualidade e no potencial de produção do solo.

Um alto nível de degradação de pastagem é caracterizado pela presença de invasoras, alta percentagem de solo exposto na área, cupins e, basicamente, como consequência da falta de cobertura do solo, a erosão. Além do mais, os critérios de avaliação da degradação das pastagens poderão variar em função do clima e do solo dominantes na área de estudo (Barcelos, 1986 citado por Franco & Rosa, 2003).

Contudo, é imprescindível a necessidade de ferramentas de apoio à identificação, caracterização e monitoramento dessas pastagens, visando posteriores intervenções no sentido de recuperá-las e evitar a degradação de novas áreas. Nesse contexto, o uso de índices de vegetação pode fornecer indicativos importantes, dado que se relaciona com a quantidade de biomassa, que por sua vez possui relação direta com os níveis de degradação.

De acordo com Meneses et al. (2001), a medição dos índices de vegetação serve como indicadores do crescimento e do vigor da vegetação verde e pode ser utilizado nos diagnósticos de vários parâmetros biofísicos, incluindo o IAF (Índice de Área Foliar), biomassa, porcentagem de cobertura do solo, atividade fotossintética e produtividade, com os quais têm apresentado elevados graus de correlação.

Atualmente, muitos dos trabalhos envolvendo a análise da vegetação e das culturas agrícolas utilizam o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ou Índice de Vegetação da Diferença Normalizada proposto por Rouse et. al. (1973). Os índices de vegetação são indicadores da presença e da condição da vegetação.

O conhecimento da evolução temporal do NDVI torna possível, com o uso de sensores remotos, o monitoramento das condições de desenvolvimento da vegetação em grandes áreas, ao longo da estação de crescimento, com baixo custo operacional (Lopes e Zanardi, 2007). Essa variação anual do NDVI, em algumas regiões, pode também indicar presença de processos que acarretam impactos ambientais.

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar o uso do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) em imagens (cenas) do satélite/sensor CBERS-2B/CCD como suporte à caracterização e identificação de áreas ocupadas por pastagens em diferentes níveis de degradação.

3. Material e Métodos

- Área de estudo

A área estudada está delimitada pelas latitudes 19°00'00" a 19°30'00" S e pelas longitudes 53°45'00" a 54°30'00" O, a qual engloba, em sua maior parte, o município de Camapuã, MS e uma pequena parte do município de São Gabriel do Oeste, MS. Para a cobertura completa da área, foram necessárias as cenas 163/121 (órbita/ponto) e 163/122 obtidas pelo satélite/sensor CBERS-2B/CCD e disponibilizadas gratuitamente no site do INPE.

- Definição das datas das imagens

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) está diretamente relacionado com a quantidade de biomassa, que por sua vez se relaciona com o volume de precipitações, ou seja, os valores de NDVI são maiores na época das chuvas.

Segundo Abdon (2004), o regime de precipitação da bacia hidrográfica do rio Taquari (onde se insere o município de Camapuã) é tipicamente tropical, apresentando dois períodos bem distintos entre si, ou seja, um período chuvoso entre outubro e março, que é responsável por 80% do total anual da chuva, e um período seco entre abril e setembro, responsável pelos 20% de chuva restante. Isto é comprovado pela análise dos dados históricos de precipitação da estação pluviométrica de Camapuã, contidos no site da Agência Nacional de Águas (ANA). A **Figura 1** apresenta a média para os anos de 1982, 1991, 1996, 2001 e 2003 de precipitação acumulada mensal no município de Camapuã. Na abscissa estão representados os meses e na ordenada estão representadas as lâminas médias acumuladas nos respectivos meses.

Foram então selecionadas cenas do sensor CCD do satélite CBERS-2B, as quais fossem o mais representativas das épocas da seca e chuva, a fim de avaliar o comportamento do NDVI em pastagens tanto na época de chuva como de seca. Como não foi possível a seleção de imagens obtidas exatamente nos picos de seca e chuva, dentro de mesmo período hidrológico, a imagem datada de 21/04/09 representará uma época mais seca que a imagem datada de 04/02/08 que representará uma época mais chuvosa. Portanto, a seleção das imagens foi baseada na análise da **Figura 1** e limitada pela presença de nuvens, observadas principalmente nas imagens da época de chuva.

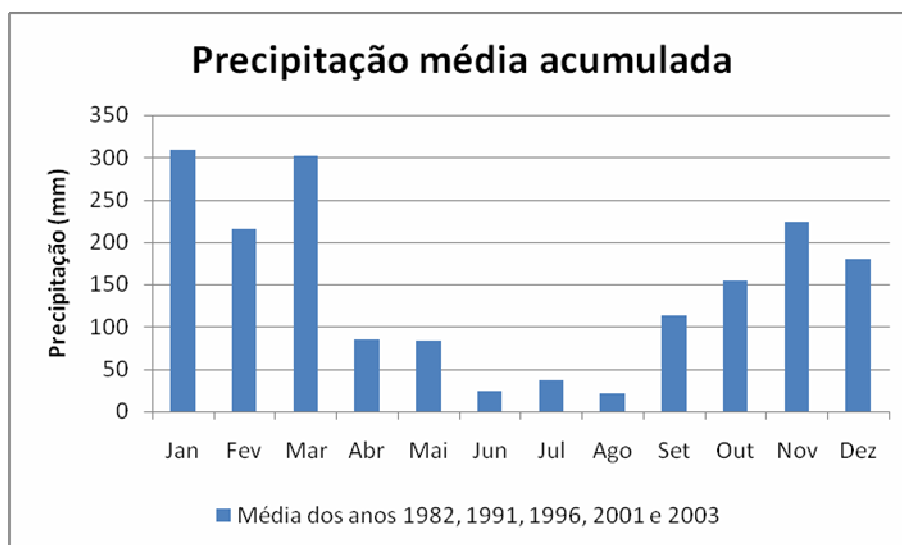


Figura 1. Precipitação média acumulada mensal – Município de Camapuã, MS.

Fonte: ANA (2009).

- Registro das imagens

As imagens foram obtidas em formato TIFF e convertidas, com auxílio do módulo Impima para o formato GRIB, que é reconhecido pelo Spring. Em seguida, criou-se um banco de dados e projeto com sistema de coordenadas Lambert, Datum SAD69 e retângulo envolvente conforme coordenadas da área de estudo, descritas anteriormente.

Procedeu-se, então, com o georreferenciamento das cenas 163/121 e 163/122 (das épocas de seca e chuva), com definição de aproximadamente 10 pontos de controle por cena e erro máximo aceitável de 1,00 pixel, que representa 20 metros em escala real, dada a resolução espacial das imagens. Os pontos de controles foram adquiridos via “tela”, tendo por base imagens Geocover, com resolução de 14,25 m, disponibilizadas já georreferenciadas no site da NASA.

Por fim, as cenas 163/121 e 163/122 datadas de 21/04/09 foram importadas e mosaicas em um plano de informação, com modelo de dados “imagem”. O mesmo foi feito para as imagens datadas de 04/02/08.

- Aplicação de realce

Após serem registradas e mosaicadas, as imagens foram realçadas através do aumento de contraste de suas bandas (bandas 2, 3 e 4) com uso de uma transformação linear. Esse procedimento consiste em redistribuir linearmente os valores de tons de cinza do histograma original das imagens brutas, ocasionando maior diferenciação entre os níveis de cinza da imagem, o que facilita a distinção dos alvos contidos na mesma. A seguir, é apresentada, apenas com caráter ilustrativo, uma parte do mosaico (sem escala) do período da seca, antes e após ser realçado (**Figuras 2 e 3**, respectivamente).

- Geração das imagens NDVI

Os mosaicos realçados (períodos de seca e chuva) foram submetidos a uma operação aritmética (**Equação I**) “pixel a pixel” dando origem às imagens NDVI da seca e chuva. Utilizou-se nessa etapa a função “Operações aritméticas...” contida no menu “Imagem” do SIG-SPRING.

$$C = G \frac{(A-B)}{(A+B)} + \text{offset} \quad (\text{Equação I})$$

Onde:

C = novo valor digital do pixel;

G = fator de ganho (multiplicativo);

A = banda do infravermelho próximo (referente à banda 4 das cenas CBERS-2B/CCD);

B = banda do vermelho (referente à banda 3 das cenas CBERS-2B/CCD);

Offset = fator aditivo.

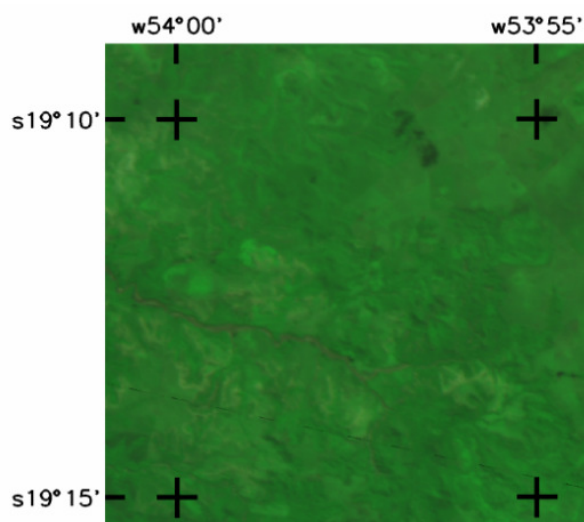


Figura 2. Parte do mosaico do período da seca antes de ser realçado.

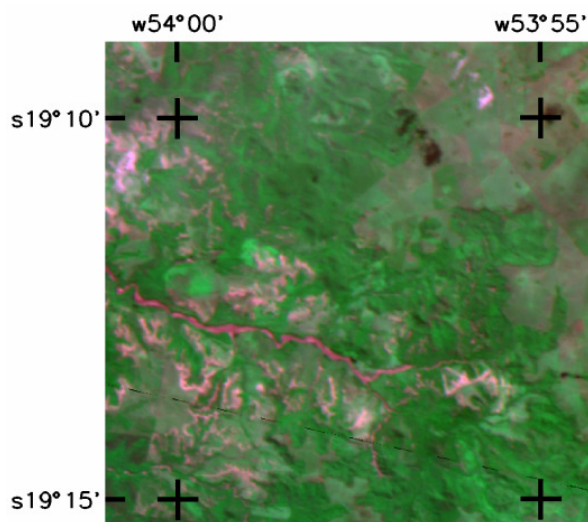


Figura 3. Parte do mosaico do período da seca após ser realçado.

Para a execução da operação, adotou-se para os fatores de ganho (G) e aditivo (offset) o valor de 127. Essa escolha teve como objetivo distribuir os valores (de -1 a +1) fornecidos pela **Equação II**, em valores digitais de 0 a 255, trabalhados no SPRING. Com isso, os valores padrões de NDVI que variam de -1 a +1, correspondendo respectivamente às características de ausência de vegetação e de uma vegetação exuberante, foram deslocados para o intervalo de 0 a 254. A seguir, com caráter ilustrativo, apresenta-se parte da imagem do período da seca, sem escala, gerada a partir da aplicação da operação descrita acima (**Figura 4**). A área representada pela **Figura 4** é a mesma das **Figuras 2 e 3**.

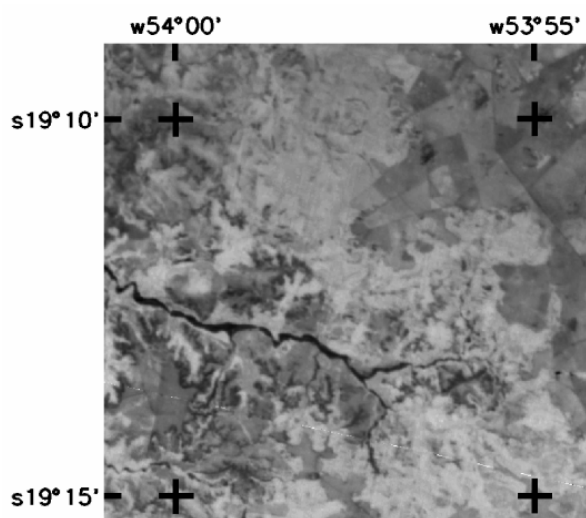


Figura 4. Parte do mosaico da seca gerada com a aplicação do NDVI.

- *Coleta de dados de campo*

Nos dias 25 e 26 de maio de 2009, realizou-se trabalho de campo em parte da área de estudo, em 50 pontos onde foram identificados padrões de pastagens (Ap) degradadas e em bom estado de conservação. Esses padrões foram registrados por meio de fotografias e por meio de descrição (em planilha de campo) do padrão observado e coordenadas geográficas (latitude/longitude) do ponto de ocorrência.

Portanto, foram estabelecidos dois níveis de degradação (Ap com invasoras e Ap com solo exposto), além da pastagem conservada (Ap em bom estado). Esses padrões são exemplificados pelas **Figuras 5 a 7**, apresentadas a seguir.



Figura 5. Pastagem com presença de invasoras. Município de Camapuã/MS. 19°22'17.0"S, 54°00'07.7"O. Foto: João S. V. Silva.



Figura 6. Pastagem com solo exposto. Município de Camapuã/MS. 19°28'45.6"S, 53°59'15.9"O. Foto: João S. V. Silva.



Figura 7. Pastagem em bom estado de conservação. Município de Camapuã/MS. 19°23'03.3"S, 53°57'05.6"O. Foto: João S. V. Silva.

- *Inserção dos dados de campo no banco de dados*

As coordenadas dos pontos coletados em campo foram digitalizadas e transferidas para o formato ASCII, o qual é reconhecido pelo Spring. Em seguida, tais pontos foram inseridos no banco de dados em um Plano de Informações (PI) com modelo de dados temático.

Por fim, as áreas próximas aos pontos foram delimitadas e classificadas de acordo com as anotações de campo.

- *Criação das curvas de NDVI*

Nesta etapa, os valores de NDVI das áreas avaliadas em campo foram exportados no formato de tabelas e, em seguida, convertidos em curvas características de NDVI para cada uma das classes temáticas (Ap com invasoras, Ap com solo exposto e Ap em bom estado), nos períodos da seca e chuva. As curvas de NDI podem ser definidas como a representação gráfica do número de pixels (eixo y) versus valor de NDVI (eixo x), ou seja, é a curva que une os pontos resultantes da relação entre o número de pixels e o valor digital dos mesmos na imagem NDVI.

Para que fossem exportados apenas os valores de NDVI das áreas delimitadas na etapa anterior, fez-se necessário recortar as imagens NDVI dos períodos de seca e chuva utilizando como máscara para tal os próprios vetores de delimitação das áreas (gerados na etapa anterior). Em seguida, as áreas recortadas foram separadas em função das classes temáticas e seus valores de NDVI exportados separadamente. Por fim, com auxílio de um software para planilha, foram geradas as curvas de NDVI para cada uma das classes, nos períodos de seca e chuva.

4. Resultados e Discussão

Os procedimentos descritos anteriormente geraram curvas de NDVI em função da classe de pastagem e período (seca ou chuva). Essas curvas são fundamentais para avaliar o potencial e limitações do uso do NDVI na caracterização de pastagens degradadas ou conservadas. O presente trabalho não visou o uso do NDVI em imagens CBERS-2B/CCD com o propósito de classificação de áreas de pastagens, mas sim como ferramenta para diferenciá-las (em função de seu estado) em áreas homogêneas previamente delimitadas e sabidamente ocupadas por pastagens. O reconhecimento das áreas com pastagens foi baseado na interpretação visual e no conhecimento prévio das áreas. Embora seja possível distinguir áreas homogêneas nas imagens de forma visual, não é possível distingui-las no que se refere às diferentes classes de pastagens, uma vez que a diferença entre as mesmas é extremamente sutil, impossibilitando a realização de tal tarefa por meio visual. Essa foi a motivação do uso do NDVI, pois a aplicação do mesmo aumenta a diferenciação das áreas com diferentes classes de pastagens e permite a representação dessas variações na forma de curvas NDVI, além de também permitir avaliar a variação de comportamento espectral das áreas em função dos períodos de seca e chuva.

Logo, a discussão baseou-se na comparação entre as curvas NDVI das classes e a associação das mesmas com os períodos de seca e chuva, sem a preocupação de classificação.

- Análise das curvas de NDVI no período da seca

A fim de permitir a comparação entre as curvas características de NDVI das classes temáticas, as curvas foram construídas alterando-se a unidade do eixo Y, que inicialmente era número de pixels, para o valor percentual que os mesmos representam em relação à área total das classes. Essa adaptação fez-se necessário, pois cada classe temática possui áreas amostrais diferentes, ou seja, número de pixels diferentes.

A **Figura 8**, a seguir, apresenta as curvas de NDVI das classes Ap com invasoras, Ap com solo exposto e Ap em bom estado no período da seca, ou seja, as curvas extraídas da imagem NDVI datada de 21 de abril de 2009.

A análise da **Figura 8** permite visualizar uma distinção clara do comportamento das curvas de NDVI de cada uma das classes temáticas. Conforme esperado, as áreas classificadas como Ap com solo exposto, as quais possuem menor quantidade de biomassa, valores de pico de NDVI menores que os valores de pico das áreas de Ap com invasoras, fato que se deve ao fato de haver menor quantidade de biomassa dada a maior exposição do solo. Por outro lado, as áreas de Ap em bom estado possuem uma curva de NDVI intermediária, com valores de

NDVI mais uniformemente distribuídos, cobrindo toda a faixa compreendida entre o pico de NDVI das pastagens com solo exposto e o pico das pastagens com plantas invasoras. Isso se dá pelo fato da pastagem em bom estado possuir menor quantidade de biomassa que a pastagem com invasoras e ao mesmo tempo possuir menor quantidade de solo exposto que as áreas classificadas como Ap com solo exposto.

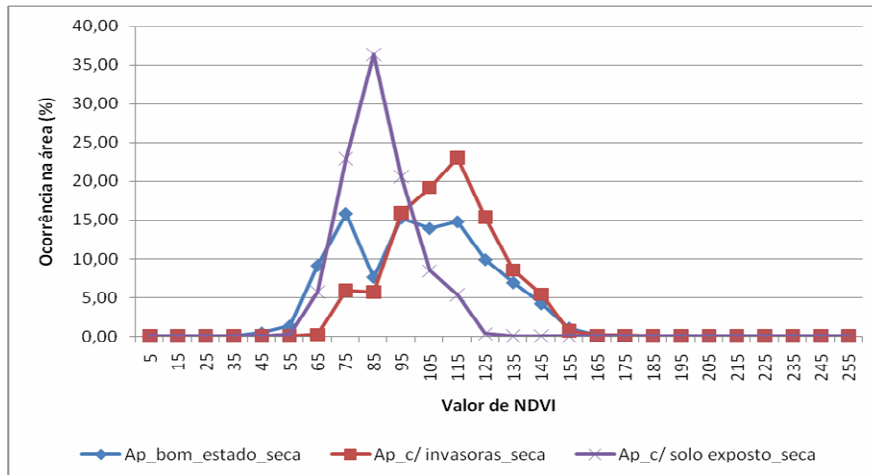


Figura 8. Curvas características de NDVI das classes Ap com invasoras, Ap com solo exposto, Ap em bom estado, no período da seca.

Expressando em intervalos de NDVI, tem-se que as áreas de Ap com solo exposto possuem pico de NDVI por volta de 85 e cerca de 80% dos pixels dessas áreas possuem valores de NDVI compreendidos entre 70 e 100. Já as áreas de Ap com invasoras possuem pico de NDVI em torno de 115 e cerca de 82% de tais áreas possuem pixels com valores de NDVI entre 90 e 140. Por fim, as áreas de Ap em bom estado não possuem pico claro e têm cerca de 76% dos pixels com valores de NDVI compreendidos no intervalo de 60 a 120.

- Análise das curvas de NDVI no período da chuva

A **Figura 9**, apresentada a seguir, contém as curvas de NDVI das classes Ap com invasoras, Ap com solo exposto e Ap em bom estado no período da chuva, ou seja, as curvas de NDVI extraídas das imagens datadas de 04 de fevereiro de 2008. A exemplo da **Figura 8**, os valores do eixo Y foram convertidos para valores percentuais a fim de possibilitar adequada comparação entre as curvas.

Tal como no período da seca, as curvas de NDVI também podem ser caracterizadas no período da chuva. Novamente, a curva NDVI das áreas de Ap com solo exposto possui valor de pico de NDVI inferior ao valor de pico da curva representativa das áreas de Ap com invasoras, dada a menor quantidade de biomassa, conforme dito anteriormente. E, como também esperado, a curva NDVI das áreas com Ap em bom estado apresenta comportamento intermediário em relação às demais curvas.

Em termos de valores de NDVI, as áreas de Ap com solo exposto são caracterizadas por possuírem cerca de 71% dos pixels com valores de NDVI contidos no intervalo de 90 a 120 e pico de NDVI em torno de 105, enquanto que as áreas de Ap com invasoras possuem em torno de 72% dos pixels com valores de NDVI entre 110 e 160 e pico com valor de NDVI ao redor de 145. Já as áreas de Ap em bom estado não possuem pico definido de NDVI e contêm cerca de 74% dos pixel com valores de NDVI entre 90-150.

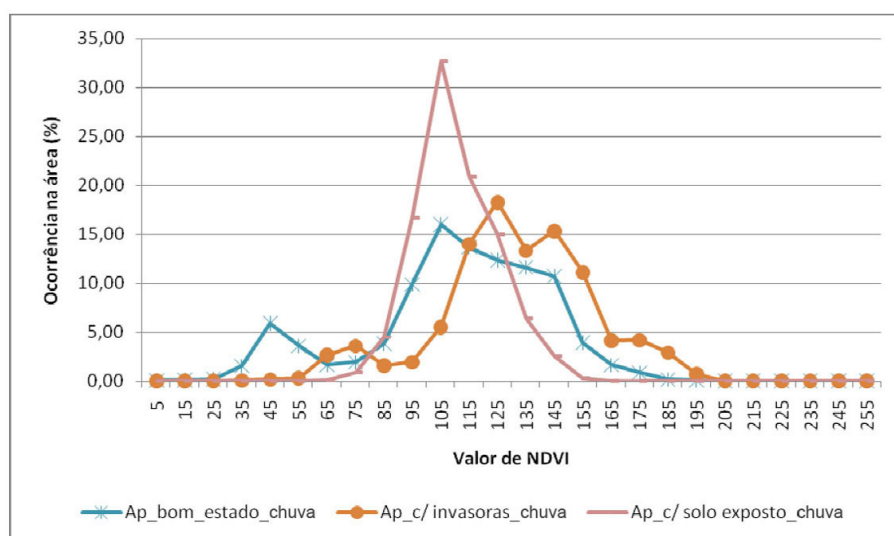


Figura 9. Curvas características de NDVI das classes Ap com invasoras, Ap com solo exposto e Ap em bom estado, no período da chuva.

Comparação entre os períodos da seca e chuva

A avaliação dos resultados descritos acerca das curvas de NDVI para os períodos de seca e chuva confirma, conforme esperado, que os valores de NDVI aumentam de forma quase linear do período da seca para a chuva. Essa constatação é representada pela **Tabela 2**, que nada mais é que a síntese dos resultados descritos anteriormente.

A partir da **Tabela 2**, pode-se concluir que os valores de NDVI sofreram acréscimos, porém sem que o tamanho dos intervalos de NDVI onde se concentram a maioria dos pixels fosse alterado. Isso pode ser explicado em função da maior quantidade de biomassa na época de chuva devido a maior disponibilidade de água no solo.

Tabela 2. Comparação de resultados entre os períodos da seca e chuva.

Classe	SECA			CHUVA		
	Intervalo de NDVI	Valor de pico	% de pixels no intervalo	Intervalo de NDVI	Valor de pico	% de pixels no intervalo
Ap c/ solo exposto	70-100	85	80	90-120	105	71
Ap com invasoras	90-140	115	82	110-160	145	72
Ap em bom estado	60-120	Não definido	76	90-150	Não definido	74

Há, no entanto, além do deslocamento quase linear já mencionado, variações no formato das curvas de NDVI entre os períodos de seca e chuva para uma mesma classe temática. Essas variações devem-se, provavelmente, a alterações no manejo e, conseqüentemente, ao estado das pastagens entre a data de aquisição das imagens e as datas em que foram realizados os trabalhos de campo. Nota-se boa separação entre Ap com solo exposto e Ap com invasoras, porém o mesmo não acontece com Ap em bom estado em relação a estas classes.

5. Conclusões

Devido ao fato das curvas representativas das 3 classes de pastagem estudadas estarem dispostas de forma a haver intersecção entre elas, o NDVI por si só não é adequado para ser utilizado como um atributo para classificação desses temas.

A diferença entre as curvas elaboradas para as três classes, nas épocas de seca e chuva, pode ser acentuada na medida em que se trabalha com imagens mais próximas aos picos de cada estação, os quais nessa região se apresentam em janeiro (pico da chuva) e agosto (pico da seca).

Com a análise dos resultados obtidos, pôde-se concluir que o uso de NDVI gerados a partir de imagens CBERS-2B/CCD pode conduzir à diferenciação entre áreas de pastagens (Ap) com solo exposto e Ap com invasoras com boa clareza no momento em que é um indicador da qualidade da vegetação. Já a classe Ap em bom estado se mistura a ambas.

Sugere-se a tomada de mais amostras em campo para aferir melhor o uso de NDVI na separabilidade das diferentes classes de pastagens plantadas.

6. Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada parcialmente pela Embrapa Informática Agropecuária e pelo Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, por meio do projeto GeoMS, convênio 008/2006 Embrapa/IMAP/Fundapam.

7. Referências

Abdon, M. M.. **Os impactos ambientais do meio físico - erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária..** São Carlos: USP, 2004 (Tese de doutorado).

Agência Nacional de Águas (ANA). **Sistema de Informações Hidrológicas HidroWeb.** Brasília. 2009. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 10/05/09.

Barcelos, A. **Recuperação de pastagens degradadas.** 1986. Planaltina - DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), 38 p.

Franco, J. B. S.; Rosa, R.. **Metodologia de Coleta de Dados Radiométricos em Pastagens do Gênero "BRACHIARIA" com Diferentes Estágios de Degradação.** In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003, Belo Horizonte. CD-ROM do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003. p. 1-10.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS).** São José dos Campos. 2009. Disponível em: <<http://www.cbers.inpe.br>>. Acesso em: 20/06/09.

Lopes, F.; Zanardi, R.P. Utilização de imagens CBERS-2 no estudo comparativo da cobertura vegetal da região dos Campos de Cima da Serra – município de Vacaria/RS. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis, Brasil. Inpe. CD-ROM Anais..., 2007. p. 21-26.

Macedo, M.C.M.; Zimmer, A. H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária, 1993. In: **Anais do II Simpósio Sobre Ecossistema De Pastagens.** Jaboticabal: FUNESP, UNESP, SP, p.216-245.

Meneses, P. R. ; Novo, E. M. L. M. ; Madeira Netto, J. S. ; Galvão, L. S. ; Ponzoni, F. J. ; Ferreira, L. G. . **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais.** 1. ed. Brasil: Editora UnB, 2001. v. 1. 262 p.

Nascimento Jr., D.; Carvalho, F.C. **Recuperação de pastagens degradadas, diminuição da produtividade com o tempo e conceito de sustentabilidade,** 2001. Disponível em: <<http://www.forragicultura.com.br/arquivos/recuperacaopastagensdegradadasconceitosustentabilidade>>. Acesso em: 28/06/09.

Rouse, J. W.; Hass, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS.** In: **Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3.,** Washington, 1973. **Proceedings...** Washington: NASA, 1974, v.1, p.309-317, 1973.

Zimmer, A.H.; Euclides Filho, K. **As pastagens e a pecuária de corte brasileira.** In: Gomide, J.A. (ed.). **Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo, 1,** 1997, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV-DZO, 1997. p.349-79.