



Separabilidade espectral das coberturas de cana-de-açúcar e de pastagem na Mesorregião do Leste Alagoano

Luciano José de Oliveira Accioly⁽¹⁾; Ademar Barros da Silva⁽¹⁾; Juliana Alves da Silva⁽²⁾; Eduardo Alves da Silva⁽²⁾; Arnaldo Menezes⁽²⁾ & Antonio Raimundo Sousa⁽³⁾

(1) Pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife, Rua Antônio Falcão 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240, ljoaccioly@hotmail.com (apresentador do trabalho), ademar@uep.cnps.embrapa.br; (2) Estagiário da Embrapa Solos UEP Recife; (3) Pesquisador do IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco, Av. Gal. San Martin, 1371, Bongi. Recife, PE, CEP 50761-000, ar@ipa.br

RESUMO: As imagens de satélite constituem o material básico mais utilizado para o mapeamento da cobertura vegetal. No entanto, a localização, o número de bandas e a época do imageamento influenciam na diferenciação de classes de cobertura. Tal fato se aplica à distinção entre classes de cobertura com características espectrais parecidas como é o caso das áreas com cobertura de cana-de-açúcar e de pastagem. O objetivo deste trabalho foi verificar a possibilidade de distinção dessas classes a partir de imagens dos sensores Landsat TM e ETM+ e do sensor CCD-CBERS obtidas nos períodos chuvoso e seco. O estudo foi realizado na região úmida do Estado de Alagoas. As coberturas de cana-de-açúcar e de pastagem foram obtidas no contexto do mapeamento do uso e da cobertura das terras de Alagoas, como parte do projeto de zoneamento agroecológico. Utilizou-se a classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança. A separabilidade espectral das classes foi avaliada pelo método da divergência transformada. A presença de bandas sensíveis aos teores de umidade da planta na região do espectro do infravermelho médio nos sensores Landsat TM e ETM+ possibilitou a separação das duas classes em imagens da época seca. Nas imagens da época úmida a resposta espectral da cana-de-açúcar e da pastagem foi semelhante em todas as bandas desses sensores. A ausência de bandas nesta região do espectro para o sensor CBERS impede a diferenciação desses alvos.

Palavras-chave: Landsat ETM+, CBERS, classificação supervisionada

INTRODUÇÃO

As imagens de satélite têm sido muito utilizadas na elaboração de mapas de cobertura das terras. Os baixos custos por unidade de extensão territorial e o tempo que se ganha ao serem empregadas justificam

essa utilização. No entanto, levando-se em consideração as características dos sensores, no que diz respeito ao número e a localização das bandas, e a época do imageamento, a diferenciação de classes de cobertura com base apenas nas respostas espectrais pode ser difícil. Tal fato se aplica à distinção entre classes de cobertura com características espectrais parecidas ao longo de boa parte do ano, como é o caso das áreas com cobertura de cana-de-açúcar e de pastagem.

Este trabalho teve por objetivo verificar a possibilidade de distinção dessas classes a partir de imagens das épocas seca e chuvosa provenientes do sensor Landsat TM e da época chuvosa provenientes do sensor CBERS.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em cenas dos sensores Landsat TM, Landsat ETM+ e CBERS que cobrem a Mesorregião do Leste Alagoano. Esta região representa a parte mais úmida do Estado e é dominada pela cultura da cana-de-açúcar. Nela, as pastagens ocorrem, normalmente, em áreas de relevo forte ondulado e montanhoso, onde, também é comum, o plantio da cana-de-açúcar.

Imagens dos sensores Landsat TM (cena 214/67 de 27 de janeiro de 2005 – período seco), ETM+ (cena 214/66 de 19 de maio de 2002 – período chuvoso) e CBERS (cenas 146/110 e 146/111 de 9 de abril de 2007 – período chuvoso) foram utilizadas neste trabalho. As características destes sensores são apresentadas na Tabela 1.

As imagens foram registradas tomando-se como referência as cartas básicas do IBGE (escala 1:100.000) e re-amostradas pelo método do vizinho mais próximo utilizando-se o software ENVI 4.1. O erro do registro foi inferior a um píxel. Por problemas de radiometria as cenas do sensor CBERS apresentaram três faixas (CBERS FAQs, 2007). A



remoção da banda 1 e o processamento de cada faixa individualmente foram os procedimentos adotados para reduzir os efeitos deste problema na classificação.

As coberturas de cana-de-açúcar e de pastagem foram obtidas no contexto do mapeamento do uso e da cobertura das terras de Alagoas, como parte do projeto de zoneamento agroecológico do Estado. Para o caso da Mesorregião do Leste Alagoano as seguintes classes informativas foram incluídas neste mapeamento: pastagem, cana-de-açúcar, remanescente de Mata Atlântica, solo exposto e água. Além das classes informativas foram incluídas as classes espectrais nuvem e sombra de nuvem. Utilizou-se a classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança presente no software ENVI 4.1. A separabilidade espectral das classes foi avaliada pelo método da divergência transformada (Jansen, 1996). Por esse método, a separabilidade de classes varia de 0 (classes inseparáveis) a 2000 (classes totalmente separáveis).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do processo de classificação das imagens revelou, na maioria dos casos, que a separabilidade das classes, pelo método da divergência transformada, foi adequada, atingindo valores superiores a 1800 (Tabelas 2, 3 e 4). Observa-se na Tabela 3 que a separabilidade das classes pastagem e cana-de-açúcar pela divergência transformada (1860), ao contrário das demais imagens classificadas, provenientes tanto do sensor CBERS (Tabela 4) quanto do sensor ETM+ (Tabela 2), foi próximo ao valor ideal (2000). Tal fato pode ser justificado pela diferença na época de aquisição e pela presença de bandas na faixa espectral do infravermelho médio nos sensores TM e ETM+. A cena 214/66 foi obtida pelo sensor ETM+ durante a estação chuvosa (maio de 2002) e a cena 214/67 do sensor TM foi obtida em plena estação seca (janeiro de 2005). Na Figura 1, observa-se que as curvas espectrais das amostras de treinamento obtidas na imagem da época chuvosa para as classes pastagem e cana-de-açúcar apresentam diferença mínima de resposta na banda 4 (centrada em $0,830 \mu\text{m}$) e respostas, praticamente idênticas nas demais bandas. As amostras de treinamento das mesmas classes obtidas a partir da imagem da estação seca mantêm pequenas diferenças nas respostas espectrais das bandas centradas no visível e infravermelho próximo, porém, diferenças acentuadas nas bandas

centradas no infravermelho de ondas curtas. As bandas centradas nesta faixa do espectro eletromagnético (bandas 5 e 7 dos sensores TM e ETM+) são sensíveis ao teor de umidade do solo e das plantas. A pastagem e a cana-de-açúcar apresentam, provavelmente, teor de umidade comparável durante a estação chuvosa. No entanto, devido ao fato de que na época seca, boa parte da cana nesta região, ou está num estágio de desenvolvimento que exige irrigação ou em estágio onde o teor de umidade é maior do que o encontrado nas pastagens (Figura 1), é possível obter uma maior separabilidade dessas classes, justificando, portanto, o alto valor apresentado na Tabela 3. Lamentavelmente, o sensor CBERS não apresenta bandas no infravermelho de ondas curtas, o que, em tese, dificultaria a separação dessas classes mesmo em imagens obtidas na época seca.

CONCLUSÕES

Com relação à classificação espectral de imagens da Mesorregião do Leste Alagoano tem-se:

- 1 – pastagem e cana-de-açúcar são inseparáveis em imagens do Landsat da época chuvosa e em imagens CBERS de qualquer época;
- 2- pastagem e cana-de-açúcar são separáveis em imagens da época seca;
- 3 – atribui-se às bandas 5 e 7, dos sensores Landsat TM e ETM+, centradas na região do infravermelho médio, a separação das classes pastagem e cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

CBERS FAQS. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/html/faq/faq.html#23>. Acesso em 12 de jun. 2007.

JANSEN, J. R. Introductory digital image processing a remote sensing perspective. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1996. 379p.



Tabela 1. Algumas características dos sensores utilizados

Satélite	Sensor	Faixa do Espectro	Resolução Espectral (μm)	Resolução Espacial (m)	Resolução Temporal (dias)	Faixa Imageada (km)
Landsat	TM (Landsat 5)	PAN ⁽²⁾	0,50 – 0,90	15	16	185
	ETM+ (Landsat 7)	Azul	0,45 – 0,52	30		
		Verde	0,52 – 0,60	30		
		Vermelho	0,63 – 0,69	30		
		Infravermelho Próximo	0,76 – 0,90	30		
		Infravermelho médio	1,55 – 1,75	30		
		Infravermelho médio	2,03 – 2,35	30		
		Infravermelho Termal	10,4 – 12,5	120 e 60 ⁽³⁾		
CBERS	Câmara CCD	PAN	0,51 – 0,73	20	26	113
		Azul	0,45 – 0,52	20		
		Verde	0,52 – 0,59	20		
		Vermelho	0,63 – 0,69	20		
		Infravermelho próximo	0,77 – 0,89	20		

⁽²⁾ Presente apenas no sensor ETM+

⁽³⁾ Resolução da banda no sensor ETM+

Tabela 2. Separabilidade das classes para as imagens do sensor Landsat ETM+ (cena 214/66)

Classe	Classe				
	P	CA	N	S	MT
Pastagem (P)	0	466	2000	1998	1877
Cana-de-açúcar (CA)	466	0	2000	1999	1783
Nuvem (N)	2000	2000	0	2000	2000
Sombra (S)	1998	1999	2000	0	1991
Remanescente de Mata Atlântica (MT)	1877	1783	2000	1991	0

Tabela 3. Separabilidade das classes para as imagens do sensor Landsat TM (cena 214/67)

Classe	Classe					
	P	CA	SE	N	S	MT
Pastagem (P)	0	1860	1999	2000	1998	2000
Cana-de-açúcar (CA)	1860	0	1980	2000	1999	2000
Solo Exposto (SE)	1999	1980	0	2000	2000	2000
Nuvem (N)	2000	2000	2000	0	2000	2000
Sombra (S)	1998	1999	2000	2000	0	2000
Remanescente de Mata Atlântica (MT)	2000	2000	2000	2000	2000	0



Tabela 4. Separabilidade das classes para as imagens do sensor CBERS

Classe	Classe						
	P	CA	SE	N	S	MT	A
Pastagem (P)	0	442	1980	2000	1998	1993	2000
Cana-de-açúcar (CA)	442	0	1905	2000	1995	1966	2000
Solo Exposto (SE)	1980	1905	0	2000	1999	2000	2000
Nuvem (N)	2000	2000	2000	0	2000	2000	2000
Sombra (S)	1999	1995	1999	2000	0	1999	2000
Remanescente de Mata Atlântica (MT)	1993	1996	2000	2000	1999	0	2000
Água (A)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	0

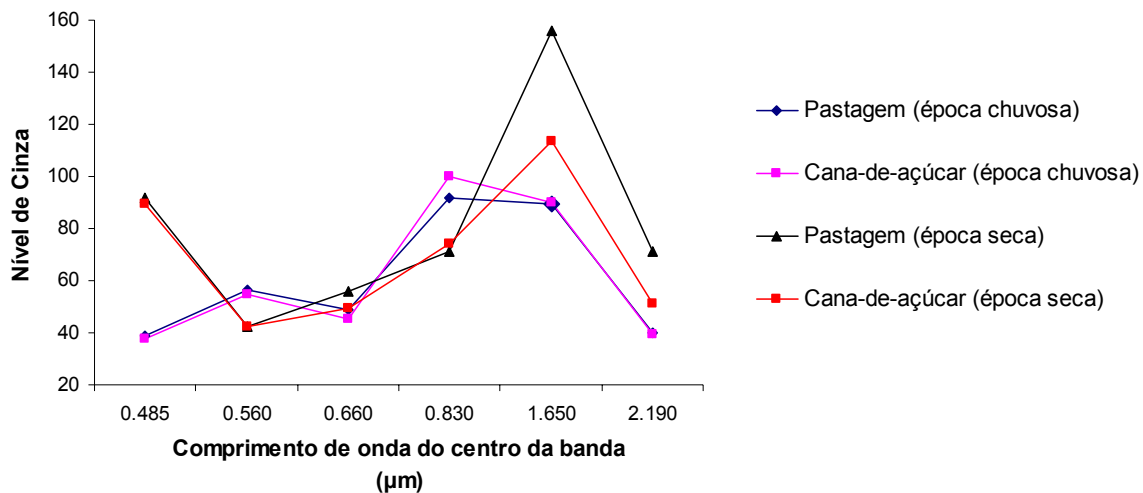


Figura 1. Média dos valores de nível de cinza para as amostras de treinamento de pastagem e de cana-de-açúcar (sensores Landsat TM e ETM+)