

SELEÇÃO DAS MELHORES BANDAS TM PARA A DELIMITAÇÃO DE

ÁREAS URBANAS: O CASO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Sandra Maria Fonseca da Costa

Celina Foresti

Caixa Postal 515 - 12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Dados de sensoriamento remoto podem ser utilizados para subsidiar os estudos urbanos, dada a possibilidade de se obter imagens de âmbito regional e informações em tempo quase real, permitindo, assim, o monitoramento urbano. Para delimitação urbana é necessário se conhecer qual das bandas TM, individualmente, é a melhor para se diferenciar o urbano do não-urbano. Através do método seleção de atributos pode-se selecionar os melhores canais do sensor TM, onde os alvos urbanos se distinguem com maior facilidade e as áreas urbanas se diferenciam das áreas não-urbanas. Neste trabalho foi testada a técnica de análise automática, distância JM, na seleção dos melhores canais TM para visualizar áreas urbanas nos períodos seco e chuvoso. Utilizou-se como exemplo a cidade de São José dos Campos. Para o período seco a melhor banda indicada foi a banda 1 e para o período chuvoso foi a banda 3.

ABSTRACT

Orbital remote sensing data are useful to help urban studies, owing to the possibility of obtaining images with information regional scale in almost real time, allowing urban monitoring. In the urban studies it is necessary to know the best TM band to difference urban and non-urban targets. Through feature selection methods, one can choose the best of the TM bands, which easily identifies the urban targets and also distinguishes urban areas from the surroundings. In this work the JM distance was tested to select the best channels for discrimination the urban areas, in the dry and wet seasons utilizing the city of São José dos Campos as an example. The band TM-1 was the best for the dry season and the band TM-3 for the wet season.

1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto orbital é aceito como uma importante técnica de auxílio as pesquisas urbanas, pois o monitoramento da expansão urbana pode ser realizado em tempo quase real.

As imagens produzidas pelo sensor TM possibilitam captar tendências de expansão urbana a um custo relativamente baixo, quando comparado a outros tipos de levantamentos, como, por exemplo, levantamentos aerofotogramétricos.

Para estudos de monitoramento e de delimitação urbana é necessário se conhecer qual das bandas TM, individualmente, é melhor para se diferenciar o urbano do não-urbano.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é selecionar a melhor banda TM para a delimitação urbana nos períodos seco e chuvoso, utilizando-se, para isto, a técnica de análise automática distância JM.

2. O MÉTODO SELEÇÃO DE ATRIBUTOS: DISTÂNCIA JM

Segundo Dutra et al. (1984), a relação número de atributos utilizados na classificação de um padrão e o tempo computacional deve ser inversamente proporcional (maior número de atributos, menor o tempo computacional). Surge, segundo estes autores, o problema básico da seleção de atributos em classificação de padrões:

- Dado um conjunto de N canais, achar o melhor subconjunto de K canais a serem utilizados para a classificação, os quais provêem um compromisso ótimo entre precisão na classificação e o tempo/custo computacional.

Para Li (1982), o conceito de uma medida de "distância estatística" entre as densidades de probabilidade, que caracterizam as classes padrão, é uma aproximação que tem sido muito investigada e utilizada.

Mesmo não sendo ideais, diversas distâncias têm a característica de possuírem limites superiores e/ou inferiores para a probabilidade de erros associada a elas. Como exemplo de medidas de distância estatística que possuem essa característica pode-se citar a Divergência, a Divergência Transformada, a Distância de Bhattacharyya (distância B) e sua relacionada Distância Jeffreys-Matusita (distância JM).

Segundo Ii (1982), a distância JM é a técnica mais indicada pois proporciona melhor precisão na escolha dos atributos. Ela procura maximizar a menor distância entre várias classes e minimizar o tempo.

Matematicamente, a distância JM é dada por:

$$d_{JM}^2 = 2 (1 - \rho) \Rightarrow d_{JM} = \sqrt{2 (1 - \rho)} \quad (2.1)$$

onde ρ = coeficiente de Bhattacharyya, dado por:

$$\rho = \int_{-\infty}^{\infty} \sqrt{p(x/w_1) P(x/w_2)} dx \quad (2.2)$$

Para densidades gaussianas a distância JM é dada por:

$$\rho = e^{-\alpha} \quad \text{e} \quad d_{JM} = \sqrt{2 (1 - e^{-\alpha})}, \text{ onde}$$

$$\alpha = \frac{1}{8} (\vec{M}_1 - \vec{M}_2)^t C (\vec{M}_1 - \vec{M}_2) + \frac{1}{2} \ln \left[\frac{\det C}{\det S_1 \cdot \det S_2} \right]$$

onde:

$\vec{M}_1$ = vetor médio da classe 1;

$\vec{M}_2$ = vetor médio da classe 2;

S_1 = matriz de covariância da classe 1;

S_2 = matriz de covariância da classe 2;

$C = 1/2 (S_1 + S_2)$;

$(.)^t$ = matriz transposta.

Desde que $0 \leq e^{-\alpha} \leq 1$, a distância JM (equação 2.3) varia de 0 a 2, com o 2 correspondendo ao maior valor de separação entre duas classes.

3. METODOLOGIA

Para a realização do cálculo da distância JM se fez necessário, primeiramente, a coleta de amostras referentes as duas classes utilizadas.

Foram coletadas 24 amostras da area urbana e 24 amostras da área não-urbana.

A seguir, foram calculadas as distâncias JM para cada banda, no I-100, levando-se em consideração as classes ÁREA URBANA E ÁREA NÃO-URBANA.

Como produto final obteve-se uma ordenação das bandas do TM segundo o maior valor da distância JM entre as classes.

Foram obtidos histogramas dos níveis de cinza relativos a cada banda espectral do TM utilizadas.

Para a realização deste trabalho foram utilizadas as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do TM, em fita CCT, referentes aos períodos seco e chuvoso (06/08/86 e 09/12/85).

4. ANÁLISE DAS IMAGENS TM

Para a análise e compreensão dos resultados obtidos através da distância JM, é importante ter-se um conhecimento prévio do comportamento das doze imagens TM utilizadas, sendo seis para cada período, tanto qualitativa quanto quantitativamente.

Esta análise prévia é realizada através da análise visual e interpretação dos histogramas de cada imagem, os quais fornecem as bases para um número de medidas que são utilizadas em vários algoritmos ou classificação de imagens.

Visualmente, as bandas possuem um comportamento semelhante em relação aos alvos utilizados modificando-se o contraste entre as duas classes, que se torna mais acentuado. Isto pode ser verificado nos histogramas de cada banda (figuras 4.1 a 4.2).

Desta forma temos:

- Banda 1 - Apresenta pouco contraste entre as duas classes estudadas. Como sofre forte influência atmosférica, nota-se um excesso de brilho na cena. Este excesso de brilho concorre para a atenuação dos valores da radiancia refletida pelos alvos, afetando, assim, os contrastes de cena, como foi observado por Menezes (1986).
- Banda 2 - Apesar de se apresentar um pouco mais nítida do que a banda 1, esta imagem ainda mostra pouco contraste devido à influência da bruma atmosférica.
- Banda 3 - As classes são melhor visualizadas nesta banda, portanto são mais fáceis de serem individualizadas. Esta imagem apresenta um contraste um pouco melhor que as bandas anteriores. Os limites urbanos são mais fáceis de serem contornados do que as bandas 1 e 2.
- Banda 4 - Devido a sua atuação na faixa do espectro compreendida entre 0,76-0,90 m (infravermelho próximo), esta banda consegue ressaltar, em tons de cinza-claro, a vegetação com maior eficiência que as anteriores. Porém, não se diferenciam, com nitidez, os limites urbanos.
- Banda 5 - Esta banda possui grande diversidade de tons de cinza, conseguindo evidenciar um número maior de detalhes da cena do que as demais, sendo que pode ser melhor utilizada na diferenciação de mais de duas classes. Existe uma certa semelhança entre as tonalidades da área urbana e as de outros alvos pertencentes a classe não-urbana.
- Banda 7 - Apresenta menor diversidade de tons de cinza do que a banda 5. Porém, por possuir bom contraste tonal entre o urbano e o não-urbano, permite que estas duas classes sejam mais facilmente separadas.

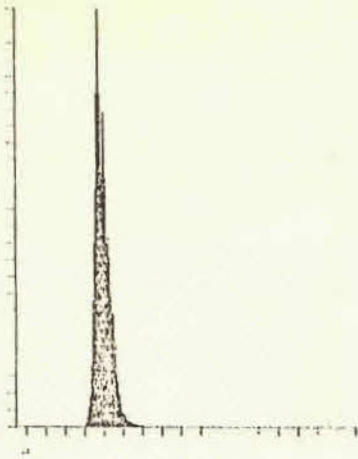


Fig. 4.1a - banda 1

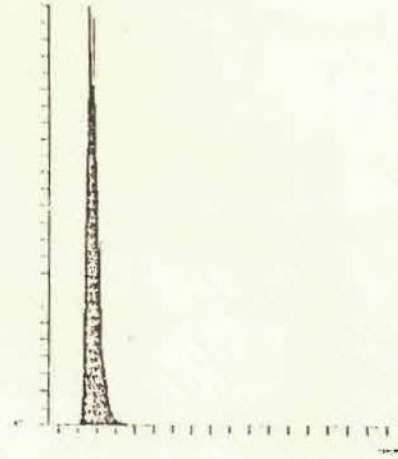


Fig. 4.1b - banda 2

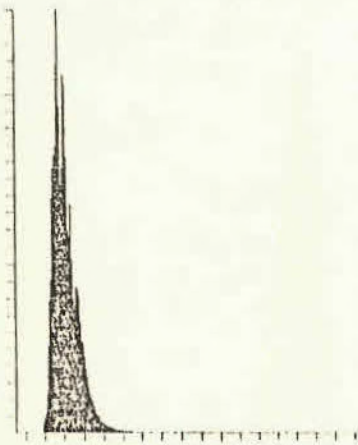


Fig. 4.1c - banda 3

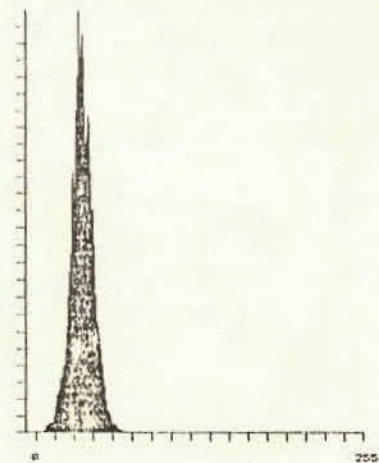


Fig. 4.1d - banda 4

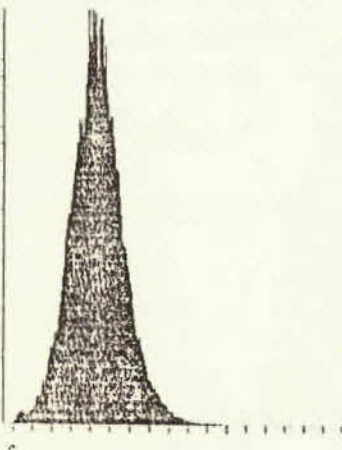


Fig. 4.1e - banda 5

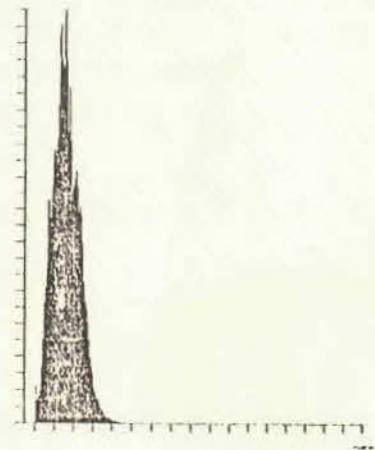


Fig. 4.1f - banda 7

Fig. 4.1 - Histogramas das imagens TM-LANDSAT da cidade de São José dos Campos no período seco.

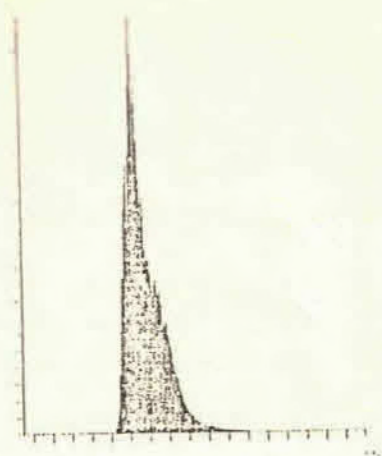


Fig. 4.2a - banda 1

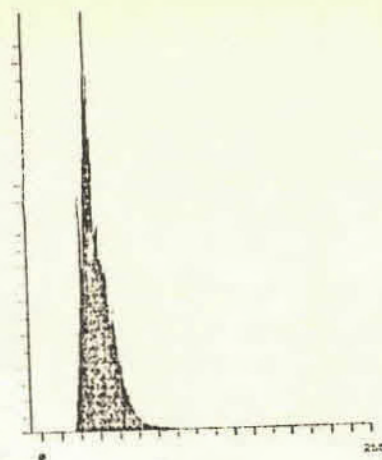


Fig. 4.2b - banda 2

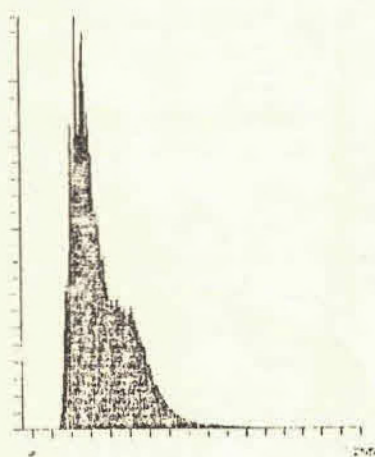


Fig. 4.2c - banda 3

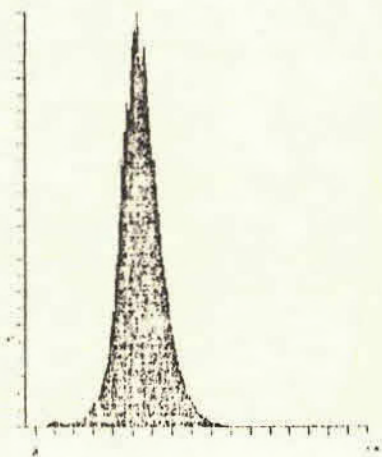


Fig. 4.2d - banda 4

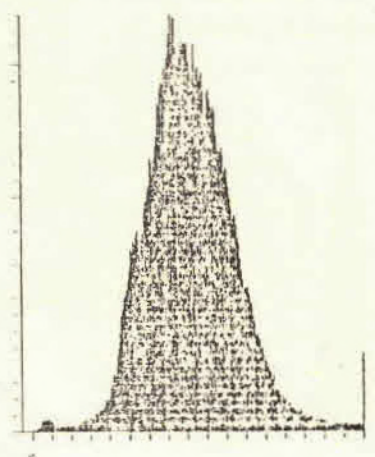


Fig. 4.2e - banda 5

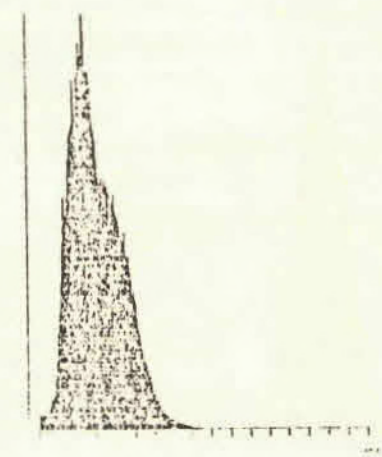


Fig. 4.2f - banda 7

Fig. 4.2 - Histogramas das imagens TM-LANDSAT da cidade de São José dos Campos no período chuvoso.

Quando compara-se os histogramas de cada banda dos dois períodos, nota-se que as bases dos histogramas do período chuvoso estão mais largas, ou seja, as variâncias são maiores.

Isto denota que o contraste é maior na estação chuvosa do que na seca. As variâncias são maiores neste período, como pode ser observado a seguir (Tabela 4.1), demonstrando que a dispersão dos valores de níveis de cinza é maior para esta estação.

TABELA 4.1

VARIÂNCIAS DE CADA BANDA DOS PERÍODOS
SECO E CHUVOSO

PERÍODO	BANDA	VARIÂNCIA
SECO	1	42,23
	2	29,51
	3	93,15
	4	79,77
	5	429,59
	7	130,28
CHUVOSO	1	245,55
	2	140,56
	3	473,51
	4	292,43
	5	1207,89
	7	465,22

As maiores variâncias correspondem às bandas com maior variação de contraste e, conseqüentemente, aquelas que tem potencial para diferenciar um maior número de classes. Assim, as bandas 5 dos dois períodos possuem esta característica.

5. RESULTADOS OBTIDOS

Nas tabelas 5.1 e 5.2 são ordenados os resultados obtidos através da distância JM.

TABELA 5.1

ORDENAÇÃO DAS MELHORES BANDAS TM
 ATRAVÉS DA DISTÂNCIA JM
 PERÍODO SECO

banda 1	JM = 1.3324
banda 2	JM = 1.0484
banda 3	JM = 1.0162
banda 7	JM = 0.8212
banda 4	JM = 0.4775
banda 5	JM = 0.3110

TABELA 5.2

ORDENAÇÃO DAS MELHORES BANDAS TM
 ATRAVÉS DA DISTÂNCIA JM
 PERÍODO CHUVOSO

banda 3	JM = 1.2000
banda 2	JM = 1.0778
banda 1	JM = 1.0416
banda 7	JM = 0.9111
banda 5	JM = 0.3265
banda 4	JM = 0.0039

Na ordenação dos 6 melhores subconjuntos de bandas TM para o período seco, nota-se que as três primeiras bandas localizam-se na faixa do visível. Esta preferência, provavelmente, vem da classe área urbana, que exibe valores de reflectância mais elevados nas bandas do visível, como foi observado em Jensen (1983) e Bowker et al. (1985).

Neste mesmo período o cálculo da distância JM para cada banda e sua ordenação mostra que a banda 1 é a que possui maior valor, seguida das bandas 2 e 3.

Na passagem utilizada, 06/08/86, a seca predominava na região. Isto contribuiu para a diminuição do contraste entre o urbano e o não-urbano, principalmente na faixa do vermelho, que é onde este contraste é mais evidente.

Assim sendo, a perda do contraste em função da seca deixou, principalmente, as bandas da faixa do visível praticamente em situação de igualdade. E devido aos efeitos de espalhamento atmosférico, que são mais acentuados na banda 1, os valores de reflectância foram mais ainda alterados, favorecendo, assim, a situação de superioridade da banda 1.

As três primeiras bandas selecionadas para o período chuvoso, tal como no período seco, pertencem à região do visível, sendo que a banda 3 é a que possui maior valor, coincidindo com o resultado da análise das imagens e histogramas.

A utilização de uma passagem do período chuvoso, 09/12/84, influenciou o resultado.

Como pôde ser observado nos histogramas das bandas deste período, o aumento da umidade, decorrente das chuvas neste período, acentuou o contraste entre as duas classes utilizadas (área urbana e área não-urbana).

O aumento do contraste entre os dois períodos pode ser verificado através dos valores das variâncias de cada banda, que aumentaram, sensivelmente, de um período para o outro.

Isto contribuiu para que os resultados ficassem mais próximos da realidade, visto que o contraste entre a área construída e a vegetação torna-se mais acentuado na faixa do vermelho (0.61 a 0.70 μm). Desta forma, a banda 3 se sobressaiu em relação às outras.

Desta forma, pode-se concluir que para se trabalhar com áreas urbanas deve-se dar prioridade para o período chuvoso, visto que é nesta estação que o contraste entre o urbano e o não-urbano é mais acentuado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWKER, K.E.; DAVIS, R.E.; MYRICK, D.L.; STACY, K.; JONES, W.T. Spectral reflectances of natural targets for use in remote sensing studies. Washington, DC, NASA, 1985 (NASA RP 1139).
- DUTRA, L.V.; II, F.A.M.; MASCARENHAS, N.D.A. Avaliação da entropia gaussiana e da entropia de shannon como critérios de seleção de atributos. INPE, 1984. (INPE-3383-PRE/656).
- FORESTI, C. Avaliação e monitoramento ambiental da expansão urbana do setor oeste da Área Metropolitana de São Paulo: através de dados e técnicas de sensoriamento remoto. Tese de Doutorado em Geografia Física, USP, Depto. de Geografia de FFLCH, 1986.
- FORSTER, B.C. An examination of some problems and solutions in monitoring urban from satellite platforms. International Journal of Remote Sensing, 6(1):139-151. Jan. 1985.
- II, F.A.M. Seleção de atributos aplicada a imagens multiespectrais. São José dos Campos, INPE, 1982 (INPE-2303-TDL/072).
- JACKSON, M.J.; CARTER, P.; SMITH, T.F.; GARDNER, W.G. Urban land mapping from remotely sensed data. Photogrammetric Engineering and remote Sensing, 46(8):1041-1050, Aug. 1981.
- JENSEN, J.R. Change Detection. In: Introduction digital image processing: a remote sensing perspective. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1986, p. 234-253.
- MENESES, P. R. Avaliação e seleção de bandas do sensor "Thematic Mapper" do LANDSAT-5 para a discriminação de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí como subsídio ao mapeamento de semidetalhe. Tese de Doutorado em Geologia Geral e de Aplicações, USP, IGEO, 1986.
- MOIK, J.G. Digital processing of remotely sensed images. Washington, DC, NASA, 1980 (NSA SP-431).