

# Importância Prática da Correção Atmosférica

JURANDIR ZULLO JUNIOR<sup>1</sup>  
PAULO CESAR BEZERRA<sup>1</sup>  
GÉRARD GUYOT<sup>2</sup>  
XINGFA GU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CEPAGRI/UNICAMP-Cidade Universitária “Zeferino Vaz”-13081970-Campinas-SP-Brasil  
jurandir@cpa.unicamp.br

<sup>2</sup>INRA-Domaine Saint-Paul-Site Agroparc-84194 Avignon Cedex 9-França  
{guyot,gxf@avignon.inra.fr}

**Abstract.** This paper describes the atmospheric influence on the vegetation index NDVI and on the pattern classification. These basic treatments are very important to the practical applications of the satellite images.

**Keywords:** Atmospheric correction, NDVI, Pattern classification

## 1 Resumo

Este artigo descreve a influência da atmosfera em dois tratamentos básicos feitos com as imagens de satélite e que são de grande importância em aplicações práticas: o cálculo do índice de vegetação e a classificação automática de padrões.

## 2 Introdução

Os principais efeitos observados nas imagens de satélite, devido à presença real da atmosfera entre o satélite e a superfície terrestre, são a diminuição da faixa de valores digitais possíveis registrados pelo sensor, diminuição do contraste entre superfícies adjacentes e alteração do brilho de cada ponto da imagem. Uma descrição detalhada do problema da correção atmosférica é feita por Zullo Jr. (1994).

A imagem utilizada neste artigo foi corrigida pelo programa SCORADIS (Zullo Jr. & Bezerra, 1993 e Zullo Jr., 1994) e possui as seguintes características principais: dimensão de 512 linhas por 512 colunas, bandas temáticas TM2, TM3, TM4 e TM5 do satélite Landsat 5, adquirida em 06/08/92 às 12:27GMT, órbita-ponto 719.076, quadrante A, com centro na Mata da Santa Genebra (22°49'S, 47°03'O) em Campinas (22°54'S, 47°05'O). A espessura ótica da atmosfera em 06/08/92, medida experimentalmente, foi igual a 0,283, enquanto que as concentrações de vapor d'água e ozônio foram 3,08g.cm<sup>-2</sup> e 0,31cm.atm.

## 3 Índice de vegetação

A importância da atmosfera neste assunto será mostrada aqui utilizando-se o índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) que foi definido por Rouse et alii (1974). Os níveis de cinza  $NC(NDVI)$  das imagens de

diferença normalizada foram definidos como sendo tais que  $NC(NDVI)=0$  quando  $NDVI=-0,5$  e  $NC(NDVI)=255$  para  $NDVI=+1,0$ .

A tabela 1 contém os parâmetros estatísticos das imagens de NDVI, que foram calculadas a partir das imagens de radiância original  $NC(L_{sat})$ , radiância corrigida  $NC(L)$ , reflectância aparente  $NC(\rho_{sat})$  e reflectância real  $NC(\rho)$ .

Tabela 1 -Parâmetros estatísticos das imagens de NDVI

Imagem	Nível de Cinza			
	Médio	DP	CV	Ampl
$NC(L_{sat})$	93,87	22,57	24,05	161
$NC(L)$	108,23	31,15	28,78	205
$NC(\rho_{sat})$	112,50	23,31	20,72	170
$NC(\rho)$	123,61	31,70	25,64	219

De acordo com estes valores observa-se que a presença da atmosfera faz com que o índice de vegetação NDVI seja, na média, subestimado e que haja uma diferenciação menor entre os valores do NDVI das diversas superfícies existentes na imagem.

A Tabela 2 contém os valores do índice de vegetação NDVI para as áreas-teste de mata, água e cana obtidos a partir da imagem-teste.

Tabela 2 - Índice de vegetação NDVI das áreas-teste

Área	Índice de Vegetação NDVI			
	$NC(L_{sat})$	$NC(L)$	$NC(\rho_{sat})$	$NC(\rho)$
Mata	0,317	0,553	0,434	0,648
Cana	0,363	0,53	0,476	0,621
Água	-0,306	-0,433	-0,251	-0,475

A diminuição do NDVI da água para valores próximos a -0,5 é o esperado para este tipo de superfície considerando-se os baixos valores de sua reflectância. O aumento do NDVI das áreas de mata e cana-de-açúcar é perfeitamente lógico, considerando-se que são

vegetações densas e saudáveis. De modo geral, a variação percentual entre os valores do NDVI foi sempre elevada. Isto é muito importante considerando-se que os modelos de estimativa dos parâmetros de interesse agrônomo, a partir do NDVI, são geralmente descritos por funções exponenciais. Observa-se, a partir de Tucker (1979), que uma variação da ordem de 0,2 no valor do NDVI é significativa no que se refere à estimativa da biomassa, podendo causar diferenças superiores a 140%.

#### 4 Classificação das imagens

A influência da atmosfera na classificação das imagens de satélite será apresentada utilizando-se um sistema computacional próprio desenvolvido a partir do método de classificação não-supervisionada proposto por Pao (1989), com base na Teoria de Ressonância Adaptativa (ART2). A avaliação da precisão das classificações é feita utilizando-se a variância relativa (Johnson & Wichern, 1982) e o coeficiente Kappa (Rocha, 1992). As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados obtidos.

Tabela 3- Classificação da imagem de radiância original

Raio	CL	Variância relativa				
		TM2	TM3	TM4	TM5	Ger
0,090	22	71,4	77,9	57,1	91,2	64,9
0,100	20	70,8	76,5	57,3	91,1	64,7
0,125	10	55,3	56,0	9,0	77,5	48,3
0,150	9	54,8	55,1	9,0	75,7	47,3
0,175	7	50,3	50,6	8,3	69,0	43,0
0,200	6	45,6	47,8	8,1	69,0	42,5

Tabela 4 - Classificação da imagem de reflectância real

Raio	CL	Variância relativa				
		TM2	TM3	TM4	TM5	Ger
0,100	39	79,1	84,6	82,7	89,1	70,2
0,125	21	74,3	78,4	67,2	85,2	64,0
0,150	19	75,1	80,3	67,0	84,3	64,1
0,175	14	70,7	76,1	59,0	77,9	58,6
0,200	11	64,6	64,3	9,8	75,1	44,4

De acordo com esses valores tem-se que para um mesmo raio de confiança (parâmetro-chave do método de classificação implementado), o resultado obtido a partir da imagem de reflectância real foi melhor que o obtido com a imagem de radiância original, principalmente para a banda TM4, que é importante na distinção das superfícies vegetais. A diminuição do raio de confiança sempre melhora a classificação, provocando um refinamento das classes. A Tabela 5 contém o valor do coeficiente Kappa calculado a partir das imagens classificadas de radiância original e reflectância real.

Tabela 5 - Coeficiente Kappa

Imagem-teste $NC(L_{sat})$	Imagem-padrão $NC(\rho)$	Coeficiente Kappa
raio= 0,090	raio= 0,100	39,31
raio= 0,090	raio= 0,125	63,90
raio= 0,090	raio= 0,150	59,08
raio= 0,100	raio= 0,100	46,18
raio= 0,100	raio= 0,125	59,39
raio= 0,100	raio= 0,150	67,47

De acordo com esses resultados tem-se que mesmo as melhores classificações de cada tipo de imagem apresentam diferenças significativas entre si. À superfície de água foi sempre assinalada uma única classe nas imagens classificadas consideradas. As superfícies de cana e solo tiveram até três classes assinaladas dependendo da imagem considerada, havendo sempre uma predominante. A superfície-teste de mata é a que apresentou o comportamento mais atípico. A menos da imagem de reflectância real classificada com raio igual a 0,100, observou-se que as classes assinaladas à superfície de mata foram as mesmas da água e da cana. Mesmo com um raio inferior (igual a 0,090) a classificação da imagem de radiância original não conseguiu distinguir a superfície de mata das superfícies de cana e água.

#### Referências

- Johnson, R.A.; Wichern, D.W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Prentice-Hall, New-Jersey, 1982.
- Pao, Y.H. *Adaptive Pattern Recognition and Neural Networks*, Addison-Wesley, 1989.
- Rocha, J.V. *The Influence of Ground Survey Size on Accuracy of Area Estimates from Satellite Images*. Tese de Doutorado, Silsoe College, 1992.
- Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W.; Harlan, J.C. *Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation of Natural Vegetation. Nasa/GSFC TYPE III*, Final Report, Greenbelt, MD, 1974, 371p.
- Tucker, C.J. *Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation, Remote Sensing of Environment*, N.8, 1979, pp.127-150.
- Zullo Jr., J., *Correção Atmosférica de Imagens de Satélite e Aplicações* Tese de Doutorado, DCA/FEE/UNICAMP, 1994.
- Zullo, J. Jr.; Bezerra, P.C. *Correção Atmosférica de Imagens de Satélite Utilizando o 5S*, In: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, 1993.