

## O efeito de adjacência em imagens de satélite numa atmosfera Rayleigh: uma aplicação no estado da Paraíba

Morgana Ligia de Farias Freire, Elialdo Machado Andriola e Lourivaldo Mota Lima, UEPB, Brasil

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by The Technical Committee of the 9<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of The Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

The analysis of the influence of atmospheric effects in remote sensing are based on the principle that the imaged surface is uniform. This assumption has been a great problem in the case of low reflectance surfaces such as water surfaces (water reservoirs, lakes), for which the background influence is very important. The atmospheric correction method used here is based on the optical properties of the atmosphere. A background function is used to evaluate the percentage of the background contribution. In order to evaluate the adjacency effect on Landsat-5 images, several areas of different sizes were selected over the water reservoir of São Gonçalo, located in the interior region of Paraíba state. The adjacency effect is clearly seen in the selected areas.

### Introdução

O sensoriamento Remoto fundamenta-se na identificação e discriminação entre alvos, onde a radiância detectada por um sensor é à base do processo. O mecanismo de aquisição é ideal se o conteúdo espectral e temporal da informação sempre permanecesse inalterado. Todavia, na realidade isto não ocorre, pois entre o sensor e a superfície há um meio extremamente dinâmico, a atmosfera, que interage com a radiação eletromagnética. Esta interação provoca alterações significativas na propagação da radiação (fluxo) proveniente de um alvo. Isso sugere toda uma metodologia de correção atmosférica, incluindo o efeito de adjacência, para quantificar seus efeitos na assinatura espectral de alvos.

Com a finalidade de contribuir para uma melhor análise da identificação, discriminação e estudo das propriedades físicas, químicas e biológicas de alvos naturais, tais como a água, este trabalho tem o objetivo de utilizar o método desenvolvido por Tanré et al. (1986), para remoção dos efeitos produzidos pela atmosfera em imagens TM-Landsat, incluindo o efeito de adjacência. O método baseia-se em equacionar o sinal recebido pelo satélite como função de sucessivas ordens de interação da radiação no sistema terra-atmosfera.

A reflectância detectada pelo sensor,  $\rho^*$ , sem considerar os efeitos de absorção numa banda espectral ou num comprimento de onda  $\lambda$ , é dada por:

$$\rho_{\lambda}^*(\theta_o, \theta, \phi) = \rho_{\lambda}^{atm} + T_{\lambda}(\theta_o) [ \langle \rho_{\lambda} \rangle / (1 - S_{\lambda} \langle \rho_{\lambda} \rangle) ] T_{\lambda}(\theta), \quad (1.1)$$

onde:  $\theta_o$  e  $\theta$  são os ângulos zenitais do sol e do satélite, respectivamente;  $\phi$  é o ângulo azimutal relativo,  $\rho_{\lambda}^{atm}$  é a reflectância da atmosfera,  $T_{\lambda}(\theta_o)$  e  $T_{\lambda}(\theta)$  são as funções de transmitância descendente e ascendente, respectivamente;  $S_{\lambda}$  é o albedo esférico da atmosfera e  $\langle \rho_{\lambda} \rangle$  é a reflectância média.

Seja o caso de um alvo com reflectância  $\rho_{\lambda}^{alvo}$ , rodeado por uma vizinhança com reflectância  $\rho_{\lambda}^{viz}$ , o termo denotado de reflectância média,  $\langle \rho_{\lambda} \rangle$ , é dado por:

$$\langle \rho_{\lambda} \rangle = F^R(r) \rho_{\lambda}^{alvo} + [1 - F^R(r)] \rho_{\lambda}^{viz}, \quad (1.2)$$

sendo:

$$F^R(r) = 1 - 0,930 \exp(-0,082r) + 0,625 \exp(-1,102r), \quad (1.3)$$

a função de vizinhança, que representa a contribuição percentual de  $\rho_{\lambda}^{alvo}$  para  $\langle \rho_{\lambda} \rangle$  e  $r$  o raio do alvo, em Km. Se  $r \rightarrow 0$ ,  $F^R(r) = 0$  e  $r \rightarrow \infty$ ,  $F^R(r) = 1$ . O subscrito R refere-se a atmosfera Rayleigh.

### Método

Foram utilizados segmentos de imagens Landsat-5 (Figura 1), nas bandas 1, 2 e 3 do TM, cobrindo os quadrantes que inclui a localidade de São Gonçalo, na Paraíba (6,84°S; 34,23°W), do dia 12 de agosto de 1990. Estas imagens tinham sido gravadas como arquivos binários, permitindo sua inspeção através de programas de visualização e processamento em Turbo Basic (Bottino e Ceballos, 1994).

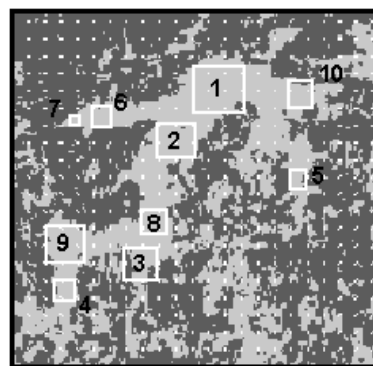


Figura 1 - Imagem com os alvos sobre o açude de São Gonçalo na banda 1 do TM (Landsat-5).

Como dados de superfície, dispõe-se de medidas de reflectância bidirecional correspondente as regiões do visível ao infravermelho próximo da água (açude de São Gonçalo) e da vegetação entorno (pastagem + caatinga).

Estabelecidos os parâmetros atmosféricos e os parâmetros geométricos de iluminação e visada foram delimitadas áreas quadradas sobre a água (alvo contaminado), com tamanhos diferentes, mostradas na Figura 1. Neste caso, o raio médio do alvo é a metade do lado do quadrado. Em cada uma dessas áreas foi obtida a média dos seus níveis de cinza a partir das imagens e a determinação da reflectância média.

## Resultados

A análise da influência do efeito da vizinhança (adjacência) para as áreas mostradas na Figura 1 é verificada pelos os dados da Tabela 1. As escolhas dessas áreas (ou alvos) foram subjetivas, baseadas na visualização da própria imagem. Os valores de reflectância média obtida mostram que a resposta espectral a partir da imagem é devida principalmente ao efeito de adjacência, e não da água, cujos valores medidos em superfície encontram-se na Tabela 2. Isto é verificado pela variação do raio do alvo, ou seja quando aumenta o raio do alvo, a reflectância média tende a representar mais significativamente a reflectância da água, pois a contribuição do alvo Fr aumenta e a da vizinhança (1-Fr) diminui.

Tabela 1 - Reflectância Média dos alvos correspondentes a Figura 1.

r (Km)	nº alvo	BANDAS		
		1	2	3
0,045	7	0,0240	0,0324	0,0313
0,075	5	0,0197	0,0324	0,0307
0,135	6	0,0194	0,0285	0,0283
0,135	4	0,0184	0,0242	0,0239
0,240	10	0,0168	0,0226	0,0220
0,255	8	0,0166	0,0226	0,0215
0,315	9	0,0166	0,0234	0,0215
0,315	3	0,0166	0,0234	0,0215
0,315	2	0,0166	0,0234	0,0219
0,465	1	0,0151	0,0211	0,0169

De acordo com a “verdade terrestre” (Tabela 2), os valores de reflectância média obtida (Tabela 1) são maiores na banda 2. Dentre os alvos considerados, o alvo nº 1 apresenta os menores valores de reflectância, aproximando dos valores obtidos em superfície, pois como o seu raio é maior, a contribuição da vizinhança (1- Fr), é menor. Esta comparação com dados de superfície pode ser feita porque a atmosfera do Nordeste, em particular sobre a região da Paraíba, pode ser julgada limpa e além disso, as bandas do TM encontram-se praticamente fora das regiões de grande absorção do vapor d’água. Portanto, a atmosfera “limpa e seca” (Rayleigh) é uma boa aproximação para a localidade de São Gonçalo.

Tabela 2 - Valores medidos em superfície, ou seja, correspondentes a “verdade terrestre”

Alvos	Bandas do Landsat		
	1	2	3
Água	0,0054	0,0080	0,0058
Vegetação	0,0315	0,0639	0,0423

Para melhor compreensão do percentual de contribuição da reflectância do alvo e/ou adjacência, fez-se uma amostragem dos níveis de cinza para a vegetação em torno do açude. Como “input” usou-se a reflectância da vegetação obtida em superfície, variando apenas o raio. O resultado dessa simulação é dado através do gráfico da Figura 2. A partir da figura, vê-se que com o aumento do raio, a reflectância do alvo diminui, aproximando-se dos valores obtidos em superfície a partir de 10 Km. Entretanto, com a diminuição do raio a reflectância do alvo aumenta, devido a percentagem de contribuição da vizinhança está aumentando.

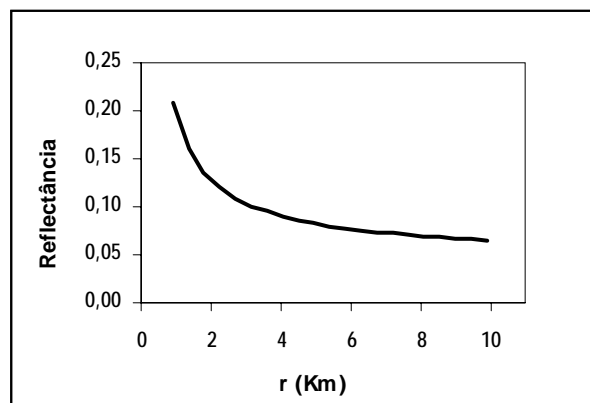


Figura 2 - Simulação da reflectância do alvo na banda 1 em função do raio do alvo (r).

A característica reflectiva da água foi alterada em virtude de sua vizinhança, cuja reflectância é muito maior. Isto ocorre porque a energia espalhada pela região adjacente (vegetação) e a água possuem respostas espectrais diferentes.

### **Conclusões**

O efeito da vizinhança é evidenciado em superfícies de baixa reflectância com pequenas dimensões, rodeado por uma vizinhança com um coeficiente de reflexão mais elevado.

Desta maneira, não deve negligenciar esse efeito nas diversas aplicações do Sensoriamento Remoto

### **Referências**

**Bottino, M. J.; Ceballos, J. C.**, 1994. Um estudo de caracterização espectral de alvos em imagens Landsat da Paraíba. In: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, VI: 396-339. Belo Horizonte, MG.

**Ceballos, J.C.; Bastos, E. J. B.**, 1998, Um estudo de imagens Landsat-5 no agreste paraibano I: reflectâncias de duas épocas do ano. Revista Brasileira de Meteorologia, 3(1):207-215.

**Tanré, D.; Deroo, C.; Duhaut, P.; Herman, M.; Morcrette, J. J.; Perbos, J.; Deschamps, P. Y.**, 1986, Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (5S). Technical Report, 149p.