

COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO ENTRE OS MÉTODOS DE CORREÇÃO RADIOMÉTRICA *DARK OBJECT SUBTRACTION* E 6S EM IMAGEM TM- LANDSAT 5

Guilherme Zavatti Ceccato¹

Marconi Martins Cunha¹

Nilcilene das Graças Medeiros¹

1. Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Civil - Av. P H Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa - MG, 36570-000 (gzceccato@gmail.com; marconi.cunha@ufv.br; nilcilene.medeiros@ufv.br)

RESUMO

A atmosfera terrestre pode ser considerada como uma das principais fontes de degradação radiométrica no momento de captura das imagens orbitais. Assim, tais deteriorações causam a mudança dos valores de brilho dos pixels, fazendo com que se torne necessário efetuar a correção radiométrica a fim de minimizar tais efeitos. Neste relato de experiência, o principal objetivo foi efetuar a correção radiométrica das bandas do visível em uma imagem Landsat 5, no *software* Idrisi Selva, por meio de dois métodos: um empírico, o DOS, e outro pelo método físico, 6S e, depois, comparar os resultados dos valores de nível de brilho de cada processamento. Os resultados mostraram que a correção usando o DOS, para todas as bandas, foi satisfatória, visto que os valores de brilho médio foram próximos de zero, comprovando que os efeitos de gerados pelo espalhamento foram atenuados, ao passo que para o 6S, o valor de brilho da banda do azul (B) foi alto (29), indicando que neste caso o procedimento não proporcionou bons resultados. Já para as bandas do vermelho (R) e verde (G), em ambos os métodos, os resultados encontrados foram satisfatórios, tendo os valores de brilho também próximos de zero. Dessa forma, justifica-se, em partes, que em função da não disponibilidade de parâmetros mais completos sobre a atmosfera, o método 6S não retornou melhores resultados para a banda (B), logo, concluiu-se que quando não se dispõe de tais informações recomenda-se o uso do método mais generalizado (DOS).

Palavras-chave: Correção Radiométrica, DOS, 6S, Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

The Earth's atmosphere can be considered as one of the main sources of radiometric degradation at the time of capturing orbital images. Thus, such deteriorations cause a change in the brightness values of the pixels, making it necessary to perform radiometric correction in order to minimize such effects. In this experience report, the main objective was to perform the radiometric correction of visible bands in a Landsat 5 image, in the Idrisi Selva software, through two methods: an empirical, DOS, and another by the physical method, 6S and then compare the results of the gloss level values of each processing. The results showed that the correction using the DOS, for all bands, was satisfactory, since the average brightness values were close to zero, proving that the effects generated by the scattering were attenuated, while for the 6S, the brightness value of the blue band (B) was high (29), indicating that in this case the procedure did not provide good results. As for the red (R) and green (G) bands, in both methods, the results were satisfactory, with the brightness values also close to zero. Thus, it is justified, in part, due to the non-availability of more complete parameters about the atmosphere, the 6S method did not return better results for the (B) band, so it was concluded that when such information is not available, the use of the most generalized method (DOS) is recommended.

Keywords: Radiometric Correction, DOS, 6S, Remote Sensing.

INTRODUÇÃO

Atualmente, as imagens de satélite são utilizadas para distintas finalidades, tais como: levantamentos de recursos naturais, monitoramento ambiental, detecção de desastres naturais, previsões de safras agrícolas, cartografia temática, defesa, entre outras (MENESES et al., 2012). Ademais, com o advento tecnológico, os sensores se tornaram melhores, tanto do ponto de vista espacial quanto do espectral, este último possibilitando a obtenção de imagens multi e hiperespectrais.

Meneses et al. (2012) mencionam ainda que a obtenção das imagens de satélites é feita por meio da detecção e medição quantitativa das respostas da interação da radiação eletromagnética com os materiais terrestres.

Câmara et al. (2001) ressaltaram que o pixel representa cada elemento da imagem e possui um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área correspondente na superfície terrestre, denominando assim o valor de brilho ou nível de cinza (NC).

Quando obtidas, as imagens orbitais possuem degradações nos valores de reflectância que podem ser causados pelo espalhamento e absorção atmosférica (GIADA et al., 2020). No caso da atmosfera, a intensidade dos efeitos é dependente do comprimento de onda e da maneira que é feita a trajetória, afetando diretamente a radiância (onde é acrescido um sinal que é detectado pelo sensor) causando a atenuação da intensidade de energia que ilumina o alvo na superfície (MENESES et al., 2012).

Desta forma, torna-se imprescindível realizar a correção atmosférica nas imagens orbitais, cujo principal escopo é o de corrigir estas degradações e atenuar os efeitos causados por ela. Tal procedimento é importante para que as imperfeições radiométricas não se propaguem e afetem as demais etapas do processamento digital de imagens, como o realce, a segmentação de feições e a classificação (MOGRANE et al., 2019).

Neste contexto, o presente relato de experiência teve como objetivo realizar a correção radiométrica das bandas do visível em uma imagem Landsat 5 por meio da aplicação do método DOS (*Dark Object Subtraction*), subtração do pixel escuro, e pelo método 6S (*Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum*) e comparar os resultados dos valores de nível de brilho de cada um dos processamentos.

METODOLOGIA

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram as bandas do visível de uma imagem Landsat 5 – TM (Figura 1), obtidas gratuitamente no catálogo de imagens do Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Justifica-se o uso destas bandas pelo fato de serem as mais afetadas pelo espalhamento atmosférico, sobretudo a banda do azul. O *software* utilizado no processamento foi o Idrisi Selva, devidamente licenciado no Laboratório de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

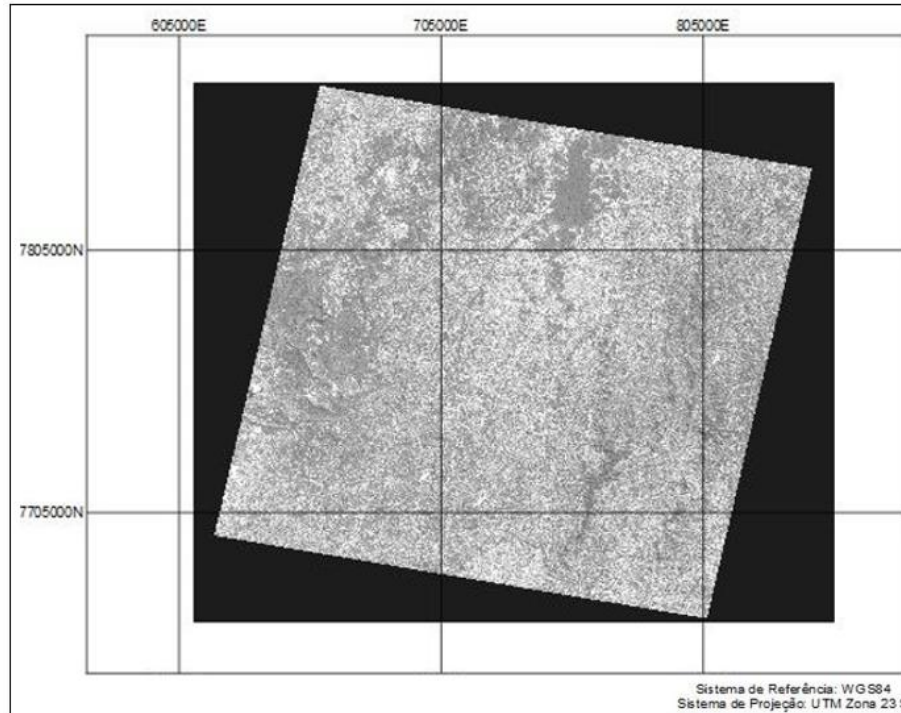


Figura 1. Imagem Landsat 5 usada na análise. Fonte: Os autores (2022).

Para a aplicação do método *DOS*, proposto por Chaves (1998), foi necessário, conforme preconizado por Meneses et al. (2012), identificar o valor do deslocamento do histograma em cada uma das bandas, atentando-se aos valores de brilho para regiões onde o número deveria ser zero (como as sombras de relevo) e, então, efetuar a subtração deste valor para que ele se torne zero. O efeito de espalhamento gera na imagem uma aparência desfocada ou de névoa e, por isso, deve ser removido.

Assim, para a execução da correção radiométrica com o método *DOS*, foi necessário o uso da ferramenta *ATCOR* (Figura 2), do *software* Idrisi, onde a correção foi feita para cada uma das bandas de modo independente e, por fim, realizou-se a composição colorida para analisar dos resultados.

Atmospheric correction model:		Radiance calibration option:	
<input type="radio"/> Apparent reflectance model		<input checked="" type="radio"/> Lmin/Lmax	<input type="radio"/> Offset/Gain
<input checked="" type="radio"/> Dark object subtraction			
<input type="radio"/> Cos(t) model		Radiance at Dn 0 (Lmin):	<input type="text"/>
<input type="radio"/> Full model		Radiance at Dn max (Lmax):	<input type="text"/>
Year (yyyy): <input type="text"/>	Month (mm): <input type="text"/>	Dn max:	<input type="text" value="255"/>
Day (dd): <input type="text"/>	GMT (hh.h): <input type="text"/>	Satellite viewing angle (0 = vertical):	<input type="text" value="0.0"/>
Wavelength of band center (microns): <input type="text"/>		Spectral solar irradiance (E ₀):	<input type="text" value="135.1"/>
Dn haze: <input type="text" value="0.0"/>		Sun elevation (0 = at horizon):	<input type="text" value="60"/>
Optical thickness: <input type="text"/>		Spectral diffuse sky irradiance:	<input type="text" value="0.0"/>
Input image: <input type="text"/> ...		Output image: <input type="text"/> ...	
<input type="button" value="OK"/>		<input type="button" value="Close"/> <input type="button" value="Help"/>	

Figura 2. Ferramenta "ATCOR" no Idrisi Selva. Fonte: Os autores (2022).

A partir dos metadados (arquivo .MTL) da imagem foram obtidas as informações referentes a data, hora e ângulo de visada. O valor de *haze* foi adquirido realizando uma média aritmética simples dos valores de reflectância de dez pixels em uma região de sombra de relevo, exemplificada pela Figura 3.



Figura 3. Análise da região de sombra do relevo. Fonte: Os autores (2022).

Já os valores de reflectância máxima e mínima para o sensor TM foram extraídos de Chander et al. (2009) conforme pode ser visto na Figura 4.

TM Sensors ($Q_{calmin} = 1$ and $Q_{calmax} = 255$)							
Band	Spectral range	Center wavelength	LMIN _i	LMAX _i	G _{rescale}	B _{rescale}	ESUN _i
Units	μm		W/(m ² sr m)		(W/m ² sr m)/DN	W/(m ² sr m)	W/(m ² m)
L4 TM (NLAPS)							
1	0.452 – 0.518	0.485	-1.52	152.10	0.602431	-1.52	1983
2	0.529 – 0.609	0.569	-2.84	296.81	1.175098	-2.84	1795
3	0.624 – 0.693	0.659	-1.17	204.30	0.805765	-1.17	1539
4	0.776 – 0.905	0.841	-1.51	206.20	0.814549	-1.51	1028
5	1.568 – 1.784	1.676	-0.37	27.19	0.108078	-0.37	219.8
6	10.42 – 11.66	11.040	1.2378	15.3032	0.055158	1.2378	N/A
7	2.097 – 2.347	2.222	-0.15	14.38	0.056980	-0.15	83.49
L4 TM (LPGS)							
1	0.452 – 0.518	0.485	-1.52	163	0.647717	-2.17	1983
			-1.52	171	0.679213	-2.20	
2	0.529 – 0.609	0.569	-2.84	336	1.334016	-4.17	1795
3	0.624 – 0.693	0.659	-1.17	254	1.004606	-2.17	1539
4	0.776 – 0.905	0.841	-1.51	221	0.876024	-2.39	1028
5	1.568 – 1.784	1.676	-0.37	31.4	0.125079	-0.50	219.8
6	10.42 – 11.66	11.040	1.2378	15.3032	0.055376	1.2378	N/A
7	2.097 – 2.347	2.222	-0.15	16.6	0.065945	-0.22	83.49
L5 TM (LPGS)							
1	0.452 – 0.518	0.485	-1.52	169	0.671339	-2.19	1983
			-1.52	193	0.765827	-2.29	
2	0.528 – 0.609	0.569	-2.84	333	1.322205	-4.16	1796
			-2.84	365	1.448189	-4.29	
3	0.626 – 0.693	0.660	-1.17	264	1.043976	-2.21	1536
4	0.776 – 0.904	0.840	-1.51	221	0.876024	-2.39	1031
5	1.567 – 1.784	1.676	-0.37	30.2	0.120354	-0.49	220.0
6	10.45 – 12.42	11.435	1.2378	15.3032	0.055376	1.18	N/A
7	2.097 – 2.349	2.223	-0.15	16.5	0.065551	-0.22	83.44

Figura 4. Valores de reflectância máxima e mínima para diversos sensores orbitais. Fonte: Chander et al. (2009).

Já o modelo 6S foi desenvolvido para simulação do sinal de sensores remotos entre os comprimentos de onda de 0,25μm a 4,00μm (VERMOTE et al., 1997). É um método mais robusto para correção do espalhamento e absorção da radiação na camada atmosférica, porém para seu uso é necessário conhecer previamente os parâmetros de entrada que são definidos durante o imageamento do satélite (ANDRADE, 2010).

De acordo com Antunes et al. (2003), este modelo possibilita a configuração das condições de iluminação que são obtidas a partir da data, hora, coordenadas da imagem, a geometria dos satélites, os modelos de atmosfera e de aerossóis, a altitude do terreno, se os dados estão escalonados de 0 a 255 e o tamanho da imagem em bytes, conforme apresentado na Figura 5.

Modelo de atmosfera:	
>	0 Sem absorção gasosa
>	1 Tropical
>	2 Latitude media no verão
>	3 Latitude media no inverno
>	4 Subártico no verão
>	5 Subártico no inverno
>	6 Modelo padrão US 62
>	7 Modelo de usuário (de radiosonda)
Modelo de aerossóis:	
>	0 Sem aerossóis
>	1 Continental
>	2 Marítimo
>	3 Urbano
>	4 Modelo do usuário
>	5 Modelo de deserto
>	6 Queima de biomassa (queimadas)
>	7 Estratosférico
>	8-12 Modelos do usuário

Figura 5. Códigos para definição do modelo de atmosfera e do modelo de aerossóis para o 6S. Fonte: ANTUNES et al. (2003).

O modelo de correção 6S não possui interface gráfica para o usuário, assim, após o procedimento de correção foi feita a importação das imagens no Idrisi para comparação dos resultados das duas metodologias empregadas.

Ressalta-se que os parâmetros utilizados para a correção atmosférica da banda do azul pelo 6S são apresentados na Figura 6. Para as bandas do vermelho e verde foram alterados somente o código que descreve a banda a ser corrigida.

```

7 (Landsat TM geometrical conditions)
8 7 12.673 -42.733 -20.233 (month,day,hh.ddd,long.,lat.) (hh.ddd=the decimal hour in universal time)
1 (tropical atmospheric mode)
1 (continental aerosols model)
15 (visibility in km (aerosol model concentration)
0.650 (target at 650 m above sea level)
-1000 (sensor on board of satellite)
25 (first band of TM Landsat 5)
-1 (TM image with reflectance scaled between 0 and 255)
55556558 (number of pixels of the image=number of bytes)

```

Figura 6. Parâmetros utilizados para a banda 1 na correção pelo método 6S. Fonte: Os autores (2022).

Conforme dito, para modelar a atmosfera utilizando o 6S, deve-se fornecer os parâmetros e códigos que foram obtidos a partir dos metadados referentes às imagens e considerando o modelo de atmosfera tropical e de aerossóis continental.

Ao final, com as imagens corrigidas foi analisado o valor de reflectância nas regiões de sombras (como exemplo, a Figura 3) do relevo e, assim, comparado os resultados obtidos.

RESULTADOS

A Figura 7-a mostra a composição RGB da imagem utilizada, onde é notório o efeito gerado pelo espalhamento, fato este que diminuiu o contraste dos alvos/feições, apresentando um aspecto de névoa sobre a imagem toda. Já a Figura 7-b exibe a imagem da composição colorida realizada com as bandas corrigidas pelo método DOS, em que foi possível concluir que os tons da imagem melhoraram, tornando-se possível retirar a névoa azulada presente antes da correção. Por fim, a Figura 7-c mostra a composição colorida das bandas corrigidas pelo método do 6S. Nela, verificou-se que as cores apresentaram um melhor contraste do que a imagem sem correção, contudo, manteve tons azulados, não sendo possível remover toda a névoa promovida pelo espalhamento.

Pode-se justificar este fato, em partes, por conta de não estarem disponíveis todos os parâmetros, fazendo com que a correção ocorresse de modo mais generalizado e não se tornando tão efetiva.

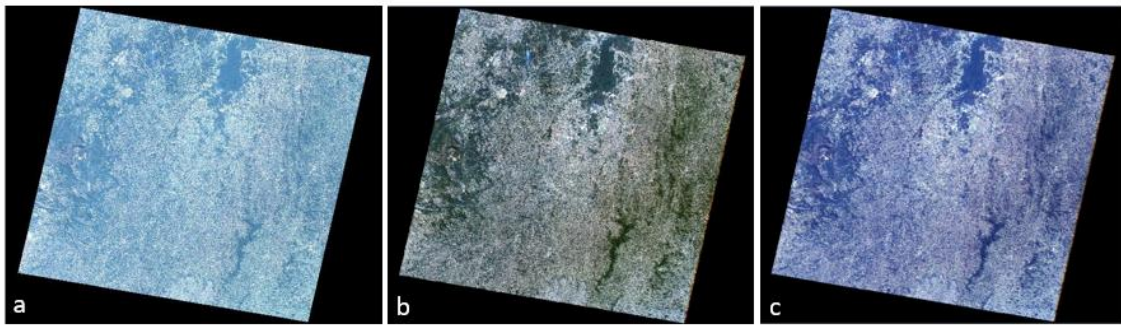


Figura 7. a) Imagem sem correção radiométrica b) Imagem corrigida pelo método DOS c) Imagem corrigida pelo método 6S.

Para uma análise quantitativa, foram coletados pontos na mesma região da Figura 3 e, então, gerado a Figura 8 com os valores médios de brilho.

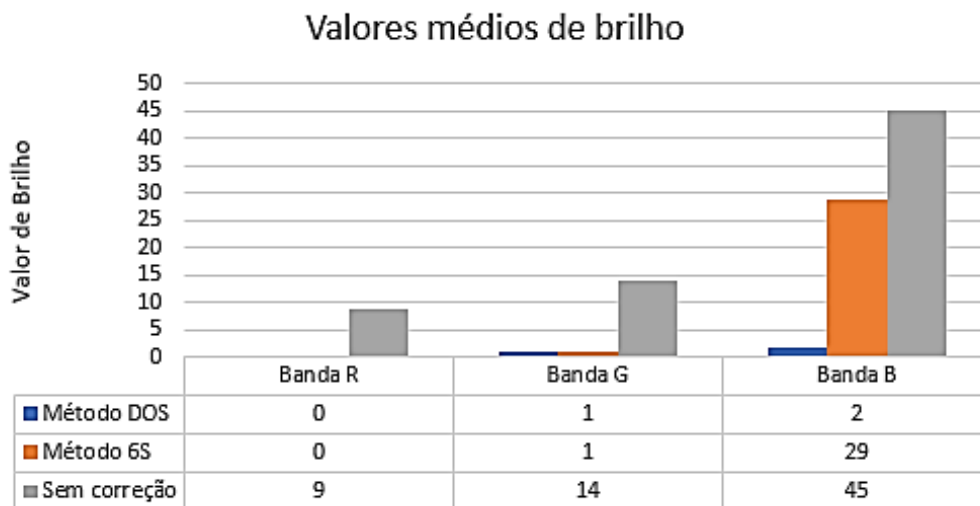


Figura 8. Valores médios de brilhos para cada correção. Fonte: Os autores (2022).

A partir deste gráfico constatou-se que o uso do método DOS, para as três bandas, obteve uma correção satisfatória, visto que os valores de brilho médio foram próximos de zero, comprovando que os efeitos de gerados pelo espalhamento foram corrigidos. Já para o método 6S, o valor de brilho da banda do azul (B) não foi próximo a zero, indicando que, neste caso, a correção não proporcionou bons resultados. Já para as bandas do vermelho (R) e verde (G), os resultados encontrados foram satisfatórios, tendo os valores de brilho próximos a zero.

CONCLUSÕES

Este estudo permitiu a compreensão, na prática, da relevância da aplicação da correção radiométrica em imagens orbitais. A imagem obtida do INPE, não corrigida, possuía baixo contraste e tom azulado de névoa em toda a cena dificultando a discriminação e

identificação das feições e, após tal procedimento, foi possível minimizar estes efeitos, tornando a imagem com melhor contraste para possíveis análises conseguintes.

Os resultados mostraram que o método DOS foi melhor quando comparado ao 6S, assim para se assegurar de bons resultados, por meio do método 6S, é imprescindível definir com exatidão os parâmetros de entrada, para modelar a situação da atmosfera. Por fim, concluiu-se que para os casos em que os usuários não detêm informações sobre os parâmetros atmosféricos é indicado a correção pelo método mais simples, no qual depende apenas dos valores de brilho da imagem, como é o caso do DOS, ao passo que os métodos físicos, como o 6S, geram melhores resultados quando aplicados em situações em que se tenha conhecimento preciso dos parâmetros atmosféricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. G.; SANCHES, I. D.; VICTORIA, D. C.; FURTADO, A. L. S. Análise de metodologias para correção atmosférica e estimativa do albedo da superfície usando imagens Landsat 5 TM. Anais do Simpósio em Geotecnologias no Pantanal. Cáceres-MT. 2010.

ANTUNES, M. A. H.; FREIRE, R. M. B.; BOTELHO, A. S.; TONIOLLI, L. H. Correções atmosféricas de imagens de satélites utilizando o modelo 6S. Anais do Congresso Brasileiro de Cartografia. Belo Horizonte-MG. 2003.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. L.; HELDER, D. L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote Sensing of Environment. nº 5, pp. 893-903, 2009.

CHAVEZ, P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. Remote Sensing of Environment nº 24, pp. 459-479, 1988.

GAIDA, W.; BREUNIG, F. M.; GALVÃO, L. S.; PONZONI, F. J. Correção Atmosférica em Sensoriamento Remoto: Uma Revisão. Revista Brasileira de Geografia Física. nº 1, pp. 229-248, 2020.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T.; ROSA, A. N. C. S.; SANO, E. E.; SOUZA, E. B.; BAPTISTA, G. M. M.; BRITES, R. S. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Brasília: CNPQ, 2012.

MOGRANE, A. M.; JAMET, C.; LOISEL, H.; VANTREPOTTE, V.; MÉRIAUX, X.; CAUVIN, A. Evaluation of five atmospheric correction algorithms over french optically-complex waters for the Sentinel-3A OLCI ocean color sensor. Remote Sensing nº 11, pp. 668, 2019.

VERMOTE, E.F.; TANRÉ, D.; DEUZÉ, J. L.; HERMAN, M.; MORCRETTE, J. J. Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum, 6S: An overview. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. nº 3, pp. 675- 686, 1997.