

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS ATMOSFÉRICOS DO SENSOR MODIS/TERRA, PARA CORREÇÃO ATMOSFÉRICA DE IMAGENS AVHRR/NOAA

CRISTINA NASCIMENTO¹ & JURANDIR ZULLO JÚNIOR²

¹ Engenheira Agrônoma, Doutoranda, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas- SP, (0xx19) 3788-1127, e-mail: crisrina@cpa.unicamp.br

² Prof. Doutor, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

RESUMO: Para obter a reflectância da superfície, nos canais 1 e 2 do sensor AVHRR, foi realizada a correção atmosférica, baseada na entrada de dados, tais como espessura óptica dos aerossóis, coluna total de vapor d'água e carga total de ozônio, respectivamente fornecidos pelo sensor MODIS. A utilização deste sensor está diretamente relacionada à obtenção das informações, necessários para a correção atmosférica, considerando-se a variabilidade dos parâmetros no tempo e espaço. Foi utilizado o aplicativo SCORADIS, fundamentado no modelo de transferência radiativa 5S, então adaptado, para possibilitar a correção atmosférica de toda a imagem do AVHRR, a partir da entrada das imagens correspondentes aos planos atmosféricos, através da utilização de quatro metodologias distintas de correção atmosférica. As análises indicaram que as correções realizadas a partir dos dados sensor MODIS apresentaram resultados coerentes com o esperado após a eliminação dos efeitos de espalhamento e de absorção atmosférica, nos canais 1 e 2 do NOAA-17. Para o NDVI, a diferença percentual entre as imagens com e sem correção chegou a ser de, aproximadamente, 80%. Não se observou diferença entre as metodologias utilizadas para a entrada dos dados atmosféricos no sistema de correção atmosférica, possivelmente, à magnitude dos valores utilizados e à área-teste escolhida.

PALAVRAS-CHAVE: correção atmosférica, modelo 5S, NDVI.

POTENTIAL OF USE OF ATMOSPHERIC PRODUCTS OF SENSOR MODIS/TERRA, FOR ATMOSPHERIC CORRECTION OF IMAGES AVHRR/NOAA

ABSTRACT: In the attempt to obtain the real reflectance of ground surface, in channels 1 and 2 of AVHRR sensor, was performed the atmospheric correction of two NOAA images, based on atmospheric data supplied by the MODIS sensor, considering the spatial and temporal variability of these parameters. The system SCORADIS, based on the radiative transfer model called 5S, was adapted to read images having values of aerosols optical thickness, water vapor content and ozone contents corresponding spatially to each pixel of a AVHRR/NOAA image. Four distinct methodologies were used to define the images of atmospheric parameters. Coherent results were obtained using atmospheric data from MODIS, indicating that the scattering and absorption effects were correctly eliminated from the NOAA images in the two dates considered. The difference between the NDVI calculated with corrected and non-corrected images was up to 80%, showing the importance of using corrected images in applications based on multitemporal images. There was not observed difference among the four methodologies applied to define the atmospheric data used in the atmospheric correction system due, maybe, to the magnitude of the values and to the atmospheric conditions of test-area.

KEYWORDS: Atmospheric correction, 5S model, NDVI.

INTRODUÇÃO: Imagens geradas a partir de sensores remotos constituem-se do produto da interação da radiação eletromagnética (REM) com a atmosfera e a superfície. A principal fonte de REM, é o Sol,

e a radiação proveniente desta fonte, que é refletida pela superfície e detectada pelo sensor orbital, passa duas vezes pela atmosfera. Ao percorrer estes caminhos, a atmosfera influencia negativamente no transporte da radiação solar através dos processos de absorção e espalhamento, ocasionados respectivamente por gases e partículas em suspensão, denominadas aerossóis. Em razão disso, o sinal medido no sensor é modificado conforme o comprimento de onda e a composição da atmosfera. Afim de obter a reflectância da superfície, nos canais 1 e 2 do sensor AVHRR, foi realizada a correção atmosférica, baseada na entrada das imagens, tais como espessura óptica dos aerossóis, coluna total de vapor d'água e carga total de ozônio, respectivamente fornecidos pelo sensor MODIS. O intuito da utilização deste sensor, para fins de correção atmosférica, está diretamente relacionado à obtenção das informações, considerando-se a variabilidade dos parâmetros na cena, contrapondo-se com outras linhas de pesquisas, que considera a atmosfera homogênea. Para tanto foi utilizado o aplicativo SCORADIS (Sistema de Correção Radiométrica de Imagens de Satélite), fundamentado no modelo de transferência radiativa 5S, então adaptado, para possibilitar a correção atmosférica das imagens do AVHRR.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo apresenta as seguintes coordenadas: 13°22'6.48'' a 16°57'3.08'' de latitude Sul e 47°5'1.54'' a 51°44'58.49'' de longitude Oeste. A imagem do NOAA-17/AVHRR correspondente ao dia 14/07/2004, foi obtida do Banco de imagens do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI). A caracterização atmosférica no momento de passagem do satélite TERRA sobre a região foi realizada usando-se os produtos de espessura óptica dos aerossóis a 550nm (MOD04), vapor d'água (MOD05) e ozônio (MOD07) do sensor MODIS/TERRA, obtidas através da NASA *Goddard DAAD (Distributed Active Archive Center)*, com resolução espacial de 10Km e 5Km, respectivamente. Com as imagens a serem corrigidas e os parâmetros atmosféricos necessários para a correção, foi utilizando o aplicativo SCORADIS, desenvolvido por Zullo Jr. (1994), o SCORADIS foi adaptado para a correção de imagens do sensor AVHRR considerando, então as condições atmosféricas diferentes. As imagens passaram pelo pré-processamento que inclui: conversão dos data: North América 1927 para UTM/WGS-84 fuso 23S, conversão das resoluções espaciais: adotou-se como padrão a resolução espacial de 1,1 km das imagens AVHRR/NOAA. A imagem foi recortada afim de obter 1024 linhas x 1024 colunas e resolução radiométrica de 8 bits. Após este processamento foi feita a conversão para o formato bruto, "bil", formato este necessário para entrada no SCORADIS. Com a determinação das imagens já convertidas para a resolução espacial do NOAA, foram selecionados 10% dos pixels, distribuídos aleatoriamente na imagem, com a finalidade de obter uma média aritmética, afim de substituir os pixels com informações faltantes, ou seja, onde não ocorreu a estimativa do ponto na imagem. Como metodologia para substituição na imagem de dados faltantes, foi feita uma máscara 0-1, onde os valores correspondentes a 0, foram substituídos pela média, obtida através das técnicas de amostragem. O processo de correção englobou a entrada das imagens (canais 1 e 2) em reflectância aparente, com os parâmetros atmosféricos e os ângulos de localização e iluminação, afim de gerar a imagem corrigida (Reflectância da superfície). O processo de correção está baseado em quatro metodologias distintas de entrada de dados: a primeira considera a variabilidade dos parâmetros da cena, a segunda a média dos pixels da cena, a terceira considera a atmosfera homogênea e a quarta imagem aerossol da metodologia 1 com as imagens vapor d'água e ozônio da metodologia 4. O intuito da utilização das quatro metodologias, está diretamente relacionada a avaliação do impacto da correção através do uso de imagens detalhadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1, apresenta a comparação entre os valores de Reflectância obtidos a partir de imagens sem correção e com correção atmosférica: Reflectância Aparente (ρ_{sat}) x Reflectância da Superfície (ρ), entre as diferentes metodologias de entrada de dados.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos: Média, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de variação (C.V.), no dia 14/07/2004.

Banda	Parâmetro	ρ_{sat}	ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4
1	Média	0,105138	0,087607	0,087627	0,089826	0,089942
	D.P.	0,085444	0,106857	0,106694	0,102770	0,103660
	C.V.	81,26	121,97	121,75	114,41	115,25
2	Média	0,155664	0,194441	0,194564	0,190033	0,194532
	D.P.	0,065916	0,086569	0,086487	0,084643	0,084643
	C.V.	42,34	44,52	44,45	44,54	43,51

Através da Tabela 1, é possível observar a diferença entre os valores de Reflectância obtidos a partir de imagens com correção e sem correção atmosférica (Reflectância da superfície e Reflectância aparente). A presença real da atmosfera em imagens de satélite altera os valores possíveis que deveriam ser registrados pelo sensor. Esta alteração está diretamente relacionado com a atuação dos efeitos de espalhamento e absorção. Para o canal 1, que representa a região espectral do vermelho, a correção realizada pelas quatro propostas de entrada de dados resultou em valores de reflectância menores em relação à reflectância aparente. Esta variação é clássica em processos de correção deste canal e é função da contribuição aditiva do efeito de espalhamento. O contrário ocorreu em relação à absorção que afeta o canal 2, correspondente a região espectral do infravermelho próximo, ou seja, neste caso a atmosfera, faz com que o efeito seja subtrativo. A partir dos canais 1 e 2 corrigidos foram realizadas comparações entre o NDVI obtido entre imagens corrigidas e não corrigidas. A figura 1 apresenta as imagens de entrada e os planos atmosféricos necessários para correção: espessura óptica dos aerossóis, coluna de vapor d'água (g/cm^2) e carga total de ozônio ($cm.atm$).

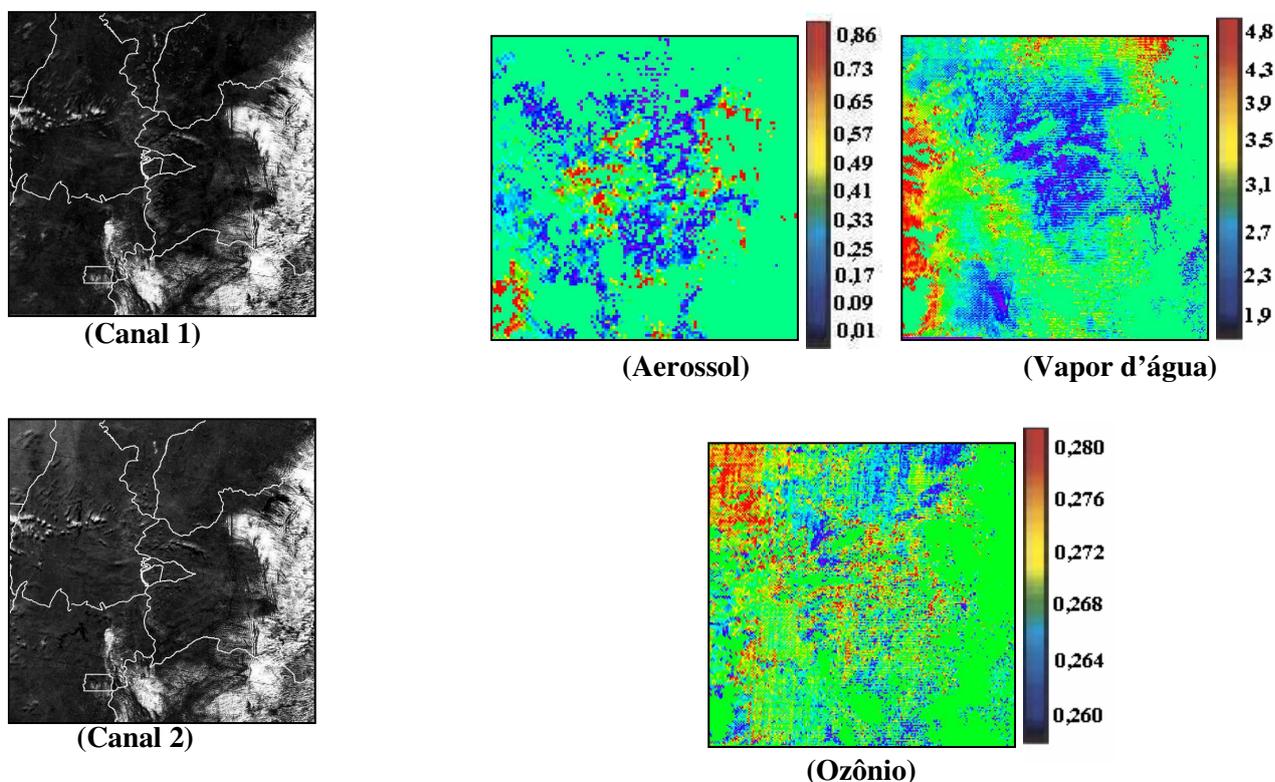


Figura 1. Imagens AVHRR/NOAA canais 1 e 2, em Reflectância Aparente e planos atmosféricos fornecidos pelo sensor MODIS, utilizados no modelo de correção de atmosférica.

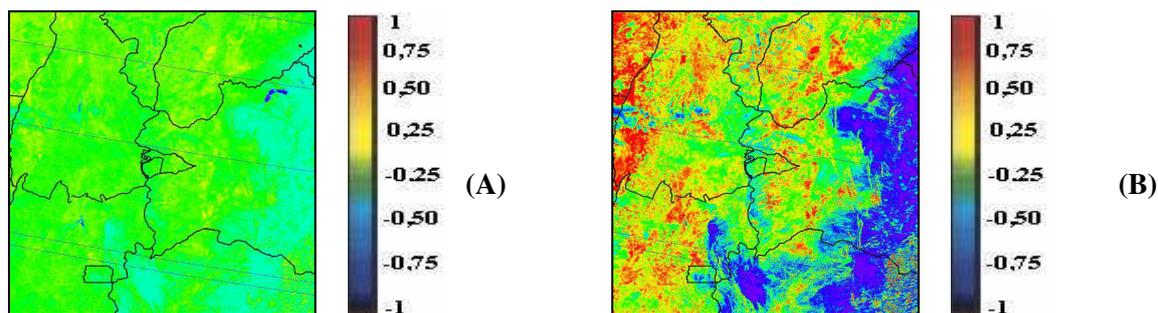


Figura 2. Imagens obtidos a partir do NDVI em reflectância aparente (A) e em reflectância da superfície (B).

Tabela 2. NDVI obtido de imagens sem correção e com correção atmosférica e sua variação percentual.

	NDVI _{SAT}	NDVI ₁	NDVI ₂	NDVI ₃	NDVI ₄
NDVI		0,584542	0,584638	0,575967	0,584928
Variação Percentual	0,319892	82,72%	82,76%	80%	82,85%

Através da Tabela 2 é possível notar que, a presença da atmosfera fez com que os valores de NDVI obtidos de imagens sem correção sejam subestimados em relação ao NDVI obtido de imagens que passaram pelo processo de correção atmosférica. Esta característica fica nítida através da diferença visual entre as imagens NDVI obtidas da reflectância aparente e da superfície (Figura 2), bem como pela variação percentual entre elas. Em todas as quatro metodologias de correção, a diferença percentual entre os métodos foram superiores a 80%. Nota-se que valores baixos ou negativos do NDVI estão associados à presença de nuvens, áreas de solo exposto e água. A cobertura vegetal responde com valores variando de 0,5 a 0,8. Pode-se notar a importância que a correção atmosférica assume principalmente quando o objetivo é acompanhar o desenvolvimento da vegetação.

CONCLUSÃO: As análises realizadas com os dados do MODIS indicaram que as correções atmosféricas apresentaram resultados coerentes com o esperado após a eliminação dos efeitos de espalhamento e absorção atmosférica nos canais 1 e 2 do NOAA-17. Não se percebeu diferença entre as metodologias mais simples (2 e 3) e sofisticadas (1) e (4) de entrada de dados atmosféricos, nas correções atmosféricas propostas. Este resultado concorda com o que foi apresentado por CACHORRO et al (2000), que afirmam que o detalhamento do aerossol não é relevante para o nível de precisão que as imagens do AVHRR requerem. Isto pode ter acontecido, também, devido aos valores dos parâmetros atmosféricos registrados na data considerada. Eles pode não ter sido elevado o suficiente para provocar diferenças significativas entre as metodologias. Por se tratar de uma região utilizada na calibração do satélite CBERS, a possibilidade de utilização de métodos mais simples de definição dos parâmetros atmosféricos e a menor magnitude deles, mesmo na época seca, pode ser de grande aplicação prática. Os resultados obtidos através da comparação entre o NDVI obtido de imagens sem correções apresentaram uma variação percentual de 80%, demonstram a importância da correção, principalmente para estudos que visem o acompanhamento do desenvolvimento da vegetação.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

CACHORRO, V.E., DURÁN, P., VERGAZ, R., DE FRUTOS, A. M. Estudio de la influencia de los aerosolos sobre la reflectancia de los canales 1 y 2 del sensor AVHRR NOAA y el NDVI. Revista de Teledetección, Espanha, n.13,p.1-13,jun.,2000.

ZULLO JUNIOR, Jurandir. **Correção atmosférica de imagens de satélite e aplicações.** 189p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.