

VARIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA ÁGUA A PARTIR DE IMAGENS DO SENSOR AVHRR/NOAA NO RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO, BAHIA, BRASIL.

ANA CLAUDIA VILLAR E LUNA GUSMÃO
HILO DOUGLAS BEZERRA DA SILVA
ARTHUR LOURENÇO DE MELO
ODILON JOSÉ ARAÚJO DA SILVA
HERNANDE PEREIRA DA SILVA

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE
Departamento de Tecnologia Rural – DTR
Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - GEOSERE
Recife Receiving Station - RRS, Dois Irmãos – PE

villareluna@yahoo.com.br; hilodouglas@gmail.com; arthurlmelo@gmail.com; odilon.araujo.silva@gmail.com; hernande@dttr.ufpe.br.

RESUMO - Os satélites do programa NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) podem ser utilizados para, além de realizar previsões climáticas em geral, calcular índices de vegetação, calcular temperatura da superfície do solo, calcular temperatura da superfície do mar, prevenção e detecção de queimadas, monitoramento de corpos de água, desertificação, etc. O objetivo deste trabalho consiste em utilizar imagens do sensor AVHRR/3 dos satélites NOAA 17 e 18 para a obtenção de dados sobre o comportamento espectral da água no reservatório de Sobradinho, que se localiza no norte da Bahia, na região nordeste do Brasil. Sendo assim, as imagens do NOAA-18 se apresentam adequadas para monitorar as variações de temperatura ao longo de extensos corpos d'água.

ABSTRACT - The satellites of NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) program can be used for calculate rates of vegetation and conduct weather forecasts in general, calculate land surface temperature, calculate sea surface temperature, prevention and detection of fires, monitoring bodies of water, desertification, and so on. The objective of this work is to use images of the sensor AVHRR / 3 of NOAA satellites 17 and 18 for obtaining data on the performance spectrum of water in the reservoir of Sobradinho, which is located in northern Bahia, in northeast region of Brazil. Thus, the images of the NOAA-18 have been appropriate to monitor changes in temperature over large water bodies.

1 INTRODUÇÃO

Os satélites do programa NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) são administrados pela NESDIS (*National Environmental Satellite Data and Information Service*) e pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), sendo esta última responsável pelo lançamento e desenvolvimento dos satélites.

A princípio, estes satélites tiveram como principal objetivo a obtenção de dados meteorológicos. Mas, com o passar dos anos a evolução e a sofisticação destes foi acompanhada pelo aumento de suas finalidades e objetivos. Hoje podemos chamar o NOAA de satélite ambiental, pois pode ser utilizado para, além de realizar previsões climáticas em geral, calcular o índice de distribuição vegetal normalizada – o NDVI (*Normalized Vegetation Distribution Index*), calcular a temperatura da

superfície do mar – SST (*Sea Surface Temperature*), calcular a temperatura da superfície do solo – LST (*Land Surface Temperature*), detecção e prevenção de queimadas, etc.

Os satélites NOAA têm órbita polar, isto é, eles passam pelos pólos ou próximo a eles numa altitude baixa, cerca de 800 a 1200 km e também são heliossíncronos, ou seja, o satélite passa numa região sempre na mesma hora solar local, isso quer dizer que as observações poderão ser feitas com as mesmas condições de iluminação solar. Esses satélites levam de 101 a 102 minutos para passar pela linha do Equador e fornecem uma cobertura global a cada 12 horas.

O NOAA traz consigo diversos sensores, sendo o mais importante o AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) – Radiômetro Avançado de Resolução Muito Alta, este é um radiômetro de varredura,

que detecta energia nas faixas do visível e do infravermelho do espectro eletromagnético.

O instrumento mede a energia solar refletida (visível e infravermelho próximo) nos canais 1, 2 e 3A. Estes dados provêm meios para o monitoramento da vegetação, cobertura de nuvens, lagos, litorais, neve, aerossóis e gelo. Os dados dos canais 3B, 4 e 5 são utilizados para detectar a energia termal emitida pela superfície terrestre (continentes e oceanos) e pela atmosfera (FERREIRA et al., 2004).

Ainda, segundo FERREIRA et al. (2004), destes seis canais, apenas cinco são transmitidos para a terra simultaneamente. Os canais 3A e 3B são alternados para operação diurna e noturna, respectivamente.

Para que a transmissão seja em tempo real, o NOAA tem a transmissão direta através dos dados AVHRR para a terra, esta transmissão é chamada HRPT (*High Resolution Picture Transmission*) para dados com alta resolução, ou ATP (*Modo Automatic Picture Transmission*), para dados com resolução menor.

Hoje apenas está em atividade o NOAA-17 que foi lançado no dia 24 de julho de 2002 e o NOAA-18 que teve seu lançamento em 20 de maio de 2005.

Estes satélites trouxeram consigo o sensor AVHRR/3 que apresenta aperfeiçoamentos espectrais e de ganho nos canais do visível, que permitem uma melhor detecção de baixos níveis de luminosidade (FERREIRA et al., 2004).

O sensor AVHRR/3 tem frequência de aquisição de imagens quatro (4) vezes ao dia, a partir destas informações diárias tem-se a possibilidade de monitoramento de processos dinâmicos como, queimadas, NDVI, SST, LST, desertificação, previsão de safra agrícola, etc.

Pode-se verificar na Tabela 1 a apresentação dos canais do AVHRR/3 e suas respectivas características espectrais, espaciais e termais.

Tabela 1 – Características dos canais do sensor AVHRR/3.

Canal	Banda Espectral (μm)	Resolução Espacial (km)
1 (Vermelho)	0,58 - 0,68 μm	1,1 km
2 (Infravermelho próximo)	0,72 - 1,10 μm	1,1 km
3A (Infravermelho próximo)	1,58 - 1,64 μm	1,1 km
3B (Infravermelho médio)	3,55 - 3,93 μm	1,1 km
4 (Infravermelho termal)	10,30 - 11,30 μm	1,1 km
5 (Infravermelho termal)	11,30 - 12,50 μm	1,1 km

Então, cada alvo na terra tem seu comportamento espectral. Este comportamento espectral é aplicado no SR (Sensoriamento Remoto) no estudo dos recursos naturais

como ao estudo da reflectância espectral destes recursos, quer sejam: vegetação, solos, minerais e rochas, água, etc. (INPE, 2001).

Através da análise do gráfico 1 pode ser observada as diferentes aparências no SR, tais como imagens orbitais e/ou fotografias aéreas. Estas diferentes aparências se dá a diferentes tonalidades (claras ou escuras) dos alvos, podendo ainda ser expressa pela tonalidade e textura.

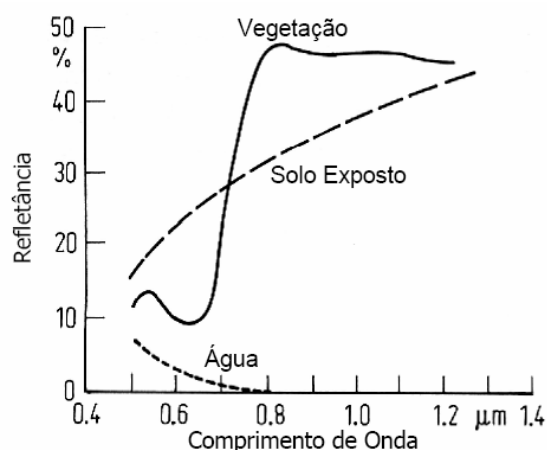


Gráfico 1 – Curvas de reflectância espectral de diferentes classes de uso do solo (Richards, 1999 citado por PUC-Rio)

No caso do comportamento espectral da água se distingue dos demais alvos primeiramente porque a água é um alvo líquido e demais um alvo sólido. Este fato traz inúmeras conseqüências à interação energia/matéria, (INPE, 2001).

A característica dos corpos d'água que os tornam particularmente distintos dos demais alvos estudados refere-se à sua reflectância média. Em que se pode concluir que a porcentagem de energia refletida pela água é muitas vezes menor que a porcentagem refletida pelos demais alvos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende ao reservatório de Sobradinho, localizado ao norte da Bahia, na região nordeste do Brasil. O reservatório de sobradinho possui cerca de 320 km de extensão, uma superfície de espelho d'água igual a 4.214 km² e uma capacidade de armazenamento de 34,1 bilhões de metros cúbicos em sua cota nominal de 392,50 m, sendo o maior lago artificial do mundo.

Foram utilizadas imagens diurnas dos satélites NOAA-17 e NOAA-18, sensor AVHRR/3, nas faixas do espectro do visível e infravermelho, e georeferenciadas à nível zero. As aquisições destas imagens foram realizadas pela RSS (*Recife Receiving Station*) em cooperação com o Centro Aeroespacial da Alemanha o DLR (*Deutsches Zentrum Für Luft-Und Raumfahrt*),

localizada no GEOSERE, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Na recepção das imagens foi utilizado o software *WXtrack*. As imagens que chegam à RRS são “brutas”, em tons de cinza. Portanto, precisaram ser submetidas a um tratamento de composição RGB (*Red-Green-Blue*) através de um programa gerado no software *Total Commander Version 7.02a 32 bit*.

Para o satélite NOAA-17 foram utilizadas as bandas 1, 2 e 3 em RGB, respectivamente. O mesmo foi feito para o satélite NOAA-18, porém sendo utilizadas as bandas 1, 2 e 4.

Visualmente foram analisadas as imagens comparando as respostas espectrais da água do reservatório de Sobradinho em ambos os satélites, onde os resultados serão apresentados a seguir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na composição RGB do NOAA17 com as bandas 1, 2 e 3 observou-se que os corpos d’água apresentaram-se em tons escuros em virtude da alta absorção da REM (Radiação Eletromagnética) incidente ($\geq 95\%$) pela água na região do visível do espectro eletromagnético.

Na figura 1 observa-se a baixa reflectância da água para toda a extensão do Lago. Neste período o reservatório encontrava-se com grande quantidade de água represada.



Figura 1 – NOAA-17 em composição R1-G2-B3, maio de 2007.

Nas figuras 2 e 3 observa-se a baixa reflectância da água para parte da extensão do Lago. Na parte sul do Lago observa-se um tom mais claro no espelho d’água. Neste período o reservatório encontrava-se com menor quantidade de água represada.

Na composição RGB do NOAA-18 com as bandas 1, 2 e 4 observou-se que os corpos d’água apresentaram-se em tons avermelhados escuros e/ou claros. Isto se deve ao fato de uma das bandas corresponder a faixa espectral do termal.

Na figura 4 observa-se a baixa reflectância do infravermelho termal em tom escuro nas proximidades do paredão da represa. Já na parte sul do lago o tom do espelho d’água torna-se mais claro correspondendo ao aumento de temperatura na superfície do espelho da água naquela parte do Reservatório.

Na figura 5 observa-se a alta reflectância do infravermelho termal em tons claros da parte sul ao centro do Lago. Já na parte norte (nas proximidades do paredão) o tom do espelho d’água é mais escuro correspondendo a diminuição de temperatura da água naquela parte do Reservatório.

Na figura 6 observa-se a alta reflectância do infravermelho termal em tons claros em praticamente toda a extensão do espelho d’água da represa. Na parte sul do lago o tom do espelho d’água é mais claro correspondendo ao aumento de temperatura da água naquela parte do Reservatório.



Figura 2 – NOAA-17 em composição R1-G2-B3, julho de 2007.



Figura 3 – NOAA-17 em composição R1-G2-B3, agosto de 2007.



Figura 4 – NOAA-18 em composição R1-G2-B4, outubro de 2007.



Figura 5 – NOAA-18 em composição R1-G2-B4, novembro de 2007.



Figura 6 – NOAA-18 em composição R1-G2-B4, novembro de 2007.

4 CONCLUSÕES

Com os dados obtidos através da RRS, evidencia-se que a reflectância da água tem porcentagem menor do que os outros alvos da área imageada.

Porém, a presença de uma banda termal (no caso o canal 4 do sensor AVHRR/3) na composição RGB da imagem do satélite NOAA-18, permite que se observe a reflectância da temperatura da superfície da água, causando uma variação de tonalidade de cor do espelho d'água do reservatório de Sobradinho.

Sendo assim, as imagens NOAA-18 se apresentam adequadas para monitorar variações de temperatura ao longo de extensos corpos d'água.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem a RRS e ao DLR pela oportunidade do desenvolvimento deste presente trabalho. Em especial ao nosso professor, orientador e coordenador da RRS, Hernande Pereira da Silva.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio acadêmico e científico.

REFERÊNCIAS

ALAVALÁ, R. C. S.; MACHADO, L. A. T.; ROSSATO, L.; PEREIRA, S. P. **Os Satélites Meteorológicos de Nova Geração e Suas Contribuições para as Previsões de Tempo e Clima**. Disponível em: <<http://mtc-m17.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.08.13.38/doc/p150.pdf>>. Acesso: 19 julho 2008.

- BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. **Introdução ao Sensoriamento remoto e Processamento de Imagens**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE, 2005. V. 1, 54p.
- CHESF – Companhia Hidroelétrica do Vale São Francisco. Disponível em: <http://www.chesf.gov.br/energia_usinas_sobradinho.shtml>. Acesso: 17 julho 2008.
- EMBRAPA – Satélites de Monitoramento. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/noaa.html>>. Acesso: 18 julho 2008.
- FERREIRA, N. J. et al. **Aplicações Ambientais Brasileiras dos Satélites NOAA e TIROS-N**. São Paulo: Oficina de textos, 2004. p. 17 – 40.
- FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Apostila, 2005. 30p.
- GEOSERE – Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Disponível em: <<http://www.dtr.ufpe.br/geosere/>>. Acesso: 18 julho 2008.
- IMAGEM – Soluções de Inteligência Geográfica. **Conceitos de Imagens de Satélite e Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <http://www.img.com.br/marketing/intersat/Conceitos_Imagens_Intersat.pdf>. Acesso: 18 julho 2008.
- INPE. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, 2001. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/hrsilva/sr_dpi7.PDF>. Acesso: 19 julho de 2008.
- MOREIRA, M. A. **Satélites - Conceito, classificação e objetivos**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/dsr/mauricio/satelites.htm>>. Acesso: 17 julho 2008.
- PUC-Rio. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/cgi-bin/PRG_0599.EXE/5483_4.PDF?NrOcoSis=14590&CdLinPrg=pt>. Acesso em 19 julho 2008.
- SAUSEN, T. **Sensoriamento Remoto – Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas**. INPE. São José dos Campos, 2005. 10p.
- SILVA, H. P.; EBKE, W.; MORAIS, M.; FIGUEIRA, S. B.; ASSIS, C. R. D. **Primeira Estação de Recepção de Imagens de Satélite da Série NOAA no Estado de Pernambuco**. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.14.21.05/doc/18_234.pdf>. Acesso: 17 julho 2008.
- SILVA, H. P. et al. Utilização de Imagens NOAA no Monitoramento de Desastres Naturais no Litoral do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC. Florianópolis, 2004. 4p.
- YAMASAKI, Y.; OLIVEIRA, A.; CARVALHEIRO, L. C.; ORGAZ, M. L. D. M. **Processamento TOVS e Aplicações em Mesoescala**. Disponível em: <<http://www.ame-web.org/JORNADAS/O12-trabajo%20Yamasaki%20et%20al-2.pdf>>. Acesso: 19 julho 2008.