

Variação da temperatura da superfície da água a partir de imagens do sensor AVHRR/NOAA do reservatório de Sobradinho, Bahia, Brasil

Ana Claudia Villar e Luna Gusmão^{1,3}
Hernande Pereira da Silva^{1,2,3,4}
Arthur Lourenço de Melo^{1,3}
Hilo Douglas Bezerra da Silva^{1,3}

¹ Universidade de Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

² Programa de Pós-graduação em Ciências do Solo
Centro de Pesquisa em Solos

³ Departamento de Tecnologia Rural – DTR
Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – GEOSERE/RRS
Rua Dom Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, Recife - PE
villareluna@yahoo.com.br
hernande@dtr.ufrpe.br
arthurlmelo@gmail.com
hilodouglas@msn.com

⁴ Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco- CEFET-PE
Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental
Av. Luiz Freire, 500, Cidade Universitária - Recife - Pernambuco, Brasil

Abstract: The satellites of the series NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) in addition to meteorological satellites can be also considered as environmental satellite, as it can be used in calculating the index of vegetation, calculating the temperature of the soil surface, measuring the temperature of the surface sea, prevention and detection of fires, monitoring of water, desertification, among others. This work has been to analyze the images of the sensor AVHRR 3 of the satellites NOAA-17 and NOAA-18, to obtain data on the water surface temperature in the reservoir of Sobradinho, which is located in Bahia, in the region Northeastern Brazil. For NOAA17 the composition in RGB with the bands 1, 2 and 3 it was observed that water bodies showed up in dark tones because of the high absorption of Electromagnetic Radiation incident ($\geq 95\%$) for water in the the visible electromagnetic spectrum. RGB in the composition of the NOAA-18 with the bands 1, 2 and 4 it was observed that water bodies showed up in dark red tones and / or light. This is due to the fact that the bands correspond to a range of spa. So the images of the NOAA-18 had been very favorable for monitoring the change in temperature over water surface.

Palavras-chave: NOAA, AVHRR, water surface temperature, Electromagnetic Radiation, NOAA, AVHRR, temperatura da superfície da água, radiação eletromagnética.

1. Introdução

Os satélites da série NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), 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.

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.

O NOAA carrega consigo vários sensores, sendo o mais importante AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), que é um radiômetro de varredura detectando 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).

Vários satélites desta série foram lançados no espaço, mas hoje só está em funcionamento o NOAA 17 e o NOAA 18, respectivamente lançados nos dias 24 de julho de 2002 e 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).

Uma das grandes vantagens dessas imagens é a sua elevada repetitividade temporal, com garantia de cobertura diária e global, além da gratuidade dos dados, características que favorecem o estudo áreas extensas (ANTUNES e ESQUERDO, 2006). Isto é, segundo Almeida et al (2000), apesar de ter uma resolução espacial pequena, quando comparado com outros satélites de observação da Terra, o NOAA pode cobrir uma larga área de extensão com resolução temporal muito alta, de até quatro (4) vezes ao dia.

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

O Sensoriamento Remoto que é a arte de obter informações acerca de um objeto, área ou fenômeno, através da análise de dados adquiridos por um dispositivo que não está em contato com o objeto, área ou fenômeno sob investigação (LILLESAND e KIEFIR, 1979 citado por ARAÚJO, 2006). Então, cada alvo na Terra tem seu comportamento espectral, e isto é aplicado ao SR em seus estudos, sejam eles: rochas, solo, água, vegetação, etc.

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. Metodologia de Trabalho

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, dos meses de maio, agosto e novembro de 2007, nas faixas do espectro do visível e infravermelho. 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.

A partir desta transformação da imagem "bruta" em JPEG, foi convertida para o formato TIFF através do programa Microsoft Office Picture Manager. E a conversão deste último formato para GRIB foi feito através do programa IMPIMA na versão 4.3.3.

As imagens foram geo-referenciadas às margens do reservatório com base em uma imagem já geo-referenciada, LANDSAT-7, no SPRING (Sistema de Processamento de Informações Geo-referenciadas) na versão 4.3.3, onde também pôde ser vetorizado o reservatório de Sobradinho analisando as diferentes respostas espectrais de ambas. Com estes dados obtivemos as áreas superficiais dos diferentes nos meses de maio, agosto e novembro do ano de 2007, para os diferentes satélites.

3. Resultados e Discussão

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. A área encontrada neste mês do reservatório foi aproximadamente 3981 km² e com um perímetro do espelho d'água de aproximadamente 726 km. Neste período (mês de maio) o reservatório encontrava-se com grande quantidade de água represada.

Na Figura 2 observa-se a baixa reflectância da água para parte da extensão do Lago. A área encontrada neste mês do reservatório foi aproximadamente 3108 km² e com um perímetro do espelho d'água de aproximadamente 670 km. Nesta imagem pôde ser observada que na parte sul do Lago um tom mais claro no espelho d'água. Neste período (mês de agosto) o reservatório encontrava-se com menor quantidade de água represada, se comparado com a imagem do mês de maio.

Na Figura 3 observa-se a baixa reflectância da água para parte da extensão do Lago. A área encontrada neste mês do reservatório foi de aproximadamente 2424 km² e com um perímetro do espelho d'água de aproximadamente 491 km. Neste período (mês de novembro) o reservatório encontrava-se com menor quantidade de água represada, quando comparado com os outros meses.

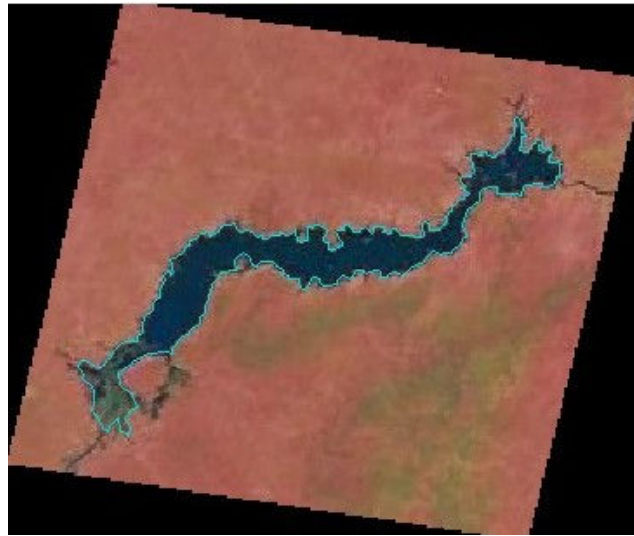


Figura 1. NOAA-17 em composição R1-G2-B3, maio de 2007
Fonte: GEOSERE/UFRPE

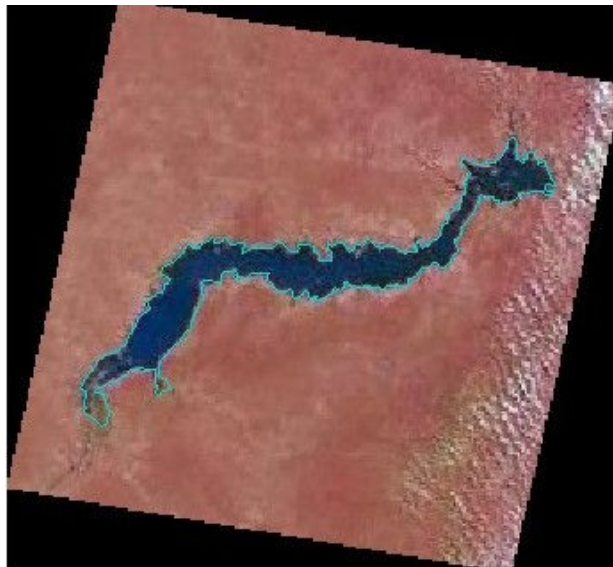


Figura 2. NOAA-17 em composição R1-G2-B3, agosto de 2007
Fonte: GEOSERE/UFRPE

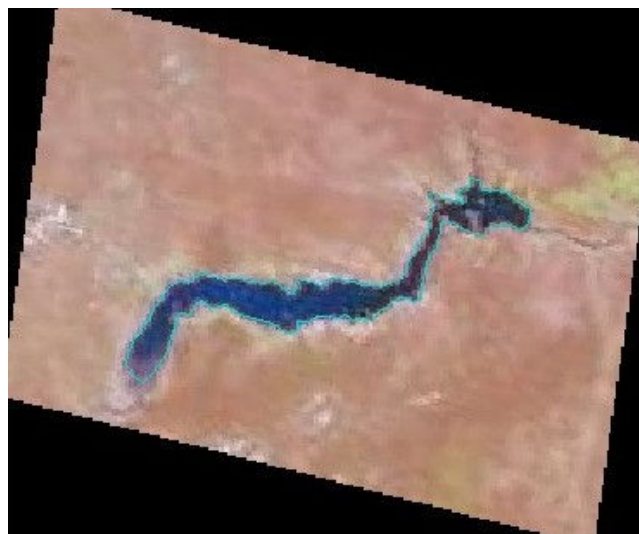


Figura 3. NOAA-17 em composição R1-G2-B3, novembro de 2007
Fonte: GEOSERE/UFRPE

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, no mês de maio, 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. A área encontrada neste mês do reservatório foi aproximadamente 3314 km² e com um perímetro do espelho d'água de aproximadamente 709 km.

Na Figura 5, no mês de agosto, observa-se a reflectância do infravermelho termal em tons claros da parte sul ao centro do Lago. Já na parte norte (nas proximidades do paredão) e uma pequena área ao centro o tom do espelho d'água é mais escuro correspondendo à diminuição de temperatura da água naquela parte do reservatório. A área total da parte mais fria do reservatório corresponde aproximadamente a 1645 km² e o perímetro do espelho d'água é aproximadamente de 438 km. Já a parte mais quente, tem uma área correspondente a 1084 km² e o perímetro é aproximadamente 233 km.

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 e, na parte norte se apresenta um pouco mais fria. A área total da parte mais fria do reservatório corresponde aproximadamente a 339 km² e o perímetro do espelho d'água é aproximadamente de 90 km. Já a parte mais quente, tem uma área correspondente a 1929 km² e o perímetro é aproximadamente 371 km.

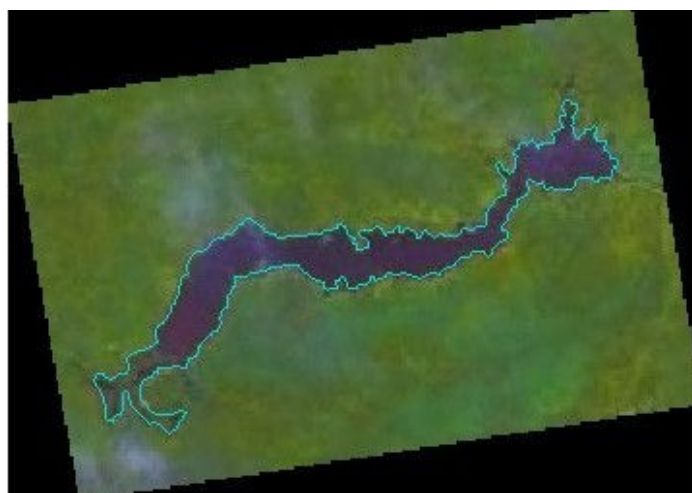


Figura 4. NOAA-18 em composição R1-G2-B4, maio de 2007.
Fonte: GEOSERE/UFRPE

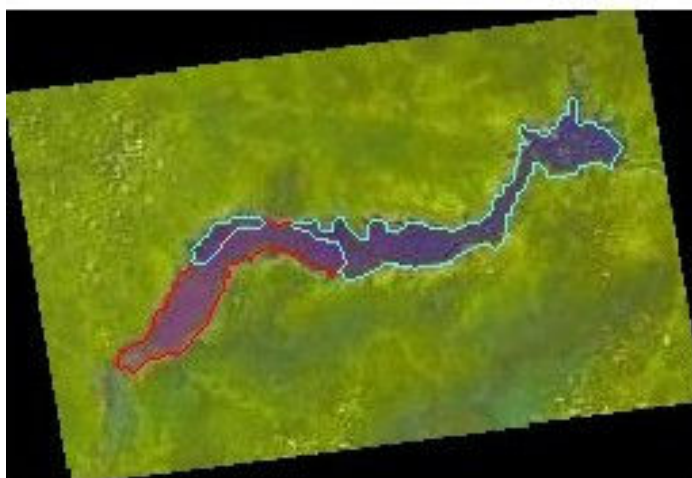


Figura 5. NOAA-18 em composição R1-G2-B4, agosto de 2007.
Fonte: GEOSERE/UFRPE

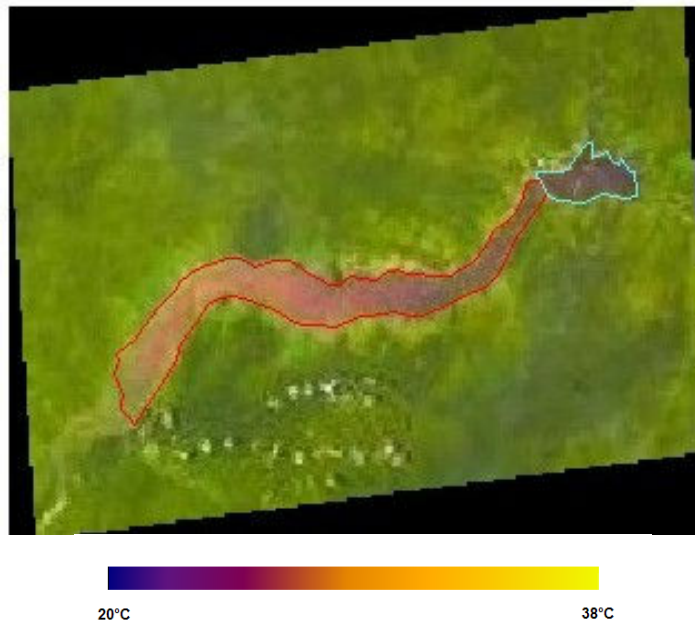


Figura 6. NOAA-18 em composição R1-G2-B4, novembro de 2007.
Fonte: GEOSERE/UFRPE

4. Conclusões

Com os resultados apresentados, pudemos observar e evidenciar que a água tem porcentagem menor de reflectância quando comparados com os outros alvos. Mas, com a presença de uma banda termal (canal 4 do sensor AVHRR/3) na imagem do NOAA-18 com a composição RGB, foi permitido observar que houve a reflectância da temperatura da superfície da água do reservatório de Sobradinho, com isto acarretando uma variação na tonalidade da cor do espelho d'água.

A utilização das imagens do NOAA-18 se apresentaram de grande importância e 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. E a Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio acadêmico e científico.

Referências Bibliográficas

Almeida, M. G. Rudorff, B. F. T. Shimabukuro, Y. E. Aplicação das imagens do satélite meteorológico NOAA-AVHRR para o mapeamento da cobertura vegetal do estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. **Educação Tecnológica**, v. 5, n. 2, p. 52-56, 2000.

Antunes, J. F. G. Esquerdo, J. C. D. M. Geração automática de produtos derivados de imagens AVHRR-NOAA para monitoramento de áreas inundáveis do Pantanal. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 1., 2006, Campo Grande. **Anais...** Artigos, p. 28-37. CD-ROM,

On-line. Disponível em: <mtc-m17.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.12.11.53/doc/p82.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2008.

Araújo, T. L. **Estimativa da temperatura e do saldo de radiação à superfície terrestre em Maceió-AL utilizando imagens TM/LANDSAT 5**. 2006. 90 p. Dissertação (mestrado em Meteorologia: Processos da Superfície Terrestre) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2006.

Ferreira, N. J. et al. **Aplicações Ambientais Brasileiras dos Satélites NOAA e TIROS-N**. São Paulo: Oficina de textos, 2004. cap. 1, p. 17-40.

GEOSERE – Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Disponível em: <<http://www.dtr.ufrpe.br/geosere/>>. Acesso: 02 out 2008.

Gusso, A. Fontana, D. C. Gonçalves, G. A. Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com uso do sensor AVHRR/NOAA, Brasília, Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v. 42, n.2, p. 231-237, 2007.

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.

Silva, H. P.; Ebke, W.; Moraes, M.; Figueira, S. B.; Assis, C. R. D. Primeira Estação de Recepção de Imagens de Satélite da Série NOAA no Estado de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (COBRAC), 2004, Florianópolis. **Anais...** 4p. CD-ROM, On-line. Disponível em: <geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/171.pdf>. Acesso: 17 jul. 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 (COBRAC), 2004, Florianópolis. **Anais...**4p. CD-ROM, On-line. Disponível em: <geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/171.pdf>. Acesso: 18 jul. 2008.