

---

# A COBERTURA VEGETAL VISTA DO ESPAÇO: UMA FERRAMENTA PARA A PRESERVAÇÃO

---

YOSIO E. SHIMABUKURO  
PhD, Eng. Florestal, DSR - INPE  
BERNARDO F. T. RUDORFF  
PhD, Eng. Agrônomo, DSR - INPE  
FLÁVIO J. PONZONI  
Dr, Eng. Florestal, DSR - INPE

## RESUMO

As imagens AVHRR do satélite NOAA tem sido amplamente utilizadas para estudos globais devido ao baixo custo, bandas espectrais adequadas e alta resolução temporal. Os dados do sensor AVHRR (bandas 1 e 2) transformados no Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) são os produtos mais comuns utilizados no estudo global da cobertura vegetal. As bandas 1 e 2 do AVHRR podem também ser transformadas em imagens frações (vegetação, solo e sombra) usando o modelo linear de mistura espectral para aprimorar a distinção entre os diferentes tipos de cobertura vegetal.

Palavras-chaves: sensoriamento remoto, cobertura vegetal, imagens AVHRR-NOAA

## ABSTRACT

### VEGETAL COVER VIEW FROM SPACE: A PRESERVATION TOOL

The NOAA-AVHRR images have been widely used for global studies due to their low cost, suitable wavebands and high temporal resolution. Data from the AVHRR sensor (bands 1 and 2) transformed to the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) are the most common product used in global land cover studies. The AVHRR bands 1 and 2 data can also be transformed to the fraction images (vegetation, soil, and shade) using a linear mixing model to improve the land cover classification.

Key words: remote sensing, vegetal cover, NOAA-AVHRR images

A crescente preocupação com a preservação dos recursos florestais é fruto de uma conscientização da sociedade sobre a importância das florestas para as nossas vidas, em especial, no que se refere à qualidade do ar que respiramos. As florestas

absorvem o gás carbônico da atmosfera e liberam oxigênio através de um processo chamado de fotossíntese. Durante os últimos cem anos, além de grandes desmatamentos que ocorreram na Europa e nas Américas, intensificou-se a utilização de combustíveis

fósseis como o carvão e o petróleo, responsáveis pela liberação de enormes quantidades de gás carbônico para a atmosfera. É imprescindível deter a continuidade do aumento das concentrações deste gás durante as próximas décadas. Isto porque este aumento tende a ocorrer naturalmente em função do crescimento populacional e da conseqüente demanda por energia. Isto certamente acarretará um impacto sobre a vida no planeta, principalmente devido à intensificação do chamado efeito estufa. Para compreender melhor esse efeito estufa, basta imaginar o gás carbônico agindo de forma semelhante ao vidro, o qual é transparente aos raios solares visíveis, mas é opaco à radiação termal dos corpos terrestres em torno de 20 a 40°C. Dessa forma, o calor irradiado pela superfície terrestre e pelos objetos (recursos naturais, por exemplo) presentes nessa superfície, fica confinado na atmosfera. Conseqüentemente, o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera vai causar um aquecimento do nosso planeta, com implicações que poderão ser desastrosas para o clima e a sobrevivência de muitas espécies. Daí a importância de preservarmos os nossos recursos florestais e intensificarmos os reflorestamentos, pois eles são nossos aliados na reabsorção do gás carbônico da atmosfera.

O conhecimento da distribuição e quantidade de cobertura vegetal de nosso planeta é, portanto, de grande importância e pode ser obtido por intermédio de diversas fontes de informação. Até o início dos anos setenta, o levantamento da cobertura vegetal era realizado principalmente por meio de mapas topográficos e fotografias aéreas, cujo uso normalmente se limitava ao levantamento de áreas pouco extensas e sem uma repetitividade ao longo do tempo que permitisse avaliar a dinâmica da mudança na cobertura vegetal em função da ação antrópica.

Com o advento da era espacial foi possível, no início da década de setenta, adquirir imagens semelhantes às fotografias aéreas através de satélites que se encontram em órbita terrestre, numa altitude próxima de 800

km. Surgiu então o termo *Sensoriamento Remoto* para esta nova área do conhecimento. A tecnologia de Sensoriamento Remoto tem evoluído muito com o fim da guerra fria, pois sistemas sensores desenvolvidos para fins militares estão sendo adaptados para uso civil. Por exemplo, em menos de dois anos será lançado um satélite americano que poderá observar objetos da ordem de 1 m<sup>2</sup>.

Atualmente as áreas da superfície terrestre observadas instantaneamente variam da ordem de 100 m<sup>2</sup> até 1.000.000 m<sup>2</sup>. O sensor denominado AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), por exemplo, colocado a bordo do satélite NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), apenas pode observar objetos da ordem de 1 km<sup>2</sup>. Apesar da natural limitação desta resolução espacial para aplicações militares, ela é suficiente para o monitoramento da cobertura vegetal em escalas que incluem uma região, país ou mesmo todo o globo terrestre. Deve ser ressaltado que este sensor observa uma ampla faixa da superfície terrestre permitindo que todo o planeta seja monitorado diariamente, produzindo uma quantidade razoável de dados capazes de serem processados rotineiramente. Já satélites com sensores capazes de observar pequenos objetos, apenas geram imagens de uma estreita faixa terrestre a cada dia, levando cerca de duas semanas a um mês para recobrirem todo o globo, produzindo uma quantidade enorme de informações, dificilmente processadas de forma rotineira.

Não podemos esquecer também que a cobertura de nuvens normalmente impede que a superfície terrestre seja observada por esses sistemas sensores. As nuvens funcionam como um anteparo para os sensores ópticos que captam a energia refletida ou emitida pelos objetos na faixa do visível até o infravermelho termal do espectro eletromagnético. Portanto, se um determinado sensor observa uma mesma região freqüentemente, a probabilidade de se obter uma imagem livre de nuvens aumenta. Além disso, imagens obtidas em diferentes dias podem ser dispostas sob forma de um mosaico, visando eliminar a cobertura

de nuvens nas imagens individuais. Desta forma pode-se obter, por exemplo, uma imagem semanal sem cobertura de nuvens desde que neste período, em pelo menos um dos dias, a menor área observada pelo satélite esteve diretamente iluminada pelo sol.

O sensor AVHRR faz parte da carga útil da série de satélites NOAA desde 1979, quando foi colocado a bordo do NOAA-6. Atualmente está em operação o NOAA-15. Esta plataforma permite ao sensor obter imagens em cinco regiões do espectro eletromagnético distribuídas em faixas (bandas) bem definidas entre as regiões do visível e do infravermelho termal (Figura 1). Destas bandas, as mais utilizadas para estudos da vegetação são as identificadas pelos números 1 e 2. A banda 1 corresponde à cor vermelha, cuja radiação é em grande parte absorvida pelos pigmentos das plantas para realização do processo de fotossíntese. Isto faz com que as áreas ocupadas por vegetação apareçam escuras nas imagens da banda 1, devido à pouca quantidade de radiação refletida. Por outro lado, na banda 2, que corresponde à radiação do infravermelho próximo, a maior parte da energia é refletida devido ao espalhamento da radiação eletromagnética que ocorre na estrutura interna das folhas. Desta forma, as áreas vegetadas aparecem com tonalidade clara na imagem desta banda. Isto pode ser observado também na Figura 1, que mostra uma curva típica de radiação refletida pela vegetação, onde na banda 1, cerca de 5% da energia incidente é refletida enquanto que na banda 2 cerca de 50% é refletida. Cabe ressaltar que nestas duas bandas espectrais o sensor AVHRR detecta a radiação ou energia refletida pelos objetos. As primeiras aplicações dos dados deste sensor foram realizadas nos Estados Unidos por pesquisadores da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) no início dos anos 80. Aqueles pesquisadores demonstraram a potencialidade das imagens AVHRR para monitorar a dinâmica da vegetação em escalas regionais a globais, produzindo mapas de cobertura vegetal da América do Norte, da América do Sul e da África. Nesta mesma época, essas imagens foram também utilizadas por um

grupo de pesquisadores franceses para estudar as mudanças de cobertura da terra no continente asiático. Estes estudos revelaram que, a transformação das imagens da banda 1 e da banda 2 para uma terceira imagem, denominada "índice de vegetação", seria o procedimento mais adequado para realçar as áreas de vegetação. A maior ou menor intensidade da cobertura vegetal seria indicada através do respectivo valor do "índice de vegetação".

No Brasil, a utilização das imagens do satélite NOAA vem sendo ampliada cada vez mais. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) possui antenas de recepção para estas imagens em Cachoeira Paulista, SP e em Cuiabá, MT. Atualmente, existem algumas outras instituições governamentais que recebem e gravam de forma rotineira estas imagens. Os Estados Unidos adotam uma política de não cobrar *royalties* dos usuários destas imagens, fazendo com que as despesas se restrinjam à instalação da estação de recepção, eventual manutenção e fitas magnéticas para gravar as imagens.

Visando aprimorar a distinção entre os diferentes tipos de cobertura vegetal nas imagens AVHRR, pode-se utilizar também uma metodologia que visa decompor a informação espectral das imagens originais (banda 1 e 2) e gerar novas imagens que contêm informações sobre o objeto desejado, em função de suas características espectrais. Por exemplo, uma área parcialmente coberta com vegetação, e vista pelo sensor do satélite, possui uma certa proporção de vegetação, sombras projetadas e solo exposto. Se soubermos qual a informação espectral destes componentes puros, ou seja, 100% de vegetação, 100% de sombra e 100% de solo exposto, é possível, através de um modelo matemático, obter imagens contendo informações desses componentes, ou seja, imagens denominadas fração de vegetação, de sombra e de solo.

Espera-se continuar aprimorando os métodos para o monitoramento da dinâmica da cobertura vegetal utilizando dados do sensor

AVHRR obtidos em diferentes épocas do ano além da utilização de novos sistemas sensores como o VEGETATION que estará a bordo do satélite francês SPOT-4 e o "Wide Field Imager" que faz parte de um conjunto de sensores que estarão a bordo do satélite Sino-Brasileiro (CBERS; *China Brazil Earth*

*Resources Satellite*) a ser colocado em órbita num futuro próximo. Tanto o VEGETATION como o WFI são sensores orbitais projetados para estudos da cobertura vegetal e deverão fornecer dados que auxiliarão inclusive na estimativa da produção das principais culturas agrícolas.

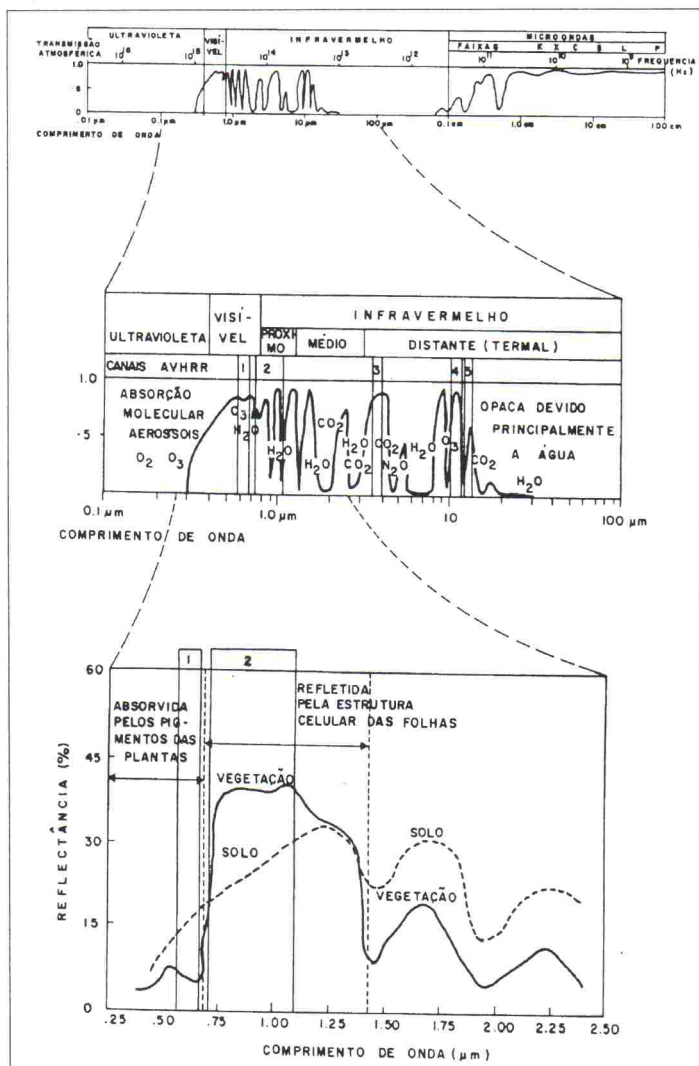


Figura 1: Espectro eletromagnético mostrando a janela atmosférica, posição das bandas do AVHRR, e as curvas espectrais de vegetação e de solo.