
SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DA VEGETAÇÃO (MATA ATLÂNTICA): COMPARAÇÕES DAS CURVAS ESPECTRAIS DE SENSORES MULTIESPECTRAIS E HIPERESPECTRAIS

ANELY ESPÍNDULA
ELIZABETH MARIA FEITOSA DA ROCHA DE SOUZA
RAUL SANCHEZ VICENS
CARLA BERNADETE MADUREIRA CRUZ

Universidade Federal Fluminense - UFF
Laboratório de Geografia Física - LAGEF
Departamento de Geografia, Niterói - RJ
anely2509@gmail.com, elizabethmfr@gmail.com, rcuba@vm.uff.br, carlamad@gmail.com

RESUMO - A compreensão sobre a dinâmica espacial da cobertura vegetal em áreas com crescente supressão da vegetação e pressão antrópica vem recebendo incrementos de estudos da Geografia. O objetivo do estudo é comparar as respostas espectrais de um sensor hiperespectral com um multiespectral para identificar os estágios de conservação da cobertura vegetal em áreas de Mata Atlântica. Durante o estudo foram utilizadas imagens dos sensores Hyperion e Landsat, processadas e avaliadas quanto à possibilidade de diferenciar classes de vegetação. O sensor hiperespectral Hyperion apresentou vantagens quanto às suas respostas espectrais que se mostraram mais detalhadas para as classes de vegetação consideradas do que as respostas multiespectrais do Landsat.

ABSTRACT - The understanding of the spatial dynamics of vegetation in areas with increased removal of vegetation and human disturbance has been receiving increments of geography studies. The objective of this study is to compare the spectral responses of a hyperspectral sensor with a multispectral to identify the stages of conservation of vegetation in areas of Atlantic Forest. During the study were used images of Hyperion and Landsat sensors, processed and evaluated for their ability to differentiate classes of vegetation. The Hyperion hyperspectral sensor shows advantages in their spectral responses that were more detailed than those considered vegetation classes than Landsat multispectral responses.

1 INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto hiperespectral permite obter medidas radiométricas de um alvo em um grande número de estreitas bandas espectrais. Os dados coletados por estes sensores podem ser transformados em informações sobre diferentes coberturas vegetais que estão relacionadas com aspectos biofísicos da vegetação. Sendo a vegetação um importante elemento dos ecossistemas, seus estudos ganham ênfase, sobretudo, por buscarem conhecimentos acerca de suas variações, padrões distributivos, ciclos, modificações fisiológicas e morfológicas.

Neste contexto, “os cientistas têm empenhado significativos esforços visando desenvolver sensores e algoritmos de processamento visual e digital de imagens para extrair importantes informações biofísicas da vegetação a partir de dados de sensoriamento remoto” (JENSEN, 2009).

Assim, o desenvolvimento da técnica de aquisição de dados a partir de sensores hiperespectrais beneficiou várias ciências e trouxe, em especial para a Geografia, uma importante inovação para os estudos de análise espacial e uso do solo. Essa tecnologia é capaz de agregar conhecimento aos estudos sobre cobertura vegetal, a partir da habilidade de discriminar alvos da superfície com base nas propriedades físico-químicas dos mesmos.

A capacidade de imageamento a partir da tecnologia multiespectral limita a diferenciação dos objetos. Isso porque os padrões dos alvos apresentam semelhanças quanto as suas identificações. No caso do sensor TM, a bordo do satélite Landsat, as sete bandas apresentam faixas espectrais com intervalos largos. As vantagens relacionadas ao uso das imagens provenientes dos sensores hiperespectrais permitem ampliar a qualidade dos mapas, sobretudo os temáticos como os de uso e cobertura do solo, já que o uso de diversas bandas espectrais estreitas auxilia na classificação dos alvos.

O presente estudo utiliza imagens coletadas pelo sensor Hyperion, pioneiro no experimento da técnica hiperespectral em nível orbital, lançado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), a partir da plataforma *Earth Observing-1* (EO-1) em comparação com as imagens multiespectrais do sensor TM, a bordo do satélite Landsat.

1.1 Objetivos

O principal objetivo deste artigo é comparar as curvas de resposta espectral a partir de dois sensores (Hyperion – EO-1 e TM - Landsat) e analisar os resultados obtidos para diferentes classes de cobertura vegetal da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro.

2 METODOLOGIA

As imagens hiperespectrais Hyperion utilizadas foram obtidas gratuitamente por consulta ao website da U.S Geological Survey e recobrem uma área de 7,7km no sentido perpendicular do voo, com 42 km de extensão. A cobertura vegetal de Mata Atlântica foi escolhida pela disponibilidade de imagens da área e também pela importância que as pesquisas apresentam frente às dificuldades enfrentadas para a conservação desse bioma.

A área de estudo engloba os municípios Rio de Janeiro, São João de Meriti, Belford Roxo, Duque de Caxias, Petrópolis, Areal, Paraíba do Sul e Três Rios no estado do Rio de Janeiro.

Inicialmente, foram executadas etapas de pré-processamento da imagem Hyperion selecionada, que considera a correção dos ruídos stripes, correção atmosférica e correção geométrica. Essa etapa inicial foi desenvolvida utilizando o software ENVI 4.5 e utilizou-se imagens no nível 1R (com correção radiométrica).

A correção atmosférica foi feita no módulo FLAASH do ENVI considerados os parâmetros consagrados na literatura e as características próprias da área de estudo tais como elevação média 700m e visibilidade inicial 40km.

O ajuste das cenas foi realizado através da correção geométrica, a partir de pontos de controle coletados de uma imagem Landsat já corrigida. Posteriormente, foi realizada a ortorretificação desta, utilizando 55 pontos de controle coletados de ortofotos disponibilizadas pelo IBGE, além do apoio de um MDE, ambos na escala de 1:25.000. Dos 55 pontos coletados, 15 foram usados como pontos de apoio para verificação da escala obtida 1:100.000.

Assim, foram identificadas e coletadas amostras de cinco classes de diferentes coberturas vegetais da mata Atlântica, tendo cada uma delas cinco amostras, em estágios de conservação diferentes, considerando ainda a variação do relevo, totalizando 25 amostras.

As imagens Landsat também são disponibilizadas gratuitamente através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (<http://www.dgi.inpe.br>), e foram previamente corrigidas e ortorretificadas com o objetivo de permitir a comparação com a imagem Hyperion. Neste trabalho foram utilizadas cenas coletadas no ano de 2007.

Para a etapa de comparação entre as respostas espectrais dos sensores (Hyperion e TM) foram construídas tabelas com as estatísticas dos pixels de cada amostra em cada classe de cobertura vegetal. Essa etapa foi desenvolvida no software Arcgis Arcinfo 9.3 a partir da ferramenta *Spatial Analyst Tools/ Zonal/ Zonal Statistics as Table*.

A tabela resultante possibilitou a construção de gráficos referentes às médias dos pixels das amostras, que caracterizaram as respostas espectrais dos alvos em todas as bandas Hyperion utilizadas no estudo, e a comparação com a resposta do sensor TM - Landsat. A comparação das curvas espectrais das imagens serviu como parâmetro inicial para o estudo e caracterização dos níveis de conservação da Mata Atlântica na área de estudo.

3 RESULTADOS E COMENTÁRIOS

As imagens Landsat também são disponibilizadas gratuitamente através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (<http://www.dgi.inpe.br>), e foram previamente corrigidas e ortorretificadas com o objetivo de permitir a comparação com a imagem Hyperion.

Neste trabalho foram utilizadas cenas coletadas no ano de 2007. A Tabela 1 representa a média dos comprimentos de onda das amostras de cada banda utilizada do sensor Hyperion.

Tabela 1 – Média das reflectâncias das amostras por banda

Tabelas de Dados do Sensor Hyperion							
BANDAS	COMPRIMENTOS DE ONDA	ac1a1	ac1a2	ac1a3	ac1a4	ac1a5	ac2a1
1	355.6	0	0	0	0	0	0
2	365.8	0	0	0	0	0	0
3	375.9	0	0	0	0	0	0
4	386.1	0	0	0	0	0	0
5	396.3	0	0	0	0	0	0
6	406.5	0	0	0	0	0	0
7	416.6	0	0	0	0	0	0
8	426.8	0	0	0	0	0	0
9	437.0	0	0	0	0	0	0
10	447.2	0	0	0	0	0	0
11	457.3	142.125	179.342	170.079	179.682	154.222	66.8
12	467.5	135.125	147.5	134.2368	146.5909	129	26.8
13	477.7	148.625	166.7632	156.8947	166.5909	138.1111	64.3
14	487.9	130.875	163	149.0526	158.7727	131.6567	52.9
15	498.0	149.375	175.4474	165.2105	172.1818	146.5556	71.1
16	508.2	156.75	184.6579	175.1842	177.3182	153.5556	89.7
17	518.4	166.25	188.6579	181.8158	183.2727	158.4444	83.5
18	528.6	191.75	202.6053	199.3947	197.4091	165.7778	88.3

É importante ressaltar que, embora o sensor Hyperion apresente 242 bandas, somente 140 foram utilizadas para compor a tabela, por suas qualidades quanto à visualização. Sendo assim, os gráficos das médias das respostas espectrais dos cinco tipos de vegetação contemplam estas bandas mais significativas das cenas utilizadas neste estudo.

Os gráficos do sensor Hyperion, gerados a partir das respostas espectrais, apresentam no eixo X os comprimentos de onda e no eixo Y as reflectâncias das classes amostradas.

Classe 1- Pastagem

A Figura 1 ilustra a classe de vegetação de pastagem, perto de zonas úmidas. A resposta espectral das amostras apresenta similaridade entre as médias dos pixels. As curvas apresentam formas similares, porém com algumas diferenças nos valores entre as amostras.

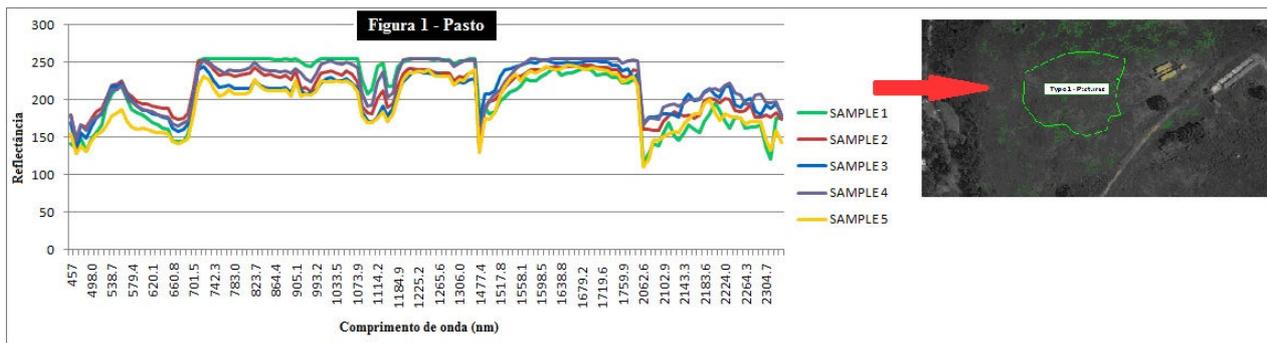


Figura 1 – Cobertura vegetal de pasto

Classe 2 – Floresta Baixa

A segunda classe ilustra uma área com floresta de vegetação rasteira com encostas expostas ao sol. É possível observar um padrão similar de resposta entre as amostras, com valores muito próximos para todas as amostras (Figura 2).

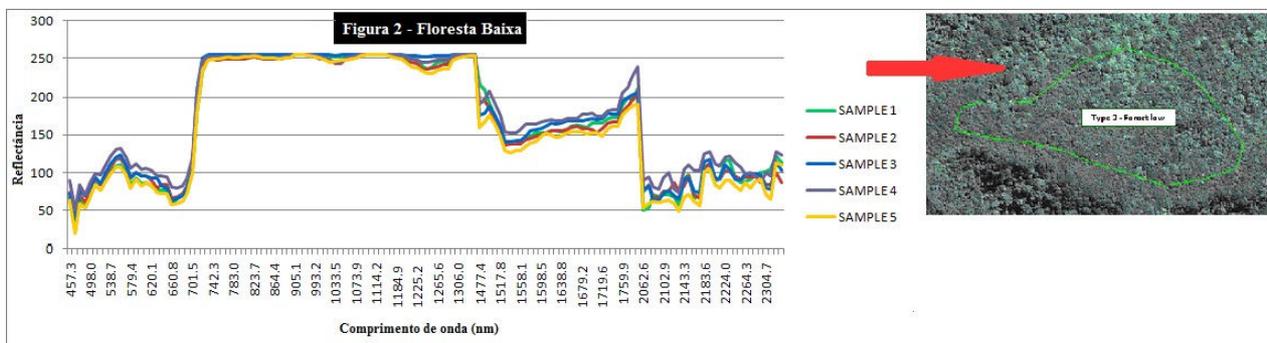


Figura 2 – Cobertura vegetal de Floresta baixa (estágio inicial de conservação)

Classe 3 – Floresta Densa

A terceira classe é de cobertura densa, com forte presença de árvores Imbaúba. Observa-se que as curvas têm padrões iguais, sem grandes diferenças no visível. Nos comprimentos do infravermelho, aumentam as diferenças nos valores das amostras (Figura 3).

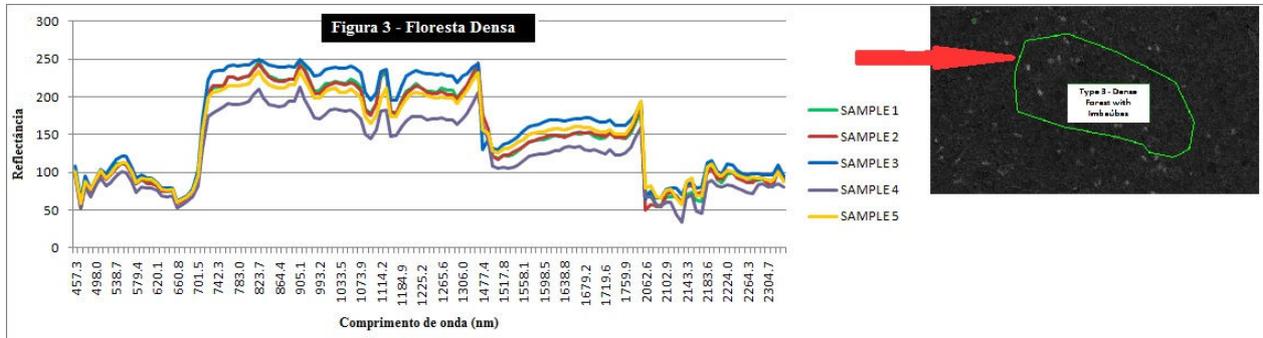


Figura 3 – Cobertura vegetal de Floresta densa

Classe 4 – Vegetação Capoeirinha

Esta classe apresenta as maiores diferenças entre as curvas, isso significa a possibilidade de existir maior diversidade de espécies entre as amostras, tanto na fisionomia quanto na composição, isso porque é uma formação transicional entre o pasto e a floresta (Figura 4).

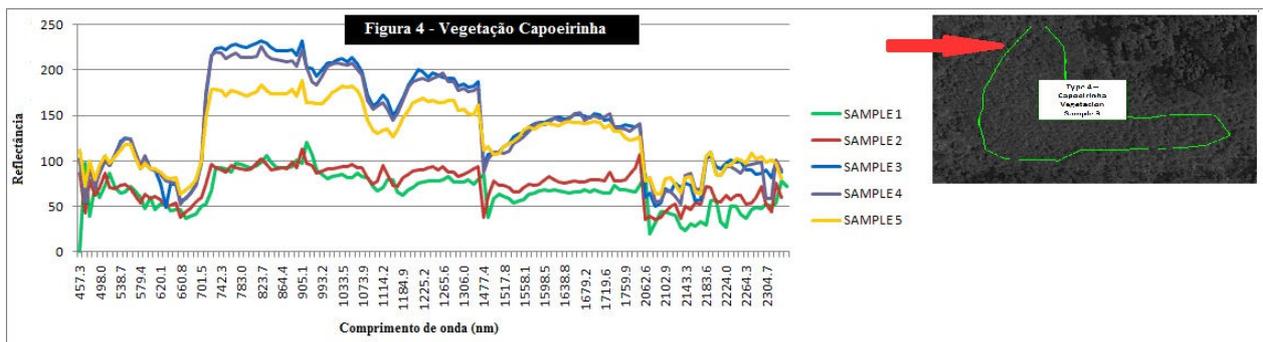


Figura 4 – Cobertura vegetal de capoeirinha

Classe 5– Floresta Média

A quinta vegetação que está representada pela Figura 5 é do tipo floresta densa e mostra um padrão muito semelhante ao relatado pela figura 3, de floresta densa, em que as curvas têm padrões iguais, sem grandes diferenças no visível, porém, nos comprimentos do infravermelho, as diferenças aumentam entre as amostras.

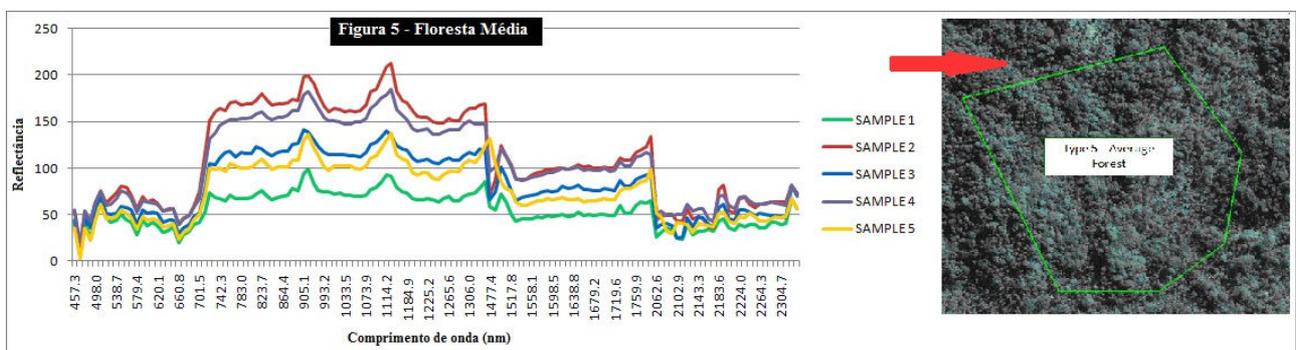


Figura 5 – Cobertura vegetal floresta média

Com base na análise dos gráficos, observa-se que as imagens Hyperion apresentaram grande potencial para a caracterização das amostras possibilitando a diferenciação, principalmente, das áreas de pastagens e de vegetação densa nas encostas, devido ao seu nível de detalhamento.

A Figura 6 representa as 05 classes consideradas a partir da média das reflectância de suas amostras, com a finalidade de apresentar a diferença entre as respostas espectrais de cada uma delas.

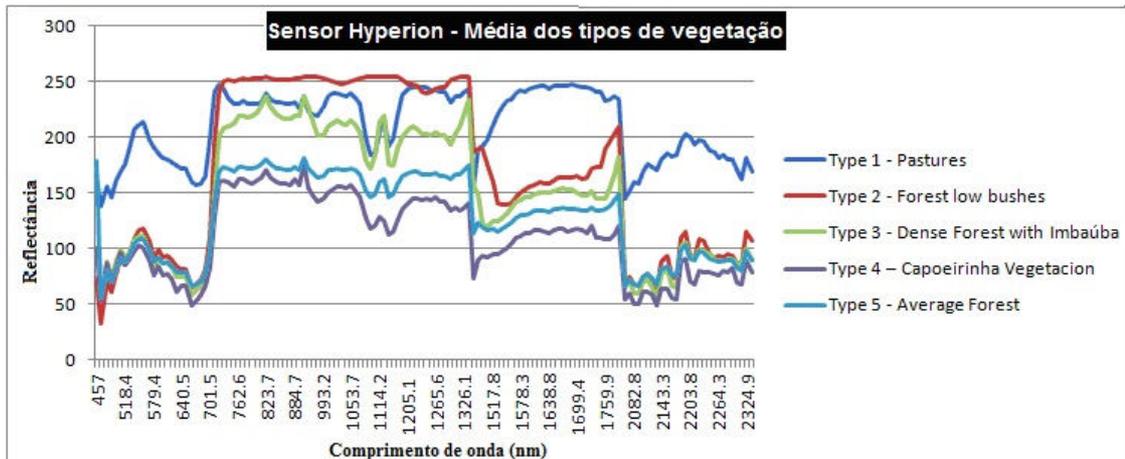


Figura 6 – Hyperion - respostas hiperespectrais

A Figura 7 apresenta as respostas espectrais das classes de vegetação consideradas geradas a partir da reflectância das bandas do sensor landsat.

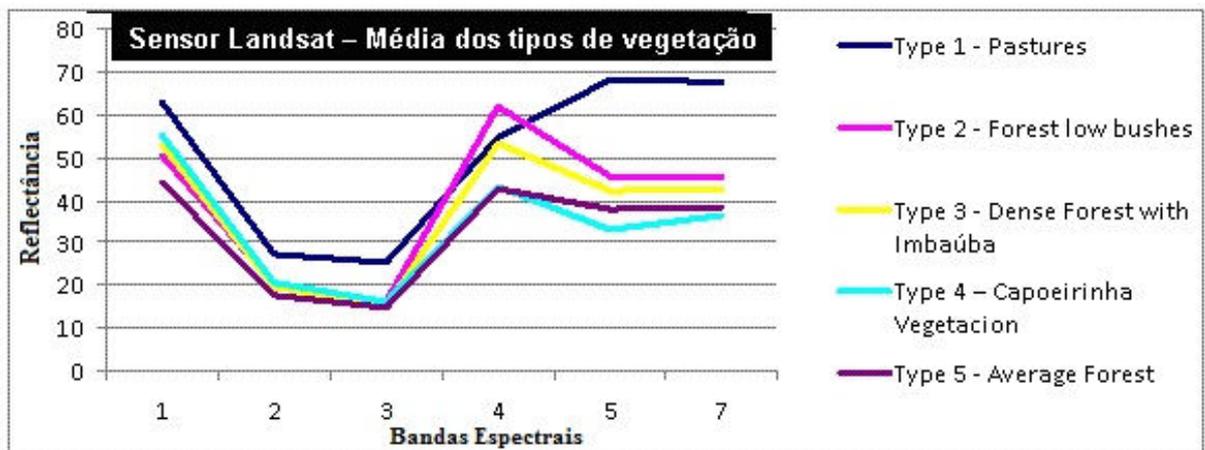


Figura 7 - Tipo de representação gráfica das respostas multispectrais do sensor – TM Landsat

4 CONCLUSÃO

Esse estudo encontra-se em desenvolvimento e estão sendo feitos refinamentos no processamento da imagem hyperion. Será realizada em etapas futuras a identificação em campo das amostras para o refinamento das classes selecionadas, bem como, serão coletadas novas amostras. Espera-se que o estudo possa aprofundar a discussão sobre o uso das técnicas de sensoriamento remoto em apoio à conservação da cobertura vegetal em especial da Mata Atlântica, além da adoção dessas técnicas pela Geografia em seus diversos estudos.

REFERÊNCIAS

HAN, T.; GOODENOUGH, D.G.; DYK, A.; LOVE, J. **Detection and correction of abnormal pixels in Hyperion images.** *In: Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002. Toronto, Canada. Proceedings. IEEE International*, p. 1327-1330. 2002.

LATORRE, M.; CARVALHO, O.A; CARVALHO, A. P. F.; SHIMABUKURU, Y. E. **Correção atmosférica: conceitos e fundamentos (Concepts and Fundamente of Atmospheric Correction)** *Revista Espaço e Geografia - Departamento de Geografia da Universidade de Brasília* Volume 5, número (1) Páginas 153-178. 2002.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos: Parêntese, 2009.

ZEE-RJ. (2009) **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Rio de Janeiro.** Mapeamento de uso e cobertura do solo para o Estado do Rio de Janeiro - RJ na escala de 1:100.000. IEF e UFRJ.