

Resposta Espectral de Espécies da Caatinga

*Carine Rosa Naue*¹; *Josiclêda Domiciano Galvêncio*²; *Magna Soelma Beserra de Moura*³; *Valéria Sandra de Oliveira Costa*⁴

Resumo

É essencial que se construam bibliotecas espectrais das diferentes espécies vegetais existentes no mundo, em especial espécies da Caatinga, para que se possa comparar, identificar e diferenciá-las utilizando imagens de satélites hiperespectrais. O objetivo do presente trabalho foi analisar as respostas espectrais de espécies da Caatinga. Este estudo foi realizado na Trilha Ecológica da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, onde foram amostrados quatro indivíduos sadios das seguintes espécies: quebra-faca (*Croton conduplicatus*), marmeleiro (*Croton* sp.), maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) e pinhão-vermelho (*Jathropa molissima*). Foi usado o espectrorradiômetro portátil de campo HandHeld (ASD, Boulder, USA) com o ângulo de abertura da pistola de 25°. As leituras foram realizadas em três folhas de cada indivíduo, sempre na face dorsal, em que se coletaram três medidas por folha, totalizando nove medições por espécie. Foram obtidas curvas espectrais para cada amostra e a seguir uma curva média referente a cada amostra. Um microcomputador acoplado ao espectrorradiômetro armazenou as medidas radiométricas. O software ViewSpec foi utilizado para processar os dados. As espécies analisadas apresentam diferenças relevantes de respostas espectrais, sendo o marmeleiro (*Croton* sp.) o que apresentou maior diferença na resposta espectral, em especial na região do vermelho e do infravermelho próximo. É possível diferenciar condições biológicas de espécies da Caatinga utilizando dados hiperespectral.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, Bioma Caatinga, sensores hiperespectrais.

Introdução

Na Região Nordeste existe uma pressão muito grande sobre os recursos naturais e a vegetação presente é a principal fonte de renda de uma parcela da população nordestina, que direta ou indiretamente, precisa explorar os seus recursos para sobreviver (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2002).

A Caatinga, bioma exclusivo do Brasil, compreende uma área aproximada de 734.478km², o que representa 70% da Região Nordeste e 11% do território nacional. A área inclui partes dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (BUCHER, 1982).

Além de fornecer recursos madeireiros e medicinais existem, ainda na Região do Nordeste, as espécies com potencial econômico para pecuária extensiva, a saber: a catingueira, o mororó, a jurema-reta, a jurema-vermelha, a faveleira, o juazeiro, o marmeleiro, o umbuzeiro, a maniçoba, o macunã, o mamãozinho-de-veado, dentre outras que se apresentam como boa opção alimentar para animais em épocas de seca.

¹Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, crmaue@yahoo.com.br.

²Professora - Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciências Geográficas, Recife, PE.

³Pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Doutora em Fitopatologia, bolsista DCR, Laboratório de Fitopatologia, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Apesar de ser um bioma que sofreu e sofre forte pressão, a Caatinga ainda contém uma variedade de plantas, com número expressivo de táxons raros e endêmicos.

Dentre as diferentes formas de avaliação, planejamento e monitoramento dos recursos naturais o sensoriamento remoto tem se mostrado com grande potencial para tais fins, e está dividido em multiespectral e hiperespectral. O primeiro é utilizado com diferentes objetivos, entre eles, o monitoramento de paisagens florestais (VENTURIERI; SANTOS, 1998), apresentando vantagens como: baixo custo por área específica, aspectos diacrônicos e sincrônicos da captação das imagens (AZEVEDO; MANGABEIRA, 2001). Uma das desvantagens na utilização desse tipo de sensoriamento é que este obtém dados com baixa resolução espectral, enquanto o sensoriamento hiperespectral utiliza-se de sensores com um número elevado de bandas (dezenas a centenas) contíguas o que possibilita fornecer dados mais detalhados a respeito dos materiais a serem identificados.

Os sensores de laboratório e/ou portáteis (de campo) geralmente apresentam alta resolução espectral, podendo ser mais detalhados do que os colocados em órbita. Os dados obtidos em laboratório e/ou em campo permitem compreender os princípios químicos e físicos da reflectância destes alvos e são os principais responsáveis pela obtenção dos padrões espectrais dos alvos, o que poderá vir a ser utilizado para validação dos dados obtidos por sensores orbitais (BEN-DOR et al., 1999).

Após o lançamento de satélites com sensores hiperespectrais a bordo, surgiu a necessidade de construir uma biblioteca espectral para identificação de espécies vegetais. Para tanto, faz-se necessário obter curvas espectrais de diferentes espécies utilizando-se espectrorradiômetros não imageadores em condições de laboratório e/ou campo, as quais podem ser comparadas com as curvas obtidas pelos sensores imageadores.

Pesquisas têm sido realizadas com base em espectroscopia de laboratório e de campo. Berra et al. (2009) utilizaram dados de reflectância espectral para obter a caracterização espectral de folhas extraídas de quatro diferentes espécies arbóreas e relacionou com os dados nas faixas do visível e infravermelho próximo do sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer). Nesse estudo, os autores analisaram em qual banda se obteve a melhor distinção espectral entre as espécies. Neste mesmo sentido, Paz et al. (2009) observaram diferenças nos comportamentos espectrais de diferentes espécies de gramíneas utilizando espectroscopia de laboratório.

Diante do exposto, sabe-se que é essencial que se desenvolvam bibliotecas espectrais das diferentes espécies vegetais existentes no mundo, em especial espécies da Caatinga, para que se possa comparar, identificar e diferenciá-las utilizando imagens de satélites hiperespectrais, além disso, tornar possível o entendimento dos fatores que interferem nessa resposta espectral. Com esse intuito, o objetivo do presente trabalho foi analisar as respostas espectrais de espécies da Caatinga.

Material e Métodos

Este estudo foi realizado na Trilha Ecológica da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, que possui um percurso de 300 metros e está localizada em uma área de 11 ha de Caatinga preservada (Figura 1). A precipitação

pluviométrica é irregular, com média anual em torno de 436 mm, os quais ocorrem praticamente entre os meses de janeiro a abril, com máximo de chuva em março. A temperatura média da região é 25,7 °C, com valores máximos concentrados em outubro e novembro (Figura 2).

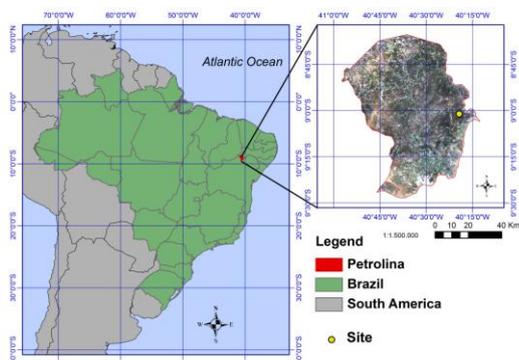


Figura 1. Localização espacial da área em estudo.

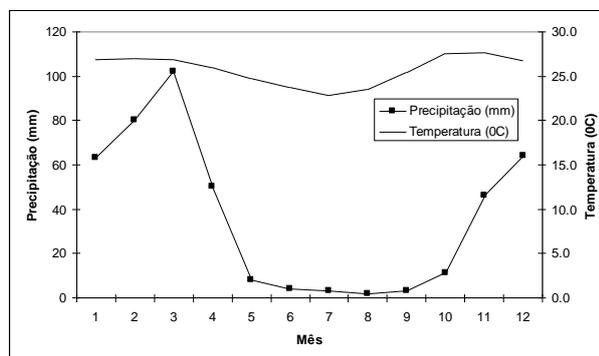


Figura 2. Climatologia do município de Petrolina, PE.

As coletas foram realizadas no dia 14 de novembro de 2010 – um dos meses mais secos da região – por volta das 11h. Foram amostrados quatro indivíduos sadios de cada espécie, a saber: *Croton conduplicatus* (quebra-faca), *Croton* sp. (marmeleiro), *Manihot pseudoglaziovii* (maniçoba) e *Jathropa molissima* (pinhão-vermelho). Para georreferenciamento foi utilizado um GPS Garmim Etrex para registrar os pontos de coletas e uma câmara fotográfica com GPS.

A reflectância espectral foi obtida dentro do intervalo de comprimento de onda entre 336 nm a 1.045 nm, com resolução espectral de 1 nm, cobrindo o visível e o infravermelho próximo do espectro eletromagnético. Foi usado o espectrorradiômetro portátil de campo HandHeld (ASD, Boulder, USA) com o ângulo de abertura da pistola de 25°. O espectrorradiômetro foi otimizado usando-se uma placa de referência branca.

Primeiramente, foi realizada a medição da radiância de uma placa padrão, considerada como superfície lambertiana, com reflectância igual a 100%. A cada duas amostras coletadas, o espectrorradiômetro foi calibrado com a placa de referência branca para garantir exatidão nas medidas.

As leituras foram realizadas em três folhas de cada espécie, sempre na face dorsal, nas quais se coletaram três medidas por folha, totalizando nove medições por espécie. Foram obtidas curvas espectrais para cada amostra e a seguir uma curva média referente a cada amostra. Um microcomputador acoplado ao espectrorradiômetro armazenou as medidas radiométricas. O software ViewSpec foi utilizado para processar os dados.

Resultados e Discussão

As Figuras 3 e 4 mostram as respostas espectrais das folhas da maniçoba e marmeleiro, respectivamente. Nota-se que no visível na região do verde (em torno de 550 nm) a reflectância não ultrapassa 10% (verde) entre as duas espécies. Na região do vermelho (em torno de 680 nm) o comportamento espectral entre as duas espécies apresenta-se diferenciado. A maniçoba apresentou maior absorção no vermelho do que o marmeleiro. Sabe-se que a maniçoba apresenta um tom de verde mais escuro do que o marmeleiro. Essa

diferença na composição biológica (pigmentação) das espécies é perceptível através da análise da resposta espectral.

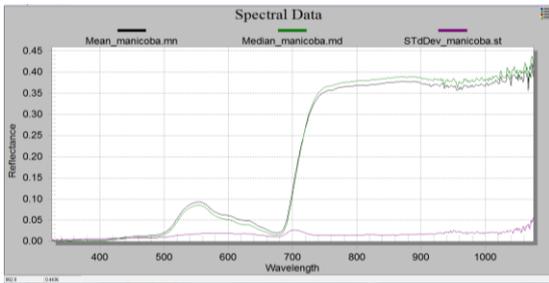


Figura 3. Resposta espectral maniçoba (*Manilot pseudoglozlorri*).

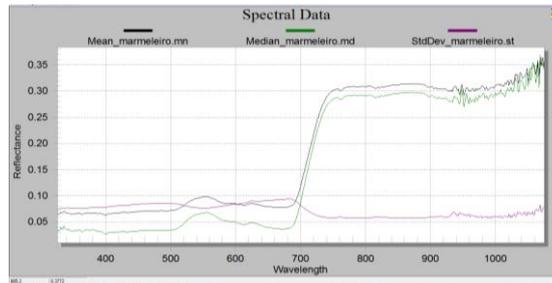


Figura 4. Resposta espectral do marmeleiro (*Cróton* sp.).

As Figuras 5 e 6 mostram as respostas espectrais das folhas de quebra-faca e pinhão-vermelho, respectivamente. Nota-se que na região do verde (550 nm) o pinhão-vermelho refletiu mais do que o quebra-faca. No vermelho (680 nm), as respostas espectrais são semelhantes. Isso sugere que as condições biológicas (pigmentação) das duas espécies estão apresentando condições semelhantes. No infravermelho próximo, o pinhão-vermelho refletiu mais do que o quebra-faca. Em função das características dos diferentes pigmentos, a absorção da radiação é mais acentuada nos comprimentos de ondas de 480 nm (clorofila "b") e 680 nm (clorofila "a"), passando por uma absorção muito baixa entre 540 nm a 620 nm, conforme é mostrado nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

Em torno de 680 nm a reflectância é maior para a curva espectral do marmeleiro. Isso significa que o marmeleiro apresentou uma menor quantidade de clorofila a, quando comparado com as demais espécies. Em torno de 480 nm, também apresentou uma maior reflectância para a espécie do marmeleiro e indica uma menor quantidade de clorofila b, quando comparada com as demais espécies.

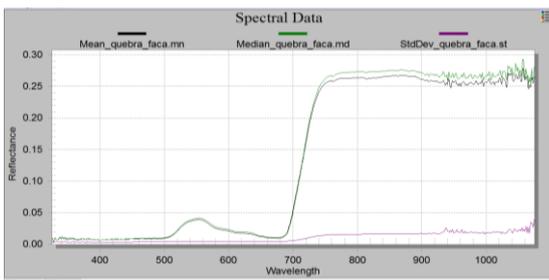


Figura 5. Resposta espectral do quebra-faca (*Brotton conduplicatus*).

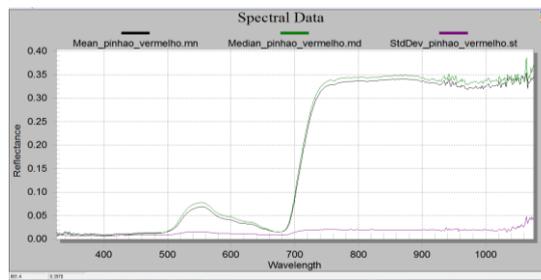


Figura 6. Resposta espectral do pinhão-vermelho (*Jathopha molissima*).

Na região do infravermelho próximo, o comportamento da radiação eletromagnética, quanto à reflexão, transmissão e absorção, é dominado pelas propriedades ópticas da folha, que dependem das estruturas celulares internas. Além disso, há também uma contribuição indireta do conteúdo de água da folha. Nessa região espectral, a absorção é muito baixa (menos de 15%) e a reflectância é muito alta, dependendo da estrutura anatômica das folhas (TUCKER; GARRATT, 1977). No mesófilo foliar, segundo Knipling (1970) e Hoffer (1978), ocorrem múltiplas reflexões e refrações da radiação eletromagnética, associadas à descontinuidade entre os índices de refração do ar (1,0) e das paredes celulósicas hidratadas (1,4). No

mesófilo, a energia é espalhada em virtude das interações da radiação com as paredes celulares hidratadas, originando múltiplas reflexões e refrações, propiciando, assim, uma melhor absorção da radiação pelos pigmentos (KNIPLING, 1970).

Conclusões

As espécies analisadas apresentam diferenças relevantes de respostas espectrais, sendo o marmeleiro o que apresenta maior diferença na resposta espectral, em especial na região do vermelho e do infravermelho próximo.

Para maniçoba, quebra-faca e pinhão-vermelho as diferenças nas respostas não são relevantes, porém, recomendamos replicar o estudo em diferentes épocas do ano e condições hídricas.

Os resultados obtidos ressaltam a importância do infravermelho próximo na diferença de resposta espectral.

É possível diferenciar condições biológicas de espécies da Caatinga utilizando-se dados hiperespectral.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro por meio da rede de pesquisa SerCaatinga, do Programa Ecológico de Longa Duração (PELD), através do projeto/processo número 558074/2009-0.

Referências

- ALBUQUERQUE, U. P. de; ANDRADE, L. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, n. 16, v. 3, p. 273-285, 2002.
- AZEVEDO, E. A.; MANGABEIRA, J. A. C. **Mapeamento de uso das terras utilizando processamento digital de imagem de sensoriamento remoto**. Campinas: MAPA, 2001. 12 p. (Comunicado Técnico).
- BEN-DOR, E., IRONS, J. R., EPEMA, G. F. Soil reflectance. In: RENA, A. N. (Ed.). **Remote sensing for the Earth Sciences. Manual of remote sensing**. 3th ed. [San Francisco]: Wiley, 1999. p. 111-188.
- BERRA, E. F.; GOERGEN, L. C.; BENEDETTI, A. C. P.; BRANDELERO, C.; BACKES, K. S.; PEREIRA, R. S. Caracterização espectral de folhas extraídas de quatro diferentes espécies arbóreas nas bandas VNIR do sensor ASTER. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., Natal, 2009. **Resumo...** [Brasília, DF]: INPE, 2009. Disponível em: <marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/.../2571-2578.pdf> Acesso em: 23 nov. 2010
- BUCHER, E. H. Chaco and Caatinga: South American arid savannas, woodlands and thickets. In: HUNTEY, B.J.; WALTHER, B. H. (Ed.). **Ecology of tropical savannas**. New York: Springer-Verlag, 1982. p. 48-79.
- HOFFER, R.M. Biological and physical considerations in applying computer-aided analysis techniques to remote sensor data. In: SWAIN, P.H.; DAVIS, S.M. (Ed.). **Remote sensing the quantitative approach**. New York: McGraw Hill, 1978. p. 89-228.
- KNIPLING, E. B. Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. **Remote Sensing of Environmental**, [Amsterdam], v. 1, p. 155-159, 1970.
- PAZ, C. R.; SAQUET, D. B.; FERRAZ, R. C.; GIROTTO, J.; PEREIRA, R. S.; COSTA, V. P. Discriminação de diferentes espécies de pastagens com uso da espectrorradiometria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., Natal, 2009. **Resumo...** [Brasília, DF]: INPE, 2009. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.21.20.43/doc/1175-1181.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2010.
- TUCKER, C. J.; GARRETT, M.W. Leaf optical system modeled as a stochastic process. **Applied Optics**, Washington, D.C, v. 16, p. 1151-1157, 1977

Resposta Espectral de Espécies da Caatinga.

VENTURIERI, A.; SANTOS, J. R. Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal. In: ASSAD, E. D; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas**: aplicações na agricultura. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa – SPI: Embrapa - CPAC, 1998. p. 351-371.