

## **Análise do comportamento espectral das espécies vegetais Algaroba e Catingueira em ambiente semiárido: um estudo em Curaçá-BA**

Jonathas Jesus dos Santos<sup>1</sup>

Joselisa Maria Chaves<sup>2</sup>

Deorgia Thaianne Mendes de Souza<sup>3</sup>

Washington de Jesus Sant'anna da Franca Rocha<sup>2</sup>

Sarah Moura Batista dos Santos<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bolsista de Iniciação Científica Fapesb-UEFS, Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Avenida Transnordestina, s/n, km 3, Bairro Novo Horizonte, Feira de Santana-BA, CEP 44054-008. jonathas020@hotmail.com

<sup>2</sup> Pós-graduação em Modelagem, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Avenida Transnordestina, s/n, km 3, Bairro Novo Horizonte, Feira de Santana-BA, CEP 44054-008. {joselisa, wrocha}@uefs.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Avenida Transnordestina, s/n, km 3, Bairro Novo Horizonte, Feira de Santana-BA, CEP 44054-008. deorgiasouza.geo@gmail.com

<sup>4</sup> Bolsista Fapesb do Mestrado em Modelagem, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Avenida Transnordestina, s/n, km 3, Bairro Novo Horizonte, Feira de Santana-BA, CEP 44054-008. saamoura@gmail.com<sup>5</sup>

**Abstract.** The study is characterized as the analysis of the spectral behavior of the plant species Algaroba and Caatingueira in the northeastern semiarid present in the region of Curaçá-BA. Algaroba is an invasive plant species originated in Peru that was introduced in the northeastern semiarid region with the objective of solving socioeconomic problems in the hinterland. Caatingueira is a small tree, endemic to the Caatinga biome of the leguminous family, covering the Caatinga from Piauí to Bahia. In this sense, the objective of this work is to compare the spectral behavior of the invasive plant species Algaroba with the endemic Caatingueira species. Therefore, a bibliographical research was carried out on the main thematic categories, a field work was carried out in the study area with analysis of the spectral behavior of the two species. With the analysis of the graphs of the two species an NDVI and NDWI was generated for comparison purposes, it was found that both species have spectral peculiarities revealing that the Caatingueira endemic species of the semiarid has some characteristics more favorable to local conditions compared to the invasive species Algaroba. However, the Algaroba presented a higher NDVI and NDWI. This study contribute to the identification of both species in satellite images.

**Palavras-chave:** Spectroradiometry, Vegetation, Remote Sensing, image processing. Espectrorradiometria, Vegetação, Sensoriamento Remoto, Processamento de imagens.

### **1. Introdução**

O município de Curaçá, situado a norte da Bahia, caracteriza-se pelo tipo climático semiárido com precipitação anual entre 300mm e 800mm, com distribuição irregular de chuvas e insere-se no bioma Caatinga. De acordo com Leal (2003), esse bioma é responsável por uma alta taxa de endemismos de fauna e flora, caracterizada por árvores baixas e arbustos adaptadas a semiaridez que geralmente perdem suas folhas durante o período seco. A Algaroba [*Prosopis*

*juliflora* (SW)DC], de acordo com Andrade (2010), é uma espécie vegetal invasora originada do Peru que foi introduzida no semiárido nordestino com o objetivo de resolver problemas socioeconômicos no sertão. Entretanto, a invasão biológica é um dos principais fatores de perda de biodiversidade. Segundo Nascimento (2008), a espécie vegetal Algaroba concentra-se na maioria das vezes em planícies aluviais ou terraços aluviais acompanhado cursos de água, caracteriza-se como um vegetal xerófilo, arbóreo e espinhoso adaptado as condições de clima semiárido. Para Azevedo (1982), essa espécie vegetal tem usos múltiplos, para fins de produção de lenha, carvão e estaca, e pode ser utilizada até mesmo, para alimentação humana e animal.

Já, a Caatingueira ou também chamada de Caatinga-de-Porco [*Caesalpineia bracteosa Tul*] é uma árvore de pequeno porte, endêmica do bioma caatinga da família das leguminosas, tendo abrangência nas áreas da Caatinga do Piauí à Bahia (Nascimento 2002). Essa vegetação ocorre em lugares pedregosos, com folhas fenadas constituindo uma boa forragem, possuindo juntamente com suas flores a utilização medicinal caseira (Cardoso 2007).

Na atualidade o uso do Sensoriamento Remoto tem permitido com a obtenção de imagens, em conjunto com outros dados da superfície terrestre mapear diferentes alvos (Jensen 2009). Segundo Ponzoni et al. (2012) a aplicação das técnicas de Sensoriamento Remoto para o estudo da vegetação em campo acontece através de radiômetros aos quais podem ser acoplados acessórios que permitem a coleta e o registro da radiação refletida pelas folhas e demais órgãos da planta. Nesse sentido, Lippert (2014), também relata que o equipamento de sensoriamento remoto que pode executar um relatório gráfico da reflectância, obtidos ao longo de um faixa do espectro eletromagnético é o espectrorradiômetro. Assim, este equipamento proporciona uma curva espectral que descreve as propriedades radiométricas de um determinado material através da espectroscopia de reflectância. Nesse sentido, A espectroscopia de reflectância é a técnica avançada dentro do Sensoriamento Remoto que registra o fluxo de radiação eletromagnética refletida por objetos, não havendo o contato físico entre o sensor e o alvo (Pinter, 2010). Dessa forma, esse artigo tem como principal objetivo comparar o comportamento espectral da espécie vegetal invasora Algaroba com a espécie endêmica Caatingueira.

## 2. Metodologia de Trabalho

A metodologia da pesquisa contou inicialmente com uma pesquisa bibliográfica sobre Sensoriamento Remoto, Espectrorradiometria de Reflectância, Algaroba e Caatingueira. Na sequência, foi realizado um planejamento de campo para o município de Curaçá-BA, com geração de dados geoambientais e marcação dos pontos para o trabalho de campo. O critério para a escolha dos pontos foi a observação, através de imagens de satélite disponíveis pelo Google Earth, sensor Spot, das áreas favoráveis para a proliferação das espécies vegetais Algaroba e Caatingueira, que, na maioria das vezes, concentram-se nas Planícies Fluviais acompanhando os cursos de água. O trabalho de campo foi realizado no município de Curaçá-BA (Figura 1) com a medição em campo do comportamento espectral da Algaroba e Caatingueira.

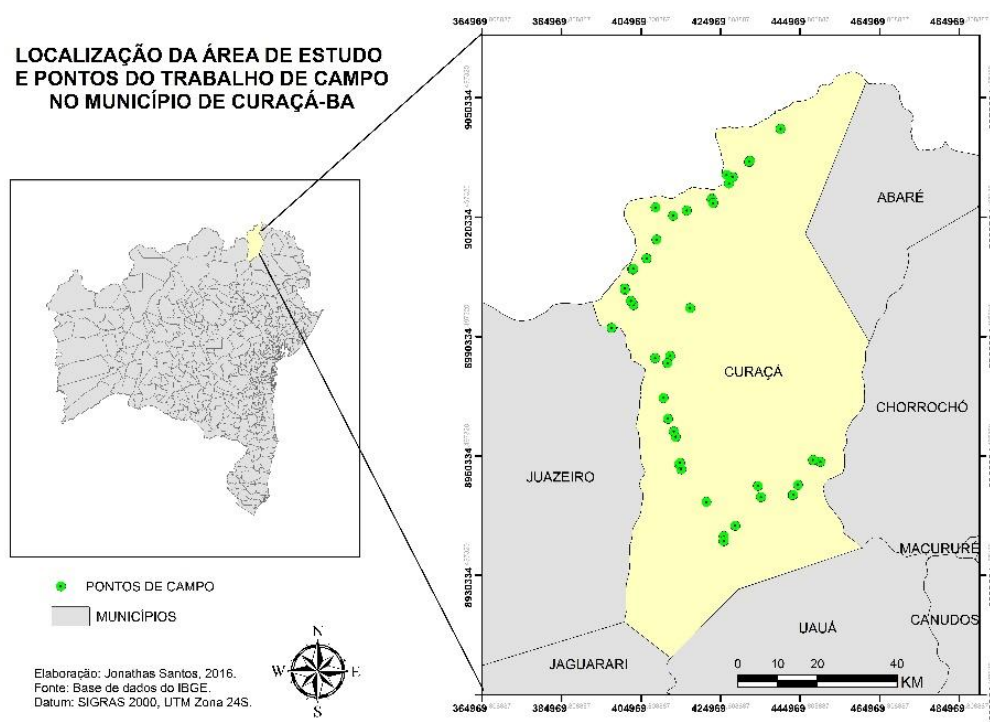


Figura 1. Localização do município de Curaçá-BA. No detalhe observam-se os pontos de campo.

No campo utilizou-se o aparelho portátil de espectrorradiometria *Field Spec*® 4 Hi-Res (450-2500nm), A100590. Na coleta dos espectros da planta foi utilizado dois acessórios do equipamento espectrorradiometro ASD FiedSpec 4 *High Resolution*. O primeiro é a sonda de contato com *leaf-clip*, tem como objetivo analisar o comportamento espectral da folha. Nesse sentido, obteve-se um gráfico de assinatura espectral das duas espécies vegetais compreendendo valores de 450 - 2500nm. Também foi realizada uma análise integrada da paisagem nos locais em que estavam inseridas as espécies vegetais. As análises das curvas foram processadas com o uso de geotecnologias e interpretado as suas assinaturas espectrais. Como processamento digital dos gráficos extraiu-se o *Índice de Vegetação por Diferença Normalizada* (NDVI) e o *Índice da Diferença Normalizada da Água* (NDWI) das duas espécies vegetais utilizando-se o programa estatístico Origin para fins de comparação, levando em conta os valores da Tabela 1.

Tabela 1. Índices de vegetação das espécies vegetais Algaroba e Caatingueira

Espécie Vegetal	NDVI	NDWI
Algaroba	0,723507	0,5173059
Caatingueira	0,629096	0,0011626



### 3. Resultados e Discussão

Conforme análise em imagens de satélites observa-se que a distribuição espacial de ambas as espécies, Algaroba [*Prosopis juliflora* (SW)DC] e Caatingueira [*Caesalpineia bracteosa* Tul] são parecidas, concentram-se na maioria das vezes próximo de cursos fluviais e em terraços fluviais. Em campo, as espécies vegetais Algaroba (Figura 2.A) e Caatingueira (Figura 2.B) puderam melhores serem observadas, bem como analisadas. Em contrapartida, a diferença entre ambas as espécies está sobretudo na fisionomia, mas pode-se confundir-se em imagens de satélite por apresentar um mesmo padrão de distribuição espacial. Entretanto, a Caatingueira consegue, de certa forma, competir com a Algaroba na ocupação da paisagem. Foram realizadas medições do comportamento espectral da Caatingueira (Figura 3.A) e da Algaroba (Figura 3.B), no município de Curaçá-BA.

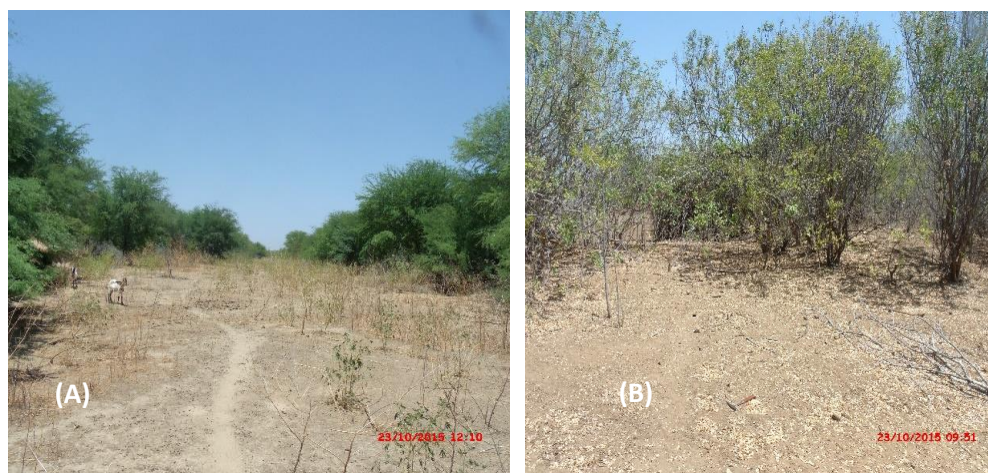


Figura 2. Sítios de ocorrência da espécie Algaroba (A), e da espécie Caatingueira (B)



Figura 3. (A) Medida espectral na Caatingueira e (B) Medida espectral na Algaroba.

Observam-se sutis diferenças entre o comportamento espectral da Algaroba e da Caatingueira (Figuras 4 e 5), ambas colhidas de um mesmo ponto do trabalho de campo realizado em Curaçá-BA, próximas de um curso fluvial intermitente. As espécies possuem as suas peculiaridades em assinatura espectral, mas podem-se ter mais particularidades no formato das curvas nos pontos de absorção de clorofila na região do visível e de água na região do

infravermelho médio, com curvas com diferenças na profundidade das bandas de reflexão e de absorção.

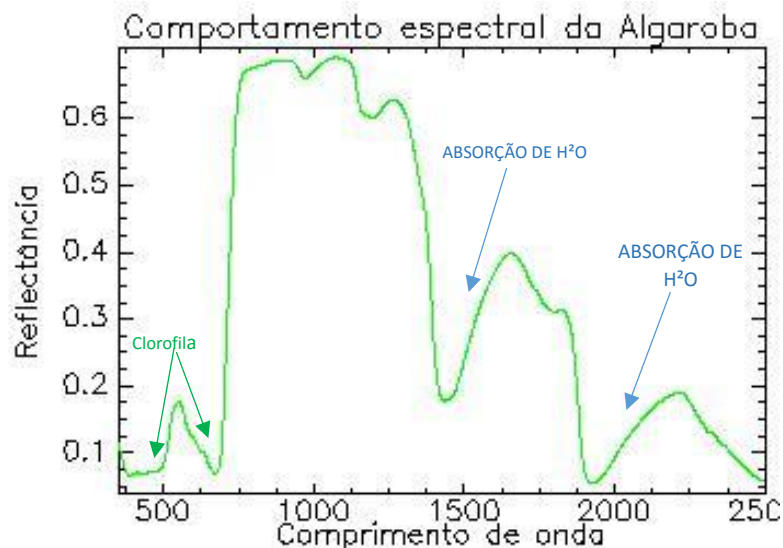


Figura 4. Comportamento espectral da Algaroba

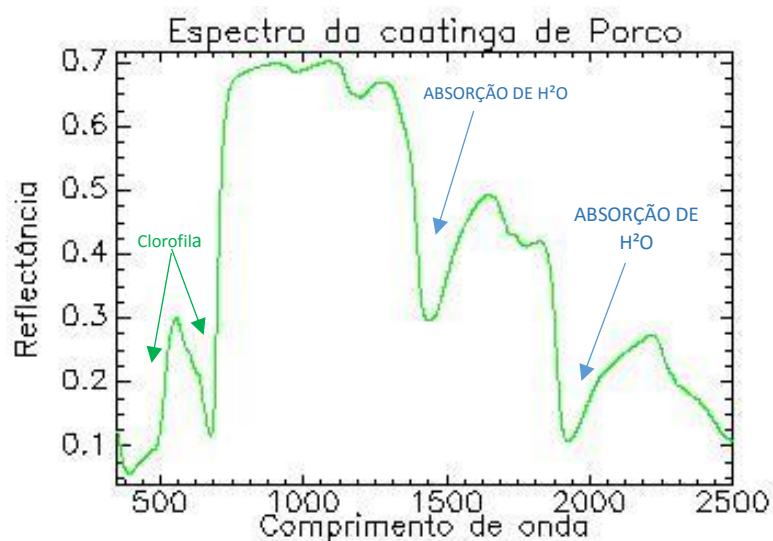


Figura 5. Comportamento espectral da Caatingueira

Na região do visível (400nm –700nm), a estrutura da clorofila e os níveis de reflectância são diferentes entre as duas espécies vegetais, enquanto que a Algaroba possui uma absorção maior de clorofila, a Caatingueira apresenta uma absorção menor. No infravermelho próximo (700nm –1300nm), a estrutura celular possui suas peculiaridades em termos de absorção entre as duas espécies com estruturas diferenciadas. Já na região do infravermelho médio (1300nm – 2600nm), as áreas de absorção de água da Algaroba apresentaram-se maiores. Segundo Ponzoni (2002), o comportamento espectral de uma folha acontece de acordo com sua composição, morfologia e estrutura interna.

Com o cálculo do *Índice de Vegetação por Diferença Normalizada* (NDVI) e do *Índice da Diferença Normalizada da Água* (NDWI) da Algaroba e da Caatingueira (Tabela 1), verifica-se um maior NDVI e NDWI da Algaroba com valor de 0,7 e 0,5. Gausman (1985) relata que os fatores que afetam na reflectância das folhas são o conteúdo da água, maturação ou idade da folha, posição nodal, as condições de iluminação, pubescência e senescência. Já Moreira (2007) relata que a região do visível compõe a radiação eletromagnética de 400 a 700nm, sendo que parte dessa radiação que incide sobre o dossel da vegetação é absorvido pelos pigmentos fotossintetizantes das folhas que são compostos por clorofilas em maior quantidade.

#### 4. Conclusões

Através da análise do comportamento espectral da Algaroba e da Caatingueira em ambiente semiárido do município de Curaçá-BA, foi possível verificar que ambas as espécies possuem distribuição geográfica parecidas, concentrando-se, sobretudo, próximo de drenagens fluviais, entretanto, o seus comportamentos espectrais revelaram que a Caatingueira espécie endêmica do semiárido possui algumas características mais favoráveis as condições locais, com uma absorção de água menor em comparação com a Algaroba na região do infravermelho médio, demonstrando que a Caatingueira poderia ser mais adaptada em questões de semiaridez. Em contrapartida, a Algaroba espécie invasora do semiárido, apresentou nas avaliações espectrorradiométricas uma absorção maior de clorofila na região do visível e um maior NDVI e NDWI.

As características espectrais da Algaroba e Caatingueira podem de certa forma contribuir para identificação de ambas as espécies em imagens de satélite. Nesse sentido, uma identificação em imagens, colaboraria para o monitoramento dessas espécies vegetais, principalmente da Algaroba, espécie invasora da caatinga. Nesse contexto, observa-se que a invasão biológica é um dos principais fatores de perda de biodiversidade, a Algaroba poderia ser um risco para a biodiversidade vegetal do semiárido, uma vez que compete por espaço na paisagem natural, vencendo na maioria das vezes a competição e tendo grande facilidade de proliferação. Entretanto, a Caatingueira, poderia ser uma alternativa contra a invasão biológica, uma vez que consegue competir com a Algaroba vencendo a competição por o espaço natural, além de ser uma espécie endêmica muito mais adaptada as condições locais.

#### 5. Referências

- Andrade, L.A. **Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil.** Maringá: Acta Scientiarum Biological Sciences, 2010.
- Azevedo, C.F. **Algarobeira na alimentação animal e humana.** In: Simpósio Brasileiro Sobre Algaroba 1, 1982, Natal. Algaroba. Natal: EMPARN, 1982.
- Cardoso, E. A.; Alves, E. U.; Andrade, L. A ; Wanderley, P.A. ; Oliveira, A. P.; Gonçalves, G.S. ; Silva, K. B. ; Alves, A. U. . **Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de catingueira.** In: 47 Congresso Brasileiro de Olericultura, 2007, Porto seguro Bahia. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de catingueira. Campinas: ABH, 2007.
- Gausman, H. W. **Leaf reflectance of near-infrared.** Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 51, n. 11, p. 1725-1734, 1985.
- Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.
- Leal, I.R. **Ecologia e conservação da Caatinga.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003.

Lippert, D.B; Benedetti, A.C.P.; Nunes, M.M.C.; Kervald, L.A. Schuh, M.S. Pereira, R.S. **Spectroradiometry of Commercial Wood Veneers in the visible and Near Infrared Spectra**. Curitiba, PR: Floresta. 2014.

Pinter, P.; Saldanha, D.L. **Espectrorradiometria de rochas vulcânicas e suas alterações**. In: Salão de Iniciação Científica UFRGS, 2010, Porto Alegre. Salão de Iniciação Científica - UFRGS. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. v. 1. p. 1-1.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ª ed. atual. ampl. Viçosa: UFV, 2007. 320 p.: il.

Nascimento, C.E.S. **Comportamento invasor da Algarobeira, Prosopis juliflora(Sw) DC. nas planícies aluviais da Caatinga**. 2008.116f.Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) –Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

Nascimento, H.T.S. Nascimento, M.S.C.B. Ribeiro, V.Q. **Caatingueira – Forrageira nativa para a fenação**. Teresina – PI: Embrapa, 2002.

Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Yosio Edemir ; Kuplich, T. M.. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. v. 1. 176p .