



Padrão espectral de plantas de Umburana-de-Cambão *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett em uma área de reserva no município de Senador Rui Palmeira/AL, Brasil

(Spectral pattern of plants of Umburana-de-Cambão *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett in an permanent preservation area at city of Senador Rui Palmeira/AL, Brazil

José Iran Sousa e Silva⁽¹⁾; José Crisologo de Sales Silva⁽²⁾; Jussiede Silva Santos⁽³⁾; Cláudia Csekö Nolasco de Carvalho⁽⁴⁾; Aldo Torres Sales⁽⁵⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7768-8785>, Universidade Estadual de Alagoas, Campus II Especialista em Produção Animal e Desenvolvimento Rural, BRAZIL, E-mail: iran-zootec@hootmail.com;

⁽²⁾ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8687-0952>, Universidade Estadual de Alagoas, Uneal, Professor Titular, Grupo Caatinga de Pesquisa, BRAZIL, E-mail: jose.crisologo@uneal.edu.br;

⁽³⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8603-7709>, Autônomo, Dr. Zootecnia, BRAZIL, E-mail: santosjszootec@gmail.com;

⁽⁴⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2807-2829>, Universidade Estadual de Alagoas, Professora Dra. do Curso de Zootecnia, BRAZIL, E-mail: claudia.cseko@uneal.edu.br;

⁽⁵⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2585-3221>, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE. Grupo de pesquisas em Energia da Biomassa Grupo de pesquisas em Energia da Biomassa, BRAZIL, E-mail: aldo@zootecnista.com.br.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 19 de fevereiro de 2020; Aceito em: 22 de março de 2020; publicado em 10 de 07 de 2020. Copyright© Autor, 2020.

RESUMO: A umburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett) é uma espécie que possui valor madeireiro, forrageiro, ornamental, melífero e medicinal. Objetivou-se avaliar a distribuição e mudanças no padrão fenológico da Umburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett) através do uso de geotecnologias. Para a avaliação das mudanças nos padrões foi usado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Índice de Stress hídrico - MSI numa área de vegetação preservada no Município de Senador Rui Palmeira, estado de Alagoas, Brasil. A pesquisa foi desenvolvida em uma propriedade situada no Sítio Queimada Grande, zona rural de Senador Rui Palmeira, AL. Toda a área foi percorrida sendo realizada a identificação das Umburanas-de-Cambão encontradas e com uso de GPS, o georreferenciamento das mesmas. Para determinação do NDVI e do MSI obtido através do Google Earth Engine, foram utilizadas imagens do Satélite Sentinel 2. Na cobertura pedológica 88,25% das umburanas ocorreram nos Luvisolos Crômicos Órticos Vertissólicos. Quanto ao NDVI, os valores médios encontrados durante o ano do estudo variaram de 3 a 7. Das 127 umburanas identificadas, 117 encontram-se na área de preservação e apenas 10 ocorrem fora desta. O NDVI foi variável alcançando picos nos meses de maior quantidade de chuvas, entre junho e julho. Quanto as médias de MSI, houve variação 2 e a pouco mais de 12 ao longo do ano, com picos aos 100 dias e, entre 150 e 220 dias. O NDVI e SMI apresentaram maiores valores no mês de fevereiro com índices de 0,3 e 4,5, respectivamente. Com base na correlação observada entre o NDVI e a temperatura, o principal mecanismo que controla a atividade fotossintética das umburanas é a temperatura.

PALAVRAS-CHAVE: Preservação, Caatinga, NDVI.

ABSTRACT: Umburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett) is a species that has wood, forage, ornamental, meliferous and medicinal value. The objective was to identify the spectral pattern of umburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett) through geotechnologies. The evaluation of changes in patterns was used the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Moisture Stress Index - MSI in a preserved vegetation area at Municipality of Senador Rui Palmeira, state of Alagoas, Brazil. The research was carried out on a property located at Sítio Queimada Grande, rural country of Senador Rui Palmeira, AL. The area was mapped using images. The entire area was covered, with the identification of the Umburanas-de-Cambão found and with the use of GPS, their georeferencing. The determination of NDVI and MSI was obtained through Google Earth Engine, images from the Sentinel 2 Satellite. In the pedological coverage, 88.25% of the umburanas occurred in Luvisolos Crômicos Órticos Vertissólicos. As for NDVI, the average values found during the year of the study ranged from 3 to 7. Of the 127 umburanas identified, 117 are in the preservation area and only 10 occur outside it. NDVI was variable, reaching peaks in the months of greatest amount of rain, between June and July. As for the MSI averages, there was variation 2 and just over 12 throughout the year, with peaks at 100 days and between 150 and 220 days. The NDVI and SMI presented higher values in the month of February with indexes of 0.3 and 4.5, respectively. Based on the observed correlation between NDVI and temperature, the main mechanism that controls the photosynthetic activity of umburanas is temperature.

KEYWORDS: Preservation, Caatinga, NDVI.

INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro possui uma diversidade de espécies em seus biomas florestais que necessita ser conhecida, tendo em vista a existência de plantas com alto valor para os pequenos produtores, que se utilizam dessas árvores com a finalidade madeireira ou não. Dentre as espécies potenciais destaca-se a *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett. (DUTRA *et al.*, 2015), conhecida como umburana-de-cambão (SIQUEIRA FILHO *et al.*, 2008), que possui valor madeireiro, ornamental, forrageiro e medicinal.

A umburana-de-cambão ou umburana-de-espinho, como popularmente é conhecida, é uma árvore que pode alcançar 3 a 4 metros de altura (SIQUEIRA FILHO *et al.*, 2008). Segundo Silva *et al.* (2017) é uma espécie que se destaca fitossociologicamente pela sua dominância relativa, porém, apresenta baixa densidade, frequência e regeneração natural. O hábito de crescimento lento, associado a problemas de regeneração natural e exploração extrativista, podem afetar gravemente a continuação de sua presença e regeneração nas formações vegetais naturais da Caatinga. Bezerra *et al.* (2014) alerta que apesar da importância e diversidade do bioma caatinga, este, provavelmente, é o menos estudado em relação à flora e à fauna e um dos que têm mais sofrido degradação nos últimos 400 anos.

Devido as constantes pressões sobre áreas de potencial cultivo para uso pecuário, práticas extrativistas de subsistência (SILVA *et al.*, 2017) como a retirada de madeira para produção de carvão, venda de lenha a indústrias, ou uso da madeira como estacas (COSTA *et al.*, 2009; RIEGELHAUPT *et al.* 2010; LUCENA *et al.*, 2017), a mata nativa da caatinga foi e, em alguns casos, continua sendo ameaçada. Por isso, os estudos acerca do bioma Caatinga são de fundamental importância e justificam-se pela urgência da necessidade de conservação, com o objetivo de manter o elevado grau de endemismo e riqueza de espécies únicas e exclusivas do bioma brasileiro (LOPES *et al.*, 2015).

Assim, localizar e georreferenciar árvores nativas como a umburana-de-cambão possibilitará sua preservação ou no mínimo o reconhecimento de áreas onde as mesmas existem ou existiram. E, nesse contexto, o uso da tecnologia de GPS auxilia na identificação de pontos onde estão presentes determinadas plantas de interesse de preservação. Bohner *et al.* (2010) ressalta que as escassas informações prontamente

disponíveis à sociedade e a comunidade acadêmica em relação a identificação das espécies vegetais em áreas de paisagismo, botânica, dendrologia, silvicultura e conservação da natureza, torna a identificação e marcação um meio necessário para oportunizar o conhecimento e informação nessas áreas. Isso torna possível a ação do indivíduo e da coletividade social na garantia da preservação do equilíbrio do meio ambiente.

Outra característica, além da identificação de espécies nativas, é o acompanhamento da atividade fotossintetizante da vegetação de determinadas áreas. Dentre os diversos métodos, para verificar tal condição, o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) desenvolvido por Rouse *et al.* (1973) vem sendo o método mais utilizado (RISSINI *et al.*, 2015; GAMARRA *et al.*, 2016; BARBOSA *et al.*, 2017; ABOUD NETA *et al.*, 2018), por ser uma boa forma de verificar as mudanças ocorrida em determinada área. De acordo com BARBOSA *et al.* (2017) em ambientes áridos e semiáridos de todo o mundo, vários são os estudos que utilizaram este índice de vegetação para a classificação da cobertura terrestre com base nas variáveis ambientais (clima, solo, geologia), que influenciam a variação das características fenológicas das plantas. Além disso, o NDVI é utilizado para destacar e caracterizar a vegetação que ocorre em uma área, bem como auxiliar na temática de estudos de desertificação (BEZERRA *et al.*, 2014).

A condição de umidade do solo também é um parâmetro importante nos estudos ambientais. Segundo Menezes *et al.* (2013), há uma forte dependência entre a atmosfera e a superfície, bem visto nos estudos do comportamento da umidade do solo. O umedecimento do solo se dá pela chuva, porém nem toda a água que chega à superfície do solo se infiltra, pois, parte dela é perdida por evaporação e escoamento superficial.

Nesse sentido, o índice estresse hídrico (do inglês, *Moisture stress index*) é um importante parâmetro para verificar o quão úmido ou seco está o solo (XU *et al.*, 2018). A pesquisa mostra que em ambientes onde a disponibilidade de água é um fator limitante ao crescimento de plantas, como é o caso de semiárido brasileiro o MSI apresenta forte correlação com a disponibilidade de energia e nutrientes no meio, sendo esse um bom indicador do estoque de biomassa nesses ecossistemas (WANG e QU, 2009; PENG e LOEW, 2017).

Diante do apresentado, objetivou-se, com este estudo, identificar e georreferenciar árvores da espécie umburana, verificar as modificações por meio do

índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e o índice estresse hídrico - SMI numa área de vegetação preservada no Município de Senador Rui Palmeira, estado de Alagoas, Brasil.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A presente pesquisa foi desenvolvida em uma área de reserva legal, na propriedade situada no Sítio Queimada Grande, zona rural de Senador Rui Palmeira, AL. As coordenadas geográficas, latitude $-9^{\circ} 33' 94,441''$ S, longitude $-37^{\circ} 57' 10,842''$ W. A propriedade possui uma área total de 75 ha (hectares), e desta, 15 ha compreende a reserva na qual foram identificadas e georreferenciadas as árvores do estudo. Na Figura 1 é mostrado o mapa da localização da área.

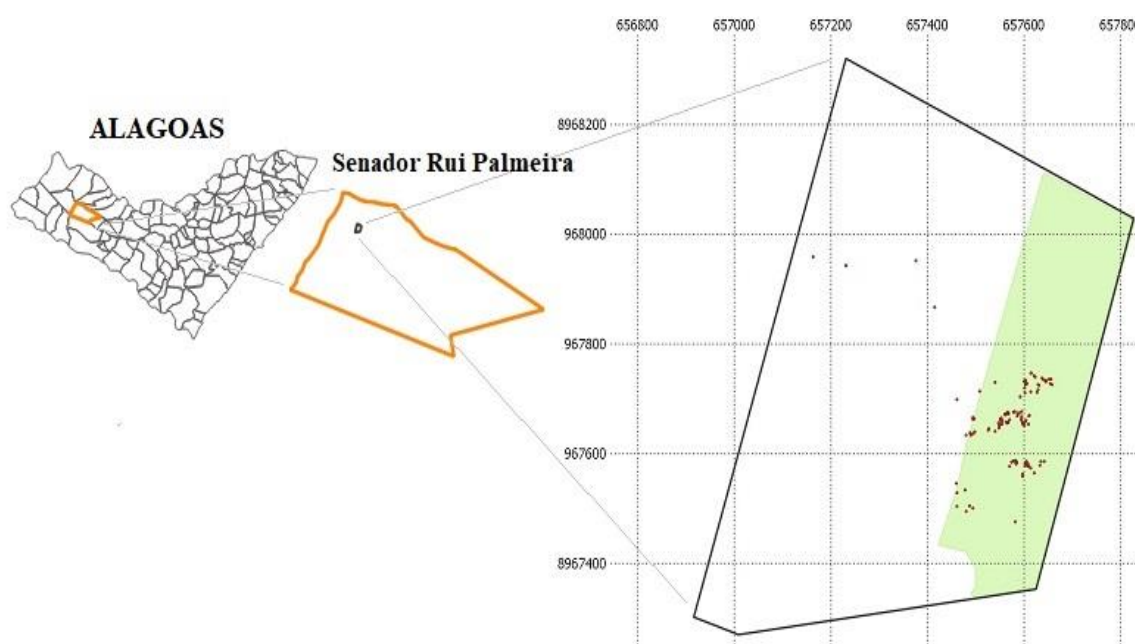


Figura 1 - Mapa da localização da área onde o estudo foi desenvolvido Fonte: Autoria própria

O levantamento e georreferenciamento foi realizado no período de 13 de dezembro de 2018 a 23 de março 2019.

Inicialmente foi realizado o mapeamento por meio do GPS CR Campeiro 7, tendo sido toda a área percorrida a pé. Para o georreferenciamento, em cada árvore da espécie

Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B identificada, procedeu-se a anotação da leitura dos dados do GPS CR Campeiro. Para isso, no ponto de identificação esperava-se três minutos para a estabilização do aparelho, seguindo esse mesmo procedimento para todas as arvores georreferenciadas no estudo.

Na Figura 2 são apresentadas as temperaturas da superfície terrestre e a pluviosidade durante o período de estudo.

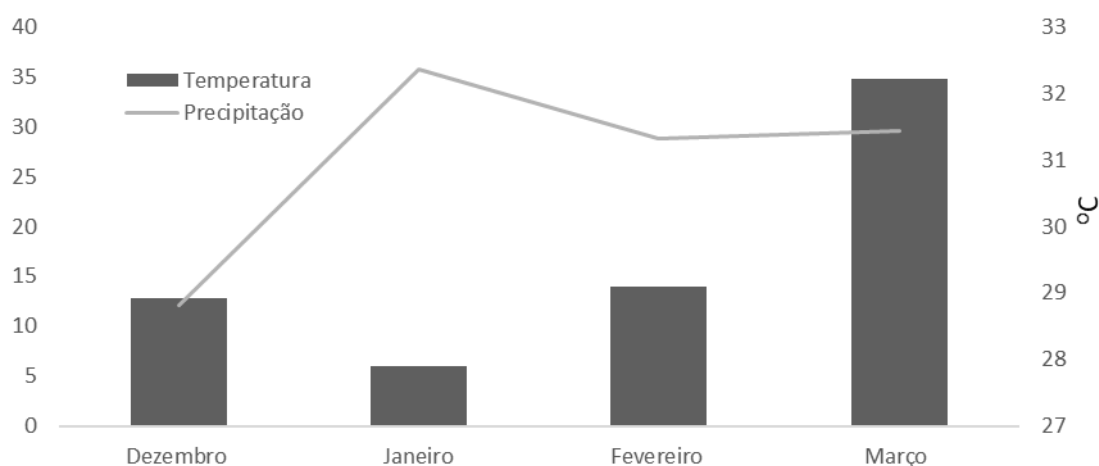


Figura 2 - Temperatura da superfície e pluviosidade no período de janeiro a dezembro durante o período experimental Fonte: Autoria própria.

O processamento de imagens foi feito a partir da base Google Earth Engine API (<https://code.earthengine.google.com/>), em que foram utilizadas coleções do satélite Sentinel 2 (ImageCollection ID: COPERNICUS/S2). Primeiramente foi realizado um recorte temporal, restrito ao mês de coleta ao qual foram tomados os dados de campo, permitindo assim a comparação direta entre os dados satelitais e o acúmulo de biomassa em campo. Por meio de linhas de código em JavaScript na plataforma Earth Engine Code Editor, foram subtraídas nuvens e implementada a redução e filtro temporal. A redução temporal cria uma única imagem que tipifica o padrão de refletância mensal baseada na mediana de cada pixel, desta forma foi possível entender as dinâmicas no padrão de luz absorvido e refletido em escala mensal especializado para os pontos de interesse da pesquisa, ou seja, as áreas identificadas como de ocorrência de Umburana. De cada um dos pontos foi coletada dados espectrais na faixa de interesse para aplicação dos índices NDVI e SSM.

O Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) foram calculados para as áreas utilizando metodologia descrita por Lourenço (2017). Para o cálculo do NDVI,

foram utilizados os valores médios das bandas Red e Nir, que constituem as bandas B4 e B8 do sensor Sentinel 2, sendo a equação:

$$\text{Equação 1: NDVI} = \frac{\text{Nir} - \text{Red}}{\text{Nir} + \text{Red}}$$

Para o MSI foram utilizadas as bandas B11 e B8, aplicadas na seguinte equação

$$\text{Equação 2: MSI} = \frac{\text{SWIR}}{\text{Nir}}$$

Nos dados foram aplicados análise de regressão e estimado uma equação que provesse melhor ajuste para explicação dos padrões espectrais apresentados durante o período, uma análise de correlação para determinar qual dos dois índices representava melhor o padrão da vegetação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas e georreferenciadas 127 Umburanas. A Figura 3 e 4a mostram a distribuição espacial das umburanas georreferenciadas e a sobreposição desta informação com a 15ha de reserva legal mostrando que dentro foram mapeadas 117 Umburanas. Pode-se perceber que a concentração de Umburanas é predominante na área da reserva onde a caatinga está mais preservada.

A cobertura pedológica do local é composta por Luvisolos Crômicos Órticos Vertissolicos e Neossolos Flúvicos Eutróficos Solódicos (Figura 4b).

Os Luvisolos Crômicos Órticos Vertissolicos compõem 77 % da área. Eles apresentam pouca profundidade, drenagem variando de moderada a imperfeita e alta capacidade de retenção de água. São solos com alta fertilidade natural, saturação de bases ($V > 50\%$) e teores médios de fósforo. Os Neossolos Flúvicos Eutróficos Solódicos representam 23% da cobertura pedológica da área e possuem boa profundidade efetiva, fertilidade natural média a alta ($V > 50\%$) e elevada saturação de sódio. Apesar da baixa capacidade de armazenamento de água, risco de inundação e da salinidade esses solos são

bastante utilizados para a produção principalmente para culturas de subsistência e pastagem (EMBRAPA, 2014).



Figura 3: Imagem mostrando a concentração de umburanas na área da reserva legal com parte da caatinga preservada. Fonte: A autoria própria.

A correlação espacial da distribuição das umburanas com o mapa de solos mostrou que das 127 umburanas georreferenciada 112 ocorrem nos Luvisolos Crômicos Órticos Vertissólicos e apenas 5 nos Neossolos Flúvicos Eutróficos Solódicos (Figura 3b), o que corresponde respectivamente a 88,2% e 3,9%. Este fato pode estar relacionado a fertilidade natural dos Luvisolos Crômicos, visto que as características solódicas dos Neossolos Flúvico são restritivas ao desenvolvimento vegetal. A Figura 4c mostra a correlação solos, ocorrência de umburanas e reserva legal. Percebesse que há uma baixa ocorrência de umburanas nos Neossolos (apenas 5 indivíduos) e que elas estão localizadas dentro da reserva legal. Isso sugere que pode estar associada tanto as limitações ao desenvolvimento de vegetação que o caráter solódico do Neossolo Flúvico

pode causar, quanto ao fato deste solo ser o mais usado para o cultivo na região. Isso determinaria um avanço da exploração agropecuária sobre as áreas de ocorrência desses solos nas partes mais baixas do relevo e ao longo dos riachos e com remoção da caatinga e das umburanas.

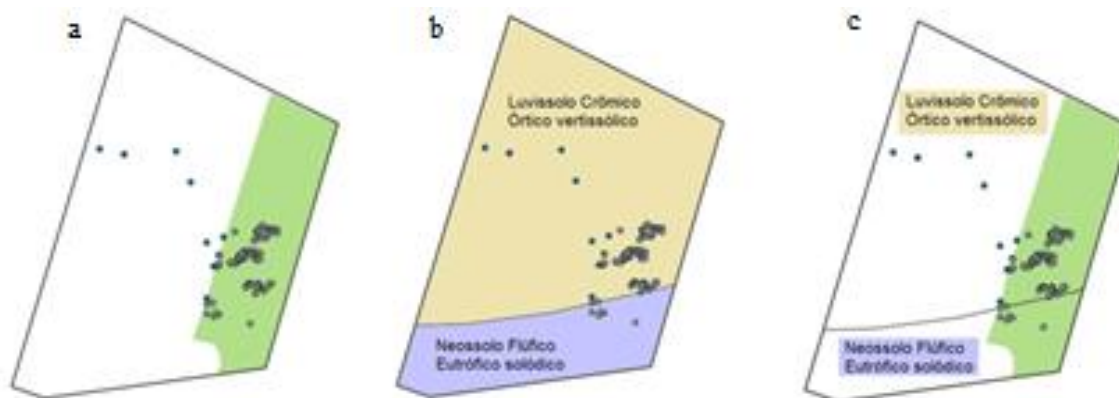


Figura 4: Reserva legal preenchida em verde (a); correlação espacial da distribuição das umburanas em relação aos tipos de solos (b); cruzamento dos mapas de solo com a reserva legal (c). Fonte: Autoria própria.

A quase ausência de umburanas na área não preservada pode ser resultantes de diversos fatores, dentre eles, Costa *et al.* (2009) elencam: sucessivos cortes para uso de lenha, supressão para uso agrícola ou pastoreiro, que resultam na quebra do equilíbrio entre espécies tardias, intermediárias e pioneiras, na exposição do solo e perda do banco de sementes. Ainda, a intensidade e tempo de uso do solo afeta a presença destas plantas nativas.

O proprietário da área pesquisada relata que por volta da década de 70 houveram ações de desmatamento para cultivo de palma forrageira e a madeira retirada era destinada à produção de carvão que era vendido nos municípios de Santana do Ipanema, Palmeira dos Índios e Arapiraca. Riegelhaupt *et al.* (2010), relata que a maior demanda de produtos madeireiros da caatinga é para lenha e carvão destinados aos consumidores industriais, comerciais e domésticos e para usos como estacas e mourões de cercas, além de madeiras para construções rurais e domésticas, assertiva corroborada por Pereira *et al.* (2014) que descrevem que as regiões da Caatinga é uma das principais fontes de energia para atividades econômicas e residenciais, e que a lenha de espécies nativas é a

principal matéria-prima para produção de carvão vegetal e para o suprimento de fornos de diversas indústrias.

Na década de 80 após vários anos de seca a atividade carvoaria foi abandonada, e o espaço desmatado passou a ser ocupado pela criação de gado. A partir de 1989, 15 hectares da propriedade foram determinados como área de preservação. Já nos anos 90, por intermédio da assistência técnica, surgiu como uma alternativa econômica a apicultura, e com ela o uso racional da área de reserva. Tais práticas colaboram para manutenção da preservação da área atualmente, e, nessa linha Lira *et al.* (2012) reforça que são ações como o manejo sustentável da caatinga, buscando maior equilíbrio do agroecossistema, em uma cultura de convivência, onde o uso do solo para cultivos agrícolas e/ou produção animal são consorciados com espécies arbóreas nativas ou exóticas (frutíferas e/ou madeiras), que favorecem a diversificação, fornecendo contínuo aporte de matéria orgânica e melhoria significativa do meio físico.

Atualmente, o proprietário atribui à redução da produção de carvão e o desmatamento a ações de educação ambiental e a presença de órgãos fiscalizadores na região. Fatos estes que reforçam a maior presença de umburanas na zona de preservação, bem como de outras espécies, destacando a importância da manutenção de uma área de reserva florestal. Tal afirmação corrobora com as considerações de Maia *et al.* (2017) que sugerem que para um desenvolvimento sustentável da caatinga é necessário o aumento de áreas de conservação, adotar práticas extrativistas sustentáveis dos recursos naturais, de maneira a não comprometer. Sugerem ainda que haja um processo contínuo de conscientização e capacitação de todos os atores envolvidos na preservação.

Para o - Índice de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) durante o do estudo, podemos observar que houve variações ao longo do período, com o máximo NDVI no mês de fevereiro (Figura 5). Lourenço *et al.* (2017), afirma que a precipitação exerce forte influência sobre as características da vegetação, e, conseqüentemente isso pode ser visualizado pelos valores de NDVI. O resultado do pico de NDVI coincide com a maior precipitação no ano estudado, por volta do mês de julho (Figura 2, em procedimentos metodológicos). Já no período de menor precipitação (dezembro, janeiro e março) podemos verificar os menores NDVIs. Tais índices são menores devido ao declínio da atividade fotossintética e conseqüente perda da biomassa foliar (LOURENÇO *et al.*, 2017).

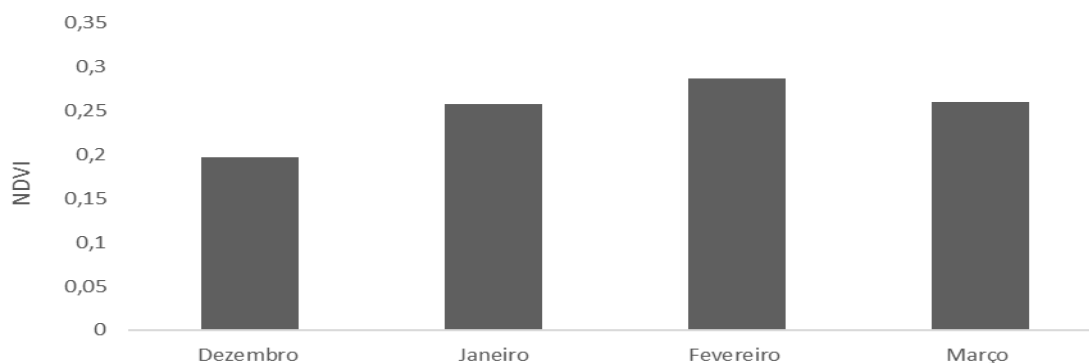


Figura 5 - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) dos pontos georeferenciados com ocorrência de Umburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett) em uma área de reserva no município de Senador Rui Palmeira-AL Fonte: Autoria própria

Os valores anuais reais e estimados da série histórica de NDVI são apresentados da Figura 6, para os anos de 2014 a 2019. As estimativas apresentaram variações entre 0,4 a 0,2 durante cada ano. Já para as observações reais os valores foram de 0,1 á 0,7. Valores a partir de 0,14 indicam que a área apresenta alta atividade fotossintética, abaixo de 0,14 demonstra uma baixa atividade fotossintética e pouca presença clorofila (BARBOSA *et al.*, 2017).

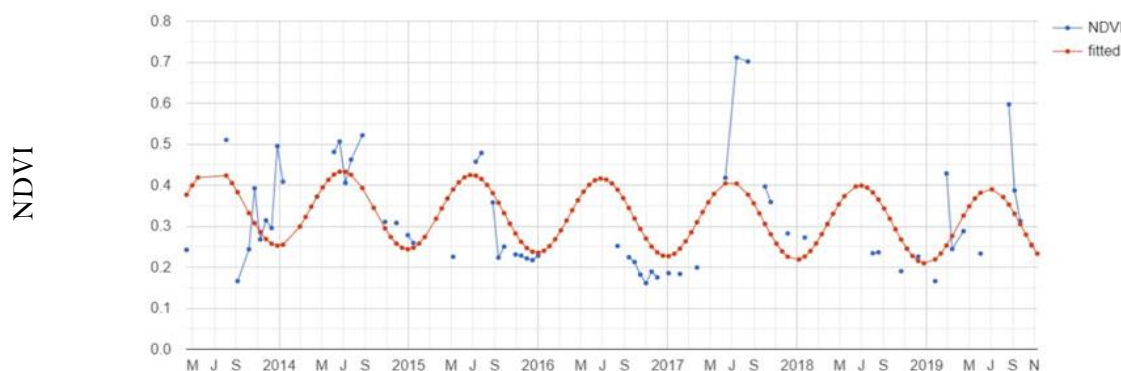


Figura 6 – Série histórica de NDVI (2014 – 2019) médio mensal para a série histórica (2014 – 2019) dos pontos georeferenciados com ocorrência de Umburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett) em uma área de reserva no município de Senador Rui Palmeira-AL. Fonte: Autoria própria.

Os valores médios Índice de estresse hídrico do solo - SMI (do inglês, *Stress Moisture Index*) nos meses do estudo estão apresentados na Figura 7. Para o mês de janeiro, observa-se o menor valor de estresse hídrico da vegetação, fato justificado pela maior precipitação no mês (Figura 2, procedimento metodológicos). Já para os meses de dezembro, fevereiro e março os índices são mais elevados.

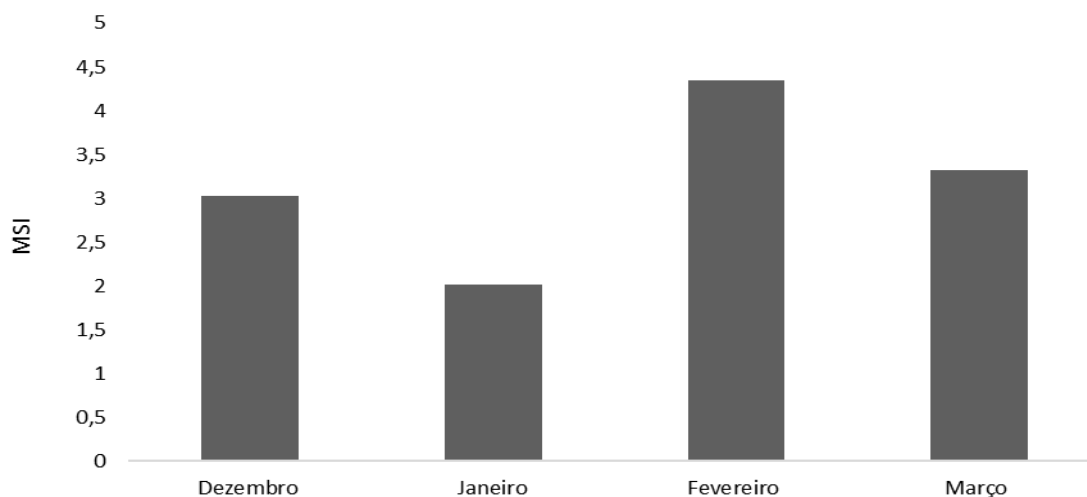


Figura 7 - Índice de estresse hídrico médio mensal durante o período de estudo dos pontos georeferenciados com ocorrência de Umburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett) em uma área de reserva no município de Senador Rui Palmeira-AL. Fonte:

Autoria Própria.

Além do fator pluviosidade, Fernandes *et al.* (2015) destacam que o stress hídrico nas plantas em períodos secos pode ser devido a vários fatores, como temperaturas elevadas, baixo conteúdo de água no solo, umidade atmosférica relativamente baixa, e a falta de água. Trovão *et al.* (2007) ressaltam ainda que plantas da espécie *Commiphora leptophloeos* caracteristicamente em períodos longos de seca, se utilizam da abscisão foliar como forma de economizar água. Com isso demoram mais a sofrer o stress hídrico.

Já na Figura 8, o Índice de estresse hídrico médio diário em 2019 dos pontos georeferenciados com ocorrência de Umburanas, é mostrado. Verifica-se uma variação, com picos de estresse hídrico e dias mais amenos com valores de 2 a próximo de 0.



Figura 8 - Índice de estresse hídrico médio diário em 2019 dos pontos georeferenciados com ocorrência de Umburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett) em uma área de reserva no município de Senador Rui Palmeira-AL. Fonte: Autoria Própria.

A matriz de correlação entre os índices de vegetação, precipitação e temperatura mensal (Tabela 1) revela que em área de ocorrência de umburana a precipitação pluvial não é diretamente um fator determinante para mudanças no padrão espectral dessa planta. Segundo Briske (2017) os mecanismos de gatilho para aumento da atividade fotossintética em espécies arbóreas não são diretamente liderados pela chuva, mas por uma relação da quantidade de umidade efetiva no solo, ou seja, aquele disponível para as plantas.

A maior correlação foi observada entre o NDVI e a temperatura, se usarmos o NDVI como um indicador de atividade fotossintética podemos afirmar que nessa planta a temperatura é o principal mecanismo que controla a atividade fotossintética nessas plantas.

Tabela 1. Matriz de correlação entre índices espectrais médio mensal e precipitação e temperatura média mensal de pontos georeferenciados com ocorrência de Umburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett) em uma área de reserva no município de Senador Rui Palmeira-AL

	Temperatura	Precipitação
NDVI	0,83	-0,18
MSI	0,14	0,34

Fonte: Autoria Própria.

CONCLUSÕES

Das 127 umburanas identificadas, 117 encontram-se na área de reserva legal onde a caatinga revelando a importância da sua determinação legal na preservação de espécies nativas.

Cerca de 88,25% das umburanas ocorreram nos Luvisolos Crômicos Órticos Vertissolicos. Isso sugere que pode haver uma correlação entre estes solos e a ocorrência de umburanas. Entretanto são necessários estudos mais detalhados.

O NDVI e o SMI apresentaram maiores valores no mês de fevereiro com índices de 0,3 e 4,5, respectivamente.

Com base na correlação observada entre o NDVI e a temperatura, o principal mecanismo que controla a atividade fotossintética das umburanas é a temperatura.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. José Felix da Silva por permitir o desenvolvimento da pesquisa em sua área de terra.

REFERÊNCIAS

1. ABOUD NETA, S. R.; BIAS, E. S.; BRITES R. S.; SANTOS, C. A. M. Aplicação de um Modelo de NDVI para Detecção Multitemporal de Mudanças no Uso e Cobertura do Solo. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v.l. n.41, p. 592-604, 2018.
2. BARBOSA, A. H. S.; CARVALHO, R. G.; CAMACHO, R. G. Aplicação do NDVI para a Análise da Distribuição Espacial da Cobertura Vegetal na Região Serrana de Martins e Portalegre – Estado do Rio Grande do Norte. *Revista do Departamento de Geografia*, v.33, p.128-143, 2017.
3. BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. A.; SILVA, B. B.; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. F. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida

do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.1, 73–84, 2014.

4. BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. A.; SILVA, B. B.; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. F. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.1, p.73–84, 2014.

5. BOHNER, T. O. L.; REDIN, C. G.; SILVA, D. T.; GRACIOLI, C. R.; WITECK NETO, L. Georreferenciamento de espécies arbóreas como ferramenta para a educação ambiental. *Monografias Ambientais*, v.7, n.7, p. 1723 – 1731, 2012.

6. COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, (Suplemento), p.961–974, 2009.

7. DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; MATOS, P. S.; OLIVEIRA, J. C. Crescimento de mudas de umburana (*Amburana cearensis*) em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.11, n. 4, p.42-52, 2015.

8. EMBRAPA. Zoneamento Agrecológico do Estado de Alagoas. SANTOS, J. C. P. dos (Coord.), Escala 1:100.000. Embrapa Solos – UEP Recife. 2014. Cd-rom

9. FERNANDES, A. T.; NUNES, G. M.; MOURA, J. M.; SANTOS, L. F. B. Espectrorradiometria foliar na determinação de déficit hídrico em espécies de cerrado stricto sensu no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães/MT. In: *Anais... XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

10. GAMARRA, R. M.; TEIXEIRA-GAMARRA, M. C.; CARRIJO, M. G. G.; PARANHOS FILHO, A. C. Uso do NDVI na análise da estrutura da vegetação e efetividade da proteção de unidade de conservação no cerrado. *Revista. Raega*, v.37, p. 307- 332, 2016.

11. LIRA, R. B.; DIAS, N. S.; ALVES, S. M. C.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N. efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. *Revista Caatinga*, v. 25, n. 3, p. 18-24, 2012.

12. LOURENÇO, V. R.; LOPES, J. W. B.; RAMOS, N. N. DE L. A.; TILLESSE, F. E. A. DE.; COSTA, C. A. G.; ARAÚJO, J. C. Análise temporal do NDVI sob condições de caatinga preservada. In: III Inovragri International Meeting, Fortaleza, Brasil, 2015.
13. LOURENÇO, V. R.; RAMOS, N. N. L. A.; COSTA, C. A. G. Distribuição Espaço-Temporal do NDVI sob Condições de Caatinga Preservada. *Espaço Aberto*, v.7, n.1, p. 101-110, 2017.
14. MENEZES, J. A. L.; SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, J. R. L. Comportamento temporal da umidade do solo sob Caatinga e solo descoberto na Bacia Experimental do Jatobá, Pernambuco. *Water Resources and Irrigation Management*, v.2, n.1, p.45-51, 2013.
15. PENG, J.; LOEW, A. Recent advances in Soil Moisture Estimation from remote sensing. *Water*, v.9, p.1-5, 2017.
16. PEREIRA JUNIOR, Lécio Resende et al . Espécies da Caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos fitofármacos. *Floresta Ambient.*, Seropédica , v. 21, n. 4, p. 509-520, Dec. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-087.024212>.
17. RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C.; GARIGLIO, M. A. O manejo florestal como ferramenta para o uso sustentável e conservação da caatinga. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Org.) *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p.349-367.
18. SIQUEIRA FILHO, J. A.; CONCEICAO, A. A.; RAPINI, A.; COELHO, A. A. O. P.; ZUNTINI, A. R.; JOFFILY, A.; VIEIRA, A. O. S.; PRATA, A. P. N.; MACHADO, A. F. P.; ALVES-ARAUJO, A. G.; LEAL, I. R.; TABARELLI M.; SILVA, J. M. C. *Ecologia e conservação da Caatinga*. 2008. 3ª ed. - Recife: Ed. Universitária da UFPE.
19. MAIA, J. M.; SOUSA, V. F. O.; LIRA, E. H. A.; LUCENA, A. M. A. Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma Caatinga. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v.41, p. 295-310, 2017.
20. OLIVEIRA, L. B.; FONTES, M. P. F.; RIBEIRO, M. R.; KER, J. C. Morfologia e classificação de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1333-1345, 2009.

21. SILVA, R. C. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MEUNIER, I. M. J.; BERGER, R. Aspectos fitossociológicos e de crescimento de *Commiphora leptophloeos* no semiárido brasileiro. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 37, n.89, p.11-18, 2017.
22. TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.3, p.307-311, 2007.
23. WANG, L.; QU, J. J. Satellite remote sensing applications for surface soil moisture monitoring: A review. *Frontiers of Earth Science in China*, v.3, n.2, p.237-247, 2009.
24. Zhang, D.; Tang, R.; Zhao, W.; Tang, B.; Wu, H.; Shao, K.; Li, Z-L. Surface Soil Water content estimation from thermal remote sensing based on the temporal variation of Land Surface Temperature. *Remote Sensing*, n.6, p.3170-3187, 2014.