



Análise espaço-temporal dos focos de incêndios e seu efeito nas queimadas no estado do Rio Grande do Norte

Kleisson Eduardo Ferreira da Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Sarah Rosannia Medeiros de Lima

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Carlos José da Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Gabriela Salami

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Marco Antonio Diodato

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

RESUMO

No semiárido a combinação da sazonalidade das chuvas e a estratégia de caducifólia da vegetação de caatinga criam condições para a ocorrência de incêndios florestais, particularmente no período anual de estiagem, e que se agrava nos longos períodos de seca periódicas. Assim, pautado nas condições climáticas semiáridas no Rio Grande do Norte, em particular do Oeste Potiguar, e das peculiaridades da vegetação de caatinga, principalmente em período de estiagem, é que se justifica a realização de estudos sobre a ocorrência histórica de incêndios florestais no estado e sobre a capacidade de recuperação da vegetação de caatinga no Oeste Potiguar. As queimadas podem ser detectadas por dados obtidos por satélites, como focos de calor sobre a superfície terrestre. Além disso, as áreas que foram afetadas apresentam resposta espectral específica que pode ser monitorada por dados de sensoriamento remoto. Assim, o presente projeto teve como objetivo realizar uma análise da série temporal e espacial histórica dos focos de incêndios no Rio Grande do Norte, assim como analisar a recuperação da vegetação de caatinga aos efeitos das queimadas no Oeste Potiguar por meio de Índices de queimada (NBR e Δ NBR) e Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), aplicados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Foi analisada a série temporal e espacial dos focos de incêndios no Rio Grande do Norte do banco de dados do Programa Queimadas (INPE) e do Global Forest Watch (GFW), referente aos períodos: 1998-2021 do INPE e 2012-2021 do GFW. Foram usadas imagens do satélite SENTINEL-2A (S2-MSI) para a aplicação dos índices NBR e Δ NBR, para áreas dos focos de incêndio (entre parênteses a data dos incêndios de grandes proporções): Apodi (04/01/2021), Alexandria (23/09/2020) e Patu

(19/09/2019). As imagens correspondem a datas logo após os incêndios e um ano depois dos eventos. As áreas de maior concentração de focos de incêndios são o Oeste Potiguar e o Litoral Oriental, com maior frequência de agosto a janeiro, período de estiagem sazonal no semiárido potiguar, destacando-se, de 2018 a 2021, os municípios de Mossoró, Serra do Mel e Pau dos Ferros, principalmente em áreas agrícolas. As áreas dos incêndios de maior severidade foram de 781 ha em Apodi, 120 ha em Alexandria e 141 ha em Patu. As áreas do incêndio que apresentaram recuperação (baixa e alta), após um ano, correspondem a 46,22% em Apodi, 66,89% em Alexandria e 86,51% em Patu, sendo neste último município que a vegetação mostrou alta taxa de recuperação. Assim, infere-se que a recuperação da caatinga a um incêndio de grandes proporções apresenta uma recuperação, desde que não haja novas perturbações na área. As queimadas e incêndios florestais, no Rio Grande do Norte, têm forte ligação com as atividades antrópicas, já que a concentração de focos de incêndios se apresenta em regiões do Estado com tradição em atividades agrícolas, como é o caso do Oeste Potiguar e/ou de densa ocupação humana, com avanço dos empreendimentos imobiliários e da indústria canavieira, como no litoral oriental, na região de Natal.

Palavras-chave: Incêndios florestais, Caatinga, Sistema de Informação Geográfica

Spatiotemporal analysis of fire outbreaks and their effect on wildfires in the state of Rio Grande do Norte

ABSTRACT

In the semi-arid region, the combination of seasonal rainfall patterns and the deciduous strategy of caatinga vegetation creates conditions for forest fires, particularly during the annual dry season, which is exacerbated by prolonged periods of periodic droughts. Thus, given the semi-arid climatic conditions in Rio Grande do Norte, particularly in Western Potiguar, and the peculiarities of caatinga vegetation, especially during the dry season, studies on the historical occurrence of forest fires in the state and the recovery capacity of caatinga vegetation in Western Potiguar are justified. Fires can be detected using satellite data as heat spots on the Earth's surface. Moreover, the affected areas exhibit a specific spectral response that can be monitored using remote sensing data. Therefore, this project aimed to perform a spatio-temporal historical analysis of fire outbreaks in Rio Grande do Norte, as well as to analyze the recovery of caatinga vegetation from the effects of fires in Western Potiguar using Burned Area Indices (NBR and Δ NBR) and the Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI), applied within a Geographic Information System (GIS) environment. The spatio-temporal series of fire outbreaks in Rio Grande do Norte was analyzed using data

from the Queimadas Program (INPE) and Global Forest Watch (GFW) for the periods 1998-2021 from INPE and 2012-2021 from GFW. SENTINEL-2A (S2-MSI) satellite images were used to apply the NBR and Δ NBR indices for fire outbreak areas (dates of major fires in parentheses): Apodi (01/04/2021), Alexandria (09/23/2020), and Patu (09/19/2019). The images correspond to dates shortly after the fires and one year after the events. The areas with the highest concentration of fire outbreaks are Western Potiguar and the Eastern Coast, with greater frequency from August to January, the seasonal dry period in the semi-arid region, with the municipalities of Mossoró, Serra do Mel, and Pau dos Ferros standing out from 2018 to 2021, mainly in agricultural areas. The most severe fire areas were 781 ha in Apodi, 120 ha in Alexandria, and 141 ha in Patu. The fire-affected areas that showed recovery (low and high) one year later were 46.22% in Apodi, 66.89% in Alexandria, and 86.51% in Patu, with the latter municipality showing a high recovery rate of vegetation. Thus, it is inferred that the recovery of caatinga vegetation from a major fire is possible, provided there are no new disturbances in the area. Forest fires and wildfires in Rio Grande do Norte are strongly linked to anthropogenic activities, as the concentration of fire outbreaks occurs in regions of the state with a tradition of agricultural activities, such as Western Potiguar, or areas of dense human occupation, with the expansion of real estate developments and the sugarcane industry, as seen on the Eastern Coast in the Natal region.

Keywords: Forest fires, Caatinga, Geographic Information System

INTRODUÇÃO

A região semiárida do nordeste brasileiro tem como característica principal a sazonalidade das chuvas. Em algumas regiões os períodos de estiagem podem ser estender por muitos meses. Em resposta a essa peculiaridade a vegetação de caatinga, na época em que as chuvas são escassas ou mesmo nulas, perde as folhas e a biomassa remanescente permanece com baixo teor de umidade, isto é, bastante seca.

A combinação da sazonalidade das chuvas e a estratégia de caducifolia da vegetação de caatinga criam condições para a ocorrência de incêndios florestais, particularmente no período anual de estiagem, o que se agrava nos longos períodos de seca periódicas. Todo ano, no período de setembro e outubro a incidência de incêndios florestais aumenta, pois existe uma série de elementos meteorológicos que favorecem o crescimento de focos de incêndios na região oeste e alto oeste potiguar. Outros motivos como as altas temperaturas, a velocidade do vento, a baixa umidade relativa do ar e a alta carga de radiação solar, podem ser fenômenos naturais que facilitam a incidência de focos de incêndios. Porém, segundo o Prof. Dr. Jose Espínola Filho, da área de Climatologia da UFERSA, 90% das causas de queimadas na região, tem como origem a ação humana (Repórter Mossoró, 2020).

As queimadas podem ser detectadas por dados obtidos por satélites, como focos de calor sobre a superfície terrestre. Além disso, as áreas que foram afetadas apresentam resposta espectral específica que pode ser monitorada por dados de sensoriamento remoto (Teobaldo e Baptista, 2013).

Diversos autores propuseram índices espectrais que são utilizados para avaliar o grau de severidade das queimadas, dentre eles, o índice de queimada por razão normalizada (NBR) (KOUTSIAS e KARTERIS, 1998) e o índice delta de queimada por razão normalizada (Δ NBR) (conforme Teobaldo e Baptista, 2013).

Rosan e Alcântara (2015) afirmam que estudos têm demonstrado grande potencial da utilização do índice espectral NBR (Índice de Queimada Normalizada) para a detecção das cicatrizes de queimadas e avaliação da severidade do fogo, uma vez que na composição do índice são utilizadas as regiões do espectro eletromagnético que sofrem alterações após a queima. Os autores, em trabalho em área de vegetação de cerrado, no Mato Grosso, concluíram que o Δ NBR apresentou um ótimo resultado na detecção de áreas queimadas e severidade do fogo. Sacramento; Michel e Siqueira (2020), em áreas de Mata Atlântica, também concluem que o Δ NBR foi o melhor discriminador de áreas queimadas.

Pautado nas condições climáticas semiáridas no Rio Grande do Norte, em particular do Oeste Potiguar, e das peculiaridades da vegetação de caatinga, principalmente em período de estiagem, é que se justifica a realização de estudos sobre a ocorrência de incêndios florestais no RN e sobre a capacidade de recuperação da vegetação de caatinga no Oeste Potiguar. Assim, O presente projeto teve como objetivo realizar uma análise da série temporal e espacial dos focos de incêndios no Rio Grande do Norte, assim como analisar a recuperação da vegetação de caatinga aos efeitos das queimadas no Oeste Potiguar por meio de Índices de queimada (NBR e Δ NBR), aplicados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

METODOLOGIA

Área de Estudo

Para a análise da série histórica dos focos de incêndios será considerado o estado do Rio Grande do Norte, que compreende uma área territorial de 52.809,601 km² (IBGE, 2020), com uma população estimada de 3.534.165 pessoas (IBGE, 2020). O estudo das áreas queimadas, com o uso de ferramentas de geoprocessamento e aplicação dos índices de queimada por razão normalizada (NBR e Δ NBR), compreenderá o Oeste Potiguar, em particular das três áreas de ocorrência de incêndio florestal de grandes proporções, ocorridas nos anos 2019, 2020 e 2021: Patu (19/09/2019), Alexandria (23/09/2020) e Apodi (04/01/2021), respectivamente. Segundo o IBGE, o Oeste Potiguar compreende uma área de 21.167,13 km², distribuídos em 62 municípios (IBGE, 1990). Segundo o IBGE na atualização de 2010, a mesorregião do Oeste Potiguar era a que possuía a maior

área da divisão antiga, bem como a maior quantidade de microrregiões (sete) e municípios constituintes (62) (SILVA, 2012).

Histórico de focos de incêndio no Rio Grande do Norte

A análise da série temporal e espacial dos focos de incêndios no Rio Grande do Norte foi realizada com base nos dados dos focos de fogo no Brasil, disponíveis no banco de dados do Programa Queimadas, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2021), e dos dados de monitoramento do Global Forest Watch (GFW, 2021).

O Programa Queimadas, do INPE, disponibiliza dados sobre coordenadas geográficas dos focos, risco meteorológico de fogo, mapeamento de áreas queimadas, entre outras, a partir do ano de 1998. Essas informações são disponibilizadas gratuitamente. Segundo o INPE, são utilizados todos os dez satélites que possuem sensores óticos operando na faixa termal-média de 4um e que o INPE consegue receber. Em setembro de 2020 estavam sendo processadas operacionalmente, na Divisão de Geração de Imagens - DGI e na Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais - DSA as imagens dos satélites polares, as AVHRR/3 dos NOAA-18 e 19, METOP-B e C, as MODIS dos NASA TERRA e AQUA e as VIIRS do NPP-Suomi e NOAA-20 e, as imagens dos satélites geoestacionários, GOES-16 e MSG-3. Cada satélite de órbita polar produz pelo menos dois conjuntos de imagens por dia, e os geoestacionários geram seis imagens por hora, sendo que no total o INPE processa automaticamente mais de 200 imagens por dia especificamente para detectar focos de queima da vegetação. As recepções são feitas nas estações de Cachoeira Paulista, SP (próximo à divisa com o RJ) e de Cuiabá, MT (INPE, 2021).

No entanto, os satélites usados pelo INPE não detectam o tamanho de queimada e sim os pontos de foco ativos. Assim, os dados obtidos das duas fontes (INPE e Global Forest Watch) serão analisados quanto à época, quantidade e localização dos pontos detectados pelos sensores dos satélites usados pelas duas organizações.

Para os satélites de órbita polar (NOAAs a 800 km acima da superfície, e TERRA e AQUA a 710 km), trabalhos de validação de campo indicam que uma frente de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura, ou maior, será detectada. Para os geoestacionários, a 36 mil km de distância, a frente precisa ter o dobro de tamanho para ser localizada. Os satélites mais recentes, NPP-SUOMI e NOAA-20, com seu sensor VIIRS de resolução espacial 375 m, conseguem detectar áreas de alguns metros quadrados queimando no período noturno, desde que a temperatura seja superior a 300 °C. É importante considerar o tamanho do elemento de resolução espacial da imagem, o pixel. Por exemplo, para os sensores AVHRR (satélites NOAA-18 e NOAA-19) e MODIS (satélites AQUA e TERRA) o pixel nominal tem 1 km x 1 km ou mais, e uma queimada de algumas dezenas de metros quadrados será identificada como tendo pelo menos 1 km². Nas imagens dos satélites geoestacionários, onde o pixel tem 2km x 2km, esta

pequena queimada passará a ser indicada por uma área de 4 km² ou mais. Portanto, um foco de queima, que aqui é a mesma coisa que um pixel de queima, pode indicar tanto uma pequena queimada assim como várias pequenas queimadas ou uma muito grande no seu interior. Ou seja, este sistema do INPE detecta a existência de fogo na vegetação sem ter condições de avaliar o tamanho da área que está queimando ou o tipo de vegetação afetada. Em casos com muitos pixels de queima juntos, e com a presença de uma nuvem de fumaça grande, pode-se inferir que a queimada terá a dimensão dos pixels de queima detectados (INPE, 2021).

O Global Forest Watch (GFW) é uma plataforma online que fornece dados, de 2012 em diante, e ferramentas para o monitoramento de florestas, incluindo informações referentes a focos de incêndios florestais do mundo todo, obtido com o uso do sensor Visible/Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) embarcado nos satélites NASA/NOAA Suomi National Polar-orbiting Partnership (Suomi NPP ou S-NPP) e NASA/NOAA NOAA-20. Os dados obtidos dessas duas fontes foram tabulados, segundo a localização e data de cada foco. Assim, espera-se obter os anos e meses do ano em que os valores de frequência são mínimos e máximos.

Índices de queimada

Para a execução do trabalho foram usadas imagens de satélite do sensor Multi-spectral Instrument, pertencente à sonda orbital SENTINEL-2A (S2-MSI) (ESA, 2021). Foi utilizado como suporte o software de código aberto QGIS (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2021), para o pré-processamento e processamento das imagens de satélite, juntamente com todo o processo de organização, geração e interpretação dos dados que foram utilizados neste trabalho.

Para compreender o efeito das queimadas sobre a vegetação de caatinga o trabalho teve foco em três grandes incêndios ocorridos na região oeste potiguar, nos anos de 2019, 2020 e 2021: Patu (19/09/2019), Alexandria (23/09/2020) e Apodi (04/01/2021). Foi analisada também a recuperação dessas áreas uma anos após o evento. Assim, as datas das imagens de satélite correspondem a data próxima após a ocorrência do fogo, assim como a de um ano a posteriori.

O Índice de Queimada por Razão Normalizada (NBR) foi proposto por Koutsias e Karteris (1998) e é dado pela seguinte equação:

$$\text{NBR} = (\text{NIR-SWIR}) / (\text{NIR}+\text{SWIR}) \quad (1)$$

Onde: NBR é o índice de Queima por razão Normalizada, NIR é a banda do Infravermelho próximo (no sensor S2 MSI corresponde à banda B8), e SWIR é a banda do infravermelho de ondas curtas (no sensor S2 MSI corresponde à B12).

O índice Δ NBR visa avaliar a extensão e a severidade da queimada por meio da relação entre o NBR antes da queimada e após o evento. Ele permite compreender o gradiente de severidade, bem como, possibilita a verificação do processo de rebrota (TEOBALDO e BAPTISTA, 2013). É obtido por meio da seguinte equação:

$$\Delta\text{NBR} = (\text{NBRpré-fogo} - \text{NBRpós-fogo}) \quad (2)$$

Onde: Δ NBR é a variação do índice de queimada por razão normalizada.

Para a classificação da severidade do fogo foi usada a adaptação realizada por Teobaldo e Baptista (2013), que está de acordo com os valores propostos por Key e Benson (1999). Para tanto os valores de Δ NBR foram multiplicados por 10^3 . A Tabela 1 mostra apresenta a escala e os critérios dos níveis de severidade e variações dos valores do Δ NBR.

Tabela 1. Níveis de Severidade e variações dos valores do Δ NBR. Adaptado de Teobaldo e Baptista (2013).

Nível de Severidade	Varição do ΔNBR
Alta Regeneração	-500 – -251
Baixa Regeneração	-250 – -101
Não queimado	-100 – +99
Baixa Severidade	+100 – +269
Baixa Moderada Severidade	+270 – +439
Alta Moderada Severidade	+440 – +659
Alta Severidade	+660 – +1350
Anomalia	> +1350

RESULTADOS E DISCUSSÃO

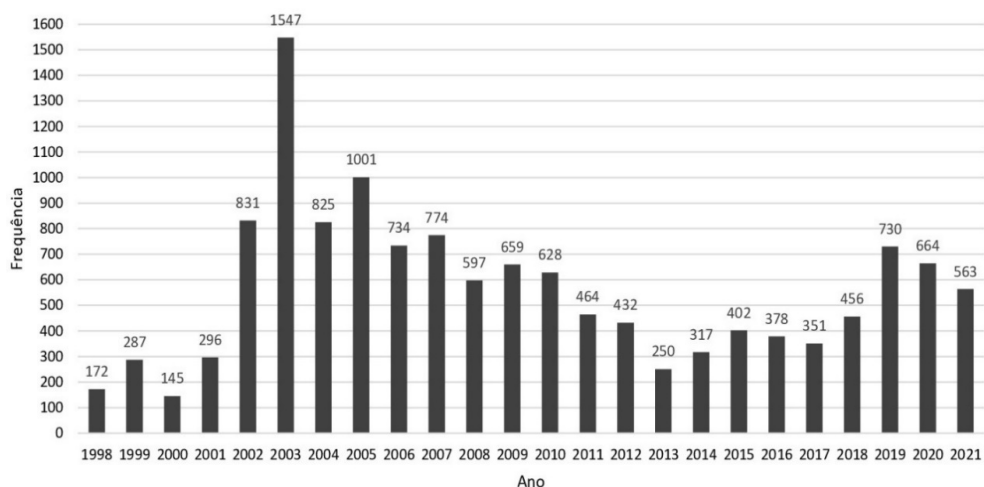
Segundo o banco de dados da Global Forest Watch, no período de 2012 a 2021, o ano em que houve maior área queimada foi em 2015 (26.221,13 ha) e a menor área em 2021 (2.649,70 ha) (Tabela 2). No que tange a alerta de incêndios percebe-se que há pouca variação entre os anos do período considerado, não havendo relação com as áreas queimadas. A diferença de áreas queimadas entre os anos pode ser explicada por incêndios descontrolados, que acabaram se espalhando por diversas áreas, dependendo a área queimada da rapidez para o seu controle.

No que se refere a focos de incêndios (Figura 1), destacando o entendimento de que pode ou não evoluir em uma queimada, segundo INPE (2022), o ano de maior ocorrência deu-se em 2003 (1.547 focos de incêndios). Dois períodos de menor ocorrência se destacam: o de 1998 a 2001 e de 2013 a 2018.

Tabela 2. Áreas queimadas (em hectares) e número de alertas de incêndio, no período de 2012 a 2021, por hectare, no Rio Grande do Norte.

Ano	Área Queimada (ha)	Alerta de incêndio
2012	17.167,56	1.099
2013	22.322,38	882
2014	3.898,75	942
2015	26.221,13	1.146
2016	13.043,27	1.092
2017	7.805,64	886
2018	13.975,06	1.049
2019	15.831,10	936
2020	21.494,03	987
2021	2.649,70	1.070

Fonte dos dados: Global Forest Watch (2022).

Figura 1. Ocorrência de focos de incêndios no período de 1998 a 2021, no Rio Grande do Norte.

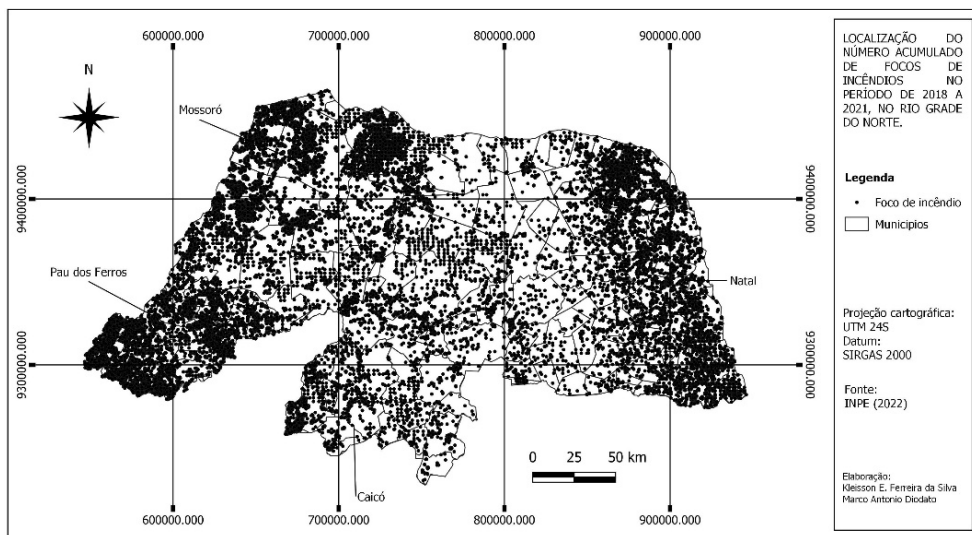
Fonte dos dados: INPE (2022).

Em relação à época de maior ocorrência de focos de incêndios, segundo INPE (2022), os dados mostram que é o período de agosto a janeiro, coincidindo com o período sazonal quando a pluviosidade é escassa ou mesmo nula. Tem-se que levar em consideração que a vegetação da caatinga, por uma característica intrínseca de perder a folhagem na estação seca e, com isso, aumentar o volume de serrapilheira, amplifica a possibilidade de focos de incêndios, assim como a possibilidade do seu espalhamento.

Segundo registros do INPE (2022), quando levado em consideração o período de 2018 a 2021, o município de Mossoró foi o de maior número de ocorrências, em 2018 (415), em 2019 (918) e em 2020 (882). Já em 2021 foi o município de Apodi, com 1.140 ocorrências. Ambos os municípios estão localizados no Oeste Potiguar, onde se concentra a agricultura como uma das atividades principais.

A Figura 2 representa a localização dos focos de incêndio, acumulado, no período de 2018 a 2021. Percebe-se nitidamente as áreas com maior densidade de focos de incêndios, sendo essas áreas o litoral oriental, também chamado de litoral de Natal e diversas áreas do Oeste Potiguar, a saber: região do município de Mossoró, de Serra do Mel e de Pau dos Ferros. No entanto, as demais regiões do Rio Grande do Norte não estão isentas da ocorrência de focos de incêndios, apenas que em menor frequência.

Figura 2. Localização dos focos de incêndios ocorridos no período de 2018 a 2021, no Rio Grande do Norte.



Fonte dos dados: INPE (2022).

Pode-se pensar que pela característica peculiar da vegetação de Caatinga, devido à sazonalidade das chuvas, criaria ambiente propício para a ocorrência de incêndios, especialmente no período seco, que de fato tem uma contribuição importante para a possibilidade de incêndios, no entanto, segundo os registros do INPE, as áreas com atividades antrópicas, principalmente agrícola, são as de maior possibilidade de incêndios, inferindo-se assim a forte influência das atividades econômicas nesse fenômeno. Atestando essa afirmativa tem-se que o litoral oriental do Rio Grande do Norte, isto é, a região de Natal, destaca-se também como áreas de numerosos focos de incêndios, sendo que o clima é mais úmido, com maior taxa de precipitação e vegetação predominante é Mata Atlântica e de

Tabuleiros Costeiros, no entanto predominam, no sul do litoral oriental, a atividade canavieira, com tradição de queimadas e, na porção norte, com o avanço do setor imobiliário para o turismo.

No que se refere às áreas queimadas por incêndios florestais nos municípios objeto desta pesquisa o município de Apodi apresentou maior superfície, com 781 ha, seguindo de Patu, com 140 ha e, por último Alexandria, com 120 ha. Percebe-se a desproporção do incêndio em Apodi, quando comparado aos outros dois municípios.

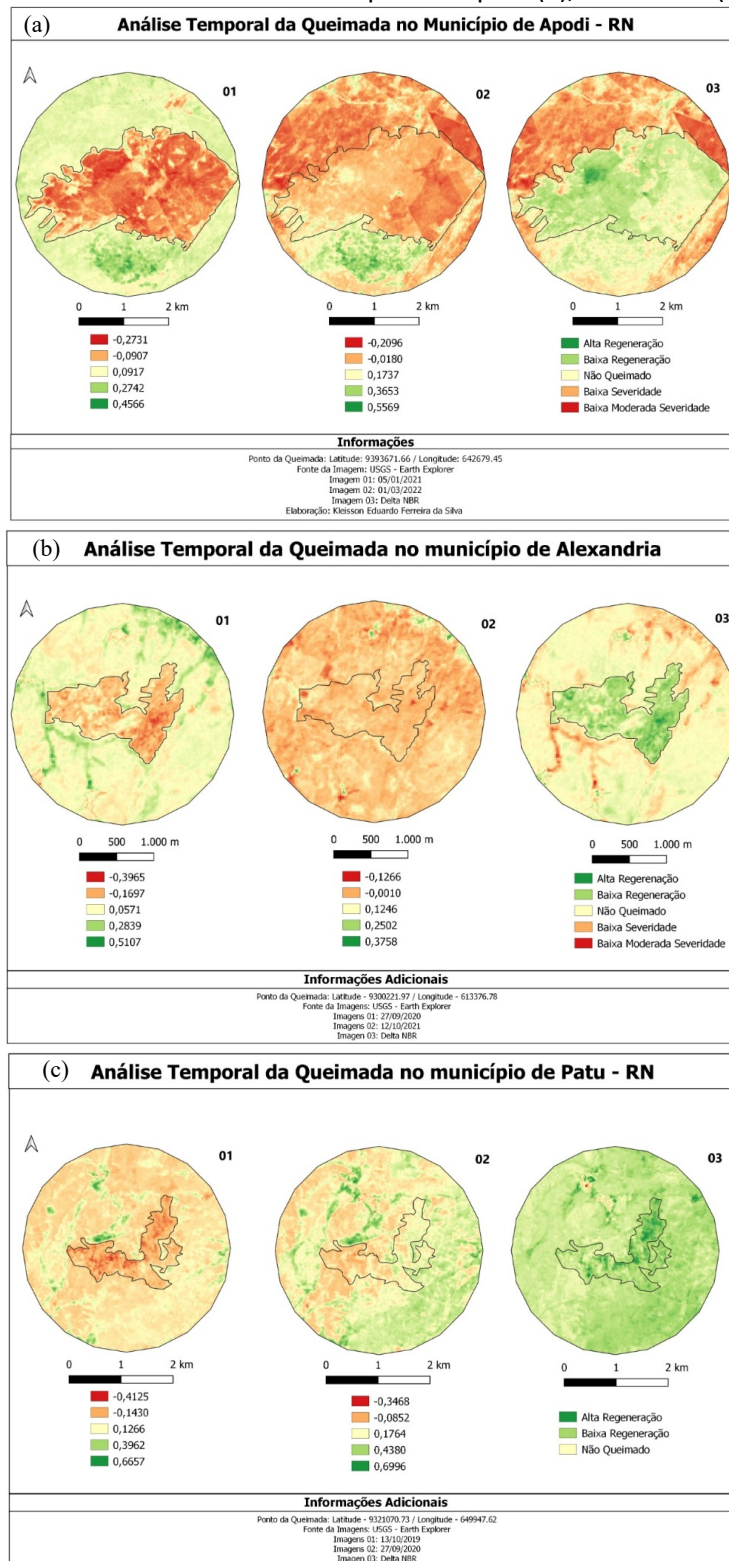
Os valores do índice NBR variaram entre -0,2 e 0,55 em Apodi, -0,39 e 0,51 em Alexandria e -0,4 e 0,69 em Patu (Figura 3). Os valores negativos representam as cicatrizes de queimadas e a sua severidade, enquanto os valores positivos representam áreas que não foram afetadas pelo incêndio.

O índice Δ NBR, que apresenta a recuperação, ou não, da vegetação pós-incêndio, mostrou que as áreas do incêndio que apresentaram recuperação (baixa e alta somados) (Tabela 3), após um ano, correspondem a 46,22% em Apodi, 66,89% em Alexandria e 86,51% em Patu, sendo neste último município em que a vegetação mostrou alta taxa de recuperação, provavelmente por ter ocorrido na ladeira da Serra do Lima, local de difícil acesso para atividades antrópicas e, portanto, não sofreu perturbações posteriores. Nos outros municípios percebeu-se que, após um ano, houve novos pontos de incêndios, provavelmente pelas atividades agrícolas. Assim, infere-se que a recuperação da caatinga a um incêndio de grandes proporções apresenta uma boa recuperação, desde que não haja novas perturbações na área.

Tabela 3. Incêndios florestais nos municípios de Apodi, Alexandria e Patu, RN, discriminados por data, área do incêndio, em hectares, e taxa de regeneração.

Município	Data do incêndio	Área do incêndio (ha)	Baixa regeneração (ha / %)	Alta regeneração (ha / %)
Apodi	04/01/2021	781	298,40 / 38,20%	62,64 / 8,02%
Alexandria	23/09/2020	120	71,74 / 60,61%	7,53 / 6,28%
Patu	19/09/2019	141	63,58 / 45,09%	58,41 / 41,42%

Figura 3. Índices NBR e Δ NBR nos municípios de Apodi (a), Alexandria (b) e Patu (c).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As queimadas no Rio Grande do Norte têm forte ligação com as atividades antrópicas, já que a concentração de focos de incêndios se apresenta em regiões do Estado com tradição em atividades agrícolas, como é o caso do Oeste Potiguar e/ou de densa ocupação humana, com avanço dos empreendimentos imobiliários e da indústria canavieira, como no litoral oriental, na região de Natal.

O maior número de registros de focos de incêndios apresenta-se no período de agosto a janeiro, coincidindo com o período sazonal quando a pluviosidade é escassa ou mesmo nula na porção semiárida do Rio Grande do Norte, principalmente no Oeste Potiguar, destacando-se as maiores ocorrências, no período de 2018 a 2021, os municípios de Mossoró, Serra do Mel e Pau dos Ferros, em áreas de atividade agrícola.

Incêndios de grandes proporções ocorrem no Rio Grande do Norte, em ambiente semiárido, principalmente região oeste potiguar. A predominância, na região, é de vegetação de Caatinga e tem como atividades principais a agricultura e a criação de caprinos e ovinos. Portanto, áreas de intensas atividades econômicas, em geral, sofrem com queimadas e incêndios florestais nos remanescentes vegetacionais. Contudo, a vegetação mostrou ter boa recuperação após um ano do evento de incêndio de grandes proporções, apresentando boa resiliência, desde que não haja novas interferências e perturbações na área em questão.

REFERÊNCIAS

COSTA, E. P. et al. Incêndios florestais no entorno de unidades de conservação – estudo de caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 195-206, abr.-jun., 2009

ESA - THE EUROPEAN SPACE AGENCY. Sentinel-2A. Disponível em: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi>. Acesso em: 10/05/2021.

GFW - Global Forest Watch. Monitoramento de Florestas Projetado para a Ação. 2021. Disponível em: <https://www.globalforestwatch.org/topics/fires/>. Acesso em: 12/05/2021.

HUETE, A. R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*. n.25, pg. 295-309. 1988.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn.html>. Acesso em: 12/05/2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas. Biblioteca IBGE. 1: 44–47, 1990. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv2269_1.pdf. Acesso em: 12/05/2021.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais. 2021. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 10/05/2021.

KOUTSIAS, N.; KARTERIS, M. Logistic regression modeling of multi temporal Thematic Mapper data for burned are mapping. International Journal of Remote Sensing, v. 19, p. 3499–3514, 1998. pp. 3499-3514.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. 2021. Acesso em: 10/05/2021.

REPÓRTER MOSSORÓ. Entenda o por quê do crescimento de focos de incêndio na região Oeste e Alto Oeste Potiguar. Publicado em 11 Set. 2020. Disponível em: <https://www.reportermossoro.com.br/post/entenda-o-por-qu%C3%AA-do-crescimento-de-focos-de-inc%C3%AAndio-na-regi%C3%A3o-oeste-e-alto-oeste-potiguar>. Acesso em: 11/05/2021.

ROSAN, Thais Michele; ALCÂNTARA, Enner. Detecção de áreas queimadas e severidade a partir do índice espectral ΔNBR . XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Anais, João Pessoa, PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE, p. 526-533. 2015.

SACRAMENTO, I. F.; MICHEL, R. F. M.; SIQUEIRA, R. G. Análise bitemporal de áreas queimadas na Mata Atlântica. Sociedade & Natureza, v. 32, p. 565-577, 14 ago. 2020.

SILVA, Moisés Batista da. Atlas Linguístico do centro-oeste Potiguar. Tese (Doutorado em Linguística). Universidade Federal do Ceará, Centro de Humanidades, Departamento de Letras Vernáculas, Programa de Pós-Graduação em Linguística, Fortaleza, 2012.

TEOBALDO; Débora; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello. Quantificação do Grau de Severidade de Queimada em Unidades de Conservação no Distrito Federal por meio dos Índices Espectrais $dNBR$ e $RdNBR$. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Anais, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, p. 6534-6540. 2013.

Contato com o autor: diodato@ufersa.edu.br

Recebido em: 06/12/2024

Aprovado em: 25/11/2025