

Análise comparativa da ocorrência de focos de calor na bacia hidrográfica do rio Coreaú, Ceará, nos anos de 2019 a 2023

Comparative analysis of the occurrence of hotspots in the Coreaú river basin, Ceará, from 2019 to 2023

Análisis comparativo de la ocurrencia puntos de calor em la cuenca del río Coreaú, Ceará, de 2019 a 2023

Francisco Frank Soares

Universidade Vale do Acaraú
frankcentec@yahoo.com.br

Ulisses Costa de Oliveira

Universidade Federal do Ceará
ucoliveira@gmail.com

Ernane Cortez Lima

Universidade Vale do Acaraú
ernanecortez@hotmail.com

Elnatan Bezerra de Souza

Universidade Vale do Acaraú
elnatan_souza@uvanet.br

Resumo

Este trabalho analisou a ocorrência e distribuição de focos de calor na Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú (BHRC), localizada no noroeste do estado do Ceará, Brasil. Utilizando dados de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e ferramentas de geoprocessamento no QGIS, a pesquisa analisou 2.439 focos de calor registrados de 2019 a 2023. A análise temporal mostrou uma média anual de 487 focos de calor, com tendência de declínio durante a estação chuvosa e aumentos significativos nos meses mais secos, particularmente em novembro e dezembro. A distribuição espacial variou anualmente, com maior prevalência de focos de calor próximos ao Planalto da Ibiapaba. O trabalho categorizou os focos de calor em classes de densidade, o que apresentou variação considerável entre os municípios, com Granja registrando o maior número. A tendência crescente de focos de calor em anos recentes sublinha a necessidade de práticas sustentáveis de gestão territorial e políticas eficazes de prevenção a incêndios para proteger o meio ambiente. Os resultados fornecem percepções valiosas para o planejamento territorial e a tomada de decisões em gestão ambiental, apoiando o desenvolvimento de ações preventivas e medidas de controle ambiental na BHRC.

Palavras-chave: Focos de Calor; Bacia Hidrográfica; Geoprocessamento.

Abstract

This study analyzed the occurrence and distribution of hotspots in the Coreaú River Basin (BHRC), located in the northwest of the state of Ceará, Brazil. Using satellite data from the National Institute

for Space Research (INPE) and geoprocessing tools in QGIS, the research analyzed 2,439 hotspots recorded from 2019 to 2023. The temporal analysis showed an annual average of 487 hotspots, with a declining trend during the rainy season and significant increases in the drier months, particularly in November and December. The spatial distribution varied annually, with a higher prevalence of hotspots near the Ibiapaba Plateau. The study categorized the hotspots into density classes, which showed considerable variation between municipalities, with Granja registering the highest number. The increasing trend of hotspots in recent years underlines the need for sustainable land management practices and effective fire prevention policies to protect the environment. The results provide valuable insights for territorial planning and environmental management decision-making, supporting the development of preventive actions and environmental control measures in the BHRC.

Keywords: Hotspots; Watershed; Geoprocessing.

Resumen

Este estudio analizó la ocurrencia y distribución de puntos de calor en la Cuenca del Río Coreaú (BHRC), localizada en el noroeste del estado de Ceará, Brasil. Utilizando datos satelitales del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) y herramientas de geoprocésamiento en QGIS, la investigación analizó 2.439 puntos calientes registrados entre 2019 y 2023. El análisis temporal mostró una media anual de 487 puntos calientes, con una tendencia decreciente durante la estación lluviosa y aumentos significativos en los meses más secos, especialmente en noviembre y diciembre. La distribución espacial varió anualmente, con una mayor prevalencia de puntos críticos cerca de la meseta de Ibiapaba. El estudio categorizó los puntos calientes en clases de densidad, que mostraron una variación considerable entre municipios, siendo Granja el que registró el mayor número. La tendencia creciente de los puntos calientes en los últimos años subraya la necesidad de aplicar prácticas sostenibles de gestión del territorio y políticas eficaces de prevención de incendios para proteger el medio ambiente. Los resultados proporcionan información valiosa para la planificación territorial y la toma de decisiones en la gestión ambiental, apoyando el desarrollo de acciones preventivas y medidas de control ambiental en el BHRC.

Palabras clave: Puntos de Calor; Cuenca hidrográfica; Geoprocésamiento.

Introdução

A utilização de produtos florestais para satisfazer as diversas necessidades da sociedade e o seu impacto na conservação dos recursos florestais é uma preocupação global. Contudo, em sua maioria focam nas florestas tropicais devido às suas vastas reservas de madeira e carbono. (NDAGIJIMANA; PAREYN; RIEGELHAUPT, 2015).

A retirada da vegetação nativa com o uso do fogo para adoção de formas alternativas de uso do solo é uma prática cultural e recorrente nas regiões semiáridas do Brasil (OLIVEIRA; OLIVEIRA; PINHEIRO, 2016). Por vezes os incêndios florestais são ações provocadas pelo homem, que utiliza o fogo de forma inadequada promovendo desmatamento e simultaneamente múltiplos danos ao meio ambiente e à saúde da população exposta. Tais danos reduzem drasticamente os serviços ambientais que a floresta em pé poderia proporcionar.

O bioma Caatinga, típico da região vem servindo de combustível para atividades agrícolas e industriais, por exemplo. Uma vez que a economia da maior parte do Semiárido Brasileiro está pautada no setor primário, estando fortemente sustentada na exploração dos recursos naturais de origem vegetal e mineral, afetando diretamente alterações na paisagem, como extinção de espécies animais, erosão dos solos, assoreamento de canais fluviais e também desequilíbrio no ciclo de carbono (SILVA et al., 2017; TABARELLI et al., 2018).

As abordagens de planejamento e gestão ambiental utilizando bacias hidrográficas como unidades de estudo evoluíram significativamente, pois suas características biogeofísicas possuem indicativos de sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos (LIMA, 2012).

Na área de estudo, mais precisamente na depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (DISAC), encontram-se três expressivos campos de calcário (RADAMBRASIL, 1981). Os quais servem de base para a economia regional através de dezenas de unidades artesanais de beneficiamento da rocha calcária, denominadas localmente de *caieiras e fornos de cal*, grandes consumidoras de recursos naturais (ALBUQUERQUE, 2015).

Continuando Albuquerque (2015) cita a importância de lembrarmos que a Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, além de ser a região semiárida mais populosa do mundo e com baixos índices de desenvolvimento humano, além dos núcleos de desertificação existentes. Necessitando assim de um maior monitoramento visando a conservação da floresta.

No contexto de monitoramento de focos de calor, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) fornece dados de focos de calor obtidos de satélites polares e geoestacionários. Os dados foram gerados por um conjunto de sensores operando na faixa térmica de 3,7 µm a 4,1 µm. Geralmente, queimadas com tamanho mínimo de 30 x 1 m são capturados e classificados como focos de calor (LAZZARINI et al., 2013).

Com o geoprocessamento é possível trabalhar diversos dados relacionados ao meio ambiente, utilizando software especializado para realizar diversas operações como interpolações e sobreposição de dados, permitindo a geração eficiente e acessíveis de informações como declividade, uso do solo, pontos quentes, hidrografia e relevo, entre outros fatores (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017).

Continuando, o geoprocessamento pode ser expresso como um conjunto de técnicas computacionais para o tratamento da informação geográfica, podendo gerar um vasto conhecimento (CAMARA; MEDEIROS, 1998) por meio de tecnologias que envolvem a coleta e tratamento de informações espaciais, buscando uma representação.

Assim o presente trabalho visa analisar através de ferramentas de geoprocessamento a incidência e distribuição de focos de calor na Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú, no período entre

2019 a 2023, contribuindo com a gestão ambiental, estadual e municipal, e o planejamento territorial por meio de ações preventivas (zoneamentos, plano diretores, priorização de áreas, criação de áreas protegidas etc.) e de controle (fiscalização e licenciamento ambiental).

Material e métodos

Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo compreende a Bacia do Coreaú situa-se na porção noroeste do estado do Ceará, limitada ao sul e a oeste pelo estado do Piauí, a sudoeste pela Bacia da Serra da Ibiapaba, a leste pela Bacia do Acaraú, e ao norte, pelo Oceano Atlântico (Figura 1). Localiza-se entre as coordenadas geográficas 41° 26' e 40° 12' de longitude oeste e 2° 47' e 3° 56' de latitude sul, ocupando uma área de 10.633,67 km² (PLANERH, 2005; CEARÁ, 2010).

A Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú - BHRC apresenta um clima predominantemente quente e estável, com variações climáticas influenciadas principalmente pelo regime pluviométrico. As características climáticas variam de acordo com a proximidade do litoral, onde há maior pluviosidade e temperaturas mais estáveis, e o relevo acidentado, que favorece precipitações orográficas e temperaturas mais baixas devido à altitude. Segundo a classificação de Köppen, a bacia exhibe três zonas climáticas distintas: Aw' (clima tropical chuvoso com estação chuvosa concentrada no outono e ausência de inverno), predominante na região; Amw' (clima tropical chuvoso de monção, com estação chuvosa atrasada para o outono), presente nas áreas serranas; e BSw'h' (clima quente e semiárido, com estação chuvosa também atrasada para o outono), encontrado na porção sul (CEARÁ, 2010).

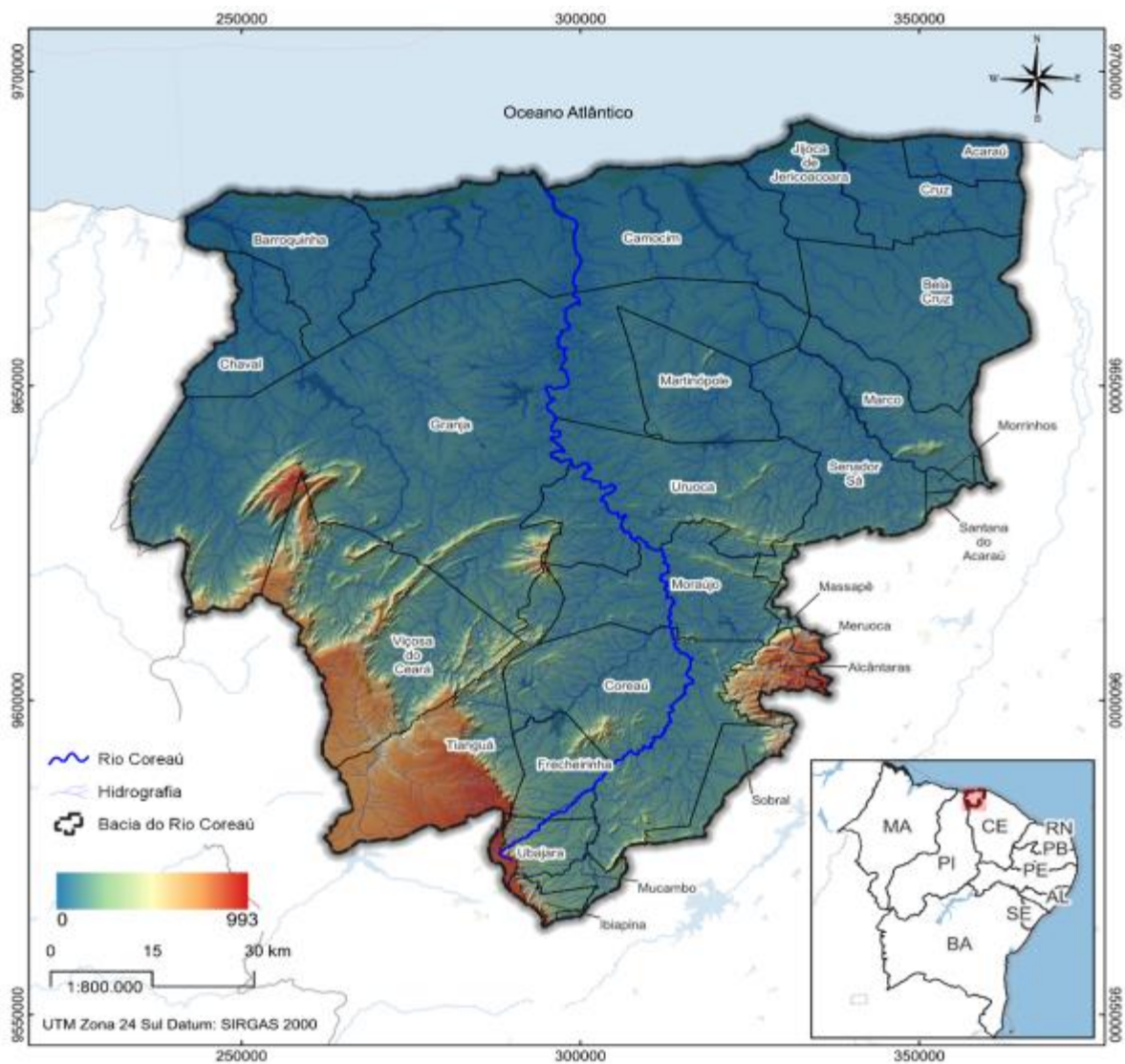


Figura 01 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Coreau – BHRC, noroeste do Ceará. Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

A BHRC é composta por uma ampla diversidade de formações litológicas, que se dividem em dois principais domínios geológicos. Primeiro, temos o embasamento cristalino, que corresponde a 41,3% da área e é formado principalmente por gnaíesses, migmatitos, quartzitos, metacalcários e rochas plutônicas de natureza granítica. Em segundo lugar, encontram-se as formações sedimentares, representando 58,7% da bacia, incluindo sedimentos areno-argilosos do Barreiras, coberturas colúvio-eluviais, sedimentos eólicos das Dunas/Paleodunas, e depósitos aluvionares e de mangues, que consistem em uma variedade de materiais como cascalhos, areias, silte, argilas e matéria orgânica, formados em ambientes fluviais, lacustres e estuarinos (IBGE, 2019).

O relevo da BHRC é dividido em cinco principais domínios geomorfológicos: a Planície Litorânea, os Glacis Pré-Litorâneos dissecados em interflúvios tabulares, a Depressão Sertaneja, os Maciços Residuais e o Planalto da Ibiapaba. Essa divisão é baseada em critérios como a

uniformidade das formas de relevo, a altitude, a estrutura geológica, a atividade tectônica, e as características do solo e da vegetação. Cada um desses domínios ou unidades geomorfológicas inclui tanto formas de relevo associadas à acumulação ou agradacionais quanto aquelas relacionadas à erosão ou degradacionais (CEARÁ, 2010).

Com relação aos solos, a BHRC é bastante diversa, possuindo características pedológicas distintas, influenciando diretamente o uso agrícola da região. Entre os principais tipos, destacam-se os Latossolos Vermelho-Amarelos, ricos em sesquióxidos e com baixa fertilidade natural, e os Podzólicos Vermelho-Amarelos, com horizonte B textural e também de baixa fertilidade. Os solos da BHRC variam em termos de textura, profundidade e drenagem, apresentando desde solos profundos e bem drenados até solos rasos e de drenagem imperfeita. Esta diversidade afeta a capacidade agrícola dos solos, que, em sua maioria, são de baixa fertilidade natural e necessitam de adubação e correção de acidez para uso agrícola eficiente. Além disso, a bacia inclui solos com limitações físicas, como as Areias Quartzosas Distróficas Marinhas e os Neossolos Litólicos, que apresentam desafios adicionais, como a necessidade de manejo cuidadoso para evitar erosão e problemas de salinização (IBGE, 2019).

Metodologia (Obtenção dos Dados)

Os dados deste trabalho foram adquiridos na base do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em arquivo de texto disponibilizado em <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>.

Os dados coletados foram tabulados e, em seguida, gerou-se um arquivo de formato .csv (Comma Separated Value) e posteriormente importou-se para ambiente SIG utilizando-se o QGIS, versão 3.28-Firenze. Em seguida, gerou-se arquivo vetorial de pontos em formato shape ESRI, com Sistema de Referência de Coordenadas definido em SIRGAS 2000 / UTM zona 24S.

Em seguida, foi gerada uma nuvem de pontos contendo informações por ano dos focos de queimadas cometidas na bacia hidrográfica do rio Coreau. Estes foram a base para geração dos mapas de densidade. Para isto, foi utilizado o estimador de densidade kernel, contido na ferramenta Mapa de Calor do QGIS. A partir da função Mapa de Calor, obtém-se um arquivo matricial como resultado da soma do empilhamento de n outros raster circulares de raio h para cada ponto do dado de entrada segundo a Equação 1:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) \quad (1)$$

Onde K = função de kernel; h = raio de busca; x = posição do centro de cada célula do raster de saída; X_i = posição do ponto i proveniente do centroide de cada polígono; e n = número total de focos de calor.

O estimador de densidade kernel desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência, e então é aplicada uma função matemática de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança. O valor para a célula é a soma dos valores kernel sobrepostos, e divididos pela área de cada raio de pesquisa (SILVERMAN, 1986 *apud* SOUZA et al., 2013).

Para identificação das regiões de concentração dos focos de queimadas, utilizou-se a classificação assim denominada: muito baixa (azul), baixa (verde), média (amarelo), alta (laranja) e muito alta (vermelho).

Resultados e discussão

A BHRC apresentou um total de 2.439 focos ao longo do período estudado, sendo o ano de 2023 apresentou o maior quantitativo com 626 focos de calor ou 26% do total de focos mapeados. O ano de 2019 apresentou o menor valor da série estudada, com 369 focos ou 15% do total.

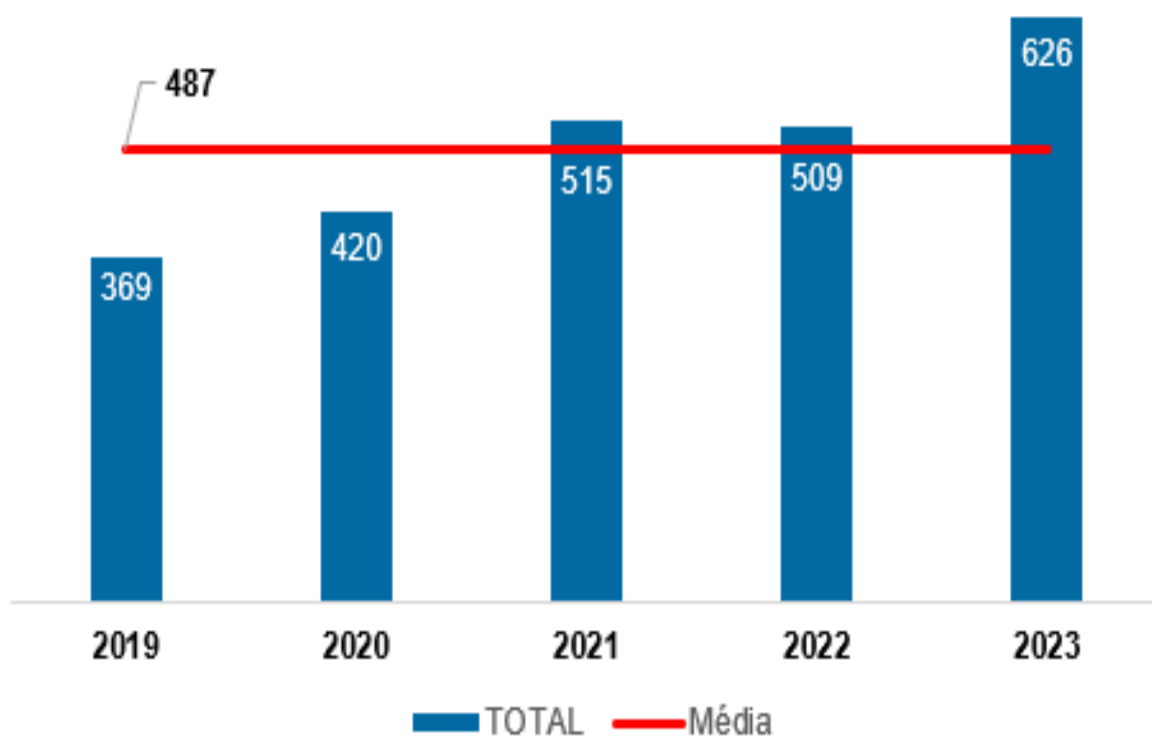


Figura 2 - Quantitativo de focos de calor por ano na BHRC, noroeste do Ceará.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Conforme pode-se observar na figura 2, a série apresentou uma média anual de 487 focos de calor, sendo que os anos de 2019 e 2020 ficaram abaixo da média, e os anos de 2021 a 2023, acima da média.

A figura 3 mostra o comportamento gráfico dos focos de calor ao longo da série estudada segmentada por mês. Nota-se claramente uma tendência de baixa no primeiro semestre dos anos, especialmente nos meses de fevereiro a junho, meses estes que coincidem com a quadra invernososa no estado do Ceará, que ocorre entre os meses de fevereiro a maio. De fevereiro a junho, a média histórica de focos de calor se manteve na ordem de no máximo 2 focos por mês. No mês de julho, nota-se uma tendência de aumento, ainda baixo, com média de 5 focos por mês, com picos de 192 e 194 focos em média, por mês, nos meses de novembro e dezembro.

Os anos de 2019 a 2021 tiveram tendência de queda em relação aos picos, diferentemente dos anos de 2022 e 2023 que apresentaram tendência de alta, conforme pode-se verificar na Figura 3, mas sempre entrando no mês de janeiro com queda até o fim da quadra chuvosa.

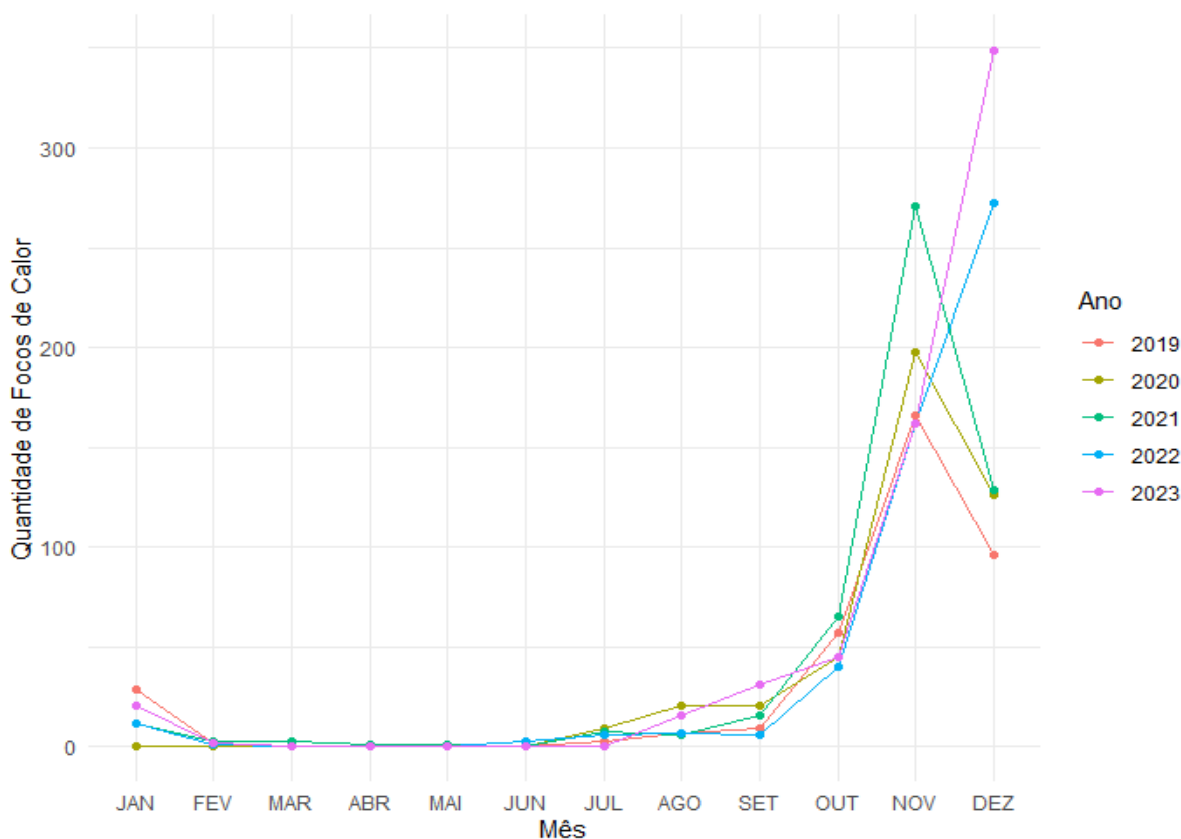


Figura 3 - Comportamento gráfico das médias dos focos de calor por mês na BHRC, noroeste do Ceará.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Quanto aos municípios da BHRC, Granja foi o que apresentou o maior quantitativo de focos de calor, com um total de 527 focos, perfazendo 22% do total de focos, seguido pelos municípios de Viçosa do Ceará e Coreaú, com 305 (13%) e 239 (10%) focos de calor, respectivamente.

Tabela 1 - Número de focos de calor por município da BHRC.

Município	Total	Município	Total	Município	Total
Santana do Acaraú	1	Cruz	35	Moraújo	120
Meruoca	2	Sobral	37	Martinópolis	122
Acaraú	4	Mucambo	40	Barroquinha	127
Morrinhos	5	Senador Sá	46	Camocim	165
Massapê	12	Ubajara	54	Uruoca	167
Ibiapina	14	Chaval	73	Coreaú	239
Alcântaras	18	Frecheirinha	73	Viçosa do Ceará	305
Jijoca de Jericoacoara	20	Bela Cruz	102	Granja	527
Marco	21	Tianguá	110		

Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

A tabela 1 lista o número total de focos de calor em diversos municípios da BHRC, mostrando uma variação considerável entre eles. Santana do Acaraú e Meruoca têm a menor incidência, com apenas 1 e 2 focos, respectivamente, seguidos por Acaraú, Morrinhos e Massapê com totais que vão de 4 a 12 focos, refletindo uma ocorrência baixa. Viçosa do Ceará apresenta uma alta densidade com 305 focos, e o município de Granja que destaca com o número mais elevado de 527 focos de calor, o que evidencia a necessidade de adoção de práticas de gestão de riscos de incêndio e a necessidade de estratégias eficazes de prevenção e controle ambiental nesses locais.

O gráfico da figura 4 mostra a quantidade de focos de calor em cada município, enquanto a linha vermelha horizontal indica a média desses focos, igual a 93, abaixo da qual, a maioria dos municípios se localizam. Santana do Acaraú, Meruoca, Acaraú, Morrinhos e Massapê registram as menores quantidades, o que sugere uma incidência muito baixa de focos de calor nesses locais.

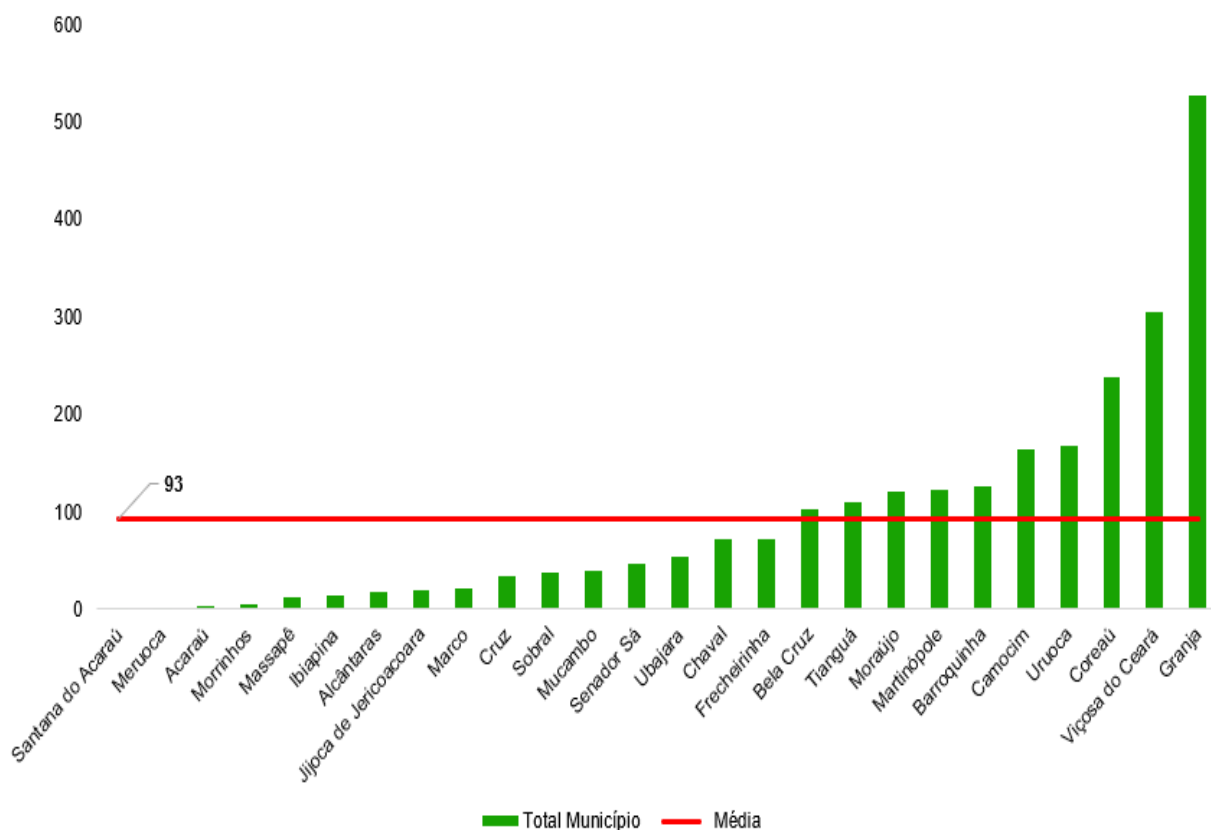


Figura 4 - Evolução dos focos de calor por município da BHRC, noroeste do Ceará, em relação à média no período estudado.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Conforme avança-se à direita no gráfico, nota-se um aumento gradual no número de focos por município, com Tianguá, Moraújo, Martinópolis e Barroquinha exibindo números moderados, e suas barras aproximando-se ou superando levemente a média. Um incremento significativo é observado em Camocim, Uruoca e Coreaú, cujas barras se destacam por serem bem mais altas que a média. Viçosa do Ceará e, particularmente, Granja sobressaem-se com os números mais elevados; a barra de Granja ultrapassa as demais, marcando o pico do gráfico com mais de 500 focos de calor. Nota-se uma variação substancial entre os municípios em relação aos focos de calor, com alguns municípios enfrentando níveis significativamente maiores que outros.

Em termos de espacialização das densidades de focos de calor na BHRC, a disposição espacial variou de acordo com o ano, porém com uma predominância dos maiores quantitativos nas regiões mais próximas da Serra da Ibiapaba.

Os mapas sequenciais mostrados na figura 5 retratam a evolução da densidade de focos de calor na BHRC, Ceará, ao longo de cinco anos, de 2019 a 2023. Em 2019, observa-se uma moderação na distribuição dos focos de calor, concentrando-se principalmente na área central da bacia.

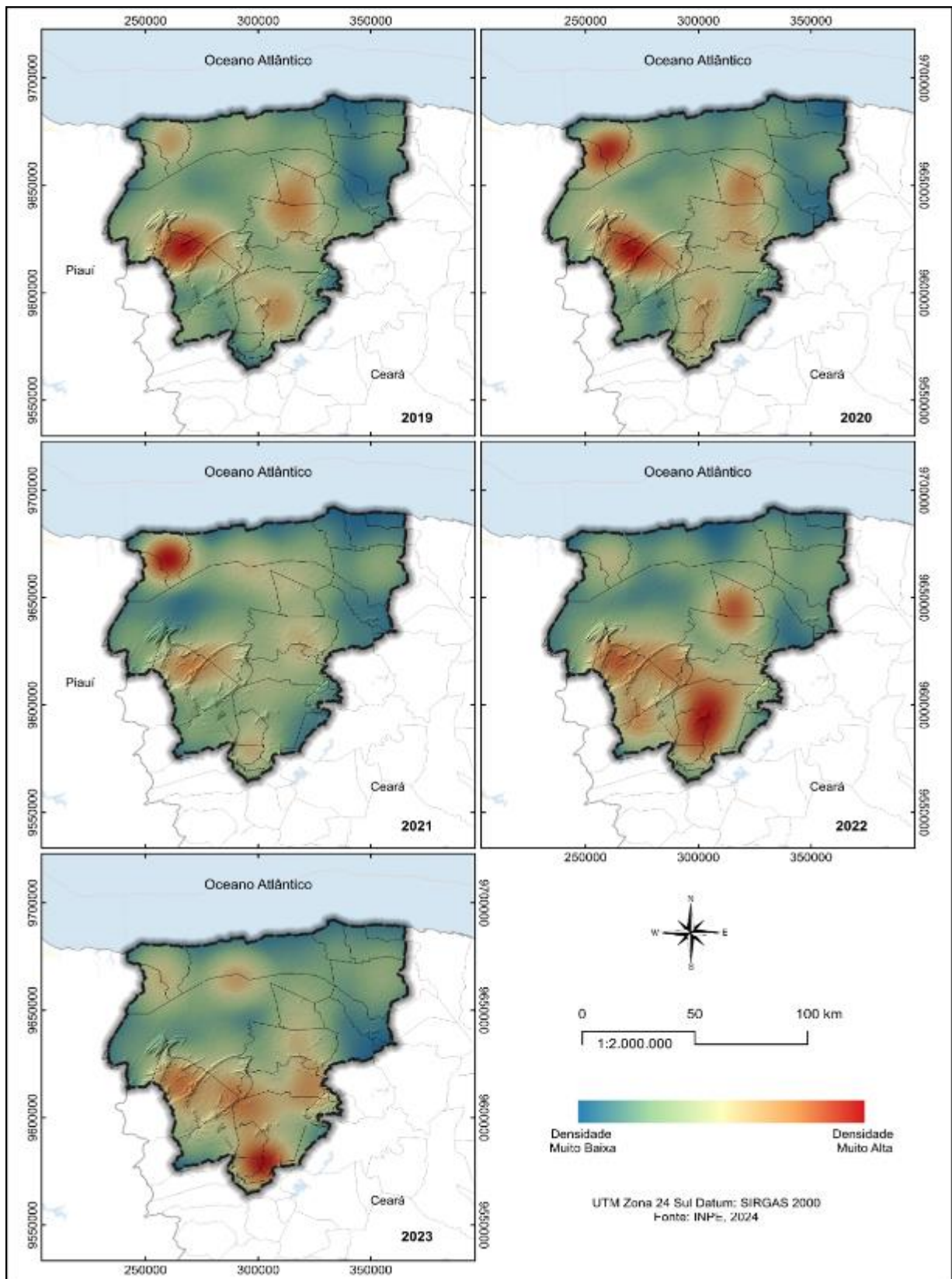


Figura 5 - Mapas de Concentração de Focos de Queimadas na Bacia Hidrográfica do Rio Coreau, noroeste do Ceará, nos Anos 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023. Muito Baixa (Azul); Baixa (Verde); Média (Amarelo); Alta (Laranja) e Muito Alta (Vermelho).
 Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

No ano seguinte, 2020, percebe-se um incremento na densidade desses focos, com uma expansão e intensificação das áreas afetadas. Em 2021, há uma ligeira redução na densidade, com os focos mais pronunciados migrando para o norte. No entanto, 2022 mostra um aumento significativo, com uma vasta área central exibindo altos índices de calor. Esse padrão se mantém em 2023, com densidades de calor ainda mais elevadas em algumas áreas, indicando uma tendência de aumento na ocorrência e intensidade desses focos ao longo do tempo, o que aponta para uma situação ambiental cada vez mais crítica na região.

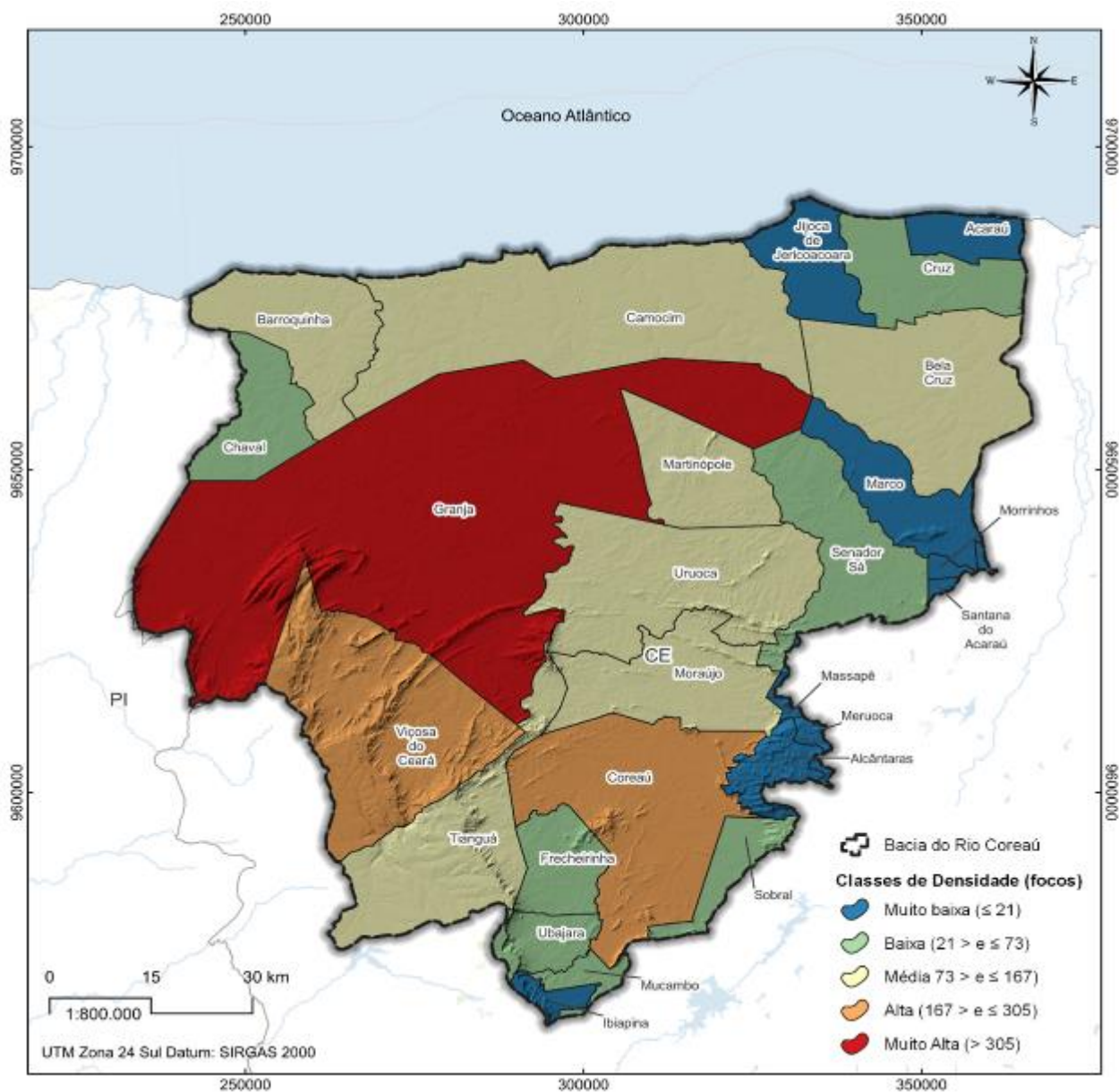


Figura 6 - Distribuição de Densidade de Focos de Calor na Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú, noroeste do Ceará.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A figura 6 mostra o mapa da BHRC, com uma distribuição de cores que representam as diferentes classes de densidade de focos de calor nos municípios da região. As cores correspondem a cinco categorias de densidade de focos de calor:

- *Muito Baixa (≤ 21 focos)*: abrange a maior parte dos municípios, indicando áreas com a menor incidência de focos de calor. Fazem parte dessa categoria os municípios de Jijoca de Jericoacoara, Acaraú, Marco, Morrinhos, Santana do Acaraú, Massapê, Meruoca, Alcântaras e Ibiapina;
- *Baixa ($21 > e \leq 73$ focos)*: Esta categoria de densidade de focos de calor abrange os municípios de Cruz, Chaval, Senador Sá, Sobral, Mucambo Ubajara e Frecheirinha;
- *Média ($73 > e \leq 167$ focos)*: Esta categoria indica uma densidade cujos focos de calor encontram-se mais próximos da média, cobrindo uma área razoável dentro da bacia, abrangendo os municípios de Barroquinha, Camocim, Bela Cruz, Martinópolis, Uruoca, Moraújo e Tianguá;
- *Alta ($167 > e \leq 305$ focos)*: Esta categoria refere-se a uma alta densidade de focos de calor e abrange os municípios de Viçosa do Ceará e Coreaú, sugerindo um nível de alerta maior para riscos de incêndios ou outras atividades que geram calor;
- *Muito Alta (> 305 focos)*: Esta faixa de densidade indica a maior densidade de focos de calor na região, afetando o município de Granja.

Conclusão

A BHRC configura uma região com complexidade geográfica e climática, afetada por uma diversidade de formações litológicas e solos que influenciam o uso agrícola e o manejo do território. O estudo identificou um total de 2.439 focos de calor ao longo do período analisado, com 2023 registrando a maior quantidade, correspondendo a 26% do total.

A análise temporal evidencia uma média anual de 487 focos de calor, com anos alternados abaixo e acima dessa média, mostrando uma tendência de baixa nos primeiros semestres, alinhada com o período chuvoso do estado, e um aumento significativo a partir de julho, culminando em picos durante os meses de novembro e dezembro.

Os dados espaciais revelam que os municípios têm variações consideráveis na incidência de focos de calor, com Granja apresentando o maior número, seguido por Viçosa do Ceará e Coreaú. A distribuição espacial dos focos de calor varia anualmente, mas há uma predominância nas regiões próximas à Serra da Ibiapaba.

A análise sugere que a incidência de focos de calor está fortemente influenciada pelas características geográficas e climáticas da região, além das atividades humanas, particularmente práticas agrícolas que podem incluir o uso do fogo.

A tendência crescente de focos de calor em anos recentes aponta para a necessidade de práticas sustentáveis de gestão de terra e políticas efetivas para prevenção e controle de incêndios, a fim de proteger o ambiente e a saúde pública na região da BHRC.

Referências

- ALBUQUERQUE, F. N. B de; **Recurso natural, organização espacial e ordenamento territorial: mineração e degradação de terras na depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE)**. Tese (doutorado em geografia). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro-São Paulo, 2015.
- CAMARA, G.; MEDEIROS, C. **GIS para meio ambiente**. São José dos Campos: INPE, 1998.
- CEARÁ. Plano de gerenciamento das águas da bacia do Coreaú. Estudos Básicos e Diagnóstico (Fase I). Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH. Fortaleza, novembro, 2010. 441 p
- INPE. Banco de Dados de queimadas. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: 22 de jan. 2024
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geologia 1:250.000: Base de Dados Espacial 1:250.000, no recorte ao milionésimo**. Rio de Janeiro, RJ, [2018-2021]. Disponível em https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/vetores/escala_250_mil/. Acesso em: 29 jan. 2024.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pedologia 1:250.000: Base de Dados Espacial 1:250.000, no recorte ao milionésimo**. Rio de Janeiro, RJ, [2018-2021]. Disponível em https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/ Acesso em: 29 jan. 2024.
- LAZZARINI, G. M. J.; FERREIRA, L. C. C.; FELICÍSSIMO, M. F. G.; OLIVEIRA, L. N.; ALVES, M. V. G. Análise da detecção e ocorrência de queimadas em áreas urbanas e entorno. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2015. p. 2653-2660. Internet. ISBN 978-85-17-0076-8. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP6W34M/3JM4A8T>>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- LIMA, E. C. **Planejamento ambiental como subsídio para gestão ambiental da bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate Varjota – Ceará**. 2012. 201f. Tese (Doutorado em geografia) – Universidade Federal do Ceará, UFC, 2012.
- NDAGIJIMANA, C.; PAREYN, F.G.C.; RIEGELHAUPT, E. Uso do Solo e Desmatamento da Caatinga: um estudo de caso na Paraíba e no Ceará - Brasil. **Estatística Florestal da Caatinga**. Recife. PE, 2005. P. 18-27.

OLIVEIRA, U. C. de; OLIVEIRA, P. S. de; **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, V. 7, N.1, p. 87-99, 2017.

OLIVEIRA, U. C. de; OLIVEIRA, P. S. de; PINHEIRO, C. J. V. Análise da Concentração de Focos de Calor na Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe nos Anos de 2010 A 2015. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 7, 2016, Campina Grande. **Anais do Evento**. Campina Grande: IBEAS, 2016. p. 1 - 7. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/VI-023.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

PROJETO RADAMBRASIL. **Mapa metalogenético previsual**. 1981. Escala 1:1.000.000.

SILVA, J.M.C.; BARBOSA, L.C.F.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. “The Caatinga: understanding the challenges”. In: SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. (eds.) **Caatinga. The largest tropical dry forest region in South America**. Cham: Springer International Publishing, p. 3-19. 2017.

TABARELLI, M.; LEAL, I.R.; SCARANO, F.R.; SILVA, J.M.C. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência & Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-28. 2018.