

O USO DA ESTIMATIVA DE DENSIDADE DE KERNEL PARA A ANÁLISE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS NO OESTE METROPOLITANO FLUMINENSE

Mateus Ribeiro Rodriguez¹

Camila Gonçalves dos Santos²

Gustavo Mota de Sousa²

1. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Programa de pós graduação em geografia da UFRRJ - Instituto de Geociências da UFRRJ - Km 07, Zona Rural, BR-465, Seropédica - RJ. (mribeiro.rodriguez@gmail.com)

2. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Instituto de Geociências da UFRRJ - Km 07, Zona Rural, BR-465, Seropédica - RJ. (camilagoncalves@ufrj.br; gustavoms@ufrj.br)

RESUMO

O ritmo de produção do espaço urbano cresce gradativamente na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Suas áreas mais periféricas são frequentemente atingidas pelas causas e consequências desse acelerado adensamento. Somados a isso, alguns fatores presentes na porção oeste da região metropolitana (OMRJ), ganham destaque, uma vez que propiciam um comportamento socioambiental de forte impacto sobre o ambiente, como é o caso das queimadas, tornando a região uma área de grande relevância para estudos ambientais. Este trabalho busca analisar a temática da ocorrência de queimadas e incêndios no OMRJ, associando-as a algumas características da região à concentração de focos de calor processados com a ferramenta de estimativa de densidade de Kernel. Como resultados principais, são apresentados os mapeamentos de áreas de maior ocorrência dentro do recorte espacial, a caracterização da área de estudo com a abordagem do uso e cobertura da terra, unidades de conservação e proximidade com rodovias pavimentadas. A associação dessas informações propiciam o entendimento mais amplo dos fatores que resultam na grande ocorrência de fogo na região, facilitando o levantamento de variáveis que possam ser estudadas para o estudo desse tipo de evento.

Palavras-chave: Oeste Metropolitano do Rio de Janeiro; Queimadas; Mapeamento Geoecológico; Focos de calor; Kernel

ABSTRACT

The rhythm of process in urban space production increases gradually at the metropolitan region of Rio de Janeiro. Its most peripheral areas are often affected by the causes and the consequences of this fast densification. Added to, some factors existents in the West part of the metropolitan region stand out once it causes a Strong social and environmental impact over the land, which is the case of the wildfire occurrences. For this reason, the West Metropolitan appears as a very relevant area for environmental studies. This work's purpose is to analyze the wildfire occurrences in the West Metropolitan of Rio de Janeiro, associating it to environmental characteristics, using the Kernel density tool. As main results, area expected the mapping of the most affected areas in the spatial cut, the area characterization, approaching the land use and cover from the region, highways and Conservation Unities . In addition, comparing to information, studying the results to provide a broader understanding from the tendencies of wildfire occurrences in region.

Keywords: West metropolitan of Rio de Janeiro; Burnings; Geoecological mapping; Wildfire focuses; Kernel.

INTRODUÇÃO:

O estudo de queimadas vem ganhando destaque no Brasil, a partir do desenvolvimento de diversas metodologias para análise desse tipo de evento. Esse crescimento acompanha também a urgência pelo avanço em pesquisas relacionadas às questões ambientais em todo o mundo, uma vez que a sustentabilidade torna-se um pilar nas diretrizes de desenvolvimento global.

Em alguns biomas, como o exemplo do cerrado brasileiro, o fogo é um fator ambiental intrínseco à dinâmica ecológica, possuindo vegetação adaptada a esse tipo de fenômeno, estando relacionado principalmente a fatores climáticos, como baixa umidade e alta incidência solar. Outros biomas, como a Floresta Amazônica, que possui maior umidade, não possuem o fogo como característica natural, de forma que suas ocorrências sejam altamente prejudiciais, não só à vegetação, como também à fauna e a qualidade de seu solo, não adaptados a esse fenômeno. Destaca-se aqui também a Mata Atlântica como um desses biomas pouco associados ao fenômeno de ocorrência do fogo, de maneira que os incêndios em vegetação, observados aqui, são comumente associados à ação antrópica.

Ao se tratar da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, cuja expansão urbana tem ganhado proporções cada vez maiores, sobretudo na região metropolitana, a ação antrópica complexifica o estudo dos incêndios. Grande parte da vegetação encontrada na região metropolitana do estado não está associada à floresta, e sim a vegetação rasteira, altamente suscetível à ocorrência de incêndios. Essa complexidade aumenta, à medida que a expansão urbana ocupa essas paisagens verdes, aumentando a exposição da vegetação suscetível a variáveis causadoras do fogo. Somam-se a isso fatores como limpeza de terreno, queima de lixo, soltura de balões, todos principalmente se ocorridos durante o período seco do ano, e têm-se o aumento na ocorrência dos incêndios na vegetação.

A região do Oeste Metropolitano Fluminense (OMRJ), nesse sentido, representa satisfatoriamente o encontro entre tipos de vegetação altamente suscetível e a expansão urbana, em áreas de contato direto ou indireto entre espaços urbanos e vastos campos de vegetação rasteira, muitos dos quais inclusive são loteados para especulação imobiliária, e também estão expostos às queimadas.



Figura 1: localização da área de estudo

A região do Oeste Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro (OMRJ) compreende áreas da zona oeste da cidade do Rio de Janeiro somadas a municípios da baixada fluminense, abrangendo um complexo econômico de grande valia não apenas para o estado, mas também para todo o país, visto que corresponde a uma área de ligação rodoviária entre três grandes estados: Rio de Janeiro – São Paulo – Minas Gerais. Além disso, a região é marcada por diversos conflitos socioambientais. Alguns autores como Oliveira (2015), Silva et al. (2020) já se debruçaram sobre a área, sobretudo relacionando seus estudos às dinâmicas da Baixada Fluminense e urgência de uma outra escala de análise voltada às periferias da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). Destacando inicialmente Silva (2020) com reflexões acerca das regionalizações propostas para diferentes recortes da RMRJ, pode-se apontar:

“Região, borda, extremo, porção, parte, segmento, fronteira, margem, limite, área: não faltam maneiras de se tratar este conjunto formado, integralmente ou parcialmente, pelas cidades situadas na parte oeste da Baixada Fluminense – Seropédica, Paracambi, Japeri, Queimados e Itaguaí; pela Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, neste caso a Área de Planejamento 5, que corresponde a quase metade do território municipal; e pelas partes periféricas do município de Nova Iguaçu.” (SILVA et al, 2020).

Dessa forma, ganham notoriedade os limites componentes dessa região, conectados em contiguidade, uma vez que mesmo diferentes municípios e bairros apresentam características similares, assumindo inclusive novas centralidades dentro da RMRJ como um todo.

Neste trabalho, utilizando de dados de focos de calor disponibilizados pelo BDQueimadas do INPE, faz-se uma análise do comportamento da concentração desses focos ao longo dos anos na região do OMRJ, associando essa concentração a outros fatores como estradas e rodovias pavimentadas, unidades de conservação e áreas mais afetadas.

METODOLOGIA:

Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com a temática de queimadas, com diferentes perspectivas. Sousa et al. (2010) trabalharam com a ideia de potencialidade a incêndios, numa escala 1:10.000, tendo como recorte espacial o maciço da Pedra Branca, localizado no município do Rio de Janeiro, utilizando a metodologia proposta por Silva et al. (2009), que analisaram o Parque Nacional de Itatiaia.

Fernandes et al. (2011) realizam o mapeamento de susceptibilidade à ocorrência de incêndios em todo o estado do Rio de Janeiro, tendo como diferencial a variável de balanço hídrico. A partir disso, Sousa (2013) contribui para os estudos relacionados a incêndios utilizando a técnica de mineração de dados e análise orientada a objetos geográficos por GEOBIA

Tomzhinski (2012) faz o levantamento de ocorrência de incêndios a partir dos ROI, Relatórios de Ocorrência de Incêndios, onde mapeava-se a partir de imagens de satélite LANDSAT e CBERS, além da coleta de pontos georreferenciados por GPS, as áreas queimadas no Parque Nacional de Itatiaia, gerando polígonos vetoriais, que pudessem ser comparados com variáveis geológicas, como combustibilidade, radiação solar e forma da encosta para a composição final de um mapa de susceptibilidade à ocorrência de incêndios no Parque. Em Rodriguez & Sousa (2020), esses ROIs foram utilizados para a análise da dinâmica do fogo na paisagem, comparando os polígonos numa progressão anual de 2008 a 2018, objetivando extrair as classes de uso e cobertura mais afetadas.

Neste trabalho foi realizada a estimativa de densidade de Kernel a partir da ferramenta de análise estatística do QGIS, utilizando os pontos de focos de calor do satélite Aqua, em uma série histórica dos anos 2002 a 2021 (INPE, 2022). Essa estimativa permite identificar, por meio de seu raio de influência, as áreas de maior concentração de pontos. Como resultado, são obtidas “manchas de calor”, onde a maior densidade corresponde a um valor tendendo ao máximo de pontos interpolados com um raio pré-estabelecido, enquanto a menor densidade corresponde ao valor tendendo a 0, conforme Souza (2013):

“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, N. P. et. al, 2013).

Os parâmetros utilizados foram um raio de 5km por pixel de resolução 30m. Posteriormente, os valores resultantes foram reclassificados em 5 intervalos de classes distintas, por meio do modo contínuo do QGIS, e método de interpolação discreto.

Quadro 1: Intervalos de densidade Kernel

Classes	Intervalos
Muito Baixa	0 – 17,3023
Baixa	17,3023 – 34,6046
Média	34,6046 – 51,9069
Alta	51,9069 – 69,2092
Muito Alta	69,2092 – 86,5115128

Dessa etapa, foram vetorizadas e mescladas apenas as classes acima da concentração classificada como média, gerando um produto com as áreas mais concentradas. Por fim, essas áreas foram sobrepostas a outras variáveis. O fluxograma abaixo (figura 1) apresenta o fluxo metodológico desenvolvido neste trabalho:

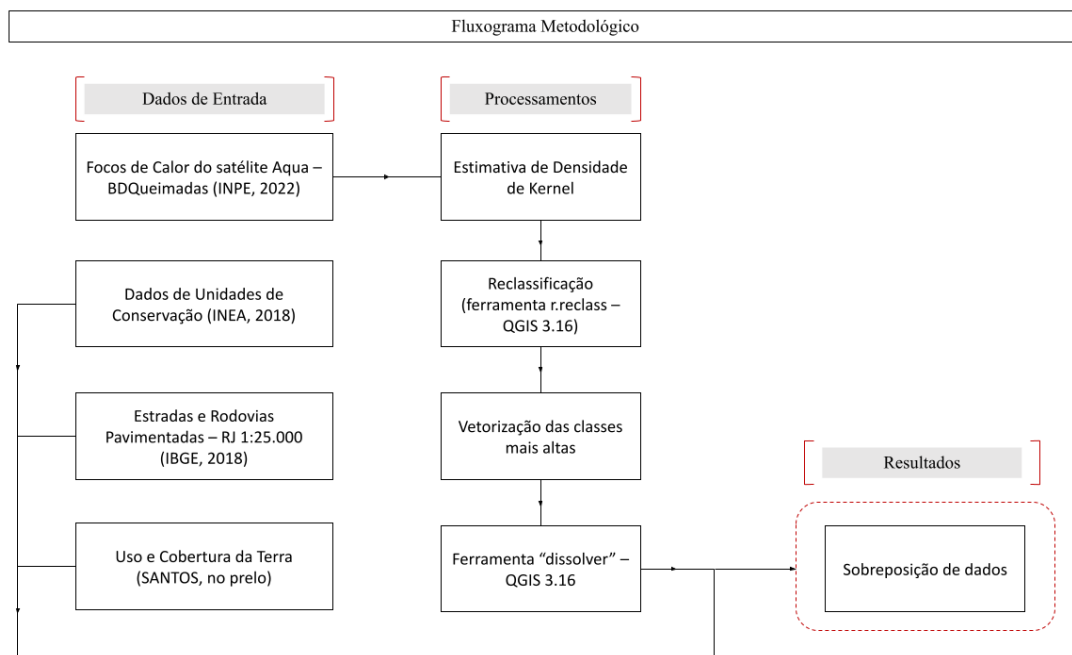


Figura 2: Fluxograma metodológico geral

Com as áreas de maior concentração geradas, foi possível compará-las com outros dados de características da região, como o uso e cobertura da terra (SANTOS, no prelo), unidades de conservação (INEA, 2018) e estradas e rodovias pavimentadas (IBGE, 2018) conforme foi apresentado na figura 2. No caso do uso e cobertura da terra, foi possível extrair os valores estatísticos referentes à concentração em cada classe. O fluxograma abaixo apresenta essa etapa da metodologia (Figura 3):

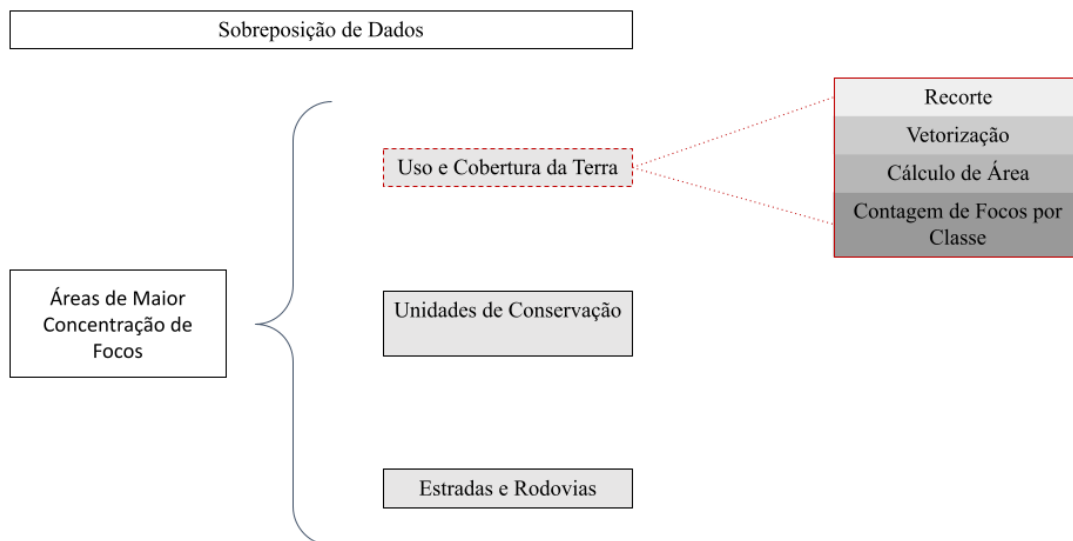


Figura 3: Fluxograma de sobreposição de dados

Os dados de uso e cobertura da terra são comumente utilizados para o estudo de queimadas (SOUSA, 2013; SOUSA et al. 2010; FERNANDES et al, 2011), uma vez que as características da vegetação podem influenciar na propagação do fogo, aumentando a probabilidade de ocorrência de incêndios. Por esse motivo, a contabilização pode auxiliar na reclassificação de classes de uso e cobertura da terra em diferentes níveis de combustibilidade da vegetação.

Dentre os resultados, serão destacados quatro principais: as áreas de maior densidade com o quantitativo de focos por município presente na região do OMRJ, a sobreposição de áreas de maior densidade por Unidades de Conservação e Estradas e Rodovias pavimentadas. Por fim, foi calculado o perfil de Uso e Cobertura da Terra mais afetado pelos registros de focos de calor.

RESULTADOS:

Foram realizados dois métodos complementares para a análise das queimadas no OMRJ considerando os dados de focos de calor do satélite Aqua. O primeiro deles consistiu na estimativa de densidade de focos que apresenta a concentração dos pontos ao longo da

região. As manchas vermelhas representam as áreas de maior concentração, enquanto manchas de tonalidade amarelada representam as menores concentrações. Essa divisão varia entre os graus “Muito baixa” concentração, com número de focos tendendo a 0 (SILVERMAN, 1986) e “Muito alta”, com focos tendendo ao número de aproximadamente 86,5 focos em uma zona de influência de 5km de raio ao redor dos pontos, conforme foi indicado no quadro 1.

A segunda análise é a própria contabilização de registros de focos em cada feição da região metropolitana. Nela é possível ver a quantidade de focos por município. Nos casos de Nova Iguaçu e Rio de Janeiro, foram considerados apenas os focos concentrados dentro dos limites da OMRJ, uma vez que esses dois municípios são perpassados pelos limites da região.

Em outras palavras, foi realizado o cálculo de concentração por raio de influência e a contabilização do quantitativo absoluto de focos em cada município do OMRJ. As duas análises foram compiladas em uma única representação cartográfica, onde é possível observar no mapa a distribuição espacial da concentração de focos e na tabela a quantidade exata de focos registrados nas feições ao longo de toda a série histórica, conforme é visto a figura 4.

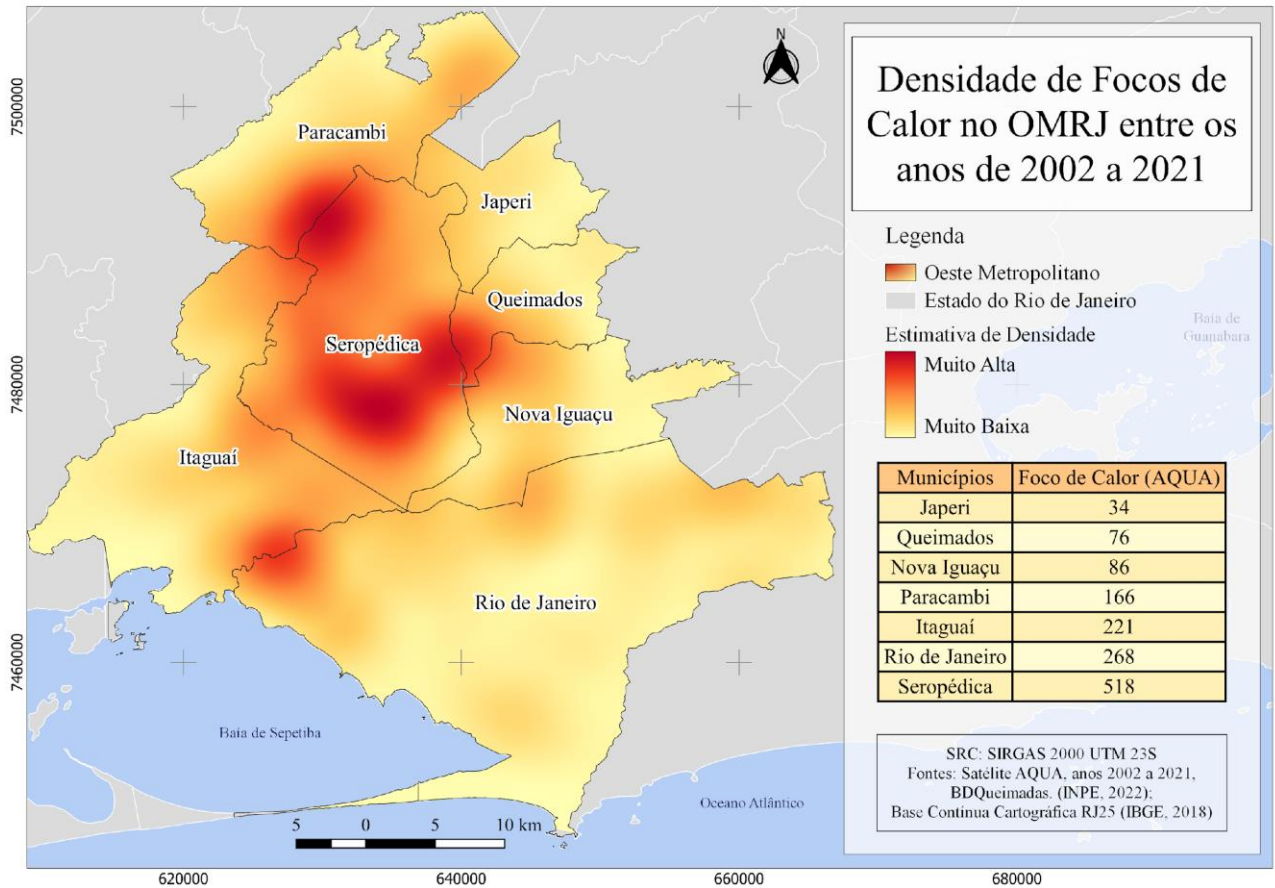


Figura 4: Estimativa de densidade de kernel, com dados de focos de calor entre 2002 e 2021.

Para facilitar a visualização da distribuição anual do registro de focos de calor pelo satélite Aqua, foi feito o gráfico de dispersão abaixo (gráfico 2), nele é possível observar os anos de maiores registros.

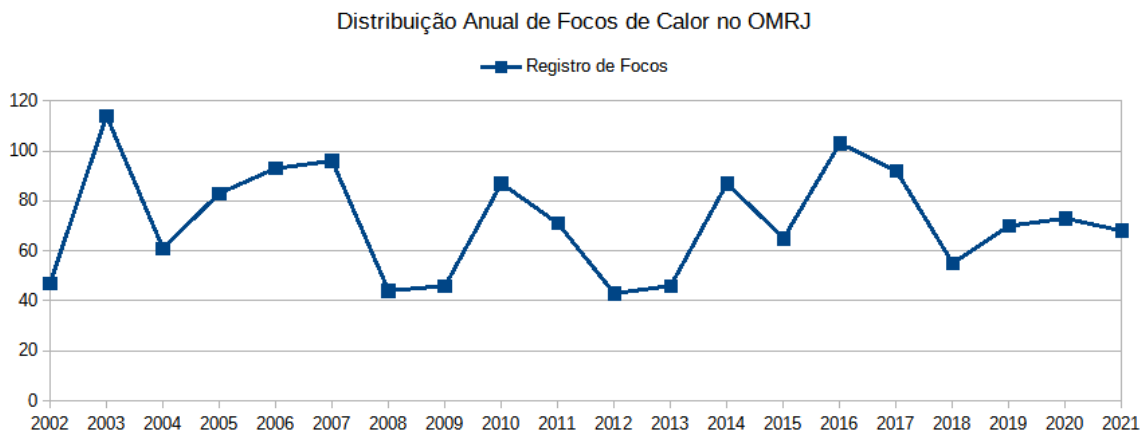


Figura 5: ocorrências anuais de focos de calor

Os anos de maiores registros em comparação aos demais são os anos de 2003, 2007, 2010, 2014 e 2016. Com isso, é possível analisar as variações anuais que registram um perfil histórico de possíveis ocorrências de queimadas na região, não só permitindo visualizar as áreas mais afetadas, como também proporcionar insumos para outras caracterizações, a partir da extração das maiores concentrações de focos.

Outra forma de avaliar esses fatores espaciais é considerar a alta concentração de focos comparada com outras variáveis. Na figura 5 as áreas acima da média de concentração foram destacadas, ressaltando a região de maior ocorrência de focos e a estimativa de densidade de Kernel é comparada com dados de estradas e rodovias da base RJ25 do IBGE.

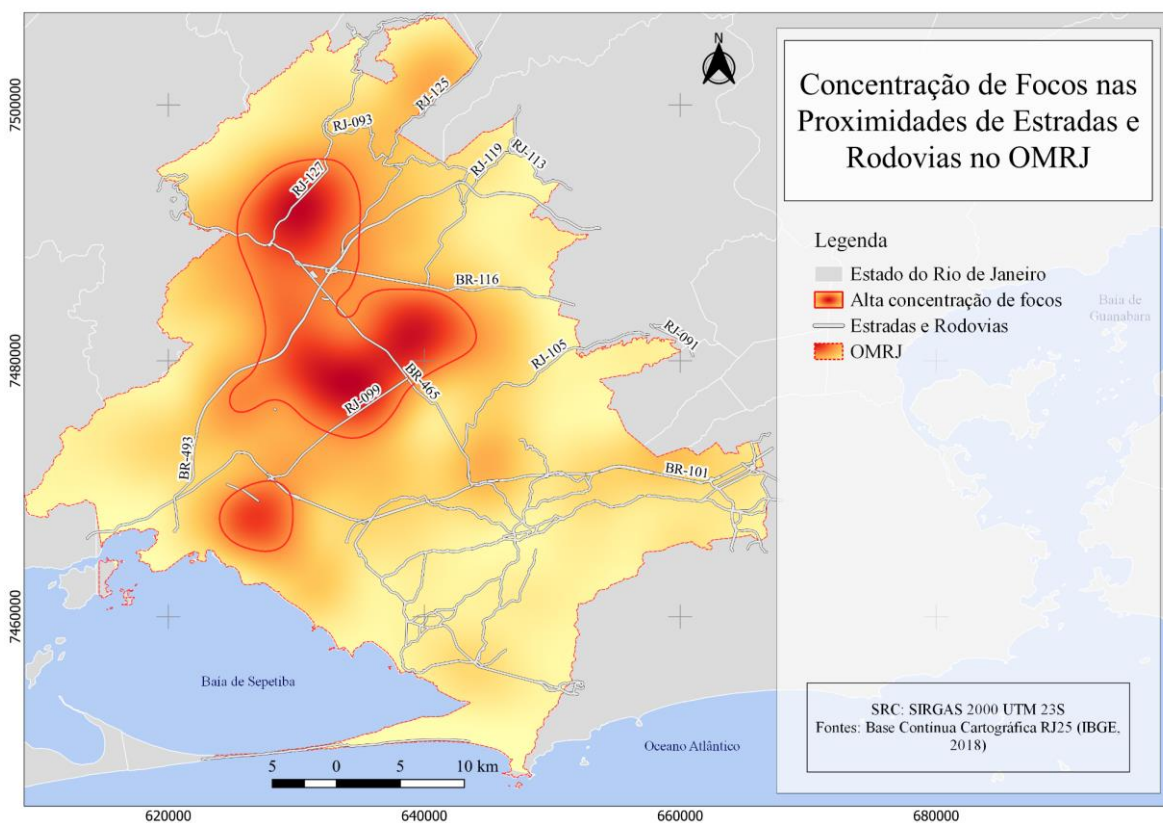


Figura 6: comparativo de densidade de focos com estradas e rodovias pavimentadas

Foram consideradas aqui as autoestradas pavimentadas e de tráfego permanente. Merecem destaque as rodovias BR-465, RJ-099 e RJ-127, sobretudo no entroncamento rodoviário na altura da porção norte de Seropédica, nas proximidades com Paracambi. As manchas parecem ser divididas em duas de concentrações muito altas, uma distribuída pelo município de Seropédica, perpassada pela RJ-099 e BR-465, e outra no próprio município de Paracambi, cortada pela BR-127. Além disso, as rodovias BR-101, BR-116 e BR-493 também cruzam as manchas de calor, em direção ao entroncamento rodoviário, área onde localiza-se também a única unidade de conservação federal da região, a Floresta Nacional Mário Xavier.

Podemos aprofundar a análise para a comparação com as demais UCs encontradas no OMRJ, representadas no mapa da figura 7.

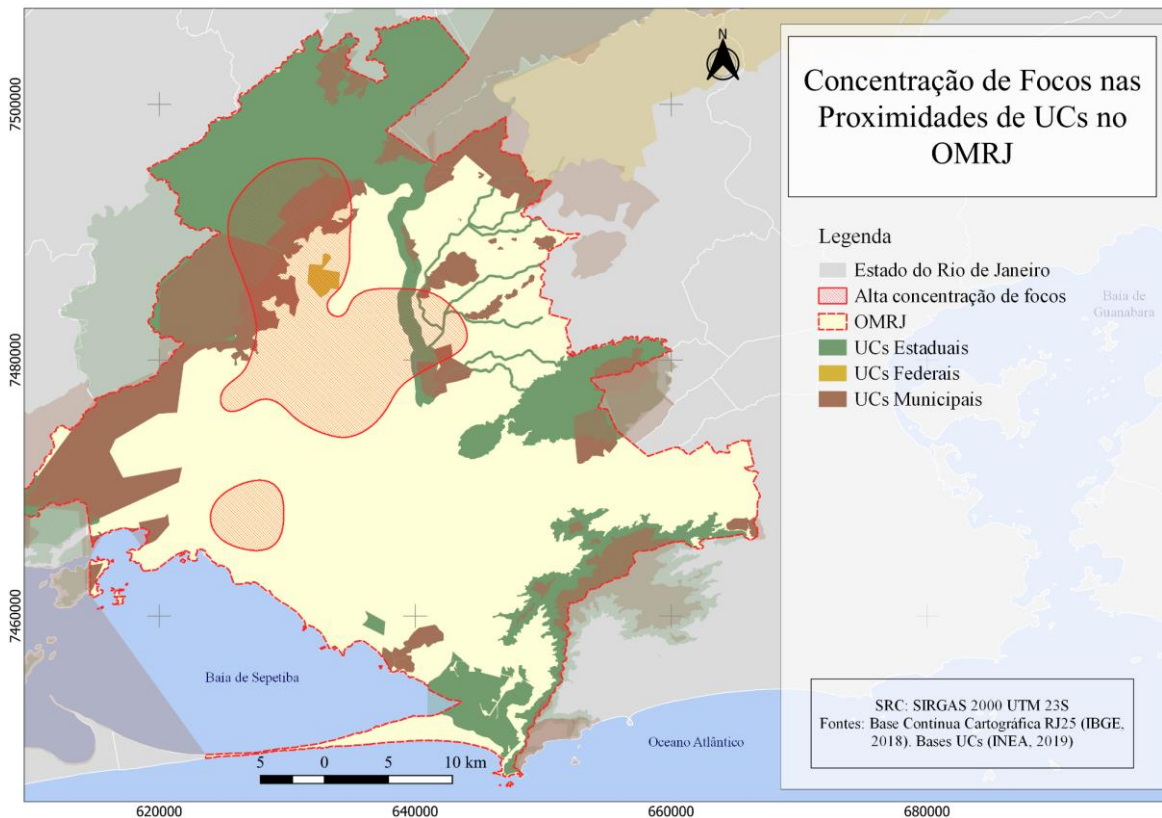


Figura 7: concentração de focos nas proximidades de unidades de conservação.

No caso das UCs, a área de alta concentração de focos cinco unidades, sendo elas APA Guandu Açú, APA da Serra da Cambraia, APA da Serra do Catumbi, dentre as municipais, Área de Proteção Ambiental do Rio Guandu, estadual, e ainda a Floresta Nacional Mário Xavier, de administração federal. Esta última tem sua totalidade inserida nos limites da área de alta concentração, algo que deve ser levado em consideração, principalmente se considerada a proximidade com rodovias apresentada anteriormente na figura 6.

Todas essas variáveis merecem consideração ao se realizar a análise de ocorrência de incêndios na região, uma vez que, se combinadas, podem apontar para possíveis causas, ou ainda auxiliar a definir caminhos metodológicos para se chegar ao resultado da dinâmica dos incêndios no OMRJ.

A distribuição de focos de calor em cada classe de uso e cobertura da terra e os respectivos cálculos de área permitem também a identificação das características de vegetação mais afetadas. Essa comparação está representada no quadro a seguir:

Quadro 2: distribuição de focos por área de uso e cobertura (Km²)

Classes	Focos	Área (Km²)
Gramínea	1018	858,75
Floresta	222	541,42
Área Urbanizada	155	337,73
Solo Exposto	12	9,51
Manguezal	11	28,70
Extração de Areia / Mineração	9	9,85
Restinga	7	5,59
Corpos d'água	5	119,075
Afloramento Rochoso	2	1,19
Praia	2	2,85

É possível ver que a classe mais afastada é a de gramínea, totalizando 1018 focos nos 20 anos do histórico do Aqua, seguido pela floresta, com 222 focos. Uma outra perspectiva das estatísticas, pode ser vista na figura 8, que representa bem a disparidade entre as classes mais afetadas e as demais, bem como sua extensão dentro da região.

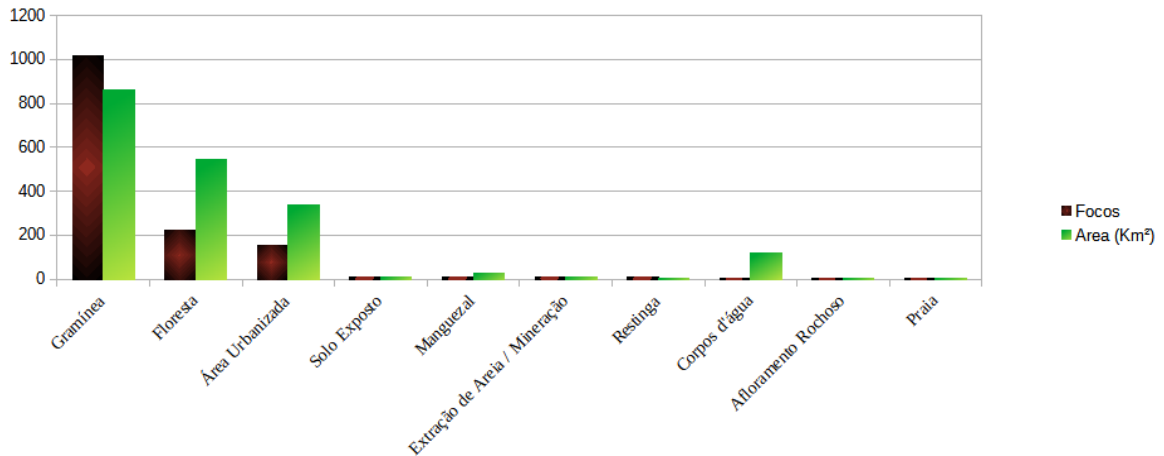


Figura 8: gráfico de distribuição de focos por classe de uso e cobertura

Destacam-se no gráfico, visualmente, as áreas classificadas como Gramínea, Floresta e Área Urbanizada, o que pode indicar que o possível contato entre fatores urbanos e a oferta de vegetação como combustível influencie na ocorrência do grande registro de números de focos de calor na região.

CONCLUSÕES:

A partir dos resultados, pode-se ressaltar a importância dessas variáveis para o estudo de queimadas, sobretudo as características de uso e cobertura da terra, em conformidade com outras pesquisas desenvolvidas que utilizam-se desse insumo para a categorização de combustibilidade da vegetação e sua influência na ocorrência de incêndios. Além disso, fatores como a proximidade com rodovias podem indicar a relação entre a pavimentação urbana de grande tráfego e alguma interferência na vegetação podendo auxiliar na propagação do fogo, principalmente em casos onde as rodovias perpassam vegetações mais combustíveis, como é indicado no caso das gramíneas. Outra análise importante é a distribuição de unidades de conservação, uma vez que estas podem receber uma pressão maior em virtude da ocorrência de incêndios, acarretando em grandes perdas de biodiversidade nessas áreas.

É importante notar também que outras variáveis podem ser usadas para complementar esse estudo, buscando sempre aprimorar as bases e as metodologias utilizadas na pesquisa relacionadas a queimadas e incêndios em vegetação, o que poderá auxiliar nas gestões dos riscos e impactos causados por esse fenômeno. Nesse sentido, entender as particularidades do OMRJ torna-se essencial, haja vista que essa região tem apresentado tantos registros ao longo dos anos. O entendimento dessas características permitirá conhecer os reais motivos

dessas ocorrências, promovendo também um combate e prevenção aos incêndios na região de forma cada vez mais efetiva e incluindo diversos setores da sociedade civil.

REFERÊNCIAS:

INEA, Unidades de Conservação Estaduais, Federais e Municipais - DIBAPE. 2021. Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/>. Acesso em: 24 de Novembro de 2021.

FERNANDES M.C.; COURA P.H.F.; SOUSA G.M.; AVELAR A.S; Avaliação Geoecológica de Susceptibilidade à Ocorrência de Incêndios no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Revista Floresta e Ambiente. Volume 18, nº 3. pp. 299-309. 2011.

IBGE. Bases Cartográficas Contínuas. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>> Acesso em: 19 de Agosto de 2020.

INPE, Risco de Fogo. Disponível em: <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/risco-de-fogo-meteorologia>>. Acesso em 26 de janeiro de 2022.

MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B., 2017. Geoecologia das Paisagens: uma visão sistêmica da análise ambiental. Edições UFC, Fortaleza, CE, 2ª Ed., 222p.

MENEZES, P.M.L. A interface Cartografia-Geoecologia nos estudos diagnósticos e prognósticos da paisagem: um modelo de avaliação de procedimentos analítico-integrativos. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Depto. de Geografia, IGEO/UFRJ, 208 f., 2000.

OLIVEIRA, L.D. de. A emersão da região logístico-industrial do Extremo Oeste Metropolitano fluminense: reflexões sobre o processo contemporâneo de reestruturação territorial-produtiva. Revista Espaço e Economia, Ano IV, nº 7, 2015.

RODRIGUEZ, M.R.; SOUSA, G.M. Análise temporal da dinâmica dos incêndios no Parque Nacional de Itatiaia entre os anos de 2008 e 2018. In.: Anais da V JGEOTEC. Niterói – RJ, 1075 p. Rio de Janeiro: Geopartners, 2020. pp. 679-688.

ROUGERIE, G. e BEROUTCHATCHVILI, N. Geosystemes et paysages. Paris: Colin Editores, 1991. 302p.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W.; HARLAN, J.C. (1974) Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwaveeffect) of natural vegetation. NASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, MD. 371 p.

SANTOS. C. G. Uso e Cobertura da Terra no Oeste Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro. No prelo.

SILVERMAN, B. W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. Nova York: Chapman and Hall, 1986.

SOUSA, G.M. Modelagem do conhecimento aplicada ao estudo da susceptibilidade à ocorrência de incêndios no Parque Nacional do Itatiaia – Rio de Janeiro: [s.n.], 2013. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

SOUSA, G.M.; COURA, P.H.F.; FERNANDES, M.C. Cartografia geoecológica da potencialidade à ocorrência de incêndios: Uma proposta metodológica. In.: Revista Brasileira de Cartografia – RBC, nº 62 Edição Especial 1 – Geotecnologias, pp. 277-289. Julho, 2010.

SOUZA, N. P. de; SILVA, E. M. G. C.; TEIXEIRA, M. D.; LEITE, L. R.; REIS, A. A. dos; SOUZA, L. N. de; ACERBI, F. W.; RESENDE, T. A. Aplicação do Estimador de Densidade kernel em Unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE

TOMZHINSKI, G.W. Análise Geoecológica dos Incêndios Florestais no Parque Nacional do Itatiaia. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia – PPGG/UFRJ. 137 f., 2012.