

MAPEAMENTO DA SUSCEPTIBILIDADE À INCÊNDIOS FLORESTAIS NA REGIÃO SUL DE MOÇAMBIQUE

Manuel Pastor Francisco Conjo¹

RESUMO: Os incêndios florestais são um problema recorrente que atingem Moçambique preocupando a sociedade. A atividade humana é um dos principais fatores de ocorrências desses. Esta pesquisa tem o objetivo de mapear as áreas com susceptíveis ao risco de incêndios florestais na região sul de Moçambique. Para o alcance, foram utilizadas ferramentas do SIG no Arcgis, versão 10.3. Onde, os resultados apontam que além da atividade humana, fatores naturais como a declividade, a exposição à radiação solar, a orientação das vertentes e a vegetação da região, aceleram a velocidade dos incêndios, tornando-os em um evento de grandes proporções, sendo que as áreas mais planas, mais ao centro da região, apresentam maior quantidade de focos enquanto as áreas mais declives, mais para o sul da região apresentam mais focos por área. Tendo se concluído que os fatores atuam em conjunto para determinar a suscetibilidade do risco de ocorrência de incêndio florestal na região sul de Moçambique.

1669

Palavras-chave: Atividade humana. Radiação solar. Declividade.

ABSTRACT: Forest fires are a recurrent problem that affects Mozambique, worrying society. Human activity is one of the main factors in these occurrences. This research aims to map the areas susceptible to the risk of forest fires in the southern region of Mozambique. For the scope, GIS tools were used in Arcgis, version 10.3. Where, the results show that, in addition to human activity, natural factors such as slope, exposure to solar radiation, slope orientation and vegetation in the region, accelerate the speed of fires, making them an event of large proportions, being that the flatter areas, more to the center of the region, have a greater number of outbreaks, while the more sloping areas, more to the south of the region, have more outbreaks per area. Having concluded that the factors work together to determine the susceptibility to the risk of forest fire occurrence in the southern region of Mozambique.

Keywords: Human activity. Solar radiation. Slope.

¹Bacharel e Licenciado em Ensino de Geografia pela Universidade Pedagógica de Maputo – Moçambique. Técnico Superior em Higiene e Segurança no Trabalho e Meio Ambiente pela Ensino Moçambique. Mestrado em Gestão Ambiental pela Universidade Pedagógica de Maputo – Moçambique. Doutorando em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais – Brasil. Instituição: Universidade Pedagógica de Maputo/Universidade Federal de Viçosa. E-mail: pastorconjo07@gmail.com

I. INTRODUÇÃO

Embora os incêndios possam desempenhar um papel ecologicamente significativo nos ciclos biogeoquímicos, a frequência e intensidade dos incêndios muitas vezes levam à destruição da vegetação florestal com enormes efeitos negativos na química atmosférica (poluição atmosférica e emissão de carbono) e na ecologia (perda de biodiversidade, instabilidade da paisagem e proliferação de espécies invasoras), tornando-se uma ameaça aos bens econômicos e à saúde humana (NHONGO *et al.*, 2019).

Os incêndios são um problema crescente nos diferentes tipos de formação vegetal em diversas partes do mundo. Apesar de anos de estudo científico e de toda atenção da mídia em relação aos incêndios em vegetação, os efeitos que tais fenômenos causam no ambiente não são completamente conhecidos, e as ferramentas de controle são pouco acessíveis a grande parte dos usuários (TORRES *et al.*, 2014).

Em Moçambique, como na maioria dos países tropicais, a área florestal tende a diminuir a um ritmo relativamente acelerado, não só pelo aumento demográfico, o desmatamento para fins agropecuários, mas devido à prática de queimadas descontroladas. As queimadas ocorrem anualmente em todo território nacional, durante o período seco e no início das campanhas agrícolas e de caça (PAPCQD, 2007).

Há dois tipos de fatores determinantes do grau de perigo de incêndio: os fatores constantes, representados pelo tipo de material combustível, que reflete os diferentes tipos de vegetação e o relevo (sobretudo através da declividade e exposição das vertentes ao sol); e os fatores variáveis, representados pelas condições atmosféricas (TORRES *et al.*, 2014).

Segundo PAPCQD (2007), em Moçambique, as queimadas constituem um dos problemas ambientais que preocupa toda a sociedade, agravado pelos índices elevados de pobreza em que vive a maioria da população rural e periurbana do país.

O problema de queimadas está relacionado com a práticas de atividades agrícolas impróprias, caça, necessidade de combustível lenhoso principalmente em grandes aglomerados populacionais, questões socioculturais, resultando na destruição da biodiversidade e dos habitats, na perda da fertilidade de solos, entre outros (GRÜSS *et al.*, 2018). Razão pela qual, o mapeamento da suscetibilidade à ocorrência de

incêndios é um importante instrumento de auxílio no combate ao fogo, tendo um caráter prognóstico para subsidiar o planejamento de atividades de prevenção (FERNANDES *et al.*, 2011; TORRES *et al.*, 2017). O que para além da influencia da suscetibilidade de ocorrência de incêndios florestais, irá especializar as áreas de risco e permitir a adoção de medidas de prevenção.

Atualmente em Moçambique, os estudos mais recentes que se tem conhecimento sobre incêndio florestal datam dos anos 2019 e 2020, estudos sobre incêndios florestais na Floresta de Miombo Reserva do Niassa-Moçambique, com base em dados de sensoriamento remoto (NHONGO, 2019); Educação Ambiental na Mitigação do Fogo Florestal com a sua Fauna-bravia Indiscriminado em Sussundenga-Moçambique (MACORREIA, 2020) e; Padrões espaço-temporais de incêndios florestais na Reserva do Niassa – Moçambique, usando dados de sensoriamento remoto (NHONGO *et al.*, 2020), respetivamente. Importando referir que, ambos trazem uma abordagem sobre incêndio florestal na região norte do país, mas somente Nhongo considera o mapeamento em sua pesquisa. A região sul do país, objeto de estudo desta pesquisa, não conta com nenhum estudo profundo, que faz o mapeamento das áreas susceptíveis ao risco de incêndio florestal, o que justifica a importância deste estudo na medida que, se apresenta de forma pormenorizada, por via de mapeamento, as áreas com suscetibilidade ao risco de incêndio florestal nesse extremo de Moçambique, tornando a pesquisa de maior relevância sob ponto de vista de produção de novo aporte bibliográfico que venha a servir de referência para melhor planejamento por parte das autoridades governamentais assim como para outros estudos de pesquisadores no futuro.

Ao mapear as áreas de risco, é possível controlar e minimizar a frequência de incêndios florestais, evitando dano ambiental. Áreas de risco de incêndio florestal são lugares onde é provável que um incêndio comece e áreas onde pode facilmente se espalhar para outras áreas. Uma avaliação precisa das áreas de problemas de incêndio florestal e decisões sobre soluções que são viáveis, apenas é possível quando um mapa de zonas de risco de incêndio está disponível (BACANI, 2016).

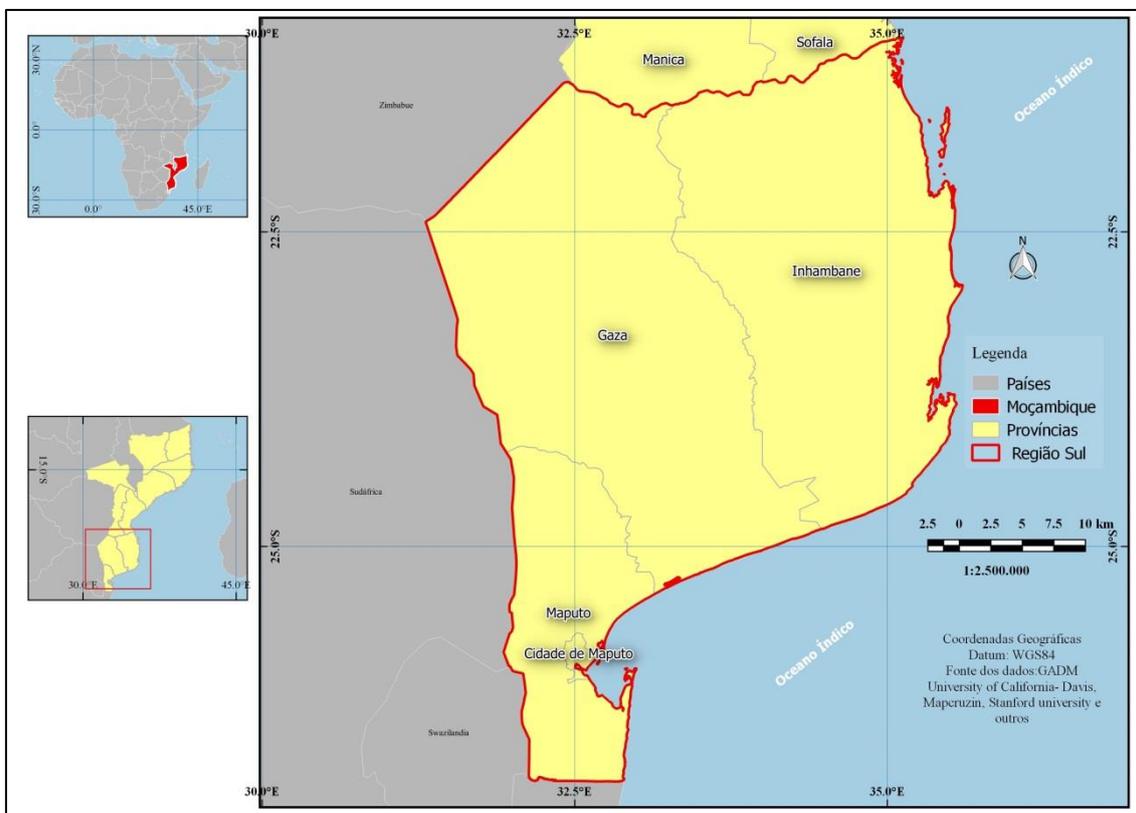
Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi mapear as áreas com suscetibilidade de risco de incêndios florestais na região sul de Moçambique, onde se

estabelecem hipóteses como: a suscetibilidade de incêndios florestais na região sul de Moçambique, ocorre com base na influência dos elementos naturais e humanos, o modelo mais adequado poderá ser utilizado para planejar políticas públicas e tomadas de decisão para o combate a possíveis incêndios florestais futuros.

2. METODOLOGIA

Moçambique está localizado na costa sudeste da África, fazendo fronteira com o Oceano Índico a leste. O país tem uma área de 799.380 km², com regiões principalmente de várzea no leste e algumas regiões montanhosas no oeste do país, atingindo alturas de até 2.436 m. A região sul do país é formada por três províncias Gaza, Inhambane e Maputo, esta última não computa a região da capital Maputo que tem status de província (MONTFORT *et al*, 2021).

Figura 1: Mapa de localização da região Sul.



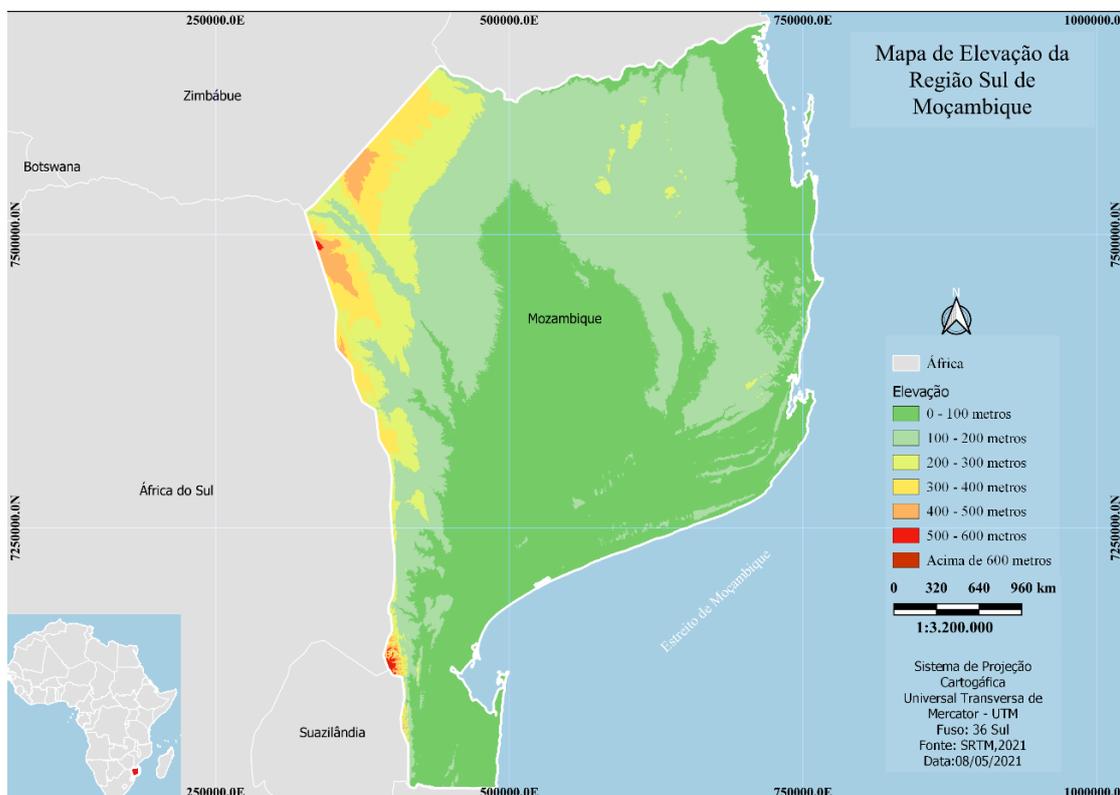
Em Moçambique, o clima Tropical é caracterizado por temperaturas do ar elevadas, em média 20 °C, e com amplitude que não ultrapassa os 10 °C. Na região do

Planalto Noroeste, as temperaturas do ar anual variam entre 18 e 20 °C, em função das maiores altitudes, enquanto na região central do rio Zambezi, Norte, Litoral Centro e Sul (na bacia do Limpopo), que coincidem em parte com as baixadas litorâneas e terras baixas, observam-se as maiores temperaturas anuais (24 - 26 °C) (UELE *et al*, 2017).

O relevo da região sul de Moçambique compreende médias e baixas altitudes variando de 0 a 800 metros. Compõem-na maioritariamente grandes extensões planas, drenadas pelas bacias hidrográficas do Limpopo, do Incomáti e de outros rios menores.

O modelo Digital de elevação utilizado foi Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) obtidos a partir do centro de ecologia da UFRGS. O objetivo do SRTM é atuar como um banco de dados mundial para a elaboração de modelos digitais de elevação das terras continentais (EMBRAPA, 2021). A imagem de SRTM foi adquirida junto ao Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) através do projeto “modelos digitais de elevação de países de língua portuguesa”.

Figura 2: Modelo de Elevação da região sul de Moçambique



A declividade do terreno é uma variável básica para a segmentação de áreas em praticamente todos os procedimentos de planejamento territorial. Pode-se dizer que todos os métodos de avaliação de terras ou planejamento conservacionista, baseados em modelagem numérica ou em decisões lógicas, lidam com a variável declividade. A declividade é definida como o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal. Seus valores podem variar de 0° a 90° , embora seja mais comumente expressa em porcentagem, de zero a infinito. Em MDE, sua estimativa se baseia na análise dos desníveis entre pixels vizinhos (VALERIANO, 2008).

Tabela 1: Declividade da região sul de Moçambique.

Classes de declividade Adaptada a realidade da área	Area (%)
$0 - 1^\circ$	79,011
$1 - 5^\circ$	19,634
$5^\circ - 10^\circ$	1,103
$10^\circ - 15^\circ$	0,179
$>15^\circ$	0,072

A orientação de vertentes é definida como o ângulo azimutal correspondente à maior inclinação do terreno, no sentido descendente. É expressa em graus, de 0° a 360° . Em mapas topográficos, a orientação é dada pela direção transversal à isolinha local e no sentido descendente (VALERIANO, 2008).

A exposição à radiação solar foi obtida através da ferramenta Area Solar Radiation, que, segundo (Machete, 2016), permite a avaliação das mudanças na orientação, elevação e ângulos solar, tal como as sombras da envolvente durante o intervalo de tempo de cálculo.

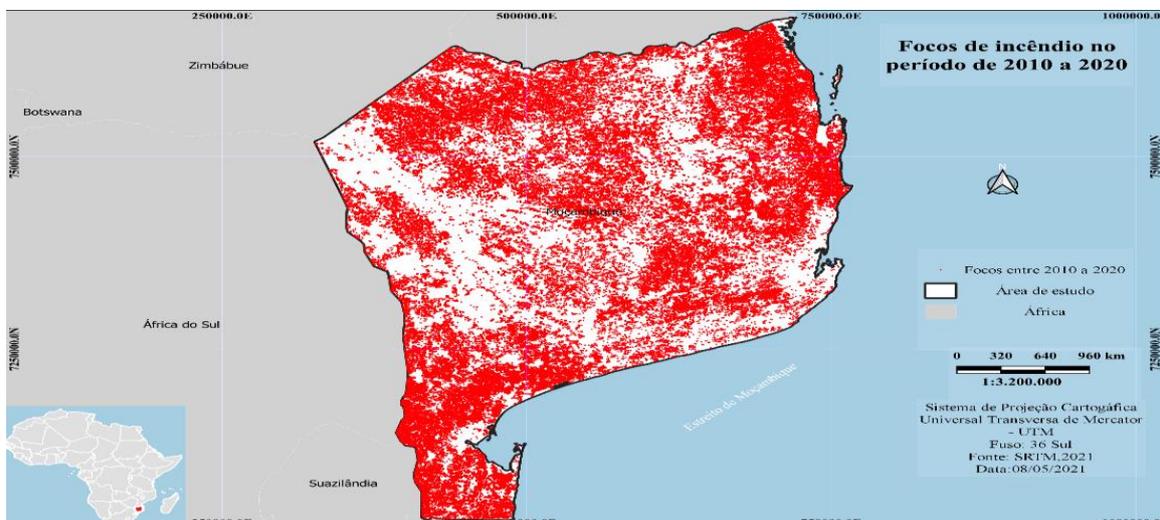
O uso do solo foi obtido junto ao CSIR Geoportal Enabling Geospatial data Access and Usage, mapeado em uma escala de 1:250000, no formato Shapefile e posteriormente adequado a região de estudo. As classes de usos do solo foram identificadas conforme ilustra a tabela 2, a baixo.

Tabela 2: Tipos de uso do solo.

ID	CLASSES	AREA (ha)
1	Floresta	13058,107 ha
2	Água	110878,486 ha
3	Plantação	3549,618 ha
4	Campos	1351021,704 ha
5	Construído	20351,265 ha
6	Floresta Caducifólia	6752700,562 ha
7	Cultivo	1280947,917 ha
8	Savana	6033518,275 ha
9	Solo exposto	96650,405 ha
10	Arbustos baixos	1047178,139 ha
11	Pântano	68195,561 ha

A ocorrência de incêndios em Moçambique resulta de um conjunto de fatores como, a influência dos elementos naturais, como relâmpagos e faíscas, e humanos, como uso do fogo com técnica de limpeza e abertura de áreas agrícolas (NHONGO *et al*, 2020; MICOA, 2007). Para identificar os focos de incêndios da área de estudo se utilizou os dados do satélite MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), ele está a bordo satélite EOS Aqua. Reconhece diversos tipos de informação e oferece dados praticamente diários em uma escala global. Como mostra a figura 3 a baixo, neste estudo foram abarcados o total de focos de incêndio no período entre 2010 a 2020.

Figura 3: Distribuição dos focos de incêndio na região sul de Moçambique.



De posse dos dados se realizou os cruzamentos entre as variáveis Declividades, orientação das vertentes, radiação solar, uso do solo com a variável focos de incêndio para observar o quantitativo de focos por classes em cada variável. Os cruzamentos entre as variáveis foram base para a atribuição de pesos das classes de suscetibilidade de incêndios na região. Na posse dessas classes, foram elaborados os cartogramas de suscetibilidade de risco de incêndio florestal na área de estudo. As notas foram estabelecidas de acordo com a quantidade de focos de incêndio por classes, como mostram as tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Uso do Solo, declividade e exposição das vertentes e radiação solar

CLASSES DE USO DO SOLO	MODEL O 1	MODEL O 2	DECLIVIDADE	MODEL O 1	MODEL O 2	EXPOSIÇÃO DAS VERTENTES	MODEL O 1	MODEL O 2	RADIAÇÃO O SOLAR	MODEL O 1	MODEL O 2
Água	3,34	0,01	0-1°	4,33	10,00	Sudeste	9,48	7,99	Alta	0,04	7,41
Arbustos baixos	0,28	0,01	1-5°	3,95	2,27	Leste	10,00	10,00	Baixa	0,00	0,05
Campos	5,02	0,01	5-10°	5,19	0,17	Oeste	9,43	7,01	Média	10,00	10,00
Construído	5,92	2,33	10-15°	7,65	0,04	Noroeste	9,08	5,89			
Cultivo	0,24	0,00	>15°	10,00	0,02	Sul	9,21	7,08			
Floresta	5,08	10,00				Sudeste	9,21	6,88			
Floresta Caducifolia	2,97	1,11				Nordeste	9,64	8,59			
Pântano	4,02	7,08				Norte	9,15	4,72			
Plantação	2,73	0,08				Flat	8,31	6,11			
Savana	5,81	1,77									
Solo exposto	10,00	0,20									

Os modelos de suscetibilidade de incêndio descrevem e preveem a distribuição dos eventos. O fogo é um fenômeno complexo e é, portanto, razoável que a modelagem de risco de incêndios tenha uma estrutura complexa que represente os muitos fatores que afetam a ignição e propagação dessas ocorrências (TORRES *et al*, 2017).

Tabela 4: Porcentagem da área e número de focos por hectare das classes predictoras de incêndios florestais.

Uso do Solo			Declividade			Orientação das vertentes		
Classe	% de área	Focos/ha	Classe	% de área	Focos/ha	Classe	% de área	Focos/ha
Plantação	0,0%	0,00817	0-1°	79,01%	0,00762	Flat	9,79%	0,00670
Floresta	0,1%	0,00543	1-5°	19,63%	0,00694	Leste	16,16%	0,01096
Construído	0,1%	0,00039	5-10°	1,10%	0,00914	Nordes	11,84%	0,00941
Pântano	0,4%	0,01627	10-15°	0,18%	0,01347	Noroeste	10,54%	0,00645
Solo exposto	0,6%	0,00443	>15°	0,07%	0,01761	Norte	6,87%	0,00943
Água	0,7%	0,00045	Total	100,00%	0,05480	Oeste	9,89%	0,00768
Arbustos baixos	6,2%	0,00945	Radiação solar			Sudeste	11,53%	0,00876
Cultivo	7,6%	0,00483	Classe	% de área	Focos/ha	Sudoeste	10,48%	0,00637
Campos	8,1%	0,00963	Baixa	0,3%	0,00672	Sul	12,91%	0,00776
Savana	36,0%	0,00654	Média	53,5%	1,397551	Total	100,00%	0,07356
Floresta Caducifolia	40,2%	0,00826	Alta	46,2%	1,035343			1
Total	100,0%	0,07391	Total	100,0%	2,43962			

Foram analisados dois modelos de risco de incêndio para a área de estudo. Os modelos consideram o cruzamento do uso do solo (com o peso de 50%) com a exposição de vertente (com o peso de 50%). A resultante recebe o peso de 67 % no cruzamento com a declividade que recebe o peso de 33%. O resultado será o mapa de risco de incêndio. A diferença entre eles são as notas atribuídas aos elementos que compõem as

variáveis preditoras de incêndios florestais. Os valores desse cruzamento foram classificados em 5 classes de risco: baixíssimo, baixo, médio, alto e altíssimo. A escolha do modelo ideal baseou-se no comportamento da distribuição dos focos de incêndio nas classes de risco tabela (5).

Espera-se que os modelos de suscetibilidade apresentem o comportamento de maiores quantidade de focos nas áreas de maior risco e reduzir gradualmente a quantidade até atingir as classes de menores riscos. Conforme mostra a figura 4 e a tabela 5, apontando essas distribuições de classe de risco para os modelos analisados.

Nicolete e Zimback (2013) apontam que os mapas de suscetibilidades podem ser obtidos a partir da sobreposição dos elementos observados que compõem análise de risco. Cada fator representa um atributo da área que condiciona algum risco para início e propagação do fogo. Santos Júnior (2016) aponta que os mesmos mapas fornecem uma análise rápida da situação de risco para tomada de decisão em relação à prevenção e combate a incêndios, como a definição das áreas de maior risco, que necessitam de maior fiscalização.

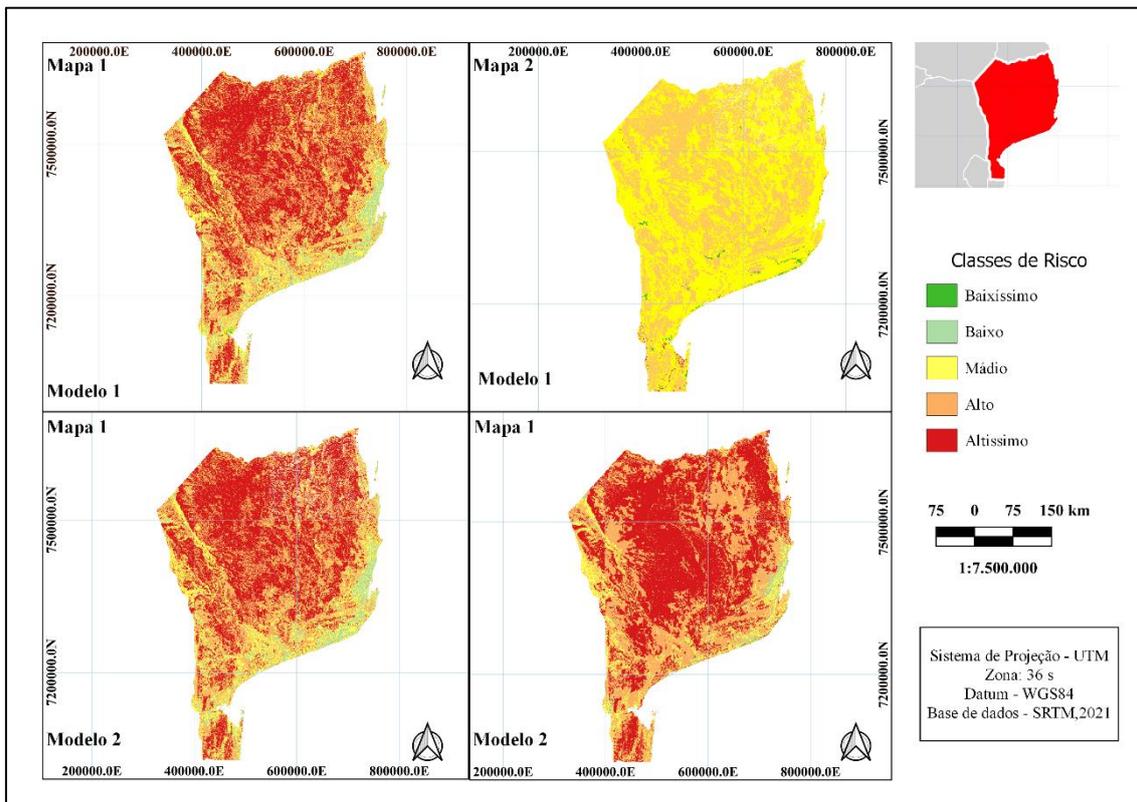
Tabela 5: classes de risco e focos por hectare

Modelo 1				Modelo 2			
Classe	Classe de risco (%)	Focos	Focos (%)	Classe	Classe de risco (%)	Focos	Focos (%)
Baixíssimo	5,40%	3731	2,97%	Baixíssimo	0,14%	78	0,06%
Baixo	40,80%	49539	39,38%	Baixo	1,70%	1567	1,24%
Médio	0,70%	280	0,22%	Médio	9,62%	10188	8,08%
Alto	10,10%	10283	8,17%	Alto	39,44%	49486	39,24%
Altíssimo	43,00%	61980	49,26%	Altíssimo	49,10%	64805	51,38%
	100,00%	125813	100,00%	Total	100%	126124	100%

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de modelagem da suscetibilidade de ocorrência de incêndios na região sul de Moçambique está representado na Figura (4). Onde, a distribuição espacial da suscetibilidade na área pesquisada resultou em cinco classes de suscetibilidade.

Figura 4: Mapas gerados a partir dos dois modelos de suscetibilidade de incêndio.



De maneira geral, observa-se que as áreas centrais da região sul, apresentaram elevada suscetibilidade à ocorrência de incêndios, sobretudo no modelo 2. As variáveis (declividade, orientação, radiação solar e uso do solo), utilizadas na composição do mapa, indicam o acesso, propagação e extensão do fogo para a ocorrência de incêndios. Isto também foi destacado por Santos Júnior *et al.* (2016), corroborado por Torres *et al.* (2014).

Soares Neto (2016) considera a declividade como um fator de propagação de incêndios, considerando áreas mais declivosas como de maior risco, pois a transferência de calor é facilitada no sentido do aclave, aumentando a velocidade da propagação. Por outro lado. Dias (2008) aponta que áreas planas, possibilitam ventos

com maior velocidade e conseqüentemente a velocidade de propagação dos incêndios. Na região sul há predomínio de áreas planas que concentram a maior porcentagem das ocorrências de incêndios florestais.

A região sul do Moçambique apresenta um predomínio de áreas relevo com baixa declividade, ficando as áreas mais declivosas a oeste da região próximo as fronteiras com Suazilândia e África do Sul. Nessas regiões declivosas (Acima de 15°) observa-se o maior número de focos por área, em contrapartida o maior quantitativo de focos está distribuído na área de relevo plano (0 a 1°), representando 80% das ocorrências observadas.

Castro Alves (2012), aponta a exposição das vertentes como um dos fatores relevantes para a propagação dos incêndios florestais, uma vez que ela está relacionada com a quantidade de insolação que uma vertente recebe. Além disso ela atua na orientação dos ventos e da umidade. Com a sazonalidade da insolação, a orientação está também relacionada ao microclima das vertentes, o que vai influenciar no tipo de vegetação que vai se estabelecer naquela região.

Torres *et al.* (2014) expõe que a orientação das vertentes influencia a secagem dos diferentes tipos de material combustível em cada vertente, nessa mesma linha de raciocínio, Soares Neto (2016), afirma que, as faces de maior risco são aquelas de maior exposição do sol, contribuindo para a redução da umidade do material combustível. A face Norte é a que oferece risco extremo de incêndio florestal, por estar mais exposta a insolação no período de estiagem.

A região sul de Moçambique apresenta maior concentração de ocorrências de casos nas vertentes expostas, ou orientadas, para leste, com 15,56% dos focos, seguidas de 13,36% a noroeste e 12,43% a sudeste, 11,02% a sul, 10,91% ao oeste, 9,16 a noroeste, 7,35% a Norte. Ainda 9,16 % em áreas planas. As faces expostas como maior concentração apresentam variação de alto e médio risco.

O uso do solo considerou as diferentes características de ocupação do espaço da região sul, considerando as formas naturais e modificadas pela ação humana.

Soares Neto (2016), aponta que o material combustível é qualquer material orgânico, vivo ou morto, no solo, sobre o solo ou acima dele capaz de entrar em ignição e queimar. Entre as características que contribuem para a propagação do fogo, o

tamanho das partículas do material combustível tem importância fundamental. Por sua vez, Schmidt *et al.* (2016), aponta que a propagação do fogo de superfície se dá devido à continuidade e ao espaçamento do material combustível sobre o solo, de modo que o fogo é conduzido pelo estrato rasteiro (gramíneas, graminóides e arbustos finos) e ramos finos e folhas sobre o solo

Segundo Torres *et al.* (2014) como Camargo *et al.* (2019), O material fino, por exigir menor temperatura de ignição e por perder rapidamente umidade, facilita o início do incêndio e acelera sua propagação. Essa situação é maximizada quando há distribuição uniforme e maior proximidade entre partículas do material combustível, acarretando a propagação do fogo em áreas de pastagens e de lotes vagos, comumente forrados por gramíneas.

Tanto Sobrinho e Júnior (2020) como PAPCQD (2007), explicam que o problema de queimadas descontroladas está relacionado com a práticas de atividades agrícolas impróprias, caça, necessidade de combustível lenhoso principalmente em grandes aglomerados populacionais, questões socioculturais, resultando na destruição da biodiversidade e dos habitats, na perda da fertilidade de solos, entre outros. Por outro lado, Silva *et al.* (2018), aponta as atividades desenvolvidas no seu entorno como a criação de gado e com o manejo da atividade a necessidade de queima das pastagens para sua renovação. Como consequência disso esta atividade tornou-se fonte de incêndios. Apontamento esse que é corroborado por Montfort *et al.* (2016), o qual demonstra que as atividades humanas em Moçambique são responsáveis pela degradação ambiental, como o desmatamento de áreas vegetadas para a produção de lenha e os incêndios florestais que atingem uma área de 30 milhões de hectares de floresta e outras terras (38%) a cada ano.

As classes de uso do solo (tabela 4) apresentaram uma concentração de ocorrências, sendo: Floresta caducifólia (44,25%), Savana (31,32%), Campos (10,32%), Arbustos (7,85%) e Cultivo (4,91%). As demais classes somadas apresentam 1,35% das ocorrências. As classes citadas apresentam riscos variando entre o alto e médio de ignição.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos a partir dos dados coletadas e a metodologia usada para alcança-los, conclui-se que:

Nenhum dos fatores isoladamente é responsável por uma maioria de incêndios na região sul de Moçambique.

Apesar de se esperar uma concentração maior de incêndios em vegetações de menor porte e até mesmo gramíneas, observou-se muitas ocorrências em vegetações de grande porte, isto é, maior quantitativo de focos está distribuído na área de relevo plano enquanto que, regiões declivosas (Acima de 15°) observa-se o maior número de focos por área.

A presença de registros em áreas úmidas demonstra uma necessidade de reavaliação da classificação das áreas de uso e cobertura do solo.

Áreas orientadas para leste, sudeste e nordeste, são as que concentram maiores de incêndio, apesar de não receberem maior incidência solar.

A inclinação do terreno na região sul não é preponderante para a probabilidade de incêndios, no entanto, destaca-se que a concentração de áreas queimadas é maior nas áreas mais declivosas da região, por outro lado essas são minoria frente as áreas mais planas.

As atividades humanas são elementos importantes nas ocorrências de incêndios florestais na região sul de Moçambique.

O modelo 2 se mostrou mais eficiente para o mapeamento de suscetibilidade de incêndios, mas os resultados podem ser melhorados com a análise de mais modelos.

REFERÊNCIAS

ABREU, Fabio de Almeida; SOUZA, Josiane do Socorro Aguiar. Dinâmica espaço-temporal de focos de calor em duas terras indígenas do Estado de Mato Grosso: uma abordagem geoespacial sobre a dinâmica do uso do fogo por Xavantes e Bororos. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2179-8087.041813>>.

BACANI, Vitor Matheus. Geoprocessing applied to risk assessment of forest fires in the municipality of Bodoquena, Mato Grosso do Sul. **Revista Árvore**, v. 40, n. 6, p.

1003-1011, 2016. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v40n6/0100-6762-rarv-40-06-1003.pdf> >

BATISTA, Antonio Carlos. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000.

BEZERRA, Denilson da Silva Bezerra et al. Análise dos Focos de Queimadas e seus impactos no Maranhão durante eventos de estiagem no período de 1988 à 2016. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/57337>

CARDIL, Adrián; DELOGU, Giuseppe Mariano; MOLINA-TERRÉN, Domingo Miguel. Fatalidades em incêndios florestais de 1945 a 2015 na Sardenha (Itália). **Cerne**, v. 23, n. 2, p. 175-184, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cerne/v23n2/2317-6342-cerne-23-02-00175>.

CAMARGO, Leandro de Souza et al. Mapeamento de Áreas Susceptíveis a Incêndios Florestais do Município de Petrópolis-RJ. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 1, p. 630-641, 2019. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/13164>

CHANG, Yu et al. Environmental controls on the characteristics of mean number of forest fires and mean forest area burned (1987–2007) in China. **Forest Ecology and Management**, v. 356, p. 13-21, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez35.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S037811271500393X?via%3Dihub>

CSIR Geoportal Enabling Geospatial data Access and Usage. **Conjunto de dados de cobertura de terra da SADC**.

Disponível em: <http://gsdi.geoportal.csir.co.za/projects/sadc-lc-metadata>.

DA SILVA, Elaine Cristina Gomes et al. MEASURING PUBLIC EXPENSES WITH WORKFORCE IN FIGHTING FOREST FIRE. **FLORESTA**, v. 50, n. 4, p. 1912-1920, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/67022>

DE MOÇAMBIQUE, Governo. PLANO DE ACÇÃO PARA A PREVENÇÃO E CONTROLO ÀS QUEIMADAS DESCONTROLADAS 2008-2018. 2007.

Disponível em:
<<https://biblioteca.isced.ac.mz/bitstream/123456789/307/1/moz151731.pdf>>

DE MORAES FALLEIRO, Rodrigo; SANTANA, Marcelo Trindade; BERNI, Cendi Ribas. As contribuições do Manejo Integrado do Fogo para o controle dos incêndios florestais nas Terras Indígenas do Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 2, p. 88-105, 2016. Disponível em:

<https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/655>

DE SOUSA MASCARENHAS, Flávio; BROWN, Irving Foster; DA SILVA, Sonaira Souza. Desmatamento e incêndios florestais transformando a realidade da Reserva Extrativista Chico Mendes. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 48, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/58826>

DIAS, Genebaldo Freire. Queimadas e incêndios florestais cenários e desafios: subsídio para a educação ambiental. **Brasília: IBAMA**, v. 2, 2009. Disponível em: <<https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/1sem2015/marco/Mar.15.03.pdf>>

1685

DOS SANTOS JÚNIOR, V. J.; PRADO, R. B.; LIMA, E. de P. Modelagem geocológica da suscetibilidade aos incêndios no Parque Estadual da Lapa Grande, Minas Gerais, Brasil. **Embrapa Solos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2020. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126202>

EMBRAPA, 2021. Disponível em: Projeto Moçambique - Embrapa Monitoramento Por Satélite

EROS, U. USGS EROS Archive—Digital Elevation—Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-non?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects>.

GRÜSS, Arnaud et al. Producing distribution maps for a spatially-explicit ecosystem model using large monitoring and environmental databases and a combination of interpolation and extrapolation. **Frontiers in Marine Science**, v. 5, p. 16, 2018.

HASENACK, H. et al. Processamento e organização de modelos digitais de elevação contínuos para os países de língua portuguesa a partir do SRTM. **Porto Alegre: Editora da UFRGS**, 2010. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>.

MACHETE, Rita Freire. Utilização de Modelos SIG-3D na Determinação da Radiação Solar Incidente nos Edifícios. Técnico Lisboa, 2016. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/RitaMachete_Dissertacao_final.pdf.

MACORREIA, Munossiua Efrema. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA MITIGAÇÃO DO FOGO FLORESTAL COM A SUA FAUNA-BRAVIA INDISCRIMINADO EM SUSSUNDENGA-MOÇAMBIQUE. **Ensino em Foco**, v. 3, n. 7, p. 72-82, 2020.

MINISTÉRIO PARA A COORDENAÇÃO E AÇÃO AMBIENTAL (MICOA), República de Moçambique. Plano de ação para prevenção e controle às queimadas descontroladas 2008 - 2018. 2007. 46 p

MISTRY, Jayalaxshmi et al. New perspectives in fire management in South American savannas: The importance of intercultural governance. **Ambio**, v. 48, n. 2, p. 172-179, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-018-1054-7>

MONTFORT, Frédérique et al. From land productivity trends to land degradation assessment in Mozambique: Effects of climate, human activities and stakeholder definitions. **Land Degradation & Development**, v. 32, n. 1, p. 49-65, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ldr.3704>.

NÓBREGA SPÍNOLA, Jackeline et al. A shared perspective on managing Amazonian sustainable-use reserves in an era of megafires. **Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 11, p. 2132-2138, 2020. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2664.13690>

NHONGO, Eufrasio Joao Sozinho. Estudo sobre incêndios florestais na Floresta de Miombo Reserva do Niassa-Moçambique, com base em dados de sensoriamento remoto. 2019.

NHONGO, Eufrásio João Sozinho et al. Probabilistic modelling of wildfire occurrence based on logistic regression, Niassa Reserve, Mozambique. **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, v. 10, n. 1, p. 1772-1792, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/19475705.2019.1615559>>.

NHONGO, Eufrásio; FONTANA, Denise; GUASSELLI, Laurindo. Spatio-temporal patterns of wildfires in the Niassa Reserve–Mozambique, using remote sensing data. **bioRxiv**, 2020. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/silvicultura2_00og7dvzi9202wx50kowitz3bo11r6z.pdf.

NICOLETE, Donizeti Aparecido Pastori; ZIMBACK, Célia Regina Lopes. Zoneamento de risco de incêndios florestais para a fazenda experimental Edgardia–Botucatu (SP), através de sistemas de informações geográficas. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 3, 2013. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/518>

POGGI, Francesca; FIRMINO, Ana; AMADO, Miguel. Clusters municipais de bioenergia: um contributo para a prevenção de incêndios florestais. **Finisterra**, v. 53, n. 108, p. 39-52, 2018. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/13717>

RIBEIRO, Natasha et al. Manual de silvicultura tropical. **Maputo: Universidade Eduardo Mondlane**, 2002.

SCHMIDT, Isabel Belloni et al. Experiências internacionais de manejo integrado do fogo em áreas protegidas–recomendações para implementação de manejo integrado de

fogo no Cerrado. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 2, p. 41-54, 2016. Disponível em: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/586>

SILVA, Amanda Avelina Carvalho et al. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra e a implementação de manejo integrado do fogo. **ForScience**, v. 6, n. 2, 2018. Disponível em: <http://www.forscience.ifmg.edu.br/forscience/index.php/forscience/article/view/404/217>

SOBRINHO, Cléber José Borges; JÚNIOR, Dernival Venâncio Ramos. As queimas e as queimadas no Tocantins: o município de maior registro da série histórica de focos de calor ativos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 378-390, 2020. Disponível em: <http://sustenere.co/index.php/rica/article/view/3671>

SORIANO, Balbina Maria Araújo; DANIEL, Omar; SANTOS, Sandra Aparecida. Eficiência de índices de risco de incêndios para o Pantanal Sul-matogrossense. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 809-816, 2015. Disponível: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1032912/1/eficienciasoriano.pdf>

TEDIM, Fantina; LEONE, Vittorio. Evitar os incêndios rurais em Portugal: a necessidade de uma visão holística do problema. In: **As dimensões e a responsabilidade social da Geografia: XI Congresso da Geografia Portuguesa: livro de atas**. 2017. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/109952>

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira et al. Mapeamento da suscetibilidade a ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Ubá-MG. **Revista Árvore**, v. 38, n. 5, p. 811-817, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v38n5/v38n5a05.pdf>.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira et al. Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.025615>.

UELE, Dionísio Inocêncio; LYRA, Gustavo Bastos; OLIVEIRA JÚNIOR, José Francisco de. Variabilidade Espacial e Intranual das Chuvas na Região Sul de

Moçambique, África Austral. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 3, p. 473-484, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863230013>.

VALERIANO, M. M. Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. INPE: São José dos Campos, 2008. (INPE-15318-RPQ/818).

World Food Programme (WFP). Moçambique: Análise do clima. Disponível em: https://fscluster.org/sites/default/files/documents/mozclimateanalysisl_pt.pdf.