



UFSM

ENFLO

Revista Ecologia e Nutrição Florestal / *Ecology and Forest Nutrition*
www.periodicos.ufsm.br/enflo



ISSN 2316-980X

ACESSO ABERTO

Enflo, Santa Maria, v. 11, e03. 2023 • <https://doi.org/10.5902/2316980X70760>

Submissão: 21/06/2022 • Aprovação: 15/03/2023 • Publicação: 08/05/2023

Artigos

Análise do risco de incêndios florestais e manejo de fogo na comunidade do Posto Administrativo de Bilibiza, em Moçambique

Analysis of fire risk and fire management in the Bilibiza Administrative Post, Mozambique

Dalmildo Agostinho Máquina^I , Ivan Abdul Daude^{II} ,
Adérito da Silva Jeremias^{III} , Caetano Miguel Lemos Serrote^{IV} , Adélio Zeca
Mussalama^{IV} 

^IInstituto Agrário de Bilibiza, Moçambique

^{II}Direção Provincial de Desenvolvimento Territorial e Ambiente da Zambézia, Departamento de Floresta e Fauna Bravia, Moçambique

^{III}Direção Provincial de Agricultura e Desenvolvimento Rural de Niassa, Departamento de Agricultura e Silvicultura, Moçambique

^{IV}Universidade Lúrio, Faculdade de Ciências Agrárias, Moçambique

RESUMO

Os incêndios florestais contribuem para a degradação de florestas. Por isso, é fundamental conhecer os fatores que favorecem sua ocorrência e mapear as áreas suscetíveis para permitir o desenvolvimento de programas específicos para o manejo do fogo. No presente estudo recorreu-se aos Sistemas de Informação Geográfica para analisar o risco de ocorrência de incêndios no Posto Administrativo de Bilibiza, província de Cabo Delgado, Moçambique, com vista a permitir seu manejo. Foram produzidos mapas de risco em função de variáveis que afetam a ocorrência e propagação do fogo, pelo método de Processo de Análise Hierárquica (AHP). Foram também inqueridos 80 agregados familiares de três localidades. A maior parte da área (78%) apresenta risco moderado de incêndio, 13% apresenta risco alto e 9% apresenta risco baixo. As práticas que influenciam na frequência da ocorrência de incêndios são: caça (85%), agricultura (82%) e produção de carvão vegetal (47%). Cerca de 84% da comunidade não



tem conhecimento nem informação da lei nacional referente a uso de fogo. Campanhas de sensibilização devem ser promovidas para reduzir a ocorrência de incêndios no Posto Administrativo de Bilibiza.

Palavras-chave: Degradação florestal; Queimadas descontroladas; Mapeamento de incêndio

ABSTRACT

Forest fires contribute to forests degradation. For this reason, it is essential to know the factors that favour its occurrence and map susceptible areas to allow the development of specific programs for fire management. In this study, we used Geographic Information Systems to analyze the risk of fire occurrence in the Administrative Post of Bilibiza, in Cabo Delgado province, Mozambique, in order to allow its management. Risk maps were produced based on variables that affect fire occurrence and spread through the Hierarchical Analysis Process method. Eighty households from three localities were also surveyed. Most of the area (78%) has a moderate risk of fire, 13% has high risk and 9% has low risk. Practices that influence fire frequency are hunting (85%), agriculture 82% and charcoal production (47%). About 84% of the community has neither knowledge nor information about national law regarding fire management. Awareness campaigns should be promoted to reduce fire occurrences in the Administrative Post of Bilibiza.

Keywords: Forest degradation; Uncontrolled Fire; Fire mapping

1 INTRODUÇÃO

Moçambique possui um amplo potencial de recursos florestais. As florestas de Miombo constituem dois terços da cobertura florestal moçambicana. Trata-se do tipo de floresta mais comum na região Austral da África, caracterizado pela predominância dos gêneros botânicos *Brachystegia*, *Julbernardia* e *Isoberlina*. As florestas de Miombo são sazonalmente caducifólias, concentrando 95% da precipitação anual entre os meses de outubro a abril. Os solos da área em estudo apresentam baixa fertilidade natural, com baixo teor de carbono. Este tipo de floresta sustenta a maioria das pessoas que vivem em áreas rurais e urbanas, no qual o modo de vida depende dos serviços e bens das florestas. Entretanto, o fogo integra estes ecossistemas ocorrendo com frequência regular na estação seca, sendo um dos fatores chaves na dinâmica da regeneração, desenvolvimento e distribuição espacial de inúmeras espécies de fauna e flora (CAMPBELL, 1996; NANVONAMUQUITXO *et al.*, 2016).

Muitos destes incêndios acabam se tornando incontrolláveis devido às proporções que atingem, outras vezes por desconhecimento das melhores práticas de controle. A situação enfrentada no Posto Administrativo de Bilibiza (PAB) referente aos incêndios florestais é preocupante, pois estes incidentes contribuem para a destruição de grandes áreas de florestas como, por exemplo, fragmentação das mesmas, redução da diversidade vegetal e animal, alteração das propriedades do solo. Observam-se também impactos sociais e econômicos para o Parque Nacional das Quirimbas cujos gestores investem elevados valores monetários para a proteção da área.

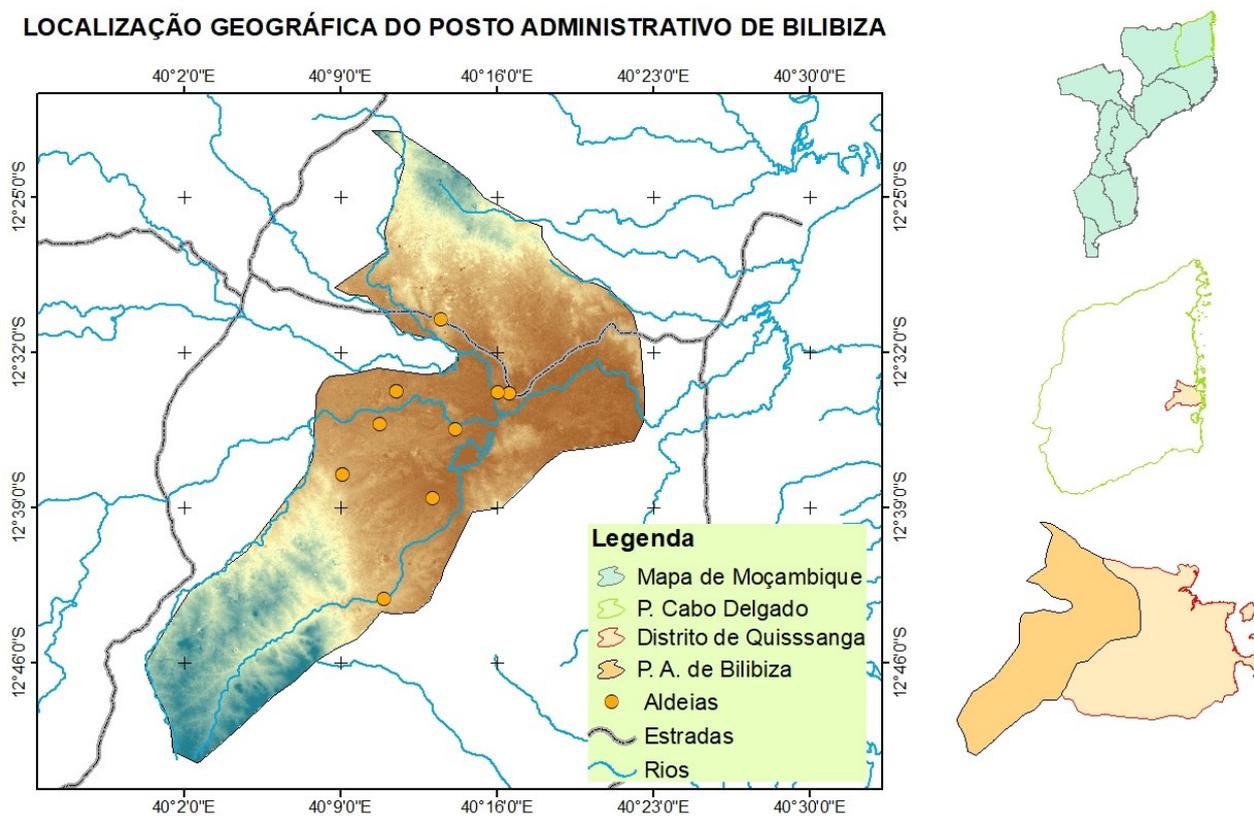
Neste contexto, a gestão e avaliação do risco de incêndio é fundamental para a prevenção de incêndios, pois permite organizar da melhor forma a gestão de meios e medidas de combate (DIMUCCIO *et al.*, 2011). De acordo com Soares e Batista (2007), em um plano de prevenção e combate de incêndios é fundamental o conhecimento dos índices de perigo e de risco de ocorrência de incêndios florestais. A maior parte das ocorrências de incêndios florestais no PAB está relacionada a causas antrópicas, mas desconhece-se a motivação dessas causas. Por esta razão o trabalho tem como objetivo analisar o risco de ocorrência de incêndios florestais e identificar os fatores associados a esses incêndios no Posto Administrativo de Bilibiza com vistas a recomendar alternativas efetivas para seu manejo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Posto Administrativo de Bilibiza, localizado no distrito de Quissanga, província de Cabo Delgado, em Moçambique (Figura 1). A primeira fase do estudo consistiu na produção do mapa do risco de incêndio com base na metodologia descrita por Julião *et al.* (2009). As variáveis usadas foram: elementos climáticos (precipitação), condições topográficas (altitude, declividade e orientação das encostas) e uso e cobertura do solo.

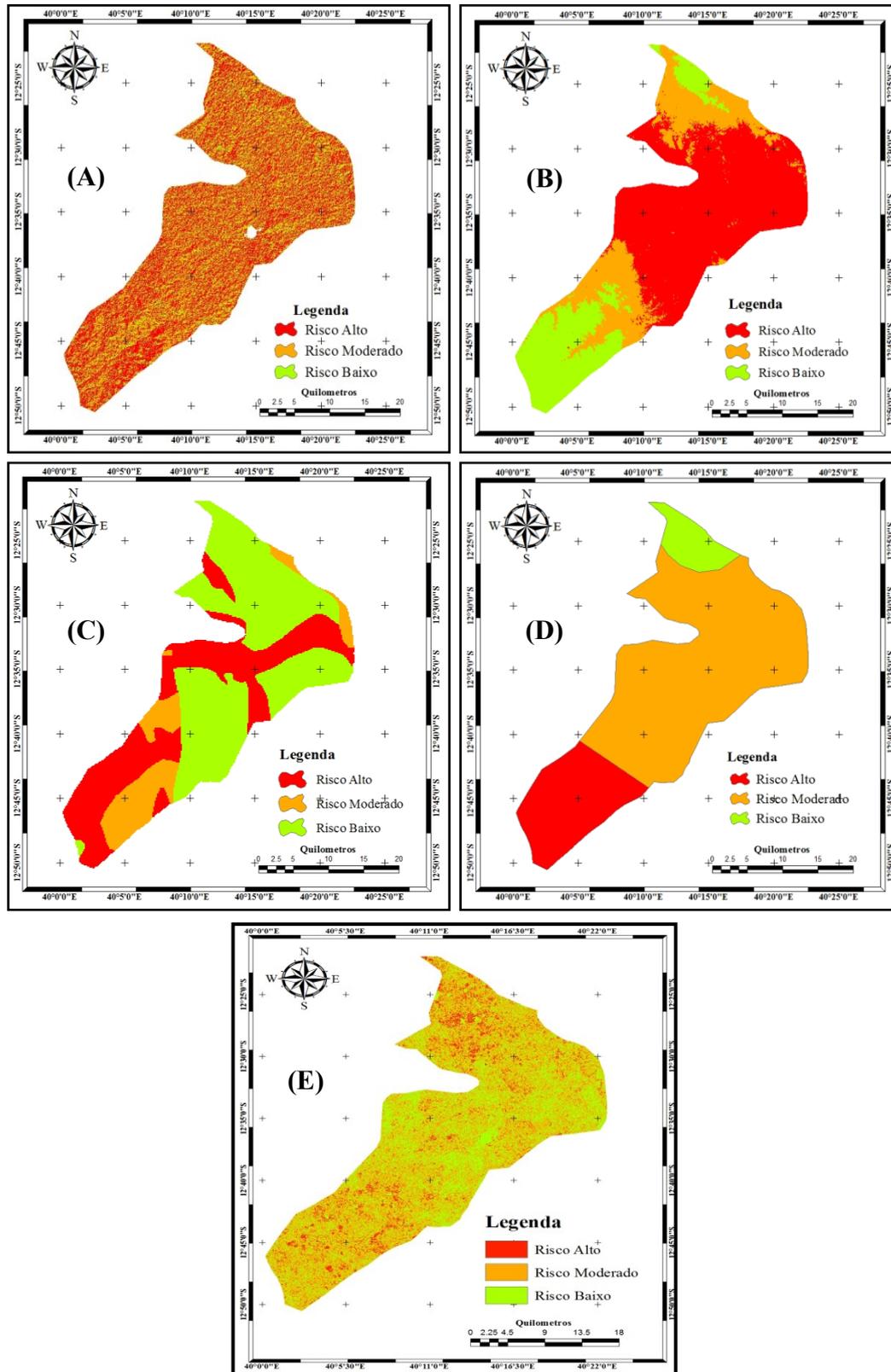
Os dados do Modelo Digital de Elevação (MDE), de uso de solo e precipitação foram obtidos nos Serviços Provinciais de Geografia e Cadastro das províncias de Cabo Delgado e Niassa, elaborados pelo Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção (CENACARTA). Os parâmetros topográficos (altitude, declividade e orientação das encostas) foram derivados do Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido através da modelagem dos dados do *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER). Foram criados planos de informações reclassificados de acordo com o risco de ocorrência de incêndios pelo *Software ArcGIS 10.3.1* (ESRI, 2015) referentes ao uso e cobertura do solo, altitude, declividade, orientação das encostas e precipitação (Figura 2).

Figura 1 - Localização geográfica do Posto Administrativo de Bilibiza, Moçambique.



Fonte: Autores (2023)

Figura 2 - Mapas de risco de incêndio em função de diversas variáveis. A: Altitude; B: Orientação de encostas; C: Uso e cobertura do solo; D: Precipitação; E: Declividade.



Fonte: Autores (2023).

Para tal foi usado o Método de Processo de Análise Hierárquica (AHP), proposto por Saaty (2008), criando-se uma matriz de comparação par a par das variáveis e permitindo que cada uma tivesse seu peso correspondente. A partir do momento em que os mapas temáticos das variáveis estavam padronizados e prontos, foram classificados mediante o grau de importância que um exerce sobre o outro. Foram geradas as matrizes de comparação entre pares das variáveis selecionadas para o estudo e sua análise em relação pesos das variáveis e ao grau de consistência (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação par a par e pesos atribuídos às variáveis.

Var	Dec	Ori	Uso	Prec	Alt	Peso
<i>Dec</i>	0,083	0,36	0,091	0,04	0,14	14%
<i>Ori</i>	0,083	0,12	0,152	0,16	0,14	13%
<i>Uso</i>	0,416	0,36	0,455	0,48	0,43	43%
<i>Prec</i>	0,333	0,04	0,152	0,16	0,14	17%
<i>Alt</i>	0,083	0,12	0,152	0,16	0,14	13%
Total	1	1	1	1	1	100%

Legenda: Var: Variáveis; Uso: Uso e Ocupação de Solo; Ori: Encostas; Dec: Declividade; Alt: Altitude; Prec: precipitação

Por meio da técnica AHP foram gerados pesos para cada variável e a razão de consistência obtida foi de 0,04, que se enquadra no referencial sugerido pela literatura (SAATY, 2008). O mapa de risco de incêndios foi gerado combinando as variáveis e integrados por meio de uma soma ponderada do comando *Wighted Sum*, no ArcGIS, com o uso da Equação 1 (Eq.1):

$$RIF = 0,14 * D + 0,17 * P + 0,43 * UOS + 0,13 * EV + 0,13 * A \quad (\text{Eq.1})$$

Onde:

RIF: Risco de Incêndios

D: Coeficiente de risco segundo Declividade

P: Coeficiente de risco segundo Precipitação

EV: Coeficiente de risco segundo Exposição de Encostas

UOS: Coeficiente de risco segundo Uso e Ocupação de Solo

A: Coeficiente de risco segundo Altitude

Na Segunda fase do estudo recorreu-se ao inquérito, tendo-se inquirido 80 agregados familiares de três Localidades (34 em PAB-Sede; 28 em Tororo; e 18 em Ntapuate) selecionados aleatoriamente sobre o uso do fogo na prevenção e controle dos incêndios. Os dados foram processados no programa *Statistical Package Science Social* (SPSS) versão 11.0 para analisar as atividades que mais contribuem para a ocorrência dos incêndios florestais no PAB.

3 RESULTADOS

3.1 Áreas suscetíveis à ocorrência de incêndios

Da análise realizada, 9% da área (74,3 km²) foi incluída no grau de risco baixo, 78% (669,9 km²) no moderado e 13% (111,4 km²) no alto. Foi obtida uma taxa de consistência de 0,04, revelando-se bem sucedida para a atribuição de pesos para as variáveis.

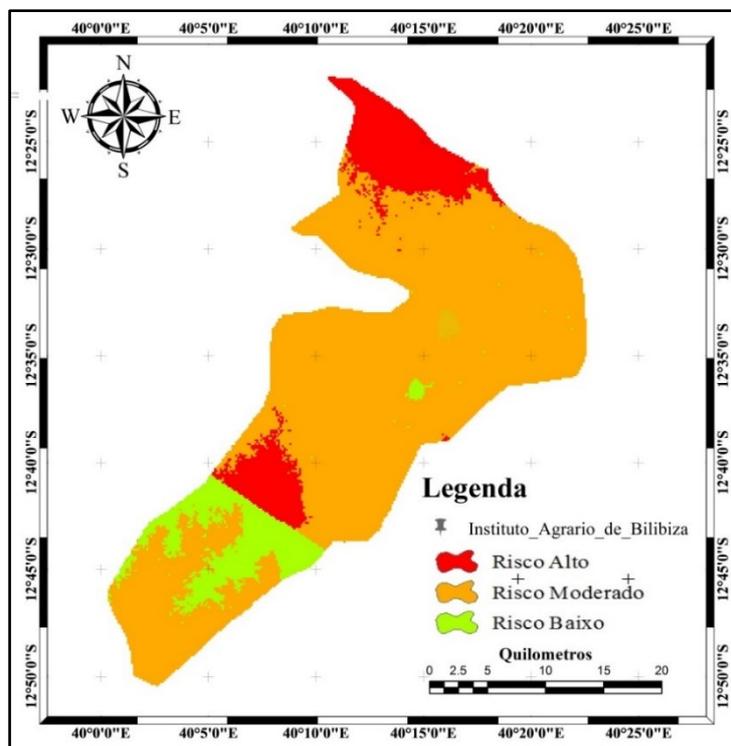
Com base na metodologia AHP, as variáveis uso e cobertura de solo (43%), declividade (14%), altitude (13%), orientação das encostas (13%) e precipitação (13%) permitiram obter o mapa de suscetibilidade a ocorrência de incêndio, que variou de 0 a 4,2. O valor zero está associado a menor risco e o valor 4,2 a maior risco. O mapa resultante foi dividido em três faixas de risco de incêndio, classificadas em: baixo (0 a 2,2), médio (2,2 a 3,6) e alto (3,6 a 4,2). Assim, as zonas

Leste, Centro, Oeste e Sul da área apresentam risco moderado de incêndio e as zonas Norte e Sudoeste apresentam risco alto.

Quanto à orientação das encostas, a maior porção da área está voltada para norte, ocasionando risco alto nessa direção que recebe energia solar no período mais quente do dia e acelerando a secagem do material combustível. Quanto à altitude, a área concentra, em sua maioria, risco alto devido à baixa altitude, com consequente temperatura elevada e baixa umidade relativa do ar fazendo com que o material combustível seque mais facilmente.

Em relação à precipitação, o risco de ocorrência de incêndio foi baixo, pois, esse fator mantém o material combustível permanentemente úmido, dificultando a ignição e a propagação do fogo. As áreas de risco baixo de incêndio (Figura 3) coincidem com aquelas com elevada precipitação e com vários cursos de água.

Figura 3 - Mapa de risco de incêndios no Posto Administrativo de Bilibiza.



Fonte: Autores (2023).

3.2 Práticas locais que influenciam na ocorrência de incêndios

Com base nas entrevistas, a agricultura e a caça são as atividades mais praticadas na área, representando 46% e 26%, respectivamente. Completam a lista de atividades a produção de carvão e o afugentamento de animais silvestres, com 16% e 11%, respectivamente.

Entre os praticantes da agricultura, apenas 30% usam o fogo para abertura dos campos, em direção a favor do vento, sendo que 52% ignoram a abertura de aceiros. Esse fato contribui para o aumento na ocorrência de incêndios, considerando a importância dos aceiros na prevenção de incêndios florestais. Entre os produtores de carvão, 47% constroem seus fornos no local mais próximo possível da área de abate de árvores sem tomar em consideração os riscos da atividade para ocorrência de incêndios.

Concernente ao procedimento adotado pelas famílias do PAB previamente à realização da queima, 55% dos entrevistados afirmaram não seguir nenhum procedimento para a realização da queima do material combustível nos seus campos, 16% fazem aceiros, 18% observam as condições meteorológicas e 11% avisam ao secretário do bairro.

Dentre os agregados inqueridos, 84% não tem conhecimento da legislação acerca do uso do fogo vigente no país.

4 DISCUSSÃO

4.1 Áreas suscetíveis à ocorrência de incêndios

A relação de consistência é calculada para determinar se a avaliação foi bem-sucedida ou não, sendo que, quando inferior a 0,1 indica boa consistência e quando superior a 0,1, indica inconsistência na comparação de pares e que deve ser reavaliado. Juvanhol *et al.* (2015) obtiveram valores semelhantes (maior peso) para o uso e

cobertura do solo, tendo sido a variável que mais influenciou o grau de risco por representar o combustível a ser consumido, considerando que sem combustível não há fogo.

O risco de incêndio na área estudada está relacionado à existência de vários tipos de uso e cobertura de solo, baixas altitudes e precipitação, declives acentuados e encostas que, em sua maioria, dirigirem-se para a direção norte que acentua o risco, conforme constatado também no estudo realizado por Nhongo (2018).

A cobertura florestal do solo foi a principal variável responsável pela ocorrência de incêndios na área estudada. O efeito da cobertura vegetal foi observado no estudo de Batista (2000) em que áreas mais afetadas por incêndios florestais eram aquelas com maior cobertura florestal. Entretanto, Juvanhol *et al.* (2015) referem que mesmo que um tipo de vegetação tenha risco baixo, a possibilidade de um incêndio florestal ocorrer pode ser alta devido aos demais fatores combinados.

A declividade foi constatada como fator determinante para ocorrência de incêndios florestais (NUNES *et al.*, 2015). Os declives mais acentuados aceleram a propagação do fogo pela aproximação dos combustíveis às chamas, dificultando assim o trabalho de combate pelos brigadistas (MORENO *et al.*, 2014). No presente estudo, a declividade teve baixa contribuição para a ocorrência de incêndios, considerando que a região norte do país concentra os menores declives (99,65%) correspondentes a 2813,376 km² da área total.

A altitude também representa uma variável ambiental que influencia o risco de incêndio devido a sua relação com a temperatura e a umidade relativa do ar. Baixas altitudes possuem condições edafoclimáticas que favorecem a produção de biomassa e condições climáticas como temperaturas elevadas e baixa umidade do ar, criando um ambiente propenso para a propagação das queimadas (RIBEIRO *et al.*, 2008).

Em relação à precipitação, há baixo risco de ocorrência de incêndio, pois segundo Brandão e Miranda (2012), durante os períodos de estiagem o ar torna-se mais rarefeito e a vegetação passa a constituir material combustível. Joaquim (2015) identificou o período de agosto a outubro como o de maior ocorrência de queimadas em Moçambique, que corresponde ao período seco tardio, com precipitação escassa e umidade baixa que aceleram a secagem da biomassa e aumentam o poder calorífico do combustível lenhoso.

4.2 Práticas locais que influenciam na ocorrência de incêndios

Em Moçambique as queimadas ocorrem anualmente na época seca, e as principais razões incluem a queima para abertura de campos agrícolas, a caça, coleta de mel, fabricação de carvão vegetal, renovação de áreas de pastagens e afugentamento de animais bravios das zonas residenciais rurais (NHONGO, 2018).

De acordo com Mbanze *et al.* (2013), 90% de ocorrências de incêndios são resultados das atividades humanas, relacionadas às causas antrópicas, sendo os incendiários e as queimas para limpeza da terra para agricultura as principais causas. Uma das questões centrais dos esforços nacionais e internacionais para desenvolver estratégias de mitigação para incêndios florestais é como abordar as causas humanas de incêndio, ou seja, alterando o comportamento humano (JURVÉLIUS, 2004).

Grande parte dos agregados inquiridos não tem conhecimento da legislação acerca do uso do fogo vigorante no país, o que influencia na frequência de incêndios florestais no PAB. Assim, são necessárias campanhas de sensibilização e educação ambiental para reduzir a ocorrência de incêndios Posto Administrativo de Bilibiza, além da promoção de alternativas ao uso do fogo.

5 CONCLUSÕES

As variáveis selecionadas foram eficientes para a elaboração do mapa de risco de incêndios florestais. A maior parte do Posto Administrativo de Bilibiza possui risco moderado de ocorrência de incêndio, sendo a caça, a agricultura e a produção de carvão vegetal as principais causas.

Campanhas de sensibilização devem ser promovidas para reduzir a ocorrência de incêndios. Os mapas de risco de Incêndios devem ser atualizados periodicamente, pois as condições ambientais estão em constante mudança o que pode alterar as condições de risco com o passar do tempo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Serviços Provinciais de Geografia e Cadastro de Niassa e Cabo Delgado por todo apoio concedido para a execução deste estudo, e aos alunos do curso de Florestas e Fauna Bravia do Instituto Agrário de Bilibiza pela colaboração prestada na realização dos inquéritos.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. *Floresta*, v. 30, n. 1/2, p: 45-54, 2000.

BRANDÃO, C. B.; MIRANDA, R. A. Relações entre elementos climáticos e geográficos nas ocorrências de incêndio florestal no Parque Estadual da Pedra Branca-RJ. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 10, n. 8, p: 171-184, 2012. <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/30597/19781>

CAMPBELL, B. *The Miombo in transition: Woodlands and welfare in Africa*. Bogor: Center for International Forestry Research (CIFOR), 1996. 267p.

DIMUCCIO, L.A. Regional forest-fire susceptibility analysis in central Portugal using a probabilistic ratings procedure and artificial neural network weights assignment. *International Journal of Wildland Fire*. v. 20, n. 6, 2011. <https://www.publish.csiro.au/WF/WF09083>

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. ArcGIS Desktop: Release 10.3.1 Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2015.

JOAQUIM, D. M. Influência dos elementos climáticos na ocorrência de queimadas no Posto Administrativo de Catandica. 2015, 62p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) - Universidade Eduardo Mondlane. 2015.

JULIÃO, R. P. et al. Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de base Municipal. Lisboa: Autoridade Nacional e Proteção Civil/Direção Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano/Instituto Geográfico Português, 2009. 93p.

JURVÉLIUS, M. La Gestión comunitaria de los incendios en África meridional. *Unasyva*, v. 55, n. 217, p: 12-14, 2004.

JUVANHOL, R. S.; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R. Modelagem de risco de incêndios em florestas naturais com o uso de geotecnologias. In: DOS SANTOS et al. (Org.). *Geotecnologias & análise ambiental: aplicações práticas*. 1ª Edição. Alegre, ES: CAUFES, 2015, p: 160-172.

MBANZE, A. A. et al. Assessment of causes that contribute to the occurrence of plantations forests fires in Niassa Province, North of Mozambique. *African Journal of Agricultural Research*, v. 8, n. 45, p: 5684-5691, 2013.

MORENO, A. et al. Interactive fire spread simulations with extinguishment support for Virtual Reality training tools. *Fire Safety Journal*, v. 64, p: 48-60, 2014. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379711214000162>

NANVONAMUQUITXO, S. J. A.; MACUEIA, F. B. E. D.; CARAVELA, M. I. Estrutura e diversidade de uma floresta de miombo em Taratibu, norte de Moçambique. *Nativa*, v. 7, n. 6, p: 778-783, 2019. <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/7198>

NHONGO, E. J. S. Estudo sobre incêndios florestais na floresta de Miombo Reserva do Niassa-Moçambique, com base em dados de sensoriamento remoto. 2018. 117p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2018.

NUNES, M. T. O. et al. Variáveis condicionantes na susceptibilidade de incêndios florestais no Parque Nacional do Itatiaia. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, v. 38, n. 1, p: 54-62, 2015.

RIBEIRO, L. et al. Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR). *Floresta*, v. 38, n. 3, p: 561-572, 2008.
<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/12430/8546>.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, v. 1, n. 1, p: 83-98, 2008.
<https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=17590>

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007. 250p.

Contribuição dos autores

1 - Dalmildo Agostinho Máquina

Eng. Florestal. Instituto Agrário de Bilibiza, Moçambique

<https://orcid.org/0000-0001-5462-2225> • dalmildomaquina@gmail.com

Contribuição: conceituação, redação, curadoria de dados, análise formal, metodologia, revisão.

2 - Ivan Abdul Daude

Eng. Florestal. Direção Provincial de Desenvolvimento Territorial e Ambiente da Zambézia, Departamento de Floresta e Fauna Bravia, Moçambique

<https://orcid.org/0009-0007-6761-1366> • abdaude.ivan@gmail.com

Contribuição: redação; curadoria de dados, análise formal, metodologia.

3- Adérito da Silva Jeremias

Eng. Florestal. Direção Provincial de Agricultura e Desenvolvimento Rural de Niassa, Departamento de Agricultura e Silvicultura, Moçambique

<https://orcid.org/0000-0001-9517-2160> • dasilva.aderito28@gmail.com

Contribuição: conceituação, análise formal, revisão.

4 - Caetano Miguel Lemos Serrote

PhD. em Engenharia Florestal. Universidade Lúrio, Faculdade de Ciências Agrárias, Moçambique

<https://orcid.org/0000-0002-0275-2201> • serrotec@yahoo.com.br

Contribuição: supervisão, curadoria de dados, metodologia, revisão.

5 - Adélio Zeca Mussalama

Universidade Lúrio, Faculdade de Ciências Agrárias, Moçambique

<https://orcid.org/0000-0002-7650-4139> • adeliomussalama@yahoo.com.br

Contribuição: supervisão, redação, metodologia, revisão.

Como citar este artigo

Máquina, D.A. *et al.* Análise do risco de incêndios florestais e manejo de fogo na comunidade do Posto Administrativo de Bilibiza, em Moçambique. *Revista Ecologia e Nutrição Florestal, Santa Maria*, v. 11, e03, 2023. DOI 10.5902/2316980X70760. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2316980X70760>.