

PREVENÇÃO DE QUEIMADAS NO ESTADO DO PARÁ: UMA ESTRATÉGIA UTILIZANDO O MODELO DE RISCO DA PLATAFORMA PREVISIA

Alexandra M. Alves¹, Carlos M. Souza Jr.¹, Stefany C. P. Costa¹

¹ Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), Belém, Pará, Brazil - (alexandra, souzajr, stefany.pinheiro)@amazon.org.br

RESUMO

O estudo avalia o uso do mapa de risco de desmatamento da plataforma PrevisIA, em integração com o Cadastro Ambiental Rural (CAR), para verificar a relação de propriedades rurais do Pará à ocorrência de queimadas. Com dados de 2021 a 2024, as áreas classificadas como “Alto” e “Muito Alto” risco de desmatamento abrangeram 10% das propriedades. Essas propriedades rurais concentraram 59% das cicatrizes de queimadas registradas pelo sistema DETER. Os resultados indicam que a alocação direcionada de recursos e ações de monitoramento nessas áreas de alto risco de desmatamento podem ser uma estratégia eficaz para prevenir incêndios florestais e reduzir os danos ambientais e socioeconômicos causados pela degradação por fogo.

Palavras-chave — Cicatrizes de queimadas, Cadastro Ambiental Rural, Inteligência artificial, Risco de desmatamento.

ABSTRACT

The study evaluates the use of the deforestation risk map from the PrevisIA platform, integrated with the Rural Environmental Registry (CAR), to verify the relationship between rural properties in Pará and the occurrence of fires. With data from 2021 to 2024, the areas classified as “High” and “Very High” risk of deforestation covered 10% of the properties. These rural properties concentrated 59% of the burn scars recorded by the DETER system. The results indicate that the targeted allocation of resources and monitoring actions in these high-risk deforestation areas can be an effective strategy for preventing forest fires and reducing the environmental and socio-economic damage caused by fire degradation.

Keywords — Burn scars, Rural Environmental Registry, Artificial intelligence, Deforestation risk.

1. INTRODUÇÃO

O Pará foi o estado mais afetado com a degradação florestal causada pelo fogo nos últimos quatro anos, concentrando 33% do total das cicatrizes de queimadas detectadas na Amazônia Legal^[1]. O fogo é frequentemente utilizado para converter florestas primárias em áreas de

pastagens e cultivo agrícola na Amazônia. Seu uso é intensificado em áreas próximas a zonas agrícolas e propriedades privadas com alta densidade de gado, que usam o fogo como uma ferramenta de manejo para desmatamento e expansão agropecuária.

Os incêndios florestais se agravam por conta das condições climáticas secas da região, que facilitam a propagação do fogo para remanescentes de vegetação nativa. Aproximadamente 55% das áreas queimadas na Amazônia estão em propriedades privadas, destacando o papel do fogo na dinâmica regional de uso e ocupação do solo^[2]. A ação contínua de queimadas, que consiste no uso controlado do fogo com um objetivo específico, e de incêndios florestais, caracterizados pela propagação descontrolada do fogo em florestas^[3], ocasiona o aumento do desmatamento e, como consequência, agrava a qualidade do ar e a saúde da população^[4].

Para mitigar o avanço das queimadas, em 2024 o Governo do Pará lançou o Plano Estadual de Ações de Combate à Estiagem, Queimadas e Incêndios Florestais, que visa identificar áreas de risco e propor ações preventivas e de recuperação das áreas afetadas^[5]. Devido à vasta extensão territorial do estado, controlar ou impedir o surgimento de novos focos de queimadas no Pará é um enorme desafio. Visando identificar áreas estratégicas para ações preventivas de desmatamento, o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) criou em 2021 o modelo de previsão de risco de desmatamento na Amazônia Legal (PrevisIA). A PrevisIA classifica o risco de desmatamento em cinco categorias: Muito Alto, Alto, Moderado, Baixo e Muito Baixo, em escala de 1 km^[6]. O modelo também apresenta potencial para avaliar áreas de restauração florestal e identificar regiões vulneráveis a queimadas^[7].

O modelo de risco de desmatamento da PrevisIA utiliza dados sobre o histórico de desmatamento, topografia, corpos d'água, distância de áreas protegidas, barreiras naturais, cobertura da terra e dados socioeconômicos^[8]. O modelo também utiliza um algoritmo de Inteligência Artificial (IA) que identifica anualmente o surgimento de estradas não oficiais na Amazônia^[9], consideradas uma das variáveis mais preditivas do modelo PrevisIA, com 95% do desmatamento acumulado na Amazônia ocorrendo a até 5,5 km das estradas^[10], e 90% das queimadas anuais ocorrendo a até 4 km delas^[11].

A fim de apoiar a implementação do Código Florestal Brasileiro com a formação de uma base de dados nacional com informações ambientais das propriedades rurais, o

governo brasileiro criou o Cadastro Ambiental Rural (CAR)^[12]. O seu sistema requer que propriedades rurais apresentem um documento eletrônico autodeclaratório com informações sobre seus limites e cobertura do solo^[13]. A integração do modelo de risco de desmatamento da PrevisIA com os dados do CAR tem sido útil para identificar o nível de risco de desmatamento em propriedades rurais.

Neste estudo, avaliamos a relação entre o modelo de risco de desmatamento da PrevisIA e a incidência de cicatrizes de queimadas em propriedades rurais no estado do Pará, registradas no CAR, no período de 2021 a 2024. O objetivo do estudo é avaliar o potencial do mapa de risco de desmatamento para identificar propriedades rurais com maior risco a queimadas. Para isso, combinamos os dados da PrevisIA com as cicatrizes de queimadas do DETER, que indicam áreas de florestas primárias atingidas pelo fogo^[14], na escala das propriedades rurais registradas no CAR.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estado do Pará possui uma área de 1.245.870,7 km², o que o torna o segundo maior estado do Brasil^[15]. O seu território é subdividido em seis mesorregiões: Baixo Amazonas, Marajó, Metropolitana de Belém, Nordeste Paraense, Sudeste Paraense e Sudoeste Paraense. Essa subdivisão foi criada tendo como base três critérios: o processo social, o quadro natural e a rede de comunicação e de lugares. Um dos objetivos dessa divisão é a criação de políticas públicas que atendam e se adaptem às realidades locais^[16].

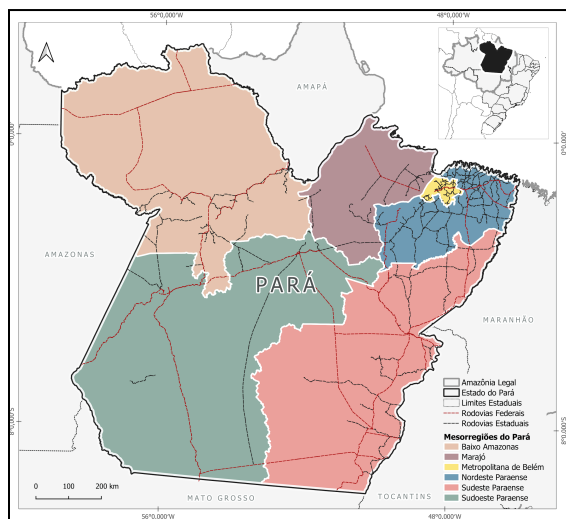


Figura 1. O estado do Pará e suas mesorregiões.

2.2 Base de dados

Utilizamos diversos dados para conduzir este estudo. Primeiro, a delimitação territorial do estado do Pará^[17] foi utilizada para extrair os polígonos de Cicatrizes de Queimadas, detectadas pelo Sistema de Detecção de

Desmatamento em Tempo Real^[18], para os anos de 2021 a 2024 e mapas da PrevisIA^[19] para o mesmo período. Por fim, obtivemos o banco de dados do CAR para o Pará, disponível em setembro de 2024^[20].

A delimitação anual dos dados da PrevisIA e das cicatrizes de queimadas do DETER foi feita com base no calendário de desmatamento que vai de agosto de um ano até julho do ano seguinte, para se adequar ao calendário de monitoramento do Prodes, utilizado no modelo da PrevisIA.

Todas as análises espaciais foram conduzidas no QGIS versão 3.34.10^[21] e são apresentadas abaixo.

2.3 Classificação do CAR com base nos dados da PrevisIA

Combinamos as classes de risco de desmatamento da PrevisIA com os dados do CAR. Em seguida, estimamos o risco de desmatamento para cada propriedade registrada no CAR para o período de 2021 a 2024. Como os dados da PrevisIA possuem uma resolução espacial de 1 km e o risco de desmatamento é classificado em cinco classes de risco: Muito Alto, Alto, Moderado, Baixo e Muito Baixo; atribuímos à classe de risco mais alta que se sobrepõe à propriedade. Os dados da PrevisIA avaliam o risco apenas para florestas primárias remanescentes nos limites das propriedades. Áreas desmatadas em anos anteriores e regiões sem cobertura florestal são mascaradas e, portanto, excluídas da análise de risco.

2.4 Localização das cicatrizes de queimadas nos CARs classificados

Nesta etapa, combinamos os dados de cicatrizes de queimadas do DETER com as classes de risco de desmatamento atribuídas às propriedades rurais. Essa análise permitiu avaliar se há relação entre as áreas de ocorrência de queimadas e o risco de desmatamento nas propriedades rurais.

3. RESULTADOS

Entre 2021 e 2024, em média, 10% das propriedades rurais registradas no CAR no estado do Pará foram classificadas com os níveis de risco “Muito Alto” e “Alto”. Essas propriedades concentraram 59% das áreas de cicatrizes de queimadas (Figura 2). Em 2024, o número de CARs classificados como “Muito Alto” risco de desmatamento caiu 64% em relação a 2023. Apesar dessa redução, a concentração de cicatrizes de queimadas nessas áreas cresceu, passando de 55 km² em 2023 para 1.964 km² em 2024, um aumento de 3.444%. A classe de risco de desmatamento “Alto” também mostrou um crescimento progressivo, com um aumento na área de cicatriz de queimada de 79% em relação ao ano anterior, mesmo com uma redução de 29% no número de CARs nesta classe (Tabela 1).

Classes de Risco	2021		2022		2023		2024	
	N.º CAR	CQ (km²)	N.º CAR	CQ (km²)	N.º CAR	CQ (km²)	N.º CAR	CQ (km²)
Muito alto	527	131	7.734	149	1.077	55	393	1.964
Alto	31.908	1.157	43.833	141	25.844	917	18.361	1.637
Moderado	67.622	809	72.142	50	67.289	767	59.888	1.289
Baixo	88.003	391	89.898	27	93.603	734	93.374	242
Muito baixo	105.140	52	85.638	6	91.694	4	107.484	79
Sem risco	41.273	0	35.228	0	54.966	0	54.973	5
Total	334.473	2.541	334.473	373	334.473	2.477	334.473	5.217

Tabela 1. Número de CAR por classe de risco de desmatamento e área das cicatrizes de queimadas (CQ) detectadas nas propriedades.

As classes de risco de desmatamento “Moderado” e “Baixo” mostraram variações na área de cicatrizes ao longo dos anos, mas não apresentaram um padrão de relação com as classes de maior risco (Tabela 1). Em média, 84% das cicatrizes de queimadas se concentraram nas classes “Muito Alta”, “Alta” e “Moderada”, reforçando a relação entre níveis mais altos de risco e áreas mais impactadas pelo fogo (Figura 2). Por outro lado, as propriedades rurais nas classes de menor risco de desmatamento, “Muito Baixo” e “Sem Risco”, tiveram menores áreas de cicatrizes, confirmando a menor ocorrência de incêndios nessas áreas (Tabela 1).

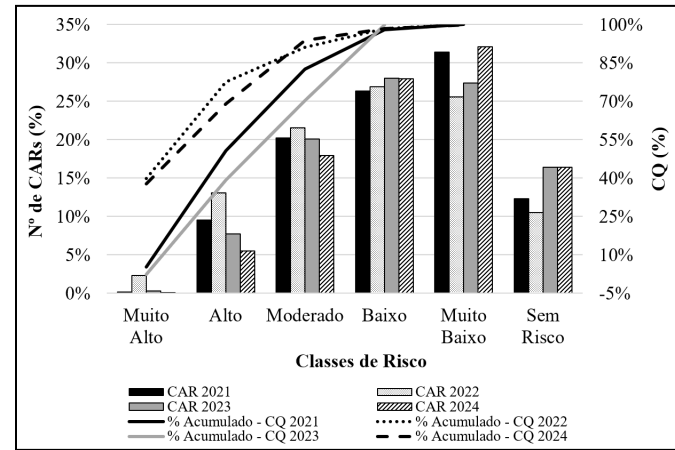


Figura 2. Percentual de CAR por classe de risco de desmatamento e cicatrizes de queimadas (CQ) detectadas nas propriedades.

Durante os quatro anos analisados, as marcas de queimadas se concentraram ao longo da BR-163, localizada na mesorregião do Sudoeste Paraense, e na APA Triunfo do Xingu, uma Unidade de Conservação Estadual no Sudeste Paraense. Em 2023, também houve uma grande concentração de cicatrizes ao sul dessa mesorregião, na fronteira com o Mato Grosso (Figura 3).

Em 2024, novas áreas de cicatrizes de queimadas surgiram, deixando de se concentrar apenas nas mesorregiões Sudoeste e Sudeste, atingindo cinco das seis mesorregiões do estado. Grandes blocos de cicatrizes de queimadas aparecem ao longo das rodovias BR-156, BR-163, PA-257 e ao sul da mesorregião do Baixo

Amazonas, áreas que, em anos anteriores, registravam menos ou não registravam a ocorrência de cicatrizes de queimadas (Figura 3).

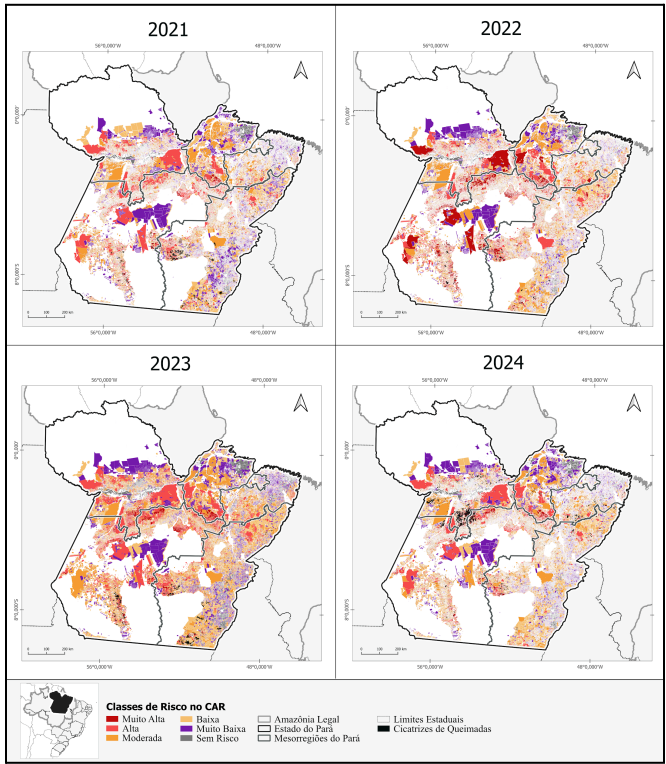


Figura 3. CARs categorizados por classes de risco, com a respectiva área de cicatrizes de queimadas.

4. DISCUSSÃO

As análises mostraram que a maioria das cicatrizes de queimadas se concentrou nos limites das propriedades rurais classificadas com os níveis mais altos de risco, indicando o potencial de integrar os dados da PrevisIA com o CAR para identificar áreas de floresta mais suscetíveis à degradação pelo fogo. As classes de risco “Alto” e “Muito Alto” somaram, em média, apenas 10% das propriedades rurais, mas foram responsáveis pela maior concentração de áreas de cicatrizes de queimadas, com uma média de 59% ao longo dos quatro anos analisados. Esses resultados indicam que direcionar ações de monitoramento e prevenção de queimadas para CARs com altos níveis de risco de desmatamento aumentaria a eficiência das intervenções. O desenvolvimento de estratégias específicas para reduzir a ocorrência de queimadas nessas regiões deve ser criada, com potencial adicional de conter o avanço do desmatamento.

Ao decorrer dos quatro anos, observamos maior concentração de propriedades rurais com cicatrizes de queimadas florestais na BR-163 e na APA Triunfo do Xingu, indicando a continuidade de desmatamentos nessas regiões, tornando-as alvos prioritários para a prevenção e

controle de degradação por fogo. Em 2024 observamos também o avanço das cicatrizes de queimadas para outras mesorregiões, como a do Baixo Amazonas, sugerindo que a degradação por fogo pode estar se intensificando em áreas anteriormente menos afetadas, destacando a importância de ações de comando e controle não apenas em áreas já impactadas, mas também em novas fronteiras de desmatamento.

5. CONCLUSÕES

O estudo demonstrou o potencial de integrar os dados de risco de desmatamento da PrevisIA com o CAR para identificar propriedades degradadas por queimadas florestais. As propriedades rurais classificadas com níveis de risco “Alto” e “Muito Alto” representaram, em média 10%, do CAR no período de 2021 a 2024. Essas propriedades foram responsáveis por 59% das áreas de cicatrizes de queimadas registradas pelo DETER durante os quatro anos analisados. Esses resultados evidenciam o potencial de direcionar ações de prevenção de incêndios florestais em propriedades com altos níveis de risco de desmatamento no Estado do Pará. Assim, o Pará pode somar as ações de comando e controle do desmatamento e das queimadas com estratégias complementares voltadas à prevenção. Essas iniciativas, aplicadas em áreas críticas, reforçam a proteção das florestas, preservando a integridade do seu ecossistema e os benefícios ecológicos para a região.

8. REFERÊNCIAS

- [1] INPE. DETER - Detecção de Desmatamento em Tempo Real. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/downloads/>. Acesso em: 20 out. 2024.
- [2] OLIVEIRA, U.; SOARES-FILHO, B.; BUSTAMANTE, M.; GOMES, L.; OMETTO, J. P.; RAJÃO, R. Determinants of fire impact in the Brazilian biomes. *Frontiers in Forests and Global Change*, v. 5, p. 735017, 2022.
- [3] SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. *Floresta, Curitiba*, v. 32, n. 2, p. 219-225, 2002.
- [4] DE SOUZA, A. A.; OVIEDO, A.; DOS SANTOS, T. M. Impactos na qualidade do ar e saúde humana relacionados ao desmatamento e queimadas na Amazônia Legal brasileira. São Paulo: Instituto Socio-ambiental, 2020. 21 p.
- [5] SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (SEMAS). Pará lança plano para intensificar combate a queimadas e estiagem com aumento de 66% do efetivo militar. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2024/09/18/para-lanca-plano-para-intensificar-combate-a-queimadas-e-estiagem-com-aumento-de-66-do-efetivo-militar/>. Acesso em: 20 out. 2024.
- [6] SOUZA JÚNIOR, Carlos. A metodologia. Disponível em: <https://previsia.org.br/a-metodologia/>. Acesso em: 23 out. 2024.
- [7] AMAZON. Previsia, Imazon, Microsoft e Fundo Vale lançam ferramenta de inteligência artificial que ajudará na prevenção do desmatamento da Amazônia. Belém, 4 ago. 2021. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/previsia-imazon-microsoft-e-fundo-vale-lancam-ferramenta-de-inteligencia-artificial-que-ajudara-na-p-revencao-do-desmatamento-da-amazonia/>. Acesso em: 28 out. 2024.
- [8] SALES, M.; DE BRUIN, S.; HEROLD, M.; KYRIAKIDIS, P.; SOUZA, C. A spatiotemporal geostatistical hurdle model approach for short-term deforestation prediction. *Spatial Statistics*, v. 21, p. 304–318, 2017.
- [9] BOTELHO JR., J.; COSTA, S. C.; RIBEIRO, J. G.; SOUZA JR., C. M. Mapping roads in the Brazilian Amazon with artificial intelligence and Sentinel-2. *Remote Sensing*, v. 14, n. 15, p. 3625, 2022.
- [10] BARBER, C. P.; COCHRANE, M. A.; SOUZA JR., C. M.; LAURANCE, W. F. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, v. 177, p. 203–209, 2014.
- [11] KUMAR, S. S.; ROY, D. P.; COCHRANE, M. A.; SOUZA, C. M.; BARBER, C. P.; BOSCHETTI, L. A quantitative study of the proximity of satellite detected active fires to roads and rivers in the Brazilian tropical moist forest biome. *International Journal of Wildland Fire*, v. 23, n. 4, p. 532–543, 2014.
- [12] BRANDÃO, A. D. M.; BACCAS, D.; AREAL, G. R. E.; MARTINS, M. R. D. S.; LIMA, M. G.; BRI-TO, R. S. P. D.; FERREIRA, T. G. Principais aspectos da nova regulamentação do Cadastro Ambiental Rural (CAR). 2016.
- [13] MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria-Executiva. Cadastro Ambiental Rural: relatório final de avaliação ex post. Volume 1: diagnóstico, desenho, implementação, governança e orçamento. Brasília: MAPA, 2022.
- [14] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Metadados do Cadastro de Desmatamento. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/f2153c4a-915b-48a6-8658-963bdce7366c>. Acesso em: 28 out. 2024.
- [15] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Panorama: Pará. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>. Acesso em: 25 out. 2024.
- [16] BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Mesorregiões. Mapa atualizado em 2013. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2c32b39e-abf5-425b-922a-a407b1bf9f86>. Acesso em: 25 out. 2024.
- [17] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Malhas territoriais. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 28 out. 2024.
- [18] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). TerraBrasilis: downloads. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/downloads/>. Acesso em: 28 out. 2024.
- [19] PREVISIA. Dados. Disponível em: <https://previsia.org.br/#dados>. Acesso em: 28 out. 2024.
- [20] BRASIL. Cadastro Ambiental Rural (CAR). Downloads. Disponível em: <https://consultapublica.car.gov.br/publico/estados/downloads>. Acesso em: 28 out. 2024.
- [21] QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <https://www.qgis.org/>. Acesso em: 28 out. 2024.