

MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO NÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA: RESULTADOS DO PRIMEIRO ANO DO DETER NÃO FLORESTA

Cassiano G. Messias¹, Silvana Amaral¹, Luciana Soler¹, Marcos Adami¹, Luiz E. Maurano¹, Gilberto E. T. Oliveira¹, Vagner L. Camilotti¹, Mariane S. Reis¹, Camila B. Quadros¹, Noeli A. P. Moreira¹, Deborah L. Correia-Lima¹, João F. S. K. Cerqueira Pinto¹, Luiz H. A. Gusmão¹, Thiago C. de Lima¹, Delmina C. M. Barradas¹, Gabriel M. R. Alves¹, Marlon H. H. Matos¹, Vivian F. Renó¹, Raíssa C. dos S. Teixeira¹, Douglas R. V. de Moraes¹, Amanda P. Belluzzo¹, Eduardo F. M. Bastos¹, Eduardo H. S. Chrispim¹, Jefferson J. de Souza¹, Lucélia S. de Barros¹, Igor P. Cunha¹, Dayane R. V. de Moraes¹, Rodrigo de Almeida¹, Manoel R. Rodrigues Neto¹, Ana Carolina S. de Andrade¹, Libério J. da Silva¹, Maristela R. Xaud², Haron A. M. Xaud², Cláudio A. de Almeida¹.

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Boa Vista, Roraima, Brasil.

E-mail do primeiro autor: cassiano.messias@inpe.br

RESUMO

Neste artigo apresentamos os resultados do primeiro ano do monitoramento Deter para cobrir as áreas originalmente constituídas por vegetação não florestal na Amazônia (Deter NF). O Deter NF detecta as supressões de vegetação natural não florestal e cicatrizes de queimadas. O monitoramento é feito com base na interpretação visual de imagens ópticas adquiridas pelo sensor WFI, e são detectados os polígonos com área superior a 3 ha. Entre agosto de 2023 e julho de 2024, foram detectados 572,22 km² de alertas de supressão e 25.043,29 km² de queimadas e, em ambos os casos, a maioria dos alertas ocorreu no estado de Roraima e em áreas de vegetação savânica. As supressões ocorreram em maior intensidade entre agosto e outubro de 2023 e maio e julho de 2024, e as cicatrizes de queimadas entre setembro e novembro de 2023.

Palavras-chave — Deter, mudança de uso da terra, queimadas, monitoramento, Amazônia.

ABSTRACT

In this article, we present the results from the first year of Deter monitoring for areas originally covered by non-forest vegetation in the Amazon (Deter NF). The Deter NF detects both non-forest natural vegetation suppression and burn scars. The monitoring is based on the visual interpretation of optical images acquired by the WFI sensor, detecting polygons with an area greater than 3 hectares. Between August 2023 and July 2024, DETER NF detected 572.22 km² of suppression alerts and 25,043.29 km² of burn scars, with most alerts occurring in the state of Roraima and in savanna vegetation areas. Suppression events were most intense between August and October 2023 and from May to July 2024, while burn scars were concentrated between September and November 2023.

Key words — Deter, land use change, fire, monitoring, Amazon.

1. INTRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) monitora a floresta amazônica desde 1988, quando foi criado o Prodes - Monitoramento Anual da Supressão da Vegetação Nativa. O Prodes passou por diversas mudanças e melhorias na geração dos dados com o passar dos anos e consolidou-se como o programa de monitoramento que disponibiliza anualmente as taxas e mapas oficiais de desmatamento na Amazônia [1].

Em 2004, diante das alarmantes perdas de florestas ao longo da década de 1970 e até o início dos anos 2000, o Ministério do Meio Ambiente implantou o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) [2]. O PPCDAm tinha como objetivo promover a redução do desmatamento por meio de um conjunto de ações integradas de regularização fundiária, monitoramento e controle ambiental [3]. Visando auxiliar o planejamento de ações de fiscalização, foi então criado o Deter - Monitoramento Diário da Supressão e Degradação de Vegetação Nativa. O Deter passou a produzir alertas diários de alteração na cobertura florestal da Amazônia [3].

Apesar da atenção despendida para o monitoramento da floresta amazônica por esses sistemas, uma área aproximada de 280.000 km² caracterizada como tipos de vegetação natural não florestal permaneceu não monitorada no bioma ao longo de mais de três décadas. Tais áreas incluem vegetações como savanas e campos, regiões sazonalmente alagadas com solos arenosos e árvores esparsas, ecótonos, manchas isoladas de florestas com características decíduas, semidecíduas e de folhas largas imersas em uma matriz de vegetação não florestal [4].

O sistema Prodes Não Floresta (Prodes NF) começou a ser desenvolvido pelo INPE em 2021 e seus resultados foram divulgados em 2023. Somente a partir de então, a

totalidade da Amazônia brasileira passou a ser monitorada [5]. Em 2023, houve a necessidade também da criação de um sistema de monitoramento diário que abrangesse também as áreas de vegetação não florestal, visto que o Prodes NF mostrou um avanço intenso e recente de perda de vegetação em locais que o Deter não observava, como os Lavrados de Roraima - ampla região constituída por vegetação savânica entre o norte de Roraima e a Guiana [4]. Foi então criado o Deter Não Floresta (Deter NF), que iniciou o monitoramento das áreas naturalmente constituídas por vegetação não florestal na Amazônia em 1º de agosto de 2023 [4]. Os resultados do primeiro ano de monitoramento são apresentados neste trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O Deter NF monitora as áreas delimitadas como vegetação natural não florestal na Amazônia (Figura 1), inicialmente não monitoradas pelo sistema Prodes (~280.000 km²). A área de vegetação não florestal ocorre de forma descontínua ao longo do bioma, em proporções diferentes entre os estados [4].

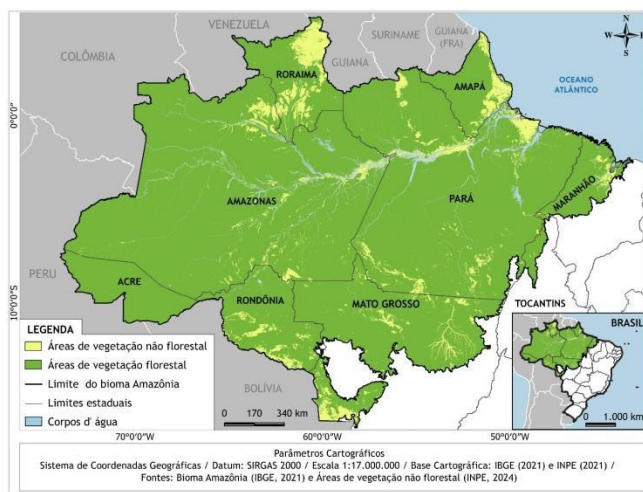


Figura 1. Localização espacial do bioma Amazônia no Brasil e a diferenciação entre áreas florestais (verde) e não florestais (amarelo), conforme o PRODES. Fonte: Messias et al. [4].

O monitoramento Deter NF é feito com base na interpretação visual de composições coloridas de imagens ópticas adquiridas pelo sensor *Wide Field Imaging Camera* (WFI), a bordo dos satélites Amazonia-1, CBERS-4 e CBERS-4A. São detectados os polígonos com área superior a 3 ha. A associação entre as imagens obtidas pelos três satélites resulta em um tempo de revisita de dois a três dias para áreas na Amazônia.

Uma equipe de analistas inspeciona visualmente cada imagem diária, comparando-as com imagens de meses e anos anteriores, visando identificar os polígonos de quatro classes de alerta: 1) Supressão de vegetação não florestal

com solo exposto; 2) Supressão com vegetação (locais com presença de herbáceas não naturais, como áreas cultivadas); 3) Mineração; e 4) Cicatriz de queimada. Apenas as áreas de vegetação natural não mapeadas como supressão pelo Prodes NF do ano Prodes anterior são observadas. Detalhes sobre o mapeamento e a apresentação da chave de interpretação do Deter NF podem ser consultados em e Messias et al. [4] e Messias et al. [6].

No presente artigo, quantificamos as áreas mensais e totais de alertas de supressão e de cicatrizes de queimadas detectados pelo Deter NF entre agosto de 2023 e julho de 2024. O arquivo vetorial que contém os polígonos foi obtido por meio do portal TerraBrasilis (<https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>). Os cálculos foram realizados por meio do pacote R *sfc* [7], na Projeção Cônica Equivalente de Albers (datum SIRGAS 2000).

Quantificamos a área de alertas por estados da Amazônia e por tipo de vegetação. Foi empregada a malha estadual disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [8] e o mapa de vegetação do IBGE [9], usando como referência de classes de vegetação a Legenda 1. Os gráficos foram gerados por meio do Excel 2010 e o mapa dos alertas por estados pelo QGIS 3.22.9.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O DETER NF identificou 572,22 km² de alertas de supressão de vegetação natural não florestal entre 1º agosto de 2023 e 31 de julho de 2024. No projeto piloto que monitorou a supressão de vegetação natural não florestal entre agosto de 2022 e julho de 2023, o valor havia sido de 575,22 km² [4], demonstrando redução de 0,52%. A maioria da perda foi mapeada como classe Supressão de vegetação não florestal com solo exposto (91,62%), seguida por Supressão com vegetação (7,82%) e Mineração (0,54%). Foram observadas maiores ocorrências de supressões em agosto, setembro, outubro, maio, junho e julho, meses mais secos na maior parte da Amazônia, e menores ocorrências em meses mais chuvosos (novembro a abril) (Figura 2). A mesma tendência de distribuição do desmatamento ao longo do ano é observada por meio da série histórica do Deter nas áreas florestais [10].

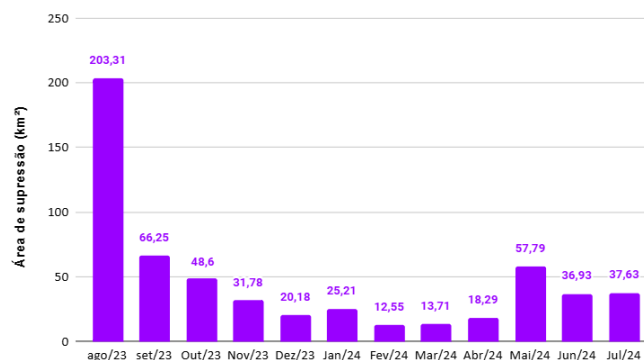


Figura 2. Áreas mensais de alertas de supressão em áreas não florestais, detectadas entre agosto de 2023 e julho de 2024.

No mesmo período, entre agosto de 2023 e julho de 2024, 25.043,29 km² de vegetação não florestal natural foram mapeados como queimadas. Este valor representa um aumento de 259,6% em relação ao mesmo período no ano anterior, 8.036,99 km² [4]. As queimadas ocorreram de forma mais intensa nos meses de setembro, outubro e novembro, final do período mais seco e início do período úmido na maior parte da Amazônia (Figura 3).

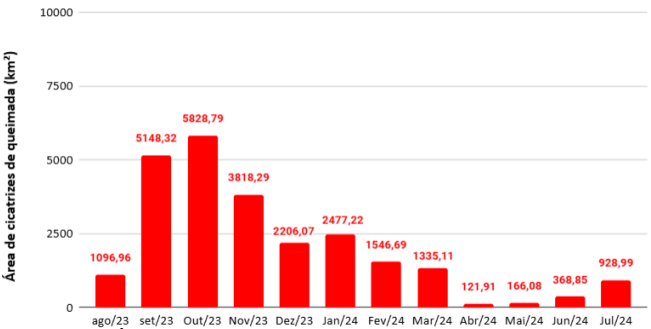


Figura 3. Áreas mensais de alertas de queimada em áreas não florestais, detectados entre agosto de 2023 e julho de 2024.

Roraima concentrou a maior área absoluta de alertas de supressão (186,88 km²) (Tabela 1). O estado tem sido considerado uma das últimas fronteiras agrícolas da Amazônia. A expansão da produção agrícola foi facilitada por rodovias, inovações tecnológicas em sementes e baixos preços da terra e proximidade com a capital do estado [11, 12, 13]. As supressões ocorrem mais intensamente na porção sul da região do Lavrado de Roraima (maior área contínua de vegetação não florestal natural no bioma Amazônia), onde estão localizados municípios como Alto Alegre, Amajari e Bonfim. Parte representativa da área da porção norte do Lavrado está demarcada por Terras Indígenas (TI), como as TI São Marcos e Raposa Serra do Sol [14], onde a ocorrência de supressão detectada foi baixa.

Os estados de Mato Grosso, Rondônia e Pará também mostraram valores absolutos expressivos em área de supressão detectada (151,67 km², 96,04 km² e 71km², respectivamente). No que se refere aos valores proporcionais à área de vegetação não florestal contida no estado, Tocantins e Acre, estados que têm as menores áreas naturalmente compostas por de vegetação não florestal em relação aos outros estados dentro do bioma, apresentaram os maiores valores percentuais: 1% e 0,53% em relação ao total de área no estado, respectivamente.

As queimadas ocorreram mais intensamente em Roraima, tanto em valores absolutos (10.097,78 km²) quanto em valores relativos (16,58% das áreas não florestais do estado foram queimadas). Outros estados com maior ocorrência de cicatrizes foram Pará (5.397,58 km²), Amapá (2.947,09 km²) e Rondônia (2.631,45 km²) e, em termos relativos, Rondônia (11,3%) e Amapá (11,39%).

Estado	Área de alertas de Supressão		Área de alertas de queimada	
	km²	%	km²	%
Acre	0,37	0,53	2,48	3,54
Amapá	24,34	0,09	2.947,09	11,39
Amazonas	13,81	0,03	1.686,72	3,48
Maranhão	18,75	0,23	469,94	5,88
Mato Grosso	151,67	0,34	1.807,86	4,01
Pará	71,00	0,11	5.397,58	8,07
Rondônia	96,04	0,41	2.631,45	11,30
Roraima	186,88	0,31	10.097,78	16,58
Tocantins	9,36	1,00	2,38	0,26
Amazônia	572,23	0,20	25.043,29	8,96

Tabela 1. Áreas (km²) e proporcional (%) em relação à área de vegetação não florestal por estados da Amazônia, dos alertas de supressão e queimadas detectados pelo DETER NF entre ago/2023 e jul/2024.

A Figura 4 apresenta a distribuição espacial dos alertas de supressão e queimadas em áreas de vegetação natural não florestal nos estados da Amazônia, detectados pelo Deter NF entre agosto de 2023 e julho de 2024.

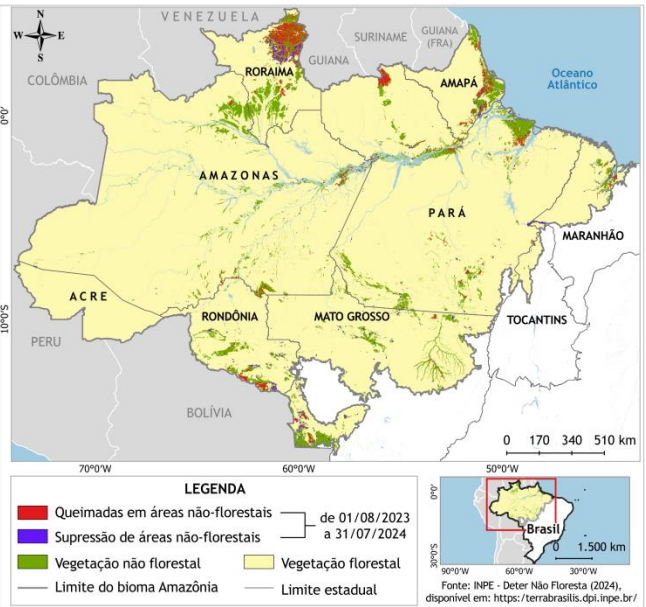


Figura 4. Áreas mensais de alertas de cicatrizes de queimada em áreas não florestais, detectados entre agosto de 2023 e julho de 2024.

Quanto aos tipos de vegetação em que houve maior detecção de alertas de supressão de vegetação natural não florestal, as savanas foram as mais afetadas (344,33 km²) com 60,17 % do total (Tabela 2), o que representa 0,44% do total da área de savanas apenas no período analisado. As savanas foram também as mais afetadas por supressões no mesmo período do ano anterior [4]. A maior parte das savanas está localizada no Lavrado, sendo que o principal fator que impulsiona as perdas nesse tipo de vegetação tem sido a expansão das áreas de cultivo de soja [13].

Tipo de vegetação	Área de alertas de Supressão		Área de alertas de queimada	
	km ²	%	km ²	%
Campinarana	5,97	0,02	1.018,61	2,75
Ecótonos	121,02	0,21	2.141,09	3,69
Floresta Estacional Decidual	0,51	0,03	31,07	1,70
Floresta Estacional Semidecidual	4,01	0,17	110,84	4,71
Floresta Estacional Sempre-Verde	4,97	0,10	46,63	0,96
Floresta Ombrófila Aberta	14,15	0,13	406,58	3,85
Floresta Ombrófila Densa	35,09	0,08	1.675,35	3,78
Formação Pioneira	39,84	0,13	3.070,04	9,75
Savana	344,33	0,44	14.886,1	19,2
Savana-Estépica	0,11	0,00	1.588,05	22,5

Tabela 2. Áreas (km²) e proporcional (%) em relação ao tipo de vegetação contida na área de interesse do Prodes NF, dos alertas de supressão e queimadas detectados pelo DETER NF entre ago/2023 e jul/2024.

Os ecótonos, que correspondem a misturas de diferentes tipos de vegetação, tais como contato de savana-floresta ombrófila e floresta ombrófila-floresta decídua, tiveram também perdas elevadas (121,02 km²), o que corresponde a 0,21% do total desta classe de vegetação. Os ecótonos ocorrem em áreas isoladas por quase todos os estados da Amazônia [9], e supressões foram detectadas, em especial na porção norte de Roraima e sul de Mato Grosso.

Já em relação às cicatrizes de queimadas, as savanas foram atingidas em 14.886,1 km² (59,6% do total da área detectada pelo Deter NF). Resultados similares foram obtidos nos registros realizados no mesmo período do ano anterior [4]. Em proporção à área total deste tipo de vegetação na Amazônia, 19,2% foi atingida por incêndios no período. O fogo atingiu, ainda, 22,5% da área de savanas estépicas. O uso do fogo para renovação da biomassa das pastagens está arraigado na lógica cultural e econômica entre os pecuaristas das áreas de savana no bioma [13].

4. CONCLUSÕES

Nosso estudo apresentou os resultados do primeiro ano do monitoramento de áreas não florestais da Amazônia brasileira, por meio do programa Deter NF. Os dados produzidos têm sido empregados no planejamento de ações de fiscalização, visando auxiliar os governos e entidades responsáveis pelo controle e combate às supressões e queimadas, preenchendo a lacuna antes existente em relação a dados relacionados com as áreas de vegetação não florestal na Amazônia. Os resultados apontaram uma redução na área de avisos de supressão de vegetação não natural entre agosto de 2023 e julho de 2024, em relação ao mesmo período no ano anterior, mas demonstraram forte aumento de cicatrizes de queimadas. Os dados são públicos e estão disponíveis no portal <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br>.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico - CNPq processo 422354/2023-6 (Monitoramento e avisos de mudanças de cobertura da terra nos Biomas Brasileiros – capacitação e semiautomatização do programa BiomasBR), sediado e executado pelo INPE.

6. REFERÊNCIAS

- [1] C. A. de Almeida et al. Metodologia utilizada nos sistemas PRODES e DETER - 2ª edição (atualizada). São José dos Campos: INPE, 2022.
- [2] MMA. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm). Disponível em: <http://redd.mma.gov.br/images/publicacoes/PPCDAM_fase1.pdf> Acesso em: 30.out.2024.
- [3] C. G. Diniz et al. DETER-B: The new Amazon near real-time deforestation detection system. IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing, 8 (7), 3619-362, 2015.
- [4] C. G. Messias, et al. DETER Monitoring on Non-Forest Vegetation in the Brazilian Amazon. Revista Brasileira de Cartografia. 76, 1-18, 2024.
- [5] C. G. Messias, et al. Unaccounted for nonforest vegetation loss in the Brazilian Amazon. Communication Earth and Environment. (45)1, 2024.
- [6] C. G. Messias, et al. Trabalho de campo em fitofisionomias florestais e não florestais de Roraima, no âmbito dos projetos PRODES e DETER. Revista do Departamento de Geografia, 44, 2024.
- [7] E. Pebesma. Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. The R Journal, 10(1), 439–446, 2018.
- [8] Malha estadual do Brasil. 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2024.217450>>. Acesso em: 29 out. 2024.
- [9] Vegetação 1:250.000. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/22453-cartas-1-250-000.html?=&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 29 out. 2024.
- [10] TerraBrasilis. Disponível em: <<https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>>. Acesso em: 29 out. 2024.
- [11] E. A. Silva. A última fronteira da soja. Revista Globo Rural. Editora Globo, Rio de Janeiro, 2016.
- [12] C. Rodrigues. Produção de soja aumenta 191% em RR em quatro anos e deve bater novo recorde em 2023. G1, 17/08/2023.
- [13] G. F. N. Silva; I. J. Oliveira. Reconfiguration of the landscape in the Amazonian savannas. Mercator (Fortaleza), 17, 2018.
- [14] S. M. F. Buenafuente. Lavrado de Roraima: caracterização ecogeográfica e potencialidades socioeconômicas para os povos indígenas. ACTA Geográfica, 17 (44), 2023.