

# ÁREAS CRÍTICAS PARA DESMATAMENTO E FOCOS DE CALOR NO ACRE: INTEGRANDO DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E ENTREVISTAS PARTICIPATIVAS

Antonio Willian Flores de Melo<sup>1</sup>, Sonaira Souza da Silva<sup>1</sup>, Liana Oighenstein Anderson<sup>2</sup>, Eufra Ferreira do Amaral<sup>3</sup>, Myris Silva<sup>4</sup> e Conceição Marques de Souza<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Acre, Estrada do Canela Fina, km 12, Cruzeiro do Sul, Acre, willianflores@ufac.br, sonairasilva@gamil.com; <sup>2</sup> Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Estrada Dr. Altino Bondensan, 500, São José dos Campos, São Paulo, liana.anderson@cemaden.gov.br; <sup>3</sup>Embrapa Acre, Rodovia BR-364, km 14, Rio Branco, Acre, eufra.amaral@embrapa.br; <sup>4</sup>Consultora Independente, Travessa central, 88, Rio Branco, Acre, myriss@gmail.com; e <sup>5</sup>Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Rua Benjamin Constant, 856, Rio Branco, Acre, marques.conceicao16@gmail.com

## RESUMO

Na última década desmatamento, queimadas e incêndios florestais têm sido frequentes na Amazônia brasileira. No Estado do Acre, assim como na Amazônia brasileira, apesar da diminuição das taxas de desmatamento, há o aumento das observações de focos de calor. Acreditamos que também é importante identificar as áreas críticas para esses dois fatores. As perguntas norteadoras deste trabalho foram: Onde estão localizadas as áreas de fronteira de expansão de desmatamento e focos de calor? Qual a relação dessas áreas com situação e conflitos fundiários? Para responder as questões foram identificadas tendências de desmatamento e focos de calor usando o ângulo da reta de regressões lineares, processadas bases cartográficas em ambientes de softwares de geoprocessamento e levantadas informações de campo com oficinas participativas. Concluímos que a ocorrência de desmatamento e focos de calor vêm se concentrando em três regiões no Estado do Acre. Além disso, estas áreas estão relacionadas a questões fundiárias e implicam em conflitos agrários.

**Palavras-chave** – Acre, conflitos agrários, degradação, modelagem, gestão ambiental.

## ABSTRACT

*In the last decade, deforestation, burnings, and wildfires have been frequent in the Brazilian Amazon. In the State of Acre, as well as in the Brazilian Amazon, despite the decrease in deforestation rates, there is an increase in observations of fire pixels. Thus, identifying the critical areas where these processes are happening is important to subsidize monitoring actions, planning and decision making. The guiding questions of this work were: Where are the frontier areas of expansion of deforestation and fire pixels? What is the relationship between these areas with land tenure and land conflicts? To answer the questions, field information was collected with participatory workshops, mapping bases in geoprocessing software and identification of deforestation trends and fire pixels using the linear regression angle. We concluded that the occurrence of deforestation and fire pixels have been concentrated in three regions in the State of Acre. Moreover, these regions present land tenure and agrarian conflicts.*

**Key words** – Acre, agrarian conflicts, degradation, modeling, environmental management.

## 1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é a maior floresta tropical do mundo em estoque de carbono [1, 2] e tem papel muito importante no fluxo de CO<sub>2</sub> para a atmosfera por desmatamento e degradação florestal [3]. Por sua magnitude tem papel importante no clima global e regional [4, 5]. Estudos mostram que o desmatamento na Amazônia compromete o regime de chuvas local e regional, com tendência de diminuição significativa à medida que as áreas desmatadas aumentem e as mudanças climáticas retroalimentem todo o sistema [6, 7].

Entre 2000 e 2017 cerca de 226.000 km<sup>2</sup> de floresta foram desmatados na Amazônia brasileira [8], área duas vezes maior que a extensão territorial de Portugal. As taxas anuais se mantiveram altas até 2004, desde então houve uma diminuição de mais de 80% nas taxas anuais até 2012. No entanto, após 2012, há uma tendência de retomada do crescimento do desmatamento, com aumento de 50%. Com o aumento da frequência de eventos extremos de seca e das atividades agropecuárias, outra questão importante é a ocorrência de queimadas e incêndios florestais na Amazônia. Mesmo com as taxas de desmatamento caindo, o número de queimadas ativas tem aumentado na última década [9, 10]. A incidência de incêndios aumentou em 36% durante a seca de 2015 comparado com os 12 anos anteriores [9]. Silva et al. (2018) [11], mapeando florestas com copa afetada pelo fogo no período de 1984 a 2016 no Acre, contabilizaram mais de 500.000 hectares de florestas afetadas.

No Acre, assim como em toda Amazônia Legal, desde 2003 houve diminuição significativa das taxas de desmatamento [8]. No entanto, nos últimos dez anos as taxas têm oscilado em média de 260±58 km<sup>2</sup>. Mais que quantificar as áreas desmatadas e afetadas por fogo, existe a necessidade de identificar quais são as áreas mais críticas para estes fatores. Neste contexto este trabalho, desenvolvido no Estado do Acre, teve as seguintes perguntas norteadoras: Qual a tendência das áreas de fronteira de expansão de desmatamento e focos de calor? Qual a relação dessas áreas com situação fundiária e conflitos agrários?

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Estado do Acre, extremo oeste do Brasil. A Figura 1 localiza as regionais administrativas do estado e três das principais vias de acesso terrestre, BR 364, BR 317 e AC 90, que serão referenciadas no texto e importantes para o entendimento do mesmo.

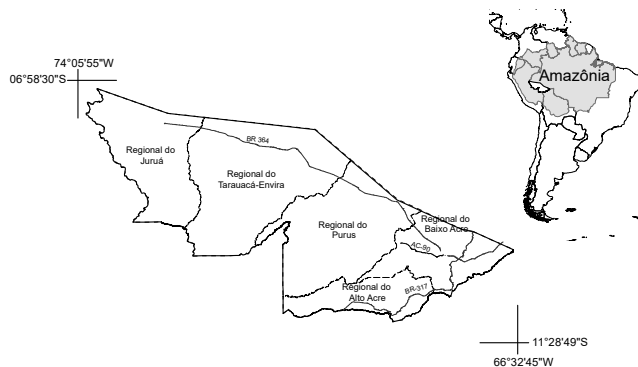


Figura 1: Localização do Estado do Acre com suas regionais administrativas e principais vias de acesso.

### 2.1. Padrões e tendências de desmatamento e focos de calor

Para identificar os padrões e tendências de desmatamento e queimadas no Estado do Acre foi ajustada uma matriz para a área do Estado do Acre com célula medindo 10km x 10km, onde foram computados a área desmatada em hectares e a quantidade de focos de calor (satélite de referência), ano a ano, para os períodos, 2001 – 2017, 2005 – 2017 e 2010 – 2017. Aplicamos metodologia desenvolvida por Anderson, et al (2017) [12], onde consideramos os anos do período como variável independente, a área desmatada e a quantidade de focos de calor como variáveis dependentes, para ajustar regressões lineares para cada quadricula da matriz no ambiente do Software R [13]. Para o cálculo de tendências, foi utilizado o ângulo da reta da regressão linear calculado conforme a equação:  $b = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2}$ , onde  $x$  corresponde ao ano específico (variável independente),  $\bar{x}$  é a média de todos os anos,  $y$  é o número de focos de calor detectados ou taxa anual de desmatamento (variáveis independentes) para o ano específico  $x$  e  $\bar{y}$  é a média focos de calor ou área desmatada entre todos os anos.

### 2.2. Oficinas de coleta de informações

A pesquisa de informações relativas a conflitos agrários foram realizadas através de levantamentos de dados secundários, entrevistas qualificadas com representantes de instituições que trabalham com a regularização fundiária, conflitos agrários e na área ambiental e, através também de oficinas participativas. As entrevistas foram realizadas nos municípios das regionais do Juruá, do Alto e do Baixo Acre. As informações de todas as entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas.

Os dados coletados foram sistematizados em um banco de dados estruturado contendo a natureza do conflito, localização descritiva, regional de ocorrência, município

de ocorrência, categoria fundiária, área de abrangência (ha), número de famílias envolvidas, grupos ou atores envolvidos, número de atores envolvidos, instituições envolvidas, tipologia do conflito, descrição do conflito e fonte da informação.

### 2.3. Processamento das bases cartográficas

A base de dados geográficos da situação fundiária atualizada foi fornecida pela Secretaria de Estado de Meio (SEMA). Os dados de desmatamento e focos de calor dos satélites de referência NOAA-12 (2001/01–2002/06) e AQUA M-T (2002/07–2017/12) foram obtidos em plataformas online do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) [8, 14]. Os dados geográficos de limites internacionais e nacionais foram provenientes da base do ZEE Fase II [15]. Os mesmos foram processados no ambiente dos softwares Qgis 2.8 [16] e R 3.5 [13].

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 2003–2007, no Acre, o desmatamento diminuiu de mais de 1.000 km<sup>2</sup> para 184 km<sup>2</sup> [8]. Após esse período as taxas de desmatamento apresentam uma tendência moderada de crescimento. No entanto, os padrões e as tendências de desmatamento foram alterados, nesse período. Considerando o período de 2001–2017 (Figura 2A), não é possível identificar grandes alterações nos padrões de desmatamento, em função do grande aumento do desmatamento no início da década de 2000 e posterior diminuição. Fracionando essa análise nos períodos de 2005–2017 (Figura 2B) e 2010–2017 (Figura 2C) é possível identificar as fronteiras de expansão de desmatamento, regiões críticas nesse aspecto.

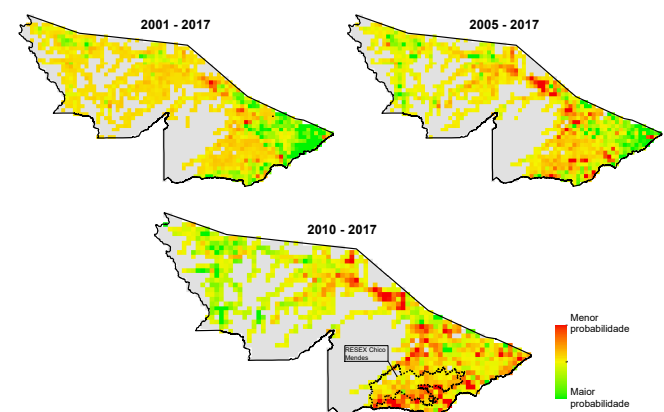


Figura 2: Tendência de desmatamento para os períodos de 2001-2017 [A], 2005-2017 [B] e 2010-2017[C] no Estado do Acre.

Nos últimos 12 anos houve uma concentração do desmatamento ao longo das BR 364, BR 317 e AC 90. Em termos de tendência de desmatamento, podemos destacar três áreas no estado (Figura 2C). A primeira área está localizada na circunvizinhança da Reserva extrativista Chico Mendes, a segunda está no eixo da BR 364 nos municípios de Sena Madureira e Manuel Urbano e a terceira mostra na região central do estado, municípios de Feijó e Tarauacá. Embora

ainda existam fronteiras de expansão de desmatamento em áreas de ocupações mais antigas como na regional do baixo Acre, a maior parte está concentrada ao longo das BRs 364 e 317. Na região central do Estado regiões ao longo dos rios Iaco, Purus, Envira, Tarauacá, Muru, Gregório, Liberdade e Juruá, também são importantes em termos de desmatamento.

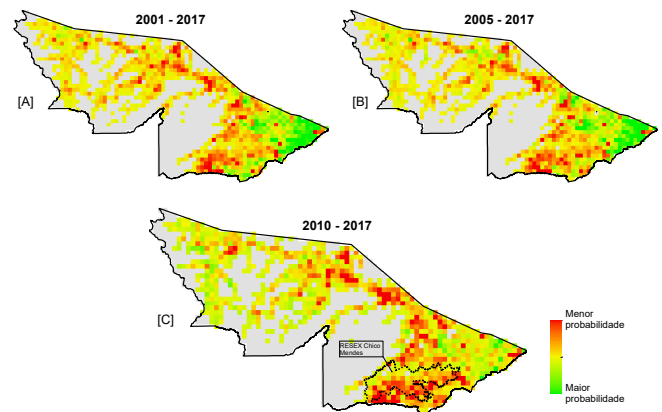
Mais de 80% das áreas de expansão da fronteira de desmatamento estão concentradas em três categorias fundiárias, assentamentos (36%), lotes particulares (29%) e discriminadas (16%). As unidades de conservação funcionam como uma barreira ao desmatamento. Com exceção das APA's (Área de Proteção Ambiental) e ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico), as demais apresentam baixíssima taxa de desmatamento, com área desmatada média de  $2 \pm 2\%$ . Vale salientar, contudo, que na RESEX's Chico Mendes há indícios preocupantes em termos de tendência de intensificação do processo de desmatamento, como pode ser visualizado na Figura 2C. Tais indícios devem ser considerados pelos gestores públicos e da unidade de conservação na tomada de decisão sobre ações comando e controle e de inserção de práticas de uso mais sustentáveis com diversificação da produção.

Outra questão importante é a incidência de focos de calor ao longo do tempo no estado do Acre (Figura 3). As áreas de fronteira de expansão da incidência de focos de calor seguem uma tendência semelhante ao que já foi mencionado para desmatamento. No entanto, há diferenças, a intensidade da incidência de focos de calor não variou em função dos períodos avaliados (2001–2017 — Figura 3A, 2005–2017 — Figura 3B, 2010–2017 — Figura 3C), sendo constante. Os focos de calor ocorrem tanto em áreas já alteradas por desmatamento, como em áreas florestadas, tendo um quadro mais amplo em termos de degradação. É importante notar que áreas de fronteiras de expansão de focos de calor são as mesmas três identificadas para desmatamento, embora com maior dimensão espacial.

Uma outra região importante, nesse contexto, é o alto Acre, com especial atenção para a RESEX Chico e seu entorno, onde vêm apresentando uma tendência de intensificação da ocorrência de focos de calor (Figura 3C). As unidades de conservação concentram cerca de 24% das áreas de fronteira de expansão de incidência de focos de calor, sozinha a RESEX Chico Mendes tem 14%. Lotes particulares tem 29% das áreas de fronteira de expansão de incidência de focos de calor, assentamentos 20%, discriminadas 17% e as demais categorias fundiárias têm 10%.

Um das consequências da intensificação da ocorrência do desmatamento e focos de calor em determinadas regiões do estado é o aumento dos conflitos agrários. Atualmente, no Acre, existem 137 registros de ocorrência de conflitos agrários [17]. Estes envolvem, vinte dos vinte e dois municípios do Acre (Figura 4), pelo menos 30.000 pessoas e mais de 250.000 hectares. Os conflitos foram classificados conforme sua natureza em ambiental, fronteira nacional, fundiário, limite municipal, migração, segurança e social.

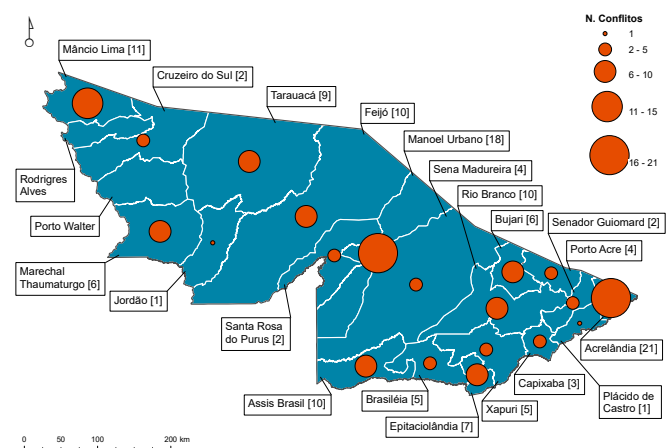
Mais de 80% dos conflitos agrários identificados são dos tipos Fundiário [66%] e Ambiental [17]. Os conflitos fundiários envolvem loteamentos ilegais, litígios, grilagem, questões de limites, entres outros. Na maioria dos casos,



**Figura 3: Tendência de ocorrência de focos de calor para os períodos de 2001-2017 [A], 2005-2017 [B] e 2010-2017 [C] no Estado do Acre.**

esses, levam a conflitos ambientais envolvendo atividades ilegais de desmatamento, queimadas, invasão de reserva legal, retirada de madeira, pesca e caça predatória.

Os municípios com maior frequência de conflitos foram Acrelândia (21) e Manoel Urbano (18) (Figura 4). O contexto desses dois reflete as situações distintas de fronteiras de expansão de desmatamento e focos de calor no Acre. Acrelândia está inserida em uma região já consolidada e com grande concentração fundiária, sendo os conflitos predominantes relacionados a invasões, especulação fundiária e reintegração de posse em categorias fundiárias já estabelecidas, comum a regiões mais antigas de ocupação do estado, Alto e Baixo Acre. Por outro lado, Manoel Urbano, está localizado em zona de fronteira de expansão de ocupação humana, onde ainda há muita demanda por regularização fundiária, comum a região central do estado.



**Figura 4: Densidade de conflitos agrários por municípios do Acre. Fonte: Silva, 2018 [17].**

As áreas de fronteira de expansão do desmatamento e ocorrência de focos de calor têm papel importante no processo de desenvolvimento social e econômico do Estado do Acre, permeando questões como saúde, qualidade de vida, segurança, posse da terra e desenvolvimento econômico. Essas áreas e suas conseqüentes implicações devem ser consideradas pelos tomadores de decisões no delineamento ações monitoramento e controle ambiental, bem como na

concepção de políticas públicas integradoras.

#### 4. CONCLUSÕES

A ocorrência de desmatamento e focos de calor vêm se concentrando em três regiões no Estado do Acre. A primeira na circunvizinhança da Reserva extrativista Chico Mendes, a segunda está no eixo da BR 364 nos municípios de Sena Madureira e Manuel Urbano e a terceira na região central do estado, municípios de Feijó e Tarauacá. As categorias fundiárias Assentamentos e Lotes Particulares concentram mais de 80% das áreas de fronteiras de expansão de desmatamentos e focos de calor. Os conflitos agrários estão relacionados às áreas com alta probabilidade de ocorrência de desmatamento e focos de calor.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do processo de atualização do Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Acre (ZEE Fase III). Foi financiado pela Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) no Brasil e teve o apoio técnico do Governo do Estado do Acre, Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) e do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). Dra. Liana O. Anderson agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de produtividade (processo 309247/2016-0).

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] PAN, Y. et al. A Large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, v. 333, n. 6045, p. 988–993, 2011.
- [2] BACCINI, A. et al. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nature Climate Change*, v. 2, n. 3, p. 182–185, 2012.
- [3] HOUGHTON, R. A. The emissions of carbon from deforestation and degradation in the tropics: past trends and future potential. *Carbon Management*, v. 4, n. 5, p. 539–546, 2013.
- [4] GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A. Climatic effects of Amazonian deforestation: some results from ABRACOS. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 78, n. 5, p. 823–830, 1997.
- [5] COSTA, M. H.; FOLEY, J. A. Combined effects of deforestation and doubled atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations on the climate of Amazonia. *Journal of Climate*, v. 13, n. 1, p. 18–34, 2000.
- [6] SAMPAIO, G. et al. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters*, v. 34, n. 17, p. L17709, 2007.
- [7] SWANN, A. L. et al. Future deforestation in the Amazon and consequences for South American climate. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 214–215, p. 12–24, 2015.
- [8] INPE. *Projeto PRODES: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite*. 2018. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/>>. Acesso em: 4 set. 2018.
- [9] ARAGÃO, L. E. et al. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nature Communications*, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2018.
- [10] ARAGÃO, L. E.; SHIMABUKURO, Y. E. The incidence of fire in amazonian forests with implications for REDD. *Science*, v. 328, n. 5983, p. 1275–1278, 2010.
- [11] SILVA, S. S. da et al. Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. *Forest Ecology and Management*, v. 424, p. 312–322, 2018.
- [12] ANDERSON, L. O. et al. Utilização de dados orbitais de focos de calor para caracterização de riscos de incêndios florestais e priorização de áreas para a tomada de decisão. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 1, p. 163–177, 2017.
- [13] R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2018. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.
- [14] INPE. *Programa queimadas*. 2018. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 18 set. 2018.
- [15] ACRE. *Zoneamento ecológico-econômico do Estado do Acre, Fase II: documento síntese – Escala 1:250.000*. Rio Branco: SEMA, 2006. 356 p.
- [16] QGIS Development Team. *QGIS Geographic Information System*. [S.l.], 2016. Disponível em: <<http://www.qgis.org>>.
- [17] SILVA, M. *Consultoria pessoa jurídica para realização de diagnóstico dos conflitos fundiários e socioambientais no estado do acre*. Rio Branco: IPAM, 2018. 55 p.