

Evaluation of the dynamics of land use and occupation and hot spots in the municipality of Lábrea (AM), Amazonas, Brazil

Ely Jhones Melo da Silva*, Geiziany da Silva Simões**, Lucas Gabriel Silva Barroso***, Zeneide Franco dos Santos****, Cantarele da Silva Araujo*****, Miqueias Lima Duarte*****

*Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. elyjhonesmelo@outlook.com (autor correspondente).

**Engenheira Agrônoma pelo Instituto de Educação Agricultura e Ambiente (IEAA)- UFAM. E-mail: geizianysimoes0111@gmail.com

***Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e-mail: lucas.Barroso360@gmail.com

****Engenheira Agrônoma (2023) graduada na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Instituto de Educação Agricultura e Ambiente (IEAA), Campus Vale do Rio Madeira (CVRM), Humaitá - AM. E-mail: santos.zeneide.f@gmail.com

*****Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Amazonas-UFAM. E-mail: cantareleeng.ambiental007@gmail.com

*****Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Mestre em Geografia, Doutor em Ciências Ambientais na área de Geoprocessamento e Modelagem Matemática Ambiental pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Unesp. E-mail: miqueiaseng@hotmail.com

Received 27; July 2023, accepted 27 November 2023

Abstract

Fires and burnings are events that negatively impact the environment, as they cause damage to flora and fauna, in addition to releasing gases into the atmosphere responsible for exacerbating the greenhouse effect. In the Amazon, it is evident that these events are associated with land use and occupation dynamics. In this sense, the mapping of these events allows identifying their spatial and temporal distribution, being the first step towards proper management. This study evaluated land use and occupation between the years 2001 and 2020, as well as heat spots for the same period in the municipality of Lábrea - AM. The obtained results showed that in 2001, approximately 97.62% of the area was preserved, and between 2001 and 2020, about 5.65% of forested areas were removed due to deforestation. These areas were mostly replaced by pastures, followed by agricultural activities. This expansion occurred mainly in the western and extreme southwest and south regions of the municipality. It was observed that the use of fire for clearing these areas is a common practice, which justifies the higher occurrence of fire outbreaks in the western and southeastern regions of the municipality in the years 2010, 2015, and 2020.

Keywords: Forest fires; Kernel density; Remote sensing.

Avaliação da dinâmica de uso e ocupação da terra e focos de calor no município de Lábrea (AM)

Resumo

Os incêndios e queimadas são eventos que impactam negativamente o meio ambiente, uma vez que causam danos à flora e à fauna, além de provocar a liberação de gases para a atmosfera responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. Na Amazônia, é notório que esses eventos são associados a dinâmica de uso e ocupação da terra. Nesse sentido, o mapeamento desses eventos permite identificar sua distribuição espacial e temporal, sendo o primeiro passo rumo a gestão adequada. Este trabalho avaliou o uso e ocupação da terra entre os anos de 2001 e 2020, e focos de calor para o mesmo período no município de Lábrea – AM. Os resultados obtidos mostraram que em 2001 cerca de 97,62% da área encontrava-se preservada, e entre 2001 a 2020 cerca de 5,65% de áreas de vegetação florestal foram removidas por desmatamento. Essas áreas foram substituídas em sua maior parte por pastagem, seguido por atividades agrícolas. Essa expansão se deu principalmente na região oeste e no extremo sudoeste e sul do município, sendo observado que o uso do fogo para limpeza dessas áreas é uma prática comum, o que justifica a maior ocorrência de focos de incêndios na região oeste e sudeste do município entre os anos de 2010, 2015 e 2020.

Palavras-chave: Incêndios florestais; Densidade de Kernel, sensoriamento remoto.

1 Introdução

O aumento do desmatamento, juntamente com o número de incêndio resulta na conversão de extensas áreas de florestas na Amazônia em áreas de atividade agropecuária, além de emitir para a

atmosfera grandes quantidades de poluentes responsáveis pelo agravamento do efeito estufa (Santos et al., 2021). Segundo Silveira et al. (2020), no bioma amazônico, a média de queimadas é duas vezes mais do que no Cerrado. Dados de

monitoramento por satélite mostram que nos últimos 40 anos existem uma ligação entre incêndios e mudanças no uso e cobertura da terra (Page et al., 2017). Isso é corroborado pelo diagnóstico realizado por Cammelli et al. (2019), que identificou uma relação de mais de 70% dos incêndios as florestas da Amazônia com a dinâmica de uso e ocupação do solo.

Em ecossistemas sensíveis ao fogo, como a Amazônia, os incêndios ameaçam a biodiversidade e causam graves danos ambientais, como a extinção de espécies e o aumento das emissões de gases de efeito estufa (White, 2016). As ações antrópicas são iniciadas pelo uso do fogo como ferramenta para atingir as mais variadas finalidades, como ampliação das fronteiras de ocupação, convertimento da floresta em lavouras e pastagens, domínio de pragas e expurgação de terreno (Torres et al., 2017).

A recorrência desses eventos, tem alterado a dinâmica natural de ambientes, principalmente em regiões de ecótono, tornando-a cada vez mais vulnerável a novos incêndios (Cochrane, 2001; LI et al., 2020; Morello et al., 2020; Silva et al., 2020). A necessidade e importância de estudar uma área ameaçada crescem na medida que eventos de incêndios se tornam cada vez mais recorrentes e intensos, afetando um número maior de pessoas e o meio ambiente (Ghorbanzadeh et al., 2019). Isso pode ser exemplificado com o ocorrido em 2019, em que volumosas plumas de fumaça atingiram a alta atmosfera e percorreram milhares de quilômetros afetando regiões distantes da Amazônia (Barlow et al., 2020).

Além do mais, estudos recentes estimam-se que cerca de 16% da floresta amazônica serão destruídas até 2050 (Li et al., 2020). Já Berenguer et al. (2020) destacaram que existe uma forte correlação

espacial entre incêndios e desmatamento. Portanto, a gravidade do incidente não pode ser posta em dúvida questões socioambientais causadas pelo fogo, destacando a importância da análise desse fenômeno (Berenguer et al., 2020).

Sendo assim, o Sistema de Informação Geográfica-SIG associado a técnicas de geoprocessamento e dados de Sensoriamento Remoto surgem como uma ferramenta primordial no monitoramento e controle ambiental desses eventos, pela sua capacidade de fornecer levantamentos sinóticos e repetitivos de grandes áreas, às vezes inacessíveis, com custo operacional relativamente baixo, de modo rápido e sem necessidade de deslocamentos rotineiros aos locais de estudo (Silva et al., 2013). Os sistemas sensores a bordo dos satélites possuem a capacidade de prover informações de forma regular e sistemática em nível regional ou global das ocorrências de incêndios e queimadas, sendo uma eficiente ferramenta na análise da ocorrência e quantificação de áreas queimadas (Torres et al., 2017).

Nesse sentido, as geotecnologias surgem como um importante recurso por possibilitar à identificação e mapeamento de incêndios, uma vez que permitem localizar, quantificar e realizar estudos analíticos ao longo do espaço e tempo em áreas onde esses eventos ocorreram (Santos et al., 2011). Tendo em vista o avanço recente de atividades agropecuárias na região sul do estado do Amazonas, este trabalho avaliou a incidência de focos de calor e a dinâmica do uso e ocupação da terra no município de Lábrea, entre os anos 2001, 2005, 2010, 2015 e 2020, com uso de técnicas de SIG.

2 Material e métodos

Caracterização da Área de Estudo

O município de Lábrea fica localizado na mesorregião do sul Amazonense e microrregião do Purus, entre as coordenadas geográficas: Latitude: 7° 15' 36" Sul, Longitude: 64° 47' 57" Oeste (Figura 1), estando a 704 km de distância de Manaus. Possui área de 68.234 km², com uma população de 45.448 habitantes (IBGE, 2022), com densidade demográfica de 0,67 habitantes por km² no território do município.

Segundo a classificação de Koppen, o clima do município é do tipo Am (monçônico) dividido em estações chuvosas conhecidas como inverno amazônico e estações de verão intenso. A vegetação do município é formada por Floresta Ombrófila densa, Floresta Ombrófila aberta, além de áreas com formações pioneiras, área de tensão ecológica e Savana. Os tipos de solos encontrados são Plintossolo Háplico, Gleissolo Háplico, Espodossolo Ferrocárbico, Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo (IBGE, 2021).

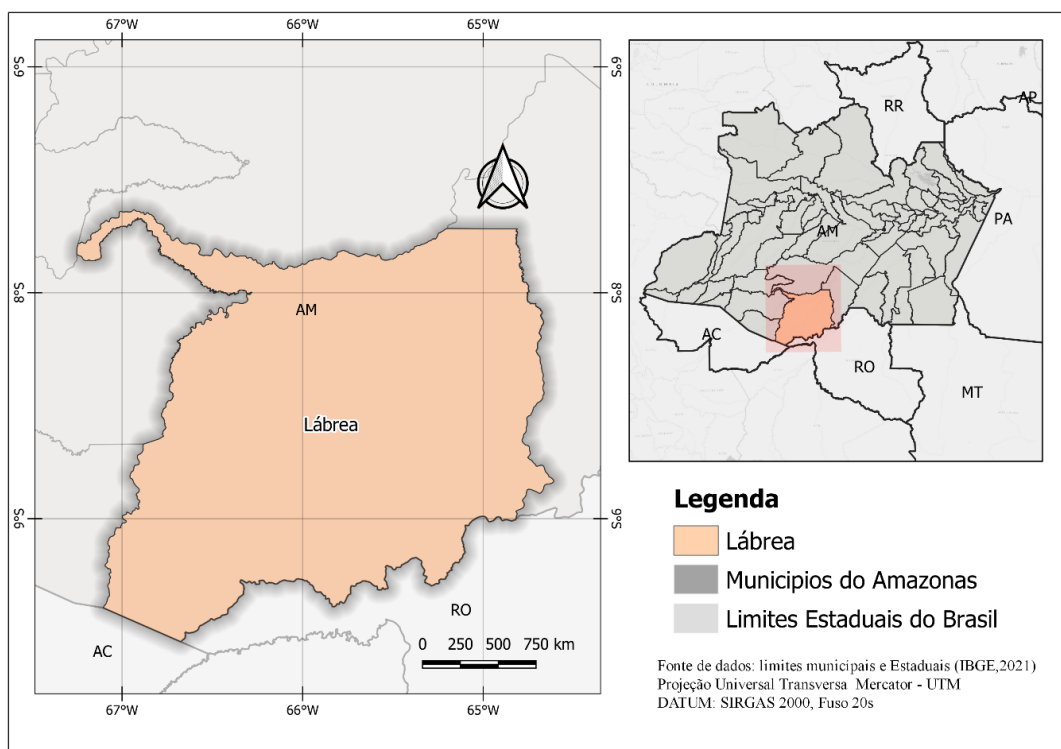


Figura 1. Localização da área de estudo (Lábrea – Am).

Aquisição e processamento de dados

Para o desenvolvimento deste estudo, foram utilizados dados sobre focos de incêndios pontuais a partir da base de dados do Programa Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2023). Os dados foram obtidos para os anos de 2001, 2005, 2010, 2015 e 2020 do município de Lábrea no formato *shapefile*. Os focos de incêndios foram detectados pelo sensor MODIS (abordo dos satélites AQUA e TERRA) que opera em uma faixa termal média (4 μ m) permitindo identificar focos de calor (INPE, 2023).

Em seguida, os dados foram processados no *software* QGIS (3.16), sendo adotado a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS 2000 e zona 20S, em seguida, sendo realizado uma espacialização por meio do método de interpolação de densidade de *Kernel* que possibilita gerar uma superfície contínua suavizada por meio da interpolação de dados amostrais (Kawamoto, 2012). Neste estudo, foi utilizado a função quadrática como raio de abrangência de 1 km, e resolução espacial de saída dos produtos de 30m.

A partir dos produtos interpolados, foi realizado uma padronização da simbologia dos mapas, sendo adotado cinco classes (Muito Baixo, Baixo,

Médio, Alto, Muito Alto), sendo os intervalos para cada classe: Muito Baixo (0-65), Baixo (65-129), Médio (129-193), Alto (193-257) e Muito Alto (257-321).

Também foram obtidos dados sobre a precipitação mensal (em mm) junto a base do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, Estação Meteorológica Convencional, sob geocódigo 28723, e se situa no município de Humaitá (AM), na Latitude -7.261 e Longitude -64.790.

Além do mais, foram obtidos dados sobre o uso e ocupação da terra para os anos de 2001, 2005, 2010, 2015 e 2020 junto ao projeto MapBiomas (MapBiomas, 2023), obtidos com uso do Google Earth Engine-GEE, sendo exportado no formato Geotiff com resolução espacial de 30m. Os dados foram processados no *software* QGIS (3.16), sendo adotado a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS 2000 e zona 20S, no qual foram determinados a área em hectares e percentual, e a elaboração de layout de mapas.

3 Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta a área ocupada por classe de uso e ocupação da terra para os anos de 2001, 2005, 2010 e 2020

Tabela 1. Classes de uso e ocupação da terra para os anos de 2001, 2005, 2010, 2015 e 2020.

Classes	2001		2005		2010		2015		2020	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
FF	65.389,81	95,79	64.363,76	94,29	63.713,46	93,34	63.195,22	92,58	61.691,11	90,37
FC	1.248,40	1,83	1.256,20	1,84	1.288,01	1,89	1.286,54	1,88	1.307,36	1,92
AP	1.147,30	1,68	2.174,33	3,19	2.815,05	4,12	3.290,94	4,82	4.780,91	7,00
AU	3,37	0,00	3,37	0,00	4,46	0,01	4,81	0,01	5,21	0,01
AM	1,63	0,00	1,76	0,00	3,04	0,00	3,03	0,00	3,06	0,00
RL	472,01	0,69	462,91	0,68	436,28	0,64	470,08	0,69	462,26	0,68
LT	0,04	0,00	0,21	0,00	2,24	0,00	11,92	0,02	12,65	0,02

FF: Formação Florestal; FC: Formação Campestre; AP: Área de Pastagem; AU: Área Urbana; AM: Área de Mineração; RL: Rios e Lagos; LT: Lavoura Temporária. **Fonte:** Autoria própria.

Observa-se que em 2001 cerca de 97,62% da área encontra-se preservada (formação florestal e formação campestre), e entre 2001 a 2020 cerca de 5,65% de áreas de vegetação florestal foram removidas por desmatamento. Essas áreas foram substituídas em sua maior parte por pastagem, e em menor percentual, por atividades agrícolas, tendo em vista que na região a atividade é pouco comum. Dinâmica semelhante foi observado por Duarte et al. (2020) na região do baixo Acre, no oeste da Amazônia, ou seja, a principal destinação das áreas desmatadas na região se dão para a expansão de áreas de pastagem.

A região sul do município de Lábrea é caracterizada como a nova fronteira do desmatamento, em virtude do avanço veloz do desmatamento para o estabelecimento de áreas de pastagem (IPAM, 2023),

propiciado, em muitos casos, pela facilidade de acesso por rodovias e estradas vicinais, em virtude de se encontrar em uma região de fronteira com os estados do Acre e Rondônia (IDESAM, 2020).

Em relação as áreas ocupadas por lavouras temporárias, observou-se uma expansão exponencial entre 2001 a 2020. Segundo dados sobre a Produção Agrícola Municipal do IBGE (2023) para o ano de 2020, no município de Lábrea, a cultura predominante é mandioca, seguido de feijão, milho e arroz.

A Figura 3 apresenta a distribuição espacial do uso e ocupação do solo no município de Lábrea para os anos de 2001, 2005, 2010, 2015 e 2020.

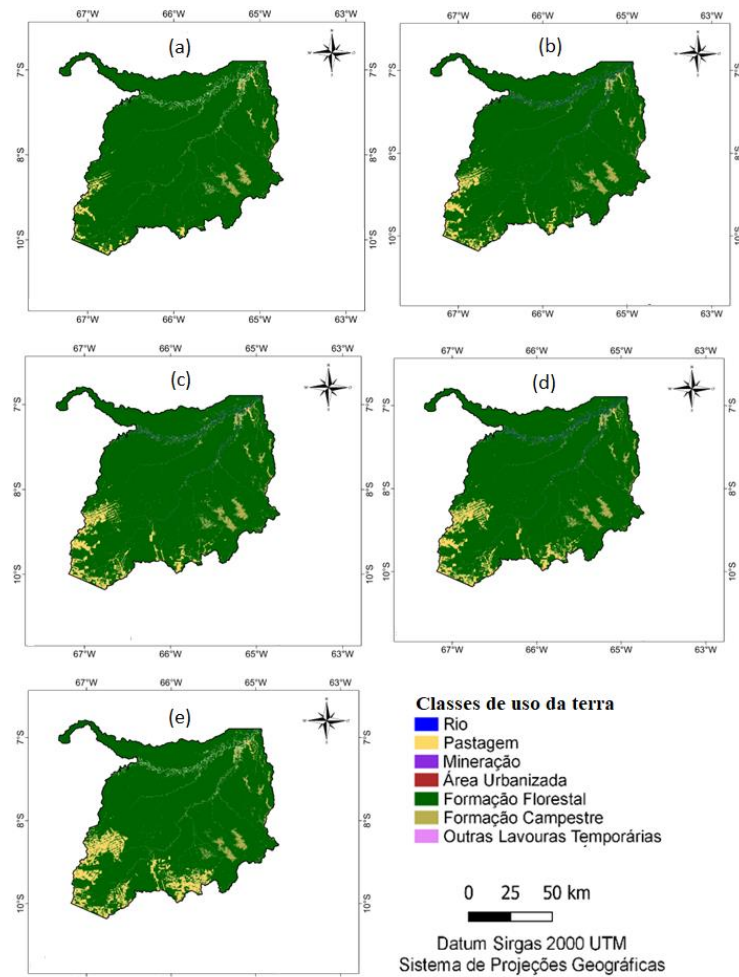


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo no município de Lábrea para os anos de 2001 (a), 2005 (b), 2010 (c), 2015 (d) e 2020 (e).

Considerando o mapa de uso e ocupação do solo apresentado na Figura 3, é possível notar uma expansão considerável de áreas de pastagem com destaque principalmente na região oeste e no extremo sudoeste e sul do município. Observa-se que em 2001 apenas pequenas áreas encontravam-se desmatadas de forma difusa, principalmente no extremo sudeste do município. Por outro lado, a partir de 2005 é possível notar o avanço do desmatamento na mesma região, esse avanço se deu de forma linear, com a expansão de áreas desmatadas ao longo de estradas vicinais, além de desmatamento na forma geométrica regular, caracterizadas por áreas desmatadas de médio a grande porte, e em 2020, extensas áreas no extremo sudoeste do município encontra-se na forma consolidada, caracterizada por manchas grandes e continuas, rastando apenas pequenos remanescentes florestais.

Vale ressaltar que a expansão do desmatamento observada principalmente no extremo sudoeste do município se deu nos domínios do assentamento PA Monte e em seu entorno, e em menores proporções, no assentamento PA Umari e PA Pacia, o que reforça a influência causada pelo estabelecimento de assentamentos, atuando como propulsores da ocupação de áreas no entorno, e em sequência, o desmatamento em seu entorno, conforme já relatado em estudos anteriores (Farias et al., 2018; Duarte et al., 2020).

O uso do fogo para limpeza da área desmatada é uma prática comum, o que justifica a maior ocorrência de focos de incêndios nessa região. A expansão de área de pastagem é evidente, pois conforme dados do Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 2001 a 2020 o rebanho bovino do município teve um aumento de 5.000%, sendo 6.343 em 2001, passando para 319.501 em 2020, o que consequentemente impulsiona a abertura de novas áreas por desmatamento para o estabelecimento de pastagem, e por consequência, aumenta a incidência de focos de incêndio em decorrência da

utilização de fogo para limpeza da área, conforme descrito por Duarte et al. (2020).

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial dos focos de incêndios no município de Lábrea para os anos de 2001, 2005, 2010, 2015 e 2020.

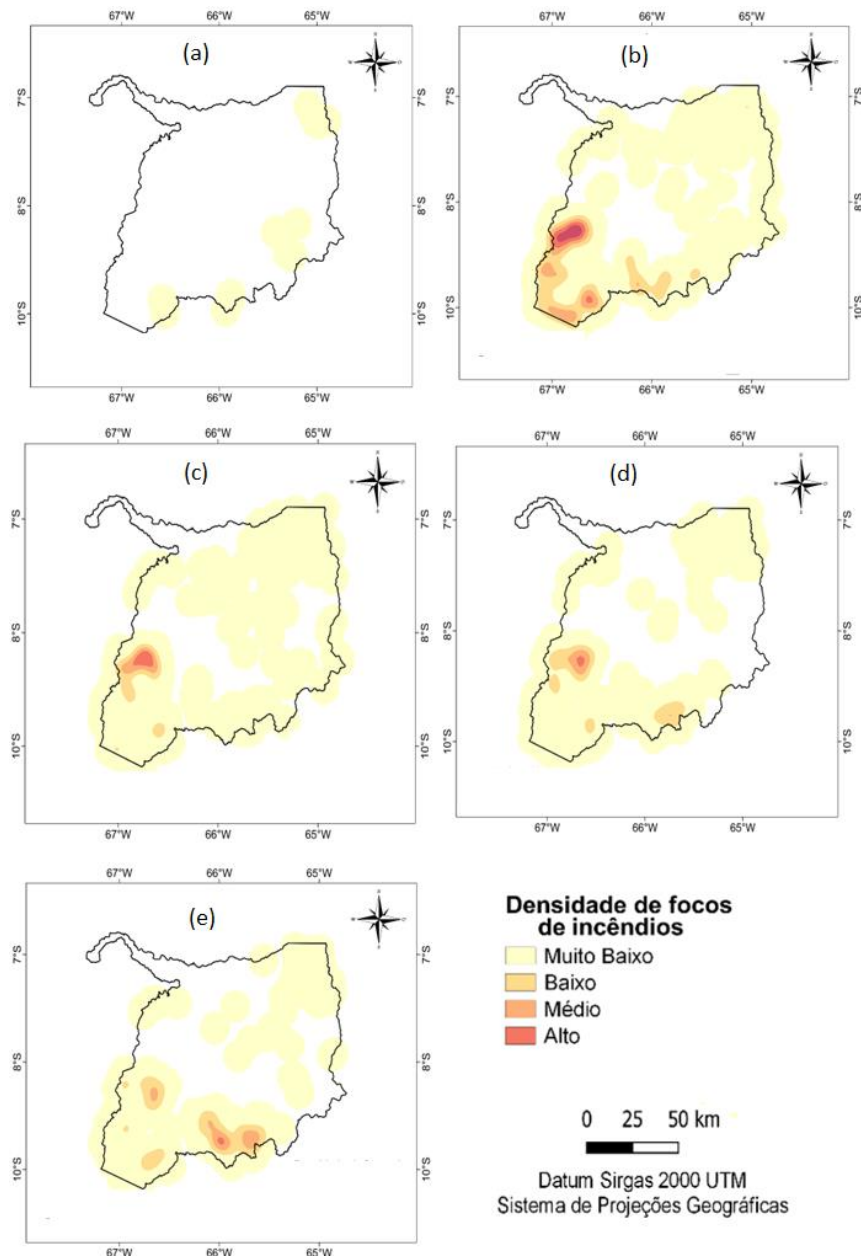


Figura 3. Mapa de focos de incêndios para os anos de 2001 (a), 2005 (b), 2010 (c), 2015 (d) e 2020 (e).

Considerando a distribuição espacial da densidade de focos de incêndios no município de Lábrea para o ano de 2001 apresentado na Figura 1a, observa-se um baixo número de ocorrência de eventos, que possivelmente pode estar

relacionada com o uso e ocupação da terra, uma vez que essas ocorrências se deram em áreas antropizadas, representadas por pequenas parcelas de pastagens localizadas na região sudoeste do município, e demais ocorrência em

áreas de formação campestre localizados na região sudeste e nordeste.

Já no ano de 2005, nota-se uma densidade de focos superior ao observado anteriormente, apresentando pela classe muito alto, conforme apresentado na Figura 1b, esse fator se deve, muito possivelmente, pela expansão do uso do solo por pastagem e áreas agrícolas, pois se tornou uma prática mais intensa na região, com destaque principalmente na região oeste e no extremo sudoeste e sul do município. Esse cenário

se repetiu nos anos seguintes, conforme apresentado na Figura 1c, 1d e 1e, onde as maiores ocorrências se concentraram na região oeste em 2010 e 2015, e na região sudeste em 2020.

A Figura 4 apresenta a precipitação (mm) média mensal e o número de focos de incêndios em cada ano avaliado, bem como a média observada para os anos avaliados.

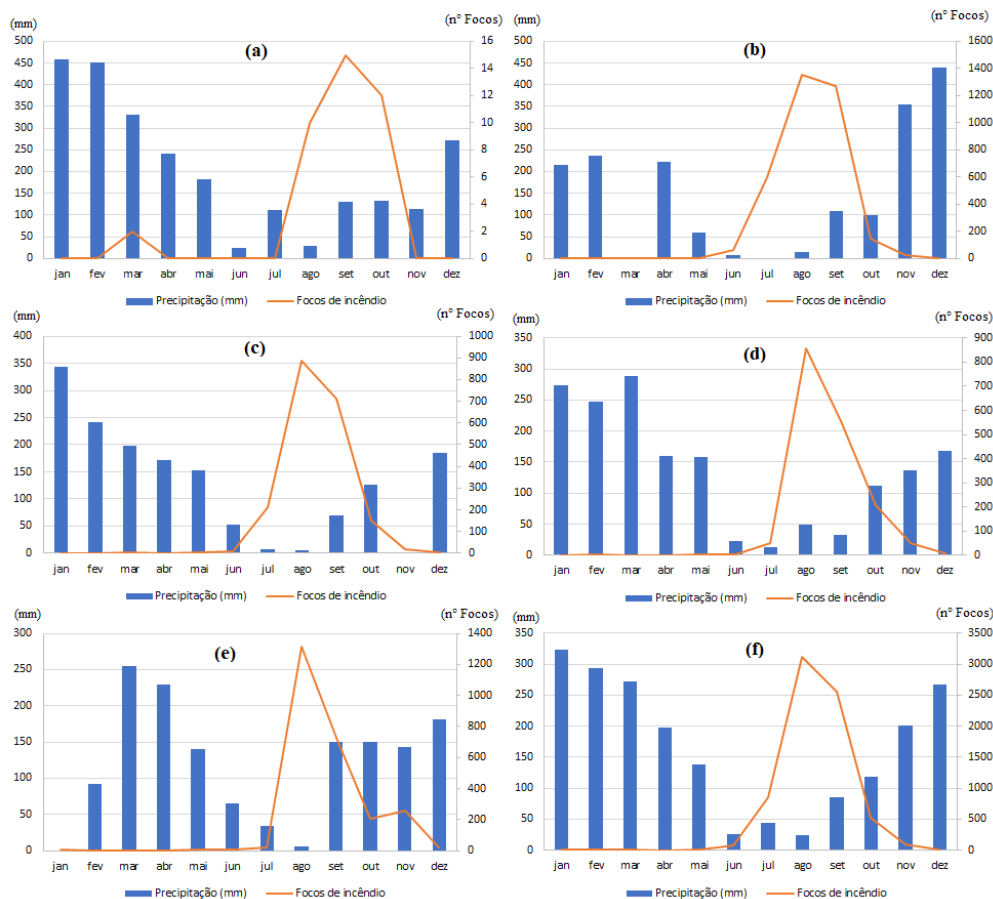


Figura 4. Dados de precipitação e focos de incêndios para o município Lábrea para os anos de 2001 (a), 2005 (b), 2010 (c), 2015 (d), 2020 (e) e média entre anos (f).

Com base na Figura 4, foi possível identificar a sazonalidade anual dos eventos, sendo o período de maior ocorrência entre os meses de julho a outubro, pois o material combustível torna-se menos úmido nesse período em virtude da menor precipitação na região. No Brasil, é comum o uso do fogo para fins como atividades de limpeza e manejo de pastagem, tanto na sua forma primitiva como em sistemas de produção intensivos, onde atua com a forma de eliminação de resíduos, pragas ou, ainda, na renovação de pastos (Herawati e Santos, 2011).

Diante disto, uso do fogo é uma das principais causas para o aumento dos índices de incêndios na região amazônica, uma vez que é uma prática comum no manejo da terra na estação seca da região. Apesar de aproximadamente 45% da Amazônia brasileira estar sob proteção legal, o fogo é uma ameaça concreta à floresta em razão da alta frequência de incêndios que vêm sendo registrada (Cammelli e Angelsen, 2019).

Embora os incêndios em florestais tropicais como na Amazonia sejam historicamente raros, o

desmatamento associado a secas extremas pode criar condições necessárias para a expansão de fogo em áreas intactas (Barlow et al., 2020), uma vez que o uso do fogo, empregado pelo homem na região, muitas das vezes saem do controle e podem atingir áreas em processo de exploração madeireira, situação característica da região sul do município de Lábrea.

Além desses fatores, as condições meteorológicas exercem influência na ocorrência desses incêndios florestais. Como já citado, as condições de tempo seco favorecem a ocorrência de fogo na vegetação, por outro lado, altos índices de precipitação e umidade do ar diminuem a possibilidade de incêndios em uma vegetação e vice-versa (Trollope et al., 2004). Dessa forma, com um potencial aumento de eventos climáticos extremos, isso pode aumentar de forma considerável a ocorrência de incêndios na região.

Assis et al. (2014) descrevem que existe uma sazonalidade e sinergismo entre o clima, o desmatamento e os incêndios. Neste estudo, os resultados mostraram que as ocorrências de incêndios são mais frequentes durante a estação seca, nos meses de junho a outubro, e ela pode ser intensificada com o desmatamento, no qual os agricultores empregam o fogo para a eliminação de ervas daninhas nas pastagens e para eliminar remanescentes de biomassa no terreno recentemente desmatado (Duarte et al., 2020).

4 Considerações Finais

Os resultados obtidos mostraram que entre 2001 a 2020 cerca de 5,65% de áreas de vegetação florestal foram removidas por desmatamento. Essas áreas foram substituídas em sua maior parte por pastagem, seguido por atividades agrícolas. Com base no mapa de uso e ocupação do solo, foi possível identificar uma expansão considerável de áreas de pastagem com destaque principalmente na região oeste e no extremo sudoeste e sul do município.

O uso do fogo para limpeza da área desmatada justifica a maior ocorrência de focos de incêndios nessas regiões. Observou-se que entre 2001 a 2020 o rebanho bovino do município teve um aumento de 5.000%, sendo 6.343 em 2001, passando para 319.501 em 2020, fazendo com que impulsionasse a abertura de novas áreas por desmatamento para o estabelecimento de pastagem, trazendo incidência de focos de incêndio em decorrência da utilização de fogo para limpeza dessas áreas.

Diante disso, foi possível verificar que houve maior concentração e intensidade das queimadas conforme o decorrer dos anos, e se pode

notar um elevado aumento da quantidade de focos de calor no ano de 2005, onde a sazonalidade anual dos eventos ocorre com maior frequência entre os meses de julho a outubro, em virtude da menor precipitação na região.

5 Referências

- Assis, F. R. V.; Mendonça, I. F. C.; Silva, J. E. R., 2014. Uso de geotecnologias na locação espacial de torres para detecção de incêndios florestais no semiárido nordestino. *Floresta*, Curitiba-PR, v. 44, p. 133 - 142, <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v44i1.32618>
- Barlow, J.; Berenguer, E., 2020 Carmenta, R.; França, F. Clarifying Amazonia's burning crisis. *Global Change Biology*, v. 26, p. 319-321. <https://doi.org/10.1111/gcb.14872>
- Becker, B. K, 2005 Geopolítica da amazônia. *Estudos avançados*, v. 19, p. 71-86.
- Berenguer, E.; Carvalho, N.; Anderson, L. O.; Aragão, L. E. O. C.; França, F.; Barlow, J, 2020.. Improving the spatial-temporal analysis of Amazonian fires. *Global Change Biology*, p. 469-471. <https://doi.org/10.1111/gcb.15425>
- Cammelli, F.; 2019. Angelsen, A. Amazonian farmers' response to fire policies and climate change. *Ecological Economics*, v. 165, p. 1-10.
- Claudino-Sales, V, 2019. Riscos socioambientais no Norte do país: incêndios na Amazônia brasileira. *Casa da Geografia de Sobral*, v. 21, , p. 22-32
- Cochrane, M. A, 2001. Synergistic interactions between habitat fragmentation and fire in evergreen tropical forests. *Conservation Biology*, v. 15, p. 1515-1521, <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.01091.x>
- Duarte, M. L.; Sousa, J. A. P.; Castro, A.L.; Lourenço, R. W, 2021. Dynamics of land use in a rural settlement in the Brazilian Legal Amazon. *Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB)*, v. 56, p. 375-384, <https://doi.org/10.5327/Z217694781005>
- Duarte, M. L.; Brito, W. B. M.; Silva, T. A.; Castro, A. L. 2020. Padrões e causas do desmatamento no Baixo Acre, região oeste da Amazônia brasileira. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 5, <https://doi.org/10.24221/jeap.5.1.2020.2790.117-127>
- Farias, M. H. C. S.; Beltrão, N. E. S.; Santos, C. A.; Cordeiro, Y. E. M, 2018. Impact Of Rural Settlements On The Deforestation Of The Amazon. *Mercator*, v. 17, <https://doi.org/10.4215/rm2018.e17009>
- Ferreira, L. V; Venticinqu, E; Almeida, S, 2005. O desmatamento na Amazônia e a importância das

- áreas protegidas. *Estudos avançados*, v. 19, p. 157-166.
- Ghorbanzadeh, O.; Blaschke, T.; Gholamnia, K.; Aryal, J, 2019. Forest Fire Susceptibility and Risk Mapping Using Social/Infrastructural Vulnerability and Environmental Variables. *Fire*, v. 2, n. 50, p. 1-27, <https://doi.org/10.3390/fire2030050>
- Herawati, H.; Santoso, H, 2011. Susceptibilidade e risco de incêndio de florestas tropicais sob mudanças climáticas: Uma revisão da natureza, política e instituições de incêndio na Indonésia. *Política Florestal e Economia*, v. 13, p. 227-233.
- IDESAM, 2020. Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia, Dinâmica do Desmatamento e Resultados do Projeto Cidades Florestais, 15p.
- INMET. Base de dados INMET. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso: 03 de outubro de 2022.
- INMET. Base de dados INMET. Disponível em: <www.mapas.inmet.gov.br> Acesso: 03 de outubro de 2022.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <https://www.gov.br/inpe> acesso: 29 de outubro de 2023.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Solos do Brasil. 2021. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos.html>>. Acesso: em 03 de outubro de 2023.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PAM - Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria>, Acessado em: 207/03/2023.
- IPAM 2023 Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Sobrevoos confirma que o sul do Amazonas é a nova fronteira do desmatamento. Disponível em: <https://ipam.org.br/sul-do-amazonas-e-a-nova-fronteira-do-desmatamento/>, acesso em: 27/07/2023.
- Li, X.; Song, K.; Liu, G, 2020. Wetland fire scar monitoring and its response to changes of the Pantanal wetland. *Sensors*, v. 20, p. 1-17, <https://doi.org/10.3390/s20154268>
- MAPBIOMAS. V.7.1, 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>
- Morello, T. F.; Ramos, R. M.; Anderson, L. O.; Owen, N.; Rosan, T. M.; Steil, L. Predicting fires for policy making: Improving accuracy of fire brigade allocation in the Brazilian Amazon. *Ecological Economics*, v. 169, p. 1-14, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106501>
- Page, Y. L.; Morton, D.; Hartin, C.; Bond-Lamberty, B.; Pereira, J. M. C.; Hurtt, G.; Asrar, G, 2017. Synergy between land use and climate change increases future fire risk in Amazon forests. *Earth System Dynamics*, v. 8, p. 1237-1246. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-8-1237-2017>
- Santos, A. M.; Silva, C. F. A.; Rudke, A. P. Soares, D. O, 2021. Dynamics of active fire data and their relationship with fires in the areas of regularized indigenous lands in the Southern Amazon, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 23, 2021, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100570>
- Santos, C. A. P. D; Souza, U. B. D; Silva, W. L, 2011. Quantificação dos focos de calor na Mesorregião do Extremo Oeste Baiano. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Curitiba. Anais. São Jose dos Campos: INPE.
- Silva, I. D. B.; Valle, M. E.; Barros, L. C.; Meyer, J. F. C. A. A, 2020 wildfire warning system applied to the state of Acre in the Brazilian Amazon. *Applied Soft Computing Journal*, v. 89, p. 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106075>
- Silva, T. B.; Rocha, W. J. S. F.; Angelo, M. F, 2013 Quantificação e análise espacial dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina – BA. Anais. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR.
- Silveira, M. V. F.; Petri, C. A.; Broggio, I. S.; Chagas, G. O.; Macul, M. S.; Leite, C. C. S. S.; Ferrari, E. M. M.; Amin, C. G. V.; Freitas, A. L. R.; Motta, A. Z. V.; Carvalho, L. M. E.; Silva Junior, C. H. L.; Anderson, L. O.; Aragão, L. E. O. C, 2020. Drivers of fire anomalies in the Brazilian Amazon: lessons learned from the 2019 fire crisis. *Land*, v. 9, p. 1-24. <https://doi.org/10.3390/land9120516>
- TORRES, F. T. P.; Roque, M. P. B.; Lima, G. S.; Martins, S. V.; Faria, A. L. L, 2017 Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. *Floresta e Ambiente*, v. 24.
- Trollope, W. S. W.; De Ronde, C.; Geldenhuys, C. J. 2004. Fire Behaviour. In: Goldammer, J.G.; Ronde, C. (Eds). *Wildland fire management handbook for Sub-Saharan Africa*. Global Fire Monitoring Centre. 432pp.
- White, B. L. A, 2019 Satellite detection of wildland fires in South America. *Floresta*, v. 49, p. 851-858. <https://doi.org/10.5380/rev.v49i4.60117>
- White, B. L. A, 2018. Spatiotemporal variation in fire occurrence in the state of Amazonas, Brazil, between 2003 and 2016. *Acta Amazonica*, v. 48, p. 358-367, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201704522>