

O COMPORTAMENTO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NO MUNICÍPIO DE LÁBREA/AM E A RELAÇÃO COM O DESMATAMENTO

**Christopher Luz Hilgemberg¹, Débora de Souza Figueiredo²,
Alexandra Amaro de Lima³**

RESUMO

Os elementos climáticos podem ser influenciados por uma série de fatores sendo eles de origem naturais e antrópicas. O desmatamento tem sua origem basicamente antrópica pode ter um impacto significativo no comportamento desses elementos climáticos, como a temperatura, influenciando os padrões meteorológicos locais e até mesmo contribuindo para mudanças climáticas em escala regional e global. Nos últimos dez anos, o município de Lábrea vem sendo alvo de forte desmatamento, reflexo da atividade agrícola, exploração de madeira e pecuária que cresce na região. Esse trabalho tem como objetivo principal, caracterizar o comportamento da temperatura, umidade e precipitação e suas possíveis relações com o desmatamento na cidade de Lábrea/AM, no período de 2011 a 2020. Para isso, foram utilizadas séries temporais de temperatura, precipitação e umidade disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), taxa anual de desmatamento do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES). Após o controle de qualidade dos dados, médias anuais foram calculados para temperatura, umidade, enquanto a precipitação foi usada os valores acumulados. Com isso foi possível comparar as informações por meio de gráficos, e assim, caracterizar os elementos climáticos e quanto eles podem ser influenciados pela mudança do uso da terra. Os resultados da análise mostraram que o ano 2018, em que foi registrada a temperatura mais elevada (em torno de 29° C) mostrou uma diminuição na

¹ Graduando de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis do Centro Universitário Fametro, Manaus/AM. E-mail: christopherrhilgemberg@gmail.com e

² Graduanda de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis do Centro Universitário Fametro, Manaus/AM. E-mail: deboradsfigueiredo@gmail.com

³ Professora Doutora no Centro Universitário Fametro, e Pesquisadora no Instituto de Educação e Tecnologia Galileo da Amazônia, Manaus/AM. E-mail: xanduca@gmail.com

precipitação acumulado (2000 mm), estão relacionados ao aumento anual da taxa de desmatamento.

Palavras-Chave: Mudança do uso da solo; Alterações regionais no clima; Precipitação.

THE BEHAVIOR OF CLIMATE ELEMENTS IN THE MUNICIPALITY OF LÁBRREA/AM AND THE RELATION WITH DEFORESTATION

ABSTRACT

Climatic elements can be influenced for different reasons, both natural and anthropogenic. Deforestation has its origin anthropogenic basically and can have a significant impact on the behavior of these climatic elements, such as temperature, influencing local weather patterns and even contributing to climate change on a regional and global scale. In the last ten years, the city of Lábrea has been the target of strong deforestation, a reflection of the agricultural activity, logging and livestock farming that grows in the region. The main objective from this work is to characterize the behavior of temperature, humidity and precipitation and their possible relationships with deforestation in the city of Lábrea/AM, from 2011 to 2020. For this, time series of temperature, precipitation and humidity were used and made available by the National Institute of Meteorology (INMET), annual deforestation rate from the Project for Monitoring Deforestation in the Legal Amazon by Satellite (PRODES). After data quality control, annual averages were calculated for temperature, humidity, while precipitation accumulated values were used. This made it possible to compare the information through graphs, and thus characterize the climatic elements and how much they can be influenced by land use change. The results of the analysis showed that the year 2018, in which the highest temperature was recorded (around 29° C) showed a decrease in accumulated precipitation (2000 mm), they are related to the rate of annual increase of the deforestation.

Keywords: Land use change; Regional changes in climate; Precipitation.

INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é a maior e mais importante floresta tropical do mundo, cobre nove países, incluindo o Brasil, e ocupa cerca de 600 milhões de hectares. O território brasileiro ocupa mais da metade da floresta, que é denominada Amazônia legal, nos estados do Pará, Amazonas, Roraima, Amapá, Rondônia, Acre e parte dos estados do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins (CASSIANO et al., 2021). Possui um clima tropical úmido marcado por altas temperaturas durante todo o ano e altos índices pluviométricos, com uma média anual de 3.113 mm segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022) entre os anos de 2011 a 2020.

Devido à cultura local e grande diversidade das espécies arbóreas de grande valor comercial e do avanço agropecuário a floresta vem sofrendo com grandes desmatamentos e queimadas ilegais (DUARTE et al., 2022). Porém, a partir da construção da Transamazônica, com a abertura de áreas antes inacessíveis e intocadas, notou-se um aumento da exploração de recursos naturais, a floresta passou a ser explorada pelo agronegócio e a pecuária (SANTOS et al., 2018). Foram anos de incentivos governamentais para a exploração da floresta e abertura de estradas para facilitar o desenvolvimento da região quando 14 milhões de hectares foram derrubados (EMBRAPA, 2020).

Contudo, como o desmatamento não é distribuído homogeneamente (ALENCAR, et al., 2022), o chamado “arco do desmatamento” uma área de aproximadamente 500 mil km² de terras que vão do Pará, passando por Mato Grosso, Rondônia e Acre é uma das regiões mais afetadas pelo desmatamento na Amazônia Legal (COSTA et al., 2023). Foram anos de incentivos governamentais para a exploração da floresta e abertura de

estradas para facilitar o desenvolvimento da região (FLEURY, et al., 2020) que desencadearam a situação atual da floresta. A falta de fiscalização e investimento federal contribuem ainda mais para aumento de ocorrências de desmatamento e queimadas ilegais, assim como a grilagem de terras pertencentes à União. O estudo de Duarte et al., (2022) aponta a influência do desmatamento na Amazônia, e os sérios problemas que o bioma amazônico enfrenta para sobreviver devido às mudanças climáticas globais que poderão torná-lo ainda mais quente e seco. Isso se deve às elevadas taxas de desmatamento do bioma.

O arco do desmatamento vem avançando cada vez mais, e chegou a atingir a parte sul do Amazonas. Entre os anos de 2020 a 2022, Lábrea se apresentou como um dos principais municípios afetados, destacando-se por apresentar a quarta maior taxa de desmatamento da região (INPE, 2022), de acordo com o relatório atual do Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia - PRODES (2022). A ‘fronteira agropecuária’, que ocorreu entre 2000 e 2010, trouxe a soja e a pecuária com o incentivo de terras baratas e grandes projetos como o avanço da construção da BR-319. O desmatamento ocorreu de forma desenfreada com relação aos anos anteriores à construção das rodovias. A influência de estradas no município deve ser levada em consideração, pois os padrões de desmatamento no município estão diretamente ligados a este fator, no caso, as BRs – 319, 320, e 317 (FLEURY, et al., 2020).

Portanto, as mudanças climáticas são consequências da perda de grandes áreas de floresta, o que gera grande quantidade de liberação de gás carbônico na atmosfera, também proveniente de queimadas (REIS, et al., 2020). De acordo com World Wildlife Fund - WWF, a Amazônia tem um importante papel na manutenção do clima regional e mundial; o processo de evapotranspiração, que libera água na atmosfera e os inúmeros rios que

deságuas nos oceanos influenciam no clima e nas correntes oceânicas (TERASSI, et al., 2018). Assim, o objetivo dessa pesquisa é avaliar o comportamento dos elementos climáticos perante ao avanço do desmatamento no município de Lábrea.

METODOLOGIA

Área de estudo

O município de Lábrea está localizado ao sul do estado do Amazonas, na divisa com o estado de Rondônia, às margens do rio Purus, em uma área de 68.262,680 km² de extensão (IBGE, 2022), a 704 km de distância de Manaus.

Na área urbana da cidade, encontram-se pequenas indústrias, serviços e mercados que fazem o uso e a venda de produtos obtidos pela produção extrativista da região com destaque para a coleta e beneficiamento de castanha e óleos, madeira e agricultura familiar (WWF, 2019). O município possui um grande potencial madeireiro que, na maioria dos casos, não é feito de maneira sustentável e legal, o que leva à supressão da floresta da região. Outra fonte de renda comum é a pecuária, que ocorre principalmente ao longo da Transamazônica, na parte sul da região.

Conjunto de Dados

Desmatamento

Os dados de desmatamento foram coletados na plataforma de dados *web* do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), referentes ao desmatamento no período entre os anos de 2011 e 2020, para que fosse possível analisar o crescimento do desmatamento na região ao longo dos anos. Foram desenvolvidas tabelas e gráficos em excel para melhor organização e compreensão dos dados numéricos, e também a elaboração

de mapas temáticos das áreas afetadas com o auxílio do *software QGIS versão 3.30.2*, um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os mapas foram ajustados no modelo DATUM SIRGAS 2000.

Elementos Climáticos

A coleta de informações sobre o clima da região foi feita no site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Agência Nacional das Águas - ANA, através dos seus planos de monitoramento.

Tomou-se como referências os dados correspondentes ao período entre os anos de 2011 e 2020, para que pudesse ser feita a comparação exata com os dados de desmatamento da região. Para a organização das informações, foram feitos gráficos, tabelas e mapas temáticos em software específico e de SIG. Foram coletados para estudo os seguintes fatores climáticos: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade do ar (%), pressão atmosférica (atm) e radiação solar (Watts/m^2); também foram coletadas as informações de precipitação.

Esta é uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem quantitativa, com foco na análise dos dados coletados em bancos de pesquisa e armazenamento de dados sobre o clima, exploração do meio ambiente e focos de queimadas (NASCIMENTO & SOUZA, 2016). Os objetivos são descritivos e buscam aprofundar o conhecimento dos impactos dos elementos climáticos e o meio ambiente, pela exploração desenfreada dos recursos naturais no município de Lábrea. Os dados coletados para o estudo do desmatamento foram encontrados no site do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), que abriga a plataforma do Terrabrasilis e PRODES que realizam o monitoramento por satélites do desmatamento na Amazônia Legal. Os dados sobre o clima da região, foram coletados através do portal do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Agência Nacional

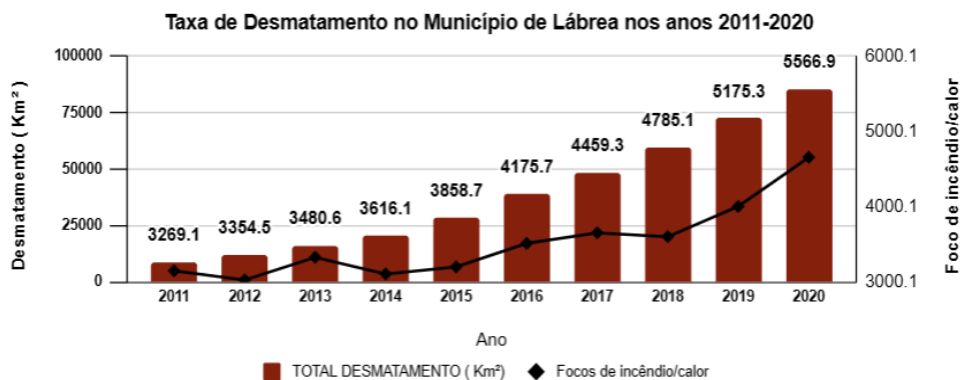
das Águas - ANA. Desta forma, foi realizada a análise quantitativa dos dados obtidos para descrever a relação do desmatamento com as mudanças climáticas da região, com a aplicação de gráficos que demonstram essa relação ao longo dos anos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Cenário do desmatamento no Município de Lábrea

Nos últimos dez anos, o município de Lábrea vem sendo alvo de forte desmatamento, reflexo da atividade agrícola e pecuária e exploração madeireira na região, e da exploração madeireira. Os resultados gerados a partir das informações obtidas do projeto PRODES (Figura 1).

Figura 1: Taxa de desmatamento no município de Lábrea – AM, durante o período de 2011 a 2020.



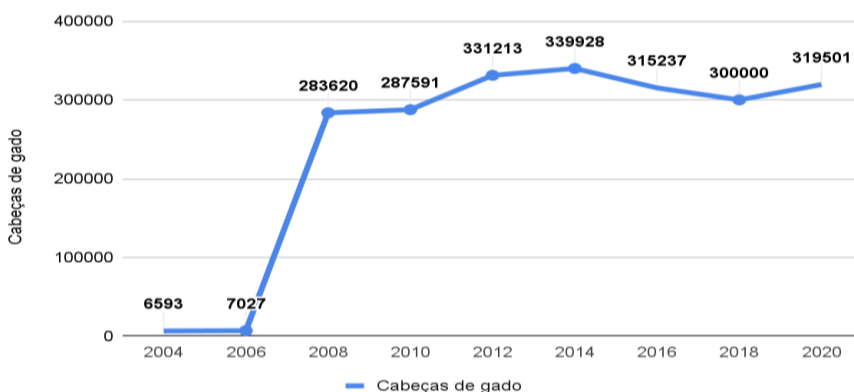
Fonte: Autores (2022).

Observa-se na Figura 1, que durante o período de 2011 a 2020, a taxa de desmatamento apresentou um crescimento exponencial em torno de 2297,8 km². Ainda, esse crescimento coloca o município de Lábrea no

ranking dos municípios que mais desmataram no estado do Amazonas. O aumento da área desmatada ao longo dos anos analisados passou de 4,58% para 7,99%, superando cidades como Boca do Acre, Apuí e Itacoatiara.

Outro fator importante, é a abertura de estradas, oficiais ou clandestinas, permitem a ocupação e exploração irregular de terras e madeiras nobres que, posteriormente, são convertidas em agricultura familiar e pastagens, que podem evoluir para o processo de agricultura mecanizada (FEARNSIDE, et al., 2019). Entre os principais fatores que contribuem para o desencadeamento da cobertura florestal estão a agropecuária e os processos de grilagem de terras públicas (FEARNSIDE, et al., 2020), processo que reflete da prática das atividades nos municípios, estados vizinhos e que se expandem em direção ao sul do Amazonas, como mostra a Figura 2.

Figura 2: Cabeças de gado no município de Lábrea - AM
Efetivo do rebanho (Unidade: cabeças)



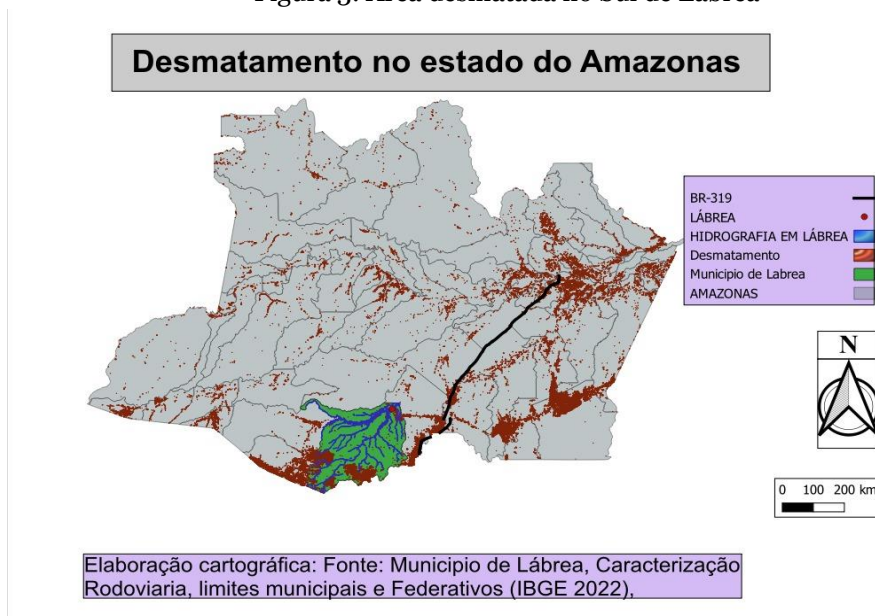
Fonte: IBGE (2020)

Na análise da Figura 2, de acordo com o IBGE, em 2004, Lábrea contava com 6.593 cabeças de gado bovino, mantendo um crescimento lento até o ano de 2006. No ano de 2007, o município teve um grande aumento em relação ao número de cabeças de gado, saltando de 7.027 em 2006 para

285.519 em 2007, e tendo seu ápice no ano de 2014 com 339.928 cabeças de gado efetivas. Entre os anos de 2014 e 2018, observa-se uma queda no número de cabeças de gado de aproximadamente 11,75%. Entretanto, em meados de 2018 a 2020, percebe-se novamente um crescimento levando Lábrea a ocupar o primeiro lugar entre os municípios do estado do Amazonas no ranking pecuário do IBGE em 2020.

De acordo com (Fearnside, et., al 2019), a Br-364 é um dos fatores que vêm influenciando a perda de vegetação em Lábrea, principalmente nas regiões que limitam os municípios Boca do Acre (AM) e Porto Velho (RO), onde se observa o maior avanço do desmatamento, como mostra a Figura 3. A Figura 3 mostra o estado do Amazonas e a cidade de Lábrea representada pela cor verde no mapa. Ainda, os pontos vermelhos representam as áreas desmatadas em todo o estado. A figura representa igualmente a BR-319, por meio de uma linha preta, cobrindo a região de Manaus (Amazonas) até Porto Velho (Rondônia).

Figura 3: Área desmatada no Sul de Lábrea



Fonte: Autores (2022).

Com o crescimento exponencial da atividade agropecuária na região e a visibilidade para a extração de recursos madeireiros e minerais, a comunidade ribeirinha com o intuito de proteger o território no qual se realiza a prática do manejo sustentável, solicitou ao CNPT/IBAMA, no ano de 2001, através da Associação dos Produtores da Reserva Extrativista de Lábrea (APREMP), a criação de uma Reserva Legal Extrativista, o resultado disso é que, até 2022, a região já conta com quatro reservas semelhantes.

No ano de 2008, o governo federal criou quatro UC's no município de Lábrea, sendo elas: Parque Nacional Mapinguari (PARNA), Reserva Extrativista do Médio Purus (Resex), Reserva Extrativista Ituxi (Resex), Floresta Nacional do Iquiri (Flona) (Tabela 1).

Tabela 1: Reservas Extrativistas e Unidades de Conservação em Lábrea-AM

Unidades de Conservação (UC)	Ano de Criação	Área (km²)	Percentual da área do município (%)
Resex Médio Purus	2008	6.042,90	8,85
Flona Iquiri	2008	14.760,70	21,62
Resex Ituxi	2008	7.769,40	11,38
Parna Mapinguari	2008	15.724,20	23,03
Área Total		44.297,2	64,88

Fonte: INCRA (2016).

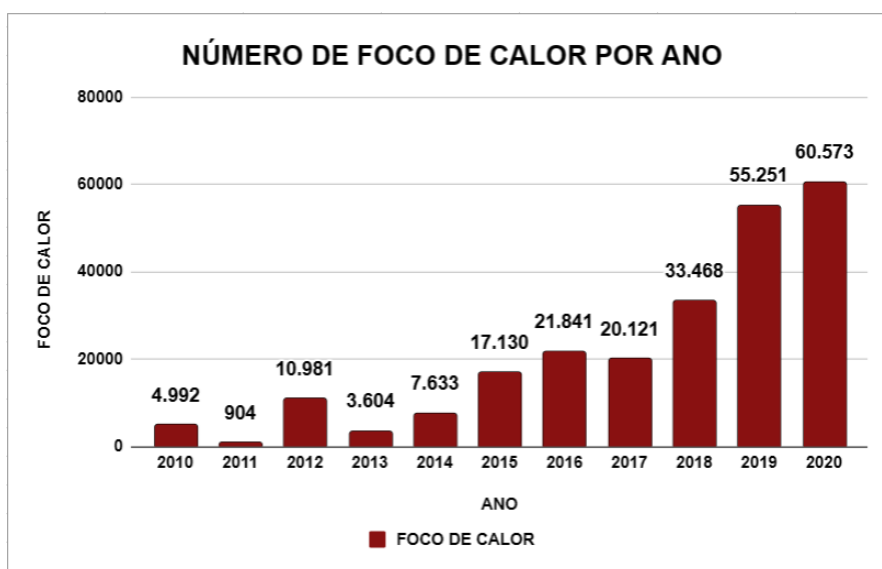
É possível observar a partir da Tabela 1 que as unidades de uso sustentável, como a Resex e a Flona, visam conciliar o desenvolvimento e o uso sustentável dos recursos da natureza com sua conservação da mesma de forma planejada e regulamentada. Já as unidades de proteção integral, como a Parna, objetivam a proteção integral da flora, fauna local e as demais características existentes em seu limite, sendo autorizados apenas estudos e pesquisas científicas, ambas autorizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e do Recursos Renováveis - IBAMA.

Com a criação das UC's, principalmente a Perna de Mapinguari e a Flona do Iquiri, na região Sul da região, área muito afetada pelo desmatamento e grilagem de terras públicas, foi possível frear esse processo que vinha se alastrando a partir dos municípios vizinhos, onde a pecuária extensiva chegou com potencial, associada com a pavimentação da Br-364 (Fearnside, et al., 2020).

Contudo, a situação de Lábrea continua crítica, como indicam os dados do INPE. Em 2010, o município estava entre os primeiros do estado do Amazonas com os maiores focos de queimadas, ocupando a primeira posição no ranking e a décima quarta posição entre os municípios do Brasil, perdendo apenas para municípios do Mato Grosso, Pará e Rondônia. No ano

de 2020, o Lábrea continuou ocupando o primeiro lugar no ranking entre os municípios de Amazonas com mais de 60.000 focos de queimadas, com uma somatória dos anos de 2010 a 2020 de aproximadamente 236.498 pontos de queimadas (PRODES, 2020), assim subindo para o quarto lugar entre os municípios do país, perdendo apenas para Altamira (PA), São Félix do Xingu (PA) e Porto Velho (RO) (Figura 4).

Figura 4: Foco de calor no município de Lábrea - AM



Fonte: Autores (2022)

A ignição de uma queimada pode ter origens naturais, por indígenas, garimpeiros, para abertura de áreas de pastagem ou espaço para agricultura e, de acordo com (DUARTE, et al., 2022), depende de características da região como o tipo de vegetação, umidade relativa, temperatura, o clima, e o tempo local e o vento. Entretanto, a Floresta Amazônica, predominante da região de Lábrea, por ser uma floresta tropical úmida, não tem o fogo como parte do seu ciclo de regeneração natural, o que leva a concluir que a origem

das queimadas estará sempre associada a ações humanas, direta ou indiretamente (THOMAS, 2021).

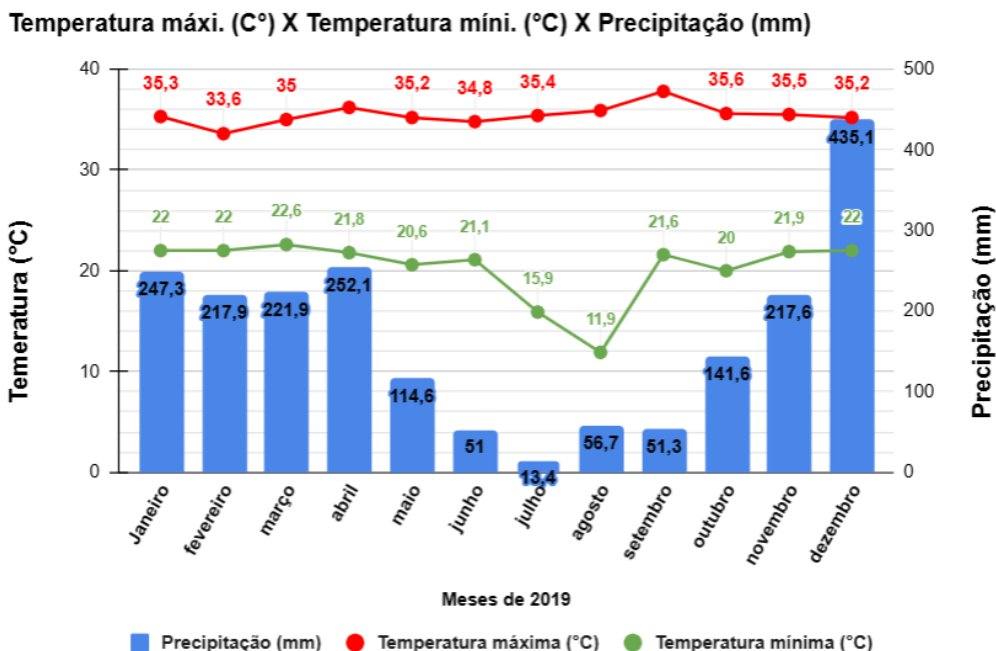
Segundo a pesquisa feita por (VITEL, 2009), as atividades de exploração são pouco intensas próximo à sede de Lábrea e em áreas de assentamentos isolados por conta da baixa trafegabilidade, o processo de desmatamento se destaca na parte Sul do município onde foram construídos grandes ramais através da floresta.

Elementos Climáticos

Precipitação

Por estar em uma posição geográfica mais ao sul do estado do Amazonas, e conforme a classificação climática de Köppen-Geiger (1936), a cidade de Lábrea apresenta um clima ameno. A quantidade de água precipitada em uma região de floresta é de suma importância, pois permite que o solo se mantenha úmido diminuindo o risco das queimadas. Os registros se mantêm elevados com taxas de precipitação anual em torno de 326 mm durante os meses mais chuvosos, como mostra a Figura 5.

Figura 5: Precipitação e temperatura no município de Lábrea - AM

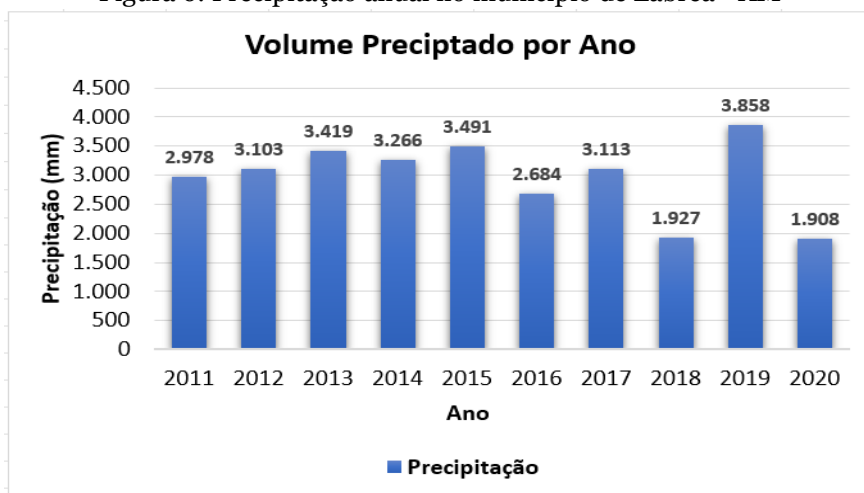


Fonte: Autores (2022).

Observa-se uma pluviosidade significativa no município durante a maior parte do ano, destacando-se os meses iniciais e finais. Como mostra o gráfico da Figura 5, nos meses de junho, julho e agosto, pode-se notar uma queda significativa da precipitação, onde o menor volume pluviométrico foi notado no mês de Julho com 13,4 mm, uma diferença para o mês de maio de 37,6 mm. Os baixos volumes pluviométricos perduram durante os meses de junho, julho e agosto, após este período, nota-se uma elevação nos níveis de chuva. A precipitação da região em que localiza o município, possui três fases distintas divididas em período chuvoso, que vão do mês de outubro à abril, período de transição, que vai de maio a meados de junho, e período seco que vai de junho a agosto, sendo o período chuvoso responsável por 90% de toda precipitação que ocorre no ano (MARTINS, 2019).

Contudo, entre os anos de 2011 e 2020, Lábrea apresentou altas taxas de precipitação, tendo seu máximo no ano de 2019, com 3.858 mm, e seu mínimo no ano de 2020, com 1.908 mm. Diante disso, é possível notar a presença de acumuladas anuais significativas baixas nos anos de 2016 e 2018 (ver Figura 6).

Figura 6: Precipitação anual no município de Lábrea - AM



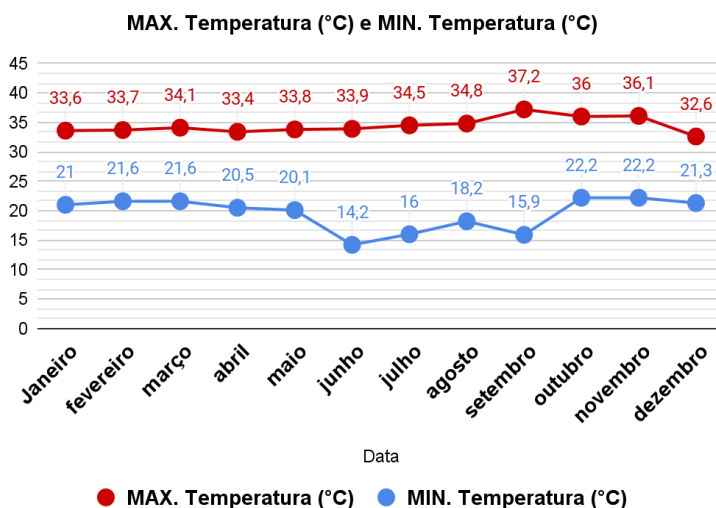
Fonte: Autores (2022)

Os valores elevados de precipitação devem-se à ascensão orográfica da umidade que é transportada por ventos alísios do leste da Zona de Convergência Intertropical (MARENGO, 2008). Ainda de acordo com o autor, fenômenos como o El Niño Oscilação Sul (ENOS) podem influenciar negativamente ou positivamente nas precipitações da região Amazônica, trazendo fortes períodos de seca ou de cheia. Estudos mostram que em anos de El Niño houve uma diminuição na quantidade de chuvas na região da Amazônia e, nos mais intensos, a precipitação de verão foi menor que em anos que o fenômeno não ocorre (MARENGO, et al., 2022).

Temperatura

Lábrea tem uma temperatura média de 27°C, e mantém um equilíbrio em relação à temperatura durante todo ano. Novembro é o mês com maior taxa de temperatura, chegando a aproximadamente 29,15°C, enquanto o mês de junho é visto como o mês em que apresentam os menores valores de temperatura (24,05°C), valores que podem ser justificados pela incursão das massas de ar frio no continente durante o período de inverno. Além disso, é possível verificar a baixa amplitude térmica durante o ano, o que é uma característica da região norte, como mostra a Figura 7.

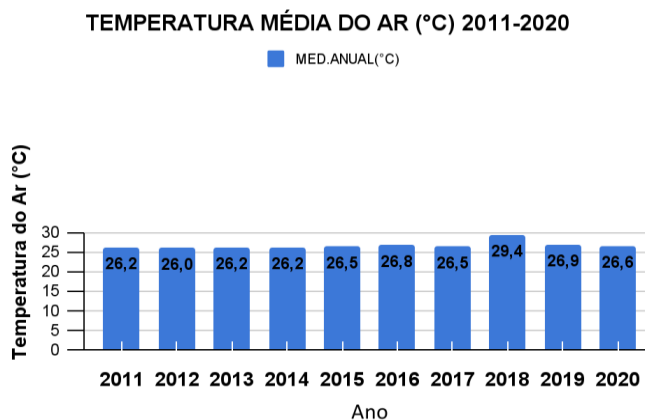
Figura 7: Temperatura máxima e mínima no município de Lábrea - AM no ano de 2018



Fonte: Autores (2022)

Entre os anos de 2011 e 2020, percebe-se igualmente a pouca variação da variável temperatura, período este que apresentou médias em torno de 26,7°C, e tendo o ano de 2018 como aquele com a maiores registros de temperatura anual, de 29,4°C, e 2012 com a menor, de 26°C, como mostra a Figura 8.

Figura 8: Média da temperatura do ar entre 2011 e 2020 em Lábrea/AM



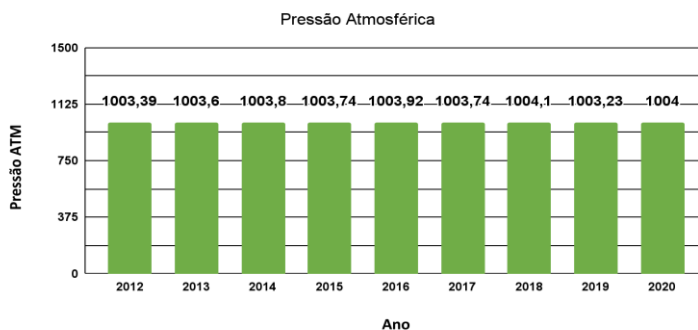
Fonte: Autores (2022)

Na leitura da Figura 8, notam-se menores temperaturas médias foram observadas na transição outono inverno para o hemisfério sul. Nos meses de maio a agosto, os valores variaram entre 24,8 e 25,4 °C. A temperatura máxima é alcançada principalmente nos meses de julho a outubro, época em que ocorre o chamado “verão amazônico”.

Pressão

A pressão atmosférica é um elemento climático importante no monitoramento do tempo de uma determinada região, apesar disso, ela não possui uma variabilidade espacial significativa, principalmente quando a área de estudo não é significativamente extensa para que permita que a pressão atmosférica possua uma grande amplitude durante o ano.

Figura 9: Pressão atmosférica em Lábrea - AM



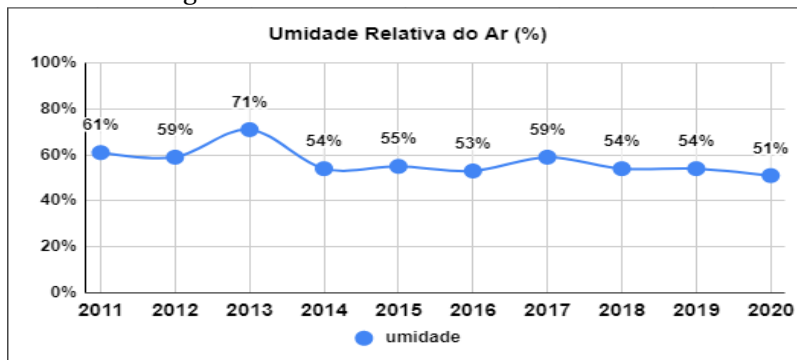
Fonte: INMET (2022)

É possível observar na Figura 9 essa estabilidade do comportamento da curva da pressão média anual mostrando pouca variação ao longo do ano, mantendo uma média de 1003,71 mbar entre os anos de 2011 e 2020.

Umidade relativa do ar

Outro elemento analisado foi a umidade relativa média anual, apresentada na Figura 10, variou entre 51% a 71% no período estudado. Em 2011, Lábrea apresentava uma umidade relativa média anual de 61% e teve seu maior registro no ano de 2013 com 71%, ano em que ocorreu simultaneamente a maior precipitação acumulada e temperatura média anual em torno de 26,2°C na região (como vistos nas Figuras 6 e 8).

Figura 10: Umidade relativa do ar em Lábrea - AM



Fonte: INMET (2022)

Ao observarmos o ano de 2014 verifica-se uma queda brusca da umidade relativa média anual para 54%, se mantendo no patamar de 51% a 59% nos anos seguintes do período analisado. Por outro lado, o ano 2018 foi uma das menores taxas de precipitação e o maior índice de temperatura do período, o que se pode relacionar com os índices de umidade relativa dos respectivos anos, e igualmente associado a um evento fraco de El Niño (TERASSI et al., 2018).

Relação entre o desmatamento e mudanças climáticas em Lábrea

Fazendo a análise entre os dados de desmatamento e clima, pode-se relacionar algumas alterações climáticas ligadas ao desmatamento na região. Comparando os dados de desmatamento e focos de calor, observa-se que em alguns momentos o aumento do desmatamento é diretamente proporcional às quantidades de focos de incêndio na região. No ano de 2012, os focos de incêndio foram mais altos do que o total desmatado no ano, onde nota-se o início do crescimento do desmatamento nesse período, que continua crescendo até os anos atuais (Figura 11).

Figura 11: Desmatamento e focos de incêndio no município de Lábrea - AM

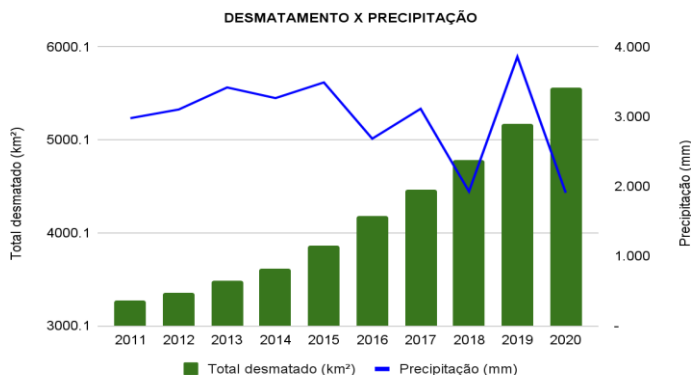


Fonte: Autores (2022)

Entretanto, no ano de 2013, os focos de calor foram relativamente baixos, descartando a relação com o desmatamento naquele ano. De acordo com a EMBRAPA 2022, a concentração dos focos de calor é intensa no sul do município, principalmente na fronteira entre os estados do Acre e Rondônia, onde o desmatamento e a atividade agropecuária é bastante intensa. O uso do fogo ainda é muito utilizado por vários fazendeiros na limpeza das áreas para o plantio, o que muita das vezes é feito de maneira indiscriminada causando vários danos ao ecossistema afetado (EMBRAPA, 2022).

Quando analisamos o comportamento anual da precipitação (Figura 12), percebe-se que no período de 2011 a 2015 os totais não ultrapassam 3.251,4 mm, anos em que as áreas afetadas pelas queimadas e o desmatamento não ultrapassavam 4000 km². Todavia, nos cinco anos seguintes, os registros mostram um crescimento médio da precipitação entre 2016 a 2020 em torno de 2.698 mm/ano, uma diferença de 17,2%.

Figura 12: Desmatamento e precipitação em Lábrea - AM



Fonte Autores (2022)

Apesar do aumento da precipitação anual, deixando o solo mais úmido e menos suscetível às queimadas, esse período apresentou as taxas mais elevadas de desmatamento por km², o que faz com que se relacione essa mudança na dinâmica das precipitações com a crescente do desmatamento na região. A inter-relação entre a floresta e a atmosfera tem um sensível equilíbrio climático, o qual sofre perturbações causadas pela ação do homem.

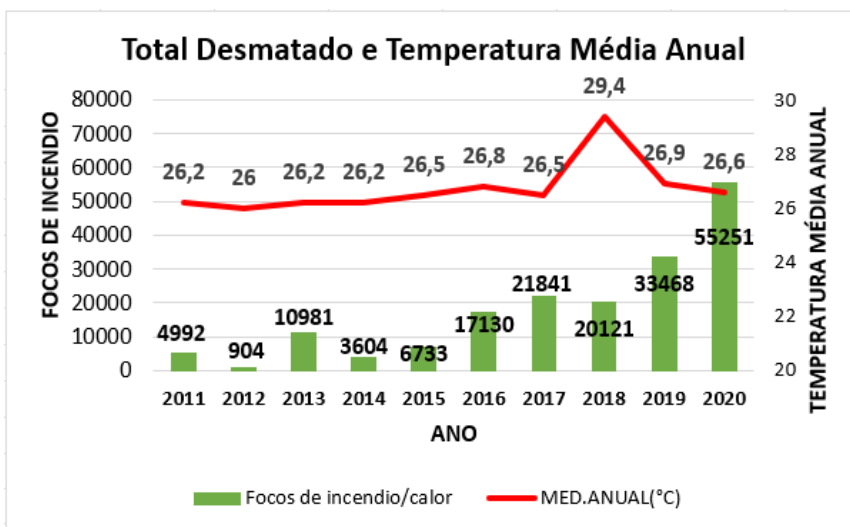
Um aspecto conhecido atualmente sobre a floresta amazônica é que ela injeta vapor d'água na atmosfera com mais vigor durante a estação seca. Ao contrário acontece durante a estação chuvosa que a cobertura de nuvens reduz a quantidade de radiação solar que chega até a superfície, disponível para a fotossíntese e evapotranspiração da flora da região. Entretanto, com a remoção da cobertura vegetal em valores acima de 5000 km², a evapotranspiração chegará a níveis baixos, haverá perda da umidade relativa e por consequência, diminuição da precipitação na região.

Apesar disso, fenômenos acoplados oceano-atmosfera como a Temperatura da Superfície dos oceanos tropicais, Atlântico e Pacífico, são

fatores que modulam o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que é um sistema causador de precipitação no Norte e nordeste. Na região Amazônica, a ZCIT e suas interações com outros sistemas contribuem com aproximadamente 70% da precipitação registrada na região central do Amazonas. Adicionalmente, eventos extremos de seca/chuva na região podem estar associados às fases quentes e frias do El Niño Oscilação Sul (ENOS).

Apesar da cidade de Lábrea estar localizada mais ao sul do estado, a temperatura não possui forte amplitude durante o ano, apresentando valores médios em torno de 26°C durante o período analisado. Durante o período de 2017 a 2019, é possível verificar um aumento na média anual em torno de 3°C, anos em que foram verificados os maiores registros de focos de queimadas e desmatamento no município (Figura 13).

Figura 13: Índices de temperatura e incêndios em Lábrea - AM



Fonte: Autores (2022)

Esses focos de queimadas podem ser agravados pela baixa umidade, já representada na Figura 10, que associada às altas temperaturas e ao crescimento do desmatamento na região. O fogo, usado em associação com a agricultura e como forma de facilitar o desmatamento, causa emissões de enormes quantidades de poluentes, estes por sua vez atuam como núcleos de formação de gotas nas nuvens e, desta maneira, sua enorme concentração de fumaça tem implicações no tipo de chuva que se forma, bem como prejudicar a saúde humana (Figura 13).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Amazônia Legal corresponde a mais de 50% do território brasileiro, envolvendo oito estados, sendo a maior extensão de floresta tropical e de grande importância na qualidade de saúde, desenvolvimento rural e urbano. Este estudo destacou o papel do comportamento dos elementos climáticos observado nos últimos anos no município de Lábrea, situado no sul da Amazônia Legal.

O aumento significativo na exploração madeireira e agropecuária na região, pode ter influenciado o comportamento dessas variáveis, principalmente, na diminuição da precipitação (últimos anos), umidade relativa e aumento da temperatura. É importante destacar o forte impacto ambiental causado pelas atividades ilegais, consideradas críticas, devido aos altos índices de queimadas e/desmatamento nos últimos anos, originária de origens diversas, como agricultura e pecuária. Além disso, as mudanças no comportamento desses elementos não afetam somente o meio ambiente natural, mas podem trazer consequências gravíssimas à saúde humana como problemas respiratórios, gerados principalmente pela diminuição da umidade e aumento das queimadas.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A.; SILVESTRINI, R.; GOMES, J.; SAVIAN, G. **Amazônia em chamas: o novo e alarmante patamar do desmatamento na Amazônia**. Nota Técnica, n. 9, 2022. Disponível: <
https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2022/02/Amaz%C3%B4nia-em-Chamas-9-pt_vers%C3%A3o-final-2.pdf>

CASTELO, T. B. **Legislação florestal brasileira e políticas do governo de combate ao desmatamento na Amazônia legal**. Ambiente & Sociedade, v. 18 , n. 4, 2015, pp. 221-242. Disponível<<https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1216V1842015>>

COSTA, G. K. L.; BLANCO, C. J. C.; SOARES, A. C. L.; CRUZ, J. S.; MENDONÇA, L. M. **Impacto das mudanças climáticas nas vazões mínimas de referência de pequenas bacias hidrográficas na Amazônia Legal e dentro do arco do desflorestamento**. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 20, n. 2023, 2023.

De LIMA RABELO, ASSMAR, A. C.; COSTA, C. E. A. C. **Influência do desmatamento nas precipitações em unidades de conservação da Amazônia**. Observatorio de la Economía Latinoamericana, n. 7, p. 11, 2019. Disponível <<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/07/unidades-conservacao-amazonia.html>>

DUARTE, J. C. S. **Conexão com a natureza e suas implicações nas percepções ambientais sobre as queimadas da floresta amazônica**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e

Sustentabilidade na Amazônia) – Manaus (AM), 2022.
Disponível: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9225>>

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Alternativas ao uso do fogo na agricultura e as etapas para planejamento de uma queima controlada. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2471085/alternativas-ao-uso-do-fogo-na-agricultura-e-as-etapas-para-planejamento-de-uma-queimada-controlada>>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

ESPINOSA, J. C.; MARENGO, J. A.; SCHONGART, J.; JIMÉNEZ, J. C. **The new historical flood of 2021 in the Amazon River compared to major floods of the 21st century: Atmospheric features in the context of the intensification of floods.** *Weather and Climate Extremes*, vol. 35, 2022, pp. 100406. <<https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100406>>

FERRANTE, L.; FEARNside, P. M. BR-319: **O caminho para o desmatamento da Amazônia.** (2019).

<<http://www.bandnewsdifusora.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Ferrante-Fearnside-BR-319-Science-Portugu%C3%AAs-1.pdf>>

FLEURY., A. M. A. **Políticas de implementação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13, sobre mudanças climáticas, no poder judiciário brasileiro.** Dissertação (Mestrado em Estudos do

Ambiente e da Sustentabilidade). Instituto Universitário Liboa, 2022.
Disponível: <<http://hdl.handle.net/10071/26183>>

FEARNSIDE, P. M (2020). **BR-319 – O começo do fim para a floresta amazônica brasileira. Amazônia Real, 06 de outubro de 2020.**

<[http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2020/BR-319
O_inicio_do_fim_da_floresta_amazonica.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2020/BR-319_O_inicio_do_fim_da_floresta_amazonica.pdf)>

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Lábrea. 2020.** Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=130240>>.

Acesso em: 5 de maio de 2022.

INMET- **Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados ?r=bdmep/bdmep>.** Acesso em 25 de maio de 2022.

INPE - **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. BDqueimadas: Banco de Dados de Queimadas, 2017.** Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em 20 de maio de 2022.

INPE - **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto PRODES digital: Programa de cálculo do desmatamento da Amazônia, 2017.** Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em 20 maio de 2022.

KÖPPEN, W. ***Das geographische System der Klimate***. Gebr, Borntraeger, 1936. p.1-44.

MARENGO, J. A. ***Água e mudanças climáticas***. Estudos Avançados, v. 22 (63), 2008, pp. 83-96. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/fXZzdm68cnztt6Khr8zYx3L/?format=pdf&lang=pt>>

MARTINS, P. A. S. ***Normais Climatológicas, Balanço Hídrico E Classificação Climática Para A Mesorregião Sul Do Amazonas***. 2019. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá-AM, 2019. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7333>>

MESSIAS, C. G.; SILVA, D.; SILVA, M. B.; LIMA, T. C.; ALMEIDA, C. A. ***Análise das taxas de desmatamento e seus fatores associados na Amazônia Legal Brasileira nas últimas três décadas***. RAEGA-O Espaço Geográfico em Análise, v. 52, 2021, pp. 18-41.

NASCIMENTO, F. P., SOUSA, F. L.; ***Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos***. Cap. 6, livro *Procedimentos Meteorológicos para Ensino e Pesquisa*. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.phpvoseprocedimentos>>

OLIVEIRA, R. N. ***A variabilidade da chuva na Amazônia Central: El Niño e La Niña***. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) -

Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7159>>

REIS, R. G.; LEAL, M. L. M. **Análise das relações de focos de calor e desflorestamento no município de Lábrea, sul do Amazonas.** Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.8, n.3, p.38-53, 2020. Disponível em: <<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/356>>

SANTOS A. B.; LIMA, T. L. **A ineficácia da legislação Brasileira no combate às queimadas ilegais e incêndios na floresta Amazônica.** Revista Nativa Americana de Ciências, Tecnologia e Inovação, vol. 2, n. 1, pp. 223-237, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.saolucasjiparana.edu.br/riacti/article/view/477>>

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE LÁBREA (2022). Dados e informativos referentes à secretaria.

TERASSI, P. M. B.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GÓIS, G.; GALVANI, E. **Variabilidade do Índice de Precipitação Padronizada na Região Norte do Estado do Paraná Associada aos Eventos de El Niño-Oscilação Sul.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 1, pp. 11-25, 2018. <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786331002>>

THOMAS, J. A., (2001). **Queimadas na Amazônia: entenda quais são as causas.** Um só Planeta, O Globo (2021). Disponível

em: <<https://umsoplaneta.globo.com/clima/noticia/2021/11/14/queimadas-na-amazonia-entenda-quais-sao-as-causas.ghtml>>. Acesso em: 17 de maio de 2022

VITEL, C. S. S. M. N. **Modelagem da dinâmica do desmatamento de uma fronteira em expansão, Lábrea, Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2009. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4572/Dissertacao_%20Claudia_Pt_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

WWF - World Wild Fund of Nature. **Perfil Socioeconômico e ambiental do sul do estado do Amazonas: Subsídios para análise da paisagem**. 2017. Disponível em : <<https://www.wwf.org.br/?59402/Perfil-socioeconomico-e-ambiental-do-sul-do-estado-do-Amazonas-subsidios-para-analise-da-paisagem>>