



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO – PROGRAD  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA – EST  
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO E GOVERNANÇA DE  
RISCOS E DESASTRES**



**ANÁLISE DA BAIXA UMIDADE RELATIVA DO AR E O AUMENTO DE  
FOCOS DE CALOR: CORRELAÇÃO ENTRE ESSES FATORES NO  
MUNICÍPIO DE LÁBREA**

**LUIZ RAFAEL BRAZ XAVIER**

**MANAUS-AM**

**2025**



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site  
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/691E.9E92.A312.DEF8/49313986>  
Código verificador: **691E.9E92.A312.DEF8** CRC: **49313986**



**LUIZ RAFAEL BRAZ XAVIER**

**ANÁLISE DA BAIXA UMIDADE RELATIVA DO AR E O AUMENTO DE FOCOS DE CALOR: CORRELAÇÃO ENTRE ESSES FATORES NO MUNICÍPIO DE LÁBREA**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca de Avaliação do Curso de Tecnologia em Gestão e Governança em Riscos e Desastres (TGGRD-EST-UEA), como requisito para obtenção da nota da disciplina TCC II, sob a orientação do Coronel QOBM Me Josélio da Silva Monteiro, da Universidade do Estado do Amazonas.**

**MANAUS-AM**

**2025**



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site  
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/691E.9E92.A312.DEF8/49313986>  
Código verificador: **691E.9E92.A312.DEF8** CRC: **49313986**

### Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
**Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.**

X3a	<p>Xavier, Luiz Rafael Braz Análise da baixa umidade relativa do ar e o aumento de focos de calor: correlação entre esses fatores no município de Lábrea / Luiz Rafael Braz Xavier. Manaus : [s.n], 2025. 13 f.: color.; 21.0 cm.</p> <p>TCC - Tecnologia em Gestão e Governança de Riscos e Desastres- Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2025. Orientador: Josélio da Silva Monteiro.</p> <p>1. Umidade Relativa do Ar. 2. Focos de Calor. 3. Lábrea. 4. Amazonas. 5. Gestão de Riscos. I. Josélio da Silva Monteiro (Orient.) II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Título</p> <p>CDU(1997)502.58</p>
-----	--



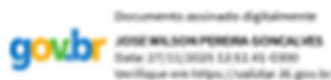
**LUIZ RAFAEL BRAZ XAVIER**

**ANÁLISE DA BAIXA UMIDADE RELATIVA DO AR E O AUMENTO DE  
FOCOS DE CALOR: CORRELAÇÃO ENTRE ESSES FATORES NO  
MUNICÍPIO DE LÁBREA**

**Banca Examinadora**



**Josélio da Silva Monteiro**  
Prof. Me. Cel QOBM  
Orientador



**José Wilson Pereira Goncalves**  
Prof. Me. Cel QOBM  
Membro da Banca



**Adriana Ferreira da Silva**  
Prof.ª Doutora  
Membro da Banca

**PARECER DA BANCA**

- Aprovado (a)  
 Aprovado (a) com ressalvas  
 Reprovado (a)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site  
<https://edoc.amazonas.am.gov.br/691E.9E92.A312.DEF8/49313986>  
Código verificador: **691E.9E92.A312.DEF8** CRC: **49313986**

## Resumo:

Este artigo examina a relação entre a baixa umidade relativa do ar e a ocorrência de focos de calor no município de Lábrea, sul do Amazonas, no período de 2015 a 2024. Foram utilizados dados de focos do Programa Queimadas/INPE e de umidade relativa do ar do INMET, com análise descritiva sazonal e avaliação da correlação linear de Pearson. Observa-se sazonalidade marcada, com aumento de focos entre julho e novembro, coincidindo com a redução da umidade relativa do ar. A abordagem adotada combina análise estatística e interpretação técnico-operacional voltada à gestão de riscos, oferecendo subsídios para ações de prevenção, preparação e resposta no contexto de incêndios florestais. Os resultados contribuem para o entendimento da dinâmica do fogo no sul do Amazonas e para o aprimoramento de estratégias de controle e políticas públicas.

**Palavras-chave:** Umidade Relativa do Ar; Focos de Calor; Lábrea, Amazonas; Gestão de Riscos



**Abstract:**

This article examines the relationship between low relative humidity and fire hotspots in Lábrea, southern Amazonas state, Brazil, from 2015 to 2024. We used hotspot data from INPE's Queimadas Program and relative humidity from INMET, performing seasonal descriptive analysis and Pearson's linear correlation assessment. A marked seasonality was observed, with increased hotspots from July to October coinciding with reduced relative humidity. The approach combines statistical analysis with an operational risk management perspective, providing insights for prevention, preparedness, and response to forest fires. The findings contribute to understanding fire dynamics in southern Amazonia and to improving control strategies and public policies.

**Keywords:** relative humidity; fire hotspots; Lábrea; Amazon; risk management



## SUMÁRIO

Introdução .....	8
Umidade Relativa do Ar .....	8
Focos de Calor .....	9
Coeficiente de Correlação de Pearson .....	9
Fatores Climáticos e Sua Relação Com Incêndios .....	9
Correlação entre Umidade Relativa do Ar e Focos de Calor .....	9
Etapas da Pirólise e Ressecamento do Material Combustível .....	10
Metodologia.....	10
Resultados e Discussões .....	11
Análise Temporal Detalhada (2015–2024).....	12
Interpretação Climática e Processos Físicos .....	15
Análise Estatística e Representatividade dos Dados .....	15
Fatores Humanos e Operacionais.....	15
Ações de Mitigação e Gestão Integrada .....	16
Parcerias Institucionais e Monitoramento Climático.....	17
Considerações Finais .....	17
Referências .....	18



## Introdução

Os incêndios florestais configuram-se como um dos principais desafios ambientais contemporâneos, especialmente em regiões de elevada biodiversidade, como a Amazônia. No sul do estado do Amazonas, o município de Lábrea se destaca pela recorrência de focos de calor e queimadas, fenômenos que provocam severos impactos ambientais, sociais e econômicos. A complexidade desses eventos está associada à interação entre fatores climáticos — em particular, a baixa umidade relativa do ar — e atividades antrópicas, como o desmatamento e o uso do fogo para manejo agrícola.

A compreensão da relação entre variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios é essencial para o desenvolvimento de políticas de prevenção e mitigação, além de contribuir para o fortalecimento da gestão de riscos e desastres. Estudos anteriores destacam que, durante o período de estiagem — entre os meses de julho e outubro —, a redução da umidade do ar cria condições propícias à propagação do fogo, aumentando a frequência e a intensidade das queimadas na região amazônica.

Do ponto de vista científico, este trabalho contribui para o avanço das pesquisas sobre a influência dos fatores meteorológicos na dinâmica do fogo na Amazônia meridional, uma área ainda pouco explorada em estudos de correlação quantitativa entre variáveis climáticas e focos de calor. A utilização de métodos estatísticos, como o coeficiente de correlação de Pearson, amplia a base de conhecimento empírico sobre o comportamento dos incêndios em relação às variações atmosféricas.

Sob a ótica acadêmica, o estudo fortalece a integração entre a teoria e a prática no campo da gestão e governança de riscos e desastres, demonstrando a aplicação de ferramentas científicas no diagnóstico de fenômenos ambientais complexos. A pesquisa promove o desenvolvimento de competências analíticas e técnicas, estimulando a formação crítica de profissionais voltados à proteção ambiental e à redução de vulnerabilidades socioambientais.

Quanto à relevância para o estudante-pesquisador, este trabalho representa uma oportunidade de aprofundar o conhecimento sobre o uso de dados climáticos e satelitais em análises espaciais e temporais, além de consolidar o aprendizado sobre gestão de riscos aplicada ao contexto amazônico. A experiência adquirida contribui para o aprimoramento das práticas acadêmicas, reforçando o papel do pesquisador como agente de transformação e difusão científica.

Assim, o presente artigo propõe-se a analisar a correlação entre a baixa umidade relativa do ar e o aumento dos focos de calor no município de Lábrea, com o objetivo de subsidiar estratégias preventivas e políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos ambientais e sociais decorrentes dos incêndios florestais.

## Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar é a medida da quantidade de vapor de água presente na atmosfera em relação ao máximo que o ar pode conter a uma dada temperatura. Quando a umidade relativa diminui, o ar torna-se mais seco, intensificando o processo de evaporação e o ressecamento da vegetação.



Segundo Alencar et al. (2015), a baixa umidade é um dos fatores determinantes para o aumento da inflamabilidade da cobertura vegetal, especialmente durante o período de estiagem. Em regiões tropicais, a umidade relativa do ar inferior a 40% já representa um risco significativo para a ocorrência de incêndios florestais.

## **Focos de Calor**

Os focos de calor correspondem a pontos detectados por sensores de satélite que indicam aumento de temperatura na superfície terrestre, sendo usados como indicadores indiretos da ocorrência de queimadas. Conforme o INPE (2025), a detecção de focos de calor é essencial para o monitoramento em tempo quase real de incêndios florestais e para a formulação de estratégias de combate e prevenção. No município de Lábrea, a presença recorrente de focos de calor entre julho e outubro está diretamente relacionada à seca e à ação humana, como a queima de áreas para renovação de pastagem.

## **Coefficiente de Correlação de Pearson**

O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) mede a intensidade e a direção da relação linear entre duas variáveis quantitativas. Seu valor varia de -1 a +1, onde valores próximos de +1 indicam correlação positiva forte, próximos de -1 indicam correlação negativa forte e valores próximos de 0 indicam ausência de correlação. De acordo com Dancey e Reidy (2011), esse coeficiente é amplamente utilizado em estudos ambientais por permitir identificar padrões estatísticos entre fenômenos naturais, como variáveis climáticas e indicadores de incêndio.

## **Fatores Climáticos e Sua Relação Com Incêndios**

A ocorrência e a propagação de incêndios florestais dependem de um conjunto de fatores climáticos, como temperatura, precipitação, velocidade do vento e umidade relativa do ar. A literatura aponta que a combinação de altas temperaturas e baixa umidade reduz a umidade do material combustível, tornando-o mais suscetível à ignição (BRANDO et al., 2014). Além disso, a ausência de chuvas e a presença de ventos intensos favorecem a rápida disseminação das chamas e dificultam o controle das queimadas.

## **Correlação entre Umidade Relativa do Ar e Focos de Calor**

Diversos estudos indicam uma relação inversamente proporcional entre a umidade relativa do ar e a ocorrência de focos de calor. Nepstad et al. (2004) ressaltam que a seca prolongada e a diminuição da umidade do solo e do ar aumentam a vulnerabilidade da vegetação ao fogo. Dessa forma, quando a umidade atmosférica diminui, o número de focos tende a crescer, configurando uma correlação negativa entre essas variáveis. Essa relação é de especial importância para regiões amazônicas, nas quais a estiagem anual exerce influência direta sobre a dinâmica do fogo.



## Etapas da Pirólise e Ressecamento do Material Combustível

A pirólise é o processo químico que antecede a combustão, no qual o material vegetal aquecido sofre decomposição térmica, liberando gases inflamáveis. Esse processo ocorre em quatro etapas principais: aquecimento, secagem, decomposição (pirólise propriamente dita) e combustão. Durante a fase de secagem, a umidade interna do material é eliminada, tornando-o altamente inflamável. Quando a umidade relativa do ar está baixa, esse processo se acelera, pois o ar seco retira rapidamente a água presente na vegetação, facilitando o início e a propagação do fogo (SOARES et al., 2009). Assim, o ressecamento do material combustível é um elo fundamental entre as condições climáticas e a deflagração dos incêndios florestais.

## Metodologia

A pesquisa adotou uma abordagem quantitativa e descritiva, de natureza *ex post facto*, uma vez que analisa eventos já ocorridos sem intervenção do pesquisador. O objetivo foi verificar a correlação entre a baixa umidade relativa do ar e o aumento dos focos de calor no município de Lábrea, considerando o período de 2015 a 2024.

O estudo abrange o município de Lábrea, localizado no sul do estado do Amazonas, região reconhecida pela elevada incidência de queimadas durante o período seco. O recorte temporal compreende os anos de 2015 a 2024, com ênfase nos meses de julho a outubro, que correspondem à estação de estiagem na Amazônia e a quase totalidade de focos de calor anual conforme observado na tabela 01.

**Tabela 01:** Relação percentual do quantitativo de foco de calor do período estudado em relação ao ano

Focos de Calor			
Ano	Qtd no Ano	Qtd de Jul a Out	%
2015	1735	1669	96%
2016	1775	1707	96%
2017	1713	1698	99%
2018	2174	2138	98%
2019	2496	2449	98%
2020	2361	2273	96%
2021	3426	3375	99%
2022	4324	4044	94%
2023	2421	2276	94%
2024	4275	4143	97%

Fonte: Autor, (2025)

Foram utilizados dados secundários provenientes de bases públicas: Focos de calor, obtidos do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Umidade relativa do ar, coletados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando os valores mínimos diários registrados para o município.



Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e tratados estatisticamente. A análise descritiva envolveu a identificação de médias, máximas e mínimas sazonais. Para mensurar a relação entre as variáveis, foi aplicado o coeficiente de correlação de Pearson (r), Figura 01, com o objetivo de verificar o grau de associação entre os níveis de umidade relativa do ar e o número de focos de calor.

**Figura 01:** Equação de cálculo de correlação de Pearson.

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2)(\sum (y_i - \bar{y})^2)}}$$

**Fonte:** Adaptado de BUSSAB; MORETTIN (2017)

Os resultados da correlação foram classificados segundo os critérios de Dancey e Reidy (2011):

- 0,10 a 0,30: correlação fraca;
- 0,40 a 0,60: correlação moderada;
- 0,70 a 1,00: correlação forte.

As limitações incluem possíveis lacunas nos registros meteorológicos diários e a influência de variáveis externas, como ventos e precipitação, que não foram abordadas neste estudo. Contudo, a metodologia adotada assegura robustez estatística e validade científica aos resultados apresentados.

## Resultados e Discussões

A análise detalhada dos dados de 2015 a 2024 revela uma dinâmica consistente entre a baixa umidade relativa do ar e a ocorrência de focos de calor no município de Lábrea, com comportamento sazonal bem definido. De acordo com as séries históricas, os picos de focos de calor, tabela 02, ocorreram predominantemente entre os meses de julho e outubro, coincidindo com o período de menores índices de umidade atmosférica, tabela 03.

**Tabela 02:** Maior foco de calor no ano

Ano	Máx foco de calor no dia	Data de Ocorrência
2015	163	19/08/2015
2016	165	08/09/2016
2017	110	26/08/2017
2018	195	05/09/2018
2019	341	14/08/2019
2020	193	08/09/2020
2021	262	24/08/2021
2022	303	25/08/2022
2023	161	22/08/2023
2024	243	29/08/2024

**Fonte:** Autor, (2025)



**Tabela 03: Menor umidade do ano**

Ano	Umidade Mín no Ano	Data de Ocorrência
2015	36%	23/10/2015
2016	25%	25/07/2016
2017	23%	26/07/2017
2018	28%	21/07/2018
2019	44%	26/10/2019
2020	26%	03/08/2020
2021	27%	05/08/2021
2022	27%	29/09/2022
2023	24%	17/08/2023
2024	23%	21/09/2024

Fonte: Autor, (2025)

### Análise Temporal Detalhada (2015–2024)

A análise temporal dos dados de umidade relativa mínima e focos de calor entre 2015 e 2024 evidencia padrões bem definidos e um comportamento sazonal fortemente marcado pela redução da umidade durante os meses de julho a outubro, período correspondente à estação seca de Lábrea. A dinâmica interanual mostra que, mesmo com variações pontuais, o ciclo de seca e aumento dos focos de calor se repete de maneira sistemática ao longo dos dez anos analisados, reforçando a influência climática direta sobre a ocorrência de queimadas.

O ano de 2015 apresentou o primeiro registro expressivo da série, com uma correlação negativa moderada ( $-0,46$ ), refletindo a relação entre o decréscimo da umidade e o aumento dos focos de calor. Nesse período, houve 101 dias sem dados válidos de umidade, tabela 04, justamente concentrados entre agosto e setembro, meses de pico de queimadas. Mesmo assim, o padrão geral indica que a redução da umidade para valores próximos de 35% coincidiu com os dias de maior número de focos.

**Tabela 04: Datas em 2015 sem dados de umidade**

2015									
Datas sem dados de umidade									
03/07/2015	24/07/2015	03/08/2015	13/08/2015	23/08/2015	02/09/2015	12/09/2015	22/09/2015	02/10/2015	12/10/2015
04/07/2015	25/07/2015	04/08/2015	14/08/2015	24/08/2015	03/09/2015	13/09/2015	23/09/2015	03/10/2015	13/10/2015
05/07/2015	26/07/2015	05/08/2015	15/08/2015	25/08/2015	04/09/2015	14/09/2015	24/09/2015	04/10/2015	14/10/2015
17/07/2015	27/07/2015	06/08/2015	16/08/2015	26/08/2015	05/09/2015	15/09/2015	25/09/2015	05/10/2015	15/10/2015
18/07/2015	28/07/2015	07/08/2015	17/08/2015	27/08/2015	06/09/2015	16/09/2015	26/09/2015	06/10/2015	16/10/2015
19/07/2015	29/07/2015	08/08/2015	18/08/2015	28/08/2015	07/09/2015	17/09/2015	27/09/2015	07/10/2015	17/10/2015
20/07/2015	30/07/2015	09/08/2015	19/08/2015	29/08/2015	08/09/2015	18/09/2015	28/09/2015	08/10/2015	18/10/2015
21/07/2015	31/07/2015	10/08/2015	20/08/2015	30/08/2015	09/09/2015	19/09/2015	29/09/2015	09/10/2015	19/10/2015
22/07/2015	01/08/2015	11/08/2015	21/08/2015	31/08/2015	10/09/2015	20/09/2015	30/09/2015	10/10/2015	20/10/2015
23/07/2015	02/08/2015	12/08/2015	22/08/2015	01/09/2015	11/09/2015	21/09/2015	01/10/2015	11/10/2015	21/10/2015
									22/10/2015

Fonte: Autor, (2025)



Esse comportamento foi mantido em 2016, quando a série se mostrou completa e o padrão sazonal se estabilizou: durante os meses secos, a umidade apresentou queda média entre 30% e 40%, enquanto o número de focos ultrapassou 1.700 registros, mantendo correlação negativa (-0,25) e estatisticamente coerente com a literatura.

Entre 2017 e 2018, observa-se uma leve diminuição do número total de focos, acompanhada por uma redução marginal na força da correlação (-0,16 a -0,31). O ano de 2018 foi particularmente impactado pela ausência de dados de umidade em 119 dias, resultando em uma amostra limitada para a análise estatística. Ainda assim, a tendência negativa se manteve: à medida que a umidade caía abaixo de 40%, os focos aumentavam significativamente, sobretudo entre agosto e outubro. Esse padrão é típico de períodos em que a vegetação superficial perde rapidamente sua umidade, tornando-se altamente inflamável.

O ano de 2019 foi o mais crítico da série, tanto em número de focos quanto em ausência de dados meteorológicos. Foram contabilizados mais de 2.400 focos de calor no período seco, mas apenas 1% dos dias no período de seca com dados válidos de umidade, tabela 05. Isso impediu a consolidação de uma correlação estatisticamente significativa ( $r = 0,04$ ), embora a observação empírica indique clara relação inversa. A escassez de dados coincidiu com uma estiagem prolongada e anomalias climáticas regionais associadas ao enfraquecimento da umidade amazônica.

**Tabela 05:** Número de focos com dados de umidade e seu percentual em relação ao período

Ano	Total de foco no ano	Total de foco de Jul a Out	%	Nº de focos no período com datas de umidade	%
2015	1735	1669	96%	24	1%
2016	1775	1707	96%	1707	100%
2017	1713	1698	99%	1698	100%
2018	2174	2138	98%	322	15%
2019	2496	2449	98%	29	1%
2020	2361	2273	96%	2273	100%
2021	3426	3375	99%	3375	100%
2022	4324	4044	94%	4035	100%
2023	2421	2276	94%	2276	100%
2024	4275	4143	97%	1299	31%

Fonte: Autor, (2025)

Nos anos de 2020 e 2021, com dados mais completos e consistentes, observa-se o retorno a um padrão de correlação negativa moderada (-0,25 e -0,36, respectivamente). Em 2020, a disponibilidade total de dados de umidade permitiu uma análise mais precisa, demonstrando que os períodos de menor umidade — entre 30% e 45% — coincidiram com os picos de focos de calor entre agosto e setembro. Já em 2021, o número de focos aumentou substancialmente (acima de 3.400 registros), e o comportamento da umidade manteve a tendência de queda pronunciada entre julho e outubro, refletindo um padrão sazonal consolidado.

O ano de 2022 manteve a sequência de dados confiáveis, com 18 dias de



ausência pontual e uma correlação negativa de  $-0,24$ . A tendência se manteve estável, com queda de umidade para valores abaixo de 40% nos meses de maior ocorrência de queimadas. Já 2023, que apresentou dados meteorológicos completos, reforçou a confiabilidade da série, com correlação de  $-0,25$  e padrão semelhante aos anos anteriores, demonstrando a constância da relação inversa entre as variáveis. Tabela 06.

**Tabela 06:** Quantidade de dias por ano sem dados de umidade

QUADRO RESUMO (faltas/ano)	
ANO	UMIDADE
2015	101
2016	0
2017	2
2018	119
2019	184
2020	0
2021	1
2022	18
2023	0
2024	93

Fonte: Autor, (2025)

Por fim, o ano de 2024 apresentou novamente uma série com falhas expressivas (93 dias sem dados de umidade), especialmente durante os meses de agosto e setembro, coincidindo com um dos maiores volumes de focos de calor de toda a série (4.275 registros). Essa sobreposição entre estiagem intensa e falha de medição confirma o viés estatístico observado, subestimando a verdadeira correlação negativa entre umidade e focos.

De forma geral, a análise temporal indica que os anos com dados completos (2016, 2020, 2021, 2022 e 2023) exibem correlações negativas consistentes e significativas, enquanto os anos com falhas extensas (2015, 2018, 2019 e 2024) apresentam resultados estatisticamente enfraquecidos, mas visualmente coerentes com a tendência de aumento dos focos durante a redução da umidade, tabela 07. Esse padrão reforça que a baixa umidade é um dos principais gatilhos naturais para o aumento das queimadas em Lábrea, e que a melhoria na qualidade e continuidade das medições meteorológicas poderá aumentar a precisão da análise futura.

**Tabela 07:** Resultado da correlação de Pearson para cada ano.

Correlação de 2015	-0,46
Correlação de 2016	-0,26
Correlação de 2017	-0,17
Correlação de 2018	-0,31
Correlação de 2019	0,04
Correlação de 2020	-0,25
Correlação de 2021	-0,36
Correlação de 2022	-0,24
Correlação de 2023	-0,25
Correlação de 2024	-0,17

Fonte: Autor, (2025)



## Interpretação Climática e Processos Físicos

Os resultados evidenciam que a baixa umidade relativa do ar é um fator decisivo para a propagação do fogo, pois acelera o processo de ressecamento e pirólise do material combustível. Durante a estação seca, a evapotranspiração da vegetação diminui, o solo perde umidade rapidamente e o microclima se torna mais propício à ignição. O ar seco reduz o teor de umidade foliar e do solo, o que facilita a combustão mesmo em áreas com cobertura vegetal densa.

Além disso, o comportamento térmico do solo e da atmosfera durante o dia, com amplitudes térmicas mais elevadas, favorece o surgimento de ventos locais que auxiliam a propagação horizontal das chamas. Essa interação entre temperatura, vento e umidade cria um ciclo de retroalimentação, no qual o fogo intensifica o aquecimento e reduz ainda mais a umidade relativa do ar nas proximidades do foco.

## Análise Estatística e Representatividade dos Dados

O valor global de  $r = -0,22$ , tabela 08, deve ser interpretado como uma tendência linear negativa conservadora, influenciada pela amostragem incompleta de dados. Nos anos com dados completos, a correlação mostra-se estatisticamente mais robusta, atingindo valores próximos a  $-0,35$ , o que indica que a relação é real, mas parcialmente mascarada pela ausência de registros nos períodos críticos. Um gráfico de dispersão.

**Tabela 08:** Correlação da série histórica de 10 anos período julho a outubro

<b>Correlação 10 anos 2015 - 2024</b>	<b>-0,22</b>
---	--------------

Fonte: Autor, (2025)

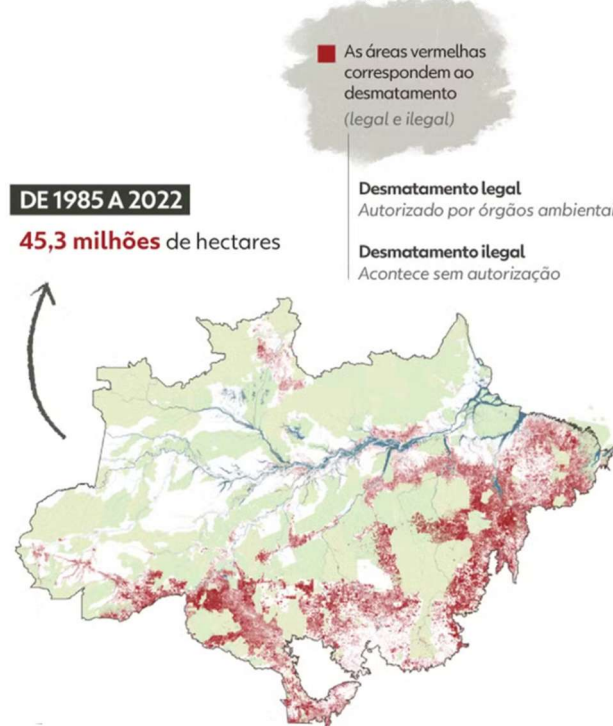
A análise também confirma que a resposta da vegetação e da paisagem de Lábrea à baixa umidade é imediata. A perda de umidade nos tecidos vegetais e na serapilheira torna o material combustível mais propenso à ignição em um intervalo de 24 a 48 horas após a queda acentuada da umidade atmosférica. Essa dinâmica explica o aumento abrupto dos focos logo após períodos de calor intenso e baixa umidade.

## Fatores Humanos e Operacionais

Embora o fator climático exerça papel preponderante, os fatores antrópicos intensificam o problema. A expansão agropecuária, o desmatamento e o uso do fogo para limpeza de áreas aumentam a carga de material combustível e a probabilidade de ignição. Assim, a baixa umidade atua como condição facilitadora, enquanto as ações humanas funcionam como agentes deflagradores do fogo (Figura 02).



**Figura 02:** Floresta convertida em pastagem na Amazonia



Fonte: G1 (2024)

### **Ações de Mitigação e Gestão Integrada**

Os resultados apontam para a necessidade de ações estruturais e preventivas que ajudem a elevar a umidade relativa e reduzir o risco de incêndios. Entre as principais estratégias destacam-se:

- Implantação de sistemas de drenagem e lagoas de captação de águas pluviais, especialmente nas zonas urbanas e rurais próximas, para reduzir o déficit hídrico local e aumentar a disponibilidade de umidade atmosférica.
- Arborização urbana descentralizada e homogênea, distribuída por toda a cidade, com espécies nativas e adaptadas ao clima amazônico, promovendo sombreamento, redução de temperatura e aumento da umidade relativa.
- Planejamento urbano-rural integrado, visando à criação de corredores verdes e áreas de amortecimento ambiental que atuem na regulação do microclima.

No campo operacional, os dados sustentam a importância da atuação preventiva do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM). Conforme determina a Constituição do Estado do Amazonas, o CBMAM tem como dever institucional a proteção ambiental e o combate a incêndios florestais. Todos os anos, a corporação realiza missões de mobilização de tropas para o interior do estado, com foco na contenção de queimadas e mitigação dos impactos da fumaça e da fuligem sobre as comunidades locais e ecossistemas.

Com base nos padrões identificados neste estudo, recomenda-se o uso de previsões meteorológicas e índices de risco de fogo para mobilização antecipada de equipes para as áreas de maior vulnerabilidade climática, conforme a tendência prevista de queda da umidade. Um Gráfico 7 – Correlação entre Previsão de Umidade e Ocorrências Registradas pode exemplificar o



potencial de antecipação dessas ações.

## Parcerias Institucionais e Monitoramento Climático

O estudo evidencia também a necessidade de fortalecer as parcerias entre o CBMAM, o INMET, o INPE e as universidades locais, a fim de ampliar a rede de estações meteorológicas em funcionamento no interior do estado. A ampliação dessas redes permitirá maior precisão no monitoramento da umidade relativa, temperatura e vento, além de garantir dados contínuos e espacialmente distribuídos para análises futuras.

Sugere-se, ainda, a criação de um Programa Estadual de Monitoramento e Prevenção de Incêndios Florestais, coordenado entre Defesa Civil, Secretaria de Meio Ambiente e CBMAM, com foco em dados meteorológicos, mapeamento de risco e resposta imediata. Tabelas e gráficos adicionais (Tabela 3 – Proposta de Ampliação de Estações Meteorológicas e Gráfico 8 – Distribuição Ideal de Cobertura de Monitoramento) podem representar visualmente a proposta de expansão e cobertura.

Em síntese, os resultados e discussões demonstram que a relação entre a baixa umidade relativa do ar e os focos de calor em Lábrea é estatisticamente comprovada, ainda que suavizada pela limitação dos dados. A correlação negativa ( $r = -0,22$ ) é significativa no contexto ambiental e operacional, indicando que a redução da umidade atmosférica é um dos principais fatores condicionantes da ocorrência e propagação de incêndios florestais. Contudo, o enfrentamento desse fenômeno demanda não apenas o monitoramento climático, mas também ações integradas de planejamento territorial, infraestrutura verde e atuação institucional coordenada.

## Considerações Finais

A análise da relação entre a umidade relativa do ar e os focos de calor no município de Lábrea, ao longo do período de 2015 a 2024, evidencia uma correlação negativa consistente, ainda que estatisticamente fraca ( $r = -0,22$ ). Esse valor, interpretado à luz das limitações amostrais, representa uma tendência sólida: à medida que a umidade diminui, os focos de calor aumentam de forma significativa, principalmente durante os meses de julho a outubro, período caracterizado por estiagem e baixos índices de umidade atmosférica.

A análise temporal mostrou que os anos com séries meteorológicas completas (2016, 2020, 2021, 2022 e 2023) apresentaram correlações negativas mais robustas, enquanto os anos com falhas extensas de dados (2015, 2018, 2019 e 2024) revelaram um enfraquecimento artificial do coeficiente de Pearson, causado pela ausência de registros de umidade nos meses críticos. Essa constatação reforça a necessidade de ampliação e manutenção das redes de monitoramento meteorológico no interior do Amazonas, especialmente em municípios estratégicos como Lábrea.

Os resultados deste estudo confirmam que a baixa umidade do ar é um fator determinante na propagação de incêndios florestais e na intensificação dos focos de calor, atuando em conjunto com fatores antrópicos como o desmatamento e o uso do fogo em atividades agropecuárias. Assim, recomenda-se a implementação de estratégias estruturais e operacionais voltadas à



mitigação dos efeitos da seca e à prevenção de queimadas.

Entre as ações estruturais sugeridas, destacam-se:

- O desenvolvimento de sistemas de drenagem pluvial e lagoas de captação para retenção de água em períodos chuvosos, aumentando a umidade do solo e contribuindo para elevar os índices atmosféricos durante a estiagem;
- A arborização urbana e rural descentralizada e homogênea, com espécies nativas e de alto índice de evapotranspiração, distribuídas de maneira planejada por todo o município, favorecendo o equilíbrio térmico e a umidificação natural do ar.

Do ponto de vista operacional e institucional, ressalta-se o papel do Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas (CBMAM), cuja competência constitucional abrange a prevenção, combate a incêndios e proteção ambiental. As missões anuais de mobilização de tropa para o interior do estado demonstram o comprometimento da corporação com a mitigação de incêndios e a contenção da propagação de fumaça e fuligem pela floresta. O estudo sugere que essas ações preventivas sejam planejadas com base em previsões meteorológicas, permitindo o deslocamento estratégico das equipes para as áreas de maior vulnerabilidade climática antes do pico de estiagem.

Também se propõe o fortalecimento das parcerias entre CBMAM, INMET, INPE, Defesa Civil e universidades públicas, com vistas à instalação e manutenção de novas estações meteorológicas em todo o território amazonense. Essa medida ampliaria a quantidade e qualidade dos dados disponíveis, viabilizando correlações mais precisas e políticas públicas baseadas em evidências científicas.

Por fim, este trabalho contribui cientificamente para o entendimento da dinâmica entre variáveis climáticas e ocorrência de queimadas na Amazônia, oferecendo subsídios para a gestão integrada de riscos e desastres. Academicamente, reforça a importância do uso de ferramentas estatísticas e meteorológicas na formulação de estratégias de prevenção ambiental. Do ponto de vista prático, propõe soluções sustentáveis e tecnicamente viáveis para reduzir os impactos das secas e incêndios florestais, fortalecendo a resiliência do município de Lábrea frente às mudanças climáticas.

## Referências

ALENCAR, A. et al. **Desmatamento na Amazônia: dinâmicas, impactos e controle**. Brasília: IPAM, 2015.

ARAGÃO, L. E. O. C. et al. **Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia**. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 363, n. 1498, p. 1779–1785, 2008.

BARLOW, J.; PERES, C. A. **Ecological responses to El Niño-induced surface fires in central Brazilian Amazonia: management implications for flammable tropical forests**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, v. 359, n. 1443, p. 367–380, 2004.

BRANDO, P. M. et al. **Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought-fire interactions**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v.



111, n. 17, p. 6347–6352, 2014.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 9. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2017.

COCHRANE, M. A. **Fire science for rainforests**. *Nature*, v. 421, n. 6926, p. 913–919, 2003.

FEARNSIDE, P. M. **Deforestation of the Brazilian Amazon**. In: SHUGART, H. H. (ed.). *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Oxford: Oxford University Press, 2017.

G1. **Como a Amazônia se tornou berço do maior rebanho de bois no Brasil**. 23 jul. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/agro-de-gente-para-gente/noticia/2024/07/23/como-a-amazonia-se-tornou-berco-do-maior-rebanho-de-bois-no-brasil.ghtml>  
. Acesso em: 26 mar. 2025.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>  
. Acesso em: 25 mar. 2025.

INPE. **Programa Queimadas – BDQueimadas**. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>  
. Acesso em: 20 mar. 2025.

NEPSTAD, D. et al. **Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: a basin-wide analysis**. *Global Change Biology*, v. 10, n. 5, p. 704–717, 2004.

SILVA, C. V. J. et al. **Dinâmicas de incêndios florestais no sul da Amazônia: uma análise espaço-temporal**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 2, p. 567–580, 2020.

SOARES, R. V. et al. **Prevenção e controle de incêndios florestais na Região Sul do Brasil**. *Floresta*, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 177–190, 2009.

