



GOVERNANÇA AMBIENTAL, FALHAS INSTITUCIONAIS E O AVANÇO DO DESMATAMENTO NO ESTADO DO PARÁ: UMA ANÁLISE JURÍDICO-EMPÍRICA

ENVIRONMENTAL GOVERNANCE, INSTITUTIONAL FAILURES, AND THE ADVANCEMENT OF DEFORESTATION IN THE STATE OF PARÁ: A LEGAL-EMPIRICAL ANALYSIS

GOBERNANZA AMBIENTAL, FALLAS INSTITUCIONALES Y EL AVANCE DE LA DEFORESTACIÓN EN EL ESTADO DE PARÁ: UN ANÁLISIS JURÍDICO-EMPÍRICO

DOI: 10.5281/zenodo.20170983



*Gabriela Nunes Rodrigues de Carvalho¹
Juliana Thomé Cavalcante do Rosário²
Hilda Rosa Moraes de Freitas Rosário³
José Gracildo de Carvalho Júnior⁴*

RESUMO

O desmatamento decorrente de queimadas constitui crime ambiental previsto na Lei nº 9.605/1998 e representa grave violação ao dever constitucional de proteção ambiental estabelecido no Art. 225 da Constituição Federal. No Estado do Pará, cuja dimensão territorial e pressão econômica dificultam o controle ambiental, as taxas de supressão vegetal entre 1998 e 2021 alcançaram níveis elevados,

1. Mestre em Segurança Pública, Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil. E-mail: gabrielaa_nunes@hotmail.com . ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5992-0886>

2. Mestre em Segurança Pública, Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil. E-mail: dpcjuliana@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1555-9750>

3. Doutora em Psicologia (Teoria e Pesquisa do Comportamento), Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil. E-mail: hilda.rosario@ufpa.edu.br . ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2010-1322>

4. Doutor em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil. E-mail: gracildo@ufpa.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5794-2865>

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.5 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





evidenciando expansão de atividades degradadoras e limites da atuação estatal. Este estudo analisou, sob enfoque jurídico-empírico, a relação entre desmatamento e variáveis associadas à sua dinâmica, área queimada, focos de calor e área colhida, utilizando modelos de regressão e gráfico de controle estatístico. Os resultados mostraram que, em diversos anos, o desmatamento ultrapassou os limites previstos pelo modelo estatístico que foi estimado, indicando insuficiência do controle institucional. Embora exista tendência recente de redução nos níveis de desmatamento, os índices permanecem altos e revelam falhas de governança, lacunas na implementação de políticas públicas e fragilidade fiscalizadora. Assim, os achados ratificam a necessidade de fortalecimento institucional para assegurar a efetividade das normas ambientais e a proteção do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado.

Palavras-chave: Supressão vegetal; Atividades degradadoras; Atuação estatal; Gráfico de controle estatístico; Políticas públicas.

ABSTRACT

Deforestation caused by wildfires constitutes an environmental crime under Law No. 9.605/1998 and represents a severe violation of the constitutional duty of environmental protection established in Article 225 of the Federal Constitution. In Pará, where territorial scale and economic pressures hinder environmental control, vegetation loss between 1998 and 2021 reached high levels, revealing both the expansion of degrading activities and limitations in state enforcement. This study examines, from a legal-empirical perspective, the relationship between deforestation and variables associated with its occurrence—burned area, heat sources, and harvested area—using regression modeling and a statistical control chart. The findings show that, in several years, deforestation exceeded the limits expected by the model, indicating insufficient institutional control. Although recent data suggest a downward trend, the levels remain high, exposing governance failures, gaps in public policy implementation, and weaknesses in environmental monitoring. These results highlight the need for institutional strengthening to ensure the effectiveness of environmental norms and the protection of the fundamental right to an ecologically balanced environment.

Keywords: Vegetation loss; Degrading activities; State enforcement; Statistical control chart; Public policy.

RESUMEN

La deforestación resultante de incendios forestales constituye un delito ambiental según la Ley nº 9.605/1998 y representa una grave violación del deber constitucional de protección al medio ambiente establecido en el artículo 225 de la Constitución Federal. En el estado de Pará, cuyo tamaño territorial y presión económica dificultan el control ambiental, las tasas de supresión de la vegetación entre 1998 y 2021 alcanzaron niveles elevados, evidenciando la expansión de las actividades degradantes y los límites de la acción estatal. Este estudio analizó, desde una perspectiva jurídico-empírica, la relación entre la deforestación y variables asociadas a su dinámica área quemada, puntos calientes y área cosechada— utilizando modelos de regresión y cartas de control estadístico. Los resultados mostraron que, en varios años, la deforestación superó los límites previstos por el modelo estadístico estimado, lo





que indica un control institucional insuficiente. Si bien existe una tendencia reciente de reducción de los niveles de deforestación, las tasas siguen siendo altas y revelan fallas de gobernanza, brechas en la implementación de políticas públicas y una débil aplicación de la ley. Así, los hallazgos confirman la necesidad de fortalecimiento institucional para asegurar la efectividad de la normativa ambiental y la protección del derecho fundamental a un medio ambiente equilibrado.

Palabras clave: Supresión de vegetación; Actividades degradantes; Intervención estatal; Cuadro de control estadístico; Políticas públicas.

INTRODUÇÃO

O Estado do Pará ocupa posição central no debate sobre proteção ambiental no Brasil, especialmente por concentrar alguns dos maiores índices de desmatamento da Amazônia Legal (CARDOSO, 2022). A extensa área territorial, diversidade de ecossistemas e pressão econômica exercida por atividades agropecuárias, madeireiras e minerárias tornam o território paraense um dos mais desafiadores para efetivação do controle ambiental (COELHO et al., 2010). Nas últimas décadas, o Pará figura de forma recorrente entre os estados que mais desmatam no país, revelando um padrão persistente de supressão vegetal em contraste à robustez do arcabouço jurídico ambiental brasileiro. A compreensão das causas que mantêm esses índices elevados demanda análises que ultrapassem a dimensão normativa e alcancem a estrutura institucional e a capacidade do Estado de implementar as políticas ambientais vigentes (CALDAS; PIRES, 2021).

Embora a Constituição Federal de 1988 consagre o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental e imponha ao poder público o dever de defendê-lo, a efetividade dessas normas depende de mecanismos de governança que garantam sua implementação prática. No caso paraense, a distância entre a densidade normativa e a realidade do desmatamento evidencia insuficiências estruturais de fiscalização, monitoramento e repressão às infrações ambientais. Assim, mesmo com instrumentos legais consolidados, como a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), o Código Florestal e diversas normas estaduais, o avanço da degradação florestal sugere que tais dispositivos não





estão sendo aplicados de maneira eficaz para prevenir ou mitigar a supressão ilícita de vegetação.

Notadamente, é nesse contexto que emerge a problemática central deste estudo: por que o desmatamento no Pará permanece elevado apesar da existência de um sistema jurídico amplo e detalhado? A pergunta orienta a investigação e assume relevância não apenas ambiental, mas também jurídica, institucional e democrática. Isto porque ela aponta para um possível desalinhamento entre o que o Direito determina e o que o Estado consegue executar, revelando fragilidades de governança que comprometem a concretização de direitos fundamentais.

O objetivo geral deste artigo é analisar, por meio de uma abordagem jurídico-empírica, como falhas institucionais e déficits de governança ambiental contribuem para a manutenção de altas taxas de desmatamento no Estado do Pará ao longo do período de 1998 a 2021. A justificativa deste estudo reside na necessidade de compreender a efetividade das políticas ambientais para além da dimensão formal das normas jurídicas. Como aponta a literatura especializada, a proteção ambiental depende da articulação entre legislação, instituições, recursos, monitoramento e fortalecimento.

Por fim, este estudo demonstra que o enfrentamento ao desmatamento no Estado do Pará, não exige apenas a criação de novas leis, mas o fortalecimento das estruturas institucionais responsáveis por assegurar o cumprimento das normas já existentes. Sendo assim, ao revelar como dados históricos indicam a insuficiência do controle estatal, a pesquisa reforça a urgência de promover políticas públicas integradas, pois compreende-se que somente assim, o estado será capaz de garantir a efetividade do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, fomentando como descreve Oliveira, et al. (2024), uma conservação ambiental, o replantio de áreas desmatadas e a educação ambiental da população.





REFERENCIAL TEÓRICO

A questão jurídica ambiental no Brasil e no Estado do Pará: breves considerações

A proteção jurídica do meio ambiente no Brasil alcançou novos contornos a partir da Constituição Federal de 1988, que consagrou o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental de natureza difusa. Tal previsão, conforme observa Milaré (2013), representa um marco na formação do Direito Ambiental brasileiro, ao elevar a preservação ambiental ao patamar de dever constitucional do Estado e da coletividade. No Estado do Pará, essa arquitetura normativa assume relevância ainda maior, uma vez que o território paraense abriga parte substancial da Floresta Amazônica, cuja preservação é essencial não apenas para o equilíbrio ecológico nacional, mas também global. Assim, a legislação ambiental deve ser interpretada à luz das especificidades ecológicas e socioeconômicas que tornam o Pará uma região estratégica e vulnerável.

A efetividade do Direito Ambiental, entretanto, depende da existência de mecanismos institucionais capazes de assegurar que normas robustas produzam efeitos concretos. Para Paulo Affonso Leme Machado (2014), a proteção jurídica do meio ambiente exige uma atuação administrativa estruturada, contínua e articulada, especialmente em regiões onde pressões econômicas aceleram a degradação ambiental. O desenvolvimento de atividades econômicas de forma não sustentável e contrárias às leis de proteção ambiental, como a expansão agropecuária, o avanço da mineração, a ocupação desordenada do território, a implantação de estradas e de usinas hidrelétricas evidenciam fragilidades da implementação e fiscalização das normas ambientais, o que alimenta a distância entre o dever constitucional de proteção e a realidade da devastação ambiental (COSTA, 2025).

O discurso retrógrado acerca da incompatibilidade entre o crescimento econômico e conservação ambiental deve ser substituído pela busca de alternativas para conciliar a existência de ambos. Em estudo desenvolvido para analisar a eficiência ambiental em municípios do Estado de Mato Grosso, utilizando os dados relativos ao Produto Interno Bruto





e área desmatada, verificou-se a eficiência técnica dos municípios do nordeste mato-grossense entre 2017 e 2021, o que corrobora com a possibilidade de crescimento econômico sustentável (OLIVEIRA et al., 2025). Outro ponto central da questão jurídica ambiental é o princípio da prevenção, considerado por Fiorillo (2018) um dos pilares da política ambiental contemporânea. O princípio orienta o Estado a adotar medidas previamente necessárias para impedir danos ambientais significativos, sobretudo quando há risco comprovado ou evidências de impactos irreversíveis. Neste contexto, Silva et al. (2025), defendem que o impacto ambiental produzido por usinas hidrelétricas precisa ser analisado de maneira sistêmica, pois, é necessário considerar o ciclo de vida completo deste tipo de complexo industrial e suas interações com o meio ambiente.

No Estado do Pará, contudo, a prevenção encontra obstáculos devido à escassez de fiscalização contínua, à insuficiência de recursos humanos e à dificuldade de monitorar vastas áreas florestais. A incapacidade de atuação preventiva contribui para o avanço de queimadas, grilagem e desmatamento ilegal, revelando limitações estruturais na governança ambiental. Nessa querela, é válido destacar que a legislação brasileira prevê instrumentos relevantes para o controle ambiental, como o licenciamento, a avaliação de impacto ambiental e a responsabilização penal, civil e administrativa por danos ambientais. Conforme argumenta José Rubens Morato Leite (2017), a eficácia desses instrumentos depende da articulação entre órgãos federais, estaduais e municipais, além da participação social. Todavia, no Pará, episódios como irregularidades na ocupação territorial e conflitos agrários demonstram que essa articulação ainda é incipiente, fragilizando a capacidade estatal de aplicar o Direito Ambiental de forma integrada e eficiente.

A vulnerabilidade da Amazônia paraense evidencia, à parte, que a solução para o desmatamento não está apenas na criação de novas normas, mas no fortalecimento das instituições, na ampliação da participação social e no compromisso político com a proteção ambiental. Nesse sentido, o Direito Ambiental brasileiro enfrenta o desafio de transformar previsões constitucionais e legislação avançada em resultados concretos que assegurem a preservação da floresta e a qualidade de vida das presentes e futuras gerações.





O Estado do Pará e o desmatamento [i]legal

Na Amazônia Legal, o Estado do Pará obteve o título de um dos maiores devastadores da flora, pois, em 2020, segundo o INPE (2023), o estado protagonizou quase metade do desmatamento nacional (47%), seguido dos estados: Mato Grosso (16%); Amazonas (13,7%) e Rondônia (11,4%). Diante desses dados, constata-se que o sistema capitalista tem gerado impactos ambientais significativos, com reflexos diretos à natureza, especialmente em razão do consumismo exacerbado inerente à lógica de oferta e demanda que caracteriza o modelo industrial contemporâneo. É necessário, portanto, discernir que os recursos da natureza não são inesgotáveis e que haverá problemas reais pela falta de consciência ambiental (MACHADO, 2013).

A progressiva degradação ambiental demonstra que o planeta não suportará indefinidamente o atual ritmo de exploração dos recursos naturais. A fiscalização sobre o uso irregular dos recursos naturais torna-se essencial para a proteção da biodiversidade, especialmente frente aos impactos negativos decorrentes de um modelo de globalização marcado pelo crescimento econômico desassociado da preservação ambiental (RODRIGUES, 2005). Ademais, existe vasta literatura sobre a temática com o intuito não só de promover a defesa da natureza, mas também fomentar maior conscientização sobre problemas ambientais frequentemente irreversíveis. Entre elas, por exemplo, Caldas e Pires (2021); Cardoso (2022), tentam compreender fatores estruturais que impulsionam o desmatamento, a incidência de queimadas, visto que, tais incidências favorecem as práticas predatórias do desmatamento no Estado do Pará. A conversão de florestas em pastagens fomenta práticas ilegais como a grilagem criando especulação fundiária, ampliando a pressão em áreas florestais e contribuindo para a ocupação irregular de terras públicas e privadas (BERNARDES; FREIRE FILHO, 2005).

Embora o Estado do Pará disponha de um arcabouço normativo robusto, incluindo a Lei Complementar nº 053/2006, o Decreto nº 1.625/2016, a Resolução nº 060/2019 e o Termo de Cooperação Técnica nº 01/2024, é necessário reconhecer que a presença de instrumentos





legais não tem se traduzido, de forma proporcional, em redução efetiva do desmatamento no estado. Esse hiato entre norma e realidade é um fenômeno amplamente discutido por autores da sociologia jurídica e da política ambiental, como Ostrom (1990), Acemoglu e Robinson (2012) e Jacques (2019), que demonstram que instituições formais só produzem resultados quando acompanhadas de capacidade estatal, fiscalização efetiva e mecanismos de responsabilização consolidados.

Carvalho (2020) destaca que as causas desse cenário são estruturais, envolvendo fatores como: baixa capacidade operacional de órgãos ambientais e de forças de segurança em regiões extensas e de difícil acesso; ações fragmentadas entre instituições que, embora cooperem formalmente, enfrentam desafios de coordenação prática; pressões econômicas ilegais, como garimpo e grilagem, que operam com elevada rentabilidade e organização; déficit de políticas públicas preventivas voltadas à regularização fundiária e ao desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, autores como Becker (2005) e Bursztyrn e Bursztyrn (2012) argumentam que o combate ao desmatamento não depende apenas de legislação, mas da capacidade do Estado de exercer poder regulatório real, o que envolve recursos tecnológicos, investigação integrada, inteligência policial e presença territorial contínua. Assim, mesmo com avanços normativos importantes, como a institucionalização da Polícia Militar Ambiental e mecanismos de cooperação interagências, ainda persiste um vácuo operacional que impede que essas normas produzam o impacto esperado.

Outro elemento central discutido em Viola e Franchini (2017) é a *eficácia limitada* da governança ambiental brasileira, definida por políticas bem elaboradas, mas vulneráveis a interferências políticas, cortes orçamentários ou falta de continuidade administrativa. Tal fenômeno é visível no Estado do Pará, face à aplicação da lei ambiental depender de estruturas que frequentemente enfrentam insuficiência de efetivo, carência de bases logísticas e rotatividade de equipes, fatores que minam uma eficaz resposta institucional (CARVALHO, 2020). Em face às políticas públicas, o contraponto revela que, apesar de dispositivos regulamentares, vide Decreto nº 1.625/2016 fornecer diretrizes claras, a eficácia da proteção ambiental exige mais do que regras: exige governabilidade, monitoramento e capacidade





coercitiva. Adicionalmente, o Termo de Cooperação Técnica nº 01/2024, ainda que essencial, opera dentro de um cenário em que a integração é necessária, mas não suficiente (Pará, 2016; Pará, 2024).

Diante disso, percebe-se que ainda que leis estaduais e federais busquem fortalecer mecanismos de proteção, elas operam em um contexto onde as pressões econômicas, legais e ilegais, são mais fortes que a capacidade regulatória do Estado. Assim, a legislação ambiental entra em choque direto com uma lógica desenvolvimentista que prioriza atividades predatórias, gerando um cenário de desajuste institucional, em que a norma existe, mas sua aplicação é fragilizada por dinâmicas socioeconômicas consolidadas. Contudo, o crescimento do desmatamento no Estado do Pará está relacionado a uma questão central discutida por autores como Azevedo e Saito (2013), qual seja, o déficit de regularização fundiária. Isto se dá especialmente em regiões onde há indefinição sobre a titularidade da terra, ocupações irregulares e expansão de atividades ilícitas, como a grilagem e as atividades de garimpo. Logo, sem clareza fundiária, a ação policial, mesmo quando ambientalmente orientada e juridicamente respaldada, encontra barreiras para responsabilizar infratores, pois a ausência de registro ou a sobreposição de cadastros dificultam a atribuição de autoria e a aplicação de sanções.

METODOLOGIA

Este estudo realizou uma pesquisa quantitativa, descritiva, exploratória e inferencial, a partir de informações sobre as taxas de desmatamento no Estado do Pará, no recorte temporal de 1998 a 2021, mediante dados obtidos junto ao INPE, possibilitando a construção de gráficos e tabelas, a fim de promover uma melhor análise das informações coletadas nos documentos (FLEURY; WERLANG, 2017). Esta pesquisa terá como recorte espacial o território do Estado do Pará, o qual de acordo com o IBGE (2020) representa o segundo estado em dimensão geográfica na região Norte do Brasil, com área total equivalente a 1,24 milhão de km² e, população de 8.690.745 habitantes, integrado por 144 municípios divididos

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.5 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





em 21 regiões geográficas imediatas, agrupadas em sete regiões intermediárias (Belém, Castanhal, Marabá, Redenção, Santarém, Altamira e Breves). Segundo o IBGE (2018), o estado do Pará possui o maior Produto Interno Bruto (PIB) de toda região Norte, representando 2,3% do PIB brasileiro, onde a exploração mineral no sudeste do estado corresponde a principal atividade econômica desenvolvida na serra de Carajás.

Os dados utilizados neste estudo possuem origem secundária, pois foram obtidos em *sites* de órgãos oficiais que registram e monitoram o desmatamento no Brasil, face às atividades agrícolas e pecuária executadas em solo nacional e, que contribuem para supressão vegetal de florestas como amazônica sendo denominados: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), via Programa Queimadas; Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES), vinculado junto ao INPE. Quanto à base de dados das atividades produzidas pelo banco diário de queimadas (BDQueimadas), os dados foram coletados junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As demais informações foram coletadas junto a *sites* de acesso público (FONTELLES, 2009), de acordo com a Lei de Acesso à Informação (LAI), o que possibilitou a aquisição dos seguintes dados: Taxa de Desmatamento Anual (TDA)⁵; Área Colhida em Lavoura (ACL)⁶; Área Plantada com Soja⁷; Área de Queimadas (AQ)⁸; Focos de Queimadas (FQ)⁴.

De início, buscou-se discutir teorias, doutrinas e legislações sobre os resultados encontrados, tornando possível concluir o estudo bibliográfico (CARVALHO JÚNIOR, et al., 2007). Posterior a isso, a análise exploratória dos dados foi utilizada com a finalidade de resumir em distribuição de frequência, um conjunto de observações permitindo expor sinteticamente os resultados dos dados analisados, face às características: área; instante de tempo; fenômeno e especificação (BUSSAB; MORETTIN, 2024). Segundo Ramos *et al.* (2013), o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) representa a normalização do

5 Prodes (2022).

6 IBGE (2023b).

7 IBGE (2023c).

8 INPE (2023).





coeficiente de covariância e, tem basicamente finalidade de avaliar possível relação de causa e efeito entre as variáveis X e Y , o valor de r está contido no intervalo $[-1; 1]$.

Em Bussab e Morettin (2024), é possível observar o valor de r classificado numa escala de força e sentido da correlação linear de Pearson, entre duas variáveis numéricas. A Equação (1) possibilita o cálculo do coeficiente r , já a Equação (2) testa as hipóteses do resultado deste coeficiente r ser estatisticamente diferente de zero, ou não, mediante nível de significância (α) pré-estabelecido, como é discutido em Hogg, McKean e Craig (2005). Isto é, se o nível descritivo (p -Valor) do teste de correlação é maior que α , se deve tomar a decisão de não rejeitar H_0 , caso contrário, rejeita-se H_0 a um nível de significância α e, então, a correlação de Pearson é estatisticamente diferente de zero, tornando válida a relação de causa e efeito das variáveis X e Y , onde geralmente se adota $\alpha = 5\%$ (ZOU et al., 2003).

$$r = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{\text{Var}(X) \times \text{Var}(Y)}}, (1)$$

Sendo X e Y variáveis para avaliar possível relação estatística de causa e efeito; $E(XY)$, representa o valor esperado (média) do produto entre as variáveis X e Y ; $E(X)$, $E(Y)$, indica a média de X e Y , além de $\text{Var}(X)$ e $\text{Var}(Y)$ denotar a variância de X e Y , respectivamente. A partir do resultado encontrado pela Equação (1), se deve testar as hipóteses definidas na Equação (2).

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} H_0: \text{As variáveis são independentes entre si } (r = 0); \\ \text{versus} \\ H_1: \text{As variáveis não são independentes entre si } (r \neq 0). \end{array} \right.$$

“Independência e $r = 0$ não são sinônimos: Independência é definido como a propriedade que as distribuições de Y para certos valores de X não são correlacionadas e, inversamente, as distribuições de X para certos valores de Y possuem uma relação de causa e efeito, portanto, independência implica em $r = 0$ ” (DIXON; MASSEY JR., 1983). Para testar





a significância estatística do valor calculado de r , se faz necessário utilizar o teste dado na Equação (3), onde a tomada de decisão é: se o nível descritivo do teste for maior que α , não se deve rejeitar H_0 (variáveis independentes entre si), caso contrário, se deve rejeitar H_0 , ao nível α pré-estabelecido e, a correlação de Pearson é estatisticamente diferente de zero, assim, à 95% de confiança existe relação de causa e efeito entre as variáveis (HOGG; MCKEAN; CRAIG, 2005).

$$t = \frac{r \times \left[\frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \right]}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3)$$

onde, r é o coeficiente de correlação linear simples de Pearson apresentado na Equação (1).

No Gráfico de Controle de Regressão (GCR) a variável resposta/dependente Y tem valores que são associados linearmente à(s) variável(is) independente(s) X_i . Segundo Carvalho Jr. *et al.* (2007), a linha de regressão é o valor médio/estimado \hat{Y}_i (Equação 4), presumidamente seguindo distribuição de probabilidade normal e, o erro padrão independente de X . Controlar e monitorar a variação média de Y é o objetivo do GCR, onde esta variação é estimada via reta de regressão, face o limite superior/inferior de controle dispostos paralelos à reta de regressão.

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_i X_i + \hat{\varepsilon}_i, \quad (4)$$

sendo, \hat{Y}_i os valores estimados de Y_i , X_i a(s) variável(is) preditora(s), $i = 1; 2; \dots; n$, $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}_i$ estimadores do modelo de regressão, $\hat{\varepsilon}_i = (Y_i - \hat{Y}_i)$, observados em Bussab; Morettin (2024).

O limite inferior de controle (LIC) e limite superior de controle (LSC) são construídos para o GCR, segundo dois parâmetros: a) fixando “ k ” uma constante e, $k = 1, 2$ ou 3 , sendo que, cada valor da constante k representa um grau de confiança igual a 68,27%; 95% e 99,73%, respectivamente; b) a medida de dispersão σ (desvio padrão) da variável Y . Contudo, se adota o ponto médio dos valores de k considerando 95,45% ($k = 2$) de dados “cobertos” pelos limites do GCR (Carvalho Jr. *et al.*, 2007), assim, se chega as Equações (5 a 7).





$$LSC = \hat{Y}_i + k\hat{\sigma}, (5)$$

$$LC = \hat{Y}_i = \hat{\alpha}_q + \hat{\beta}_q X_i, (6)$$

$$LIC = \hat{Y}_i - k\hat{\sigma}, (7)$$

onde, \hat{Y}_i valores estimados de Y , $i = 1; 2; \dots; n$, $\hat{\alpha}_q$ e $\hat{\beta}_q$ os estimadores dos parâmetros do modelo de regressão obtidos pelo método de mínimos quadrados (SOUZA et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de estabelecer um modelo de previsão baseado na relação estatística de causa e efeito entre as variáveis para taxa de desmatamento no Estado do Pará, os dados possivelmente associados a esta característica numérica foram coletados junto ao INPE (2023), Prodes (2022) e IBGE (2023a), para que uma possível associação possa ser devidamente aceita.

Tabela 1. Correlação Linear Simples de Pearson e Teste de Significância Estatística para a Variável Resposta Taxa de Desmatamento Anual no Estado do Pará versus as Possíveis Variáveis Predictoras para o Modelo de Regressão Linear Múltiplo, no Período de 1998 a 2021.

| Fonte de Variação | Variável Resposta do Modelo de Regressão | | |
|---|--|-------------------------------|----------------------------------|
| | Taxa Anual de Desmatamento | | |
| Possíveis Variáveis Predictoras do Modelo | Correlação o Linear de Pearson | Nível Descritivo do Teste r | Conclusão do Teste de Correlação |
| Área Agropecuária | 0,171 | 0,425 | As variáveis são independentes |
| Área de Queimadas | 0,409 | 0,047 ⁹ | As variáveis são correlacionadas |
| Focos de Queimadas | 0,416 | 0,043 ⁵ | As variáveis são correlacionadas |
| Área Plantada de Soja | -0,031 | 0,885 | As variáveis são independentes |
| Área de Grilagem | -0,260 | 0,221 | As variáveis são independentes |
| Produto Interno Bruto | -0,024 | 0,911 | As variáveis são independentes |
| Área Plantada de Lavoura | -0,283 | 0,180 | As variáveis são independentes |
| Área Colhida de Lavoura | 0,633 | 0,001 ⁵ | As variáveis são correlacionadas |

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos dados do INPE (2023) e IBGE (2023a).

9 Valor significativo (estatisticamente diferente de zero), ao nível de significância de 10%.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.5 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





Na Tabela 1, é possível perceber com nível de significância de 10%, apenas as variáveis: áreas de queimadas, focos de queimadas e área colhida de lavoura, possuem significância estatística (H_0 da Equação (2) é rejeitada), pois, os níveis descritivos são 0,047; 0,043; 0,001, respectivamente, sendo estas probabilidades menores que $\alpha = 10\%$ (0,10). Logo, as três variáveis serão admitidas preditoras no modelo de regressão múltiplo (Equação 8).

$$TDA = -8.206 + 32,4 \times (AQ) + 0,0309 \times (FQ) + 0,2993 \times (ACL) \quad (8)$$

Tabela 2. Teste de Significância Estatística dos Parâmetros do Modelo de Regressão Linear Múltiplo para a Taxa de Desmatamento Anual no Estado do Pará, no Período de 1998 a 2021.

| Fonte de Variação | Coeficiente | Erro Padrão do Coeficiente | Intervalo de Confiança 95% | | Estatística de teste t-Student | Nível Descritivo |
|-------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------|
| | | | Limite Inferior | Limite Superior | | |
| Intercepto | -8.206,000 | 3,066 | -14.602,000 | -1.809,000 | -2.68 | 0.015 ¹⁰ |
| AQ | 32,404 | 13,400 | 4,499 | 60,299 | 2.43 | 0.025 ⁶ |
| FQ | 0,031 | 0,017 | -0.005 | 0.067 | 1.77 | 0.091 ⁶ |
| ACL | 0,003 | 0,097 | 0.001 | 0.501 | 3.09 | 0.006 ⁶ |

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos dados do INPE (2023).

Mediante a Tabela 2 é possível notar que todos os coeficientes são estatisticamente diferentes de zero, ao nível de significância de 10%, logo, foi rejeitada hipótese dos coeficientes serem iguais à zero (BUSSAB; MORETTIN, 2024), mantendo estas variáveis na Equação (8).

Tabela 3. Análise de Variância do Modelo de Regressão Linear Múltiplo para a Taxa de Desmatamento Anual no Estado do Pará, no Período de 1998 a 2021.

| Fonte de Variação | Grau de Liberdade | Soma de Quadrado | Contribuição ao Modelo | Soma de Quadrado Ajustado | Quadrado Médio | Estatística de Teste F | Nível Descritivo |
|-------------------|-------------------|------------------|------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|---------------------|
| Regressão | 3 | 49.039.910 | 57,25% | 49.039.910 | 16.346.637 | 8,929 | 0,001 ¹¹ |
| AQ | 1 | 14.320.465 | 16,72% | 10.774.100 | 10.774.100 | 5,891 | 0,025 ⁷ |
| FQ | 1 | 17.249.364 | 20,14% | 57.599.244 | 57.599.244 | 3,154 | 0,091 ⁷ |

10 Valor significativo (estatisticamente diferente de zero), ao nível de significância de 10%.

11 Valor significativo (estatisticamente diferente de zero), ao nível de significância de 10%.



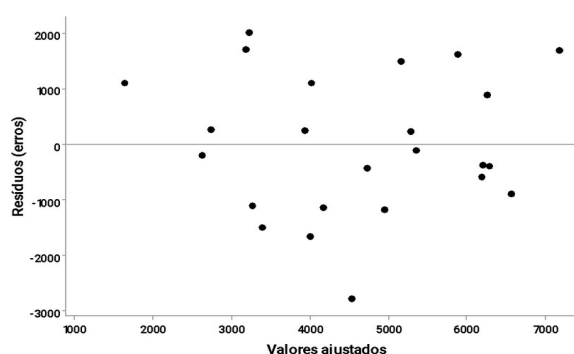


| | | | | | | | |
|-------|----|------------|---------|------------|------------|-------|--------------------|
| ACL | 1 | 17.470.081 | 20,40% | 17.470.081 | 17.470.081 | 9,542 | 0,006 ⁷ |
| Erro | 20 | 36.614.029 | 42,75% | 36.614.029 | 1.830.701 | | |
| Total | 23 | 85.653.939 | 100,00% | | | | |

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos dados do INPE (2023).

Pela Tabela 3, é possível concluir pela efetiva “entrada” das três variáveis predictoras no modelo da Equação (8), resultando num modelo estatisticamente válido para previsão da taxa de desmatamento anual no Estado do Pará. Foi ainda possível identificar pelo teste AD dos resíduos valor de 0,360 e, nível descritivo igual a 0,419 (41,9%), indicando erros no modelo (Equação 8) atendendo a condição de seguir uma função densidade de probabilidade normal. Na Figura 3 é demonstrado que os resíduos estão distribuídos de forma aleatória em torno da média zero e, sob esta perspectiva é possível assumir homogeneidade dos resíduos do modelo.

Figura 3. Teste de Homogeneidade dos Resíduos *versus* Valores Ajustados ao Modelo de Regressão Linear Múltiplo da Taxa de Desmatamento Anual, Estado do Pará, Período de 1998 a 2021.



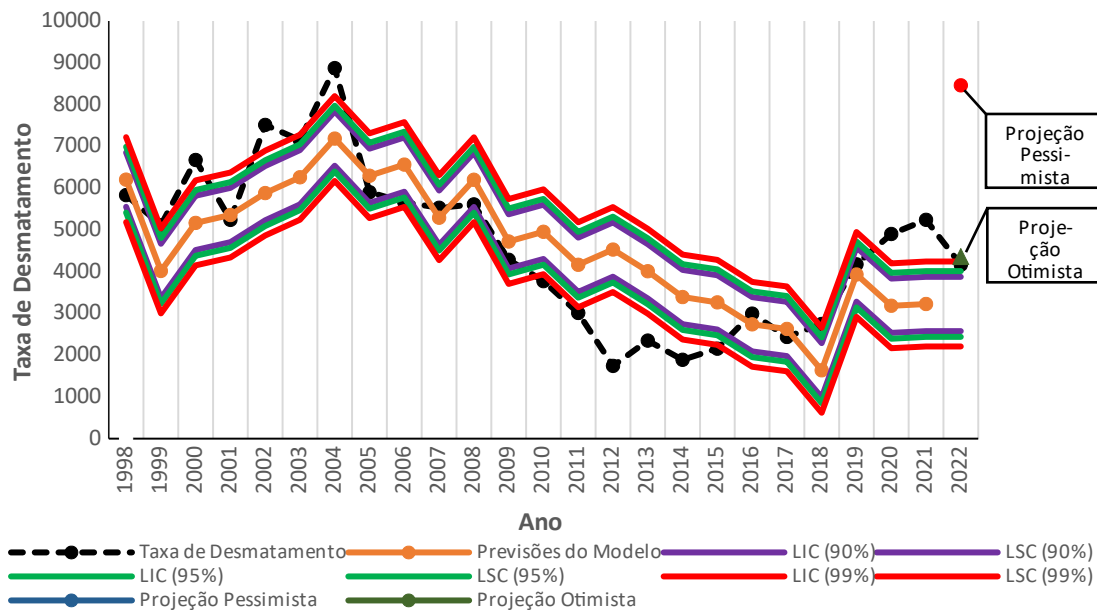
Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos dados do INPE (2023) e IBGE (2023a).

Para testar se os resíduos são independentes entre si, foi calculado o valor da estatística de Durbin-Watson (D), retornando $D = 0,7435$. Como $D = 0,7435 < D_L = 1,101$, a decisão é de rejeitar a hipótese de autocorrelação dos resíduos, isso justifica a utilização do modelo dado pela Equação (8), possibilitando prever as taxas de desmatamento no Estado do Pará. A partir da Equação (8), foi construído o GCR (Figura 4), a partir das Equações (5 a 7) e, com três níveis de confiança ($k = 1$: 69%; 2: 95%; 3: 99%). Portanto, mesmo os limites de controle de maior amplitude (99%), não foram capazes de “limitar” as taxas de desmatamento



nos anos de 2000, 2002, 2004, 2020 e 2021, pois, os valores registrados pelo INPE, nestes períodos específicos, superaram o valor que era esperado pelo GCR, para o lapso temporal considerado neste estudo.

Figura 4. Gráfico de Controle de Regressão Linear Múltiplo para a Taxa de Desmatamento Anual no Estado do Pará, Durante o Recorte Temporal de 1998 a 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos dados do INPE (2023) e IBGE (2023a).

Como a taxa de desmatamento indica uma característica onde a redução ou extinção dos valores implicam benefícios ao meio ambiente, nos anos de 2011 a 2015, os valores observados estão abaixo do esperado, logo, é possível assumir que o processo de monitoramento (Figura 4) indicou resultados satisfatórios motivados pela menor supressão vegetal nas regiões avaliadas. Em contraponto, nos anos de 1998 a 2021, o monitoramento do desmatamento não está sob Controle Estatístico. As projeções do modelo ajustado pela Equação (8), comparando o valor de 4.162, para taxa de desmatamento no ano de 2022, o resultado encontra-se sob controle estatístico para 99,73% de confiança (maior amplitude), porém, com maior chance de erro, ao supor que o processo está sob controle estatístico quando na verdade não está. Para 69% e 95% de confiança a taxa de desmatamento do ano 2022, está fora de controle estatístico (Figura 4).



Como forma de complementar a validação do modelo de regressão estimado (Equação 9), a partir da Tabela 4, foram realizadas projeções: “Otimista” considerando zero áreas de queimada, zero focos de queimadas e manutenção das áreas colhidas de lavoura (assumindo estabilidade e não aumento destas áreas que contribuem sobretudo na plantação de alimentos); “Pessimista” onde os valores das variáveis predictoras ficaram acima do valor máximo observado no banco de dados. Portanto, como pode ser verificado na Tabela 4, a construção do intervalo de confiança (IC) e, dos limite inferior de confiança (LIC), além do limite superior de confiança (LSC), para a taxa anual de desmatamento de 2022 (4.162 km²), se encontra fora de controle estatístico, mesmo quando se considera 99% de confiança, isto é, a área desmatada de 4.162 km², não está contida no intervalo de confiança entre 2.061,30 km² e 4.093,92 km², logo, se pode concluir que o desmatamento no Estado do Pará nos últimos 24 (vinte e quatro) anos se encontra fora do valor mínimo aceitável e fora do valor máximo esperado para esta região.

Tabela 4. Projeções para a Taxa de Desmatamento no estado do Pará, Mediante um Modelo de Regressão Linear Múltiplo, no Período de 1998 a 2021.

| Projeção Realizada | Área de Queimada | Focos de Queimada | Área Colhida (Lavoura) | Taxa de Desmatamento | IC de 99% | |
|------------------------|------------------|-------------------|------------------------|----------------------|----------------------------------|---------|
| | | | | | LIC | LSC |
| Projeção Pessimista | 95 | 74.500 | 37.700 | 8457,66 | 7441,35 | 9473,97 |
| Projeção Otimista | 0 | 0 | 37.700 | 3077,61 | 2061,30 | 4093,92 |
| Fonte | Área de Queimada | Focos de Queimada | Área Colhida (Lavoura) | Taxa de Desmatamento | Conclusão para ambos os cenários | |
| Quantidade no Ano 2022 | - | 41.421 | - | 4.162,00 | Fora de Controle Estatístico | |

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos dados do INPE (2023).

Nota: Intervalo de Confiança (IC); Limite Inferior de Controle (LIC); Limite Superior de Controle (LSC).

Ao final, observa-se que os resultados obtidos na análise estatística realizada neste estudo confirmam que o desmatamento no estado do Pará permanece em níveis elevados e, em diversos períodos, ultrapassa os limites estatisticamente esperados. Essa constatação





reforça a importância central da legislação ambiental brasileira e paraense como instrumento essencial para prevenir, controlar e reprimir a degradação ambiental.

É oportuno ressaltar, a tempo, que a Constituição Federal de 1988 estabelece, em seu Art. 225, o dever do poder público e da coletividade de preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado. No entanto, para que esse mandamento constitucional se concretize, é indispensável a efetiva implementação das leis que regulam a proteção da flora e o uso sustentável dos recursos naturais.

Os resultados obtidos neste estudo jurídico-empírico evidenciam, portanto, que o principal desafio não está na ausência de legislação, mas na insuficiência de sua implementação. A correlação estatisticamente significativa entre desmatamento, focos de calor e expansão agrícola confirma que o controle ambiental não tem acompanhado o ritmo das pressões econômicas e territoriais sobre o Estado do Pará. Sem fiscalização robusta, integração entre instituições e responsabilização efetiva dos infratores, o potencial da legislação permanece subutilizado.

CONCLUSÃO

É sabido que a Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605/1998, configura-se como o principal mecanismo punitivo contra práticas degradadoras, incluindo as queimadas e o desmatamento ilegal. Os resultados da pesquisa evidenciam que a incidência de queimadas e a expansão agrícola correlacionam-se diretamente às taxas de supressão vegetal, o que demonstra que os tipos penais previstos na legislação não têm sido suficientemente eficazes para dissuadir tais práticas. Tal descompasso sinaliza a necessidade de fortalecimento da fiscalização, maior rigor na responsabilização penal e administrativa, bem como investimento em políticas públicas que assegurem o cumprimento dessa lei em território paraense.

No âmbito administrativo e preventivo, o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) desempenha papel crucial ao estabelecer regras para o uso da terra, Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o





Programa de Regularização Ambiental (PRA). Contudo, os resultados demonstram que a expansão de atividades agropecuárias continua ocorrendo sem o controle adequado, indicando que a implementação do Código Florestal no Pará sofre entraves estruturais. A fragilidade no monitoramento do CAR, a lenta adesão ao PRA e a dificuldade de integrar dados entre órgãos estaduais e federais enfraquecem a aplicação da lei e dificultam a reversão das tendências de desmatamento identificadas na série histórica.

A legislação estadual paraense também está diretamente relacionada ao enfrentamento do desmatamento. Normas como o Sistema Estadual de Meio Ambiente (Lei Estadual nº 6.713/2005), a Política Estadual de Florestas e demais regulamentos locais buscam articular comando e controle com ações de educação ambiental, gestão territorial e monitoramento. No entanto, os dados deste estudo demonstram que, apesar desse arcabouço, o Pará ainda encontra desafios na execução de políticas públicas continuadas, na fiscalização territorial de grandes extensões e no combate às queimadas que impulsionam o desmatamento. A legislação existe, mas sua eficácia depende da capacidade institucional e do fortalecimento de mecanismos de governança.

Quanto ao alcance dos objetivos propostos pela pesquisa, é possível afirmar que foram plenamente atendidos. O estudo conseguiu identificar as variáveis mais associadas ao desmatamento no Pará, modelar seu comportamento estatístico e monitorar os desvios que demonstram a falta de controle institucional sobre o processo de degradação ambiental. Além disso, ao relacionar os dados empíricos ao arcabouço jurídico, o objetivo de compreender a dinâmica do desmatamento a partir de uma perspectiva integrada entre Direito, políticas públicas e evidências estatísticas foi alcançado. O modelo de regressão e o gráfico de controle permitiram diagnosticar com precisão a gravidade do fenômeno e, ao mesmo tempo, revelar a necessidade de fortalecer a aplicação efetiva da legislação ambiental.

Assim, a pesquisa confirma que a legislação ambiental brasileira e paraense constitui um instrumento indispensável para conter o avanço do desmatamento, mas destaca que sua eficácia depende diretamente da governança ambiental e da capacidade estatal de fiscalizar, monitorar e responsabilizar. Os resultados obtidos apontam tanto para a relevância normativa





das leis quanto para os desafios materiais de sua execução, indicando que a solução do problema exige não apenas boas normas, mas instituições fortes, integradas e comprometidas com a proteção ambiental.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, D.; ROBINSON, J. (2012). *Why Nations Fail*. New York: Crown.

AZEVEDO, A.; SAITO, C. H. (2013). Governança ambiental na Amazônia: desafios para a gestão territorial e o controle do desmatamento. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia*, v. 2, n. 1, p. 55–72.

BERNARDES, J. A.; FREIRE FILHO, O. L. (2005). *Geografias da soja: BR-163–Fronteiras em mutação*. Rio de Janeiro: Arquimedes edições, p. 31.

BECKER, B. (2005). Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*, v. 19, n. 53.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm Acesso em: 21/07/2022.

BRASIL. Lei 9.433, de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm Acesso em: 21/07/2022.

BRASIL. Lei 9.605, de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm Acesso em: 21/07/2022.

BRASIL. Lei 9.985, de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm Acesso em: 21/07/2022.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



BRASIL. Lei nº 12.651, de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm Acesso em: 21/07/2022.

BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M. A. (2012). Fundamentos de Política e Gestão Ambiental. Rio de Janeiro: Garamond.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P.A. (2024). Estatística Básica. 10ª. ed. Saraiva.

CARVALHO JÚNIOR., J. G., Almeida, S. S., Ramos, E. M. L. S. (2007). Gráfico de Controle de Regressão Estrutural. TEMA - Tendências em Matemática Aplicada e Computacional, 8, n. 3, p. 361-370.

CARDOSO, R. H. G. M. (2022). Monitoramento e ações de proteção a incêndios florestais na Amazônia paraense. 86 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Risco e Desastres na Amazônia) - Universidade Federal do Pará, Pará.

COELHO, M. C. N.; MIRANDA, E.; WANDERLEI, L. J.; GARCIA, T. C. (2010). Questão energética na Amazônia: disputa em torno de um novo padrão de desenvolvimento econômico e social. Novos Cadernos (NAEA). v.13, p. 83-102, dez. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/475> Acesso em: 17/05/2023.

COSTA, G. M. (2025). Das políticas territoriais da abertura da fronteira na Amazônia ao avanço do neoxativismo. Boletim de Conjuntura (BOCA), v. 24, n. 70, p. 234-257. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/8135/1594>. Acesso em: 12/12/2025.

DIXON, W. J.; MASSEY Jr., FRANK J. (1983). Introduction to Statistical Analysis. 5. ed. Tokio: McGraw-Hill.

DURBIN, J., WATSON, G. S. (1951). Testing for serial correlation in least squares regression II. Biometrika, 38(1/2) p. 159-177. doi:10.1093/biomet/38.1-2.159.

FIORILLO, C. A. P. (2018). Curso de direito ambiental brasileiro. 18. ed. São Paulo: Saraiva.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.5 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



FONTELLES, R. G. S. (2009). Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. Disponível em:

https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf Acesso em: 21/07/2022.

FLEURY, M. T. L.; WERLANG, S. (2017). Pesquisa aplicada – reflexões sobre conceitos e abordagens metodológicas. Disponível em:

https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18700/A_pesquisa_aplicada_conceito_e_abordagens_metodol%C3%B3gicas.pdf Acesso em: 21/07/2022.

HOGG, R. V.; MCKEAN, J. W.; CRAIG, A. T. (2005). Introduction to Mathematical Statistics. 6. ed. Michigan: Pearson Education.

IBGE. (2018). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeções da população: Brasil e unidades da federação. 2. ed. Rio de Janeiro.

IBGE. (2020). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades.

IBGE. (2023a). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil em síntese. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/> Acesso em: 20/05/2023.

IBGE. (2023b). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 18/05/2023.

IBGE. (2023c). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588>. Acesso em: 25/05/2023.

INPE. (2023). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/ Acesso em: 20/05/2023.

JACQUES, J. (2019). Governança ambiental e efetividade institucional. Revista Direito GV.

MILARÉ, É. (2013). Direito do Ambiente. 8. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.5 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Amazônia: importância, desafios e perspectivas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/amazonia>. Acesso em: 8 abr. 2025.

OLIVEIRA, D. R.; SANTOS, A. B. C.; MARTINS, R. C.; ARAÚJO, R. V.; COSTA, R. B. (2025). Avaliação do Desempenho Ambiental no Município de Querência, Mato Grosso, Brasil: Um Estudo de Caso. Boletim de Conjuntura (BOCA), v. 23, n. 68, p. 106-129. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/7675/1534>. Acesso em: 12/12/2025.

OLIVEIRA, C. A. F. de, OLIVEIRA, L. P. V.; TARGINO, E.; FREIRE, E. J. S. M.; SANTANA, M. L. R. O.; Lins, S. M. R. S.; BRITO, A. C.; GUERRA, C. N.; MATA, E. T. S.; MACENA, A. B. O.; SILVA, I. N.; FERNANDES, L. O. (2024). Arborização versus Qualidade de Vida: Cidades Inteligentes, Sustentabilidade e Perpetuação da Humanidade no Planeta. Revista OWL (OWL Journal) - Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação, 2 (5), 200–218. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13932416> Acesso em: 07/04/2026.

PARÁ (Estado). Decreto nº 1.625, de 18 de outubro de 2016. Regulamenta a Lei Complementar nº 053, de 7 de fevereiro de 2006, alterada pela Lei Complementar nº 093, de 15 de janeiro de 2014, que dispõe sobre a organização básica da Polícia Militar do Estado do Pará, e dá outras providências. Disponível em: https://www.pm.pa.gov.br/images/2020/Legisla%C3%A7%C3%A3o/2016_10_19adit196.pdf Acesso em: 19 jul. 2022.

PARÁ (Estado). Lei Complementar nº 053, de 7 de fevereiro de 2006. Dispõe sobre a organização básica e fixa o efetivo da Polícia Militar do Pará - PMPA, e dá outras providências. Disponível em: https://www.pm.pa.gov.br/images/PM1/Disp%C3%B5e_sobre_a_organiza%C3%A7%C3%A3o_b%C3%A1sica_e_fixa_o_efetivo_da_Pol%C3%ADcia_Militar_do_Par%C3%A1_.pdf Acesso em: 19 jul. 2022.

PARÁ (Estado). Resolução nº 060/2019 – EMG. Institui princípios e regras para criação, organização e funcionamento da Polícia Militar Ambiental, no âmbito da Polícia Militar do Pará. Publicado no Boletim Geral da Polícia Militar do Pará nº 19, de 28 jan. de 2019.

PARÁ. Secretaria de Estado de Segurança Pública e Defesa Social. Termo de Cooperação Técnica nº 01/2024, que celebram entre si a Secretaria de Estado de Segurança Pública e Defesa Social, a Polícia Militar do Estado do Pará, a Polícia Civil do Estado do Pará, o Corpo

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.5 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



de Bombeiros Militar do Pará e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. 2024.

PRODES (2022). Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia. Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Disponível em:

<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes> Acesso em: 15 mai. 2023.

RADIOL, 227(3): 617-22. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2273011499>

Acesso em: 08 set. 2023.

RAMOS, E. M. L. S.; ALMEIDA, S. S.; ARAÚJO, A. R. (2013). Controle Estatístico da Qualidade. 01. ed. Porto Alegre: Bookman. v. 01. 160p.

RODRIGUES, M. A. (2005). Elementos de Direito Ambiental. 2. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais.

SILVA, S. S. da; ARAÚJO, C. V. de; SILVA, A. B. da. USINAS HIDRELÉTRICAS: ANÁLISE DAS VANTAGENS, DESVANTAGENS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS.

Revista OWL (OWL Journal) - REVISTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO E

EDUCAÇÃO, [S. l.], v. 3, n. 5, p. 1–30, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17496803>

Disponível em: <https://www.revistaowl.com.br/index.php/owl/article/view/456>. Acesso em: 7 abril. 2026.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. (2017). Climate Governance in an International System under Conservative Hegemony. Routledge.

ZOU, K. H.; TUNCALI, K.; SILVERMAN, S. G. (2003). Correlation and simple linear regression.

Recebido em: 12/04/2026

Aprovado em: 28/04/2026

Publicado em: 13/05/2026

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.5 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)

