

DESMATAMENTO NOS MUNICÍPIOS PRIORITÁRIOS BRASILEIROS DURANTE O GOVERNO BOLSONARO

ANA PAULA SILVA DOS SANTOS
UNIFAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

ANDERSON DE CAMARGO EUGÊNIO
UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

CAIO CÉSAR MARITAN CUNHA
UNIFAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

MANOEL VÍTOR DE SOUZA VELOSO

Introdução

Buscando compreender o aumento do desmatamento na Amazônia, foi elencando um estudo para verificar o impacto de algumas variáveis selecionadas no incremento do desmatamento, mais precisamente o voto em Bolsonaro em 2022 nos municípios prioritários.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Verificar se existe relação entre o voto em Bolsonaro e o incremento do desmatamento nos anos de 2019 a 2022, além disso verificar também se existe impacto do PIB per capita municipal e o o desempenho do indicador do IDEB na redução do desmatamento dos anos citados.

Fundamentação Teórica

Na busca de compreender os fatores que afetam os padrões climáticos e as variáveis que representam essas mudanças de padrões, Geist e Lambin (2001) conseguiram alicerçar variáveis a partir de estudos internacionais de alguns fatores que influenciam essas mudanças. De acordo com Diniz et al. (2009), Geist e Lambin (2001) foram os pioneiros, a partir de 152 estudos, em conseguir agrupar fatores e causas que possam impactar essas mudanças de padrões climáticos

Metodologia

Definido uma lista de municípios ambientalmente prioritários pelo Decreto nº 6.321/2007, logo após feita a captura dos dados do desmatamento de 2019 a 2022, PIB municipal per capita e o indicador do IDEB, então definida as variáveis será utilizado o modelo de regressão linear ajustado pelo Método do Mínimos Quadrados Ordinários.

Análise dos Resultados

O modelo inicial proposto não obteve sucesso com a variável IDEB, foi retirada a mesma utilizando o método backward, logo após se obteve um modelo discutível baseado nos parâmetros propostos e no rigor científico do método utilizado. Estima-se pelo modelo que uma variação de 1 % negativo do incremento do desmatamento seja respondido por um crescimento do PIB per capita de 0,4747% enquanto com uma significância maior que 8,87% o incremento do desmatamento nos municípios que elegeram Bolsonaro foi de 80% a mais do que os demais que não o elegeram.

Conclusão

É importante ressaltar que o IDEB não é descartado em outros estudos de desmatamento, apenas para esse modelo específico ele não obteve sucesso no rigor científico do método utilizado. Existe também uma preocupação com o desmatamento ser provocado por incêndios que começam em um município e se alastram para demais municípios adjacentes, potencialmente impactando no desmatamento vizinho. Além disso o estudo pretende expandir sua análise para variáveis econômicas, sociais e demais que pelo vasto arcabouço teórico impactam no desmatamento.

Referências Bibliográficas

ARRAES, R. D. A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 50, p. 119-140, 2012. DINIZ, M. B et al. Causas do desmatamento da Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal brasileira. Nova Economia, Belo Horizonte v.19, n. 1, p. 121-151 janeiro-abril de 2009. FEARNSSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e conseqüências. Megadiversidade. 2005. 1(4):pg. 113-123.

Palavras Chave

Desmatamento, Eleições, Bolsonarismo

Agradecimento a órgão de fomento

Agradecimento a CAPES e o PPGEconomia da UNIFAL.

DESMATAMENTO NOS MUNICÍPIOS PRIORITÁRIOS BRASILEIROS DURANTE O GOVERNO BOLSONARO

DEFORESTATION IN BRAZILIAN PRIORITY MUNICIPALITIES DURING BOLSONARO GOVERNMENT

Ana Paula Silva dos Santos, discente no PPGEconomia/UNIFAL-MG,
santos.ana@sou.unifal-mg.edu.br

Anderson de Camargo Eugênio, discente no PPGEconomia/UNIFAL-MG,
adv.camargo.juridico@gmail.com

Caio Cesar Maritan Cunha, discente no PPGEconomia/UNIFAL-MG,
caio.cunha@sou.unifal-mg.edu.br

RESUMO

Este artigo visa identificar se há diferenças de área desmatada entre os Municípios Prioritários, considerando o voto majoritário em Bolsonaro nas eleições de 2022, condicionado ao PIB e ao IDEB de cada município. Para tanto, utilizou-se da análise de regressão múltipla, tendo como variáveis a média do desmatamento em 2019, 2020, 2021 e 2022 em função do PIB *per capita*, do IDEB e da *dummy* referente à eleição ou não de Bolsonaro no município. Os resultados indicaram que, em média, não houve diferença entre os municípios que elegeram Bolsonaro e os que não elegeram e que, dentre as covariáveis incluídas no modelo, apenas o PIB conseguiu explicar o desmatamento, ao nível de 5% de significância. Para trabalhos futuros, serão incluídas novas variáveis na área econômica, política, social e ambiental, que também podem explicar o desmatamento nessa região.

Palavras-chave: Desmatamento; Eleições; Bolsonarismo; Renda; Educação

ABSTRACT

This paper aims to identify whether there are differences in the deforested area among the Priority Municipalities, considering the majority vote for Bolsonaro in the 2022 elections, conditioned to the GDP and IDEB of each municipality. For this, multiple regression analysis was used, having as variables the average deforestation in 2019, 2020, 2021 and 2022 as a function of GDP per capita, IDEB and the dummy referring to the election or not of Bolsonaro in the municipality. The results indicated that, on average, there was no difference between the municipalities that elected Bolsonaro and those that did not, and that, among the covariates included in the model, only the GDP was able to explain deforestation at the 5% significance level. For future work, new economic, political, social, and environmental variables will be included that can also explain deforestation in this region.

Key-words: Deforestation; Elections; Bolsonarism; Income; Education

1 INTRODUÇÃO

Na busca de compreender os fatores que afetam os padrões climáticos e as variáveis que representam essas mudanças de padrões, Geist e Lambin (2001) conseguiram alicerçar variáveis a partir de estudos internacionais de alguns fatores que influenciam essas mudanças. De acordo com Diniz *et al.* (2009), Geist e Lambin (2001) foram os pioneiros, a partir de 152 estudos, em conseguir agrupar fatores e causas que possam impactar essas mudanças de padrões climáticos, nos seguintes grupos:

- i. causas agregadas primárias (diretas) e relacionadas, em número de três: expansão da agricultura, extração de madeira e expansão da infraestrutura;
- ii. forças direcionais (ou causas) subjacentes, que incluem ampla gama de categorias: fatores demográficos, econômicos, institucionais de política, culturais e político sociais;
- iii. um terceiro grupo de fatores bastante heterogêneos entre si, com características distintas que comporiam todos os demais fatores não incluídos nas duas classificações anteriores (Diniz *et al.*, 2009, p.124).

Estes trabalhos indicam as possíveis variáveis as quais podem influir em um processo de desmatamento. Tal proposta é corroborada por Rivero *et al.* (2009) no âmbito da pecuária e agricultura extensiva, onde o autor faz uma análise dos impactos nas florestas tropicais sob um incremento de algumas variáveis referentes a pecuária e agricultura. Neste sentido, não se olvide da utilização da pecuária extensiva, nos termos de Arima (2008), como fator de aumento do desmatamento em razão do aumento de áreas de pastagens, induzidas pelo aumento da oferta do crédito subsidiado e do uso gratuito de terras públicas.

No entanto, este presente estudo busca compreender o aumento do desmatamento a partir da escolha eleitoral, especificamente o voto no candidato à reeleição Jair Messias Bolsonaro nas eleições brasileiras de 2022, ainda que essas atividades econômicas em conjunto com a exploração da indústria madeireira ajudem a explicar o processo de desmatamento experienciado pelo Brasil como indicado na literatura específica.

Registre-se que um dos traços caracterizadores do governo Bolsonaro (2019-2022) foi a ofensiva contra o meio-ambiente, sendo frequentemente criticado por suas políticas contra a proteção ambiental e o desmonte dos órgãos de fiscalização. Conforme mostra a Tabela 1, as cidades indicadas (nas quais Bolsonaro teve maioria de votos em 2018) teve expressivo aumento do desmatamento em 2022:

Tabela 1: Municípios prioritários com alta da área desmatada e comparação com 2018

Município (em ordem decrescente da área desmatada)	Área desmatada em 2021 (em km²)	Aumento da área desmatada em relação a 2018 (em %)
Altamira (PA)	765,53	78
Porto Velho (RO)	619,34	64
São Félix do Xingu (PA)	576,96	108
Lábrea (AM)	540,23	71
Novo Progresso (PA)	414,17	115
Itaituba (PA)	355,58	270

Apuí (AM)	329,88	108
Colniza (MT)	267,42	14
Pacajá (PA)	258,19	98
Portel (PA)	240,65	148

Fonte: Prodes/Inpe (2018/2021)

Para os fins deste trabalho, busca-se relacionar o incremento no desmatamento anual dos municípios listados no Quadro 1 (seção Materiais e Métodos) como objeto de estudo com seus resultados eleitorais do segundo turno de 2022 para as eleições presidenciais. Esta variável se alicerça no grupo ii e iii do artigo de Diniz et al. (2009) e será uma variável *dummy* (maioria dos votos em Bolsonaro – se sim, 1; caso contrário, 0) do modelo proposto. Abaixo, descreve-se a variável utilizada neste trabalho, com um breve resumo e a base de dados utilizada para retirada de informações e possíveis complementos.

Para além desta nova abordagem (voto em Bolsonaro), e conforme a literatura apresentada anteriormente, o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* pode ser usado como uma das variáveis que buscam responder ao desmatamento, inserida nos grupos i e ii já citados, segundo Diniz et al. (2009), assim buscando contextualizar a exploração econômica que pode causar aumentos do desmatamento em consonância com os demais fatores socioeconômicos.

Ainda, há estudos que indicam e relacionam o desmatamento e o nível de educação, como pode ser visto em Arraes, Mariano e Simonassi (2012), como variáveis de anos médios de estudos e matriculados no ensino médio e fundamental. Por conta da falta de dados para 2020, sendo o último censo demográfico de 2010, optou-se por englobar na questão educacional o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, o IDEB, como forma de analisar o impacto da escolaridade no desmatamento aqui analisado.

2 METODOLOGIA

O conceito de “Municípios Ambientalmente Prioritários” para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento na Amazônia foi instituído pelo Decreto nº 6.321/2007¹. No referido decreto ficou estabelecido a responsabilidade por parte do Ministério do Meio Ambiente em editar anualmente uma portaria com a lista de municípios situados no Bioma Amazônia a serem considerados prioritários para ações de prevenção e controle do desmatamento. Tais municípios são objetos deste estudo.

Os critérios de inclusão na lista de municípios prioritários consideram a dinâmica do desmatamento recente e são estabelecidos por Portarias do Ministério do Meio Ambiente. Os municípios analisados neste trabalho contemplam diversos Estados, dentre eles o Pará - estado que mais desmata, em km², desde 1988, segundo dados do PRODES (2022) -, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas e Roraima. Abaixo segue um quadro com a listagem de todos municípios.

¹ MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. Municípios prioritários. Página inicial. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/controle-de-desmatamento-e-incendios-florestais/municipios-prioritarios>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2022. Vale ressaltar que esse decreto já foi atualizado no presente momento.

Quadro 1: Municípios prioritários para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento analisados.

Municípios

São Félix do Xingu (PA), Porto Velho (RO), Altamira (PA), Marabá (PA), Paragominas (PA), Novo Repartimento (PA), Juara (MT), Cumaru do Norte (PA), Santana do Araguaia (PA), Novo Progresso (PA), Pacajá (PA), Lábrea (AM), Santa Maria das Barreiras (PA), Rondon do Pará (PA), Colniza (MT), Querência (MT), Itupiranga (PA), Itupiranga (PA), Alta Floresta (MT), Aripuanã (MT), Vila Rica (MT), Juína (MT), São Félix do Araguaia (MT), Nova Uiratã (MT), Moju (PA), Brasnorte (MT), Nova Mamoré (RO), Marcelândia (MT), Confresa (MT), Peixoto de Azevedo (MT), Gaúcha do Norte (MT), Nova Bandeirantes (MT), Ulianópolis (PA), Machadinho D'Oeste (RO), Dom Eliseu (PA), Nova Maringá (MT), Porto dos Gaúchos (MT), Boca do Acre (AM), Brasil Novo (PA), Pimenta Bueno (RO), Feliz Natal (MT), Paranaíta (MT), Tailândia (PA), Amarante do Maranhão (MA), Cotriguaçu (MT), Mucajaí (RR), Cláudia (MT), Santa Carmem (MT), Grajaú (MA) e Alto Boa Vista (MT).

Fonte: Prodes (2022)

Quanto aos dados coletados, utilizou-se como Y o *incremento do desmatamento anual* em quilômetros quadrados (km^2). Assim, buscou-se a base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2022), Coordenadoria Geral de Observação da Terra Programa Amazônia – Projeto PRODES².

Visando analisar o desmatamento especificamente no governo Bolsonaro, foram utilizados os dados de: i. 2018 a 2019; ii. 2019 a 2020, iii. 2020 a 2021 e iv. 2022 a 2023 e calculado uma média aritmética simples do incremento do desmatamento (anual) nesses três anos. No modelo, foi aplicada uma função logarítmica desta variável, para fins de normalização dos dados.

Na variável independente X_1 do modelo: PIB *per capita*, foi considerado o desempenho econômico total dividido pela população. O PIB *per capita* consiste na divisão do PIB municipal pelo número de indivíduos que habitam a área municipal, obtidos através de dados fornecidos por algumas instituições, como: Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) de 2020. De forma análoga aos dados de desmatamento.

Na variável independente X_2 *educ: IDEB* - proposto inicialmente e respaldado em referências já citadas como importante na determinação do desmatamento, foi utilizado o aprendizado dos alunos em português e matemática (Prova Brasil) e no fluxo escolar (taxa de aprovação). Com base no aprendizado dos alunos, foram somadas as notas de português e matemática, dividido por dois, multiplicado pela taxa de aprovação, tem-se o indicador de qualidade da educação básica (IDEB) de 2021.

A variável binária (*dummy*) X_3 - *elegeubolsonaro* refere-se aos resultados do segundo turno das Eleições para Presidência da República no ano de 2022, cuja base de dados se encontra disponível no site do Tribunal Superior Eleitoral (TSE, 2022)³. A *dummy* assume valor 1 para os casos dos municípios terem sufragado, em maioria absoluta (50% dos votos + 1 dos votos), a reeleição de Jair Messias Bolsonaro. De forma complementar, a variável

² A metodologia utilizada para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal do PRODES poderá ser melhor visualizada no seguinte portal, disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/metodologia_taxaprodes.pdf/view> . Acesso em 19 de dezembro de 2022.

³ Os resultados das eleições de 2022 podem ser acessados na íntegra pelo site do Tribunal Superior Eleitoral (TSE). O endereço eletrônico consta na lista de referências.

assume valor 0 para o caso de ter eleito o outro candidato, Luiz Inácio Lula da Silva, ou qualquer outro resultado diferente do valor 1. A *dummy* foi proposta para examinar a possibilidade de diferença da variável Y (taxa de desmatamento) entre municípios prioritários que elegeram ou não Bolsonaro, mantendo-se constante as outras variáveis do modelo (e o mesmo termo de erro u).

Por conta de algumas observações faltantes na variável IDEB, foi realizado um tratamento de dados para o preenchimento dessas observações ausentes. Foi utilizado a substituição pela média para os três valores ausentes na variável IDEB - que trabalha com a média desta variável e a utiliza como valor para os dados faltantes (Hair Jr. *et al.*, 2009)⁴.

Feito isso, algumas variáveis tiveram a aplicação da função logarítmica para estabilizar algumas características que são essenciais para a continuidade do método pela análise de regressão linear múltipla e para se ter uma dimensão do quanto, percentualmente, o desmatamento aumenta ou diminui em função das variáveis regressoras. De acordo com Gujarati (2019), a aplicação da função logarítmica suaviza algumas das características dos dados, que melhoram o método de regressão linear múltipla, como: Relação linear, normalidade, sem ou baixa correlação entre os termos regressores e o regressado, autocorrelação nula ou muito baixa no resíduo (erro) e homocedasticidade.

Foram feitas análises descritivas com as principais medidas para o desmatamento (Y) para todos municípios, para o grupo de municípios que elegeram o Bolsonaro e para o grupo dos que não elegeram.

O modelo de regressão linear ajustado pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários foi:

$$\log(Y) = \beta_0 - \beta_1 * \log(X_1) - \beta_2 * \log(X_2) + \beta_3 * X_3 + u \quad (1)$$

em que, β_0 é o intercepto, β_1 e β_2 medem o quanto varia o desmatamento com o aumento no PIB e IDEB, respectivamente, e β_3 é a diferença do desmatamento nos municípios que elegeram Bolsonaro em relação aos que não o elegeram; o erro u , que representa todas as outras variáveis que poderiam explicar o desmatamento, mas que não foram incluídas neste modelo; u deve seguir uma distribuição normal, independente e identicamente distribuído, com média 0 e variância constante e covariância nula.

Serão feitos testes t para a hipótese nula de que os coeficientes β_0 , β_1 , β_2 e β_3 são cada um iguais a zero, ao nível de 5% de significância, rejeitando essa hipótese caso o p-valor seja menor do que 0,05.

Será usado um método de seleção de variáveis regressoras, Backward (Charnet *et al.*, 2008), caso necessário. Ou seja, caso o modelo apresente algum coeficiente não significativo para X_1 , X_2 ou X_3 , com p-valor $> 0,15$, a variável com maior p-valor será retirada e um novo modelo deve ser estimado. O método backward - ou método de eliminação retroativa - é um método de seleção de variáveis para inclusão no modelo de regressão que começa incluindo todas as variáveis independentes no modelo e então elimina, uma a uma, as que não oferecem uma contribuição significativa para a previsão, conforme preleciona Hair Jr. *et al.* (2009).

O melhor modelo dentre os modelos ajustados, nesses casos, será o que apresentar o menor valor de AIC (Critério de Informação de Akaike), considerado o primeiro critério de seleção do modelo, critério este introduzido por Hirotogu Akaike (AKAIKE, 1973).

Para o modelo escolhido pelo AIC, foram verificadas se as pressuposições de independência, normalidade e homocedasticidade do erro estão sendo cumpridas, fazendo testes para os resíduos estimados no modelo para cada uma das pressuposições, ao nível de 5% de significância.

⁴ O conceito de dados omissos pode ser consultado em Hair Jr. *et al.* (2009, p. 57-77)

Foram feitos testes de Shapiro-Wilk para normalidade, de Breusch-Pagan para a homocedasticidade e de Durbin-Watson para a independência. Toda a análise foi feita usando o software R (R Core Team, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados da variável Y, uma média de 105,27 para todos municípios, 108,29 para aqueles que elegeram Bolsonaro e 89,79 para o restante dos municípios que não o elegeram. Além disso, o maior valor observado foi de 691,08, no município de Altamira (PA), enquanto o menor valor foi de 5,6425, do município de Alto Boa Vista (MT), tanto para os que elegeram e a totalidade, enquanto os que não elegeram o menor valor foi de Amarante do Maranhão (MA) pontuando 10,595 e o maior valor foi de Lábrea (AM) com valor de 501,1125.

Os municípios que elegeram Bolsonaro tiveram maiores pontuações no incremento do desmatamento. Ao se observar a média, nota-se que existe um incremento maior entre os que o elegeram em relação à totalidade enquanto os que não o elegeram obtiveram média menor. A mediana também segue uma lógica similar para os que não o elegeram, no entanto os que o elegeram e a totalidade obtiveram valores iguais.

O desvio padrão também segue com a lógica do parágrafo anterior, os municípios que sufragaram Bolsonaro obtiveram desvio maior do que a totalidade e os que não elegeram obteve valor inferior à totalidade. Enquanto os valores máximos e mínimos também demonstram um valor máximo maior nos que elegeram e um mínimo nos que não elegeram, possivelmente mostrando que já existe uma cultura de desmatamento nos que não elegeram controlada.

Ressaltamos também que, dos 49 municípios analisados, apenas 7 não elegeram Bolsonaro, totalizando 14,29% dos municípios analisados, enquanto os que elegeram representam 85,71%, mostrando que a maioria dos municípios que elegeram Bolsonaro estão na lista prioritária.

Feito isso, partimos para a análise do modelo proposto pela equação (I), foi feito sua regressão linear usando o software R (R Core Team, 2022) e obtivemos uma rejeição dos B_2 e B_3 , por conta do p-valor obtido. Os resultados estão agrupados na tabela 4:

Tabela 2: Estimativas para o Modelo I, de Y em função de X_1 , X_2 , X_3 .

Coefficientes	Estimativa	Erro Padrão	Estatística t	P-valor
β_0	7,6270	2,5560	2,984	0,0046
β_1	-0,5109	0,2323	-2,199	0,0330
β_2	0,5899	1,6462	0,358	0,7218
β_3	0,7666	0,4682	1,637	0,1085
R²	0,1159	-	-	-
AIC	151,29	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores

Com o desenvolvimento dos primeiros passos para o modelo de Regressão Linear Múltipla aqui apresentado, observou-se, contudo, a não significância da variável IDEB e da *dummy* ao nível de 5% de significância. Como β_2 tem p-valor > 0,15, utilizou-se o método *backward*, que permitiu a retirada desta variável do modelo. No entanto, não se descarta que o IDEB possa ser usado em algum outro estudo com diferentes variáveis, dados ou análises, conforme nos orienta a literatura (ARRAES; MARIANO; SIMONASSI, 2012). Os resultados estão na tabela seguinte:

Tabela 3: Modelo de Regressão Linear Múltipla retirado a variável X2 - Resultados

Coefficientes	Estimativa	Erro Padrão	Estatística t	P-valor
β_0	8,1889	1,9994	4,096	0,0002
β_1	-0,4747	0,2073	-2,290	0,0266
β_3	0,7951	0,4570	1,740	0,0886
R²	0,1134	-	-	-
AIC	149,44	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme resultados das tabelas, podemos notar que a retirada da variável X_2 diminuiu o valor do AIC e reduziu a significância da variável β_3 , resultando em um modelo melhor do que o modelo inicial, segundo esse critério. Em termos de R^2 , se perdeu 0,0015 pontos de explicação do modelo, o que indica que o modelo sem X_2 explica a mesma quantidade de variabilidade total de Y.

Para verificar a validade do modelo ajustado da tabela 3, foram testadas as hipóteses para o erro do modelo usando seus resíduos. Dessa forma, foram realizados testes de independência, homocedasticidade e normalidade, cujo resultado será descrito no próximo parágrafo.

Em relação ao erro ser dependente, obtivemos um p-valor de 0,0092, portanto como ele é menor que o nível de significância definido (0,05), portanto se rejeita H_0 , aqui temos um problema de dependência dos erros. Já o p-valor obtido para os demais testes foram de 0,1625 e 0,2306 para homocedasticidade e distribuição normal, respectivamente, portanto nesse caso não se rejeita H_0 , se caso a primeira hipótese fosse confirmada também, poderíamos avançar, no entanto algumas medidas devem ser tomadas para que se corrija a questão da dependência dos erros.

De acordo com o parágrafo anterior, a homocedasticidade e normalidade do erro foram confirmadas ao nível de 5% de significância. Porém, houve a necessidade de correção e ajuste do modelo, já que inexistia independência dos resíduos; o ajuste foi realizado por meio da defasagem do erro, que, segundo Gujarati (2011, p. 64): “Em economia, a dependência de uma variável Y sobre outras variáveis X raramente é imediata. Com muita frequência, Y responde a X com lapsos de tempo. Esse lapso é chamado de defasagem”.

Vale ressaltar aqui que a inclusão dos resíduos defasados em 1ª ordem no modelo não altera as estimativas de β_0 , β_1 e β_3 . Reestimou-se o modelo e realizou-se novo diagnóstico sobre os resíduos, resultando em novos resultados para os testes sobre os resíduos, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Testes de hipóteses sobre os resíduos para validação do modelo corrigido com a inclusão de defasagem do erro do modelo ajustado anterior.

Hipóteses	p-valor	Decisão
H_0 : erros são independentes	0,8967	Não rejeita H_0
H_0 : Erros são Homocedásticos	0,8740	Não rejeita H_0
H_0 : Erros seguem distribuição Normal	<0,0000*	Rejeita H_0

Fonte: Elaborado pelos autores.

*Próximo de zero

Esse problema nos resíduos inicialmente não serem independentes, pode ser explicado por conta da área desmatada de um determinado município também sugerir algum impacto na área de outro município vizinho. A questão do problema de normalidade, segundo Wooldridge (2007)⁵, não necessariamente é um problema se as demais hipóteses de independência e homocedasticidade não forem rejeitadas, visto que, sob estas condições, pode-se dizer que a normalidade é alcançada assintoticamente à medida que o tamanho da amostra cresce.

A variação explicada, percentual, da média do desmatamento anual em quilômetros quadrados (km²) - da lista de Municípios Prioritários que o Prodes elabora - foi feita, conforme modelo final ajustado.

O intercepto (β_0) é interpretado como a quantidade de área desmatada considerando zero os níveis das variáveis regressoras. O coeficiente β_1 associado à variável X_1 , PIB *per capita*, mostra que com 1% de aumento no PIB per capita nos municípios analisados diminui o desmatamento (Y), em média, 0,4747% nas regiões em questão no período analisado.

O resultado da variável *dummy* demonstra que não há, em média, diferença no desmatamento pelos municípios que elegeram e não elegeram Bolsonaro, ao nível de 5% de significância. Embora não tenha sido significativa, a estimativa do coeficiente foi alta e o p-valor foi quase menor que 0,05.

Apenas como exemplo, no caso de um nível de significância acima de 8,87%, essa variável seria significativa e poderia mostrar um aumento médio de, aproximadamente, 80% no desmatamento nos municípios que elegeram Bolsonaro. A não significância pode ser resultado da quantidade muito elevada de municípios que elegeram Bolsonaro na última eleição e também da não inclusão de outras variáveis que poderiam afetar diretamente o desmatamento.

Entre as variáveis que podem afetar o desmatamento podemos citar o Índice de desenvolvimento humano municipal (IDH-M), a média de anos estudados, a taxa de pobreza, o índice de gini, o PIB agropecuário, a densidade populacional, a densidade de ruas, a distância para rodovias, a distância de fontes d'água, entre outros.

O R² é a estimativa do quanto da variabilidade total de Y é explicada pelas variáveis regressoras utilizadas. Desta forma, a variável PIB per capita e a *dummy* explicam, aproximadamente, 11% do Desmatamento nos municípios prioritários analisados.

Não se descarta a influência que indicadores de educação possam ter no desmatamento, como o IDEB ou outros indicadores, podendo ser significativos em outros modelos com outras variáveis conforme estudos de Arraes, Mariano e Simonassi (2012).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo modelo proposto, a partir dos testes estatísticos que objetivaram lhe dar robustez, buscou-se explicar o desmatamento entre os anos de 2019 a 2021 nos denominados Municípios Prioritários, correlacionando tal variável com a renda *per capita* municipal e com a variável qualitativa do tipo *dummy* - usando os resultados do segundo turno das eleições presidenciais brasileiras de 2022.

Assim, é possível observar que os municípios que elegeram o candidato à reeleição Jair Messias Bolsonaro possuem 79,51% a mais de desmatamento do que os municípios prioritários que não o elegeram, *ceteris paribus*. Tal resultado corrobora significativamente com estudos que correlacionam regiões pertencentes ao arco do desmatamento com os resultados eleitorais do presidencial em questão.

Outros impactos do aumento do desmatamento, conforme Fearnside (2005), para além do consequente aumento da emissão de gases de efeito estufa, compreendem a perda de produtividade, as mudanças no regime hidrológico, a perda da biodiversidade, etc.

⁵ Para melhor entendimento desses conceitos, ver Wooldridge (2007, p. 158-173).

Para fins de políticas públicas mitigadoras de tal situação, Fearnside (2005) propõe ainda, como estratégia para redução do desmatamento a utilização de ferramentas estatais mais repressivas, bem como uma reforma legislativa que contemple um aumento tanto de tributos quanto de multas e que reduza a concessão de créditos e benefícios em áreas desmatadas, uma regularização fundiária que priorize a concessão de títulos de posse aos assentados e, tal como previsto no Protocolo de Kyoto, oportunidades sustentáveis para estes a partir do recebimento por serviços ambientais.

Conforme os retrocessos ambientais experienciados durante o governo Bolsonaro (2019 - 2022) avançaram, houve ainda relevante discussão quanto à investigação da qualidade dos dados que serviram de fonte para este estudo, do quanto a informação fornecida pelo próprio governo ser compatível com a realidade, existindo preocupação dos autores quanto a sub-informação e a desinformação oriunda também dos órgãos públicos durante o período referenciado.

Um outro ponto importante a salientar, de ordem econométrica, é que durante a realização dos testes de hipóteses, a dependência inicial do resíduo indicou alguns horizontes de relação de dependência entre as variáveis. Em discussões internas, se identificou que a causa desse problema pode ter ocorrido em relação aos casos em que o desmatamento de alguns municípios eventualmente afetarem outro município vizinho, um incêndio ou um desmatamento visando exploração econômica, pode ser iniciado em uma determinada área de um município e abranger outras áreas de outros municípios. Um estudo aprofundado nessa direção poderia apontar se essa conjectura se alinha com a realidade.

Deste modo, para o modelo aqui proposto, pode-se então concluir que o voto em Bolsonaro tende a se relacionar positivamente com o aumento da taxa de desmatamento para os Municípios retratados considerando uma significância maior que 8,87%.

Alguns debates internos apontaram que a questão da produção de cacau, alimentos frutíferos tropicais e a expansão de toda logística produtiva referente a essas atividades podem ser considerados como fatores que afetam o desmatamento nesse modelo de produção. Em direção a produção de diferentes áreas, a consideração de atrelar o peso das diferentes áreas com uma matriz insumo produto surgiu como ideia para futuros trabalhos.

Por fim, para além da variável binária de voto em Bolsonaro e a partir dos testes de hipótese expostos neste trabalho, percebe-se a relevância da renda, do nível educacional e do tipo de atividade econômica preponderante no município para os fins de determinação do aumento ou diminuição do desmatamento, conforme já corroborado pela literatura referenciada.

E, como proposição para trabalhos futuros, em adição à atualização dos dados de 2022 do desmatamento, tem-se a possibilidade de inserir novas variáveis significativas no modelo, como por exemplo o avanço das atividades ligadas ao setor agropecuário, anos de educação média da população e, até mesmo, propor uma Série Temporal com os dados históricos do desmatamento das regiões analisadas. Outro ponto importante a definir é o que significa esse voto em Bolsonaro, delimitar seus impactos e até onde esse voto impacta o desmatamento, recomenda-se para isso um tratamento qualitativo deste tema.

REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. **Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle**. In B. N. Petrov, & F. Csaki (Eds.), Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory (pp. 267-281). Budapest: Akademiai Kiado, 1973.

ARIMA, E.; BARRETO, P.; PEREIRA, R. **A Pecuária e o Desmatamento na Amazônia na Era das Mudanças Climáticas**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2008.

ARRAES, R. D. A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. **Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 50, p. 119-140, 2012.

CHARNET, R. et al. **Análise de modelos de regressão linear: com aplicações**, 2ª edição, Campinas, Editora da UNICAMP, 2008.

DINIZ, M. B et al. **Causas do desmatamento da Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal brasileira**. Nova Economia, Belo Horizonte v.19, n. 1, p. 121-151 janeiro-abril de 2009.

FEARNSIDE, P.M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências**. Megadiversidade. 2005. 1(4):pg. 113-123.

GUJARATI, D. **Econometria: Princípios, teoria e aplicações práticas**. Saraiva Educação SA, 2019.

_____. **Econometria básica**. 5ª ed. - São Paulo: AMGH Editora, 2011.

HAIR JR., J.F.; WILLIAM, B.; BABIN, B.; ANDERSON, R.E. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

INPE. **PRODES - Desflorestamento nos municípios**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>>. Acesso em: 21 dez. 2022.

Ministério do Meio Ambiente. **Municípios prioritários**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/controlde-desmatamento-e-incendios-florestais/municipios-prioritarios>>. Acesso em 02 dez. 2022.

SUFRAMA. **Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus** Disponível em: <<https://www.gov.br/suframa/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

R Core Team (2022). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 jan. 2023.

RIVERO, S. et al. **Pecuária e desmatamento**: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. Nova Economia Belo Horizonte v.19, n. 1, p. 41-66 janeiro-abril de 2009.

TSE. **Resultados: Eleição Geral Ordinária 2022**. Disponível em: <<https://resultados.tse.jus.br/oficial/app/index.html#/divulga/votacao-nominal;e=545;cargo=1;uf=br>>. Acesso em: 21 dez. 2022.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. 1^a reimp. 1^a ed. - São Paulo: Thomson Learning, 2007.