

O desmatamento no Estado do Amazonas: uma análise econométrica

Deforestation in the State of Amazonas: an econometric analysis

Deforestación en el Estado de Amazonas: un análisis econométrico

Recebido: 02/04/2022 | Revisado: 09/04/2022 | Aceito: 12/04/2022 | Publicado: 17/04/2022

Yunier Sarmiento Ramírez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7261-7515>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: yunier@ufam.edu.br

José Ramón Hechavarría Pérez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-9419>

Universidade do Estado do Amazonas, Brasil

E-mail: jrperez@uea.edu.br

Yadira Pérez Cutiño

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3994-7352>

Universidade do Estado do Amazonas, Brasil

E-mail: perezcutinoyadira@gmail.com

Resumo

O desmatamento da Floresta Amazônica é um dos principais problemas ambientais do mundo atual, em função de sua grande importância para o meio ambiente. Este desmatamento causa extinção de espécies vegetais e animais, trazendo danos irreparáveis para o ecossistema amazônico. Algumas ações humanas são preponderantes neste sentido como o desenvolvimento das atividades agrícolas e pecuárias. Hoje, calcula-se que mais de 83% das áreas desmatadas tenham essa finalidade. A região do estado do Amazonas possui 62 municípios, destes os municípios localizados mais ao sul do estado sofrem em termos de degradação ambiental devido o avanço da Fronteira Agropecuária, sendo a maior parte das áreas desflorestadas destinadas ao cultivo de soja e criação de gado. Diante do exposto, o estudo em questão propõe analisar através da ferramenta econométrica de regressão linear simples qual o nível de impacto da variável criação bovina sobre a taxa de desmatamento, utilizando dados de todos os municípios, de forma mais específica medir o grau de influência das variáveis. Os resultados mostram que há influência da produção de cabeças de gado na taxa de desmatamento, portanto, o modelo pode servir como referência para analisar o comportamento futuro da variável dependente, levando em consideração as premissas do modelo.

Palavras-chave: Desmatamento; Amazonas; Produção agropecuária; Modelo econométrico.

Abstract

Deforestation in the Amazon Rainforest is one of the main environmental problems in the world today, due to its great importance for the environment. This deforestation causes extinction of plant and animal species, bringing irreparable damage to the Amazonian ecosystem. Some human actions are preponderant in this sense as the development of agricultural and livestock activities. Today, it is estimated that more than 83% of deforested areas have this purpose. The region of the state of Amazonas has 62 municipalities, of which the municipalities located to the south of the state suffer in terms of environmental degradation due to the advance of the Agricultural and Livestock Frontier, most of the deforested areas being destined to the cultivation of soybeans and livestock. In the light of the above, the present study proposes to analyze, through the simple linear regression econometric tool, the level of impact of the variable cattle breeding on deforestation rate, using data from all municipalities, in a more specific way to measure the degree of influence of the variables. The results show that there is influence of livestock production on deforestation rate, therefore, the model can serve as reference to analyze the future behavior of the dependent variable, taking into account the assumptions of the model.

Keywords: Deforestation; Amazon; Agricultural production; Econometric model.

Resumen

La deforestación de la Selva Amazónica es uno de los principales problemas ambientales en el mundo actual, debido a su gran importancia para el medio ambiente. Esta deforestación provoca la extinción de especies vegetales y animales, trayendo daños irreparables al ecosistema amazónico. Algunas acciones humanas son predominantes en este sentido, como el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas. Hoy se estima que más del 83% de las áreas deforestadas tienen este propósito. La región del estado de Amazonas cuenta con 62 municipios, de los cuales los municipios ubicados más al sur del estado sufren en términos de degradación ambiental por el avance de la Frontera Agrícola, siendo la mayor parte de las áreas deforestadas destinadas al cultivo de soja y ganadería. En vista de lo anterior, el estudio en mención propone analizar a través de la herramienta econométrica de regresión lineal simple cuál es el nivel de impacto de la

variable ganadería sobre la tasa de deforestación, utilizando datos de todos los municipios, más específicamente para medir el grado de influencia de las variables. Los resultados muestran que existe una influencia de la producción ganadera en la tasa de deforestación, por lo tanto, el modelo puede servir como referencia para analizar el comportamiento futuro de la variable dependiente, teniendo en cuenta los supuestos del modelo.

Palabras clave: Deforestación; Amazonas; Producción agrícola; Modelo econométrico.

1. Introdução

O Brasil há muito vem procurando desenvolver o potencial econômico da Amazônia, uma busca que às vezes traz riquezas para a região como aconteceu durante a exploração da borracha no final do século XIX e começo do XX. Depois do fracasso deste crescimento repentino, a busca por um novo propulsor para o crescimento regional continuou. O eterno sonho do Brasil de “desenvolver” a Amazônia realizou-se em muitos aspectos pela agropecuária, no início do século vinte e um. A região exibe, hoje, além da grande e crescente população, uma economia agropecuária que responde por 14% de todo o valor agregado às atividades agropecuárias em todo o país.

O Brasil emergiu como uma das potências agrícolas mundiais e se apoiou, em parte, na base sólida deste robusto setor na Amazônia. O desenvolvimento agropecuário nessa região frequentemente provoca controvérsia, dado o tremendo valor ecológico do meio ambiente. Primeiramente, a pecuária – e agora com o repentino surgimento da soja – tratores e gado marcham firmemente por terras que, por milênios, sustentaram somente florestas úmidas fechadas, ecossistemas naturais e povos indígenas dispersos. Com tendências contínuas de demanda por *commodities* agrícolas do Brasil, o avanço da agropecuária, provavelmente, irá continuar.

A partir de uma análise espacial com dados em painel, a taxa de crescimento do rebanho se mostrou entre 5,6% a 15,68% mais elevada na Amazônia Legal, enquanto o crescimento da densidade bovina (rebanho por km²) foi superior em 11,11% a 21,47%, indicando uma possível intensificação da produção na região (Freitas & Barros, 2021). A intensificação da ocupação agrícola e pecuária na Amazônia aumentou consideravelmente. A área de lavouras permanentes cresceu 1,59 milhão de hectares, as lavouras temporárias cresceram 5,64 milhões de hectares e as pastagens plantadas, 9,12 milhões de hectares. Na contramão, houve redução de 7,57 milhões de hectares em matas e florestas, de 3,64 milhões de hectares em pastagens nativas e de 2,4 milhões de hectares em terras inaproveitáveis.

Apesar dos dados não indicarem uma correlação direta entre conversão de área de agricultura para pastagens, há indicativos de que nos estabelecimentos com área de até 100 hectares, a agricultura diversificada está sendo substituída pela pecuária de corte e leite.

O desmatamento na Amazônia mostrou redução de 49% no período 2006-2011 em relação ao projetado pela média histórica de supressão da vegetação, de 19,500km² ao ano. Os dados são do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); mas após quase 10 anos de queda, a taxa de desmatamento voltou a subir a partir de 2014 até o presente ano.

Por causa do comportamento dessas variáveis, a contradição existente entre promover o desenvolvimento do setor e proteger a floresta amazônica é que tem despertado um interesse crescente entre os pesquisadores em observar de perto esse comportamento. Para alguns autores o desenvolvimento da Região Amazônica e a expansão de atividades produtivas e não sustentáveis provocaram o desmatamento de sua floresta. Segundo Prates e Bracha (2011) pode-se dizer que um dos trabalhos precursores e específicos sobre o desmatamento é o de Tardin et al. (1979). Após este trabalho, surgiram outros, indicando as razões para o desmatamento. Embora alguns apontem enfaticamente para fatores específicos, como a construção e pavimentação de estradas ou outras melhorias em infraestrutura (Laurance et al., 2004; Soares Filho et al., 2005; Weinhold & Reis, 2003), o avanço da pecuária (Margulis, 2003) para atender os mercados internacionais (Kaimowitz et al., 2004) e da soja (Brandão et al., 2005; Fearnside, 2009) ou até mesmo o crescimento populacional, pode-se constatar que a produção dos autores mencionados acima relacionada relacionados ao desmatamento (Prates & Bracha, 2011, p. 604).

Para tanto, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise de regressão simples com dados em painel para de forma mais específica verificar o grau de influência da produção de gado sobre as taxas de desmatamento na região.

2. Transformações econômicas e sociais e o avanço do desmatamento no Estado do Amazonas

As estratégias geopolíticas de ocupação, integração e segurança da Amazônia culminaram em uma série de políticas públicas para o desenvolvimento da região nos moldes do modelo capitalista. No entanto, as primeiras tentativas abrangentes de planejamento socioeconômico para a região começaram apenas na década de 1950, intensificando-se, nas décadas de 1960 e 1970, o processo de desenvolvimento e ocupação como meta de alta prioridade para o país (Mahar, 1978, p.3 apud De Oliveira & Piffer, 2017, p. 7).

Assim, com o novo governo estabelecido em 1964, o planejamento do desenvolvimento para a Amazônia que começou a tomar novo rumo por meio de uma maior eficiência no mecanismo de planejamento regional e um papel mais importante da iniciativa privada, sendo nas décadas de 1960 e 1970 que o Governo Federal apoiou intensamente o desenvolvimento capitalista na Amazônia, acentuando assim as transformações econômicas e sociais na região (Redon & De Oliveira, 2020). Principalmente nos anos de 1964 a 1978, o que ocorreu na Amazônia foi um desenvolvimento extensivo do capitalismo. Isto é, no extrativismo, na agricultura e na pecuária, desenvolveram-se as relações capitalistas de produção, juntamente com as forças produtivas.

De Oliveira (2012) relata que além do desenvolvimento extensivo e intensivo do capitalismo na Amazônia ter sido dinamizado nos moldes do modelo de “economia aberta” adotado pela ditadura militar, a economia Amazônica ingressou na etapa da grande empresa privada, nacional e estrangeira. Isso não significa que antes de 1964 as atividades econômicas da região não estivessem articuladas, em maior ou menor grau, com o mercado nacional e estrangeiro. O fato é que tanto a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), criada em 1953, quanto o Banco de Crédito da Amazônia, que vinha do Banco da Borracha, não exerceram influências notáveis nas atividades econômicas da região; em geral, até 1964, o máximo que se fez foi preservar as atividades produtivas predominantes, como o extrativismo da borracha, relata Ianni (1986).

Surge então a “Operação Amazônia”, cuja pedra angular foi a Lei nº. 5.173/1966. A futura política regional traçada pela Lei seria orientada para estabelecer “polos de desenvolvimento” e grupos de populações estáveis e autossuficientes; além de objetivar estimular a migração, proporcionar incentivos ao capital privado, desenvolver a infraestrutura e pesquisar o potencial de recursos naturais (Oliveira, 2012). Sem embargos, a gênese dessa política adotada pelo governo federal para a região estava ancorada na teoria da polarização econômica de Perroux, de 1960. Oliveira (2012) relata que a noção de espaço econômico exposta por Perroux, na França, trouxe uma nova contribuição para a economia; permitindo a Perroux, com base na segunda noção de espaço econômico (campo de atuação de forças), formular sua teoria de polos de crescimento, em torno dos quais surgem os centros dinâmicos de uma economia.

Para Rapozo (2009), as transformações decorrentes da Operação Amazônia se intensificaram na região com a criação (a) da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), em 1966, cujo objetivo era atrair investidores privados, nacionais e estrangeiros e dinamizar os setores agrícolas, pecuários, minerais e a indústria na região; (b) do Banco da Amazônia (BASA), no mesmo ano de 1966 e (c) da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), em 1967, responsável pelos incentivos fiscais da Zona Franca de Manaus (ZFM).

Esta última foi criada pela Lei nº 3.173/57, durante o governo desenvolvimentista de Juscelino Kubitschek; alterada, após 10 anos, pelo Decreto-Lei nº 288/67; e, regulamentada pelo Decreto nº 61.244/67. A ZFM é disciplinada como uma área de livre comércio de importação e exportação e de incentivos fiscais especiais, destinada a criar no interior da Amazônia um centro industrial, comercial e agropecuário, dotado de condições econômicas para promover o desenvolvimento regional. Mas, sem desmerecer a forte influência da teoria de Perroux na constituição dessa política, o grande argumento para sua institucionalização, esclarece De Oliveira (2012), foi de caráter geopolítico, dentro de uma estratégia de segurança e

desenvolvimento: criar no centro da Amazônia um polo dinâmico comercial, industrial, agrícola e de serviços para servir de apoio logístico à ocupação do mediterrâneo e do grande arco de fronteira cisandina e subguiana, em equivalência à ação observada nas outras Amazônicas não brasileiras.

Portanto, nessas décadas acentuaram-se as transformações econômicas e sociais na Amazônia. A economia Amazônica ingressou na etapa da grande empresa privada, nacional e estrangeira. Logo, as políticas federais baseadas em um modelo de economia dependente e coadunadas com as estratégias geopolíticas do modelo capitalista de produção foram o carro chefe para o processo de ocupação, integração e desenvolvimento da região. Supõe-se que a verdadeira intenção de tornar a região de fronteira capitalista de recursos em uma região produtiva era modernizar a economia primária exportadora, de modo a aumentar a sua capacidade para produzir para os mercados internos e externos.

Uma das consequências disso foi a mudança no uso e ocupação do solo seguida de perda de biodiversidade em regiões florestais, entre as quais, a floresta amazônica. Segundo De Oliveira et al. (2020), o uso da terra e a mudança do uso da terra na Amazônia contribuem para mudanças climáticas globais de diversas maneiras; no período de 1981-1990, a emissão comprometida líquida global de gases causadores do efeito estufa na Amazônia brasileira somaram 6,6% da emissão total antropogênica global, incluindo combustíveis fósseis e mudanças do uso da terra. Com relação às mudanças do uso da terra na região, Alencar et. al. (2004,) apud Marques et al. (2020) e Higuchi et al. (2009, p. 38) relatam que os principais usos do solo amazônico são voltados para agropecuária, produção de madeira, produção de energia (hidrelétricas, petróleo e gás natural) e exploração mineral; sendo que estes diferentes usos de solo já provocaram desmatamento total na Amazônia Legal (até 2007) de, aproximadamente, 70 milhões hectares ou 697.838 km², que correspondem a 14,1% da cobertura florestal da região.

O desmatamento médio anual, segundo Higuchi et. al. (2009, p. 39), de 1978 a 2007, foi de 17.821 km², ou seja, 1.782600 hectares. A emissão anual de carbono (equivalente) desde 1978 é de 223 milhões de toneladas enquanto que a emissão brasileira de queima de combustível fóssil em seu primeiro inventário nacional de emissões foi de 64 milhões de toneladas (22%), explica o autor. Acrescenta ainda Higuchi et al. (2009) que a emissão total do Brasil pode ser estimada em 287 milhões de toneladas, esta emissão o coloca em quinto lugar na lista das maiores emissões do mundo, perdendo apenas para China, EUA, Índia, Rússia e Japão.

Mas, um dos grandes questionamentos que se levanta em relação a essa região é se de fato ela é fonte ou sumidouro de dióxido de carbono para atmosfera global (De Oliveira, 2012). A questão é que esta importante indagação ainda permanece em aberto. Isto porque por muitas décadas, imaginou-se que a emissão devida aos desmatamentos e queimadas de crescentes áreas da floresta tropical inevitavelmente significaria que a região deveria ser fonte de CO₂ para a atmosfera. Mas já há evidências científicas sobre o balanço de carbono da floresta não perturbada tem mostrado que estas florestas tropicais podem estar acumulando carbono por fotossíntese mais do que perdendo por meio de respiração das plantas e decomposição da matéria orgânica, isto é, poderiam estar retirando (sequestrando) carbono da atmosfera (De Oliveira, 2012).

Em contrapartida, estudos têm demonstrado que o Polo Industrial de Manaus (PIM) não é um fator que influencia no desmatamento do Amazonas. Rivas, & Mota, (2009), referem-se a uma análise de correspondência do desmatamento no Estado do Amazonas, identificou entre os resultados que o desmatamento apresenta baixa relação com o PIB per capita; e, todos os municípios, com exceção de Manaus, com alto desmatamento apresentam PIB per capita baixo.

As áreas de maior desflorestamento na Amazônia localizam-se no sul do Amazonas, (o chamado arco do desmatamento) suas causas são diversas, e, de acordo com Castro (2012) tiveram seu início intensificado durante as políticas desenvolvimentistas direcionadas para a região Amazônica. As alterações espaciais no território, como a conversão da floresta em pastagens, abertura de áreas para cultivo ou construção de estradas ilegais decorreram de mudanças sociais e econômicas, como a diferenciação do uso do solo e as estruturas de propriedades.

Durante os anos 70, o movimento de expansão da fronteira Centro-Sul, decorrente do aumento da demanda por produtos agrícolas, passou a exigir um aumento de áreas produtivas, o que exerceu pressão sobre a floresta. Por isso é indiscutível o papel da agricultura (em sua revolução verde) sobre o aumento da taxa de desmatamento não só no Estado, mas também em toda a região Amazônica.

No entanto, Castro (2012) afirma que apesar das outras influências sobre o desflorestamento, a pecuária constitui-se na principal influente sobre a taxa de desmatamento, isso pelas grandes extensões de terra que o setor ocupa, pela padronização do uso do solo e pela concentração fundiária.

3. Metodologia

O primeiro passo, em qualquer análise empírica é a formulação cuidadosa da questão de interesse, a qual pode ser a de testar efeitos de uma política governamental ou, até mesmo, de testar hipóteses e teorias. Em sua maioria, tem-se como procedimento inicial, testar o grau de correlação entre as variáveis para verificar se existe alguma relação forte ou fraca entre as mesmas. Para tanto usa-se o cálculo do coeficiente linear de Pearson (r). De acordo com a fórmula do cálculo do coeficiente de Person, se r é próximo de +1, dizemos que há correlação positiva, o que indica que os pontos estão muito próximos da reta e/ou que as variáveis caminham em um mesmo sentido. Se r é próximo de -1, dizemos há entre as variáveis uma forte correlação linear negativa, o que indica que os pontos também estão muito próximos da reta, porém as variáveis caminham em sentido oposto. Por fim se r se aproxima de 0 (zero), dizemos que há entre as variáveis uma fraca correlação linear e se r for igual a 0 (zero) dizemos que não existe correlação linear.

O modelo de regressão linear assim como o coeficiente linear, possui a preocupação de medir o grau de associação entre as variáveis, porém é uma técnica de análise mais robusta, já que, além de medir a inter-relação entre as variáveis, também estima o padrão de causalidade entre as mesmas.

A equação de regressão correspondente será do tipo: $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \mu$

Onde β_0 e β_1 são parâmetros desconhecidos a estimar e os μ_i procedem de variáveis independentes, normais, de média 0 e a mesma variação.

O critério para obter os coeficientes de regressão b_0 e b_1 estimativas dos parâmetros β_0 e β_1 , respectivamente, é o método dos mínimos quadrados, que consiste em minimizar a soma dos quadrados dos resíduos. Se \hat{y}_i é a estimativa de y_i , mediante o modelo de regressão linear.

No que tange o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) optou-se por esta técnica, visto que boa parte dos trabalhos na área de econometria, adotam este modelo por ser mais prático e por otimizar o ajuste do modelo através da minimização da soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados observados.

A técnica de Regressão Linear Simples e Correlação utilizada na análise proposta consiste, a grosso modo, em medir ou estimar a relação existente entre as variáveis, ou seja, mensurar o grau de intensidade entre as mesmas. A Regressão Linear Simples foi preferível pois apenas dados referentes a Taxa de Desmatamento e Produção Bovina serão utilizados, ou seja têm-se apenas uma variável explicativa.

Para compreender melhor o modelo linear se deve examinar os pressupostos sobre os quais se constrói:

1. O termo de erro é uma variável aleatória distribuída normalmente, medido a partir do método gráfico e do Teste de Kolmogorov-Smirnov.
2. Variações iguais dos valores Y. É usado o método gráfico e a Dócima de Glejser. Na aplicação do contraste de Glejser foi utilizada a metodologia referida no seguinte quadro:

Quadro 1 - Metodologia para aplicar o contraste de Glejser.

Ordem	Descrição
1	Estime o modelo pelo MCO e obtenha os resíduos.
2	Estime uma regressão do valor absoluto dos resíduos em uma potência de Z_t . $ \hat{u}_i = \delta_0 + \delta_1 Z_t^h$ com $h = (-1, 1, -1/2, 1/2)$; embora possam ser usados outros valores h .
3	Se nenhuma h produz uma regressão aceitável, isto é, sig. $F > \alpha$ (nível de significância), a suposição de que a variável selecionada X_t explica a estrutura de heterocedasticidade é válida e, se houver mais variáveis, deve ser repetido com as outras variáveis, ou seja, essa variável não introduz heterocedasticidade nos U_i .
4	Se o acima não ocorrer, ou seja, Sig $F < \alpha$ escolha o valor de h que dar a melhor regressão (δ_1 significativo), ou seja, aquela com F maior.
5	Para tentar eliminar a heterocedasticidade, corrija os dados originais dividindo-os por $+ \delta_1 Z_t^h$ com o maior F .
6	Volte ao passo 1, mas com as variáveis transformadas que chamaremos de Y_n, X_n .

Fonte: Elaboração própria.

3. Os termos de erro são independentes um do outro. O teste de Durbin-Watson é utilizado.

A partir da consolidação dos dados e os resultados será possível definir a Equação de Regressão e dessa forma estimar o impacto da variação de uma unidade de Produção Pecuária na Taxa de Desmatamento. Tomando como princípio que Taxas de Desmatamento é uma variável dependente da criação bovina.

A Regressão Linear Simples foi preferível em virtude da dificuldade de obtenção dos dados e por dispor de menos rigor estatístico que modelos mais robustos como o de dados em painel e série temporal. A seguir na Tabela 1 as variáveis que pretende-se trabalhar neste estudo.

Tabela 1 - Descrição das variáveis utilizadas.

Variável	UM	Fonte
Y- Taxa de desmatamento	Km ²	INPE (2019)
X- Produção de Gado	Cabeças	IBGE (2019)

Fonte: Elaboração própria.

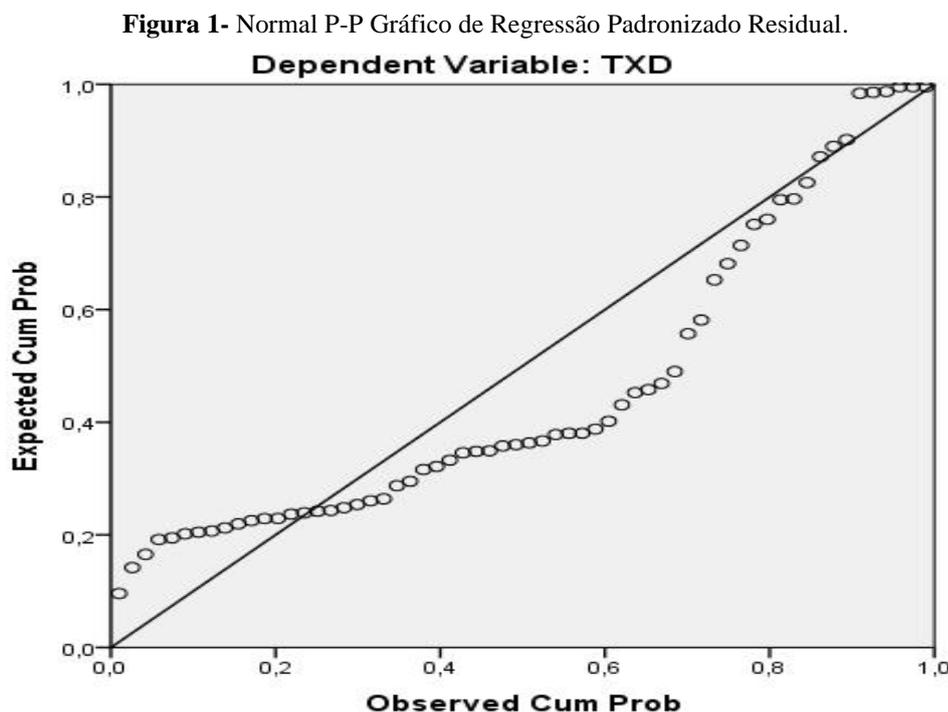
Os dados da pesquisa correspondem ao ano 2019 e são microdados secundários provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Departamento de Contas Regionais. Os dados referem-se a todos os 62 municípios que compõem o estado do Amazonas. Também trabalhou-se com os dados de desmatamento do Sistema Prodes (INPE), os quais foram processados com o software SPSS, na versão 20.0.

4. Resultados e Discussão

Na regressão linear, assume-se que os erros verdadeiros, μ_1 são independentes com a distribuição $N(0, \sigma^2)$. Os resíduos, e_i , eles são estimativas dos verdadeiros erros, e estimativa de σ^2 é a média dos quadrados dos resíduos, s_e^2 , onde S é o erro padrão da estimativa. Se o modelo ajustado for apropriado, os resíduos devem ter características semelhantes.

Em relação à normalidade, a distribuição da variável formada pelos resíduos deve ser Normal: os resíduos observados e os esperados na hipótese de distribuição Normal devem ser semelhantes. Para verificar isso, uma alternativa é o gráfico de probabilidade normal, que permite comparar, graficamente, a função de distribuição observada na amostra com a função de distribuição de um Normal com média zero e desvio padrão 1 (então a variável em análise deve ter média 0 e desvio padrão 1).

O gráfico de probabilidade Normal para os resíduos tipificados representa a função de distribuição esperada sob a hipótese de distribuição Normal (0.1), no eixo vertical, em oposição à função de distribuição cumulativa dos valores observados, na horizontal. Se as distribuições dos resíduos eram normais, esses valores devem ser aproximadamente iguais e, conseqüentemente, os pontos no gráfico seria localizado, como neste caso, na linha que passa pela origem com inclinação igual a 1. Então podemos aceitar que os resíduos vêm de uma distribuição normal.



Fonte: SPSS 20.0 - elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Para complementar o método gráfico, é utilizado o Teste de Kolmogorov-Smirnov, e as hipóteses testadas são as seguintes:

H_0 : Os resíduos seguem uma distribuição normal

H_1 : Os resíduos não seguem uma distribuição normal

Os resultados obtidos se mostram na Tabela 2, verifica-se a hipótese H_0 descrita acima e observa-se que a significância é 0,241. Como é maior que 0,05, concluímos que os resíduos seguem uma distribuição Normal se o nível de significância definido for de 5%.

Tabela 2 - Resultado do Teste de Kolmogorov-Sminov.

		Resíduo Não Padronizado
N		62
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	0E-7
	Desvio padrão	329,77195721
Diferenças mais extremas	Absoluto	,212
	Positivo	,212
	Negativo	-,141
Kolmogorov-Smirnov Z		1,668
Asymp. Sig. (2-tailed)		,241
a. Teste de distribuição Normal		

Fonte: SPSS 20.0 - elaborado a partir dos dados da pesquisa.

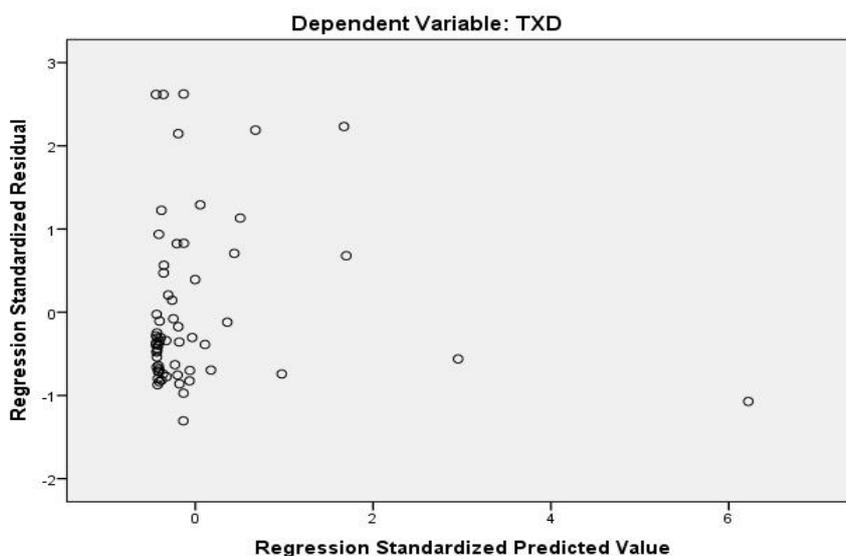
Em relação à independência, o valor observado de uma variável para um indivíduo não deve ser influenciado de forma alguma por estes valores variáveis observadas em outros indivíduos: os resíduos não devem apresentar padrão sistemático relativamente à sequência de observação. O estatístico Durbin-Watson (d), mede o grau de autocorrelação entre os resíduos correspondentes a cada observação e o anterior.

Os autores tabularam os limites superior (d_u) e inferior (d_l) para diferentes valores de n, para n maior ou igual a 15 e de diferentes valores de k (número de variáveis independentes), bem como os níveis de significância de 1% e 5%. Segundo os autores aceitamos H_0 : não auto correlação dos resíduos quando $d_u \leq d_c \leq 4 - d_u$. Caso contrário, é rejeitado e, portanto, os resíduos não atendem à suposição de não autocorrelação e, como consequência, têm estimadores ineficientes.

Segundo o resultado mostrado na tabela 3 o teste de Durbin-Watson satisfaz a hipótese de independência dos erros, o valor da estatística $d_c = 2,031$; $d_u = 1,65$. O valor está próximo de 2, dentro do intervalo, o que confirma os resíduos não correlacionados.

Para analisar a homocedasticidade das variâncias, usaremos o gráfico dos resíduos tipificados em relação às estimativas tipificadas (Figura 2). As variâncias das distribuições da variável dependente ligadas aos diferentes valores das variáveis independentes devem ser as mesmas: os resíduos não devem apresentar nenhum padrão sistemático em relação às previsões ou em relação a cada uma das variáveis independentes.

Figura 2. Gráfico de resíduos padronizados versus estimativas padronizadas.



Fonte: SPSS 20.0 - elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Se a variância dos resíduos fosse constante, a nuvem de pontos seria concentrada em uma faixa, centralizada em zero e paralela ao eixo das abscissas. Observe que, neste caso, se nos movermos da esquerda para a direita no gráfico, a dispersão da nuvem de pontos não aumenta ou diminui, mas permanece relativamente constante. Neste caso, constatou-se a existência de valores extremos ou "outlier", correspondentes aos pontos mais distantes do eixo das ordenadas, por isso o método gráfico não é eficaz para apreciar a distribuição no plano e confirmar o pressuposto. Portanto, o teste Dócima de Glejser é usada e são estimadas regressões dos resíduos sobre vários valores de Z_i ; os resultados são mostrados a seguir:

Tabela 3 - Resultados das regressões.

h	b1	F	Sig. F	Característica
1	0,000666	1,426	0,237	Não Significativa
-1	2214,878	0,047	0,829	Não Significativa
0,5	0,418	2,637	0,110	Não Significativa
-0,5	-573,659	0,273	0,603	Não Significativa

Fonte: SPSS 20.0 - elaborado a partir dos dados da pesquisa

Como todas as regressões não são significativas, conclui-se que a variável independente não introduz heterocedasticidade. Portanto, os erros obedecem ao pressuposto de homocedasticidade.

Logo, ao testar os pressupostos do modelo de regressão testou-se o grau de correlação entre as variáveis para analisar a relação linear entre seus valores de forma que sempre serão entre +1 e -1; como se mostra na Tabela 4. O sinal indica a direção, se a correlação é positiva ou negativa, o tamanho da variável indica a força da correlação.

Tabela 4 - Resultados do teste de correlação de Pearson.

		ProdBov	TXD
ProdBov	Correlação de Pearson	1	,886**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	62	62
TXD	Correlação de Pearson	,886**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	62	62

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2-tailed).

Fonte: SPSS 20.0 - resultados a partir dos dados da pesquisa

Os primeiros resultados das 62 observações evidenciam-se estatisticamente significativos em um nível de 0,05. Apresentando um alto grau de correlação positivo. Pode-se, portanto, afirmar que as variáveis possuem relação direta, logo, um aumento na Produção Bovina ocasiona um aumento Taxa de Desmatamento. Dessa forma, a primeira análise qualifica os dados a prosseguirem para as próximas etapas da análise.

Tabela 5 - Model summary.

Modelo	R	R ²	Quadrado R ajustado	Erro Padrão da Estimativa	Durbin-Watson
1	,886a	,785	,781	332,50870	2,117

a. Predictor: (Constante), Prod Bov

b. Variável dependente: TXD

Fonte: SPSS 20.0 - elaborado a partir dos dados da pesquisa.

A tabela resumo do modelo nos brinda informações muito importantes, o coeficiente de correlação linear é igual a 0.886 pelo que existe uma muito boa correlação linear entre as variáveis; o R quadrado igual a 0.785 nos indica que das variações totais da taxa de desmatamento, a variável produção bovina explica aproximadamente 79%; e erro padrão da estimativa é 332,5 km² é o erro médio de estimativa.

Tabela 6 – ANOVA.

	Modelo	Soma dos quadrados	df	Quadrado médio	F	Sig.
1	Regressão	24183556,463	1	24183556,463	218,733	,000b
	Residual	6633722,170	60	110562,036		
	Total	30817278,632	61			

a. Variável dependente: TXD

b. Predictor: (Constant), Prod Bov

Fonte: SPSS 20.0 - elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Na Tabela 6 verifica-se que a significância de F é 0,000, que é inferior a 0,05, então a equação é significativa, permitindo-nos fazer estimativas através dela, (se as suposições dos residuais forem satisfeitas) onde segundo os resultados da Tabela 7 a equação de regressão estimada é: $\hat{Y} = 336,641 + 0,013X$

Tabela 7 – Coeficientes.

	Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro padrão	Beta		
1	(Constant)	336,641	46,251		7,279	,000
	ProdBov	,013	,001	,886	14,790	,000

a. Variável dependente: TXD

Fonte: SPSS 20.0 - elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Além disso, verifica-se que os coeficientes de regressão são significativos, uma vez que os níveis de significância $t < 0,05$.

5. Conclusão

O Brasil há vários anos presta atenção especial ao problema do desmatamento em toda a Amazônia legal, situação que tem abandonado a preocupação de pesquisadores, acadêmicos e organizações internacionais. No entanto, nos últimos anos, a produção pecuária aumentou significativamente em alguns municípios do estado do Amazonas e na pesquisa bibliográfica sobre o assunto, não são encontradas experiências desse tipo para o Estado do Amazonas que possam orientar as autoridades competentes sobre o impacto da atividade pecuária no desmatamento; destacando-se assim, a utilidade e valor acrescentado deste trabalho para os diversos agentes/instituições da região.

Como discutido existe todo um problema em relação ao assunto, referente à necessidade de desenvolver a região, especificamente à atividade agrícola e aos crescentes níveis de desmatamento. Embora existam múltiplas causas que o ocasionam, foi possível verificar que existe uma alta correlação entre as variáveis analisadas. É verificado que a produção pecuária influencia significativamente sobre a taxa de desmatamento; uma vez que explica aproximadamente 79% desta variável de acordo com o coeficiente de determinação; o seja, o modelo é confiável num 79%.

Desta forma fica demonstrado que a produção pecuária, expressa pela variável cabeças de gado, tem influência significativa na taxa de desmatamento e o modelo calculado é apropriado para sua estimativa, uma vez que suas premissas foram validadas. De acordo com o modelo, a taxa de desmatamento aumenta em 0,013 Km² por cada cabeça de gado que aumente a produção pecuária no Estado de Amazonas. Assim, o comportamento futuro da variável dependente pode ser previsto uma vez conhecido o efeito da produção pecuária sobre esta variável.

Referências

- Brandão, A. S. P., De Rezende, G. C. & Marques, R. W. C. (2005). Agricultural growth in the period 1999-2004, outburst in soybeans area and environmental impacts in Brazil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea.
- Castro, E. (2012). Expansão da fronteira, megaprojetos de infraestrutura e integração sul-americana. Caderno CRH, 25 (64), 45-62. <https://www.scielo.br/j/ccrh/a/NZSbnDJdKLMvfnGtDKcp3jb/?format=pdf&lang=pt>.
- De Oliveira, E. C. D. (2012). Análise econômico-ecológica da agropecuária do Amazonas: uma abordagem de insumo-produto. (Tese de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil).
- De Oliveira, E. C., Castro, L. P., de Sousa, F. A., & Dutra, A. H. M. (2020). Economia, sustentabilidade e florestas: As contribuições da ciência econômica. Administração Rural Volume 4. Poisson.
- De Oliveira, T. J. A., & Piffer, M. (2017). Do Sudeste da Amazônia Legal ao Centro Norte: as transformações econômicas espaciais. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR), 19(1), 164-178. <https://www.redalyc.org/pdf/5139/513954270010.pdf>.
- Fearnside, P. M. (2009). A floresta amazônica nas mudanças globais. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.
- Freitas, A. M. D., & Barros, P. H. B. D. (2021). A expansão da pecuária para a Amazônia legal: externalidades espaciais, acesso ao mercado de crédito e intensificação do sistema produtivo. *Nova Economia*, 31(01), 303-333. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/5064>.
- Higuchi, N., Pereira, H. D. S., Santos, J. D., Lima, A. J. N., Higuchi, F. G., Higuchi, M. I. G., & Ayres, I. G. S. S. (2009). Governos locais amazônicos e as questões climáticas globais. https://www.researchgate.net/profile/Henrique-Pereira-15/publication/306327753_Governos_locais_amazonicos_e_as_quesoes_climaticas_globais/links/57b8769f08aedfe0ec94a36f/Governos-locais-amazonicos-e-as-questoes-climaticas-globais.pdf
- Ianni, O. Ditadura e Agricultura: O desenvolvimento do capitalismo na Amazônia: 1964-1978. Civilização Brasileira, 1986.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2019). Pesquisa da Pecuária Municipal –PPM. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2019). PRODES - Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite. <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>.
- Kaimowitz, D., Mertens, B., Wunder, S., & Pacheco, P. (2004). A conexão hambúrguer alimenta a destruição da Amazônia: desmatamento e pecuária na Amazônia. Bogor: Centro para Pesquisa Florestal Internacional. http://www.cifor.org/publications/pdf_files/media/Amazon-Portugese.pdf.
- Laurance, W. F.; Albernaz, A. K. M.; Fearnside, P. M.; Vasconcelos, H. L. & Ferreira, L. V. (2004). Deforestation in Amazonia. *Science*, 304(5674), 1109-1111. https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/3695/Laurance_et_all_2004_Science.pdf
- Margulis, S. (2003). Causas do desmatamento da Amazônia brasileira. Banco Mundial.
- Marques, E. Q., Marimon-Junior, B. H., Marimon, B. S., Matricardi, E. A., Mews, H. A., & Colli, G. R. (2020). Redefinindo a transição Cerrado-Amazônia: implicações para a conservação. Biodiversidade e conservação, 29 (5), 1501-1517.
- Prates, R. C., & Bacha, C. J. C. (2011). Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. *Economia e Sociedade*, 20 (3), 601-636. <https://www.scielo.br/j/ecos/a/59DMY3zmJdPHXzXRshTKmNF/?format=pdf&lang=pt>.
- Prates, R. C., & Bacha, C. J. C. (2011). Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. *Economia e Sociedade*, 20(3), 601-636. <https://www.scielo.br/j/ecos/a/59DMY3zmJdPHXzXRshTKmNF/?format=pdf&lang=pt>
- Raposo, P. H. C. (2009). Estado e as políticas de desenvolvimento na Amazônia brasileira: as transformações socioeconômicas no mundo do trabalho da pesca. REDD–Revista Espaço de Diálogo e Desconexão, 2(1), 1-19.
- Redon, S. M., Ferreira, S., & de Oliveira Lima, A. (2020). Dinâmica do processo de integração da Amazônia ao restante do país. *Mundo e Desenvolvimento: Revista do Instituto de Estudos Econômicos e Internacionais*, 1(4), 6-32.
- Rivas, A., & Mota, J. A. (2009). Instrumentos econômicos para a proteção da Amazônia: a experiência do Polo Industrial de Manaus. Editora CRV.
- Soares-Filho, B. S., Nepstad, D. C., Curran, L., Cerqueira, G. C., Garcia, R. A., Ramos, C. A. & McGrath, D. (2005). Cenários de desmatamento para a Amazônia. *Estudos Avançados*, 19(54), 137-152. <https://www.scielo.br/j/ea/a/mrk9YK7N3kLBrz9HjMD4cHx/?format=pdf&lang=pt>
- Tardin, A. T.; Santos, A. P.; Lee, D. C. L.; Maia, F. C. S.; Mendonça, F. J.; Assunção, G. V.; Rodrigues, J. E.; Abdon, M. M.; Novaes, R. A.; Chen, S. C.; Duarte, V. & Shimabukuro, Y. E. (1979). Levantamento de áreas de desmatamento na Amazônia Legal através de imagens do Satélite LANDSAT. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Inpe.
- Weinhold, D.; & Reis, E. (2003). Land use and transportation costs in the Brazilian Amazon. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe.