

ADEUS, FLORESTA AMAZÔNICA? UM ESTUDO SOBRE O DESMATAMENTO NA  
AMAZÔNIA LEGAL À LUZ DO GASTO PÚBLICO ESTADUAL E DOS FATORES  
SOCIOECONÔMICOS LOCAIS<sup>1</sup>

*GOODBYE, AMAZON FOREST? A STUDY ON DEFORESTATION IN THE LEGAL AMAZON IN  
LIGHT OF STATE PUBLIC SPENDING AND LOCAL SOCIOECONOMIC FACTORS*

**Wesley Paulo Santos**

Mestre em Ciências Contábeis (UFPE)  
Faculdade Santa Helena  
[wesley\\_paulo@live.com](mailto:wesley_paulo@live.com)

**RESUMO**

**Objetivo:** Este estudo teve como objetivo verificar a eficiência dos estados da Amazônia Legal no combate ao desmatamento nas unidades de conservação de sua competência, entre os anos de 2013 e 2018, à luz do gasto público e de fatores socioeconômicos.

**Fundamento:** Fatores sociais, econômicos e financeiros contribuem para o desmatamento da Amazônia Legal, assim cabe ao gestor público encontrar meios para enfrentar o desmatamento na região. No entanto, cada estado é livre para implementar suas ações, o que faz que alguns estados tenham melhor desempenho no combate ao desmatamento do que outros.

**Método:** Foi realizada a análise descritiva dos dados e a criação de uma fronteira de eficiência bayesiana. Para isso, os dados utilizados foram a evolução do desmatamento nas unidades de conservação estaduais da Amazônia Legal, além das principais contas do grupo de gestão ambiental e variáveis socioeconômicas.

**Resultado:** Os resultados encontrados demonstraram que os estados do PA, AM, RO e MT foram, em média, ineficientes em conter o desmatamento. As variáveis que foram significativas para o desmatamento foram, a saber: gastos com controle ambiental, índice de inadimplência das pessoas físicas e quantidade total dos rebanhos.

**Contribuições:** Este estudo explorou uma lacuna existente entre a contabilidade pública e a contabilidade ambiental, e mensurou e avaliou a capacidade do ente público em conter o desmatamento. Assim, foi demonstrado que as variáveis econômicas têm maior efeito no combate ao desmatamento do que o controle realizado pelos estados.

**Palavras-chave:** Desmatamento, Amazônia Legal, Fronteira de eficiência.

<sup>1</sup> Artigo recebido em: 88/02/2021. Revisado por pares em: 04/10/2021. Reformulado em: 11/04/2022. Recomendado para publicação: 04/05/2022 por Lidiane Nazaré da Silva Dias (Editora Adjunta). Publicado em: 24/12/2022. Organização responsável pelo periódico: UFPB

**ABSTRACT**

**Objective:** This study aimed to verify the efficiency of Legal Amazon states in combating deforestation in protected areas within their competence, between 2013 and 2018, in light of public spending and socioeconomic factors.

**Background:** Social, economic and financial factors contribute to deforestation in the Legal Amazon, so it is up to the public administrator to find ways to face deforestation in the region. However, each state is free to implement its actions, which makes some states perform better in combating deforestation than others.

**Method:** A descriptive analysis of the data and the creation of a Bayesian efficiency frontier was performed. For this, the data used were the evolution of deforestation in state conservation units in the Legal Amazon, in addition to the main accounts of the environmental management group and socioeconomic variables.

**Result:** The results found showed that the states of PA, AM, RO and MT were, on average, inefficient in containing deforestation. The variables that were significant for deforestation were, namely: expenditure on environmental control, default rate of individuals and total number of herds.

**Contributions:** This study explored a gap between public accounting and environmental accounting. And it measured and evaluated the capacity of the public entity to contain deforestation. Thus, it was shown that economic variables have a greater effect on combating deforestation than the control carried out by the states.

**Keywords:** Deforestation, Legal Amazon, Efficiency frontier.

**1 INTRODUÇÃO**

Uma contabilidade voltada ao desenvolvimento sustentável não terá efeito eficaz enquanto o seu principal foco for atender às necessidades das partes interessadas que buscam o lucro (Bebbington & Larrinaga, 2014). Foi visando esse foco excessivo no investidor e nos relatórios contábeis que vários autores têm criticado as pesquisas em contabilidade voltadas à sustentabilidade, por não expandirem seu campo de atuação (Gray, 2002; Buhr, 2007; Owen, 2008; Flower, 2015; Thomson, 2015; O'Dwyer & Unerman, 2016). Por isso, Bebbington e Larrinaga (2014) propuseram que as pesquisas em contabilidade para a sustentabilidade tivessem como foco a interação que as empresas familiares, organizações sociais e o próprio setor público têm com o meio-ambiente.

Tendo como objetivo contribuir com o preenchimento dessa lacuna existente nas pesquisas entre o setor público e o meio-ambiente, este estudo se propôs verificar a eficiência dos estados no combate ao desmatamento nas unidades de conservação de sua competência, entre os anos de 2013 e 2018, à luz do gasto público e de fatores socioeconômicos. Para alcançar esse objetivo, foi necessário recorrer à interdisciplinaridade. Contribuir com resoluções de desafios ecológicos é uma questão complexa e que, além da contabilidade, envolve diferentes áreas do conhecimento como ecologia, sociologia, direito, economia, entre outras (Feger & Mermet, 2017; Russell, Milne, Dey; 2017). Por esse motivo, esses estudos foram levados em consideração na construção dos fundamentos, além de auxiliar na interpretação dos resultados. Ademais, vale ressaltar o que foi exposto por May (2008) e Santana, Rabellato, Périco e Mariano (2014) quando apontaram que o Brasil apresenta uma realidade complexa marcada por desigualdades sociais, sendo o setor público, se não o principal, um dos principais agentes na transformação dessa realidade.

O motivo pela escolha dos estados que compõe a Amazônia Legal se deu pelo fato deles juntos possuírem a segunda maior área de conservação da floresta Amazônica do país, perdendo apenas para a União (PRODES, 2020). Além disso, cada estado possui características próprias e isso torna a idealização de políticas públicas pró-sustentabilidade complexas e desafiadoras. Sobre isso, Andrade (2018) expõe que as políticas públicas implementadas na Amazonia Legal têm sido

ineficientes ao tentar conter o desmatamento. E Fearnside (2015), de forma anterior, dissertou que o desmatamento da região amazônica está exposto a fatores econômicos e sociais que potencializam o desmatamento na região.

A qualidade do gasto público estadual para o combate ao desmatamento foi analisada através da criação de uma Fronteira de Eficiência Estocástica (FEE) bayesina a partir da apresentada por Griffin e Stell (2007) e Santana *et al.* (2014). Essa medida permite separar os estados que foram eficientes em conter o desmatamento, daqueles que foram inócuos, além de determinar quais variáveis afetaram significativamente o modelo. Como variáveis independentes para a criação da fronteira, foram utilizadas as principais contas do grupo de gastos ambientais, além de uma variável populacional e algumas variáveis econômicas. O período de tempo considerado foi de 2013 a 2018, período de instabilidade econômica no Brasil (Santos, Anjos, Rodrigues, Tavares, 2019).

Pesquisas em contabilidade voltada à sustentabilidade necessitam de interdisciplinaridade. Por outro lado, Feger e Mermet (2017), Sullivan e Hannis (2017) e Russell, Milne e Dey (2017) concordam que, além disso, essas pesquisas necessitam desbravar a relação existente entre contabilidade e sustentabilidade em estudos longitudinais. Sobre isso Russell, Milne, Dey (2017) argumentam que grande parte das pesquisas na contabilidade ambiental ocorrem na forma de estudo de caso, tendo o seu caráter temporal diluído ou completamente perdido.

Desse modo, este estudo busca inovar de 3 maneiras. 1- Trazer à pesquisa contábil o foco da gestão pública no combate ao desmatamento. 2- Considerar o impacto longitudinal que o desmatamento causado pela ação humana provoca na natureza. 3- Considerar as investigações de outras áreas como ecologia, ciências jurídicas, sociologia e economia para a construção das hipóteses ou discussão dos resultados.

Os resultados obtidos por este estudo apontam que a qualidade do gasto público não é eficiente na prevenção ao desmatamento. Os principais fatores obtidos por este estudo para a redução do desmatamento ilegal foram a diminuição da inadimplência das pessoas físicas e a diminuição da quantidade de rebanhos. As contribuições trazidas à literatura por esta investigação foram as seguintes: 1- falta aos estados uma política pública eficaz no combate ao desmatamento; 2- os estados atuaram significativamente de forma corretiva e não preventiva no combate ao desmatamento no período analisado.

## 2 FUNDAMENTO

### 2.1 Qualidade do gasto público e desmatamento na Amazônia Legal

Diversos estudos já trataram sobre a qualidade do gasto público, de agentes públicos brasileiros, em relação a diversas formas. O estudo de Sousa, Pinhanez, Monte, Cavalcante (2020) se concentrou na área de saúde. Outros se focaram na área de educação, como os trabalhos de Silva Filho, Pereira, Dantas e Araújo (2016), Lourenço, Angotti, Nascimento e Sauebronn (2017) e Souza e Bezerra Filho (2018). E ainda o estudo de Oliveira e Araújo (2019) levou em consideração o gasto público como fator para o desenvolvimento humano em seu sentido amplo.

Silva Filho *et al.* (2016) analisou a eficiência dos gastos públicos, com a educação fundamental, nos colégios militares do exército entre os anos de 2009 e 2011. A conclusão chegada foi que o nível de recursos financeiros investidos não são o único fator que explica o sucesso de um colégio no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) (Silva Filho *et al.*, 2016). Lourenço *et al.* (2017) também tratou sobre a eficiência dos gastos públicos no ensino fundamental, de forma similar a Silva Filho *et al.* (2016), porém teve como amostra os 250 maiores municípios brasileiros em quantidade de alunos matriculados. O que Lourenço *et al.* (2017) encontrou foi que apenas 5,2% dos municípios foram eficientes no seu gasto com a educação do ensino fundamental de modo a melhorar a nota do IDEB, enquanto 82,8% apresentaram ineficiência de moderada a forte.

Tanto Lourenço *et al.* (2017) como Silva Filho *et al.* (2016) utilizaram como metodologia a Análise Envoltória de Dados (DEA).

Diferente de Silva Filho *et al.* (2016) e Lourenço *et al.* (2017), Souza e Bezerra Filho (2018) analisaram a qualidade do gasto público, no ensino fundamental, nas capitais dos estados brasileiros, eles também criaram um indicador para medir a qualidade educacional do ensino. O que Souza e Bezerra Filho (2018) concluíram foi que a qualidade de vida da população local explica mais a qualidade do ensino do que o gasto realizado pelo ente público.

Já Sousa *et al.* (2020) abordou a eficiência do gasto público dos municípios pernambucanos entre os anos de 2011 e 2015 em relação a saúde. A metodologia utilizada foi a da fronteira de eficiência estocástica. O que Sousa *et al.* (2020) concluiu foi que municípios que fazem parte da região menos privilegiada de Pernambuco, que é o sertão, possuem maiores índices de ineficiência em relação a saúde pública. Um outro estudo que liga mais diretamente a qualidade do gasto público municipal com o desenvolvimento humano é o de Oliveira e Araújo (2019). Os resultados chegados por Oliveira e Araújo (2019) foram que o desenvolvimento humano de uma localidade está associado a maiores valores em habitação e urbanismo, saúde, saneamento e transporte público.

Apesar da relevância que saúde, educação, saneamento e urbanismo possuem para a sociedade, o meio-ambiente também representa um importante tema a ser estudado dentro da contabilidade pública. Nesse sentido, segundo o Ministério da Fazenda e Secretária do Tesouro Nacional (2018), gastos com gestão ambiental devem ser contabilizados no quadro de desembolsos de pessoal e demais despesas por função. E de acordo com o que consta no Tesouro Nacional (2021), as despesas com gestão ambiental são classificadas em seis subfunções.

A primeira subfunção apresentada pelo Tesouro Nacional (2021) é destinada a preservação e conservação ambiental. Nela são alocados gastos que possuem como objetivo manter uma área preservada, ou seja, livre da ação humana, como unidades de proteção integral ou de conservação, isto é, com restrita a ação humana, o que corresponde a unidades de conservação de uso sustentável. A segunda subfunção é a de controle ambiental (Tesouro Nacional, 2021). Entende-se por controle ambiental recursos destinados a fiscalização de impactos ambientais negativos que estão ocorrendo naquele momento. A terceira subfunção atende por recuperação de áreas degradadas (Tesouro Nacional, 2021). Uma vez causado um impacto ambiental negativo, os recursos destinados a recuperação dessa área serão alocados nessa subfunção. A quarta e quinta subfunções correspondem a destinação de recursos financeiros a subsidiar os recursos hídricos e meteorológicos, respectivamente (Tesouro Nacional, 2021). Assim, gastos ligados a mapeamentos e previsões meteorológicas são alocados na despesa de meteorologia; e gastos ligados a preservação específica de águas superficiais ou subterrâneas, destinadas a qualquer tipo de uso, independentemente de estarem em uma UC ou não, devem ser alocados em recursos hídricos. A sexta subfunção corresponde a despesas com administração no geral (Tesouro Nacional, 2021). São alocados os gastos em geral como por exemplo com almoxarifado e bens de pequeno valor.

Especificamente, sobre a Amazônia Legal, ela é uma área que ocupa 59% do território brasileiro, com extensão territorial de 5.217.423 km<sup>2</sup> e da qual fazem parte sete estados da região norte, um estado da região nordeste e um estado da região centro-oeste (IBGE, 2019). Ela foi instituída em 1953 pela Lei 1.806/1953 que tinha como objetivo trazer o desenvolvimento econômico e social para a região, posteriormente essa lei foi revogada pela Lei 5.173/1966. No entanto, um ano antes da revogação da Lei 1.806/1953 foi instituído o Código Florestal Brasileiro, no ano de 1965, nele explicitamente aparece o termo Amazônia Legal e dispõe sobre sua preservação. O Código Florestal Brasileiro valeu por 46 anos, sendo revogado pela Lei 12.651/2012, também conhecida como lei de proteção da vegetação nativa.

Por um lado, o novo código florestal foi apontado como de acordo com as diretrizes globais traçadas na Rio+20. Por outro lado, ele foi objeto de críticas por reduzir ou extinguir algumas áreas

de proteção permanentes e anistiar quem desmatou em data anterior a essa lei, representando um retrocesso socioambiental (Santos, 2012). Passos e Klock (2019) abordaram o mesmo entendimento apresentado por Santos (2012), porém aponta como avanço a regularização dos pequenos produtores rurais e de suas terras.

Araújo, Vieira, Toledo, Coelho, Dalla-Nora e Milanez (2019) criticaram a forma em que as políticas públicas, nas mais diversas áreas, são desenvolvidas para a região; pois, segundo eles, grande parte delas são inviáveis. De forma similar, Fonseca-Morello, Ramos, Stell, Parry, Barlow, Markusson e Ferreira (2017) arrematam que a política governamental sobre o controle do desmatamento possui ação limitada pelo fato de a alocação orçamentária ser predominantemente utilizada para a mitigação do desmatamento e pouco utilizada para combater suas causas. E Andrade e Caride (2016) informam que o aumento da atividade econômica sem ter uma política ambiental coerente altera a dinâmica social da região, além de aumentar o gasto público.

Sobre as causas do desmatamento, Andrade (2018) expõe que o que há na Amazônia é a supervalorização do capital econômico, o que resulta em descaso ambiental. Toledo, Dalla-Nora, Vieira, Aguiar e Araújo (2017) argumentam que a falta de recursos, serviços e infraestrutura fazem que as comunidades locais sejam, também, agentes do desmatamento ilegal como forma de subsistência, porém utilizando meios precários para isso.

Entre os principais problemas enfrentados pela região estão a construção de grandes rodovias, exploração de terra para a produção agrícola, mineral e de madeira, além da construção de hidroelétricas (Fearnside, 2015; Andrade, 2018). Já Fearnside (2017) conferiu ao cultivo de soja e a pecuária, como as atividades que mais contribuíram para o desmatamento ilegal nos anos de 2016 e 2017. E Copertino, Piedade, Vieira e Bustamente (2019), em concordância com Fearnside (2017), consideraram as queimadas como a principal forma de desmatamento utilizado pelo setor agropecuário.

No entanto, para Santos, Mosaner, Celentano, Moura e Veríssimo (2018), o aumento do desmatamento leva a prejuízos econômicos e sociais, ou seja, não se converte em benefícios. Semelhante a Santos *et al.* (2018), o relatório conjunto divulgado pelo Greenpeace, Imafloa, Imazon, Instituto Centro de Vida, Instituto Socio Ambiental, Ipam *et al.* (2017) informa que a riqueza gerada vinda do desmatamento de áreas ilegais beneficia a um pequeno grupo, não se revertendo, assim, em bem-estar social. No mais, Nogueira, Osoegawa e Almeida (2019), consideram que o aumento da atividade agrícola não se apresenta como entrave para a conservação do bioma, uma vez que existiram melhorias na eficiência produtiva do setor.

### 2.3 Fronteira de eficiência estocástica

Vários estudos no Brasil e no mundo já utilizaram a fronteira de eficiência estocástica (FEE) bayesiana para determinar a eficiência de empresas nos mais diversos setores. Por exemplo, Broeck, Koop, Osiewalski e Steel (1994) utilizaram a FEE bayesiana para determinar a eficiência das empresas do setor elétrico nos EUA. Koop, Osiewalski e Steestimar (1997), também utilizou a FEE bayesiana para determinar a eficiência financeira dos Hospitais norte-americanos. No Brasil essa técnica foi aplicada nos estudos de Tecles e Tabak (2010) e Barros e Wanke (2014), ambos tratando da eficiência em relação ao custo e o lucro do setor bancário brasileiro.

Kinas e Andrade (2010) e Tecles e Tabak (2010) argumentam que a análise bayesiana é indicada quando a frequência relativa de um evento é desconhecida, sendo sua principal característica a escolha prévia da distribuição de probabilidade. Meeusen e Broeck (1977) afirmam que a escolha da distribuição de probabilidade deve ter embasamento teórico, caso contrário, será a principal fragilidade desse método. E Kumbhakar e Tsionas (2005) consideram que a Simulação de Monte Carlo, em conjunto com a Cadeia de Markov (MCMC), aumenta a acurácia da estatística bayesiana.

Este estudo utilizará como base a FEE bayesiana formulada por Griffin e Stell (2007), a partir do que foi desenvolvido por Meeusen e Broeck (1977) e Aigner, Lovell e Schmidt (1977). A FEE criada por Griffin e Stell (2007) pode ser aplicada a diferentes setores como o elétrico, o hospitalar e o bancário (Tecles & Tabak, 2010; Barros & Wanke, 2014). O modelo de Griffin e Stell (2007) em sua forma genérica e utilizado como base é dado por  $y_{it} = f(Q_{it}, P_{it}) + u_{it} + v_{it}$ . Na equação anterior,  $y$  é a variável dependente;  $f(Q_{it}, P_{it})$  são os termos independentes, eles são simbolizados por  $Q$  e  $P$  para evidenciar que esses dados podem ter natureza diferente entre si. O termo  $u$  é um fator de ineficiência que pode aumentar o valor da variável dependente, e  $v$  é o erro padrão da regressão. Sendo o modelo em sua forma estrita é dado por  $y_{it} \stackrel{ind}{\sim} N(\alpha + x'_{it}\beta + u_{it}, \sigma^2)$  (Griffin & Stell, 2007). Onde em sua forma restrita, também, são atribuídas distribuições de probabilidades a todos os termos independentes do modelo, a saber:  $u_{it} \stackrel{i.i.d}{\sim} \text{Exp}(\lambda)$ ,  $\lambda \sim \text{Exp}(-\log r^*)$ ,  $\beta \sim N(0, \Sigma)$ ,  $\sigma^2 \sim \text{Ga}(a_0, a_1)$ . Os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  no modelo de Griffin e Stell (2007) foram modelados por uma distribuição de probabilidade normal com média 0 e variância  $1e^{-06}$  e cuja demonstração é  $\alpha \sim N(0, 0; 1, 0e^{-06})$ ,  $\beta \sim N(0, 0; 1, 0e^{-06})$  e  $\sigma^2 \sim \text{Ga}(0, 001; 0, 001)$ .

Sobre o desmatamento na Amazônia, dois estudos observaram a região de forma computacional, foram eles os trabalhos de Carvalho e Domingues (2016) e o de Rodrigues e Silva (2019). Carvalho e Domingues (2016) analisaram o desmatamento na Amazônia ao criar um modelo de equilíbrio geral baseado em simulações. Os resultados obtidos por Carvalho e Domingues (2016) informam que o crescimento econômico local não produz estímulo substancial para o desmatamento, sendo este causado por fatores econômicos externos. Carvalho e Domingues (2016) argumentam, também, que a agroindústria influencia indiretamente o desmatamento, pois ela dá prioridade a áreas que já são de pastagem, antes ocupada pela pecuária, o que força a pecuária a procurar novas extensões de terras. O estudo de Rodrigo e Silva (2019) foi o único encontrado que trata sobre fronteira de eficiência na região amazônica. De forma específica, tratou sobre a eficiência na produção agrícola na região entre os anos de 2007 e 2017. Os resultados encontrados por Rodrigo e Silva (2019) demonstram que a produção agrícola é, em geral, ineficiente, porém, não sendo possível determinar a influência da agricultura no desmatamento da região, para eles, é a pecuária a principal causa do desmatamento por ter baixa eficiência.

### 3 MÉTODO

#### 3.1 Seleção das variáveis

A variável dependente,  $y_{it}$ , é a evolução anual do desmatamento retirada do portal do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite - PRODES (2020), do Governo Federal do Brasil. De posse desses dados, foi determinada a evolução do desmatamento de cada estado, levando em consideração apenas as UC de sua competência. O período de tempo considerado foi de 2013 a 2018. O que resultou em 54 observações, por ser 9 estados e 6 períodos.

As variáveis que envolvem gastos foram extraídas do portal do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro - SICONFI (2019). A variação populacional foi constituída com base na estimativa anual da população de cada estado, feita pelo IBGE (2018) até o ano de 2060. As variáveis que são índices foram extraídas do Sistema Gerador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil (2019), sendo considerados apenas os dados de dezembro de cada ano. Os dados referentes a áreas plantadas foram extraídos da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (CONAB, 2021). Por fim, os dados pertencentes ao efetivo total de rebanhos foram extraídos da Pesquisa de Pecuária Municipal, sendo também dados anuais (IBGE & Min. da Agricultura, 2021). Segue quadro sobre tratamento das variáveis:

Quadro 1 - Seleção das variáveis

Betas	Variáveis	Descrição
$\beta_1$	Gastos com preservação e conservação	Logaritmo natural dos gastos empenhados com preservação e conservação dividido pelo logaritmo natural do total da área de conservação do estado em km <sup>2</sup> .
$\beta_2$	Gasto com controle ambiental	Logaritmo natural dos gastos empenhados com controle ambiental dividido pelo logaritmo natural do total da área de conservação do estado em km <sup>2</sup> .
$\beta_3$	Gastos com administração	Logaritmo natural dos gastos empenhados com administração das UC dividido pelo logaritmo natural do total da área de conservação do estado em km <sup>2</sup> .
$\beta_4$	Variação populacional	Razão entre o logaritmo natural da população estimada do estado pelo logaritmo natural da extensão territorial desse mesmo estado em km <sup>2</sup> .
$\beta_5$	Índice de emprego formal	Logaritmo natural do índice de emprego formal para cada estado no período.
$\beta_6$	Índice de inadimplência das pessoas físicas	Índice de inadimplência das pessoas físicas de cada estado no período.
$\beta_7$	Índice de inadimplência das pessoas jurídicas	Índice de inadimplência das pessoas jurídicas de cada estado no período.
$\beta_8$	Área plantada por km <sup>2</sup>	Razão entre o total da área plantada em km <sup>2</sup> do estado, no período, pelo total da extensão territorial em km <sup>2</sup> desse mesmo estado.
$\beta_9$	Quantidade total do rebanho por km <sup>2</sup>	Quantidade total de rebanhos em cada estado, no período, dividido pelo total da extensão territorial do estado em km <sup>2</sup> .

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

### 3.2 Construção do Modelo

A construção do modelo seguiu os passos sugeridos por Ntzoufras (2009), a saber: identificação da variável dependente; seleção da distribuição de probabilidade da variável dependente; seleção das variáveis independentes; construção da equação do modelo; escolha das distribuições de probabilidade das variáveis independentes; descrição do modelo completo. No mais, segue o modelo com a equação e com as referidas distribuições de probabilidade:

$$eff_i = \frac{\exp(y_{it} \sim N(\mu, \sigma^2))}{\exp(y_{it} \sim N(\mu + u_{it}, \sigma^2))} = \exp(-u_{it})$$

$$y_{it} \sim N(\mu, \sigma^2) \text{ (forma eficiente)} \quad e \quad y_{it} \sim N(\mu + u_{it}, \sigma^2) \text{ (forma ineficiente)}$$

$$u_{it} = z_i, \quad z_i \sim dexp(\lambda), \quad \lambda \sim dexp(-\log r^*), \quad r^* = 0,85$$

$$\begin{aligned} \mu = & \alpha + \beta_1 \text{ Gastos com preservação e conservação}_{it} + \beta_2 \text{ Gastos com controle ambiental}_{it} \\ & + \beta_3 \text{ Gastos com administração}_{it} + \beta_4 \text{ População por área total}_{it} \\ & + \beta_5 \text{ índice de emprego formal}_{it} + \beta_6 \text{ Índice de inadimplência PF}_{it} \\ & + \beta_7 \text{ Índice de inadimplência PJ}_{it} + \beta_8 \text{ Área plantada}_{it} \\ & + \beta_9 \text{ Quantidade total de rebanhos}_{it} \end{aligned}$$

$$\alpha \sim N(0,0; 1.e^{-06}), \quad \beta \sim N(0,0; 1.e^{-06})$$

$y_{it}$  é a variável dependente e representa a evolução anual do desmatamento. Foi utilizado o *software Cristal Ball* e por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov se validou a distribuição normal como a melhor para descrever a variável dependente, com significância de 0.0982.  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $u_{it}$  equivalem a média  $\mu$  da distribuição normal. A  $\sigma^2$  seguiu uma distribuição gama para se evitar possíveis problemas com autocorrelação. Essa medida é abordada por Griffin e Stell (2007) como alternativa, sendo a principal diferença o fato deles utilizarem como medida 0,001 para a média e para a escala da distribuição gama, enquanto este estudo utilizou  $\sigma^2 \sim Ga(0,01; 0,01)$  para média e escala. Essa modificação preserva todas as características indicadas por Griffin e Stell (2007), porém amplia seu tamanho em escala.

A variável independente  $u_{it}$  é o fator de ineficiência e sua distribuição de probabilidade é a exponencial. Assim, em uma situação em que  $u_{it}$  seja igual a 0 a eficiência será igual a 1, porém quanto maior for  $u_{it}$  menor será a eficiência e mais próxima ela estará de 0.

Sobre a distribuição de probabilidade de  $u_{it}$ . Visto que o objetivo é determinar a eficiência, a distribuição adequada para esta situação é a distribuição exponencial. Ntzoufras (2009) e Kinas e Andrade (2010) informam que a distribuição exponencial é a mais indicada para se mensurar a eficiência de um determinado item ou evento ao longo do tempo. Essa distribuição e esse modelo geral foram utilizados por outros estudos que tiveram como objetivo determinar a eficiência de um determinado grupo (Meeusen & Broeck, 1977; Griffin & Stell, 2007; Tecles & Tabak, 2010; Barros & Wanke, 2014).

Kinas e Andrade (2010) informam, também, que a distribuição exponencial possui uma característica especial denominada de falta de memória, uma vez que ela considera que o evento continua a existir para além do tempo considerado. Essa característica de falta de memória torna a distribuição exponencial ainda mais indicada para a situação do desmatamento, uma vez que esse evento continuou a ocorrer nos períodos seguintes.

Já  $\alpha$  e  $\beta$  obedecem a uma distribuição normal pois, segundo Kinas e Andrade (2010) quanto maior o número de casos em um evento, esse evento converge para uma distribuição normal desde que seu valor seja um número real e que seu desvio-padrão seja diferente de 0. Griffin e Stell (2007) utilizaram 0 para a média e  $1.e^{-06}$  para o desvio-padrão, isso faz que os resultados dos coeficientes dos betas e do alfa sejam apenas em função dos resultados obtidos pela equação.

O termo  $r^*$  é igual a 0,85 e é o logaritmo negativo que compõe uma distribuição exponencial de  $\lambda$ , isso é um argumento geral utilizado por Griffin e Stell (2007), Tecles e Tabak (2010), Barros e Wanke (2014) e serve para que a fronteira de eficiência seja algo mais próximo de 1, sendo que quanto mais próximo de 0 menos eficiente é o estado.

Uma vez estabelecido o modelo, foi cotado para o painel 1.000.000 interações, a cada 2.000 simulações o *software* limpava sua memória e realizava nova seleção de números aleatórios, essa medida foi utilizada para evitar possíveis vícios na seleção de números aleatórios. O *software* utilizado na modelagem foi o WinBUGS14, *software* grátis de abordagem bayesiana, capaz de gerar números aleatórios por meio da simulação de Monte Carlo por Cadeia de Markov.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análise descritiva dos dados

Nesta seção são analisadas de forma descritiva a natureza dos dados utilizados para compor a fronteira de eficiência estocástica bayesiana. Assim, esta seção apresentará as características gerais dos dados e não a sua influência em relação ao modelo.

A análise feita das variáveis do desmatamento tomou como base os dados encontrados no sistema PRODES e possuiu como base o ano de 2018. Nele foi possível verificar a extensão em quilômetros e a quantidade de unidades de conservação para cada estado. O estado de RO possuía 33.184,60 km<sup>2</sup> e contava com 42 UC. O AM tinha 189.355,30 km<sup>2</sup> com 41 UC. MT possuía 57.934,00 km<sup>2</sup> com 38 UC. Já o PA possuía 216.896,90 km<sup>2</sup> com 22 UC. TO possuía 26.729,30 km<sup>2</sup> com 11 UC. AC contava com 13.644,10 km<sup>2</sup> com 10 UC. O MA possuía 45.475 km<sup>2</sup> com 9 UC. O AP contava com 32.405 km<sup>2</sup> com 4 UC e RR possuía 12.095,10 km<sup>2</sup> com 1 UC. Assim, o total das unidades de conservação estaduais, em 2018, compreendiam a uma extensão de 627.739,30 km<sup>2</sup>.

O estado de RO teve o maior número de unidades de conservação estadual, 42 UC, e foi o quinto em quilômetros quadrados com 33.184,60 km<sup>2</sup>. Já o estado do PA foi o maior em área com 216.896,90 km<sup>2</sup> e foi o quarto maior em número de UC. Esses dados demonstram que uma UC pode variar significativamente em relação a quantidade de km<sup>2</sup>, podendo um estado como o PA ter menos unidades de conservação que RO e ainda assim ter uma extensão de proteção territorial maior.

Ao analisar a evolução do desmatamento, foi encontrado que o estado que mais teve desmatamento em suas unidades de conservação foi o de RO. Ele teve mais de 1.785 km<sup>2</sup> de área desmatada em suas UCs. Já o estado que menos desmatou foi o de RR com 235 metros quadrados. Assim, o estado de RO desmatou aproximadamente 7 vezes mais que o estado de RR. Segue abaixo tabela do total de desmatamento nas unidades de conservação de cada estado por ano:

**Tabela 1 - Evolução do desmatamento em km<sup>2</sup>**

Estado/Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
AC	4,82	10,816	5,323	9,753	9,884	1,207	<b>41,803</b>
AM	10,481	15,009	13,06	11,044	13,914	4,964	<b>68,472</b>
AP	4,431	3,398	3,604	1,152	3,522	4,784	<b>20,891</b>
MA	69,35	38,594	23,023	20,658	29,463	7,262	<b>188,35</b>
MT	4,2	5,621	8,546	5,114	6,706	2,478	<b>32,665</b>
PA	103,623	136,549	213,99	456,936	240,682	486,242	<b>1.638,022</b>
RO	246,716	226,891	297,25	376,19	455,235	183,686	<b>1.785,968</b>
RR	0,092	0,065	0	0,078	0	0	<b>0,235</b>
TO	32,889	7,338	16,888	16,97	2,504	3,023	<b>79,612</b>
<b>Total</b>	<b>476,60</b>	<b>444,28</b>	<b>581,68</b>	<b>897,90</b>	<b>761,91</b>	<b>693,65</b>	
<b>Evolução*</b>	<b>0</b>	<b>-6,78%</b>	<b>30,93%</b>	<b>54,36%</b>	<b>-15,14%</b>	<b>-8,96%</b>	<b>3.856,02</b>

\*Evolução total do desmatamento de um ano em relação ao outro

Fonte 1: Adaptado do portal PRODES (2020)

Os anos de 2016, 2017 e 2018 foram os que mais se desmataram nas unidades de conservação estadual. O ano que mais houve desmatamento nas unidades de conservação foi o de 2016 com mais de 897 km<sup>2</sup>, enquanto o ano em que se menos desmatou foi o de 2014 com 444 km<sup>2</sup>. No ano de 2016, o desmatamento aumentou 54,36% em relação ao total do ano anterior, sendo a maior alta do período. O ano de 2017 foi o que teve o maior recuo percentual em relação ao ano anterior, o desmatamento diminuiu 15,14%. No entanto, apesar de 2017 apresentar o maior recuo, ainda ocupou o posto do segundo maior nível de desmatamento da série analisada.

Ao analisar a quantidade de área plantada em hectares, é possível verificar que o maior produtor de alimentos, entre os estados que compõe a Amazonia Legal, foi o estado do MT com 83.683,8 mil hectares. MT está mais de 8 vezes à frente do segundo estado que mais plantou, que foi o estado do MA. Este plantou 9.917,5 mil hectares. Segue tabela que demonstra a evolução da área plantada:

**Tabela 2 - Série Histórica de Área Plantada por Unidades da Federação. Safras 2013 - 2018.**  
Em mil hectares.

UF	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total por estado
AC	71,6	64,3	55,5	52,4	46,8	44,1	334,7
AM	21,5	19,7	24,4	11,4	19,2	14,3	110,5
AP	5,7	5,5	5,0	4,6	23,5	24,7	69,0
MA	1.615,7	1.769,1	1.728,7	1.420,1	1.565,3	1.818,6	9.917,5
MT	12.310,3	13.323,0	13.586,9	14.001,5	15.119,1	15.343,0	83.683,8
PA	506,0	515,1	648,9	730,8	861,5	893,5	4.155,8
RO	421,4	421,9	463,3	474,1	553,0	563,6	2.897,3
RR	41,5	39,5	44,7	39,9	54,8	67,3	287,7
TO	813,9	1.061,3	1.248,0	1.226,9	1.376,1	1.402,9	7.129,1
<b>Total anual</b>	<b>15.807,6</b>	<b>17.219,4</b>	<b>17.805,4</b>	<b>17.961,7</b>	<b>19.619,3</b>	<b>20.172,0</b>	<b>108.585,4</b>
<b>Evolução*</b>	<b>0</b>	<b>8,93%</b>	<b>3,40%</b>	<b>0,88%</b>	<b>9,23%</b>	<b>2,82%</b>	

\*Evolução total da área plantada de um ano em relação ao outro

Fonte 2: Adaptado da estimativa para maio/2021 CONAB (2021)

Também foi possível constatar um aumento anual em relação a área plantada. O ano de 2017 foi o que apresentou o maior aumento na área plantada em relação ao ano anterior da série histórica. Crescendo, o ano de 2017, 9,23% em relação ao ano anterior. Algo importante a saber é que, de acordo com o CONAB (2021) boa parte da safra de um ano se inicia no ano anterior. Assim, ao comparar a evolução do desmatamento em 2016, que cresceu 54,36% em relação ao ano anterior, com o aumento da safra em 2017, que cresceu 9,23%, é possível supor que o aumento do desmatamento em 2016 foi em partes para atender ao aumento da safra em 2017. Apesar da análise descritiva dos dados oferecer evidências sobre isso, o modelo proposto por este estudo não pôde verificar efetivamente essa suposição, uma vez que o desenho empregado para a fronteira de eficiência não possuía esse objetivo em específico.

Ao analisar o efetivo total dos rebanhos elaborado pelo IBGE e Ministério da Agricultura e Pecuária (2021), foi constatado que o estado com maior número de animais foi o MT com mais 256 milhões de cabeças. Os animais considerados pelo IBGE e Ministério da Agricultura e Pecuária (2021) foram os bovinos, suínos e galináceos. Segue tabela:

**Tabela 3- Quantidade total de rebanhos em unidades**

Estado	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total por estado
AC	3.407.789	3.474.815	3.701.418	3.774.790	3.706.121	4.150.738	22.215.671
AM	4.373.301	4.529.881	4.485.325	3.980.554	4.020.296	4.271.770	25.661.127
AP	213.027	228.886	137.993	122.576	110.290	99.713	912.485
MA	11.093.829	11.230.382	11.098.762	11.262.269	11.436.392	11.498.415	67.620.049
MT	40.368.781	41.558.890	42.797.498	43.182.534	43.455.641	44.741.994	256.105.338
PA	22.636.532	23.390.389	23.913.328	24.402.486	25.207.262	25.547.582	145.097.579
RO	13.998.851	14.389.428	15.455.594	15.400.329	16.378.274	16.508.087	92.130.563
RR	1.176.402	1.069.640	1.150.604	1.157.136	1.197.394	1.381.618	7.132.794
TO	9.722.790	9.813.485	10.377.240	11.209.760	11.201.659	11.108.760	63.433.694
<b>Total anual</b>	<b>106.991.302</b>	<b>109.685.796</b>	<b>113.117.762</b>	<b>114.492.434</b>	<b>116.713.329</b>	<b>119.308.677</b>	<b>680.309.300</b>
	<b>2,52%</b>	<b>3,13%</b>	<b>1,22%</b>	<b>1,94%</b>	<b>2,22%</b>	<b>2,52%</b>	

Fonte 3: IBGE e Ministério da Agricultura e Pecuária (2020)

Dentre as 680 milhões 309 mil e 300 cabeças de animais produzidas no período, aproximadamente, 74,35% foram correspondentes a cabeças bovinas, 21,26% de galináceos e 4,39% de suínos. Esses dados demonstram que a principal origem animal da amostra é a bovina. E em comparação as demais origens, é a fonte bovina que mais necessita de terras para a sua produção. O ano da série temporal que teve maior aumento percentual em relação ao anterior foi o de 2014, que subiu 3,13% em relação ao ano anterior.

Ao comparar os dados das tabelas 1, 2 e 3, é possível verificar que o estado do MT é o que mais produz alimentos, seja de origem vegetal ou animal. Porém, apesar da elevada produção de alimentos, o MT foi um dos estados que, no período, menos desmatou em suas UCs, sendo apenas o sétimo. Os estados de RO, PA e MA, respectivamente, foram o primeiro, segundo e terceiro no nível de desmatamento. Também é possível constatar que a produção de alimentos de origem vegetal e de origem animal, com bovinos, suínos e galináceos apresentaram crescimento em toda a série. Contudo, apesar do aumento na produção vegetal e animal, o desmatamento apresentou redução, em especial nos anos de 2017 e 2018.

**Quadro 2- Estatística descritiva das despesas financeiras em reais- R\$.**

Estados	Estatística	Preservação e conservação	Controle ambiental	Administração
AC	Média	10.065,297,13	21.500,204,47	19.997.248,23
	Mediana	10.132,943,23	17.973,038,05	24.121.629,83
	Curtose	0,32	4,13	3,43
	Desvio padrão	2.833.360,53	12.677.110,11	9.166.470,60
AM	Média	16.212.848,85	7.128.779,60	28.249.462,35
	Mediana	10.418.631,77	2.826.879,21	28.230.587,28
	Curtose	-1,83	5,96	1,28
	Desvio padrão	11.312.561,65	9.203.740,32	12.820.312,64
AP	Média	1.592.056,30	261.457,90	3.153.344,69
	Mediana	842.825,38	287.515,02	2.777.022,92
	Curtose	3,76	-1,93	0,68
	Desvio padrão	1.673.755,07	133.953,99	1.634.872,85
MA	Média	32.550.863,67	1.006.439,59	11.513.637,81
	Mediana	28.963.568,69	923.260,69	12.128.099,09
	Curtose	3,90	1,63	1,02
	Desvio padrão	17.475.272,41	654.861,02	2.447.928,30
MT	Média	6.240.298,70	5.790.076,34	70.195.275,29
	Mediana	4.914.338,37	5.436.498,30	80.431.024,92
	Curtose	2,56	-0,21	4,98
	Desvio padrão	3.699.497,25	1.331.546,33	30.720.412,43
PA	Média	12.182.385,30	7.819.871,15	43.163.645,26
	Mediana	11.328.358,68	10.607.424,91	54.084.023,46
	Curtose	-2,58	-1,89	-1,80
	Desvio padrão	10.456.819,19	5.472.039,19	25.804.582,40
RO	Média	2.285.480,99	9.313,523,00	762.363,42
	Mediana	46.500,00	10.714,837,89	639.825,24
	Curtose	5,97	2,31	-1,23
	Desvio padrão	4.821.052,73	4.632.519,89	645.154,89
RR	Média	2.028.835,83	5.774,17	4.501.058,86
	Mediana	1.671.232,05	0,00	4.955.588,03
	Curtose	3,22	6,00	4,79
	Desvio padrão	1.696.822,21	12.911,43	1.840.939,65
TO	Média	13.102.628,98	2.081.362,31	12.799.192,39
	Mediana	10.543.663,06	1.723.439,59	13.495.544,14
	Curtose	-1,83	-3,00	-2,18

Desvio padrão	8.993.552,87	2.115.443,45	7.551.652,24
---------------	--------------	--------------	--------------

Fonte 4: Adaptado do SICOFIN (2020)

Ao analisar as variáveis financeiras, foi verificado que o estado do RR apresentou os menores valores entre todos os demais para os gastos com preservação e conservação, com média R\$ 2.028.835,83, controle ambiental com gasto médio de R\$ 5.774,17 e com administração ambiental com média de 4.501.058,86. Os gastos mais baixos se justificam, pois o estado de RR possui apenas uma UC.

O estado que apresentou o maior gasto com controle ambiental em média e mediana foi o estado do MA com média de R\$ 32.550.863,67 e mediana de R\$ 28.963.568,69. Já o estado que mais gastou com controle ambiental foi o AC com R\$ 21.500.204,47 de média e R\$ 17.973.038,05 de mediana. E o estado que mais gastou no período com administração ambiental foi MT com R\$ 70.195.275,29 e R\$ 80.431.024,92 de média e mediana, respectivamente.

Sobre a despesa com preservação e conservação é possível notar que o estado que apresentou maior curtose foi RO com 5,97 e desvio padrão de R\$ 4.821.052, duas vezes maior que a média R\$ 2.285.480,99. No tocante ao controle ambiental o estado que apresentou maior curtose foi RR com 6,00, RR também apresentou desvio padrão duas vezes superior à média, sendo R\$ 12.911,43 e R\$ 5.774,17 respectivamente; um ponto a se notar que a mediana para RR em relação a esse gasto foi R\$ 0,00.

Quadro 3 - Estatística descritiva das variáveis sociais e populacional

Estados	Estatística	População (por pessoa)	Índice de emprego (%)	Inadimplência PF (%)	Inadimplência PJ (%)
AC	Média	814.274,67	186,13	3,83	2,25
	Mediana	810.100,00	187,75	3,94	2,10
	Curtose	0,72	2,08	-1,27	1,57
	Desvio padrão	29.986,40	8,36	0,71	0,84
AM	Média	3.960.982,00	183,75	4,94	3,52
	Mediana	3.970.001,50	183,55	5,21	3,60
	Curtose	-1,44	1,21	-0,18	-2,76
	Desvio padrão	98.362,30	17,26	0,72	0,89
AP	Média	777.016,33	212,55	4,83	2,28
	Mediana	774.487,00	215,17	4,89	2,31
	Curtose	-0,27	2,33	-1,58	0,74
	Desvio padrão	30.995,97	24,92	0,39	0,68
MA	Média	6.923.124,33	181,48	4,25	3,20
	Mediana	6.929.138,50	182,23	4,28	2,94
	Curtose	-1,23	-1,85	-0,95	3,07
	Desvio padrão	83.266,47	4,92	0,63	0,82
MT	Média	3.294.004,83	154,48	2,53	2,98
	Mediana	3.285.508,50	154,80	2,53	2,79
	Curtose	0,13	-1,77	0,24	-0,07
	Desvio padrão	84.432,38	2,97	0,37	1,19
PA	Média	8.228.590,00	185,76	4,66	4,48
	Mediana	8.223.918,50	186,49	4,65	3,61
	Curtose	-0,77	-0,21	0,86	-1,90
	Desvio padrão	180.740,84	11,58	0,47	1,99
RO	Média	1.765.934,17	171,74	2,84	3,70
	Mediana	1.762.896,50	173,34	2,79	3,73
	Curtose	-0,51	-2,40	0,96	1,69
	Desvio padrão	25.312,73	9,44	0,60	1,28

RR	Média	517.351,00	226,72	4,82	1,83
	Mediana	509.947,00	240,12	4,41	1,76
	Curtose	3,18	5,07	2,71	-1,73
	Desvio padrão	28.737,10	32,46	1,14	0,74
TO	Média	1.521.415,83	186,02	4,05	3,77
	Mediana	1.524.014,00	186,26	4,10	2,91
	Curtose	-1,43	-2,48	-1,34	5,13
	Desvio padrão	27.736,06	3,30	0,28	2,23

Fonte 5: Adaptado do SICOFIN (2020) e do sistema gerador se séries temporais (2020)

Já em relação ao gasto com administração ambiental o estado que apresentou maior curtose foi MT com 4,98, desvio padrão 30.720.412,43 e média de 70.195.275,29. As características que esses estados apresentaram demonstram que eles foram o que tiveram maior variação no seu gasto em relação à média para esses tipos de despesa. E ao analisar as variáveis sociais e populacional foi identificado que o estado com maior população em média e desvio-padrão, para o período considerado, foi o PA com 8.228.590,00 habitantes e desvio-padrão de 180.740,84. Vale ressaltar que o PA também é o estado com maior área de UC estaduais.

Sobre o nível de emprego formal, o estado que apresentou o maior índice em média e desvio-padrão foi o estado do RR com 226,72 de média e desvio-padrão de 32,46. O estado com maior índice de inadimplência das pessoas físicas foi AP com média de 4,83, porém o estado que apresentou maior desvio-padrão foi RR com 1,14. E o estado que teve o maior índice médio de inadimplência de pessoas jurídicas foi o PA com 4,48 e o estado que teve maior desvio-padrão para esse item foi TO com 2,23.

Já os índices de emprego formal, inadimplência das pessoas físicas e inadimplência das pessoas jurídicas são dados em percentual, o que permite a comparação entre os estados. O estado que apresentou maior variação referente ao nível de emprego formal e inadimplência das pessoas físicas foi RR, essa variação diminuiu o índice de emprego formal e aumentou o nível de inadimplência das pessoas físicas. Em relação ao índice de inadimplência das pessoas jurídicas o estado que mais variou foi PA, porém essa variação foi positiva evidenciando uma recuperação das atividades empresariais no estado.

Ao analisar os gastos públicos de forma descritiva foi verificado que em média 7 estados da Amazônia Legal investiram mais em preservação e conservação do que em controle ambiental. Os estados que em média investiram mais em controle ambiental foram AC e RO, enquanto AM, AP, MA, MT, PA, RR e TO investiram mais em preservação e conservação. Esses resultados vão ao encontro em parte do que foi exposto por Fonseca-Morello *et al.* (2017), que argumentou que a maior parte dos gastos governamentais eram com controle ambiental e não com preservação.

#### 4.2 Fronteira de eficiência estocástica bayesiana

Os resultados encontrados no modelo indicam que o controle ambiental, o índice de inadimplência das pessoas físicas e a quantidade total dos rebanhos têm relação significativa com o nível de desmatamento. Por outro lado, gastos com preservação e conservação, gastos com administração das UCs, crescimento populacional, índice de emprego formal, inadimplência das pessoas jurídicas e quantidade de área plantada não foram significativos.

Os resultados obtidos demonstram, a princípio, que os estados não agem de forma preventiva no combate ao desmatamento, mas de maneira corretiva. E isso justifica o gasto com preservação e conservação não ter dado significativo. Em contrapartida, o gasto com controle ambiental foi relevante para o modelo. Esses e outros resultados podem ser vistos na tabela a seguir:

Tabela 4 - Fatores que influenciam o desmatamento

Variáveis	Coefficientes	Desvio-padrão	MC erro	Significância
A	- 0,85080	1,14900	0,00283	
$\beta_1$	0,02653	0,06012	0,00006	
$\beta_2$	0,07166	0,02550	0,00003	**
$\beta_3$	0,04347	0,05924	0,00007	
$\beta_4$	0,96550	0,77080	0,00229	
$\beta_5$	- 0,13820	0,12760	0,00011	
$\beta_6$	0,04436	0,01688	0,00001	**
$\beta_7$	0,00753	0,00817	0,00001	
$\beta_8$	- 0,01720	0,01263	0,00004	
$\beta_9$	0,00762	0,00344	0,00001	*
$\Lambda$	6,80400	2,95300	0,00652	**
Precisão	0,00574	0,00141	2,323e-6	**

\*\* significativa a 5%; \* significativa a 10%.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

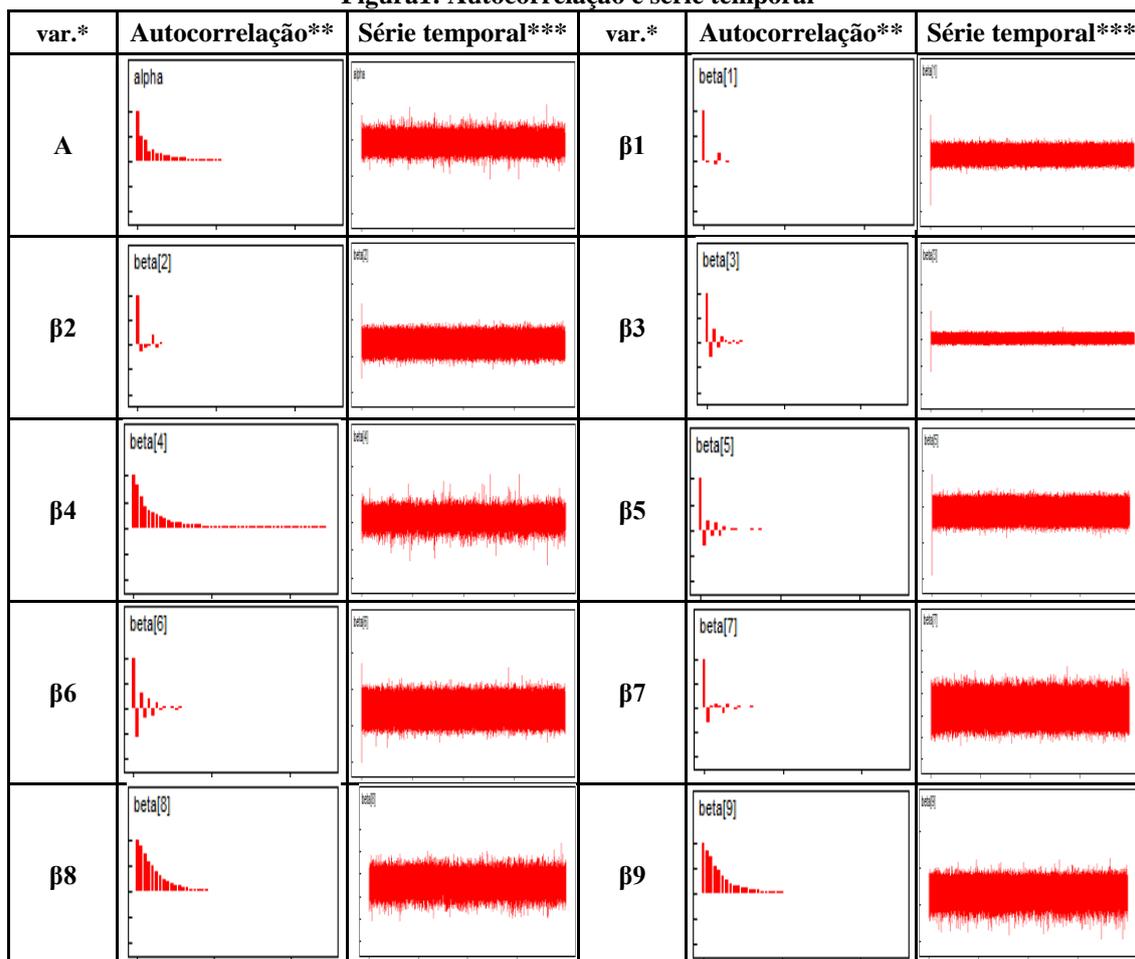
A variável precisão foi significativa a 5% e demonstra um elevado ajuste do modelo para determinar a (in)eficiência no combate ao desmatamento. O seu valor de 0.00574 possui uma relação inversa com o desvio-padrão do modelo no geral. Sendo o desvio-padrão o numeral 1 dividido pelo coeficiente da variável precisão. Assim, o desvio-padrão é igual a  $1/0.00574 = 184$ . Quanto menor for o valor do coeficiente de precisão significa que o desvio-padrão considerado será maior, ou seja, quanto maior o desvio-padrão uma maior quantidade de variações será considerada para formular o modelo. Isso permite que o modelo possua uma maior aderência a diversas situações.

A variável lambda foi de 6,804 e equivale a média das funções de densidade de probabilidade utilizadas na distribuição exponencial para modelar a (in)eficiência. A variável  $\Lambda$  foi significativa a 5% e isso faz que as (in)eficiências de todos os estados considerados no modelo sejam também significativas. Desse modo, é a significância da variável lambda que valida a análise das (in)eficiências, pois, por meio dela, todas (in)eficiências são estatisticamente significativas.

Visando validar os resultados, foram realizados testes de autocorrelação e de estacionariedade, os mesmos utilizados por Griffin e Stell (2007) e Tecles e Tabak (2010), para o alfa e os betas. A autocorrelação é apresentada por meio da função de autocorrelação, também conhecida como FAC. Há indícios de autocorrelação quando, apesar dos números de *lags*, os valores se mantêm sem apresentar redução. Por outro lado, à medida que os valores se aproximam de 0 indicam que não há autocorrelação.

Sobre a estacionariedade da série, Lunn, Thomas, Best e Spiegelhalter (2000) expõem que os valores gerados por meio da Simulação de Monte Carlo, via Cadeia de Markov, garantem a estacionariedade da série. Isso se dá pelo fato de os valores gerados via simulação convergirem para uma única média ao longo de toda série, o que faz que esses dados sejam estacionários. Tanto a autocorrelação, quanto a estacionariedade são apresentadas de forma gráfica conforme segue:

Figura1: Autocorrelação e série temporal



\* var: significa variável, aonde  $\beta_1$  são gastos com preservação e conservação,  $\beta_2$  são gastos com controle ambiental,  $\beta_3$  gastos com administração,  $\beta_4$  população por área total,  $\beta_5$  índice de emprego formal,  $\beta_6$  índice de inadimplência PF,  $\beta_7$  índice de inadimplência PJ,  $\beta_8$  área plantada,  $\beta_9$  quantidade total de rebanhos. \*\* Autocorrelação: Para todas as variáveis, o eixo x vai de 0 a 40 e o eixo y de -1,0 a 1,0. \*\*\* Série temporal: O eixo x vai de 0 a 1.000.000 de interações para todas as variáveis, porém o eixo y possui escalas diferentes para cada variável. A variável  $\alpha$  possui eixo y entre -20 e 10.  $\beta_1$  eixo y vai de -1,0 a 1,0.  $\beta_2$  eixo y vai de -0,02 a 0,04.  $\beta_3$  eixo y vai de -2,0 a 2,0.  $\beta_4$  eixo y vai de -10,0 a 10,0.  $\beta_5$  eixo y vai de -2,0 a 1,0.  $\beta_6$  eixo y vai de -0,1 a 0,2.  $\beta_7$  eixo y vai de -0,05 a 0,075.  $\beta_8$  eixo y vai de -0,15 a 0,1.  $\beta_9$  eixo y vai de -0,02 a 0,04.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

O teste demonstrou que a autocorrelação tende a diminuir ou desaparecer a partir de 20 lags. De acordo com Griffin e Stell (2007), tal desempenho das variáveis valida o modelo em relação a ausência de autocorrelação. Também foi verificado que as variáveis são estacionárias. Na série temporal, o coeficiente  $\alpha$  possui maior alteração em torno da sua média, indo de -20 a 10, isso se deve ao fato dele concentrar as interações de todas as variáveis.

Em relação às variáveis financeiras, os resultados acima evidenciam que, para o mesmo período de tempo, quanto mais se gasta com controle ambiental maior é o nível de desmatamento e essa relação se apresentou estatisticamente significativa. De forma oposta, gastos com preservação e conservação das unidades de conservação se mostraram insignificantes estatisticamente, assim, pouco eficaz para reduzir o desmatamento do período. Esses resultados expõem que os governos estaduais não atuam eficazmente, de forma a prevenir o desmatamento. O coeficiente da variável dos gastos com controle ambiental foi maior do que o coeficiente apresentado pelos gastos com preservação e conservação. O maior coeficiente dos gastos com controle ambiental indica que, nos

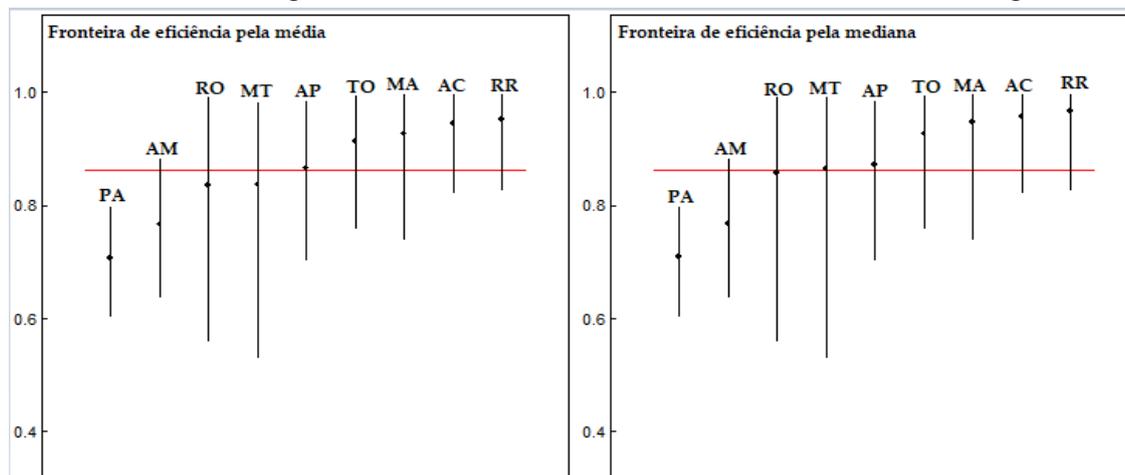
períodos de maior desmatamento, os governos estaduais aumentam o controle ambiental. Sendo assim, o aumento dos gastos com controle ambiental é uma tentativa de minimizar o desmatamento, uma vez que a evolução dessas duas variáveis ocorre no mesmo período.

O modelo apresentou, também, que o que afeta negativamente o desmatamento é a maior capacidade financeira das pessoas. Isso é demonstrado pela variável índice de inadimplência das pessoas físicas, que apresentou coeficiente de 0,04436 e significância de 5%. Dessa forma, quanto menor é a inadimplência das pessoas físicas, menor será o nível de desmatamento.

Outra variável que ajuda a explicar o desmatamento é quantidade total de rebanhos. A quantidade total de rebanhos apresentou coeficiente de 0,00762, sendo estatisticamente significativo ao nível de 10%. Esse resultado corrobora com o que foi exposto por Carvalho e Domingues (2016) e Rodrigues e Silva (2019), quando informam que o cultivo de grãos se estabelece em áreas de pastagem, que anteriormente eram ocupadas pela pecuária.

Em relação a fronteira de eficiência, ela possuiu coeficiente de 0,860768. Após determinada a fronteira de eficiência, foi visto que quatro estados foram ineficientes, enquanto os outros cinco foram eficientes. Os estados eficientes foram RR, AC, MA, TO e AP; enquanto os quatro ineficientes foram MT, RO, AM, PA.

Figura 2 - Fronteira de eficiência dos estados da Amazônia Legal



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Ao ranquear a eficiência dos estados em relação à média, os coeficientes apresentados foram 0,9518 para RR, 0,9449 para AC, 0,9262 para MA, 0,9137 para TO, 0,8656 para AP. Já os coeficientes dos estados ineficientes foram 0,8362 para MT, 0,8356 para RO, 0,7658 para AM e 0,7069 para o PA. Ao comparar os dados com a mediana, a ordem se manteve, no entanto, o estado do MT passa a ser eficiente com coeficiente de 0,8641.

Dada a variável financeira que se mostraram significativa, foi comparado o desempenho do estado de RR, o mais eficiente, com o de PA, o menos eficiente, além de demonstrar em números os resultados dos outros estados em relação ao modelo. Para isso, foi levado em consideração o coeficiente de cada variável que foi significativa em relação a quantidade total de área protegida por cada estado em km<sup>2</sup>. A tabela abaixo demonstra o desmatamento em km<sup>2</sup> caso cada estado, de forma igual, variasse em relação às variáveis que foram significativas.

Tabela 5 - Desmatamento em km<sup>2</sup> calculado pelo modelo para as variáveis que foram significativas

Estado	Controle ambiental	Inadimplência das PF	Efetivo total dos rebanhos	Ranking	Status
RR	1,0758	536,53	92,16	1º	Eficiente
AC	1,0769	606,14	104,12	2º	Eficiente
MA	1,0870	2.017,27	346,52	3º	Eficiente
TO	1,0825	1.185,71	203,68	4º	Eficiente
AP	1,0841	1.437,49	246,93	5º	Eficiente
MT	1,0890	2.569,95	441,46	6º	Ineficiente
RO	1,0843	1.472,06	252,87	7º	Ineficiente
AM	1,0991	8.399,80	1.442,89	8º	Ineficiente
PA	1,1003	9.621,54	1.652,75	9º	Ineficiente

Fonte 6: Elaborado pelo autor (2021)

Em relação a variável controle ambiental, o modelo demonstrou que, caso os dois estados decidissem utilizar a mesma quantidade de recursos por km<sup>2</sup> de área protegida, RR teria um desmatamento menor que o PA apenas em 2,27%.

Também foi analisada a variável econômica índice de inadimplência das pessoas físicas. Os resultados obtidos no modelo demonstraram que, ao variar um ponto percentual para mais, o desmatamento de RR crescerá aproximadamente 536 m<sup>2</sup>. Ao fazer o mesmo para o estado do PA, o desmatamento crescerá aproximadamente 9,6 km<sup>2</sup>. Esse resultado demonstra que o desmatamento no PA é sensível à perda do poder aquisitivo de sua população em mais de 16 vezes que o estado de RR.

No mais, foi analisada a variável efetivo total dos rebanhos, em relação ao nível do desmatamento no PA e em RR. Em RR, a variação da variável efetivo total dos rebanhos resultaria em um aumento de 92,16 m<sup>2</sup> no desmatamento. Enquanto para o PA, a variação unitária da variável efetivo total dos rebanhos resultaria em um aumento de 1.652,75 km<sup>2</sup> no nível de desmatamento.

Sendo assim, o modelo demonstrou que a causa de maior impacto no nível de desmatamento são as variáveis econômicas e não as variáveis financeiras. Isso revela que a realização do gasto público no combate ao desmatamento causa menos efeitos do que aqueles provocados por um maior nível de renda da população desses estados.

Uma análise geral dos resultados demonstra que apenas um estado que foi considerado ineficiente teve um gasto médio maior com controle ambiental, que foi o estado de RO. Portanto, outros estados ineficientes, como PA, AM e MT, gastaram em média mais com preservação e conservação e administração. Isso se potencializa pelo fato da variável preservação e conservação não ter sido significativa para o desmatamento, em um modelo longitudinal, enquanto as variáveis de controle ambiental se mostraram relevante. O que justifica a ineficiência desses estados que mais investiram em preservação pode ser o que foi exposto por Andrade e Caride (2016), Fonseca-Morello *et al.* (2017) e Araújo *et al.* (2019) no que diz respeito a falta de políticas públicas bem definidas, que gerem resultado efetivamente positivo para o meio-ambiente.

Sobre as variáveis econômicas, elas demonstraram ser relevantes para o desmatamento. Os estados de RR, AP e AC foram, respectivamente, o primeiro, segundo e terceiro no índice médio de emprego formal, *vide* tabela 5. Nesse sentido, o exposto por Fearnside (2017), Santos *et al.* (2018), Nogueira *et al.* (2019) e Greenpeace *et al.* (2017), de que um maior bem-estar econômico local não está associado a um maior nível de desmatamento, é válido. O que justifica esse resultado é o argumento utilizado por Carvalho e Domingues (2016) e Fearnside (2017) de que o desmatamento ilegal tem como objetivo atender a demanda provocada por mercados externos e não locais, sendo este último em grande parte já atendido pela produção legalizada.

Ainda sobre a eficiência dos estados, foi verificado que MT, RO, AM e PA foram ineficientes, enquanto RR, AC, MA, TO, AP foram eficientes. Esse resultado corresponde em grande parte ao obtido por Carvalho e Domingues (2016) quando identificaram que o ganho de eficiência produtiva dos estados do AP, RR e AC reduzia o desmatamento de sua floresta natural. Assim como no estudo de Carvalho e Domingues (2016), o MT foi considerado como ineficiente, enquanto o estado de TO, de forma oposta, foi considerado eficiente.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo verificar a eficiência dos estados no combate ao desmatamento nas unidades de conservação de sua competência entre os anos de 2013 e 2018, à luz do gasto público e de fatores socioeconômicos. A metodologia utilizada se deu pela criação de uma fronteira de eficiência estocástica bayesiana. E contribuiu para a literatura por abordar uma lacuna existente entre a contabilidade pública e a contabilidade ambiental, além de contribuir de forma longitudinal para os estudos de contabilidade para a sustentabilidade (Feger & Mermet, 2017; Sullivan & Hannis, 2017; Russell, Milne, Dey, 2017).

Assim, com base nos resultados encontrados, é possível concluir que os estados não atuaram de forma significativa na preservação ambiental. Apesar de muitos estados gastarem mais com preservação ambiental, esse tipo de gasto só terá seu efeito sentido pela sociedade no médio e longo prazo, uma vez que a natureza possui um tempo maior para se desenvolver, e de nada valerá se, nesse tempo, a ação negativa causada for maior que a ação de se preservar.

Outra conclusão chegada por este estudo é que, em linhas gerais, estados eficientes possuem baixo nível de inadimplência das pessoas físicas e isso os leva a ter menos desmatamentos ilegais. Portanto, a falta de renda formal da população daquela região faz que ela explore o desmatamento ilegal como meio de sobrevivência e obtenção de algum nível de renda.

No mais, é razoável concluir que a dinâmica do desmatamento na região estudada ocorre da seguinte maneira: 1- perda de poder aquisitivo da população, elevando o grau de inadimplência das pessoas físicas. 2- parte dessa população afetada pela redução de seu poder econômico procura formas alternativas de subsistência. Isso resulta em uma maior exploração irregular dos recursos naturais da região, ao associarem sua mão-de-obra com empresas que possuem os insumos necessários para a exploração, como caminhões, tratores etc. 3- diante de uma maior exploração irregular dos recursos ambientais, os governantes estaduais alocam mais recursos para a conservação ambiental, buscando deixá-los em índices mais aceitáveis. Desse modo, o crescimento econômico vindo de fontes formais não põe em risco a Amazônia Legal, pelo contrário, quanto maior é o nível de renda formal da população menor é o desmatamento.

Por fim, a floresta amazônica estará ameaçada se as políticas públicas falharem ao levar desenvolvimento econômico para a região. O desenvolvimento econômico formal, regulamentado e fiscalizado pelo Estado, alinhado a exigências de certificações necessárias para a comercialização, é uma medida que pode frear o desmatamento ilegal.

Este estudo limitou-se a analisar as UC estaduais, restando ainda analisar as UC federais e municipais. Também não se analisou o comportamento do gasto público estadual e sua relação com o desmatamento nas suas UC para o período anterior a 2012, quando estava em vigor o outro código florestal. Desse modo, as limitações apresentadas podem ser tomadas como sugestão para novas pesquisas na área.

## REFERÊNCIAS

- Aigner; Lovell & Schmidt (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6, pp. 21-37. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5)
- Andrade (2018). A Amazônia além das florestas, dos rios e das escolas: Representações sociais e problemas ambientais. *Ambiente & sociedade*, 21, 01-20. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0250r1vu18L3AO>
- Andrade & Caride (2016). Educação Ambiental na Amazônia brasileira: participação e reclamos sociais em tempos pós-hegemônicos. *Revista Espacios Transnacionales, Ciudad de México*, 4 (7), pp. 34-48.
- Araújo, Vieira, Toledo, Coelho, Dalla-Nora & Milanez (2019). Territórios e alianças políticas do pós-ambientalismo. *Estudos avançados*, 33 (95), pp. 67-90. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3395.0006>
- Barros & Wanke (2014). Banking efficiency in Brazil. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 28, pp. 54-65. <https://dx.doi.org/10.1016/j.intfin.2013.10.004>
- Bebbington, J., & Larrinaga, C. (2014). Accounting and sustainable development: An exploration. *Accounting, Organizations and Society*, 39, pp. 395-413. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aos.2014.01.003>
- Broeck, Koop, Osiewalski & Steel (1994). Stochastic frontier models: A Bayesian perspective, *Journal of Econometrics*, 61, pp. 273-303. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)90087-6](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)90087-6)
- Buhr, N. (2007). *Histories of and rationales for sustainability reporting*. In J. Unerman, B. O'Dwyer, & J. Bebbington (Eds.), *Sustainability accounting and accountability*. Oxon: Routledge.
- Carvalho, T. S. & Domingues, E. P (2016). Projeção de um cenário econômico e de desmatamento para a Amazônia Legal brasileira entre 2006 e 2030, *Revista Nova Economia*, 26 (2), pp. 585-621. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/2665>
- Companhia Nacional de Abastecimento (2021). *Série histórica de área plantada por unidade da federação*. Recuperado em 24 de junho, 2021, de <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?limitstart=0>
- Copertino, M., Piedade, M. T., Vieira, I. C. & Bustamante (2019). Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia, *Revista de ciência e cultura*, 74 (4), pp. 4-5. <https://doi.org/10.21800/2317-66602019000400002>
- Fearnside (2015). *Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras*. Vol. 1. Manaus, Amazonas: Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
- Fearnside (2017). *Como sempre, os negócios: O ressurgimento do desmatamento na Amazônia brasileira*. Recuperado em 30 de março, 2020, de <http://e360.yale.edu/features/business-asusual-a-resurgence-of-deforestation-in-the-brazilian-amazon>
- Feger, C. & Mermet, L. (2017), "A blueprint towards accounting for the management of ecosystems", *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 30 No. 7, pp. 1511-1536. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-12-2015-2360>.
- Flower, J. (2015). The international integrated reporting council: A story of failure, *Critical Perspectives on Accounting*, 27, pp. 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2014.07.002>

- Fonseca-Morello, T., Ramos, R., Stell, L., Parry, L., Barlow, J., Markusson, N. & Ferreira, A. (2017). Queimadas e incêndios florestais na Amazônia brasileira: Por que as políticas públicas têm efeito limitado? *Revista ambiente & sociedade*, 20 (4), pp. 19-38. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0232r1v2042017>
- Gray, R. (2002). The social accounting project and accounting organizations and society: privileging engagement, imaginings, new accountings and pragmatism over critique. *Accounting, Organizations and Society*, 27(7), 687-708. [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(00\)00003-9](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(00)00003-9)
- Greenpeace, Imaflora, Imazon, Instituto Centro da Vida, Instituto Socioambiental, Ipam, The nature conservancy & WWF. (2017). *Desmatamento zero na Amazônia: Como e por que chegar lá*. Recuperado em 30 de março, 2020, de <https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/Desmatamento%20zero%20como%20e%20por%20que%20chegar%20la.pdf>
- Griffin, J. & Stell, M. (2007). Bayesian stochastic frontier analysis using WinBUGS. *Journal of Productivity Analysis*, 27 (3), pp. 163-176. <https://doi.org/10.1007/s11123-007-0033-y>
- IBGE (2018). *Projeção da população*. Recuperado em 14 de fevereiro, 2020, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=o-que-e>
- IBGE (2019). *ZEE Amazônia Legal*. Recuperado em 14 de fevereiro, 2020, de <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15844-zee-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>
- IBGE & Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2021). *Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM*. Recuperado em 24 de junho, 2021, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=17941&t=series-historicas>
- Kinas, P. G. & Andrade, H. A. (2010). *Introdução à análise bayesiana com R*. Porto Alegre: maisQnada Editora.
- Koop, Osiewalski & Steestimar (1997). Bayesian efficiency analysis through individual effects: Hospital cost frontiers. *Journal of Econometrics*, 76, pp. 77–105. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(95\)01783-6](https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01783-6)
- Kumbhakar & Tsionas (2005). Measuring technical and allocative inefficiency in the translog cost system: a Bayesian approach, *Journal of Econometrics*, 126, pp. 355-384. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.05.006>
- Lourenço, R. L., Angotti, M., Nascimento, J. C. H. B. & Sauebronn, F. F. (2017). Eficiência do gasto público com ensino fundamental: Uma análise dos 250 maiores municípios brasileiros. *Revista Contabilidade Vista & Revista*, 28 (1), pp. 89-116. Recuperado em 24 de junho, 2021, de <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/contabilidadevistaerevista/article/view/3406>
- Lunn, D.J., Thomas, A., Best, N. & Spiegelhalter (2020). WinBUGS - A Bayesian modelling framework: Concepts, structure, and extensibility. *Statistics and Computing*, 10, pp. 325–337. <https://doi.org/10.1023/A:1008929526011>
- May P.H. (2008). *Como superar as contradições entre crescimento e sustentabilidade? Inovações institucionais nos BRICS*. In: Dupas G, editor. Meio ambiente e crescimento econômico: Tensões estruturais. São Paulo: Ed. UNESP; p. 229–264.

- Meeusen & Broeck (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error, *International Economic Review*, 18 (2), pp. 435-444. <https://doi.org/10.2307/2525757>
- Ministério da Fazenda e Secretária do Tesouro Nacional (2018). *Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público (MCASP)*. Brasília: 8ª ed. Tesouro Nacional.
- Nogueira, Osoegawa & Almeida (2019). Políticas desenvolvimentistas na Amazônia: Análise do desmatamento nos últimos dez anos (2009-2018), *Revista Culturas Jurídicas*, 6 (13), pp. 145-169. <https://dx.doi.org/10.22409/rcj.v6i13.752>
- Ntzoufras, I. (2009). *Bayesian Modeling Using WinBUGS*. New Jersey: 1ª ed. John Wiley & Sons. <https://10.1002/9780470434567>
- O'Dwyer, B. & Unerman, J. (2016). Fostering rigour in accounting for social sustainability. *Accounting, Organizations and Society*, 49, pp. 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.11.003>
- Oliveira, L. S. D. & Araújo, A. O. (2019). As despesas públicas municipais como determinante no desenvolvimento humano. *Revista Contemporânea de Contabilidade*. 16 (38), pp. 87-104. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-8069.2019v16n38p87>
- Owen, D. (2008), "Chronicles of wasted time? A personal reflection on the current state of, and future prospects for, social and environmental accounting research", *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 21 No. 2, pp. 240-267. <https://doi.org/10.1108/09513570810854428>
- Passos & Klock (2019). Análise comparativa do antigo e o Novo Código Florestal: progresso ou retrocesso? *Revista de direito ambiental e sociedade*, 9 (2), pp. 299-313.
- PRODES (2020). *Desmatamento nas UCs*. Recuperado em 09 de dezembro, 2019, de <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesuc.php>
- Rodrigues, M & Silva, D. C. C (2019). Análise da eficiência na produção agrícola na Amazônia entre 2007 e 2017, *Revista de administração e negócios da Amazônia*. 11 (4), pp. 65 – 82. <http://10.18361/2176-8366/rara.v11n4p65-82>
- Russell, S., Milne, M.J. and Dey, C. (2017), "Accounts of nature and the nature of accounts: Critical reflections on environmental accounting and propositions for ecologically informed accounting", *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 30 No. 7, pp. 1426-1458. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-07-2017-3010>
- Santana, N. B., Rabelatto, D. A. N., Périco, A. E., Mariano, E. B., (2014). Sustainable development in the BRICS countries: an efficiency analysis by data envelopment, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21:3, 259-272, DOI: 10.1080/13504509.2014.900831
- Santos (2012). O princípio da proibição do retrocesso socioambiental e o “novo” Código Florestal. *Revista de direito econômico e socioambiental*. 3 (2), pp. 506-529.
- Santos, Mosaner, Celentano, Moura & Veríssimo (2018). Índice de progresso social na Amazônia Brasileira. *Relatório IPS Amazônia 2018, Imazon, Belém, PA, 2018*.
- Santos, W. P., Anjos, L. C., Rodrigues, R. N., & Tavares, M. F. (2019). Análise da Influência do Cenário Econômico Interno e Externo na Prática de Income Smoothing em Bancos Brasileiros. *Revista Evidenciação Contábil & Finanças*, 7(1), 78-93. <https://doi.org/10.22478/ufpb.2318-1001.0v0n0.37439>
- Silva Filho, G. M. da, Pereira, T. R. L., Dantas, M. G. da S., & Araújo, A. O. (2016). Análise da Eficiência nos Gastos Públicos com Educação Fundamental nos Colégios Militares do Exército em

2014. *Revista Evidenciação Contábil & Finanças*, 4(1), 50–64. <https://doi.org/10.18405/recfin20160104>

Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro- SICONFI (2019). *Contas Anuais*. Recuperado em 09 de dezembro, 2019, de [https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta\\_finbra/finbra\\_list.jsf](https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta_finbra/finbra_list.jsf)

Sistema Gerador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil (2019). *Séries temporais – Módulo público*. Recuperado em 09 de dezembro, 2019, de <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/telaCvsSelecionarSeries.paint>

Sousa, K. M. de, Pinhanez, M. de M. S. F., Monte, P. A. do, & Cavalcante, P. R. N. (2020). Financiamento, Composição dos Gastos e Eficiência na Saúde dos Municípios Pernambucanos. *Administração Pública E Gestão Social*, 12(3). <https://doi.org/10.21118/apgs.v12i3.5735>

Souza, M. C. M. & Bezerra Filho, J. E. (2018). O efeito do gasto público na qualidade da educação fundamental nas capitais brasileiras: um estudo baseado no indicador de qualidade educacional responsável (iqer-2006/2013). *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, 8 (2), pp. 119-136. <https://doi.org/10.18028/rgfc.v8i2.5399>

Sullivan, S. and Hannis, M. (2017), "'Mathematics maybe, but not money': On balance sheets, numbers and nature in ecological accounting", *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, Vol. 30 No. 7, pp. 1459-1480. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-06-2017-2963>

Tecles, P. L. & Tabak, B. M. (2010). Determinants of bank efficiency: the case Brazil, *European Journal of Operational Research*, 207, pp. 1587-1598. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.06.007>

Tesouro Nacional (2021). *Manual de demonstrativos fiscais: Aplicado à União e aos Estados, Distrito Federal e Municípios*. Brasília: 11ª ed., Secretaria do Tesouro Nacional.

Thomson, I. (2015). 'But does sustainability need capitalism or an integrated report' a commentary on 'the in-ternational integrated reporting council: A story of failure' by flower, J, *Critical Perspectives on Account-ing*, 27, pp. 18-22. <https://doi:10.1016/j.cpa.2014.07.003>

Toledo, Dalla-Nora, Vieira, Aguiar & Araújo (2017). Development paradigms contributing to the transformation of the Brazilian Amazon: do people matter? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26-27, pp.77-83. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.01.009>