

---

# EFICIÊNCIA DO SETOR AGROPECUÁRIO NORDESTINO E SEUS DETERMINANTES EM 2006 E 2017

*Efficiency of the northeast agricultural sector and its determinants in 2006 and 2017*

## **Renata Benicio de Oliveira**

Economista. Doutoranda em Ciências pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. [renatabenicio01@gmail.com](mailto:renatabenicio01@gmail.com)

## **Janaina da Silva Alves**

Economista. Doutora em Economia. Professora Associada do Departamento de Economia e Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Av. Salgado Filho, S/N., Lagoa Nova. Natal/RN. [janaina.alves@ufrn.br](mailto:janaina.alves@ufrn.br)

## **Eliane Pinheiro de Sousa**

Economista. Doutora em Economia pela Universidade Federal de Viçosa. Professora Associada do Departamento de Economia e Pós-Graduação em Economia Regional e Urbana da Universidade Regional do Cariri. Rua Cel. Antônio Luiz, n. 1161, Pimenta. Crato/CE. [pinheiroeliane@hotmail.com](mailto:pinheiroeliane@hotmail.com)

---

**Resumo:** Este artigo objetiva mensurar a eficiência do setor agropecuário nos municípios nordestinos e seus determinantes, a partir de dados de 2006 e 2017, retirados dos Censos Agropecuários. Especificamente, almeja calcular os escores de eficiência técnica do setor agropecuário dos municípios da Região Nordeste e investigar os fatores que influenciaram esses escores. Para mensurar a eficiência, utilizou-se a Análise Envoltória dos Dados (DEA), e, para investigar a magnitude das suas principais causas, empregou-se o modelo de regressão quantílica, para uma amostra de 1.263 municípios nordestinos. Os resultados evidenciaram que quase a totalidade destes foi extremamente ineficiente, indicando que os produtores estão tendo limitações em seu processo produtivo, e consequente desperdício de recursos. Acerca dos condicionantes dos escores de eficiência, verificou-se que as variáveis analisadas influenciaram os quantis (0,25, 0,50 e 0,75) de forma diferente, sendo que o percentual de estabelecimentos com acesso ao financiamento e recebimento de orientação técnica obtiveram sinal negativo com os escores de eficiência. Ademais, a *dummy* referente à localização do município em região semiárida e a participação relativa daqueles cujo dirigente possui ensino médio regular registraram os efeitos com maior magnitude em todos os quantis.

**Palavras-chave:** agropecuária, eficiência, DEA, Nordeste.

**Abstract:** This paper aims to measure the efficiency of the agricultural sector in northeastern municipalities and its determinants, based on data from 2006 and 2017, taken from the Agricultural Census. Specifically, it aims calculate the technical efficiency scores of the agricultural sector in the municipalities of the Northeast region and investigate the determining factors of these scores. To measure the efficiency, the Data Envelopment Analysis (DEA) was used, and to investigate its determining factors, the quantile regression model was used for a sample of 1,263 northeastern municipalities. The results showed that almost all of these were extremely inefficient, indicating that producers are having limitations in their production process, and a consequent waste of resources. Regarding the determinants of the efficiency scores, it was found that the analyzed variables influenced the quantiles (0.25, 0.50 and 0.75) differently, and the percentage of establishments with access to financing and receiving technical guidance obtained a negative sign with the efficiency scores. Furthermore, the dummy referring to the location of the municipality in a semi-arid region and the relative participation of those whose director has a regular high school education registered the effects with greater magnitude in all quantiles.

**Keywords:** agriculture, efficiency, DEA, Northeast.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor agropecuário é constituído por produtores de bens homogêneos (*commodities*). Sendo assim, a competitividade do setor está relacionada especialmente à utilização dos recursos disponíveis e ao nível tecnológico empregado nas propriedades rurais (Guimarães; Pereira, 2014), ou seja, à eficiência da produção. Estar inserido em um ambiente produtivo com condições competitivas tem sido decisivo para a continuidade da produção, sobretudo, após o fenômeno da globalização. Conforme Costa *et al.* (2013), nesse contexto, houve uma intensificação da concorrência e maior exigência por produtos de qualidade, acompanhadas da necessidade de atração e manutenção dos investimentos no setor, a fim de que esse se desenvolvesse.

No que se refere à forma como a agricultura é praticada no Nordeste, Castro (2012) explica que essa é muito diversificada, tanto em termos do que se é cultivado como do nível da tecnologia empregada na produção. Este é, geralmente, defasado em relação ao adotado em atividades semelhantes realizadas em outras regiões do País, que, por vezes, apresentam melhores índices de produtividade para essas mesmas atividades. Parte desse atraso tecnológico é explicado pela dificuldade, ou ainda a total ausência, de acesso à assistência técnica por parte dos produtores rurais, uma vez que o tamanho do corpo técnico das instituições oficiais responsáveis por esse apoio não possibilita a orientação individualizada aos agricultores. Consequentemente, as safras nordestinas tendem a permanecer abaixo do potencial produtivo.

Além da defasagem tecnológica, os produtores se deparam com diversos obstáculos, como uso racional dos recursos naturais; crescente demanda pela automação do processo produtivo, em razão da urbanização; necessidade de aumento da produção sustentável de gêneros alimentícios, a fim de abastecer a população mundial crescente (CGEE, 2018); elevação contínua do nível de qualidade dos produtos ofertados; e integração da produção de pequenos, médios e grandes produtores aos principais canais de comercialização (MAPA, 2012).

Sob essas considerações, a realização de estudos direcionados aos níveis de eficiência produtiva do setor agropecuário se revelam de expressiva importância, principalmente em regiões como o Nordeste, em que uma parcela expressiva de sua população depende desse tipo de atividade para garantir sua sobrevivência. Dessa forma, o objetivo geral desta pesquisa é mensurar os escores de eficiência técnica concernentes aos estabelecimentos agropecuários, por município, da região Nordeste. Especificamente, busca-se mensurar os escores de eficiência técnica e estimar quais fatores influenciam nos escores de eficiência calculados, bem como em que magnitude, a partir de um conjunto de variáveis explicativas selecionadas com base na literatura. Nesse sentido, tem-se que tais fatores podem ser denominados como determinantes dos escores de eficiência obtidos.

O presente artigo está estruturado em cinco seções. A primeira corresponde a esta introdução; a segunda se refere à revisão bibliográfica, que caracteriza brevemente a agropecuária nordestina; a terceira diz respeito aos procedimentos metodológicos empregados; a quarta apresenta e discute os resultados encontrados; e a quinta expõe as considerações finais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A prática de atividades rurais no Brasil se depara com dificuldades distintas, decorrentes de sua heterogeneidade natural, que se refere aos relevos, tipos de solo, temperaturas e à presença de estações secas e úmidas afetadas por fenômenos climáticos cíclicos. Logo, é normal que a agropecuária brasileira tenha uma estrutura bastante diversificada, abrangendo propriedades de vários tamanhos, diferentes biomas, povos e comunidades, produtores que divergem no tocante às técnicas empregadas no processo de produção, regiões com pior ou melhor logística etc. (MAPA, 2012).

O setor agropecuário tem um papel importante na economia, sobretudo a brasileira, tendo em vista sua capacidade de gerar empregos, renda, divisas internacionais e segurança alimentar (Gomes; Alcantara Filho; Scalco, 2013). Em termos econômicos, destaca-se seu excelente desempenho, enquanto principal gerador de receitas cambiais líquidas, tendo em vista que, entre 2007 e 2017, as exportações líquidas do agronegócio foram determinantes para manter o superávit da balança comercial, conforme apontado por Reginato, Cunha e Vasconcelos (2019), com base em dados da Secretaria de Comércio Exterior do MAPA, do AgroStar e Ipeadata.

Além disso, a partir de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Reginato, Cunha e Vasconcelos (2019) acrescentam que a produção do setor agropecuário vem crescendo e se destacando desde a década de 1990. Em termos de PIB, a taxa média anual de crescimento desse segmento (3,6%), entre 1995 e 2017, foi superior tanto à nacional (2,3%) como à dos setores de comércio e serviços (1,9%) e industrial (1,3%), o que evidencia a relevância das atividades primárias para o crescimento econômico durante esse período. Ao se considerar somente os anos mais recentes, essa tendência também é mantida. Entre 2011 e 2017, por exemplo, o crescimento anual médio da agropecuária alcançou 3,1%, enquanto o PIB do País e o setor industrial registraram variações anuais médias inferiores a 1%.

A relevância do setor agropecuário também é notável no Nordeste. Segundo o BNB e ETENE (2018), somente no primeiro semestre de 2018, as vendas do agronegócio corresponderam a 43,5% do total exportado pela Região, igualando-se ao percentual registrado pelo segmento, em âmbito nacional, nas exportações do País. Em termos de valores monetários, dados recentes destacados pelo BNB (2020) mostram que, em 2019, o agronegócio nordestino obteve um superávit de 5,41 bilhões de dólares na balança comercial, oriundos das exportações de 15,4 milhões de toneladas de bens primários. Considerando a produção como um todo, a Produção Agrícola Municipal (PAM), pesquisa realizada pelo IBGE (2020), revela que os valores correntes da produção agropecuária nordestina, ainda em 2019, ultrapassaram os 42 milhões de reais, equivalentes a quase 12% do total registrado pelo Brasil.

Não obstante o bom desempenho do setor agropecuário nordestino, desde o período colonial, é perceptível a existência de diferenças no ritmo de desenvolvimento da agricultura entre as unidades federativas e regiões do País, em decorrência da diversidade dos ciclos econômicos vivenciados, relações de trabalho, disponibilidade relativa dos fatores de produção, aspectos culturais (Gomes; Alcantara Filho; Scalco, 2013), tipos de solo, práticas agropecuárias adotadas, produtos cultivados, animais criados (Silva; Silva, 2016) e outros fatores relacionados às questões políticas, geográficas, climáticas, sociais e tecnológicas (Silva *et al.*, 2019c).

Especificamente no Nordeste, Ferreira (2003) destaca a predominância de pequenos produtores agropecuários, concentração de terra, baixo nível de produtividade e irregularidade pluviométrica como principais características. Já em relação ao tipo de agricultura praticada, Lira (2016) destaca a predominância da agricultura de sequeiro, que tem como principal aspecto a dependência da precipitação de chuvas para que a cultura complete seu ciclo, o que traz muitas dificuldades aos produtores nordestinos, que têm pouca capacidade para manter suas atividades em períodos contínuos de estresse hídrico, tendo em vista a baixa incidência de chuvas na Região.

Além disso, Moura, Khan e Silva (2000) enfatizam a existência de diferenças estruturais e sobre como a agricultura é praticada dentro da própria Região, ao explicar que, nela, as agriculturas moderna e tradicional coexistem. A primeira é intensiva em capital e utilizadora de tecnologias avançadas, que proporcionam níveis elevados de produtividade. A segunda, todavia, não conseguiu ter acesso às técnicas mais desenvolvidas e, conseqüentemente, faz uso de métodos primitivos, que demandam pouco capital e são caracterizados pela baixa produtividade. Dessa forma, a questão do pequeno produtor rural, que pratica a agricultura tradicional e integra a maior parte dos agropecuaristas da Região, deve ser observada com a devida complexidade, ao considerar-se o conjunto da agricultura no Nordeste brasileiro. Os dados do Censo Agropecuário 2017, publicado pelo IBGE (2019), mostram que 79,17% dos estabelecimentos agropecuários nordestinos se caracterizavam

pela produção familiar. Ademais, do ponto de vista tecnológico, considerando-se o número de máquinas e equipamentos agrícolas, o desvio-padrão dos municípios nordestinos foi de 196,50, o que corrobora a disparidade existente entre os estabelecimentos agropecuários da Região.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

Inicialmente, foram calculados os escores de eficiência dos municípios nordestinos, por meio do modelo DEA. A abordagem de Análise Envoltória de Dados (DEA) é um método não paramétrico, que utiliza programação linear para construir uma fronteira de eficiência, tendo como base o conjunto de dados considerado, e, em seguida, calcula os níveis de eficiência relativa das unidades observadas em relação a essa fronteira (Coelli, 1996). Em outros termos, as firmas que se localizarem na fronteira estimada (denominadas *benchmarkings*) apresentarão a maior relação produtos/insumos possível dentro do grupo de agentes analisado e, portanto, servirão de referência para as demais. Logo, o nível de ineficiência de uma determinada firma será dado pela distância entre seu vetor produto/insumo e a fronteira construída, também denominada como superfície de referência (Pereira, 2003). Dessa forma, os resultados obtidos a partir do DEA não possuem inferência estatística, sendo válidos somente para a amostra que está sendo considerada (Zambianco; Rebelatto, 2019), ou seja, infere-se que, para um dado conjunto de variáveis, a eficiência relativa se baseia na comparação das informações de insumos e produtos de uma determinada firma situada sobre essa superfície (fronteira) em relação àquelas apresentadas pelas demais, que se localizam no interior da fronteira.

O método DEA foi desenvolvido, inicialmente, por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), com base no trabalho de Farrell (1957), utilizando o modelo com retornos constantes. Posteriormente, Banker, Charnes e Cooper (1984) desenvolveram essa técnica, ao proporem um modelo com retornos variáveis à escala. O DEA permite a avaliação da eficiência considerando-se, simultaneamente, diversos insumos e produtos e tem como principal pressuposto a ideia de que se uma certa unidade tomadora de decisão (*Decision Making Unit*, DMU) A é capaz de produzir Y unidades de um determinado bem, empregando X insumos, outras DMUs também poderiam fazê-lo, caso operassem de forma eficiente (Nogueira, 2005). Neste estudo, as DMUs corresponderam aos municípios da Região Nordeste do Brasil.

As medidas de eficiência são precedidas pela determinação do tipo de orientação, que pode ser baseada na redução dos insumos (orientação insumo) ou na maximização da produção (orientação produto) (Coelli *et al.*, 2005). Nesse caso, optou-se pela orientação produto, conforme sugerido por Stucker (2003), Barbosa *et al.* (2013) e Effendy *et al.* (2019). De acordo com Stucker (2003), essa opção é fundamentada na hipótese de que, dados os insumos disponíveis (terra, capital e trabalho), o município deve maximizar seu nível de produção. Em relação ao modelo, adotou-se o modelo com retornos constantes de escala, seguindo os estudos de Santos e Fernandes (2009), Blancard e Martin (2012), Musemwa *et al.* (2013) e Effendy *et al.* (2019).

Obtidos os escores de eficiência, os municípios foram classificados de acordo com as diretrizes do Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos escores de eficiência

Classes de eficiência	Estudos que basearam a classificação
$E < 0,25$	
$0,25 \leq E < 0,5$	
$0,5 \leq E < 0,75$	Barbosa <i>et al.</i> (2013), Barbosa e Sousa (2014) e Barbosa, Lima e Sousa (2014)
$0,75 \leq E < 1$	
$E = 1$	

Fonte: Elaboração das autoras.

Tendo em vista que se pretende mensurar os níveis de eficiência do setor agropecuário nos municípios nordestinos para os anos de 2006-2017, utilizou-se a abordagem DEA-Malmquist, pois essa é a mais indicada ao se analisar resultados obtidos entre diferentes anos.

### 3.2 Modelo de regressão quantílica

Após mensurar-se os escores de eficiência dos municípios nordestinos, o modelo de regressão quantílica foi utilizado para identificar os principais fatores que os influenciam. Além disso, verificou-se se os municípios mais eficientes são afetados da mesma forma que aqueles considerados menos eficientes, isto é, observou-se como as variáveis selecionadas impactam o nível de eficiência ao longo dos quantis estabelecidos (Nascimento *et al.*, 2017). Dessa forma, infere-se que esse tipo de análise, diferentemente de uma regressão múltipla tradicional, fornece resultados mais robustos, ao considerar as especificidades dos diferentes municípios da amostra, ou seja, em vez de supor que, na média, os pontos de ineficiência são comuns a toda a área de estudo, assume que estes se manifestam diferentemente entre os quantis. Segundo Quintela (2011), essa técnica permite avaliar o poder de determinação dos regressores entre diferentes quantis de eficiência, uma vez que esse pode mudar conforme o nível de eficiência registrado pelo município. Sendo assim, foram estimadas regressões para os seguintes quantis: 0,25; 0,50 e 0,75, seguindo o proposto por Barbosa *et al.* (2013), Sousa, Justo e Campos (2013) e Sobreira *et al.* (2016).

Em conformidade com Freitas (2014), diferentemente da abordagem dos mínimos quadrados ordinários, cujos resultados são calculados a partir da soma dos quadrados dos resíduos, a regressão quantílica é baseada na soma dos desvios absolutos, em que o estimador é definido como *Least Absolute Deviations* (LAD). De acordo com Koenker e Bassett (1978), o coeficiente desse modelo pode ser obtido a partir da solução da equação (1):

$$\min_{\beta} \frac{1}{n} \sum_{i: y_i > x_i \beta} \theta |y_i - x_i' \beta_0| + \sum_{i: y_i \leq x_i \beta} (1 - \theta) |y_i - x_i' \beta_0| = \min_{\beta} \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \rho_{\theta}(\mu_{\theta i}) \quad (1)$$

em que  $\rho_{\theta}$  é denominado função *check*, cuja definição é dada pela equação (2):

$$\left[ \begin{array}{l} \rho_{\theta}(\mu_{\theta}) = \theta u_{\theta i}, u_{\theta i} \geq 0, \\ (\theta - 1) u_{\theta i}, u_{\theta i} < 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

Dessa forma, em vez de estimar modelos para funções médias condicionais, a regressão quantílica fornece ferramentas de estimativas de modelos para funções quantis condicionais, permitindo averiguar a influência dos regressores sobre os diferentes níveis de eficiência técnica (Nascimento *et al.*, 2017). Seguindo a formulação de Nascimento *et al.* (2012), o p-ésimo quantil condicional do nível de eficiência pode ser dado pela equação (3):

$$Q_p(y_i | z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7, z_8) = \beta_0 + \sum_{j=1}^8 \beta_j z_j, \quad p \in [0, 1] \quad e \quad j = 1, 2, \dots, 8. \quad (3),$$

Em que:  $Y_i$  = escore de eficiência obtido no modelo DEA,  $Z_1$  = participação relativa de estabelecimentos agropecuários que realizaram adubação em sua terra,  $Z_2$  = participação relativa de estabelecimentos agropecuários que receberam orientação técnica regular,  $Z_3$  = participação relativa de estabelecimentos agropecuários que tiveram acesso ao financiamento,  $Z_4$  = participação relativa de estabelecimentos agropecuários que praticam atividades cooperativas realizadas com outros agentes produtivos,  $Z_5$  = participação relativa de estabelecimentos cujo produtor tem ensino médio regular,  $Z_6$  = participação relativa de estabelecimentos que utilizam sistemas de irrigação,  $Z_7$  = participação relativa de estabelecimentos que fazem rotação de culturas e  $Z_8$  = participação relativa de estabelecimentos que usam calcário e outros corretivos.

Realizados esses procedimentos, foi possível analisar quais das variáveis consideradas influenciaram os níveis de eficiência obtidos. O conjunto de variáveis empregado para estimar os escores de eficiência, bem como seus determinantes, serão apresentados na seção a seguir.

### 3.3 Variáveis e fontes dos dados

Os dados utilizados são de natureza secundária, retirados do Censo Agropecuário 2006 e do Censo Agropecuário 2017, realizados pelo IBGE. As variáveis correspondentes aos insumos (*inputs*) e ao produto (*output*), que foram empregadas no método DEA, bem como as variáveis consideradas como determinantes dos escores de eficiência, que foram utilizadas na regressão quantílica, são apresentadas no Quadro 2, juntamente com os estudos que embasaram a escolha dessas variáveis. Ressalta-se que as variáveis monetárias foram deflacionadas, por meio do IGP-DI (base dezembro de 2018), colhido na plataforma da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2019).

Quadro 2 – Variáveis utilizadas em cada método e estudos que inspiraram sua escolha

Método	Variável	Estudos que embasaram a escolha das variáveis
Análise Envolvória de Dados	Número de máquinas e implementos agrícolas existentes nos estabelecimentos agropecuários (em unidades)	Santos e Fernandes (2009); Blancard e Martin (2012); Barbosa <i>et al.</i> (2013); Barbosa e Sousa (2014); Barbosa, Lima e Sousa (2014); Freitas (2014); Reis <i>et al.</i> (2020)
	Área dos estabelecimentos agropecuários (em hectares), exceto matas e florestas destinadas à área de preservação permanente ou reserva legal, terras degradadas e terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária	Stuker (2003); Santos e Fernandes (2009); Blancard e Martin (2012); Barbosa <i>et al.</i> (2013); Barbosa e Sousa (2014); Barbosa, Lima e Sousa (2014); Freitas (2014); Silva <i>et al.</i> (2019c); Effendy <i>et al.</i> (2019); Silva <i>et al.</i> (2019a); Reis <i>et al.</i> (2020)
	Salários pagos (expressos em mil reais)	Sousa, Justo e Campos (2013); Barbosa e Sousa (2014); Barbosa, Lima e Sousa (2014); Fernandes e Pascual (2015); Barbosa (2016)
	Despesas operacionais (despesas realizadas com adubos, corretivos do solo, sementes e mudas, compra de animais, agrotóxicos, medicamentos para animais, rações, transporte da produção, energia elétrica e combustível pelo estabelecimento, expressas em mil reais)	Stuker (2003); Sousa, Justo e Campos (2013); Barbosa e Sousa (2014); Barbosa, Lima e Sousa (2014); Freitas (2014); Fernandes e Pascual (2015); Silva <i>et al.</i> (2019c); Silva <i>et al.</i> (2019a)
	Output	Valor da produção agropecuária (que corresponde à soma entre o valor da produção animal e vegetal, medida em mil reais)

Método	Variável	Estudos que embasaram a escolha das variáveis	
Regressão quantílica	Variável dependente	Escore de eficiência do município	Barbosa <i>et al.</i> (2013); Sousa, Justo e Campos (2013); Silva (2016); Effendy <i>et al.</i> (2019); Reis <i>et al.</i> (2020)
	Regressores	Participação relativa de estabelecimentos agropecuários que realizaram adubação em sua terra	Blancard e Martin (2012); Barbosa <i>et al.</i> (2013); Silva (2016) e Effendy <i>et al.</i> (2019)
		Participação relativa de estabelecimentos agropecuários que receberam orientação técnica regular	Barbosa <i>et al.</i> (2013); Freitas (2014); Sousa, Justo e Campos (2013); Silva (2016); Reis, Moreira e Vilpoux (2018); Effendy <i>et al.</i> (2019)
		Participação relativa de estabelecimentos agropecuários que tiveram acesso ao financiamento	Barbosa <i>et al.</i> (2013); Sousa, Justo e Campos (2013); Freitas (2014); Sobreira <i>et al.</i> (2016); Reis, Moreira e Vilpoux (2018); Effendy <i>et al.</i> (2019); Reis <i>et al.</i> (2020)
		Participação relativa de estabelecimentos com prática de atividades cooperativas realizadas com outros agentes produtivos	Sousa, Justo e Campos (2013); Freitas (2014); Reis, Moreira e Vilpoux (2018)
		Participação relativa de estabelecimentos cujo produtor tem ensino médio regular	Sousa, Justo e Campos (2013); Freitas (2014); Silva (2016)
		Participação relativa de estabelecimentos que utilizam sistemas de irrigação	Freitas (2014); Sobreira <i>et al.</i> (2016); Silva (2016)
		Participação relativa de estabelecimentos que praticam a rotação de culturas	Soares e Spolador (2019)
		Participação relativa de estabelecimentos que utilizam calcário e outros corretivos	Fernandes e Pascual (2015); Silva (2016); Soares e Spolador (2019)
		<i>Dummy</i> de localização em região semiárida (= 1 caso o município não esteja localizado nessa área; 0 caso contrário) (DSA)	Silva <i>et al.</i> (2019a); Batista <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Elaboração própria.

Dada a disponibilidade dos dados, a área de estudo deste trabalho compreende 1.263 municípios nordestinos, uma vez que, dos 1.793 municípios localizados na Região Nordeste, 530 não tiveram seus registros divulgados pelo IBGE para todas as variáveis selecionadas ou apresentaram valores somente em um dos anos estudados. Ademais, ressalta-se que este artigo é fundamentado somente nas principais variáveis apontadas pela literatura, deixando de captar diretamente outros fatores que possam interferir nos níveis de eficiência produtiva do setor agropecuário. Contudo, isso não diminui a relevância das constatações realizadas.

## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise dos escores de eficiência técnica

Esta subseção apresenta os resultados obtidos nesta pesquisa, especificamente aqueles referentes à mensuração dos escores de eficiência técnica, sob a ótica do modelo com retornos constantes de escala. Sendo assim, a Tabela 1 exibe as distribuições das frequências absolutas e relativas dos escores de eficiência técnica dos municípios nordestinos, em 2006 e 2017.

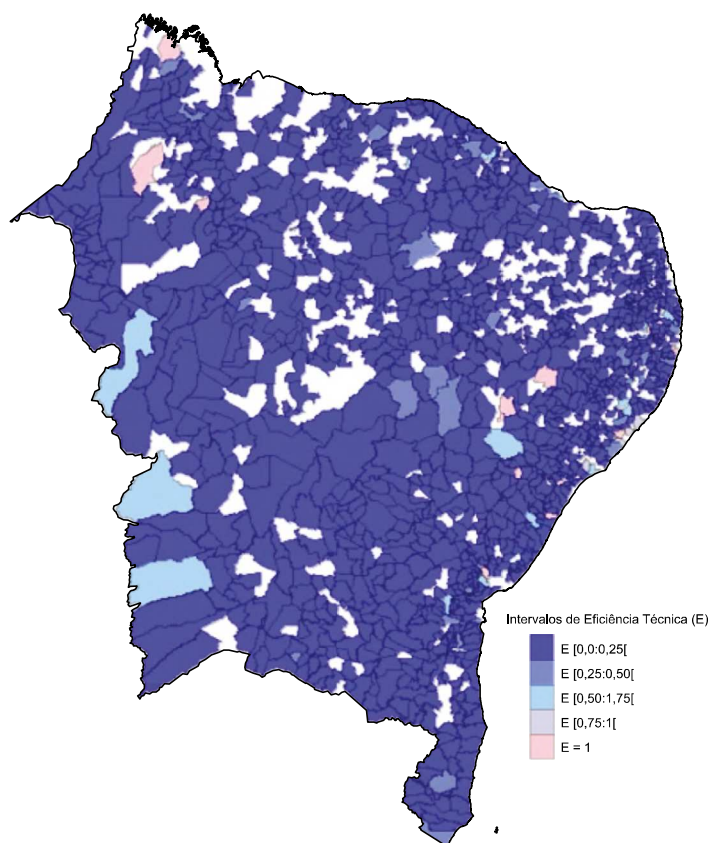
Tabela 1 – Distribuições das frequências absolutas (fi) e relativas (%) dos municípios nordestinos, conforme intervalos de medidas de eficiências, considerando o modelo CRS, em 2006 e 2017

Classes de eficiência	Eficiência técnica (E)			
	2006		2017	
	fi	%	fi	%
E < 0,25	1.194	94,54	1.131	89,55
0,25 ≤ E < 0,5	36	2,85	107	8,47
0,5 ≤ E < 0,75	16	1,27	12	0,95
0,75 ≤ E < 1	5	0,40	7	0,55
E = 1	12	0,95	6	0,48
<b>Total</b>	<b>1.263</b>	<b>100,00</b>	<b>1.263</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Elaboração das autoras com base nos dados da pesquisa.

Fazendo-se uma análise geral, tem-se que, em 2006, 94,54% dos municípios nordestinos foram ineficientes, enquanto, em 2017, esse percentual caiu para quase 90%. Esse panorama pode ser visualizado nas Figuras 1 e 2. Como pode ser percebido, no que diz respeito à eficiência dos municípios nordestinos, tanto em 2006 como em 2017, eles apresentaram desempenho abaixo do nível máximo. Isso indica que, mesmo após mais de uma década, os produtores ainda enfrentam muitas dificuldades e limitações que os impedem de progredir expressivamente. Obviamente, nesse ínterim, alguns estabelecimentos agropecuários apresentaram reduções em seus escores de eficiência, enquanto outros registraram ganhos, o que influenciou nos resultados dos seus respectivos municípios.

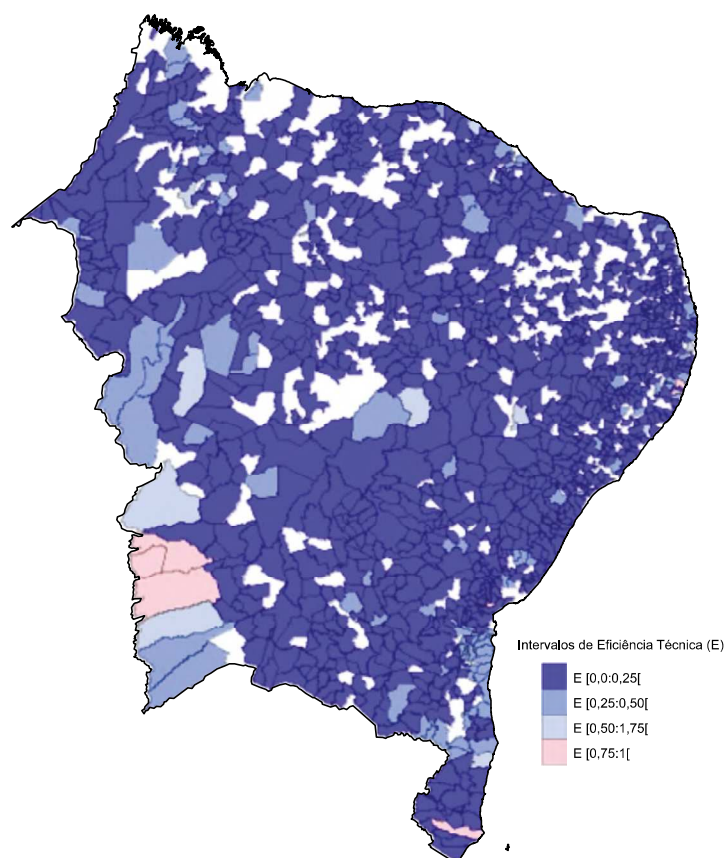
Figura 1 – Distribuição dos municípios nordestinos conforme intervalos de eficiência técnica do setor agropecuário, em 2006



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa.



Figura 2 – Distribuição dos municípios nordestinos conforme intervalos de eficiência técnica do setor agropecuário, em 2017



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa.

Em 2006, os municípios menos eficientes foram Itanagra (BA) e Baianópolis (BA), enquanto somente São Miguel dos Campos (AL), Indiaroba (SE), Areia Branca (SE), Cachoeira (BA), Fátima (BA), Glória (BA), Ibimirim (PE), Recife (PE), São Vicente Férrer (PE), Joselândia (MA), Santa Luzia (MA) e Turiaçu (MA) atingiram eficiência máxima. Já em 2017, Tacaimbó (PE) e Riacho das Almas (PE) registraram o menor nível de eficiência, enquanto Formosa do Rio Preto (BA), Juazeiro (BA), Arapiraca (AL), Canguaretama (RN), Paracuru (CE) e Ribeiro Gonçalves (PI) obtiveram eficiência plena. A justificativa para tais resultados, entretanto, não pode ser inferida a partir do modelo, uma vez que se trata de dados em painel.

Ressalta-se que, como a metodologia DEA se fundamenta nas informações da base de dados, as constatações aqui feitas refletem o caso da Região Nordeste, especificamente sob o contexto observado, isto é, considerando-se a amostra e o conjunto de variáveis empregadas. Dessa forma, caso fosse realizada uma análise menos agregada, por grupos ou classes de municípios, por exemplo, os resultados, embora pudessem se assemelhar a esses, seriam mais específicos. Contudo, por limitações metodológicas, como a não possibilidade de operacionalização do modelo de eficiência para dados em painel desbalanceado, foi aplicada uma análise mais agregada.

Acerca daqueles que obtiveram ganhos na eficiência, destacam-se os municípios localizados na região do MATOPIBA, visto que, dos 154 municípios dessa região contidos neste estudo, 146 apresentaram aumentos nos escores de eficiência técnica, entre 2006 e 2017. De acordo com os resultados do modelo DEA-Malmquist, que fornece valores acerca do quanto dessas variações na eficiência é decorrente de elevações no nível de eficiência e de mudanças tecnológicas, o desem-

penho do Nordeste como um todo é afetado negativamente por agravamento de atrasos tecnológicos. Contudo, no caso do MATOPIBA, os ganhos de eficiência conseguiram superar tal efeito<sup>1</sup>.

Desde a demarcação dessa fronteira agrícola, em 2015, algumas políticas públicas foram implementadas, o que, em teoria, tende a favorecer o desempenho dessa região. Uma das principais políticas que podem ser mencionadas é o Plano de Desenvolvimento da Agropecuária (PDA)<sup>2</sup> e a criação de um comitê<sup>3</sup>, que, conforme Brasil (2015), objetivava organizar e fomentar o desenvolvimento econômico sustentável do setor na região, auxiliando, entre outras coisas, na gestão de programas, projetos e ações federais relativos às atividades desse segmento, observando aspectos como eficiência, mobilidade social e inovação tecnológica. Tendo em vista que tais políticas foram benéficas ao MATOPIBA, seria interessante que o governo federal buscasse replicar as ações ali realizadas em outras regiões, adaptando-as a cada contexto, a fim de incentivar o setor agropecuário de diferentes espaços e as suas respectivas potencialidades, além de focar na redução da desigualdade tecnológica presente nos municípios nordestinos.

Observa-se que as evidências encontradas estão em consonância com a literatura que estuda os níveis de eficiência dos produtores agropecuários nas mais diversas regiões do Brasil, pois diversos trabalhos, que fazem uso de distintas variáveis e abordagens, como Nogueira (2005), que constatou que os estados de Rondônia e Piauí não obtiveram nenhuma delas classificada como eficiente, de acordo com dados de 1995/06 e que 78% das microrregiões brasileiras foram ineficientes; Barbosa *et al.* (2013), que estudaram as microrregiões brasileiras, em 2006, e verificaram que 68,7% registraram eficiência inferior a 0,5; Sousa, Justo e Campos (2013), que investigaram fruticultores cearenses, em 2008, e observaram que 81,84% deles apresentaram escore de eficiência menor que 0,6; Barbosa, Lima e Sousa (2014), que averiguaram o semiárido brasileiro, em 2006, e constataram que 52,76% do referido setor agropecuário obteve eficiência menor que 0,25 e 85,72% inferior a 0,5; Silva (2016), que observou 160 microrregiões no Sudeste, Sul e Centro-Oeste, em 2006, das quais 133 obtiveram eficiência menor que 0,5; e Nascimento *et al.* (2017), que pesquisaram os produtores de Minas Gerais, em 2009, também constataram ineficiência para parcela majoritária (84,07%) de suas observações.

Assim, a partir dos dados dos estabelecimentos agropecuários agregados por município, é possível concluir que, do ponto de vista tecnológico, houve uma involução do desempenho da região entre 2006 e 2017, que, na maior parte dos casos, acabou não sendo compensada por ganhos de eficiência. Logo, compreendeu-se que tal atraso tecnológico e a consequente heterogeneidade frente à agropecuária de municípios mais desenvolvidos, como aqueles do MATOPIBA, foram refletidas de forma agregada pelos escores de eficiência encontrados. Nesse contexto, destaca-se, novamente, a necessidade de políticas públicas direcionadas aos produtores rurais nordestinos, sobretudo, a fim de estimular a inovação.

## 4.2 Determinantes dos níveis de eficiência do setor agropecuário nordestino

Esta subseção apresenta a influência do percentual de estabelecimentos agropecuários cooperados com outros agentes produtivos, cujo produtor concluiu ensino médio regular, que tiveram acesso ao financiamento, que receberam orientação técnica regular, que utilizaram adubos, que fizeram uso de irrigação, que fizeram rotação de culturas e que utilizaram calcário ou outros corretivos sobre os escores de eficiência obtidos no modelo com retornos constantes de escala.

1 Saurin *et al.* (2013) elucidam que o cálculo das alterações tecnológicas tem como foco a influência das mudanças na combinação de insumos, ocorridas entre os períodos, sobre a geração do produto; enquanto o cômputo das alterações na eficiência se fundamenta na distância de cada DMU em relação à fronteira de eficiência formada em cada ano, de modo a observar se, após esse ínterim, a unidade em questão teve sua eficiência técnica elevada ou reduzida, sendo que tais deslocamentos são influenciados pelo desenvolvimento dos processos produtivos e do próprio produto.

2 Para mais informações sobre as repercussões do PDA para o desenvolvimento do MATOPIBA, ver Souza e Pereira (2019).

3 Bolfe *et al.* (2016) discutem a atenção dada ao MATOPIBA pelo governo federal e as consequentes potencialidades agropecuárias desse território.

Após a seleção desse conjunto de variáveis, foi necessário retirar mais 320 municípios com dados faltantes, de modo que restaram 943. Logo, foram estimados os resultados do modelo de regressão quantílica para os seguintes quantis: 0,25, 0,50 e 0,75, conforme apresentados na Tabela 2.

Em relação à magnitude dos efeitos, em todos os quantis, a localização do município em área semiárida (DSA) e o percentual de estabelecimentos em que o produtor tem ensino médio regular foram os fatores que exerceram mais influência sobre os escores de eficiência.

Tabela 2 – Estimativa das variáveis explicativas do nível de eficiência técnica do setor agropecuário dos municípios nordestinos

Variável Dependente (%)	Quantil		
	0,25	0,50	0,75
Estabelecimentos cooperados	0,001 (0,000)	0,003* (0,001)	0,004** (0,002)
Produtores com Ensino Médio Regular	0,003* (0,001)	0,004* (0,001)	0,006* (0,001)
Estabelecimentos com Acesso ao Financiamento	-0,000* (0,000)	-0,000** (0,000)	0,000 (0,000)
Estabelecimentos que Recebem Orientação Técnica	-0,000 (0,000)	-0,0004* (0,000)	-0,001** (0,000)
Estabelecimentos que Usam Adubo	0,000*** (0,000)	0,000** (0,000)	0,000 (0,000)
Estabelecimentos que Usam Irrigação	-0,000*** (0,000)	-0,000 (0,000)	0,000 (0,000)
Estabelecimentos que Fazem Rotação de Culturas	0,001*** (0,000)	0,001*** (0,000)	0,005*** (0,000)
Estabelecimentos que Usam Calcário e Outros Corretivos	0,000*** (0,000)	0,000* (0,000)	-0,000*** (0,000)
DSA	0,0112*** (0,004)	0,0341*** (0,008)	0,0303* (0,0184)

Fonte: Elaboração das autoras com base nos dados da pesquisa.

Notas: \*\*\* Significante a 1%. \*\* Significante a 5%. \* Significante a 10%.

Como pode ser observado, exceto o uso de irrigação (que foi significativo apenas no primeiro quantil), as demais variáveis apresentaram significância estatística em pelo menos dois quantis. Apesar de se esperar que todas elas obtivessem sinais positivos, constatou-se que o uso da irrigação mostrou relação inversa ao nível de eficiência nas partes inferior e mediana da distribuição (embora tenha sido significativo apenas na primeira), enquanto o uso de calcário e/ou outros corretivos apresentou sinal oposto ao esperado no terceiro quantil, o acesso ao financiamento registrou efeito negativo nos dois primeiros quantis, e o recebimento de orientação técnica apresentou sinais não esperados em todos os quantis analisados. Essa diferença na significância estatística e nos sinais esperados revela a importância da não realização de uma regressão única para todos os municípios, visto que tais resultados demonstram que os municípios são influenciados de forma diferente pelas variáveis consideradas e, por conseguinte, impede que os gestores elaborem políticas considerando o setor agropecuário como homogêneo.

Quanto à orientação técnica, Campos (2011) e Freitas (2014) encontraram resultados semelhantes. Uma possível justificativa para essa inferência é que o modelo não capta a qualidade da orientação recebida, então pode supor-se que esta orientação técnica não obteve qualidade suficiente para impactar positivamente na eficiência técnica. Ademais, segundo o primeiro autor, isso também pode ser explicado pela existência de defasagem de tempo entre o recebimento dessa assistência e a resposta da produção, uma vez que alguns produtores tendem a buscá-la apenas após observar que seu processo produtivo está mal dimensionado. Acerca do acesso ao financiamento, Barbosa *et al.* (2013) e Freitas (2014) obtiveram inferências afins, e os primeiros explicam que isso pode ser justificado pelo uso irracional dos recursos adquiridos, a exemplo da sua aplicação

em outras atividades praticadas pelo produtor (já que não há um monitoramento de como o agricultor efetivamente aplica os recursos) e/ou pela aquisição excessiva de insumos.

Logo, é preciso que o poder público priorize não apenas a execução dos serviços que fornece, mas também a sua qualidade, o que pode ser feito a partir da contratação de profissionais qualificados e da fiscalização e avaliação de tais serviços. No caso do acesso ao financiamento, é ideal que as instituições fornecedoras de crédito implementem formas de verificar o destino dos recursos disponibilizados, visto que muitas linhas de crédito têm objetivos específicos (custeio, investimento etc.), a fim de garantir que os recursos serão de fato empregados no processo produtivo.

Em relação ao uso de calcário e/ou outros corretivos, Silva (2016) também verificou efeitos negativos dessa variável sobre a eficiência produtiva. A esse respeito, Lopes e Guilherme (2000) elucidam que os ganhos de produtividade proporcionados por esse tipo de produto só ocorrem quando o produtor o usa de forma correta e conhece os seus efeitos sobre o solo. Já no caso da irrigação, Sobreira *et al.* (2016), que também encontraram sinal negativo para essa variável, argumentam que a implementação desse tipo de tecnologia envolve elevados custos iniciais, que, se superiores ao retorno obtido com a produção, podem afetar negativamente os escores de eficiência mensurados, especialmente quando se observa apenas o curto prazo. Assim, seria interessante que o governo adotasse medidas como a realização de cursos e capacitações técnicas voltadas para o uso desses insumos, bem como para o planejamento e a educação financeira dos produtores desses municípios.

No que tange às demais variáveis, o sinal positivo apresentado pela prática de atividades cooperativas e pelo nível de escolaridade também foi verificado por Sousa, Justo e Campos (2013). Em relação à primeira, isso pode ser explicado pelo fato de que o contato entre diferentes agricultores permite uma troca de conhecimentos. Ademais, Mazzo (2014) esclarece que produtores cooperados contam com vantagens econômicas das quais dificilmente poderiam usufruir agindo sozinhos, como maior poder de negociação na compra e venda de produtos. No que se refere à segunda, para Sousa, Justo e Campos (2013), um maior grau de instrução implica que os produtores dispõem de maior capacidade para compreender e incorporar novas práticas agrícolas. Outrossim, infere-se que o incentivo à cooperação dos produtores rurais é uma política benéfica e relevante para o aprimoramento do processo produtivo, devendo, portanto, continuar a ser estimulada pelos gestores em todos os níveis territoriais.

Assim como este estudo, Barbosa *et al.* (2013) e Silva (2016) observaram uma relação direta entre eficiência e uso de adubos, o que é esperado, visto que esse insumo eleva a produtividade da terra. Ademais, este último autor também registrou efeitos positivos decorrentes do uso de irrigação. Logo, políticas voltadas para a expansão do uso apropriado de adubos, seja por meio de campanhas ou isenções/reduções no seu preço, podem contribuir para o aumento da eficiência produtiva. A mesma lógica pode ser aplicada para o caso da irrigação. Por fim, como esperado, a variável *dummy* do semiárido (DSA) corroborou a teoria apontada pela literatura de que municípios localizados em áreas com menor incidência de chuvas apresentam desvantagem para a prática de atividades agropecuárias, quando comparados àqueles que não se localizam nesse tipo de região. Logo, os municípios nordestinos que possuem clima semiárido (DSA = 0) tendem a ser menos eficientes que os demais, por disporem de condições climáticas menos favoráveis. Acerca disso, Batista *et al.* (2020) também constataram esse resultado. Isso implica na necessidade de atuação governamental através de medidas que propiciem e estimulem o uso da irrigação, bem como o acesso à água, levando-a até os produtores rurais familiares, a exemplo da transposição do rio São Francisco e da perfuração de poços.

Em síntese, pode-se concluir que os fatores determinantes da eficiência técnica agropecuária dos municípios nordestinos divergem entre aqueles considerados mais e menos eficientes, sendo que, em todos os quantis considerados, mais da metade das variáveis analisadas foram estatisticamente significantes. Além disso, os efeitos negativos da orientação técnica e o do acesso ao financiamento, bem como os efeitos positivos do nível de escolaridade considerado, eviden-

ciam a necessidade do poder público de ampliar seus investimentos em educação na zona rural e complementá-los com a implementação de cursos voltados para áreas como educação financeira e gerenciamento.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado neste estudo, apesar da expressiva representatividade da agropecuária nordestina, os escores de eficiência encontrados se mostraram relativamente distantes do valor máximo (um). Assim, embora não haja um nível ideal de eficiência, a amplitude desse hiato é preocupante. Nesse contexto, recomenda-se que as políticas direcionadas ao setor agropecuário sejam repensadas, em especial, aquelas que fomentam o investimento e estimulam a modernização, a fim de que se alcance um público maior. Ademais, destaca-se também a necessidade de estudos que verifiquem o impacto desse tipo de política sobre os produtores beneficiados, uma vez que esse tipo de análise também pode contribuir para o aprimoramento destas políticas. Dessa forma, espera-se que o progresso tecnológico favoreça a eficiência produtiva e, por conseguinte, elevem a produtividade e a renda dos agricultores, que tenderão a dispor de melhores condições de vida.

Outro ponto que merece ser discutido diz respeito ao efeito negativo da orientação técnica sobre os níveis de eficiência. A esse respeito, infere-se que seja necessário que os profissionais que fornecessem essa assistência aos produtores façam visitas regulares, e não somente nos casos em que os produtores considerarem essenciais, tendo em vista que esse acompanhamento pode permitir que o técnico identifique deficiências no processo produtivo que não são perceptíveis aos agricultores, como a escala inadequada da produção. Além disso, é essencial que se observe a qualidade do serviço de assistência técnica oferecido aos produtores, embora entenda-se que, para tal, é exigido um grande volume de investimento público, fato que reduz sua viabilidade. No entanto, isso não diminui a importância dos investimentos voltados para assistência técnica aos produtores, nem os potenciais efeitos positivos sobre o desenvolvimento da agropecuária.

Reitera-se o argumento, defendido pela literatura, de que a ampliação no fornecimento de orientação técnica, associado aos investimentos em educação, também contribui para o aumento da eficiência, pois são relevantes fontes de informação para os produtores, que passam a dispor de maior capacidade para gerenciar sua produção e assimilar o funcionamento de novas tecnologias empregadas, por exemplo.

Apesar de este trabalho não ter observado a influência do acesso à internet, sugere-se que sejam realizados estudos que considerem tal variável, uma vez que ela apresenta repercussões semelhantes. Ademais, ao se empregar o tamanho populacional como critério para a divisão dos grupos, alguns municípios mudaram de grupo entre os anos considerados, o que impossibilitou a análise da evolução destes em relação aos demais membros do seu grupo inicial.

Por fim, tendo em vista que a área de estudo desta pesquisa foi apenas a Região Nordeste, recomenda-se que, em estudos posteriores, as demais regiões do País sejam analisadas, a fim de se verificar se a situação do setor agropecuário é semelhante em outras partes do território brasileiro. Além disso, também seria interessante que tais análises fizessem uso de diferentes abordagens, como o método de fronteira estocástica, e ampliassem o conjunto de variáveis, de modo a contribuir para a literatura, a partir de novas perspectivas.

## REFERÊNCIAS

BNB - BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE – ETENE. Nordeste apresenta superavit na balança do agronegócio em 2018. **DEE – Diário Econômico ETENE**. [S. l.], ano 1, n. 154, set. 2018b.

\_\_\_\_\_. Balança Comercial do Agronegócio do Nordeste 2018-2019. **Banco do Nordeste**, [S. l.], jun. 2020. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/agronegocio/agroinforma/-/asset\\_publisher/qg5dL6xAGfoP/content/balanca-comercial-do-agronegocio-donordeste-2018-2019/3760965?inhEritRedirect=false](https://www.bnb.gov.br/agronegocio/agroinforma/-/asset_publisher/qg5dL6xAGfoP/content/balanca-comercial-do-agronegocio-donordeste-2018-2019/3760965?inhEritRedirect=false). Acesso em: 13 jan. 2022.

BANKER, R. D.; CHARNES, H.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, [S. l.], v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984. Disponível em: <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/mnsc.30.9.1078?cookieSet=1>. Acesso em: 13 jan. 2022.

BARBOSA, W. F.; LIMA, M. M. F.; SOUSA, E. P. Análise da Eficiência Técnica e de Escala do Setor Agropecuário no Semiárido Brasileiro. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 52., 2014, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: SOBER, 2014. Disponível em: <https://sober.org.br/anais/>. Acesso em: 14 jan. 2022.

BARBOSA, W. F.; SOUSA, E. P.; AMORIM, A. L.; CORONEL, D. A. Eficiência técnica da agropecuária nas microrregiões brasileiras e seus determinantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 11, p. 2115-2121, nov. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/fhpYkk7dd7dx7kfFnLgpQSk/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. 2022.

BARBOSA, W. F.; SOUSA, E. P. Eficiência técnica e de escala da agropecuária no estado do Ceará. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, Vitória da Conquista, n. 17, p. 153-185, 2014. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/ccsa/article/view/2040>. Acesso em: 13 jan. 2022.

BATISTA, M. L. B.; OLIVEIRA, R. B.; ALVES, J. S.; SOUSA, E. P. Produção Agropecuária no Brasil e seus Determinantes: uma abordagem econométrica para os anos de 2006 e 2017. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 18., 2020, online. **Anais eletrônicos...** [S. l.]: ABER, 2020. Disponível em: <https://brsa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/1502/Arquivo-1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

BLANCARD, S.; MARTIN, E. Energy Efficiency measurement in agriculture with imprecise energy content information. **Working Paper**. Dijon: CESAER, 2012. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/130583/>. Acesso em: 18 jan. 2022.

BOLFE, E. L.; VICTÓRIA, D. C.; CONTINI, E.; BAYMA-SILVA, G.; SPINELLI-ARAÚJO, L.; GOMES, D. Matopiba em crescimento agrícola – aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano 25, n. 4, out./nov./dez. 2016.

BRASIL. Decreto nº 8.447, de 06 maio de 2015. Dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba e a criação de seu Comitê Gestor. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 maio 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/decreto/d8447.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8447.htm). Acesso em: 14 jan. 2022.

- CAMPOS, S. A. C. **Eficiência econômica e ambiental da produção leiteira em Minas Gerais**. 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/51>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- CASTRO, C. N. **A Agricultura no Nordeste Brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. Brasília, DF, Rio de Janeiro: IPEA, 2012. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1011/1/TD\\_1786.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1011/1/TD_1786.pdf). Acesso em: 04 jan. 2022.
- CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para Agropecuária Sustentável**. Brasília, DF, 2018, 28 p. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/Publicacoes/ENCTI/PlanosDeAcao.html>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, [S. l.], v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377221778901388>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- COELLI, T. J. **A Guide to DEAP Version 2.1: a Data Envelopment Analysis (Computer) Program. Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working Paper**, Armidale, n. 8, 1996. Disponível em: <https://www.owlnet.rice.edu/~econ380/DEAP.PDF>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. 2 ed. Nova York: Springer, 2005. Disponível em: <http://dl.icdst.org/pdfs/files/3a67240be4e2274e4c95655ec16931de.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2022.
- COSTA, C. C. M.; ALMEIDA, A. L. T.; FERREIRA, M. A. M.; SILVA, E. A. Determinantes do desenvolvimento do setor agropecuário nos municípios. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 48, n. 2, p. 295-309, abr./maio/jun. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rausp/a/BhHXxYDtPFDRcqfRKHSyHRB/?lang=pt>. Acesso em: 03 jan. 2022.
- EFFENDY; PRATAMA, M. F.; RAUF, R. A.; ANTARA, M.; BASIR-CYIO, M.; MAHFUDZ; MUHARDI. Factors influencing the efficiency of cocoa farms: a study to increase income in rural Indonesia. **Plos One**, Teerã, v. 14, n. 4, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6448898/>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, [S. l.], v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957. Disponível em: [https://www.jstor.org/stable/2343100#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2343100#metadata_info_tab_contents). Acesso em: 12 jan. 2022.
- FERNANDES, L. A. O.; PASCUAL, U. Análise da eficiência da agricultura familiar agroecologista. **Revista Iberoamericana de Economia Ecológica**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 221-233, 2015. Disponível em: <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/157>. Acesso em: 08 jan. 2022.
- FERREIRA, M. O. **Crescimento e Transformações Estruturais da Agropecuária Cearense**. 2003. 118 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/674/1/2003\\_dis\\_moferreira.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/674/1/2003_dis_moferreira.pdf). Acesso em: 14 jan. 2022.

FREITAS, C. O. **Tamanho dos Estabelecimentos e Eficiência Técnica na Agropecuária Brasileira**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/90/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2022.

FGV - FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Catálogo FGV Dados**. 2019. Disponível em: <http://www14.fgv.br/fgvdados20/consulta.aspx>. Acesso em: 29 out. 2019.

GOMES, A. P.; ALCANTARA FILHO, J. L.; SCALCO, P. R. Mudanças Recentes na Estrutura de Produção Agropecuária do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 489-506, abr./jun. 2013.

GUIMARÃES, D. D.; PEREIRA, J. P. O. Panorama Setorial 2015-2018: agropecuária. In: BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Perspectivas do Investimento 2015-2018 e Panoramas Setoriais**. Rio de Janeiro: BNDES, 2014. p. 22-28. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14158/2/Agropecu%C3%A1ria\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14158/2/Agropecu%C3%A1ria_P_BD.pdf). Acesso em: 16 jan. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006 – Segunda Apuração**. 2007. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>. Acesso em: 01 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 2017 – Resultados Definitivos**. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 01 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. **Produção Agrícola Municipal. 2020**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 03 jan. 2022.

KOENKER, R.; BASSET, G. Regression quantiles. **Econometrica**, Chicago, v. 46, p. 33-50, 1978. Disponível em: [https://www.jstor.org/stable/1913643#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/1913643#metadata_info_tab_contents). Acesso em: 14 jan. 2022.

LIRA, J. S. **Resiliência da Agricultura Familiar no Nordeste Brasileiro**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/19395>. Acesso em: 13 jan. 2022.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso Eficiente de Fertilizantes e Corretivos Agrícolas: aspectos agrônômicos**. 2 ed. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2000. Disponível em: <https://docplayer.com.br/247288-Uso-eficiente-de-fertilizantes-e-corretivos-agricolas-aspectos-agronomicos-anda-associao-nacional-para-difusao-de-adubos.html>. Acesso em: 18 jan. 2022.

MAZZO, F. B. **A Importância das Cooperativas no Médio Vale Paranapanema**. 2014. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 2014. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1111390979.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2022.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Contribuição da agropecuária brasileira na construção de uma sociedade sem fome e sem miséria e de uma economia sustentável**. Brasília, DF, 2012, 17 p. Disponível em: [https://febrapdp.org.br/download/publicacoes/Contribuicao\\_da\\_agropecuaria\\_brasileira.pdf](https://febrapdp.org.br/download/publicacoes/Contribuicao_da_agropecuaria_brasileira.pdf). Acesso em: 14 jan. 2022.



- MOURA, A. C. F.; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. Extensão Rural, Produção Agrícola e Benefícios Sociais no Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 31, n. 2, p. 212-234, abr./jun. 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/5037>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- MUSEMWA, L.; MUSHUNJE, A.; MUCHENJE, V.; AGHDASI, F.; ZHOU, L. Factors affecting efficiency of field crop production among resettled farmers in Zimbabwe. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE AFRICAN ASSOCIATION OF AGRICULTURAL ECONOMISTS, 4., 2013, Hammamet. **Anais eletrônicos...** Hammamet: ICAAAE, 2013. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/ags/aaae13/161443.html>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- NASCIMENTO A. C. C.; LIMA, J. E.; BRAGA, M. J.; NASCIMENTO, M.; GOMES, A. P. Eficiência técnica da atividade leiteira em Minas Gerais: uma aplicação de regressão quantílica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S. l.], v. 41, n. 3, p. 783-789, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/cQgrgRnn9fcwHmRtv5KCRnH/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2022.
- NASCIMENTO, A. C. C.; NASCIMENTO, M.; BARROSO, L. M. A.; SOUSA, L. O. Identificando os determinantes da eficiência técnica na produção de café de montanha em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 461-473, 2017. Disponível em: <https://biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/63>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- NOGUEIRA, M. A. **Eficiência Técnica na Agropecuária das Microrregiões Brasileiras**. 2005. 105 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/9085>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- PEREIRA, M. F. Avaliação da Eficiência Produtiva do Setor Agropecuário dos Municípios da AMUSEP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 35., 2003, Natal. **Anais eletrônicos...** Natal: SOBRAPO, 2003. Disponível em: <http://www.din.uem.br/~adimir/sbpo/sbpo2003/pdf/arq0042.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- QUINTELA, M. C. A. **Gasto Público Social dos Estados Brasileiros: um estudo sob a ótica da eficiência técnica**. 2011. 128 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/146>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- REGINATO, V. G.; CUNHA, M. S.; VASCONCELOS, M. R. Crédito Rural e Nível de Atividade da Agropecuária Brasileira: uma análise de causalidade em painel. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 442-461, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/7884>. Acesso em: 13 jan. 2022.
- REIS, C. V. S.; MOREIRA, T. B. S.; VILPOUX, O. F. Fatores que Afetam a Eficiência Técnica de Produção em Assentamentos Rurais: fronteira estocástica e *Two-Limit Tobit*. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 411-424, jul./set. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/3g8cRJVthbHypZwrBDRD8dc/?lang=pt>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- REIS, L. D. R.; ARAÚJO, R. C. P.; ARAÚJO, J. A.; LIMA, J. R. F. Eficiência técnica da produção agrícola dos países da América Latina e do Caribe. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/9xH7nXhcqpNWhBmj5tMvjSL/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022.
- SANTOS, C. M.; FERNANDES, R. A. S. Eficiência Técnica no Setor Agropecuário das Microrregiões do Rio Grande do Sul. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...**

Porto Alegre: SOBER, 2009. p. 1-15. Disponível em: <https://sober.org.br/anais/>. Acesso em: 13 jan. 2022.

SAURIN, V.; LOPES, A. L. M.; COSTA JUNIOR, N. C. A.; GONÇALVES, C. A. Medidas de Eficiência e Retorno de Investimento: um estudo nas distribuidoras de energia elétrica brasileiras com base em Data Envelopment Analysis, Índice de Malmquist e ROI. **Revista de Administração**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 25-38, jan./mar. 2013.

SCHERER, C. E. M.; PORSSE, A. A. Eficiência Produtiva Regional da Agropecuária Brasileira: uma análise de fronteira estocástica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 389-410, abr./jun. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/jyLdJQ8xw7YxnHwD8t4kDsc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 16 jan. 2022.

SILVA, A. F. **Eficiência da Produção Agrícola nas Microrregiões das Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2016. Disponível em: [https://www.ppgec.ufscar.br/pesquisa/dissertacoes-1/dissertacoes-2016/AmandaFernandes\\_Dissertao\\_EficienciaProducaoAgricolaNasMicrorregioesDasRegioesSudesteSulCentroOeste.pdf](https://www.ppgec.ufscar.br/pesquisa/dissertacoes-1/dissertacoes-2016/AmandaFernandes_Dissertao_EficienciaProducaoAgricolaNasMicrorregioesDasRegioesSudesteSulCentroOeste.pdf). Acesso em: 16 jan. 2022.

SILVA, A. F.; SILVA, M. C. B. C. Agricultura no Nordeste Semiárido e os Resíduos Orgânicos Aproveitáveis. **Revista Equador**, [S. l], v. 5, n. 2, p. 102-119, jan./jun. 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/4420>. Acesso em: 14 jan. 2022.

SILVA, C. R. M.; FARIAS, I. F.; MARQUES, D. S.; FREIRE, M. M. A.; GUIMARÃES, D. B. A influência dos gastos públicos sobre a eficiência na utilização das receitas nas unidades da federação brasileira. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 135-157, jan./abr. 2019b. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/scg/article/view/18625>. Acesso em: 13 jan. 2022.

SILVA, F. P.; ARAÚJO, J. A.; COSTA, E. M.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Eficiência Técnica e Heterogeneidade Tecnológica na Agropecuária das Regiões Semiárida e Não Semiárida do Nordeste Brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 379-395, 2019c. Disponível em: <https://www.revistasober.org/article/10.1590/1806-9479.2019.177355/pdf/resr-57-3-379.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2022.

SILVA, R. B. P.; COSTA, E. M.; REIS, J. N. P.; SILVA, F. P. Eficiência Técnica e Metatecnologia do Semiárido Cearense: modelo de metafronteira estocástica. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 50, n. 3, p. 23-37, jul./set. 2019a. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/756>. Acesso em: 16 jan. 2022.

SOARES, P.; SPOLADOR, H. F. S. Eficiência técnica da produção de milho no estado de São Paulo: uma abordagem por metafronteira estocástica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 545-558, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/hpHhTRsj6WCmQ4GSXZXVkvz/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2022.

SOBREIRA, D. B.; MADEIRA, S. A.; FREITAS, C. O.; LIMA, J. E. Eficiência Técnica Agropecuária no Estado da Bahia e Seus Fatores Condicionantes no Curto e Longo Prazo. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 59-76, abr./jun. 2016. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/626>. Acesso em: 14 jan. 2022.

SOUSA, E. P.; JUSTO, W. R.; CAMPOS, A. C. Eficiência Técnica da Fruticultura Irrigada no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 851-866, out./dez. 2013. Disponível em: <https://g20mais20.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/viewFile/391/333>. Acesso em: 13 jan. 2022.

SOUZA, G. V. A.; PEREIRA, M. F. V. MATOPIBA: a Inteligência Territorial Estratégica (ITE) e a regionalização como ferramenta. **Revista NERA**, Presidente Prudente, v. 22, n. 47, p. 22-45, 2019. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/download/6264/4795/22669>. Acesso em: 03 mar. 2023.

STUKER, H. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Agropecuária de Municípios**. 2003. 131 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85550>. Acesso em: 16 jan. 2022.

ZAMBIANCO, W. M.; REBELATTO, D. A. N. Análise da eficiência econômica das regiões canavieiras do Estado de São Paulo utilizando Análise Envoltória de Dados (DEA) e Índice Malmquist. **Custos e @gronegocio**, *online*, v. 15, n. 2, abr./jun. 2019. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/6480a9a5-01d0-4602-9d50-66ddfacc311da/3007057-An%C3%A1lise%20da%20efici....> Acesso em: 16 jan. 2022.