

# EFICIÊNCIA TÉCNICA E DE ESCALA DOS AGRICULTORES FAMILIARES BENEFICIÁRIOS E NÃO BENEFICIÁRIOS DO PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR NA MESORREGIÃO SUL DO CEARÁ

Manoel Alexandre de Lucena<sup>1</sup>  
Eliane Pinheiro de Sousa<sup>2</sup>

---

**Resumo:** Considerando que as análises de eficiência das unidades familiares rurais podem nortear suas decisões e planejamento quanto à produção e comercialização e que o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) tem fomentado o desenvolvimento rural, este estudo se propõe avaliar a eficiência técnica e de escala dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários desse programa, na mesorregião Sul cearense, representada pelos municípios de Farias Brito e Salitre. Tal escolha pode ser atribuída ao fato de tais municípios terem se destacado nessa mesorregião com os maiores percentuais de recursos investidos no programa, conforme dados do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE, 2016). Para tal, empregou-se o método não paramétrico de Análise Envoltória de Dados (DEA) com orientação insumo. Os dados foram provenientes de pesquisa de campo realizada durante os meses de fevereiro e março de 2019 diretamente com uma amostra de 82 agricultores familiares, sendo 37 beneficiários e 45 não beneficiários do PNAE. Os resultados mostram que, em média, os produtores rurais que fornecem os gêneros alimentícios para a merenda escolar estão empregando os fatores de produção de modo mais eficiente do que aqueles que não são beneficiários desse programa, logo essa política pública contribui com a eficiência dos agricultores familiares.

**Palavras-chave:** PNAE, agricultura familiar, eficiência, DEA.

**Classificação J.E.L:** C14, H21, Q12.

---

<sup>1</sup>Graduando em Ciências Econômicas na Universidade Regional do Cariri (URCA) e Bolsista de Iniciação Científica BPI FUNCAP. E-mail: [manoelalex123@gmail.com](mailto:manoelalex123@gmail.com). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5907-9858>  
URL: <http://lattes.cnpq.br/2231618890198572>

<sup>2</sup>Professora do Programa de Pós-Graduação em Economia Regional e Urbana (PPGERU) da Universidade Regional do Cariri (URCA) e Bolsista de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização e à Inovação Tecnológica (BPI) da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP). E-mail: [pinheiroeliane@hotmail.com](mailto:pinheiroeliane@hotmail.com) ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4088-0754>  
URL: <http://lattes.cnpq.br/9139125336083863>

## TECHNICAL AND SCALE EFFICIENCY OF FAMILY FARMERS BENEFICIARY AND NON-BENEFICIARY OF THE NATIONAL SCHOOL MEALS PROGRAM (PNAE) IN THE SOUTH MESOREGION OF THE STATE OF CEARÁ, BRAZIL

**Abstract:** Taking into account that the analyses of efficiency of the family farms can guide their decisions and planning with respect to the production and commercialization and that the National School Meals Program (PNAE) has promoted rural development, this study aims to assess the technical and scale efficiency of family farmers beneficiary and non-beneficiary of this program, in the South mesoregion of the Brazilian state of Ceará, which is represented by the municipalities of Farias Brito and Salitre. Such choice may be attributed to the fact that these municipalities stood out in this mesoregion for having received the highest percentages of funds from the program, in accordance with data from the National Fund for the Development of Education (FNDE, 2016). For that purpose, it was used the non-parametric method of Data Envelopment Analysis (DEA) under the guidance of supplies/raw material. The data derived from a field work carried out in February and March 2019 directly with a group of 82 family farmers, with 37 of these being beneficiary and 45 non-beneficiary of PNAE. The results show that, on average, the farmers who provide the foodstuffs for the school meals are using the production factors more efficiently than those who are not beneficiary of this program. Therefore, this public policy contributes to the efficiency of the family farmers.

**Keywords:** PNAE, family farming, efficiency, DEA.

**JEL Codes:** C14, H21, Q12.

### 1 INTRODUÇÃO

A década de 1990 engendrou diversas transformações no espaço mundial nas dimensões econômicas, políticas e sociais. Particularmente, no tecido do espaço agrário brasileiro, o efeito de tais mudanças pode ser constatado na agricultura familiar que conquista um lugar de destaque neste cenário (SAVOLDI; CUNHA, 2010). Nessa perspectiva, para Soares, Melo e Chaves (2009), o debate acerca do papel e da importância da agricultura familiar vem ganhando força, especialmente, decorrente da discussão embasada na perspectiva do desenvolvimento sustentável, como também na geração de emprego e renda e reflexões na segurança alimentar.

Em tese, a suposição é que em locais onde a agricultura familiar apresenta maior magnitude econômica, os agricultores familiares possuam maior integração aos mercados, capacidade de associação e despacho de reivindicações (BACCARIN *et al.*, 2017). Contudo, segundo Santana e Lima (2018), a ausência de mercados consolidados ou seu acesso para comercialização dos produtos agrícolas pode se tornar um fator limitante a reprodução socioeconômica das unidades familiares, já que na hipótese de problemas associados ao escoamento da produção, os agricultores passam a depender de atravessadores, o que reduz seus lucros. Em resposta a tais problemáticas, o Estado brasileiro buscou alinhá-las as políticas públicas, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

Considerado um marco no rol das políticas públicas alimentares brasileiras pela sua longa e ininterrupta história, pela abrangência do público atendido e por constantes

aperfeiçoamentos, progressos e interfaces (TRICHES, 2015), o PNAE possui como principal objetivo proporcionar aos estudantes uma alimentação digna que garanta segurança nutricional e de qualidade visando uma melhor performance do aluno no ambiente escolar com vista a reduzir a evasão escolar e a construção de bons hábitos alimentares (FERREIRA; ALVES; MELLO, 2019). Ademais, o PNAE contribui diretamente na agricultura familiar.

A lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009, assevera, em seu artigo 14, que no mínimo 30% dos recursos financeiros repassados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) no âmbito do PNAE devem ser utilizados na aquisição de gêneros alimentícios da agricultura familiar e do empreendedor rural ou de suas organizações com prioridade aos assentamentos de reforma agrária, as comunidades tradicionais indígenas e as quilombolas (BRASIL, 2009). Dessa forma, em consonância com Leitão e Bernardino (2018), esse mecanismo de compras institucionais promove a oferta de alimentos mais saudáveis e diversificados, ao tempo em que fortalece a agricultura familiar e visa o desenvolvimento de sistemas locais de segurança alimentar e nutricional, bem como a redução da pobreza rural. Em outras palavras, ao aproximar a produção do consumo, intermediado pelo Estado, este Programa promove o desenvolvimento local dos municípios (MELÃO, 2012), sendo a agricultura familiar um elemento fundamental a essa intermediação.

Os reflexos desse processo podem ser medidos considerando as aquisições do PNAE diretamente da produção familiar. Dados do FNDE (2016) mostram que, dos recursos investidos pelo Brasil na compra de gêneros da agricultura familiar, o Nordeste participou com 31,08%. Internamente à região nordestina, o Ceará foi o estado que liderou o *ranking* com maior percentual investido, uma cifra na ordem de 39,05%. Particularmente neste estado, 75 municípios gastaram mais de 30% dos recursos recebidos do FNDE. Destes municípios, 12 deles pertencem à mesorregião Sul cearense, objeto deste capítulo. Na mesorregião supracitada, os municípios de Salitre e Farias Brito se destacaram com os maiores percentuais de recursos investidos no programa (FNDE, 2016). Utilizando a classificação estabelecida por Baccarin *et al.* (2017), esses dois municípios são altamente aderentes ao artigo 14 da lei 11.947/09, visto que investiram, respectivamente, 61,15% e 47,07% dos montantes repassados para aquisição de produtos da agricultura familiar.

Em face da relevância do PNAE para a produção familiar e suas repercussões sociais e econômicas, diversos estudos em nível nacional, em anos recentes, têm buscado avaliar este programa pelas perspectivas da operacionalização financeira e cumprimento da legislação (BACCARIN *et al.*, 2017; LEITÃO; BERNARDINHO, 2018); do desenvolvimento rural na agricultura familiar (SANTANA; LIMA, 2018); da política de Segurança Alimentar e Nutricional (MELÃO, 2012; ROCHA *et al.*, 2018); da logística utilizada pelos agricultores familiares beneficiários (GOMES; BEZERRA, 2019); e outras vertentes. Contudo, existe escassez de estudos que versem sobre o desempenho desse programa considerando a eficiência dos agricultores familiares. Desta forma, torna-se importante aferir se o PNAE contribui com a eficiência dos produtores rurais beneficiários desse programa.

Nesse sentido, consoante Gomes, Mangabeira e Mello (2005), a análise de eficiência das unidades produtivas é relevante para fins estratégicos, planejamento e tomada de decisões. Dissertam ainda que, no campo da agricultura, tal análise colabora na tomada de decisões dos agricultores ao apontar as fontes de ineficiências e as unidades que servem de referências às práticas adotadas. Barbosa e Sousa (2014) corroboram e ratificam que estudos desta natureza revestem-se de importância na determinação dos *benchmarks* a serem seguidos pelas demais unidades produtoras.

Segundo Barbosa *et al.* (2013), aumentos na produtividade geram maior produção, ocasionando efeito positivo sobre a renda dos produtores rurais. Tais fatores positivos são imprescindíveis para o PNAE no Ceará, tendo em vista os entraves que o programa enfrenta no estado, como a limitada capacidade de produzir alimentos em maior escala, pouco conhecimento dos agricultores em relação às normas da política, e as dificuldades de natureza logística (GOMES; BEZERRA, 2019). Ademais, Sousa, Ferreira e Oliveira (2019), em uma análise da eficiência dos agricultores beneficiários e não beneficiários do PNAE no Centro-Sul cearense, sugeriram a realização desse tipo de pesquisa em outras mesorregiões do Ceará.

Assim, considerando que as análises de eficiência das unidades familiares rurais podem nortear suas decisões e planejamento quanto à produção e comercialização; e a escassez de estudos que discutam tais medidas, o objetivo principal deste capítulo é avaliar o desempenho do Programa Nacional de Alimentação Escolar sob a ótica da eficiência dos agricultores familiares na mesorregião Sul cearense, representada pelos municípios de Farias Brito e Salitre. Em termos específicos, pretende-se calcular os escores de eficiência técnica e de escala dos agricultores beneficiários e não beneficiários do PNAE, identificar os tipos de rendimentos de escala destes produtores e comparar os escores de eficiência obtidos nos dois grupos analisados. Para cumprir tais objetivos, empregou-se o método não paramétrico de Análise Envoltória de Dados (DEA).

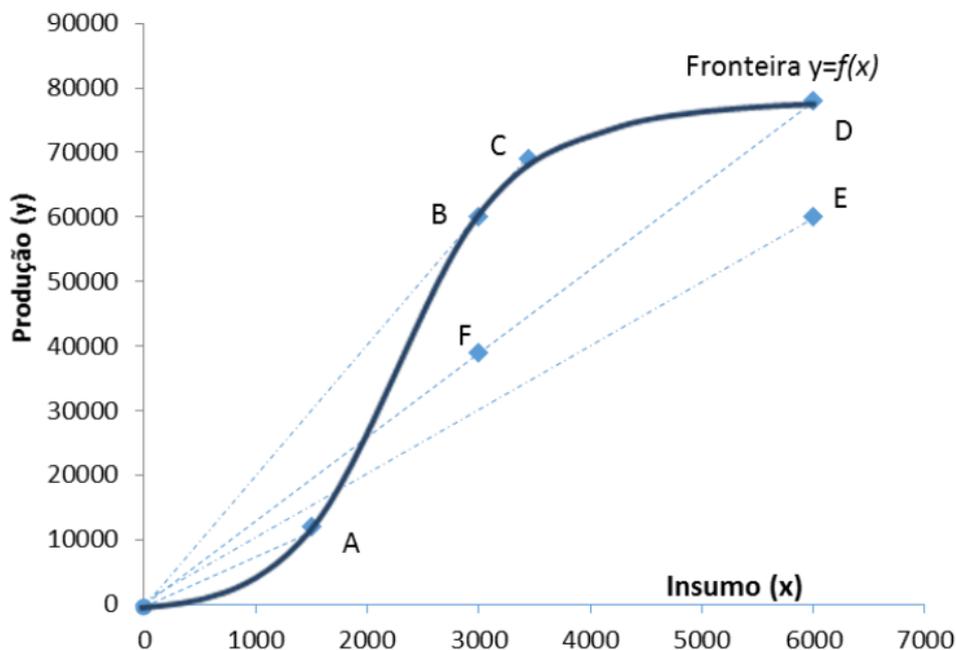
Além da introdução que se encerra neste parágrafo, o presente capítulo está estruturado em quatro seções. A segunda contém a fundamentação teórica sobre eficiência econômica. A terceira se dedica aos elementos metodológicos da pesquisa. A quarta apresenta e discute os resultados obtidos neste estudo, enquanto a última discorre sobre as considerações finais à guisa de conclusões.

## 2 ABORDAGEM TEÓRICA DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA

O processo de produção no segmento agropecuário é constituído por um conjunto de relações no setor primário da economia que permite com a tecnologia existente obter uma produtividade em termos daquilo que é produzido, sendo tais processos sujeitos à ligação entre os recursos e os produtos obtidos (RIVEROS; ORTEGA; MUÑOZ, 2019). Esse processo produtivo, conforme Rossetto e Rosano-Peña (2018), com múltiplos fatores que geram produtos, é caracterizado na literatura econômica pelo Conjunto de Possibilidade de Produção (CPP).

Nesse sentido, o CPP mensura a viabilidade de produção mediante o emprego de uma dada função de produção e o conjunto de informações e metodologias utilizadas neste setor, ou seja, a tecnologia disponível (CARMO JÚNIOR; ROSANO-PEÑA, 2019). Matematicamente, Rossetto e Rosano-Peña (2018) e Carmo Júnior e Rosano-Peña (2019) traduzem essa relação por:  $CPP = \{(x, y): x \text{ pode produzir } y\}$ , em que  $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$  discrimina o vetor de insumos que produzem os bens e serviços descritos por  $y = (y_1, y_2, \dots, y_s)$  em um certo período. Em termos geométricos, no caso mais simples em que se considera apenas um insumo para produzir um produto, o CPP pode ser expresso pela Figura 1.

**Figura 1:** Fronteira do CPP considerando um insumo e um produto.



Fonte: Rossetto e Rosano-Peña (2018).

A representação do CPP define a fronteira de eficiência. Assim, na percepção de Rodrigues e Silva (2019), operar no CPP é obter a eficiência máxima e, abaixo desta fronteira, existe ociosidade dos fatores de produção ou estão sendo empregados de forma inadequada. Nesse sentido, na Figura 1, observa-se que os pontos A, B, C e D estão situados na fronteira e, portanto, representam níveis de produção eficientes, ao passo que os pontos E e F indicam unidades ineficientes. Tais índices de ineficiência podem ser medidos considerando a distância em que a unidade se encontra da fronteira, isto é, comparam-se as unidades produtivas com as eficientes (ROSSETTO; ROSANO-PEÑA, 2018; CARMO JÚNIOR; ROSANO-PEÑA, 2019). A luz dessas considerações acerca da fronteira eficiente definida pelo CPP, torna-se necessário tecer breves comentários sobre a eficiência econômica.

Em consonância com Santos e Tavares (2018), a eficiência é um conceito importante no cerne da teoria econômica neoclássica e pode ser estabelecida como uma medida comparativa entre um indicador de desempenho e o valor máximo possível considerando as condições de contornos. Em outras palavras, a mensuração da eficiência ocorre mediante a comparação entre os valores observados e os possíveis de seus produtos (entradas) e recursos (saídas) (GOMES; MANGABEIRA; MELLO, 2005).

O tipo mais amplo de eficiência, a eficiência econômica, é influenciada por fatores alocativos e produtivos, sendo, portanto, subdividida em duas componentes: a eficiência alocativa e a produtiva (MARIANO, 2007). A primeira destas se refere à habilidade de combinar os recursos e resulta em proporções ótimas considerando os preços vigentes dos fatores, ao passo que a segunda, que pode ser descomposta em eficiência técnica e eficiência de escala, diz respeito à capacidade de evitar desperdícios em um processo que se produz tantos resultados quanto os recursos empregados permitirem ou utilizando a quantidade mínima de recursos para tal produção (CASADO, 2007).

No rol das técnicas utilizadas na avaliação da eficiência produtiva, segundo Mariano (2007) e Brito, Oliveira e Aquino (2020), existem as paramétricas que são apoiadas em funções de produção que correlacionam as entradas e as saídas do processo produtivo, sendo a fronteira estocástica, um exemplo; e as não paramétricas, cujo objetivo é construir empiricamente uma fronteira de eficiência dispensando a estimativa de uma função de produção, como é o caso da Análise Envoltória de Dados (DEA), utilizada neste capítulo. Esse método não paramétrico baseia-se em programação matemática linear que avalia a eficiência relativa de unidades produtoras (GOMES *et al.*, 2018). A descrição dessa ferramenta analítica está apresentada na seção 3.3 deste capítulo.

Os modelos DEA têm sido amplamente empregados em diversas áreas da ciência com diferentes objetivos. Para efeito desta pesquisa, podem-se citar Gomes, Mangabeira e Mello (2005); Barbosa *et al.* (2013); Barbosa e Sousa (2014); Santos e Tavares (2018); Sousa, Ferreira e Oliveira (2019, 2021); Rodrigues e Silva (2019); Riveros, Ortega e Muñoz (2019); e Souza, Campos e Chaves (2020) que aplicaram essa ferramenta no segmento agropecuário brasileiro.

### 3 METODOLOGIA

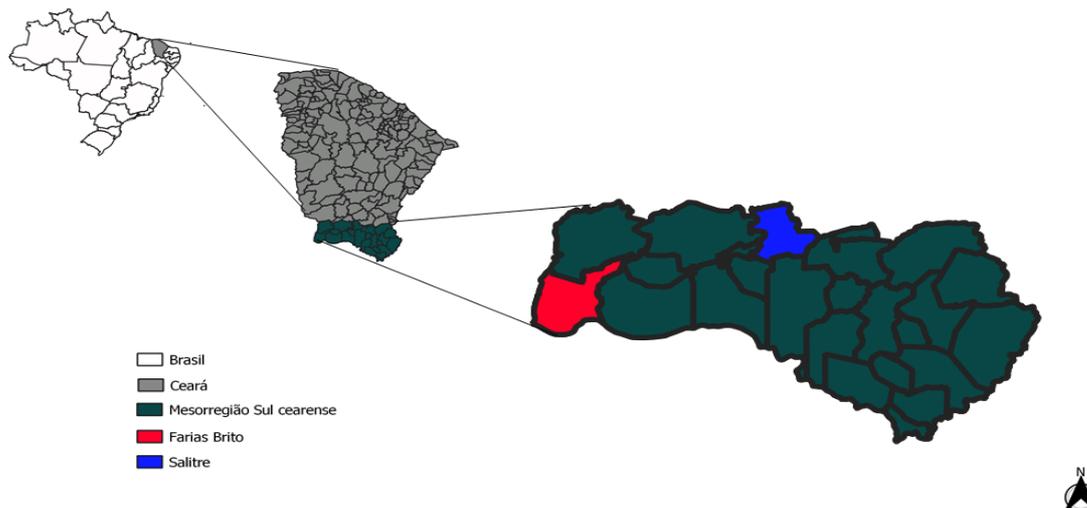
No percurso metodológico da investigação científica, conforme Minayo (2002), o ciclo da pesquisa é o processo que se inicia com um problema e termina com um produto que pode originar novos questionamentos, sendo que tal ciclo compreende a fase exploratória da pesquisa; o trabalho de campo; e o tratamento do material recolhido no campo que conduz à teorização dos dados e permite o confronto entre a concepção teórica anterior e aquela produzida mediante a pesquisa. De posse disso, esta seção se ocupa dos procedimentos metodológicos referentes à caracterização da área de estudo, ao levantamento dos dados primários colhidos mediante a pesquisa de campo realizada com uma amostra de agricultores familiares que destinam seus produtos alimentícios para a merenda escolar e os que não possuem esse veículo de comercialização e à descrição dos métodos analíticos empregados para o tratamento dos dados.

#### 3.1 Área de estudo

Distribuídos em 6,9 milhões de hectares, o Ceará concentra 394,3 mil estabelecimentos agropecuários, sendo 297,9 mil, ou seja, 75,5% destinados à agricultura familiar. Tais dados do Censo Agropecuário de 2017 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019) colocam o Ceará em segundo e terceiro lugar, respectivamente, entre as unidades federativas com maiores proporções de áreas ocupadas pela agricultura familiar e quantidade de estabelecimentos de unidades familiares.

Tais características estão dispersas pelos municípios das sete mesorregiões do estado. Este capítulo foca a análise na mesorregião Sul cearense, composta por 25 municípios, sendo que 12 deles atenderam o artigo 14 da Lei nº 11.947/09, isto é, empregaram pelo menos 30% dos recursos financeiros do PNAE na aquisição de gêneros da agricultura familiar, consoante dados do FNDE (2016). Dessa amostra, Salitre e Farias Brito lideraram o *ranking* com os maiores montantes investidos na compra de produtos da agricultura familiar com, respectivamente, 61,15% e 47,07% dos valores recebidos do FNDE (2016). Portanto, Farias Brito e Salitre foram objetos de estudo deste capítulo. A Figura 2 destaca tais municípios na mesorregião Sul cearense.

**Figura 2:** Localização geográfica de Farias Brito, Salitre, Mesorregião Sul cearense, Ceará, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores com base no *software* QGIS.

Uma vez definido o lócus de pesquisa, os próximos passos consistem na natureza dos dados e na determinação da amostra (seção 3.2); e aplicação das ferramentas analíticas para o tratamento dos dados (seção 3.3).

### 3.2 Fonte dos dados e determinação da amostra

Os dados utilizados neste estudo são de natureza primária e foram colhidos por meio da aplicação de questionários com agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE nos municípios de Salitre e Farias Brito durante os meses de fevereiro e março de 2019. Para aplicação dos questionários com tais produtores rurais, contou-se com o apoio da Secretaria Municipal de Educação e Secretaria de Agricultura, que disponibilizaram técnicos para auxiliar os pesquisadores até o lócus dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE.

A amostra dos beneficiários foi determinada com base na equação (1), indicada por Triola (2013), para populações finitas mediante a amostragem aleatória simples:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{d^2 \cdot (N-1) + z^2 \cdot p \cdot q} (1)$$

em que n corresponde ao tamanho da amostra; z, abscissa da normal padrão; p, estimativa da proporção da característica pesquisada no universo; q = 1 - p; N, número total de beneficiários do PNAE; e d, erro amostral.

Portanto, considerando que 22 e 27 agricultores familiares destinaram seus produtos alimentícios para a merenda escolar em 2018, respectivamente, em Farias Brito e Salitre, conforme as secretarias supracitadas, e admitindo um erro de estimação de 10% ( $d = 0,10$ ), abscissa da normal padrão  $z = 1,64$ , ao nível de confiança de 90% e  $p = q = 0,5$  (na hipótese de se admitir o maior tamanho da amostra) e utilizando esse conjunto de dados na expressão (1), obteve-se uma amostra formada por 17 beneficiários do PNAE em Farias Brito e 20 em Salitre.

Para se determinar a amostra de não beneficiários do PNAE nesses dois municípios supracitados, replicou-se a equação (1). De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020), o município de Farias Brito possuía

1.994 Declarações de Aptidão ao PRONAF ativas, em 2018. Assim, retirando dessa população os 22 beneficiários do PNAE, resulta-se em 1.972 produtores familiares não beneficiários desse programa. Considerando  $N = 1.972$  e admitindo um erro de estimação de 10% ( $d = 0,10$ ), abscissa da normal padrão  $z = 1,64$ , ao nível de confiança de 90% e  $p = 0,1$  e  $q = 0,9$ , supondo que cerca de 90% dos agricultores familiares não participam desse programa, obteve-se um tamanho da amostra igual a 24 produtores familiares não beneficiários desse programa em Farias Brito. Desta forma, os questionários foram aplicados com essa amostra de 24 agricultores familiares que não participaram deste programa, porém dois deles não responderam o questionário completo, sendo desconsiderados. Assim, para efeitos deste estudo, considerou-se uma amostra de 22 produtores rurais não beneficiários do PNAE em Farias Brito.

Replicando esses procedimentos para Salitre, tem-se que, conforme dados do MAPA (2020), esse município detinha 3.735 Declarações de Aptidão ao PRONAF ativas, em 2018. Ao remover dessa população os 27 beneficiários do PNAE, resulta-se em 3.708 produtores familiares não beneficiários desse programa. Considerando  $N = 3.708$  e admitindo um erro de estimação de 10% ( $d = 0,10$ ), abscissa da normal padrão  $z = 1,64$ , ao nível de confiança de 90% e  $p = 0,1$  e  $q = 0,9$ , admitindo que cerca de 90% dos agricultores familiares não participam desse programa, obteve-se um tamanho da amostra igual a 24 produtores familiares não beneficiários desse programa em Salitre, sendo que um deles não respondeu o questionário completo, logo se desconsiderou da análise. Deste modo, para efeitos deste estudo, considerou-se uma amostra de 23 produtores rurais não beneficiários do PNAE em Salitre.

Portanto, para compor a amostra dos agricultores familiares representativos da mesorregião Sul, foram considerados 37 produtores rurais beneficiários do PNAE e 45 não beneficiários.

### 3.3 Análise Envoltória de Dados

Fundamentada por Farrell (1957), difundida e expandida por Charnes, Cooper e Rhoades (1978) e amplamente aplicada na literatura que diz respeito à análise de eficiência no setor agropecuário, este capítulo emprega a ferramenta Análise Envoltória de Dados (do inglês *Data Envelopment Analysis*—DEA) para aferir a eficiência dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE nos municípios de Farias Brito e Salitre.

Segundo Barbosa e Sousa (2014), essa técnica possibilita mensurar a eficiência de unidades produtivas, denominadas unidades tomadoras de decisão (do inglês *Decision Making Units* – DMUs) com múltiplos insumos e múltiplos produtos por meio da construção de uma fronteira de eficiência. Para estimar esses montantes de eficiência, o modelo DEA utiliza o conceito de ótimo de Pareto, situação em que a produção de um bem não pode crescer sem que ocorra aumento de insumos ou redução da produção de outro item. Dito de outra forma, na fronteira de eficiência não se consegue melhorar algumas características das unidades produtivas sem piorar as demais (REIS *et al.*, 2017; GOMES *et al.*, 2018).

Tal fronteira resulta em classes de eficiência variando no intervalo de zero a um, sendo assumido um para as DMUs eficientes, ao passo que as demais, com valores inferiores à unidade, são consideradas ineficientes (RODRIGUES; SILVA, 2019). Além disso, o escore de eficiência igual a um sinaliza que a DMU representa um *benchmarking*, isto é, uma unidade de referência para as outras. Neste estudo, considerou-se cada

agricultor beneficiário e não beneficiário do PNAE residente em Farias Brito e Salitre como uma DMU.

Além da definição e seleção das DMUs, Gomes, Mangabeira e Mello (2005) dissertam que, na modelagem DEA, é necessário selecionar as variáveis a serem utilizadas e o modelo, em que se considera o tipo de retorno (constante (do inglês *Constant Returns to Scale – CRS*) e variável (do inglês *Variable Returns to Scale – VRS*) e a orientação (*inputs* ou *outputs*). No tocante à orientação, Reis *et al.* (2017) argumentam que esse modelo pode assumir duas orientações radiais: *inputs*, que se busca minimizar os insumos mantendo constantes os níveis de produção; e *outputs*, que se pretende aumentar a produção permanecendo inalterados os recursos utilizados. Neste capítulo, considerou-se a orientação *inputs*, seguindo os estudos de Gomes, Mangabeira e Mello (2005); Barbosa e Lima (2014); Santos e Tavares (2018); e Sousa, Ferreira e Oliveira (2019).

Em relação às variáveis consideradas para operacionalização deste método, utilizou-se como produto a receita anual obtida pelos produtores familiares rurais, ao passo que os insumos correspondem aos custos anuais com insumos e com mão de obra.

Em conformidade com Brito, Oliveira e Aquino (2020), o modelo CRS, também conhecido como CCR (sigla derivada das iniciais dos sobrenomes dos seus precursores Charnes, Cooper e Rhoades), opera com retornos constantes de escala, ou seja, quando ocorre variação nos insumos, verifica-se variação igual na produção. Essa relação implica que a fronteira de eficiência neste modelo apresenta formato de uma reta (CHARNES; COOPER; RHOLDES, 1978). Matematicamente, conforme Coelli, Rao e Battese (1998), o modelo CRS, com orientação insumo, é representado pela equação (2).

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \text{sujeito a: } -y_i + Y\lambda \geq 0, \theta x_i - X\lambda \geq 0 \text{ e } \lambda \geq 0 \quad (2)$$

Sendo que  $\theta$  é o escore de eficiência de uma DMU;  $y$  e  $x$  representam, respectivamente, o produto e o insumo da DMU;  $X$  diz respeito à matriz de insumos ( $n \times k$ ) e  $Y$  a matriz de produtos ( $n \times m$ ).

Por outro lado, o modelo VRS, também denominado na literatura de BCC (por ter sido proposto por Banker, Charnes e Cooper), trabalha com variação de escala, isto é, substitui o axioma da proporcionalidade entre os *inputs* e *outputs* pelo da convexidade (REIS *et al.*, 2017). Conforme Gomes *et al.* (2018), essa modelagem forma uma superfície convexa de planos em interseção o que possibilita envolver os dados de maneira mais compacta do que o modelo com pressuposição de retornos constantes. Nesse modelo, uma variação proporcional nos insumos gera uma variação na produção maior, igual o menor que a variação ocorrida nos insumos e, em termos geométricos, a fronteira de eficiência do VRS é composta por um conjunto de retas de ângulos diferentes formando uma superfície linear por partes (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984; BRITO; OLIVEIRA; AQUINO, 2018).

Segundo Coelli, Rao e Battese (1998), o modelo VRS, considerando a orientação insumo, é representado pela expressão (3).

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \text{sujeito a: } -y_i + Y\lambda \geq 0, \theta x_i - X\lambda \geq 0, N_1' \lambda = 1 \text{ e } \lambda \geq 0 \quad (3)$$

Em que  $N_1$  corresponde ao vetor ( $N \times 1$ ) de algarismos unitários;  $\lambda$  é o vetor de constantes que multiplica a matriz de insumos e produtos.

Desta forma, a diferença entre os modelos é que o CRS engloba a eficiência técnica e de escala (representando a eficiência total), ao passo que o VRS isola a influência da escala na produção, ou seja, caracteriza-se como uma medida de eficiência pura

(SANTOS; TAVARES, 2018). Dito de outra forma, segundo Gomes *et al.* (2020), a restrição de convexidade adicionada à modelagem permite separar a eficiência total (obtida no modelo CRS) em pura eficiência técnica (computada pelo VRS) e eficiência de escala. Reitera-se que neste estudo foram obtidas as fronteiras de eficiência técnica e de escala.

Apesar de ser bem fundamentado teoricamente, Mugerá (2013) aponta que o método DEA convencional é sensível aos erros de medições que incluem ausências de dados e a presença de observações extremamente eficientes (*outliers*). De acordo com Sousa e Souza (2014), a presença de *outliers*, que pode ser resultado tanto de boas práticas quanto de erros de mensuração, desloca a fronteira de eficiência para cima gerando níveis menores de eficiências para as demais DMUs; torna a distribuição de frequência de eficiência muito assimétrica e a escala de eficiência global não linear.

Considerando tais efeitos decorrentes da presença de *outliers*, estudos como o de Barbosa *et al.* (2013); Barbosa e Sousa (2014) têm buscado identificar estas observações e removê-las da amostra. Contudo, este procedimento pode não ser necessário se as médias dos escores de eficiência considerando a amostra completa, isto é, com os *outliers*, e com a exclusão não forem estaticamente diferentes. Este critério foi atendido neste estudo e, portanto, foi considerada a amostra completa dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE nos municípios de Salitre e Farias Brito. Tal metodologia também foi adotada por Sousa, Ferreira e Oliveira (2019, 2021).

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para mensurar a eficiência dos agricultores beneficiários e não beneficiários do PNAE na mesorregião Sul cearense, apresentadas na Tabela 1, revelam que, em média, os beneficiários do programa possuem maiores receitas, não obstante a amostra dos não beneficiários ser maior. Neste sentido, observa-se uma diferença, em termos médios, de R\$ 11.744,86 entre os dois grupos de agricultores considerados, sobressaindo em termos absolutos os que destinam sua produção para abastecimento das escolas.

Os agricultores beneficiários do PNAE apresentam maiores volumes de receitas, uma vez que destinam a produção para as aquisições deste programa, ou seja, há um mercado de compras institucionais que beneficiam estes agentes. Estas inferências são corroboradas no estudo de Sousa, Oliveira e Ferreira (2021). Além disso, é importante ressaltar que apesar de a receita auferida ser maior entre os beneficiários do PNAE, este grupo apresenta menor coeficiente de variação para esta variável, sinalizando uma menor diferenciação nas receitas em comparação com os agricultores familiares que não destinam seus produtos para a merenda escolar.

**Tabela 1:** Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para determinar os escores de eficiência técnica e de escala dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE na mesorregião Sul cearense.

Agricultores familiares	Variáveis (anuais) em R\$	Estatísticas descritivas			
		Mínimo	Média	Máximo	CV (%)
Beneficiários do PNAE	Receita	3.188,80	21.760,05	80.483,20	86,86
	Custo – insumos	99,96	5.544,93	48.000,00	186,06
	Custo – mão de obra	111,96	1.715,18	12.852,00	147,09
Não beneficiários do PNAE	Receita	180,00	10.015,19	48.530,04	112,82
	Custo – insumos	12,00	1.547,73	12.174,84	163,68
	Custo – mão de obra	80,00	1.348,23	17.500,00	232,87

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Nota: CV representa o coeficiente de variação.

Na mesma linha das receitas, os custos (com insumos e mão de obra) são maiores para os beneficiários do PNAE na mesorregião Sul cearense em relação aos não beneficiários desta política. Em média, com insumos, os beneficiários desembolsam R\$5.544,93, que corresponde a 258% a mais que os não aderentes (R\$1.547,73). Os custos com mão de obra, em média, são 27,21% maiores entre os beneficiários e não beneficiários do Programa. Tais diferenças são justificadas pela operacionalização do programa, já que o agricultor arca com maiores custos quando aumenta a produção e a direciona para as aquisições das unidades escolares. Esse processo, por se tratar de aquisições de gêneros alimentícios, conforme Gomes e Bezerra (2019), envolve uma logística sistemática e criteriosa, em termos das compras de produtos *in natura*, que incorre em custos para o fornecedor.

Além disso, importa ressaltar a elevada heterogeneidade, medida pelo coeficiente de variação, dos custos entre os produtores considerados, especialmente aqueles não beneficiários do PNAE. Esse fato indica diferença em termos de tamanho de propriedade, equipamentos e recursos aportados pelos agricultores familiares, sejam abastecedores ou não das compras institucionais da agricultura familiar. Ademais, Barbosa e Sousa (2014) também constataram elevadas heterogeneidades nas despesas operacionais agropecuárias de municípios cearenses.

Com relação às estatísticas descritivas dos escores de eficiência técnica e de escala dos produtores, a Tabela 2 revela que os beneficiários do PNAE possuem escores de eficiência médios maiores que os não beneficiários para a eficiência técnica com retornos constantes à escala (CRS), com 0,298, e eficiência de escala com valor de 0,604. Considerando as mesorregiões cearenses, a pesquisa de Souza, Campos e Chaves (2020) evidenciou a região Sul como *benchmarking* na alocação dos fatores produtivos agrícolas sob a pressuposição de retornos constantes e eficiência de escala, corroborando, em termos médios, os resultados postos neste estudo.

**Tabela 2:** Estatísticas descritivas dos escores de eficiência técnica com retornos constantes à escala (CRS), retornos variáveis à escala (VRS) e eficiência de escala dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE na mesorregião Sul cearense.

Estatísticas descritivas	Beneficiários do PNAE			Não beneficiários do PNAE		
	Eficiência técnica		Eficiência de escala	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	CRS	VRS		CRS	VRS	
Mínimo	0,005	0,016	0,102	0,003	0,006	0,017
Média	0,298	0,475	0,604	0,203	0,557	0,400
Máximo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
CV (%)	103,060	73,582	50,944	136,740	59,809	85,213

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Nota: CV representa o coeficiente de variação.

Já para a eficiência considerando os retornos variáveis à escala (VRS), os não beneficiários do PNAE da mesorregião Sul do Ceará apresentam escore de eficiência médio superior aos beneficiários. Desta forma, enquanto a ineficiência média é de 0,525 para os participantes do PNAE, os agricultores não aderentes ao programa apresentaram ineficiência média de 0,443. Particularmente, estas inferências são decorrentes de problemas com inadequação da escala de produção dos beneficiários desta política. Este fato sinaliza dificuldades encontradas pelos fornecedores do PNAE em adequar sua produção, estando associada, por sua vez, a ausência de conhecimento técnico por parte do produtor. Neste contexto, considerando aderentes ao Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira (PDPL), Gomes *et al.* (2018) salientam que produtores que recebem assistência técnica tendem a corrigir problemas relacionados aos insumos e ao uso inadequado da escala de produção.

A título de comparação, estes resultados são ligeiramente dissonantes da literatura. O estudo de Sousa, Oliveira e Ferreira (2019), realizado para os municípios de Quixelô e Lavras da Mangabeira, representantes da região Centro-Sul cearense, encontrou maiores escores médios de eficiência técnica para retornos constantes à escala (CRS) e de eficiência de escala para os agricultores familiares não beneficiários do PNAE (AFNB), sendo que apenas para o modelo com retornos variáveis à escala (VRS), os agricultores familiares beneficiários (AFB) sobressaíram em termos médios de eficiência. Também Sousa, Oliveira e Ferreira (2021) verificam que os produtores que destinam alimentos para a merenda escolar na região dos Sertões cearenses, em 2019, apresentaram maiores escores de eficiência técnica (CRS e VRS) e de escala em relação aos que não participam do PNAE.

Considerando a distribuição de frequências absolutas dos escores de eficiência dos beneficiários e não beneficiários do PNAE na mesorregião Sul cearense, em conformidade com a Tabela 3, observa-se que a ineficiência técnica se sobressai nas duas amostras analisadas. Neste sentido, à luz da eficiência técnica com retornos constantes à escala (CRS), percebe-se que, dos 37 produtores familiares beneficiários do PNAE, 20 deles, que corresponde a 54,05% apresentam práticas produtivas ineficientes com escores inferiores a 0,25, enquanto os não beneficiários desse programa representam 82,2% da sua amostra nesta classe de eficiência, observando que os tamanhos das amostras são distintos. Os dados também indicam que 40,54% e 11,11%, respectivamente, de agricultores que destinam seus produtos para a merenda escolar e que não participam do PNAE integram a classe de eficiência entre 0,25 e 0,5 bem como as demais categorias de eficiência inferiores

à unidade. Em contrapartida, apenas dois beneficiários (que equivale a 5,41%) e três não beneficiários (correspondente a 6,67%) estão situados na fronteira de retornos constantes, sendo, portanto, eficientes, ou seja, empregam os insumos do processo produtivo de forma totalmente racional.

**Tabela 3:** Distribuição de frequências absolutas dos escores de eficiência técnica com retornos constantes à escala (CRS), retornos variáveis à escala (VRS) e eficiência de escala dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE na mesorregião Sul cearense.

Estratos de eficiência	Beneficiários do PNAE			Não beneficiários do PNAE		
	Eficiência técnica		Eficiência de escala	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	CRS	VRS		CRS	VRS	
$E < 0,25$	20	13	7	37	10	22
$0,25 \leq E < 0,5$	9	4	6	2	11	7
$0,5 \leq E < 0,75$	3	13	8	2	9	5
$0,75 \leq E < 1,00$	3	1	14	1	8	8
$E = 1,00$	2	6	2	3	7	3
Total	37	37	37	45	45	45

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Com a inclusão da restrição de convexidade, produzindo os modelos com retornos variáveis à escala (VRS), observa-se que quatro agricultores beneficiários e quatro produtores rurais não beneficiários passam a fazer parte da fronteira de eficiência. Isso implica dizer que tais unidades estão na fronteira VCR, mas não fazem parte da curva de eficiência CRS, logo não apresentam problemas quanto ao uso excessivo de insumos, todavia, operam na escala inadequada de produção.

Este tipo de evidência empírica tem sido ratificado em outros estudos sobre eficiência no setor agropecuário, tanto em termos brasileiro quanto cearense, como Barbosa *et al.* (2013) para as microrregiões brasileiras; Barbosa e Sousa (2014) para os municípios cearenses; e Sousa, Oliveira e Ferreira (2019, 2021) considerando os agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE nas regiões Centro-Sul e Sertões cearenses, respectivamente.

Em termos de eficiência de escala, apenas dois beneficiários (5,42%) e três não beneficiários (6,67%) são plenamente eficientes, isto é, possuem escores de eficiência iguais à unidade. Portanto, constata-se que parcela majoritária dos dois grupos analisados registram ineficiência de escala, sendo que 18,92% da amostra de beneficiários e cerca de 48,9% da amostra de não beneficiários apresentam escores de eficiência inferior a 0,25. Estes resultados sinalizam baixa eficiência dos agricultores familiares da mesorregião Sul do Ceará, tanto os beneficiários quanto os não beneficiários do PNAE.

No tocante aos rendimentos de escala dos agricultores familiares considerados nas duas amostras, pode-se inferir a partir da Tabela 4 que 28 (75,68%) beneficiários e 40 (88,90%) não beneficiários do PNAE apresentam rendimentos crescentes de escala. Em seguida, há predominância nas duas amostras de agricultores com rendimentos constantes de escala. Estes dois tipos de rendimentos foram encontrados por Souza, Campos e Chaves (2020) para a mesorregião Sul cearense no período de 2008 a 2012 na análise da eficiência da produtividade dos fatores agrícolas. Neste contexto, estes autores observaram que as unidades classificadas com retorno crescente operam em uma faixa “subótima”, estando

abaixo da faixa ótima, necessitando, portanto, de incrementos de insumos para o aumento da produção.

**Tabela 4:** Distribuição absoluta e relativa dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE na mesorregião Sul cearense, conforme os rendimentos de escala.

Tipos de rendimentos de escala	Beneficiários do PNAE		Não beneficiários do PNAE	
	$f_i$	%	$f_i$	%
Decrescente	04	10,81	01	2,20
Constante	05	13,51	04	8,90
Crescente	28	75,68	40	88,90
Total	35	100	47	100

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Este padrão de retornos de escala é compatível com a análise de Sousa, Oliveira e Ferreira (2019) para a mesorregião Centro-Sul cearense, tanto para os beneficiários quanto para os não beneficiários do PNAE. Por outro lado, as evidências do presente artigo são distintas dos resultados de Sousa, Oliveira e Ferreira (2021), que verificaram predominância de rendimentos decrescentes de escala entre os agricultores familiares que destinam alimentos para as escolas e os que não participam desta política na mesorregião dos Sertões cearenses.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do notório papel exercido pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar como veículo de comercialização utilizado pelos agricultores familiares, em que serve para fortalecer a renda familiar e melhorar as condições de vida, torna-se importante verificar se esse programa tem propiciado ganhos de eficiência para os produtores rurais. Para tanto, este estudo busca calcular os escores de eficiência técnica e de escala dos agricultores beneficiários e não beneficiários do PNAE na mesorregião Sul do Ceará, identificar os tipos de rendimentos de escala desses agricultores e comparar os escores de eficiência obtidos nos dois grupos analisados.

Os resultados apontam que, no modelo com retornos constantes à escala, os agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE podem reduzir, em média, o uso de insumos, respectivamente, em cerca de 70% e 80% sem comprometer a receita. Ao se adicionar uma restrição de convexidade, constata-se que, para os produtores ineficientes beneficiários e não beneficiários desse programa passarem a fazer parte da fronteira de retornos variáveis, é necessário diminuir, respectivamente, 52,5% e 44,3% a utilização de tais insumos. Portanto, pode-se inferir que esses agricultores familiares não estão utilizando os insumos de forma excessiva, mas apresentam problemas quanto à escala indevida de produção, sendo que, para a maioria dos produtores analisados, essa ineficiência pode ser atribuída à presença de retornos crescentes de escala, como foi constatado neste estudo.

A partir dessas inferências obtidas, verifica-se que o PNAE contribui com a eficiência dos agricultores familiares, contudo, ressalta-se que os produtores familiares enfrentam problemas que afetam a alocação ótima dos insumos, resultando em práticas ineficientes. Neste particular, destacam-se a ausência de assistência técnica e acesso às tecnologias adequadas que permitam o aumento da produtividade e produção, reduzindo os

custos e majorando a margem de lucro. Desta forma, políticas neste sentido podem contribuir para melhorias no desempenho dos agricultores beneficiários, repercutindo na geração de renda.

Para avançar o debate sobre esse tema, estudos a posteriori podem buscar relacionar se o tempo de participação do agricultor familiar no PNAE influencia as medidas de eficiência. Além disso, discutir a competitividade destes agricultores, desafios enfrentados por estes agentes econômicos na inserção nestes mercados institucionais e o papel da logística no abastecimento das compras da agricultura familiar.

## REFERÊNCIAS

BACCARIN, J. G.; TRICHES, R. M.; TEO, C. R. P. A.; SILVA, D. B. P. Indicadores de Avaliação das Compras da Agricultura Familiar para Alimentação Escolar no Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 55, n. 01, p. 103-122, jan./mar. 2017.

BANKER, R. D.; CHARNES, H.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

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, BA, n. 17, p. 153-185, 2014.

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, 2013.

BRASIL. **Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nos 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória no 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei no 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/111947.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111947.htm). Acesso em: 27 set. 2020.

BRITO, R. G.; OLIVEIRA, Z. M.; AQUINO, J. R. Análise da eficiência do uso da água na fruticultura irrigada do Vale do Açu no Rio Grande do Norte. **Geosul**, Florianópolis, v. 35, n. 74, p. 395-420, jan./abr. 2020.

CARMO JÚNIOR, O. M.; ROSANO-PEÑA, C. Análise envoltória de dados: eficiência dos contratos de georreferenciamento na Administração Pública. **Revista de Informações Legislativas**, Brasília, DF, ano 56, n. 223, p. 213-234, jul./set. 2019.

CASADO, F. L. Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior. **Sociais e Humanas**, Santa Maria, v. 20, n. 01, p.59-71. Jan./jun. 2007.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

COELLI, T.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Norwell: Kluwer Academic, 1998.

FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, p. 253-290, 1957.

FERREIRA, H. G. R.; ALVES, R. G.; MELLO, S. C. R. P. O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): alimentação e aprendizagem. **Revista da Seção Judiciária do Rio de Janeiro**, v. 22, n. 44, p. 90-113, abr. 2019.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO – FNDE. **Dados da agricultura familiar**. 2016. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-consultas/pnae-dados-da-agricultura-familiar>. Acesso em: 27 set. 2020.

GOMES, A. P.; ERVILHA, G. T.; FREITAS, L. F.; NASCIF, C. Assistência técnica, eficiência e rentabilidade na produção de leite. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, n. 2, ano 27, abr./maio/jun. 2018.

GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. C.; MELLO, J. C. C. B. S. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 48, n. 4, out./dez. 2005.

GOMES, L. S.; BEZERRA, J. A. B. Alimentação escolar e desenvolvimento social local: o caso da aquisição de gêneros da agricultura familiar. **Educação & Formação**, Fortaleza, v. 4, n.11, p. 97-116, maio/ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário: resultados definitivos 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LEITÃO, A. L. E.; BERNARDINO, R. V. Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): experiência de aquisição de produtos de agricultores familiares para alimentação escolar em Vila Velha, ES. **Geografares**, n. 25, p.284-309, jan./jun. 2018.

MARIANO, E. B. Conceitos básicos de análises de eficiência produtiva. *In*: Simpósio de Engenharia de Produção, 12., 2007, Bauru, SP. **Anais [...]**. Bauru, SP: SIMPEP, 2007.

MELÃO, I. B. Produtos sustentáveis na alimentação escolar: o PNAE no Paraná. **Caderno IPARDES**, Curitiba, PR, v.2, n.2, p. 87-105, jul./dez. 2012.

MINAYO, M. C. S. Ciências, técnica e arte: o desafio da pesquisa social: *In*: MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. p. 9-29.

MUGERA, A. Measuring technical efficiency of dairy farms with imprecise data: a fuzzy data envelopment analysis approach. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 57, p. 501-519, 2013.

REIS, J. C.; SACRAMENTO, K. T.; MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A. Avaliação de eficiência das ferrovias brasileiras: uma aplicação do método multicritério para seleção de variáveis em DEA e Representação Gráfica Bidimensional. **Revista Espacios**, v. 38, n. 14, 2017.

RIVEROS, J. L. T.; ORTEGA, L. C. C.; MUÑOZ, M. G. Eficiência técnica e de escala na agropecuária do estado de Mato Grosso (MT), Brasil. **Caderno Virtual**, v. 3, n. 45, 2019.

ROCHA, N. P.; FILGUEIRAS, M. S.; ALBUQUERQUE, F. M.; MILEGRES, L. C. CASTRO, A. P. P.; SILVA, M. A.; COSTA, G. D.; PRIORE, S. E.; NOVAES, J. F. Análise do programa nacional de alimentação escolar no município de Viçosa, MG, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, n. 16, 2018.

RODRIGUES, M.; SILVA, D. C. C. Análise da eficiência na produção agrícola na Amazônia entre 2007 e 2017. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.11, n.4, set/dez, 2019.

ROSSETTO, M.; ROSANO-PEÑA, C. A produtividade e o impacto da logística de distribuição na eficiência da sojicultura brasileira. **Revista de Economia e Agronegócio – REA**, v. 16, n. 1, p. 92-116, 2018.

SANTANA, L. S. L.; LIMA, F. A. X. Os programas PAA e PNAE e seus efeitos sobre um grupo de mulheres do Assentamento Lagoa do Serrote II. **Rever: Revista de Extensão e Estudos Rurais**, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 311-336, jan./jun. 2018.

SANTOS, I. O; TAVARES, M. Eficiência técnica, alocativa e de custos na produção de arroz no Brasil. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, oct. 2018.

SAVOLDI, A.; CUNHA, L. A. Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no sudoeste do Paraná na década de 1970. **Revista Geografar**, Curitiba, v.5, n.1, p.25-45, jan./jun. 2010.

SOARES, I. F.; MELO, A. C.; CHAVES, A. D. C. G. A agricultura familiar: uma alternativa para o desenvolvimento sustentável no município de Condado – PB. **Infotecnarido**, Mossoró, RN, v.3, n.1, p.56-63 jan./dez. 2009.

SOUSA, E. P.; FERREIRA, F. D. G.; OLIVEIRA, R. B. Eficiência dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários do PNAE no Centro-Sul cearense. *In: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 57., 2019, Ilhéus, BA. **Anais [...]**. Ilhéus, BA: SOBER, 2019.

SOUSA, E. P.; FERREIRA, F. D. G.; OLIVEIRA, R. B. Eficiência técnica e de escala dos produtores rurais beneficiários e não beneficiários do Programa Nacional de Alimentação Escolar nos Sertões cearense. **Custos e @gronegócio on line**, v. 17, n. 1, jan./mar. 2021.

SOUSA, M. C. S.; SOUZA, J. C. F. Escores robustos de eficiência e seus determinantes: o caso das agências do Banco do Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 44, n. 1, abr. 2014.

SOUZA, H. G.; CAMPOS, K. C.; CHAVES, F. A. K. Análise da eficiência da produtividade agrícola nas mesorregiões do estado do Ceará. **Revista Expressão Católica**, v. 9, n. 2, p. 8-21, jul./dez. 2020.

TRICHES, R. M. Repensando o mercado da alimentação escolar: novas institucionalidades para o desenvolvimento rural. *In*: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Org.). **Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015. p. 181-200.

TRIOLA, M F. **Introdução à Estatística**. 11 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.