

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS PRODUTORES DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Juliana de Sales Silva

Doutoranda em Economia Aplicada pela UFV.

julianasalessilva@live.com

Endereço: Av. Marechal Castelo Branco, 1000, apt. 905, Santo Antônio, CEP 36570-000, Viçosa – MG.

Telefone: (31)92238626

Monaliza de Oliveira Ferreira

Doutora em Economia pela UFPE/PIMES. Professora Adjunto III da UFPE/CAA.

Coordenadora do PPGECON/UFPE.

monaliza.ferr@gmail.com

João Ricardo Ferreira de Lima

Doutor em Economia Aplicada da UFV. Pesquisador A da EMBRAPA Semiárido. Professor titular na FACAPE. Professor do PPGECON/UFPE.

joao.ricardo@embrapa.br

Área: Economia Regional e Agrícola

Classificação JEL: Q12

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS PRODUTORES DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO

Resumo

O objetivo geral deste trabalho é analisar o nível de eficiência técnica dos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho localizado no Vale do São Francisco, bem como investigar variáveis que afetam a sua eficiência. Para tanto, foi utilizado o método não paramétrico DEA BCC com orientação *output*. Após a estimação dos escores de eficiência, foi calculado um modelo *Tobit* considerando esses resultados como variável dependente. Os resultados mais importantes apontaram que características como escolaridade e interação com instituição de pesquisa tendem a elevar os níveis de eficiência, enquanto a existência de dívidas levam a reduzir tais escores.

Palavras-chave: Manga, Eficiência, Polo Petrolina/Juazeiro.

Abstract

The general objective of this work is to analyze the level of technical efficiency of the producers mango in Irrigation District Senator Nilo Coelho located in the São Francisco Valley as well as investigate the variables that affect its efficiency. For this purpose, the non-parametric method DEA BCC was used with output orientation. A Tobit model was calculated after estimating the efficiency scores considering these results as dependent variable. The results most important showed that characteristics such as education, and interaction with core research institution tend to raise levels of efficiency while dues shall reduce such scores.

Key words: *Mango. Efficiency. Juazeiro/Petrolina Polo.*

1. INTRODUÇÃO

O setor frutícola brasileiro exhibe crescimento nas exportações e este aumento é decorrente da localização geográfica privilegiada do País em relação a outros países e as boas condições edafoclimáticas¹, associadas aos investimentos públicos e privados em capacitação, tecnologia, infraestrutura e logística, o que conjuntamente tornam-se fatores determinantes ao progresso e competitividade do setor (BRASIL/MAPA, 2007; VITTI, 2009). Dentro do setor, segundo Silva *et al.* (2004), a fruticultura irrigada tem se destacado como uma atividade dinâmica, produzindo alimentos de maior valor agregado, com um processo produtivo baseado em tecnologias mais modernas capazes de tornar a atividade mais competitiva.

De acordo com o Anuário Brasileiro da Fruticultura 2013 (2013), o Brasil ocupa o terceiro lugar no *ranking* mundial da produção de frutas, estando atrás apenas da China e da Índia. Ainda de acordo com a fonte, o Brasil exporta 25 espécies de frutas frescas que tem como principais destinos, Holanda, Reino Unido, Espanha, Argentina Estados Unidos e Uruguai. Dentro do cenário da fruticultura brasileira, tem-se a manga como destaque entre as frutas produzidas e comercializadas no País.

Segundo Souza *et al.* (2002), a mangueira é uma fruta nativa da Índia, que se espalhou pelo mundo no século XVI, através da abertura do comércio marítimo entre Europa e Ásia, chegando ao Brasil, por volta de 1700, através de mudas nativas da Índia, e seu cultivo, devido às excelentes condições climáticas, alcançaram todas as regiões brasileiras.

Internacionalmente, os maiores países produtores são a Índia, a China e o México. No Brasil, o Estado de São Paulo possui a maior área colhida com manga. Já na Região Nordeste, estão os mais tecnificados sistemas de cultivo dessa fruta, principalmente no Vale do Submédio São Francisco (SILVA *et al.*, 2011). Esta região é responsável por

¹Condições relacionadas ao solo e ao clima.

mais de 85% dessas frutas exportadas pelo País. De acordo com Lima *et. al.* (2009), isto é resultado das boas condições edafoclimáticas, o que assegura níveis de oferta quando o mercado se mostra desabastecido, e dos cultivares mais tecnificados, que fazem com que seus produtos consigam atingir os altos padrões de qualidades exigidos no exterior, através da padronização de variedades, tamanho, cor e sabor (PINTO, 2002; ARAÚJO *et al.*, 2003; NOGUEIRA, 2011).

A manga, no ano de 2012, foi responsável pela maior receita de exportação entre as frutas exportadas pelo Brasil, 127 mil toneladas, totalizando US\$ 137 milhões, segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), divulgado pelo Anuário Brasileiro da Fruticultura (2012; 2013), e tem como principais destinos a Europa e os Estados Unidos, em virtude da pequena oferta dos concorrentes e pela apreciação do dólar no último trimestre de 2011. Já em 2013, segundo dados do BRASIL/MDIC/AliceWeb (2014), o Brasil exportou 122 mil toneladas de manga, gerando uma receita de US\$ 147 milhões.

Mesmo com este bom desempenho, outros países tem aumentado a sua produção como é o caso, na América do Sul, do Equador e principalmente do Peru, que possui menores custos de produção (LIMA, 2013). Assim, podem se tornar fortes concorrentes dos produtores brasileiros, afetando a situação econômica principalmente dos pequenos produtores. Diante deste cenário, a questão central deste trabalho é a análise da eficiência técnica dos pequenos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho localizado no Vale do São Francisco. Como desdobramento deste objetivo, busca-se investigar as variáveis que afetam a eficiência destes produtores. Este trabalho apresenta relevância por aprofundar o entendimento da situação atual da eficiência técnica dos pequenos produtores de manga no Nilo Coelho, que normalmente são os mais afetados pelo aumento da concorrência no mercado internacional.

Este artigo está dividido em outras 4 partes, além desta introdução. Na próxima seção será feita uma revisão de literatura para com o intuito de se fazer um panorama da fruticultura no país; em seguida uma exposição da metodologia utilizada, considerando eficiência e análise envoltória de dados; o quarto tópico irá trazer os resultados da pesquisa, seguido das considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão da literatura inicialmente abordará o Polo do Vale do São Francisco. Posteriormente, o mercado da manga produzida no Vale do São Francisco. Ademais, serão apontados os trabalhos que tratam sobre eficiência para a agricultura. Por fim, serão colocados em quais aspectos o trabalho proposto acrescenta a discussão.

2.1 O Vale do São Francisco

O Vale do São Francisco está localizado na região sertaneja entre o oeste do estado de Pernambuco e norte do estado da Bahia, com clima semiárido tropical e área de mais de 360 mil hectares irrigáveis (LIMA *et. al.*, 2009; VALEXPORT, 2012). Estão localizados no Vale do São Francisco os mais tecnificados sistemas de cultivo de fruta, em especial o da manga. As condições climáticas favoráveis, alta luminosidade, disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação, baixa incidência de doenças, disponibilidade de mão de obra barata, abundante e de boa qualidade, baixa precipitação anual e umidade relativa do ar são benéficas com relação às condições fitossanitárias e permitem uma produção planejada durante o ano (SOUZA *et al.*, 2002; GUIMARÃES, 2007). A maior parte da produção é destinada ao mercado interno (LIMA *et. al.*, 2009). Em torno de 85% das exportações brasileiras do fruto foram provenientes do Vale do São Francisco em 2013 BRASIL/MDIC/AliceWeb (2014).

Segundo a VALEEXPORT (2012) as principais culturas frutícolas da região são uva, manga, banana, coco verde, goiaba, melão, acerola, limão, maracujá, papaia e pinha, entre outras frutas de menor expressão, totalizando um volume aproximado de produção de 1 milhão de toneladas/ano de frutas.

2.2 O mercado da manga do Vale do São Francisco

O Brasil é o sétimo 7º maior produtor de manga do mundo. Está atrás da Índia, China, Tailândia, Indonésia, Paquistão e México (FAO, 2013). De acordo com Vitti (2009), de 1995 a 2005, o País aumentou sua produção em 120%, crescimento bem acima da média mundial, que foi de 35%. Esse salto é decorrente do clima e solo propícios, da expansão da área cultivada e da utilização de tecnologia de ponta.

No setor de exportação, o Brasil está em quarto lugar, atrás apenas da Índia, México e Holanda (FAO, 2013). Entretanto, a Holanda ocupa tal colocação devido ao País ser o responsável pela distribuição das frutas na Europa. De acordo com o Anuário Brasileiro da Fruticultura 2013 (2013) foram destinados para Holanda 39,28% do total exportado no ano de 2012, sendo então distribuídos por todo o continente.

Vitti (2009) destaca que de 1995 a 2005, a receita com exportações da fruta brasileira aumentou 257%, o que é resultado dos projetos de irrigação do Vale do São Francisco, que são voltados para o mercado externo. Através da Tabela 1 pode-se fazer uma comparação das exportações da Região com o Brasil

Tabela 1 – Comparação das exportações brasileiras e do Vale do São Francisco de Manga (2000-2013)

ANO	Em Kg			Em US\$1.000,00 (FOB)		
	Vale	Brasil	Participação	Vale	Brasil	Participação
2000	57.200	67.172	85%	37.180	43.550	85%
2001	81.155	94.291	86%	43.443	50.814	85%
2002	93.559	103.598	90%	45.962	50.894	90%
2003	124.620	138.189	90%	68.256	75.744	90%
2004	95.745	111.181	86%	55.541	64.304	86%
2005	101.097	113.882	89%	65.669	72.654	90%
2006	101.172	114.694	88%	77.422	86.052	90%
2007	101.880	116.048	88%	76.159	89.643	85%
2008	117.518	133.725	88%	101.124	118.704	85%
2009	92.628	110.202	84%	77.430	97.388	80%
2010	108.238	124.694	87%	99.002	119.930	83%
2011	105.856	126.431	84%	114.985	140.910	82%
2012	106.970	127.002	84%	109.903	137.589	80%
2013	102.601	122.010	84%	118.837	147.482	81%

Fonte: BRASIL/MDIC/AliceWeb (2014).

Assim, é perceptível, como já mencionado anteriormente, que boa parte da manga exportada é proveniente do Vale do São Francisco (Tabela 1).

2.3 Eficiência técnica e econômica

Farrell (1957) definiu uma medida de eficiência com a utilização de vários insumos. Segundo o autor, a eficiência divide-se em eficiência técnica e eficiência alocativa. Sendo a primeira relacionada à habilidade da firma em obter o máximo de produto, a partir de um dado conjunto de insumos e a segunda, a capacidade da firma em empregar os insumos em dimensões ótimas, dados seus preços relativos. Assim, a combinação dessas eficiências resulta na eficiência econômica total.

No que tange a análise de eficiência na produção agrícola, têm-se que a avaliação do desempenho dessas unidades de produção acarreta a análise da produtividade. Coelli (1995) expõe duas formas de se obter o aumento de produtividade: a primeira seria por meio de mudanças tecnológicas (novos fertilizantes, planos de rotação de cultura e etc.), que causam um movimento ascendente da fronteira; e a segunda por procedimentos que garantam uso mais eficiente da tecnologia (por exemplo, treinamento dos agricultores na tecnologia praticada), que faz com que as unidades operem mais próximas à fronteira. Essas duas formas de melhoria da produtividade (progresso tecnológico e aumento de eficiência) requerem políticas de ação diferenciadas.

Segundo Toresan (1998), a análise da eficiência produtiva de unidades de produção agrícola, além de estabelecer instrumento de *benchmarking* para os agricultores, fornece subsídios importantes para a pesquisa e extensão, na medida em que revelam as possibilidades de expansão da produção via melhoramento da eficiência e marcam as principais fontes de ineficiência.

Portanto, quando se almeja estratégias, planejamentos e tomadas de decisões na produção é realizada uma avaliação da eficiência da unidade produtiva. Para Gomes *et al.* (2003), a eficiência de uma unidade produtiva é examinada através da comparação entre os valores observados e os valores ótimos de seus produtos (*outputs*) e recursos (*inputs*). Ainda segundo os autores, tal comparação pode ser realizada, de forma sintetizada, pela razão entre a produção observada e a produção potencial máxima alcançável, dados os recursos disponíveis, ou pela razão entre a quantidade mínima necessária de insumos e a quantidade efetivamente empregada, dada a quantidade de produtos gerados.

Gomes *et al.* (2005) utilizaram a metodologia DEA para medir a eficiência de uma amostra de agricultores de Holambra, no Estado de São Paulo e observaram que os produtores eficientes são aqueles que possuíam telefone na propriedade e usavam computadores para a agropecuária, faziam contabilidade da produção, tinham energia elétrica e água para produção, possuíam mapa ou escrituração do imóvel rural, não tinham renda extra agrícola, faziam parte de entidades de representação ou de participação social, tinham algum tipo de preocupação ambiental e faziam uso intensivo de insumos industriais.

Santos *et al.* (2009) além de utilizar esta metodologia não paramétrica para medir a eficiência técnica de 228 talhões de café de Minas Gerais, empregaram o modelo econométrico *Tobit* para identificar os fatores que influenciam a variação dos escores de ineficiência. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que a maioria das lavouras cafezeiras analisadas apresentaram ineficiência técnica.

Barros *et al.* (2012) buscando analisar os diferenciais de eficiência técnica entre os produtores agrícolas do Vale do São Francisco e identificar os fatores que explicam as variações nesses escores, utilizaram a metodologia DEA-V, que é quando se considera retorno variável de escala e o modelo econométrico *Tobit*. Os autores observaram que os atributos como porte e experiência do produtor, tecnologia e acesso a assistência técnica tendem a elevar os níveis de eficiência, enquanto idade e diversificação produtiva reduzem tais escores.

Além dos trabalhos aqui citados, diversos autores utilizaram esta mesma metodologia para mensurar a eficiência no setor agrícola, como é o caso de Sarris *et al.* (1999), Silva e Sampaio (2002), Pereira *et al.*, (2002), Souza (2003), Vicente (2004), Paul *et al.* (2004), Sowlati (2005) e Ferreira (2005).

3 METODOLOGIA

Quando o objetivo de uma investigação econômica é identificar a eficiência de produtores permitindo indicar quem é eficiente, as razões para a ineficiência e os produtores cujas práticas podem servir de referência para os ineficientes, pode-se utilizar a técnica não paramétrica Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) com retorno

variável de escala e, em seguida, o modelo econométrico *Tobit* (FETHI; JACKSON; WEYMAN-JONES, 2000).

Posto isso, a fim de analisar o nível de eficiência técnica dos pequenos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho localizado na Região do Vale do São Francisco, far-se-á a utilização do método DEA com retorno variável de escala, o qual mostrará que os produtores podem apresentar retornos constantes, crescentes ou decrescentes de escala. Posteriormente, será realizada o modelo econométrico *Tobit* com o propósito de averiguar os determinantes do nível de eficiência dos produtores de manga da Região. O emprego da metodologia DEA será realizado por meio do *software* Stata.

3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

A metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA) foi desenvolvida na tese de Rhodes (CHARNES *et al.*, 1978) e ficou conhecida na literatura por modelo CCR (sigla com as iniciais de Charnes, Cooper e Rhodes). Esse modelo que também é conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*)², trabalha com retornos constantes de escala e assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*). Posteriormente (1984), surgiu o modelo BCC (sigla com as iniciais de Banker, Charnes e Cooper), também conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale*)³, passando a considerar retornos variáveis de escala, isto é, substitui o axioma da proporcionalidade pelo axioma da convexidade (GONÇALVES *et al.*, 2008 e JI; LEE, 2010), que está associada a variação da produtividade decorrente de mudanças na escala de produção). Portanto, fazendo com que a fronteira seja convexa, o modelo BCC permite que as DMUs que operam com baixos valores de *inputs* apresentem retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala (MELLO *et al.*, 2005).

Anjos (2005) expõe que a distinção de retornos constantes e variáveis de escala está pautada nos componentes da eficiência produtiva que são: eficiência de escala e eficiência técnica. O modelo CCR é empregado para calcular o indicador de eficiência de escala e o modelo BCC a eficiência técnica.

Para Gomes e Baptista (2004) a formulação do modelo DEA CCR com orientação-insumo, avalia a eficiência total, identifica as DMUs eficientes e ineficientes e determina a que distância da fronteira de eficiência está de cada unidade ineficiente. Assim, o objetivo é procurar a máxima redução possível nos insumos, mantendo o mesmo nível de produto.

A medida de eficiência para cada DMU é obtida pela razão entre a soma ponderada dos produtos e soma ponderada dos insumos. Para a *i*-ésima DMU, tem-se

$$\text{Eficiência da DMU } i = \frac{\mu' y_i}{v' x_i} = \frac{\mu_1 y_{1i} + \mu_2 y_{2i} + \dots + \mu_m y_{mi}}{v_1 x_{1i} + v_2 x_{2i} + \dots + v_k x_{ki}} \quad (1)$$

em que μ é um vetor ($m \times 1$) de pesos associados aos produtos e v é um vetor ($k \times 1$) de pesos associados aos insumos; y refere-se aos produtos; e x , aos insumos utilizados na *i*-ésima DMU.

Neste trabalho, o problema de programação linear a ser considerado é o de orientação pelo produto e a hipótese de retornos variáveis de escala.

Ao utilizar retornos variáveis de escala, as DMUs podem ter retornos: crescentes, que ocorrem quando maiores quantidades de insumos provocam um aumento mais que proporcional dos produtos; decrescentes, que ocorrem quando o aumento dos insumos provoca diminuição da produção; decrescentes, que acontecem na situação que o acréscimo dos insumos resulta em um aumento menos que proporcional da produção; e, constante, que ocorre quando ao se ampliarem os insumos a produção mantém-se constante (ANJO, 2005).

²É o axioma da proporcionalidade que garante a existência de retornos constantes de escala.

³O axioma da proporcionalidade é substituído pelo da convexidade no PPL. Isto é feito com o acréscimo de uma restrição no modelo.

De acordo com Coelli *et al.* (1998) o modelo DEA BCC pode ser representado da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} & \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\ & \text{sujeito a:} \\ & - y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & N_1' \lambda = 1, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{2}$$

em que N_1 é um vetor ($n \times 1$) de algarismos unitários. Esta abordagem forma uma superfície convexa de planos em interseção, a qual envolve os dados de forma mais compacta do que a formada pelo modelo CCR. Gomes e Baptista (2004) expõem que os valores obtidos para eficiência técnica, com a pressuposição do BCC, são maiores do que os obtidos no CCR. Assim, se uma DMU é eficiente neste último modelo, então ela também será eficiente no BCC. Coelli (1996) ressalta que a suposição do CCR só é apropriado quando todas DMU estão operando em escala ótima, pois a existência de concorrência imperfeita, restrições de finanças e etc. pode ocasionar a não operação ótima de uma DMU. Ainda sobre a operacionalidade ótima das DMUs, Coelli *et al.* (1998) expõem que, quando nem todas as DMUs estiverem operando em escala ótima, o uso do modelo CCR, resulta em medidas de eficiência técnica que se confundem com eficiência de escala. De tal modo, o uso do modelo BCC permite o cálculo das eficiências técnicas livres desses efeitos de escala.

O modelo BCC é menos restritivo⁴ do que o modelo CCR e permite decompor a eficiência técnica em eficiência de escala e eficiência técnica “pura”. Para analisar a eficiência de escala, torna-se necessário estimar a eficiência das DMUs, utilizando-se tanto o modelo CCR como o BCC. A ineficiência de escala é evidenciada quando existem diferenças no escore desses dois modelos, o que indica que o retorno de escala é variável, ou seja, ele pode ser aumentado ou diminuído (GONÇALVES *et al.*, 2008).

Ainda de acordo com os autores, os valores de eficiência de escala para cada unidade de análise podem ser obtidos pela razão entre os escores de eficiência técnica com retornos constantes e variáveis da seguinte maneira:

$$\theta_S = \frac{\theta_{CCR}(X_k, Y_k)}{\theta_{BCC}(X_k, Y_k)} \tag{3}$$

em que θ é a eficiência de escala; o termo $\theta_{CCR}(X_k, Y_k)$ é a eficiência técnica para o modelo de retornos constantes; e o termo $\theta_{BCC}(X_k, Y_k)$ é a eficiência técnica para o modelo de retornos variáveis.

Gonçalves *et al.* (2008) apontam ainda que se a eficiência de escala for igual a 1, a DMU estará operando a retornos constantes de escala, se a eficiência de escala for maior ou menor que 1, estará operando com retornos variáveis. Para compreender a natureza da ineficiência de escala, é necessário considerar outro problema de linear programação. Neste caso, a formulação consiste em substituir a restrição $N_1' \lambda = 1$ pela restrição $N_1' \lambda \leq 1$, obtendo-se o seguinte modelo para o caso dos retornos não crescentes:

$$\begin{aligned} & \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\ & \text{sujeito a:} \\ & - y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & N_1' \lambda \leq 1, \\ & \lambda \geq 0. \end{aligned} \tag{4}$$

Enquanto que para os retornos não-decrescentes, substitui-se a restrição $N_1' \lambda \leq 1$, no modelo com retornos não-crescentes, pela restrição $N_1' \lambda \geq 1$, resultando-se em:

$$\text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta,$$

⁴Porque permite menor discriminação das diferenças entre as DMUs.

$$\begin{aligned} \text{sujeito a:} & & (5) \\ -y_i + Y\lambda & \geq 0, \\ \theta x_i - X\lambda & \geq 0, \\ N_1' \lambda & \leq 1, \\ \lambda & \geq 0. \end{aligned}$$

Gonçalves *et al.* (2008) ressaltam ainda que todos os modelos apresentados devem ser resolvidos n vezes, isto é, o modelo é resolvido para cada DMU na amostra.

Anjos (2005) afirma que se pode analisar a eficiência do ponto de vista dos *inputs* ou dos *outputs* e que a escolha de qual modo não afeta os resultados. Contudo, Coelli (1996) afirma que as unidades ineficientes podem ser alteradas nos dois métodos. Assim, sugere-se que a escolha seja feita pela variável de análise de eficiência (*inputs* ou *outputs*) que a unidade tenha maior influência (ANJOS, 2005).

Jackson e Fethi (2000) revelam que, quando os resultados são esperados para orientar as políticas destinadas a melhorar desempenho, após a mensuração da eficiência relativa, é interessante explicar os escores de eficiência da DEA através da investigar os determinantes de tal eficiência técnica. Desta forma, tem sido habitual utilizar um processo em duas fases. Para o autor, na primeira fase, a eficiência técnica é fixada numa tecnologia de referência, enquanto na segunda etapa, os escores de eficiência da DEA, são explicados por variáveis relevantes não diretamente incluídas na análise DEA.

Gonçalves *et al.* (2008) relatam que os escores de eficiência DEA têm valores máximos iguais a 1, ou seja, é truncado neste valor. Assim, o modelo *Tobit* é sugerido na segunda fase, como uma adequação do modelo estatístico multivariado, para considerar as características da distribuição de medida de eficiência. Este método foi utilizado por Simar e Wilson (2007) e será adotado neste estudo. Assim, após a estimação do escore de eficiência do DEA, para contornar os problemas na segunda fase, como os relacionados à estimativa e à inferência, os autores propõem o uso de dois algoritmos envolvendo o uso de regressão truncada e do procedimento de reamostragem *bootstrap*. No algoritmo número um, os autores buscam a melhorar a inferência sobre o vetor de parâmetros β e o erro-padrão \mathcal{E}_i do seguinte modelo de regressão:

$$\hat{\theta}_i = z_i \beta + \mathcal{E}_i \quad (6)$$

em que $\hat{\theta}_i$ é o estimador DEA, z_i é o vetor ($1 \times r$) de variáveis exógenas. Já no algoritmo número dois, tem o mesmo objetivo do número um, mas com utilização de um *bootstrap* paramétrico para correção do viés presente em $\hat{\theta}_i$.

3.2 Tobit

Para investigar as variáveis que determinam a eficiência dos produtores de manga do Distrito de Irrigação Nilo Coelho é utilizado o modelo econométrico *Tobit*.

O modelo econométrico *Tobit* foi desenvolvido por Tobin (1958) e é conhecido como modelo regressão truncada ou censurada onde erros esperados são diferentes de zero.

De acordo com Greene (2012), o modelo *Tobit* padrão pode ser definido da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} y_i^* &= \beta' x_i + \mathcal{E}_i & (7) \\ y_i &= y_i^* \text{ se } y_i^* > 0, \\ y_i &= 0 \text{ caso contrário} \end{aligned}$$

em que é normalmente distribuído, com média zero e variância constante de σ^2 , isto é, $\mathcal{E}_i \sim N(0, \sigma^2)$; y_i^* é a variável-índice ou variável latente; y_i é escore DEA; x_i é o vetor das variáveis explicativas; β é o vetor dos parâmetros a serem estimados; e \mathcal{E}_i o termo de erro.

Apesar do escore de eficiência possuir limite superior igual a um, Fethi *et al.* (2000) indica usar a truncagem em zero. Assim, o escore de eficiência da DEA é transformado e o valor truncado é concentrado em zero:

$$y_i = (1/\theta) - 1 \quad (8)$$

Assim, para Santos *et al.* (2009) tendo escore da DMU de eficiência igual a 1 transformado para zero, os escores menores que 1 tornam-se valores positivos. Portanto, a equação estimada (9) revela quais as variáveis que reduzem a ineficiência.

De acordo com Greene (2012), a estimativa de parâmetros do modelo *Tobit* é geralmente feito por máxima verossimilhança, que fornece estimadores consistentes e assintoticamente eficientes para os parâmetros e variância. Diante disto, o modelo *Tobit* é estimado da seguinte forma:

$$\ln L = \sum_{y_i > 0} -\frac{1}{2} \left[\log(2\pi) + \ln \sigma^2 + \frac{(y_i - x'_i \beta)^2}{\sigma^2} \right] + \sum_{y_i = 0} \ln \left[1 - \Phi \left(\frac{x'_i \beta}{\sigma} \right) \right] \quad (9)$$

Com $\gamma = \frac{\beta}{\sigma}$ e $\theta = \frac{1}{\sigma}$ tem-se a seguinte função de log-verossimilhança:

$$\ln L = \sum_{y_i > 0} -\frac{1}{2} [\ln(2\pi) - \ln \theta^2 + (\theta y_i - x'_i \gamma)^2] + \sum_{y_i = 0} \ln [1 - \Phi(x'_i \gamma)] \quad (10)$$

Assim, os resultados assim obtidos são muito semelhantes aos resultados encontrados na regressão truncada.

3.3 Dados, definição das variáveis e amostra

Os dados utilizados neste trabalho são de natureza primária, obtidos por meio levantamento de campo, via questionários aos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho localizado na Região do Vale do São Francisco, no período de outubro a dezembro de 2013.

Para implicação da estimação das fronteiras de produção, cogente à investigação dos escores de eficiência, foi utilizada como variável dependente tratada no método não paramétrico DEA, a quantidade produzida (QP) em kg, isto é, o montante de manga produzida na propriedade. As variáveis explicativas, por sua vez, foram à área produzida (*A*), à mão-de-obra (*L*), ao capital (*K*) e aos insumos (*I*). Portanto, o modelo buscou formar uma fronteira de produção determinística $QP = f(A, L, K, I)$, a partir da qual foi possível verificar as medidas de eficiência relativa para cada produtor.

Com respeito à área produzida (*A*), considerou-se a área plantada⁵ da propriedade, em hectares. Quanto à mão-de-obra⁶ (*L*), foram utilizadas as despesas totais realizadas pelo negócio com a contratação de trabalhadores e a estimativa de custo de oportunidade da utilização de mão-de-obra familiar. Para o fator capital (*K*), considerou-se o inventário dos equipamentos depreciados e benfeitorias utilizados na propriedade. Finalmente, quanto aos insumos (*I*), foram utilizadas as despesas totais realizados pelo negócio com a aquisição de adubos, defensivos, indutores, água, energia, aluguel de equipamentos e outros insumos citados espontaneamente pelo entrevistado.

No modelo econométrico *Tobit* foram utilizadas as seguintes variáveis: planta por hectare, escolaridade, núcleo pertencente, comercialização com o exterior, interação com alguma instituição de pesquisa, participação em treinamentos, existência de dívidas e se apresenta outra atividade econômica.

Quanto à amostra, foram analisados os produtores de Tommy Atkins, Palmer, Keitt, Kent e Espada devido essas variedades serem as de maior representatividade na produção e exportação da Região, que possuíam até 11 hectares, representando assim, o pequeno produtor agrícola situados no projeto Nilo Coelho (ARAÚJO, 2004). A escolha das

⁶ Cabe ressaltar que a informação referente às despesas com mão-de-obra considerou uma estimativa através do número de funcionários na propriedade, tomando-se como referência o valor da diária na agricultura de R\$35,00. Quanto à mensuração do custo de oportunidade, considerou-se para todos os entrevistados a inclusão de um indivíduo nos custos de mão-de-obra, como forma de produzir uma estimativa para o custo de oportunidade da utilização de mão-de-obra familiar.

entrevistas em agricultores de pequeno porte deveu-se a forte participação destes quando se considera o número de produtores que atuam na Região. Portanto, destaca-se que a amostra deve representar suficientemente os atributos da localidade e podem compendiar conclusões sobre os determinantes do nível de eficiência entre seus produtores.

4 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentadas inicialmente, as estatísticas descritivas dos dados; em seguida, os resultados da estimação dos níveis de eficiência dos produtores de manga do Nilo Coelho; e por fim, os resultados da estimação do modelo *Tobit*.

4.1 Estatística descritiva dos dados

Com a finalidade de delinear o perfil do produtor de manga do perímetro irrigado Nilo Coelho, são apresentadas primeiramente as estatísticas descritivas dos atributos pessoais sexo, escolaridade, estado civil, idade e quantidade de filhos.

A estatística descritiva dos dados por proporção pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos dados (proporção e erro padrão)

Variáveis	Proporção	Erro padrão	Intervalo de confiança de 95%	
Sexo				
<i>Mulheres</i>	6,84	0,02805	0,01258	0,12440
<i>Homens</i>	93,15	0,02805	0,87560	0,98742
Escolaridade				
<i>Analfabeto</i>	9,59	0,03269	0,03072	0,16106
<i>Fundamental</i>	46,57	0,05538	0,35540	0,57617
<i>Médio</i>	24,65	0,04785	0,15117	0,35198
<i>Técnico</i>	5,48	0,02527	0,00442	0,10517
<i>Superior</i>	13,70	0,03818	0,06088	0,21309
Estado Civil				
<i>Solteiro</i>	5,48	0,02526	0,00442	0,10516
<i>Casado</i>	84,93	0,03972	0,77013	0,92850
<i>Divorciado</i>	4,11	0,02204	-0,00284	0,08504
<i>Outro</i>	5,48	0,02527	0,00421	0,10517

Fonte: Elaboração própria.

Percebeu-se que a proporção de homens foi de 93,15% e a de mulheres 6,88%, ou seja, o número os homens produtores de manga na Região foi bem superior ao de mulheres. Isso era esperado, já que tradicionalmente existem mais homens do que mulheres no trabalho do campo. Quanto à variável escolaridade, percebeu-se que 9,59% são analfabetos; 46,57% possuíam até o ensino fundamental; 24,65% estudaram até o ensino médio; 5,48% possuíam até o ensino técnico; e 13,7% tinham até o ensino superior. Na variável estado civil, 5,48% eram solteiros; 84,93% casados; 4,11% divorciados; e 5,48% outra situação.

A estatística descritiva dos dados socioeconômicos dos produtores de manga, por médias, pode ser observada na Tabela 2. Notou-se portanto que, a idade média destes produtores foi de 50,1 anos. Já a média de filho por proprietário foi de 2,7.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos dados (média e erro padrão)

Variável	Média	Erro padrão	Intervalo de confiança de 95%	
<i>Idade</i>	50,1	1,5496	46,993	53,1712
<i>Filhos</i>	2,7	0,1276	2,4031	2,9119

Fonte: Elaboração própria.

A estatística descritiva dos dados que foram utilizados posteriormente no modelo DEA, pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3 – Estatística descritiva dos dados do DEA

Variáveis	Média	Erro padrão	Min	Máx
<i>Produção (R\$)</i>	63.365,32	5.738,09	9.000,00	260.000,00
<i>Área (ha)</i>	3,9	0,2517	3,4570	4,4583
<i>Insumos (R\$)</i>	14.319,55	1.015,03	3.458,00	45.585,00
<i>Capital (R\$)</i>	53.911,79	5.029,02	4.000,00	242.000,00
<i>Mão de obra (R\$)</i>	10.234,28	856,84	1.693,75	29.743,75

Fonte: Elaboração própria.

A variável produção mostrou um valor médio de R\$63.365,32. A área plantada tem um tamanho médio de 3,9 hectares. Já os custos com insumos teve um valor médio de R\$14.319,55. O capital por sua vez possuiu uma média de R\$53.911,79 e por fim, a variável mão de obra apresentou um valor médio de R\$10.234,28.

4.2 Níveis de eficiência estimados pelo método DEA

Para a obtenção dos níveis (scores) de eficiência técnica e de escala dos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, foi considerado a pressuposição de retornos variáveis de escala (DEA BCC) com orientação *output*. É importante ressaltar que, assim como em Santos *et al.* (2009), foram considerados neste trabalho produtores eficientes aqueles que alcançaram níveis de eficiência acima de 0,90 e ineficientes os que obtiveram níveis abaixo desse valor.

Inicialmente, pode-se observar na Tabela 4 os níveis de eficiência e as estatísticas descritivas referentes aos produtores da amostra.

Tabela 4 – Eficiência técnica dos produtores de manga, sob condições de retornos constantes e retornos variáveis

Escore de eficiência	Retornos constantes	Retornos variáveis	Eficiência de escala
<i>Média</i>	0,594	0,633	0,941
<i>Máximo</i>	1,000	1,000	1,000
<i>Mínimo</i>	0,110	0,110	0,667
<i>Desvio padrão</i>	0,249	0,261	0,069
<i>Produtores eficientes</i>	2	5	47
<i>% da amostra</i>	2,7%	6,9%	64,4%

Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Tabela 4, sob a pressuposição de retornos constantes, verificou-se que do total de produtores, apenas 2 foram tecnicamente eficientes, o que correspondeu a 2,7% do total da amostra.

Ainda na referida tabela, considerando-se os retornos variáveis, observou-se que a eficiência técnica média aumentou para 0,633. O número de produtores eficientes foi de 5, que corresponde a 6,9% da amostra. Portanto, notou-se um crescimento na média dos produtores eficientes, quando se deixou de analisar retornos constantes e considerou-se retornos variáveis. Isto ocorreu porque, como já mencionado, segundo Gomes e Baptista (2004) os valores obtidos para eficiência técnica, com a pressuposição do BCC, são maiores

do que os obtidos no CCR. Assim, se uma DMU é eficiente neste último modelo, então ela também será eficiente no BCC.

A medida de eficiência de escala também pode ser observada na Tabela 4 e exibe a relação entre as medidas de eficiência técnica nos modelos e CCR e BCC. Diante disso, quando o produtor operar em escala ótima, ele será considerado eficiente. Nesse sentido, observou-se que 47 do total dos produtores foram eficientes, a média de ineficiência de escala foi 0,941. Assim, percebeu-se que 64,4% dos produtores de manga do Nilo Coelho estavam produzindo em escala ótima de produção.

A distribuição dos produtores segundo o tipo de retorno que apresentam está exposta na Tabela 5.

Tabela 5 – Distribuição dos produtores de manga segundo o tipo de retorno

Escala de produção	Número de produtores	%
<i>Retornos crescentes</i>	59	80,8
<i>Retornos constantes</i>	12	16,5
<i>Retornos decrescentes</i>	2	2,7
<i>Total</i>	73	100

Fonte: Elaboração própria.

Entre os produtores da amostra, notou-se que 59 possuem uma escala de produção com retornos crescentes, o que significa que apenas 80,8% do total da amostra poderia melhorar sua situação, em termos de eficiência, caso houvesse um crescimento na escala de produção.

Quanto aos que possuem retornos constantes, apenas 12 produtores do total da amostra apresentaram tal retorno, ou seja, apenas 16,5% possuíam uma escala eficiente. Por fim, estiveram com retornos decrescentes 2 produtores, o que correspondeu a 2,7% do total, evidenciando que o nível de eficiência seria maior, se possuíssem escala menor de produção. Na Tabela 6, tem-se uma comparação dos cinco produtores mais eficientes com os cinco menos eficientes, estimados pelo modelo BCC, com orientação *output*, isto é, na qual a eficiência do produtor será alcançada quando se obtém o produto pela combinação ótima de insumos. Nesta comparação foram utilizados os 5 produtores mais eficientes que serviram de *benchmarks* para os 5 produtores menos eficientes. Na referida tabela encontra-se destacado em negrito os atuais valores da quantidade produzida em kg dos produtores, bem como a área utilizada, os atuais custos com mão de obra e insumos e o valor atual do capital. Os valores entre parênteses dos 5 produtores menos eficientes representam os valores que deveriam ser diminuídos dos custos com mão de obra e insumos, e do valor do capital para que estes se tornassem eficientes, tendo como base os *benckmarks*.

Observou-se que os 5 produtores eficientes, ou seja, aqueles que obtiveram um escore igual a 1,0, servindo assim de *benchmark* para os outros produtores de manga foram as DMUs: 74, 42, 3, 29 e 33 que apresentaram todas, retornos constantes de escala. No tocante ao primeiro produtor mais eficiente, percebeu-se que este alcançou uma quantidade produzida de 180.000 kg utilizando uma área de 6.5 ha de terra, R\$10.762,50 em gastos com mão de obra, R\$16.100,00 com insumos e R\$4.500,00 com capital e conseguiu vender sua fruta por R\$0,80. Este mesmo valor foi alcançado pelo segundo produtor mais eficiente, que com uma área de 6 ha, teve uma produção de 260.000 kg, despendendo gastos de R\$26.726,25 com mão de obra, R\$38.492,00 com insumo e de R\$92.230,00 com capital. O terceiro, quarto e quinto produtores mais eficientes, venderam sua fruta por, R\$0,90, R\$0,37 e R\$1,30, respectivamente. Apesar do baixo valor de venda da fruta do quarto produtor, este se mostrou

eficiente, alguns dos fatores para este resultado podem ser devido a grande área produzida e a grande quantidade produzida.

Entre os cinco produtores menos eficientes, observou-se que, para aumentar a quantidade produzida do proprietário, através da utilização de forma ótima dos insumos, seriam necessárias algumas alterações nos gastos dos produtores. Assim, para que o produtor 80º do *ranking* pudesse aumentar sua produção, seriam necessárias reduções nos gastos com mão de obra e com capital, de forma que cada produtor estaria se localizando na fronteira de produção.

Para que o 70º colocado pudesse expandir sua quantidade produzida, este deveria reduzir a utilização de sua área em 0.08 ha, assim, juntamente com uma diminuição nos gastos com insumos de R\$569,47 e de R\$8.447,83 com capital, este produtor se tornaria eficiente. Observou-se ainda que, tanto o primeiro quanto segundo produtor da classificação dos menos eficientes, possuía rendimentos crescentes de escala, portanto, havendo um aumento dos *inputs*, levaria a um crescimento mais que proporcional na produção.

Ainda dentre os cinco produtores menos eficientes, o produtor de posição 71º apresentou também retornos crescentes de escala. Este produtor para se tornar eficiente, utilizado como referência os produtores 33 e 74, deveriam diminuir R\$744,20 e R\$ 3.124,81 com gastos com mão de obra e capital, respectivamente. Já o produtor 72º, que também apresentou retornos crescentes de escala, deve diminuir apenas o capital em R\$4.789,56, tendo como *benchmarks* as DMUs 3, 42 e 74.

Sendo assim, foi compreendido que uma melhor utilização de todos esses *inputs* na produção, provocaria uma diminuição nos custos e conseqüentemente, uma maior eficiência para os produtores e manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho.

Tabela 6 – Comparação dos cinco mais eficientes com os cinco menos eficientes produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho

<i>Ranking</i>	<i>Score</i>	<i>DMU</i>	<i>Benchmarks</i>	<i>Preço (R\$)</i>	<i>Produção (Kg)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Mão de obra (R\$)</i>	<i>Insumo (R\$)</i>	<i>Capital (R\$)</i>	<i>Retorno</i>
1°	1	63	-	0,80	180.000	6.5	10.762,50	16.100,00	4.500,00	Constante
2°	1	34	-	0,80	260.000	6	26.726,25	38.492,00	92.230,00	Constante
3°	1	2	-	0,90	90.000	2	6.303,500	25.440,00	242.000,00	Constante
4°	1	23	-	0,37	250.000	9.8	28.416,00	19.693,00	51.500,00	Constante
5°	1	27	-	1,30	95.000	2	10.558,25	16.940,00	7.800,00	Constante
69°	0,1955	35	27; 63	1,20	15.000 (338,57)	2.3	10.885,00 (855,83)	10.162,00	69.000,00 (12.712,30)	Crescente
70°	0,1655	5	34; 63	0,40	30.000	7 (0.08)	11.025,00	19.910,00 (569,47)	57.000,00 (8.447,83)	Crescente
71°	0,1443	31	27; 63	1,20	10.000 (178,99)	2.5	9.537,50 (744,20)	6.590,00	23.600,00 (3.124,81)	Crescente
72°	0,1403	48	2; 34; 63	1,30	23.000	5	11.910,00	22.150,00	119.500,00 (4.789,56)	Crescente
73°	0,1102	30	23; 63	0,75	12.000	4 (0.01)	6.766,25	9.694,00	136.900,00 (14.686,40)	Constante

Fonte: Elaboração própria.

4.3 Modelo Tobit

Com o intuito de testar estatisticamente as relações de causalidade e os efeitos de algumas variáveis que podem influenciar a eficiência dos produtores de manga da Região, foi realizada a estimação do modelo *Tobit*, conforme descrito na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados do modelo Tobit

Variáveis	Coef.	Std. Err	t
<i>Planta por ha</i>	0.00043676 ^{ns}	0.0003	1.65
<i>Escolaridade</i>	0.027757 [*]	0.0158	2.76
<i>Núcleo</i>	0.02139958 [*]	0.0061	3.46
<i>Comercio Exterior</i>	0.33096393 ^{ns}	0.3050	1.09
<i>Dívida</i>	-0.08281314 ^{**}	0.0348	-2.38
<i>Inst. de Pesquisa</i>	0.08864472 ^{***}	0.0478	1.85
<i>Treinamento</i>	0.04188940 ^{ns}	0.0504	0.83
<i>Outra atividade</i>	-0.02816339 ^{ns}	0.0333	-0.85
<i>Constante</i>	0.62424038 [*]	0.0819	7.63

Nota: * significância a 1%; **significância a 5%; *** significância a 10% ; ns não significante. Fonte: Elaboração própria.

Quatro variáveis consideradas no modelo não se mostraram estatisticamente significantes, não sendo, portanto, fatores importantes para explicar a eficiência dos produtores de manga do Distrito de Irrigação Nilo Coelho.

A *escolaridade* mostrou-se significativa ao nível de 1% e apresentou o sinal esperado, revelando que uma maior escolaridade influencia positivamente o nível de eficiência. Este mesmo resultado foi encontrado para a variável *núcleo*, mas com nível de significância a 1. Assim, um possível motivo para este resultado é que a localização do produtor em um núcleo melhor gerido e localizado, afeta positivamente sua eficiência.

Com respeito a variável *dívida*, notou-se como esperado que, a existência de dívidas por parte do produtor influencia negativamente sua eficiência. Este resultado pode estar relacionado ao fato de que alguns produtores buscam obtenção de crédito e financiamento para investimento e custeio de sua produção e que, este dinheiro pode ser empregado de maneira errônea, acarretando em um não pagamento do financiamento, que pode acabar influenciando na eficiência. Outro possível motivo pode estar relacionado à existência de dívidas dos com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), referentes à amortização dos lotes titulados e ao pagamento de tarifa d'água do perímetro de irrigação da CODEVASF.

A variável *interação com instituição de pesquisa* mostrou-se tendo considerável efeito positivo sobre a eficiência. Assim, é imprescindível a existência na Região de instituições dispostas a dar suporte a esses produtores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como propósito realizar uma análise dos níveis de eficiência dos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho localizado na Região do Vale do São Francisco, bem como as variáveis que afetam a eficiência. Para tanto, foram aplicados 73 questionários aos produtores do perímetro irrigado Nilo Coelho.

Os principais resultados do DEA BCC, com orientação *output*, mostraram que esses produtores possuem uma eficiência média de 0,594 considerando retornos constantes e de 0,633 considerando retornos variáveis. A eficiência de escala obteve uma média de 0,941. Isso sugere o que perímetro irrigado Nilo Coelho, possibilita aos seus produtores, trabalhos

em escala e com melhor utilização dos insumos na lavoura por meio, por exemplo, dos benefícios do sistema de irrigação. Também foi observado que 80,8% da amostra apresentou rendimentos crescentes de escala, indicando que é possível melhorar a situação em termos de eficiência, caso houvesse um crescimento na escala de produção.

Foi verificado que o principal *input* a sofrer modificações para que o produtor se torne eficiente, é o capital, seguido da mão de obra, área e insumos. Assim, os produtores podem atingir uma maior quantidade produzida, caso haja uma boa alocação os *inputs* utilizados.

Nesse sentido, no processo de identificação das variáveis que podiam afetar a eficiência dos produtores de manga, foi observado que as variáveis que influenciaram positivamente foram: escolaridade, núcleo e interação com instituição de pesquisa. Já a variável que influencia negativamente foi: existência de dívidas por parte do produtor.

Dessa forma, estes resultados podem dar suporte a formulações de políticas públicas voltadas à melhoria na qualidade de ensino e instrução passados aos produtores da região, bem como ampliação da oferta, por parte do governo, de cursos técnicos, profissionalizante, dentre outros, são medidas com potenciais efeitos positivo de longo sobre a eficiência agrícola dos produtores do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho localizado no Vale do São Francisco.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, Maria Anita dos. **Aplicação da análise envoltória de dados (DEA) no estudo da eficiência econômica da indústria têxtil brasileira nos anos 90**. Tese (Doutorado) Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005. 239 p.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2012. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2012. 128p.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2013. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2013. 136p.
- ARAÚJO, J. L. P. **Mercado e comercialização da manga**. Embrapa Semi-Árido Sistemas de Produção, 2. 2004. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/mercado.htm>>Acesso em: 10 de setembro de 2013.
- ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; GUIMARÃES, J.; ARAÚJO, E. P. Análise do custo de produção e comercialização da manga produzida e exportada na região do Submédio São Francisco. In: 41º CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. Juiz de Fora – MG. **Anais...** Juiz de Fora: SOBER, 2003.
- BARROS, E. S.; XAVIER, L. F. ; FONSECA, H. V. P.; COSTA, E. Eficiência na produção Agrícola do Pólo Petrolina/Juazeiro: Estimativa de Escores e seus Determinantes. In: 50º Congresso da SOBER, 2012, Vitória - ES. **Anais ...** 2012.
- BRASIL/MDIC/ALICEWEB - Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via *Internet*. Disponível em: <<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 16 de maio de 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA; Secretária de Política Agrícola – SPA; Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA. **Cadeias Produtiva de Frutas**. In: Série Agronegócio. Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha (coordenadores). – Brasília , 2007. 102 p.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, 1978. p. 429-444.
- COELLI, T.; RAO, D.S.P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Springer: United States of America, 2ª ed. 1998. 341 p.

COELLI, T. J. **A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program**. Armidale, Austrália: University of New England, 1996. 50 p. (CEPA Working Papers 8).

COELLI, T.J. Recent developments in frontier modelling and efficiency measurement. **Australian Journal of Agricultural Economics**, v. 39, n. 3. 1995. p. 219-245.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. de S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L.. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, Outubro 2011. p. 109-120.

FARRELL, M. J.. The measurement of production efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, part III, 1957, p. 253-290.

FERREIRA, M. A. M.. **Eficiência técnica e de escala de cooperativas e sociedades de capital na indústria de laticínios do Brasil**. Tese (Doutorado) Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005. 158 p.

FERREIRA, M. de O. **Estudo para a implantação de mercados futuros de manga e uva no Brasil usando métodos multicritérios para decisão**. Tese (Doutorado) Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008. 142 p.

FETHI, M. D.; JACKSON, P. M.; WEYMAN-JONES, T. G.. Measuring the Efficiency of European Airlines: An Application of DEA and *Tobit* Analysis. In: **Annual Meeting of the European Public Choice Society**, Siena, Italy, 2000. 32 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 18 abr. 2013.

GOMES, Adriano Provezano; BAPTISTA, Antônio José Medina dos Santos. Análise envoltória de dados: conceitos e modelos básicos. In: Maurinho Luiz dos Santos; Wilson da Cruz Vieira. (Org.). **Métodos Quantitativos em Economia**. 1ed. Viçosa: UFV, v. 1. 2004. p. 121-160.

GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. de C.; MELLO, J. C. C. B. S. de. 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**. Rio de Janeiro, v. 43, n 04, out/dez 2005. p. 607-631.

GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B. S de; BIONDI NETO, L.. **Avaliação de Eficiência por Análise de Envoltória de Dados: Conceitos, Aplicações à Agricultura e Integração com Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 39 p.

GONÇALVES, R. M. L.; VIEIRA, W. da C.; LIMA, J. E. de; GOMES, S. T.. Analysis. of technical efficiency of milk-producing farms in Minas Gerais. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 12, n. 2, 2008. p. 321-335.

GREENE, William H.. *Econometric analysis*. 7ª ed., New York University: Prentice Hall, 2012. 1.231p.

GUIMARÃES, Tadeu Graciolli. **Visita técnica ao Pólo do Vale do São Francisco, em Petrolina, PE e Juazeiro, BA**. Platina, DF: Embrapa Cerrados. 2007. 34 p.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Fruta. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/>>. Acesso em: 04 de maio de 2013.

JACKSON, P. M.; FETHI, M. D.. **Evaluating the technical efficiency of Turkish commercial banks: An Application of DEA and Tobit Analysis**. In: International DEA Symposium, University of Queensland, Brisbane, Australia, 2000, 19 p.

JI, Yong-bae; LEE, Choonjoo. Data envelopment analysis. **The Stata Journal**. v. 10, n. 2, 2010. p. 267–280.

LIMA, J. R. F. de. **Exportações de manga produzida no Submédio do Vale do São Francisco no Período de 2003 - 2012**. Disponível em:

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/956079/1/COT154.pdf>>. Acesso em: 6 de dezembro de 2013.

LIMA, M. A. C. de; SÁ, I. B.; KILL, L. H. P.; BORGES, R. M. E.; LIMA NETO, F. P.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S.; SILVA, P. C. G. da; CORREIA, R. C.; SILVA, A. de S.; SÁ, I. I. S.; SILVA, D. F. da. **Subsídios técnicos para a indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco: Uva de Mesa e Manga**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. (Sérios Documentos, 222). 54p.

MDIC/SECEX. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Aliceweb2**. Disponível em:<<http://alicesweb2.mdic.gov.br>>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

MELLO, João C. C. B. S. de; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; BIONDI NETO, L.. **Curso de análise de envoltória de dados**. In: XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Gramado - RS, 2005. Gramado: SBPO, 2005.

NOGUEIRA, J. G. A. **Proposta de plano estratégico para a fruticultura brasileira ampliar a participação no mercado internacional**. Dissertação (Mestrado) Ciências – Administração de Organizações, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2011. 165 p.

PAUL, C.M; NEHRING, R.; BANKER, D. Scale economies and efficiency in U.S. agriculture: are traditional farms history? **Journal of Productivity Analysis**, v. 22, 2004, p. 185-205.

PEREIRA, M.F.; SILVEIRA, J.S.T.; LANZER, E.A.; SAMOHYL, R.W. Productivity growth and technological progress in the Brazilian agricultural sector. **Pesquisa Operacional**, v. 22, n. 2, 2002, p.133-146.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L.. **Microeconomia**. 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 672 p.

PINTO, Alberto Carlos de Queiroz. A produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura**. v.24, n. 3. 2002.

SANTOS, V. F. dos; VIEIRA, W. da C.; RUFINO, J. L. dos S.; LIMA, J. R. F. de.. Análise da eficiência técnica de talhões de café irrigados e não-irrigados em Minas Gerais: 2004-2006. **Revista Economia e Sociologia Rural**. v.47, n.3, 2009, p. 677-698.

SARRIS, A.H.; DUCHA, T.; MATHIJS, E. Agricultural restructuring and in central and eastern Europe: implications for competitiveness and rural development. **European Journal of Agricultural Economics**, v. 26, n. 3, 1999, p. 305-329.

SILVA, J.L.M.; SAMPAIO, Y.S.B. A eficiência técnica dos colonos nos perímetros irrigados em Petrolina, Juazeiro: uma análise de modelos de fronteiras de produção. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 33, n. 2, 2002, p. 159-179.

SILVA, P. C. G. da. Dinâmica e crise da fruticultura irrigada no Vale do São Francisco. In: GOMES DA SILVA, A.; CAVALCANTI, J. S. B.; WANDERLEY, M. de N. B. (orgs).

Diversificação dos espaços rurais edinâmicas territoriais no Nordeste do Brasil. João Pessoa: Ed. Zarinha Centro de Cultura, 2009, p. 69-95.

SILVA, S. R. da; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S. A fruticultura e o desenvolvimento local: o caso do núcleo produtivo de fruticultura irrigada de Limoeiro do Norte – Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 35, n. 1, jan.-mar. 2004.

SIMAR, L; WILSON, P. Estimation and Inference in Two-stage, Semi-parametric Models of Production Processes. **Journal of Econometrics**, v. 136, p. 31-64, 2007.

SOUZA, D.P. H. de. **Avaliação de métodos paramétricos e não paramétricos na análise da eficiência da produção de leite**. Tese (Doutorado) Economia Aplicada, Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2003. 136 p.

SOUZA, J. da S., ALMEIDA, C. O. de, ARAÚJO, J. L. P., CARDOSO, C. E. L.. Aspectos socioeconômicos. In: GENÚ, P. J. de C., PINTO, A. C. de Q.. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 21-29.

- SOWLATI, T. Efficiency studies in forestry using data envelopment analysis. **Forest Products Journal**, v. 55, n. 1, 2005, p. 49 – 57.
- TOBIN, James. Estimation of relationships for limited dependent variables. **Econometrica** v. 26, n. 1, 1958, p. 24-36.
- TORESAN, Luiz. **Sustentabilidade e desempenho produtivo na agricultura: uma abordagem Multidimensional Aplicada a Empresas Agrícolas**. Tese (Doutorado) Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998. 133 p.
- VALEXPORT. VALEXPORT há 24 anos unindo forças para o desenvolvimento do Vale do São Francisco e da fruticultura brasileira. **Associação dos Produtores Exportadores de Hortigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco -VALEXPORT**, 2012, Petrolina – PE.
- VICENTE, J.R. Mudança tecnológica, eficiência, produtividade total de fatores na agricultura brasileira, 1970-95. **Economia Aplicada**, v. 8, n. 4, p. 729-760, 2004.
- VITTI, Aline. **Análise da competitividade das exportações brasileiras de frutas selecionadas no mercado internacional**. Dissertação (Mestrado) Ciências – Economia Aplicada, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009. 106 p.