

# EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO E NA VENDA DE MANGAS NO PÓLO PETROLINA-JUAZEIRO: O QUE OS ÍNDICES DE EFICIÊNCIA REPRESENTAM?

João Ricardo Ferreira de Lima (EMBRAPA - PPGECON/UFPE)

Yony de Sá Barreto Sampaio (PIMES/UFPE)

Emanoel de Souza Barros (PPGECON/UFPE)

## RESUMO

O presente artigo visa analisar os diferenciais de eficiência em produção e em renda entre os produtores de manga do Polo Petrolina-Juazeiro e procura identificar se existe viés de eficiência nas variações desses escores. Caso o preço fosse constante as duas estimações seriam semelhantes. Mas o preço obtido pela produção pode variar com a qualidade da manga, com a forma de negociação e com o momento da venda. Na análise foram consideradas duas estimações DEA-V separadamente, uma para a quantidade produzida e a outra para o valor da produção. As variáveis independentes utilizadas em ambas as estimações foram área plantada, mão-de-obra, capital e insumos. Constata-se que há substancial diferença entre as duas abordagens. Após a estimativa desses escores, foi calculado modelo Tobit tomando eficiência como variável dependente. Como resultados, verificou-se que características como volume de produção e utilização de venda por contrato tendem a elevar os níveis de eficiência em produção, enquanto que a área plantada tende a reduzi-la. De forma complementar, somente o volume de produção tende a aumentar a eficiência em renda (área plantada tende a reduzi-la). A análise destacou que há diferença no cálculo caso se tome a produção ou o valor mas há necessidade de estudos adicionais para explicar adequadamente esta diferença e orientar os produtores a uma receita mais elevada.

**Palavras-chave:** Eficiência – DEA-V – Tobit.

**Classificação JEL:** Q13, C14, C21

## ABSTRACT

This paper analyses differences between efficiency in production and revenue among mango producers in Petrolina-Juazeiro river basin and intends to identify causes of variations in these scores. If prices remain constant both estimations would result similar. But the price obtained may vary with the quality, selling arrangements and the sales time. We estimated the efficiency level using a DEA model under variable returns to scale (DEA-V) assuming “value of production” and “quantity of production” as dependent variable. The two approaches result in very different scores and rankings. Taking efficiency as the dependent variable a Tobit model was constructed. Results show that the volume of production and sales under contract increase efficiency in production, while harvested area reduces it. The volume of production increases the efficiency in value. It is concluded that different efficiency scores are obtained if production or value of production is considered but additional studies are required to understand why this happens and highlight factors that can guide producers to obtain higher values.

**Key words:** Efficiency– DEA-V–Tobit.

**JEL Classification:** Q13, C14, C21

## **1. INTRODUÇÃO**

A análise de eficiência proposta originalmente por Farrell (1957) relaciona eficiência técnica (produzir a maior quantidade possível com as menores quantidades de insumos) e econômica (produzir uma determinada quantidade com o mínimo custo possível). Esta proposição simples, nos modelos DEA resulta em duas formas de abordagem: orientação insumo (produzir uma dada quantidade com o menor custo de insumos) ou orientação produto (obter a maior quantidade de produto com determinadas quantidades de insumos). Essas análises podem ser conduzidas com quantidades ou com valores, mas sempre entendendo que a eficiência econômica distingue-se da técnica exatamente pela tangência, na orientação insumo, da isoquanta com a curva de custo, e no caso da orientação produto, da função de produção e da isolucro. Em ambas, a suposição implícita é que em se tratando de mercados competitivos os preços (dos produtos e dos insumos) não se alteram entre produtores. Esta é uma suposição forte, quando sabe-se que o preço pode refletir diversas características dos produtos e das vendas. Assim, a primeira motivação deste estudo é explorar distintas formas de estimar eficiência. A literatura, de modo geral, passa à margem desta questão, embora a reconheça. Alguns propõem, por exemplo, estimar eficiência orientação insumo assumindo quantidades físicas de produto e tomando os preços dos insumos declarados; ou, no caso de orientação produto, tomando quantidades físicas dos insumos. Mas em ambas, se os preços variarem entre produtores as eficiências estimadas refletem tanto as quantidades usadas e produzidas quanto os preços pagos e recebidos.

Neste contexto, a presente pesquisa busca investigar os escores de eficiência associados à quantidade produzida e ao valor da produção obtidos pela cultura de manga na região, com o objetivo de indicar e explicar possíveis vieses de eficiência nessas duas variáveis. Paralelamente, pretende-se investigar se estes vieses estão também ligados a fatores diretamente relacionado ao processo produtivo de manga, os quais podem afetar tanto a quantidade como a qualidade das mangas e conseqüentemente o preço obtido. O objetivo principal deste artigo é, portanto, estimar os níveis de eficiência dos produtores de manga do Polo Petrolina-Juazeiro, através do método DEA com retorno variável de escala tomando como variáveis dependentes a quantidade produzida e o valor da produção (uma estimação para cada variável). Por seu turno, pretende-se avaliar os resultados de um modelo Tobit utilizando os escores de eficiência de cada uma dessas estimações como variável dependente e, como variáveis explanatórias, fatores como porte do produtor, quantidade de plantas por hectares, volume de produção, custo do indutor de crescimento, preço e venda por contratos. A investigação tem por base as informações de levantamento primário realizado na região no período de outubro a dezembro de 2013. A principal contribuição consiste na discussão de distintos conceitos de eficiência, qual seja uma eficiência de produção e uma eficiência de venda e na análise de fatores potenciais responsáveis pela diferença de eficiência obtida por cada dos dois conceitos.

Com vistas a um direcionamento objetivo dos resultados e conclusões do artigo, o mesmo foi organizado em seis seções, incluindo a presente introdução. Na segunda seção, são discutidos de forma mais aprofundada os aspectos da análise de eficiência e explicações da influência do vetor preço no processo. Na terceira, detalham-se os dados e o método de análise. Na quarta seção é procedida a análise dos resultados e sua interpretação. Por fim, na quinta e sexta seções, são apresentadas as conclusões e as referências, respectivamente.

## **2. DA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA**

Na introdução a questão central foi colocada. Análises de eficiência que consideram quantidades físicas obtêm resultados distintos das que utilizam valores. Assume-se produtos

homogêneos e usualmente presume-se implicitamente uma economia competitiva na qual os produtores são tomadores de preço. Desse modo, se essa premissa é válida, os resultados obtidos seriam semelhantes caso os preços de fato fossem uniformes. Mas nem sempre este é o caso. Em não sendo, qual análise seria mais correta? A princípio ambas são corretas mas iluminam aspectos distintos. A análise com quantidades físicas retrata mais diretamente a eficiência na produção e a análise com valores retrata a eficiência na realização dessa produção (ou seja, com a venda da mesma). Mas há aspectos inter-relacionados, como a seguir se discrimina.

Primeiro, veja-se como a análise DEA trata as orientações insumo e produto. Ao se tomar a orientação insumo, a fronteira eficiente retrata distintas combinações de insumos para obter uma mesma quantidade de produto (físico) ou de valor (assumindo preço uniforme). O ponto eficiente relaciona esta fronteira à função custo, permitindo distinguir a eficiência técnica (qualquer ponto na curva) da eficiência econômica (relacionada à reta de custos) e da global (o ponto de tangência).

Na orientação produto, a fronteira eficiente representa a função de produção, o máximo de produto com uma determinada quantidade de insumos. O ponto eficiente relaciona esta fronteira à isolucro, permitindo distinguir a eficiência técnica (qualquer ponto sobre a função de produção) da eficiência global (o ponto de tangência). Em ambas há necessidade de introduzir preços: na primeira o preço dos insumos; na segunda o preço dos produtos. Na prática, usa-se livremente de quantidades ou valores, assumindo que se os preços forem uniformes, as medidas relativas não serão alteradas. Note que sem preços, a solução torna-se trivial: são geradas fronteiras nas quais apenas é possível distinguir quem está na fronteira ou abaixo da mesma (menos eficiente). Mas os preços podem conter outras informações que os modelos DEA podem ter dificuldades em identificar, dadas as propriedades básicas acima.

Na análise de demanda, por exemplo, Prais e Houtakker (1971) argumentaram, em análise amplamente reconhecida, que os preços dos bens podem ser tomados, de certo modo como indicativos de suas qualidades e que são diretamente relacionados (Prais e Houtakker, 1971, p.109-123; Theil, 1951, p. 129-147; George e King, p. 72-74; Huyser e Somermeyer, 1971, p.20-22). É suposto, assim, que quanto maior o preço, tanto melhor é a sua qualidade. Com base neste suposto obtém-se uma elasticidade qualidade, partindo da expressão onde  $Y_{ij}=P_{ij}Q_{ij}$ , ou seja, os gastos são iguais aos preços vezes as quantidades. Raciocínio idêntico aplica-se a análise da oferta: o produtor pode escolher a qualidade do produto, e assim também há uma elasticidade quantidade e uma elasticidade qualidade da oferta.

A escolha da quantidade a ser produzida ou a eficiência em produzir envolve a escolha de quantidades de insumos e produtos, e também a escolha da qualidade a ser produzida. Tome-se um exemplo bem didático: um criador de camarões escolhe o tempo adequado da colheita, em função do tamanho dos camarões. O preço dos camarões varia com o tamanho, assim o tamanho pode ser assumido como uma decisão de qualidade. Uma tonelada de camarões obtém distintos preços em função do tamanho ou da qualidade do camarão. Para alguns a variação da qualidade altera a suposição de homogeneidade. Mas quando é que há de fato homogeneidade completa? Além disso, muitas vezes a qualidade pode ser determinada pelo produtor, no caso antecipando ou retardando a colheita.

Vejamos especificamente a análise da eficiência na produção da manga irrigada, supondo uma mesma região de produção, preços de insumos relativamente homogêneos e uma mesma variedade de manga. Em princípio, há homogeneidade. No entanto o preço obtido pode variar entre produtores. Assim, a eficiência em obter uma determinada quantidade a partir dos mesmos insumos é distinta da eficiência em obter um determinado valor a partir dos mesmos insumos.

O preço das mangas reflete vários aspectos, dentre os quais destacamos três principais: a qualidade das mangas (tamanho, maturação, abrasões, etc., os quais determinam o preço e a

possibilidade de venda), o tempo (mês e dia) de produção (o mercado apresenta particularidades que podem ser melhor exploradas por um produtor em relação aos outros, vantagem que se traduz em preços maiores) e a estratégia de venda (tipo de contrato, exportação versus mercado interno, etc.). Na produção de manga estas três características são cruciais. A qualidade da manga e sua categoria determinam a possibilidade de exportação ou a sua colocação no mercado interno. A categoria da manga, por sua vez, seria função de diversos aspectos, entre outros os tratos pós-colheita. O tempo de produção é crucial, uma vez que as exportações ocorrem em uma janela de mercado muito estreita – de outubro a dezembro – e o mercado interno apresenta alguma sazonalidade. Além disso, como o preço reflete a oferta agregada, há vantagens em produzir quando há menor oferta, ressalvado o caso da exportação, quando a condição é válida mas apenas no período em que a janela está disponível. Por fim, a estratégia de vendas além da distinção entre mercado interno e externo, contempla vários aspectos como a produção sob contrato, negociação antecipada, venda direta, etc. Todos estes aspectos são objeto de ação dos produtores e assim estão associados a algum aspecto de eficiência.

Pode-se, diante desses contextos, distinguir uma análise de eficiência na produção de uma análise de eficiência na venda. Um excelente produtor pode não ser um excelente vendedor. Em uma grande empresa estes são departamentos distintos. O setor produtivo cuida da produção seguindo diretrizes do setor comercial; o setor comercial cuida das vendas, dada a produção. Cada vez mais os mercados estão atentos às necessidades dos consumidores e assim o mercado sinaliza as características desejáveis que são repassadas ao setor produtivo que ajusta a produção segundo o mercado. Um pequeno produtor, como são em geral os próprios colonos, concentra na mesma pessoa decisões de produção e de venda. Amplifica-se, assim, as possibilidades de distinção da eficiência em produzir da eficiência em vender. Esta é a questão em análise neste trabalho.

### **3. DADOS E MÉTODOS**

Esta seção está subdividida em duas outras seções: a primeira detalha os dados a serem analisados neste trabalho e a segunda faz uma breve descrição dos métodos e modelos a serem empregados nas estimações.

#### **3.1 OS DADOS**

As informações foram obtidas através de pesquisa de campo financiada pela EMBRAPA, questionários aplicados a 85 produtores de manga do perímetro de irrigação Senador Nilo Coelho no polo Petrolina-Juazeiro, durante os meses de outubro e dezembro de 2013, referentes ao ano agrícola de 2012/2013. A população total de produtores de manga do Perímetro Nilo Coelho é de 650 produtores. Assim, a amostra de 85 produtores responde por 13,08% do total de produtores do perímetro.

Vale destacar que o Perímetro Nilo Coelho é o maior projeto de irrigação do Polo Petrolina-Juazeiro. Em 2005, segundo a CODEVASF (2013), este perímetro respondia por 38% do total de áreas irrigadas, 27% do total de empresas rurais e 52% dos colonos que atuam nos municípios de Petrolina e Juazeiro.

Todos os produtores possuem área plantada igual ou inferior a 10 ha (ou seja, são produtores de pequeno porte). A concentração das entrevistas em agricultores de pequeno porte vale-se da forte participação destes quando se considera o número de produtores que atuam no Polo. Nesse sentido, enfatiza-se que a amostra deve representar satisfatoriamente as características da região e podem sintetizar conclusões a respeito dos determinantes da

decisão de como produzir e como vender, inclusive com adoção ou não de contratos de vendas entre seus produtores.

As informações relativas a produção e a receita, tratadas na pesquisa, e como já citado anteriormente, contemplam a situação do nível de produção e da venda dada a tecnologia da irrigação disponível para os produtores analisados. O objetivo, nesse caso, seria levantar informações quanto a eficiência na produção e na venda por parte desses produtores de manga. Nesse contexto, os níveis de eficiência estimados devem refletir a capacidade do produtor em lidar com a tecnologia disponível e com o conhecimento do mercado de seu mercado de venda.

### 3.2 O MÉTODO DEA E O MODELO TOBIT

Do ponto de vista metodológico, o enfoque do presente estudo concentra-se na estimação dos níveis de eficiência e na explicação das variações desses escores. A seguir, são sumarizados o método DEA e o modelo Tobit utilizados nas estimações e explicações dos níveis de eficiência ligados à produção e à venda (receita).

O método DEA foi proposto inicialmente por Charnes *et al* (1978) e Färe *et al* (1985) como um aperfeiçoamento do método proposto por Farrel (1957). A análise de fronteiras de produção proposta por Farrel (1957) utilizou técnicas de programação linear para encontrar a eficiência econômica. Seu trabalho era simples e se baseava na medida de uma isoquanta eficaz de modo a estabelecer uma combinação de insumos e tecnologia capaz de gerar uma fronteira máxima de produção. Nenhuma forma funcional foi utilizada. Charnes *et al* (1978) então desenvolveram a técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA), onde é possível construir fronteiras de produção cujas limitações impostas são de uma tecnologia convexa (perfeita divisibilidade) e livre disponibilidade de insumos e produtos. Anos mais tarde, Färe *et al* (1985) mostraram que a regra de Farrel (1957) é equivalente ao cálculo das funções distância-insumo de Shepard (1970).

A principal motivação para se utilizar o método DEA está no fato de que, para avaliar a eficiência das firmas, não é necessário supor uma forma funcional para a tecnologia. Além do mais, esse método é bastante útil quando se pretende analisar múltiplos insumos e múltiplos produtos, ou quando se considera a variável preço uniformizada (ou não identificável), como nos serviços prestados por universidades, hospitais, dentre outros. No caso específico deste trabalho, pretende-se captar o efeito da variável preço através das estimações dos níveis de eficiência supondo a produção e a receita como variáveis dependentes, separadamente. Diferenças no escore de eficiência para um mesmo produtor seriam reflexo direto da variável preço.

A suposição fundamental do modelo DEA está no fato de que é possível construir uma fronteira com segmentos lineares, uma “fronteira de melhor prática”, utilizando as firmas reais nos seus pontos extremos e firmas “virtuais” ou “compostas”, criadas a partir de combinações convexas das firmas reais. As firmas eficientes situam-se sobre a fronteira, enquanto aquelas não eficientes em baixo dela.

O modelo DEA com rendimento variável de escala (DEA-V) foi introduzido por Banker *et al* (1984) como uma extensão do modelo DEA-C, de Charnes *et al* (1978). A novidade, na época, dizia respeito à incorporação da hipótese de rendimento variável de escala à análise. Para isto, Banker *et al* (1984) introduziram a ideia de que a soma dos pesos de cada produtor no processo de produção ( $\lambda_j$ ) seria igual à unidade, representada pela

notação matricial  $\sum_{j=1}^n e_j^T \lambda_j = 1$ , em que  $e_j^T$  representa o vetor transposto dos níveis de eficiência do  $j$ -ésimo produtor.

Considerando que existam  $n$  DMUs representadas por  $j \in J = \{j \mid j = 1, 2, \dots, n\}$ , dado um vetor de insumos  $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T > 0$  e um vetor de produtos  $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T > 0$ , o problema de maximização, supondo distância produto, será dado por:

$$\begin{aligned} & \underset{\theta, \lambda}{\text{Max}} \theta \\ \text{s.a: } & X\lambda \leq X_0; \quad \theta Y_0 - Y\lambda \leq 0; \quad \theta \text{ livre}; \quad \sum_{j=1}^n e_j^T \lambda_j = 1 \end{aligned}$$

Portanto, o escore de eficiência relacionado a cada observação ( $e_j$ ), será dado pela inversa da solução do problema de maximização ( $1/\theta_j$ ).

Por sua vez, para a identificação dos determinantes dos níveis de eficiência, será utilizado o modelo de regressão Tobit. Visto que os escores de eficiência produzidos no método DEA resultam em valores entre zero e um, torna-se problemática a aplicação de Mínimos Quadrados Ordinários para regredir tal variável dependente. Nesse sentido, é recomendada a utilização do modelo Tobit, o qual assume distribuição normal truncada ou censurada, sendo empregado o método de estimação por máxima verossimilhança (Greene, 1997). Referido modelo foi desenvolvido por Tobin (1958), sendo chamado inicialmente de Modelo de Variáveis Limitadas Dependentes. Ademais, segundo Maddala (1983), dada a semelhança frente ao modelo Probit, popularizou-se referenciar tal modelo simplesmente como Tobit. Conforme Greene (1997), o mesmo pode ser definido como a seguir, com  $y_i^*$  representando a variável dependente a ser estimada,  $\beta$  como o vetor de parâmetros a serem estimados,  $x_i$  representando as variáveis explanatórias e  $\varepsilon_i$  como o termo de erro da equação:

$$y_i^* = \beta' \cdot x_i + \varepsilon_i$$

A variável  $y_i$ , a qual se refere aos escores de eficiência observados (calculados através do método DEA-V), é, portanto, definida da seguinte maneira:

$$\begin{cases} y_i = y_i^* & ; \quad y_i^* < y_i^c \\ y_i = y_i^c & ; \quad y_i^* \geq y_i^c \end{cases}$$

Assim,  $y_i^c$  representa o valor da censura e, conforme os propósitos da presente pesquisa, seu valor corresponde a 1.

O valor esperado de  $y_i$ , dado o vetor de variáveis explanatórias  $x_i$ , é encontrado através da seguinte equação:

$$\begin{aligned} E(y_i | x_i) &= \Pr(y_i = 1) \cdot E(y_i | y_i = 1) + \Pr(y_i < 1) \cdot E(y_i | y_i < 1) = \\ &= x_i' \cdot \beta \cdot \Phi \left( \frac{\beta \cdot x_i'}{\sigma} \right) + \phi \left( \frac{\beta \cdot x_i'}{\sigma} \right) \end{aligned}$$

Nesta,  $\sigma$  refere-se ao desvio-padrão dos termos de erro,  $\Phi$  diz respeito à função distribuição cumulativa normal avaliada em  $\beta \cdot x_i' / \sigma$ , enquanto  $\phi$  trata-se da função densidade normal avaliada em  $\beta \cdot x_i' / \sigma$ .

Nesse sentido, o efeito marginal referente às variações de  $x_i$  pode ser encontrado calculando a seguinte diferenciação:

$$\frac{\partial E(y_i | x_i)}{\partial x_i} = \beta \cdot \Phi \left( \frac{\beta \cdot x_i'}{\sigma} \right)$$

Portanto, conhecidos os efeitos marginais das variáveis explanatórias, bem como a significância de seus coeficientes, é possível dar apontamentos acerca dos determinantes da variação dos níveis de eficiência dos produtores estudados na presente pesquisa.

#### 4. RESULTADOS

Para efeito da estimação das fronteiras DEA, necessária à investigação dos escores de eficiência para a produção e para a receita dos produtores, foi levada em conta a quantidade produzida (em quilogramas) e o valor da produção (em reais). A variável dependente refere-se à quantidade produzida (QP) e ao valor da produção (VP), onde  $[QP \text{ ou } VP = f(A, L, K, Ins)]$ . As variáveis explicativas, por sua vez, referem-se à área produzida ( $A$ ), à mão-de-obra ( $L$ ), ao capital ( $K$ ) e aos insumos ( $Ins$ ).

Quanto à área produzida ( $A$ ), considerou-se a área plantada, em hectares, com manga na propriedade. Com relação à mão-de-obra ( $L$ ), foram consideradas 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. Por sua vez, para o fator capital ( $K$ ), considerou-se a soma de alugueis e depreciação de máquinas e equipamentos utilizados na propriedade. Por fim, quanto aos insumos ( $Ins$ ), foram consideradas as despesas totais realizadas pelo negócio com a aquisição de adubos, defensivos, materiais de pós-produção e outros insumos citados espontaneamente pelo entrevistado.

Através dessas informações iniciais e da aplicação do método DEA-V, foi possível extrair a variável dependente tratada na estimação do modelo Tobit para identificação dos determinantes das variações da eficiência para a produção e para a receita. Assim, foi possível regredir, através do método de máxima verossimilhança, os escores de eficiência como função das seguintes variáveis: porte do produtor, volume de produção, custo do indutor do crescimento, quantidade de plantas por hectare, preço e venda por contratos<sup>1</sup>.

Alguns apontamentos acerca das variáveis explanatórias devem ser feitos. Primeiramente, as seguintes variáveis foram observadas através de perguntas diretas aos produtores: i) porte, tendo como *proxy* a área plantada da propriedade; ii) quantidade de plantas por hectare, que se refere ao número de plantas presente em cada hectare plantado com manga; iii) volume de produção, tratada como a quantidade produzida de manga durante o ano agrícola 2012/2013; iv) custo do indutor do crescimento, tratada como a despesa (em reais) com indutores de crescimento para a manga; v) preço, tratado como o preço pelo qual o produtor negociou sua produção no mercado; e vi) venda por contrato, *dummy* tratada como a utilização do mercado de venda por contratos.

Para melhor delinear cada um desses pontos, a presente seção está dividida em três partes: a primeira apresenta os resultados da estimação dos níveis de eficiência; em seguida, faz-se uma análise descritiva das relações entre características da produção de manga e seus resultados de eficiência; e, por fim, são apresentados os resultados das estimações do modelo Tobit para identificação dos determinantes da eficiência.

##### 4.1 NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ESTIMADOS PELO MÉTODO DEA-V

Os resultados dos níveis de eficiência estimados pelo método DEA-V para a quantidade produzida e para o valor da produção encontram-se ambos na Tabela 1. Foram

---

<sup>1</sup> A literatura econômica possui diversos exemplos de trabalhos que utilizam o modelo Tobit para explicar os escores de eficiência obtidos através do método DEA e assim identificar se características socioeconômicas e de gestão de produtores agrícolas influenciariam em seus escores de eficiência. Dentre esses trabalhos, pode-se citar Krasachat (2004), Vicente (2004), Santos *et al* (2009), Mariano e Pinheiro (2009), Ayaz *et al* (2010), Koc *et al* (2011), dentre muitos outros.

considerados, para efeito de comparação, os cinco produtores mais eficientes e os cinco menos eficientes no método DEA-V para a quantidade produzida (DEA-V-QP). Esses resultados foram comparados com os escores de eficiência obtidos por esses mesmos produtores na estimação DEA-V para o valor da produção (DEA-V-VP).

Como o método DEA-V foi estimado supondo retornos variáveis de escala, os produtores podem apresentar retornos constantes, crescentes ou decrescentes de escala. Na Tabela 1, entre parênteses, encontram-se os valores que seriam necessários obter para que os produtores se tornassem eficientes.

**Tabela 1: Comparação dos cinco mais eficientes com os cinco menos eficientes estimados pelo método DEA-V para a quantidade produzida e para o valor da produção.**

<i>Ranking Inicial (DEA-V QP)</i>	<i>Escore (%) (DEA-V - QP)</i>	<i>QP (Kg)</i>	<i>Ranking Final (DEA-V - VP)</i>	<i>Escore (%) (DEA-V - VP)</i>	<i>VP (R\$)</i>
1°	99,90	52.000	<b>24°</b>	<b>91,10</b>	20.800,00 (132.761,52)
2°	99,90	30.000	<b>28°</b>	<b>90,00</b>	15.600,00 (122.940,86)
3°	99,90	24.000	<b>15°</b>	<b>94,20</b>	58.400,00 (105.482,15)
4°	99,90	50.000	<b>12°</b>	<b>95,60</b>	30.000,00 (107.384,08)
5°	99,90	65.000	<b>38°</b>	<b>87,50</b>	19.500,00 (136.575,80)
81°	66,40	9.000	<b>39°</b>	<b>87,40</b>	9.900,00 (54.000,00)
82°	63,70	7.000	<b>84°</b>	<b>33,80</b>	5.600,00 (30.177,92)
83°	57,80	24.000	<b>78°</b>	<b>66,50</b>	180.250,00 (382.500,00)
84°	55,70	120.000	<b>79°</b>	<b>60,50</b>	144.000,00 (382.500,00)
85°	53,30	150.000	<b>85°</b>	<b>32,20</b>	9.000,00 (45.328,28)
<b>VALORES MÉDIOS</b>	<b>91,00</b>	<b>67.266,68</b>	<b>VALORES MÉDIOS</b>	<b>85,40</b>	<b>59.100,70</b>

QP = quantidade produzida; VP = valor da produção; (DEA-V - QP) = estimação DEA-V utilizando a quantidade produzida como variável dependente; (DEA-V - VP) = estimação DEA-V utilizando o valor da produção como variável dependente.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre os cinco produtores mais eficiente em quantidade produzida (*ranking* inicial), pode-se observar que houve mudança considerável de posição entre os produtores quando se estimou o modelo DEA-V-VP. O primeiro produtor eficiente em produção passou a ocupar a 24ª posição em eficiência em receita. Do mesmo modo, o 2º colocado em eficiência de produção passou a ocupar a 28ª posição em eficiência em receita. Resultados parecidos foram encontrados para o 3º, 4º e 5º produtores eficientes em produção, que passaram a ocupar, respectivamente, a 15ª, 12ª e a 38ª posição em eficiência em receita.



Ainda de acordo com a Tabela 1, os cinco menos eficientes em produção também passaram, em sua maioria, por variações (para cima) em seus *rankings* quando se estimou o método DEA-V-VP. A estimação desse método mostrou melhora de eficiência quando se compara os níveis de eficiência desses produtores em produção. Isso talvez esteja ligado ao fato desse grupo de produtores possuir talvez melhor capacidade de gerenciar a venda de sua produção que o primeiro grupo. Desse modo, o 81º produtor eficiente em produção passou a ocupar a 39ª posição em eficiência de receita (único caso de variação para cima elevado em eficiência em receita). Os demais produtores continuaram com *rankings* de eficiência superior aos obtidos pelo método DEA-V-QP, com exceção do 82º produtor eficiente pelo método DEA-V-QP, que teve seu ranking reduzido para 84ª posição no método DEA-V-VP. Assim, o 83º produtor eficiente em produção ocupa 78ª posição em eficiência de receita e o 84º produtor eficiente em produção ocupa a 79ª posição em eficiência de receita. O 85º produtor eficiente em produção permaneceu com o mesmo *ranking* de eficiência em receita, mas com nível de eficiência reduzido de 53,30% para 32,20%.

Ainda de acordo com a Tabela 1, a eficiência média da amostra dos 85 produtores entrevistados é de 91,00% para o método DEA-V-QP e de 85,40% para o método DEA-V-VP. Se levarmos em conta o grupo dos cinco mais eficientes e o grupo dos cinco menos eficientes do método DEA-V-QP, a eficiência média caiu de 99,90% para 91,68% no primeiro grupo e de 59,38% para 56,08% no segundo grupo. Nesse sentido, há uma queda de aproximadamente 6,15% no nível médio de eficiência do total de produtores quando se estima o método DEA-V para o valor da produção (sendo essas reduções de 8,22% para o grupo dos cinco mais eficientes e de 5,56% para o grupo dos cinco menos eficientes). Os produtores mais eficientes em produção não seriam os mais eficientes em receita, dados os resultados observados. O coeficiente de correlação entre os níveis de eficiência estimados pelos métodos DEA-V-QP e DEA-V-VP foi elevado e estimado em 61,50%.

Este primeiro resultado mostra cabalmente que as duas estimações de eficiência geram resultados bem distintos o que significa que ser eficiente na produção não assegura eficiência nas vendas, exigindo-se do produtor conhecimentos como negociador e estrategista que vão além e possivelmente condicionam as estratégias de produção física.

## 4.2 ANÁLISE DESCRITIVA

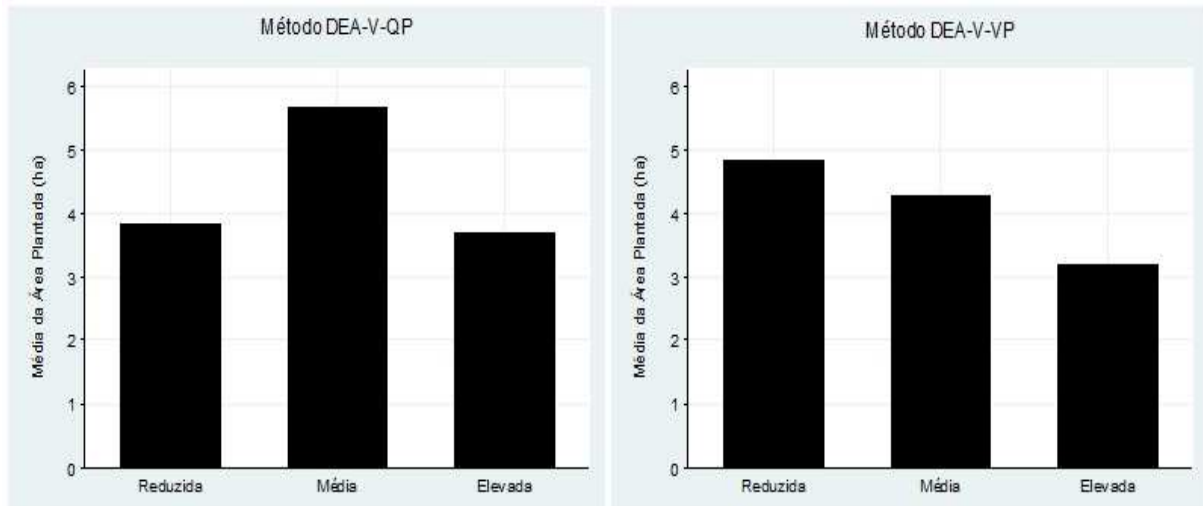
Para um conhecimento dos possíveis fatores que influenciariam as variações de eficiência entre os produtores avaliados na amostra, faz-se aqui uma prévia análise descritiva relacionando características do processo produtivo de manga ao escore de eficiência apresentado pelo produtor. Para tanto, as relações são feitas considerando estratos de eficiência, tomando como produtores de eficiência “elevada” aqueles com escore maiores que 90,00% e como produtores de eficiência “média” aqueles com escores variando entre 80,00% e 90,00%. Os produtores com escores iguais ou inferiores a 80,00% foram considerados como produtores de eficiência “reduzida”.

Assim, segundo as estimações de eficiência do método DEA-V-QP, 16 produtores possuem escores de eficiência igual ou inferior a 80,00%. Na sequência, 10 produtores possuem escores variando entre 80,00% e 90,00% e 59 produtores possuem escores superiores a 90,00%. Do mesmo modo, as estimações de eficiência do método DEA-V-VP concentram 21 produtores entre os escores de eficiência iguais ou inferiores a 80,00%, seguido de 27 produtores entre 80,00% a 90,00% e de 37 com escores de eficiência superiores a 90,00%. Os escores de eficiência parecem estar mais distribuídos entre os estratos nos resultados obtidos pelo método DEA-V-VP do que pelo método DEA-V-QP.

Inicialmente, com respeito ao porte do produtor (Figura 1), avaliado sob a ótica da área plantada da propriedade, verifica-se que há uma relação negativa entre esta variável e a

ocorrência do produtor nos estratos de eficiência para o caso do método DEA-V-VP. Já no caso da eficiência em produção (método DEA-V-QP), não há uma relação clara entre esta variável e os estratos de eficiência considerados. Visto que a amostra apresenta pouca dispersão quanto à área plantada da propriedade, a Figura 1 traz as médias obtidas em cada estrato de eficiência para a estimação de eficiência em produção e em renda, observando-se que há diferenças entre os resultados nessas duas estimações.

**Figura 1: Relação entre estratos de eficiência e área plantada**



Fonte: elaborado pelos autores.

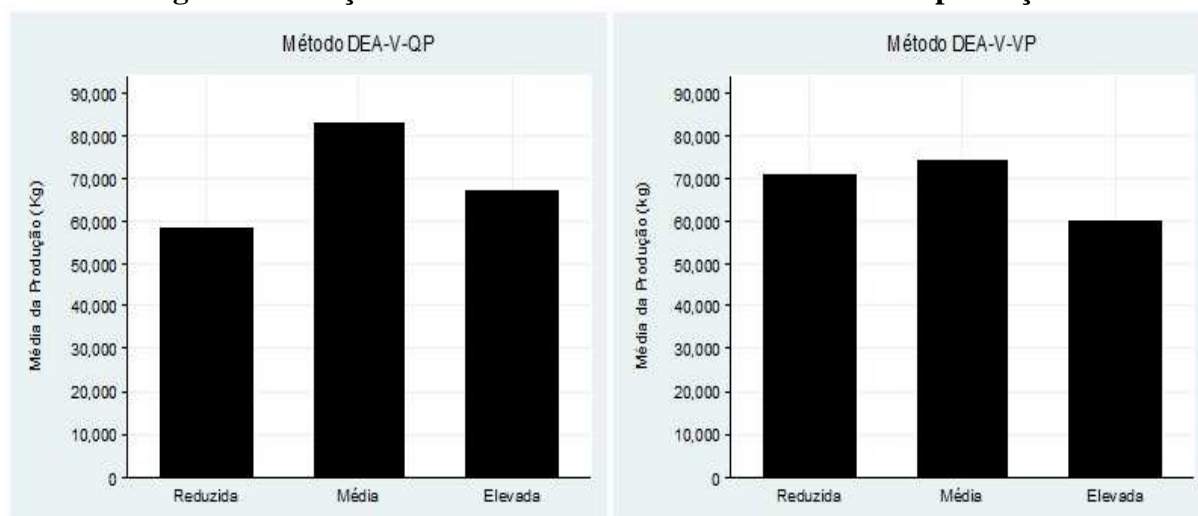
Assim, dentre os produtores com eficiência “reduzida”, a média da área plantada da eficiência em produção (método DEA-V-QP) situa-se em torno de 3,80 ha enquanto que a da eficiência em renda (método DEA-V-VP) foi bem mais elevada, ficando em 4,90 ha. Já entre os produtores detentores de eficiência “mediana”, a área plantada dos produtores do método DEA-V-QP foi de 5,80 ha enquanto que a do método DEA-V-VP foi de 4,35 ha (25,00% menor). Os produtores que foram enquadrados como pertencentes a estratos de eficiência “elevados” apresentaram áreas plantadas praticamente idêntica entre as duas estimações (3,62 ha para o método DEA-V-QP e 3,35 ha para o método DEA-V-VP).

Assim, pode-se observar que os produtores com escores de eficiência “reduzidos” ou “médios” do método DEA-V-QP utilizaram maior área plantada que os mesmos estratos de produtores do método DEA-V-VP. No total da amostra, a média da área plantada da propriedade é de 3,96 ha. Ainda que se observe uma relação negativa entre o porte do produtor e sua eficiência no método DEA-V-VP, a correlação linear entre essa variável e a variável dependente é muito reduzida, de apenas -7,79%. Para o método DEA-V-QP o coeficiente de correlação linear entre essas variáveis foi um pouco mais elevada, mas ainda reduzida (-15,09%).

Quanto ao volume de produção (Figura 2), verifica-se relação positiva bastante fraca entre esta variável e a ocorrência do produtor nos estratos de eficiência dados pelo método DEA-V-QP. Ou seja, produtores que possuem maior volume de produção tenderiam a ser mais eficientes em produção. Conforme apresentado na Figura 2 (primeira coluna de quadros, à esquerda), dentre os produtores com eficiência “reduzida”, a média de produção gira em torno de 59.000kg; elevando-se para 82.000kg entre os produtores do estrato “mediano”; e para 67.000kg entre os de eficiência “elevada”. Já no tocante à estimação de eficiência em termos de renda (Figura 2, segunda coluna, à direita), as médias de produção são de 71.000kg, 74.000kg e 61.000kg, respectivamente. Os produtores especializados na eficiência em renda (método DEA-V-VP) possuem quantidade produzida parecida entre os estratos de eficiência,

o que sinaliza que a eficiência nesse quesito pode estar ligada à negociação da quantidade produzida no mercado local (preço) e não a maior quantidade produzida.

**Figura 2: Relação entre estratos de eficiência e volume de produção**



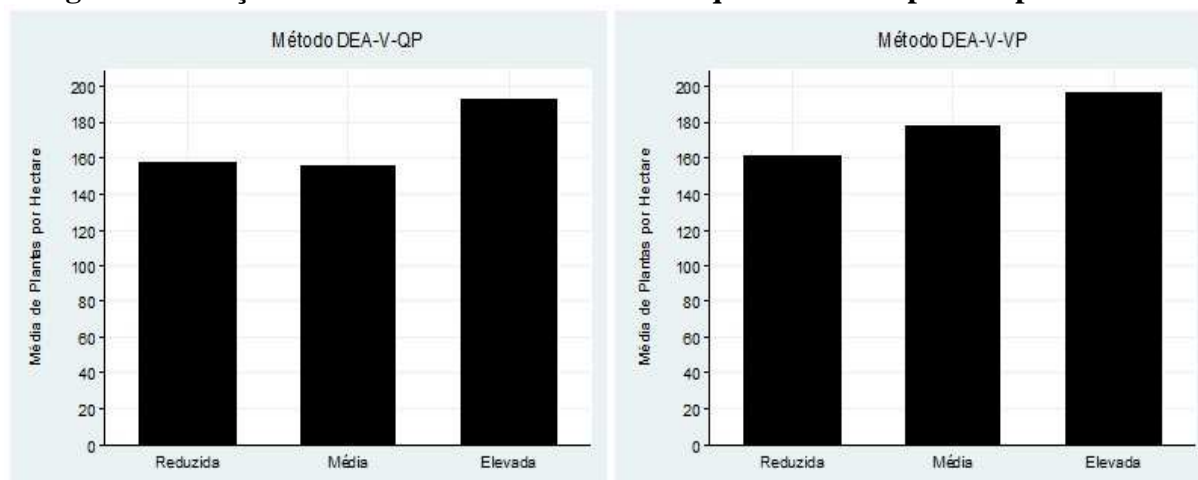
Fonte: Elaborado pelos autores.

No total da amostra de produtores, o volume de produção médio dos produtores é equivalente a 67.266,68kg. Contudo, ainda que se observe uma relação positiva entre tais variáveis, a correlação linear entre as mesmas é de apenas 14,54% para o método DEA-V-QP e de 23,04% para o método DEA-V-VP. Este resultado é esperado, em princípio, uma vez que produzir mais, tudo mais constante, deve elevar a produção total e o valor das vendas, embora nesta análise preliminar as outras variáveis não são mantidas constantes, o que perturba as interpretações.

Por sua vez, a relação entre os níveis de eficiência e o número de plantas por hectare (Figura 3) apresenta relação positiva para os produtores analisados pelos métodos DEA-V-QP e DEA-V-VP. Conforme mostrado na Figura 3 (primeira coluna de quadros, à esquerda), dentre os produtores com eficiência “reduzida”, a média de plantas por hectare é de 159 unidades; permanecendo em 158 unidades entre os produtores do estrato “mediano”; e passando para 191 unidades entre os produtores de eficiência “elevada”. Já entre os resultados do método DEA-V-VP (Figura 3, segunda coluna de quadros, à direita), a média de plantas por hectare é de 165 unidade entre os produtores de eficiência “reduzida”, aumentando para quase 180 unidades entre os produtores com eficiência “média” e elevando-se para quase 200 unidades entre os produtores com eficiência “elevada”. Pode-se concluir que o número de plantas por hectare tende a mostrar uma relação positiva com os estratos de eficiência de ambos os métodos, mas sendo esse efeito mais evidente no método DEA-V-VP. Ou seja, um maior número de plantas poderia gerar efeito positivo sobre os escores de eficiência, independente se o enfoque é o volume de produção ou da receita. Este resultado é claro: maior número de plantas por hectare inequivocamente está associado a uma maior produção.

No total da amostra, a média de plantas por hectare é de 181,75 unidades (próximos aos valores apresentados pelos estratos de eficiência de ambos os modelos). Os coeficientes de correlação linear entre esta variável e os escores de eficiência mostra-se positivo em ambos os métodos, girando em torno de 23,66% para o método DEA-V-QP e em torno de 16,49% para o método DEA-V-VP.

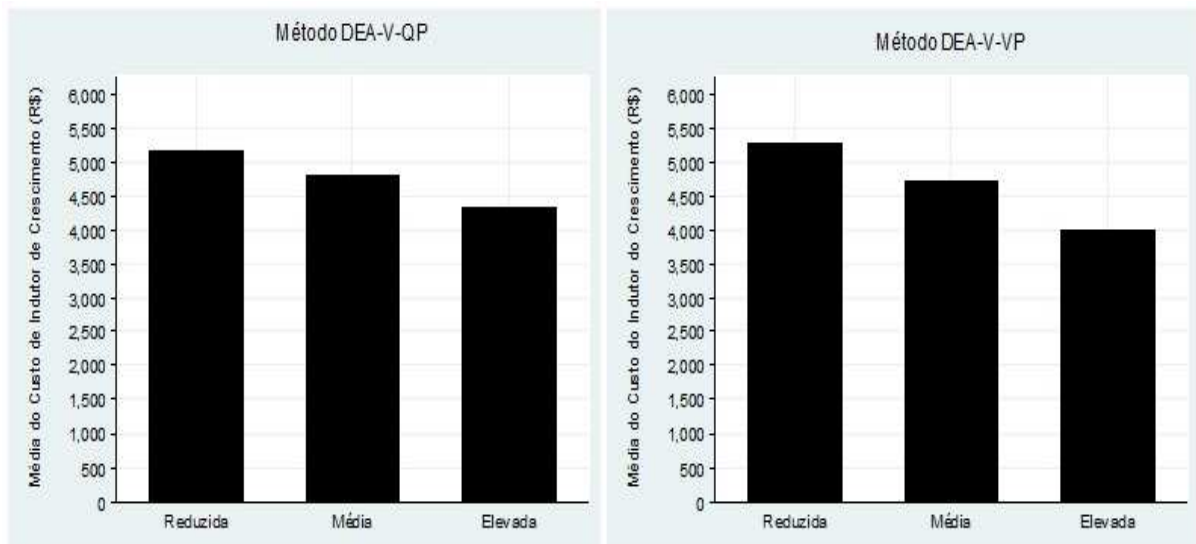
**Figura 3: Relação entre estratos de eficiência e a quantidade de plantas por hectare**



Fonte: Elaborado pelos autores.

O custo do indutor de crescimento (Figura 4) apresenta relação negativa com os níveis de eficiência em ambos os métodos (a média do custo com indutor de crescimento se reduz à medida que o produtor avança em nível de eficiência). Assim, no método DEA-V-QP a média de custos com indutor de crescimento é de R\$5.200,00 entre os produtores com eficiência “reduzida”, de R\$4.700,00 entre os produtores “medianos” e de R\$4.350,00 entre os produtores de eficiência “elevada”. Resultados idênticos são encontrados para o método DEA-V-VP, mas com decréscimo mais acentuado nas médias desses custos (R\$5.250,00 para os produtores com eficiência “reduzida”, R\$4.620,00 para os produtores com eficiência “média” e R\$4.000,00 para os produtores com eficiência “elevada”). Há forte indicação, nesse caso, de que a eficiência do produtor seria inversamente proporcional ao custo que o mesmo incorre com indutores durante o processo produtivo da manga e inclusive esse custo passa a ser mais acentuado na eficiência em renda (método DEA-V-VP). Maior receita estaria relacionada com o uso preciso desses indutores de crescimento. O coeficiente de correlação linear entre esta variável e os escores de eficiência chega a apenas  $-3,61\%$  para o método DEA-V-QP e a  $-15,36\%$  para o método DEA-V-VP. No total da amostra, a média de custo com indutores de crescimento equivale a R\$4.544,62 (também próximo aos valores médios apresentados em cada estratos de eficiência).

**Figura 4: Relação entre estratos de eficiência e o custo com indutores de crescimento**



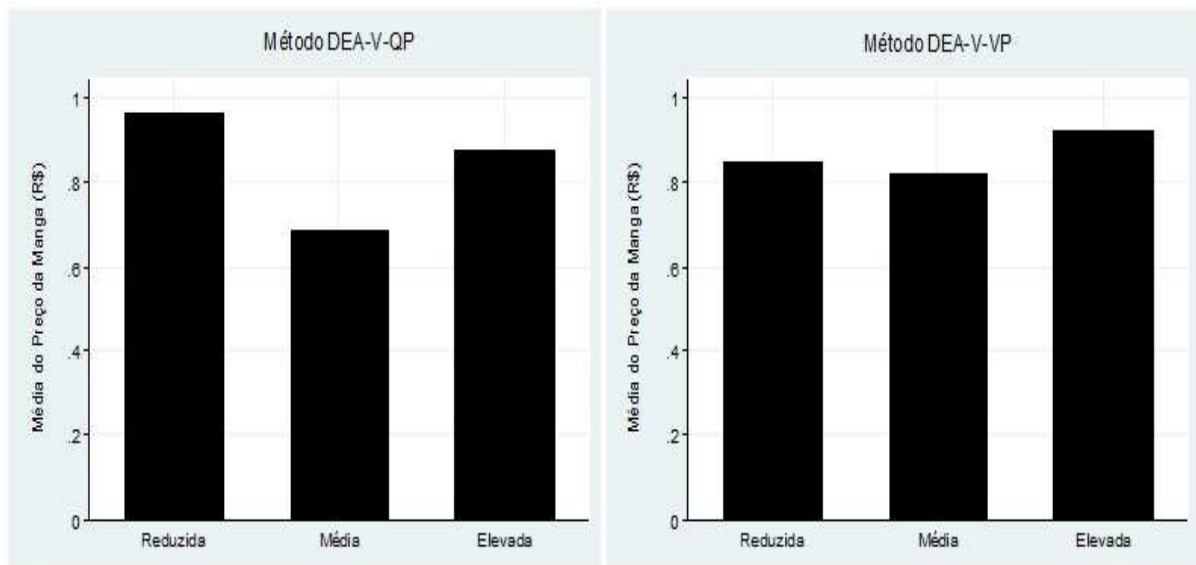
Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto a variável preço da manga (Figura 5), parece haver uma relação negativa entre esta variável e a ocorrência do produtor nos estratos de eficiência do método DEA-V-QP e uma relação positiva entre essa variável nos estratos de eficiência do método DEA-V-VP. No método DEA-V-QP, os produtores que pertencem ao estrato de eficiência “reduzida” conseguiram preços médios mais elevados que aqueles obtidos pelos produtores dos estratos “mediano” e “elevado” de eficiência. Esses preços foram estimados R\$0,95, R\$0,70 e R\$0,84, respectivamente.

Por outro lado, o nível de preço médio da manga passou a se elevar quando os produtores analisados pelo método DEA-V-VP se encontram em estratos de eficiência mais elevados (Figura 5, segunda coluna de figura, à direita). Ou seja, há indicação de que a eficiência em renda obtida pelos produtores dos estratos mais elevados esteja correlacionado com nível de preço médio também elevado, mesmo que essa relação não seja tão forte. Isso pode ser verificado pelos valores médios do preço da manga obtidos em cada estrato de eficiência (R\$0,85 entre o estrato de eficiência “reduzida”, R\$0,83 entre o estrato de eficiência “média” e R\$0,93 entre o estrato de eficiência “elevada”). No total da amostra, o preço médio da manga foi equivalente a R\$0,87. Ademais, a correlação linear entre esta variável e os escores de eficiência chega a -4,13% para o método DEA-V-QP e a 11,08% para o método DEA-V-VP.

Os estratos de eficiência do método DEA-V-QP foram estimados supondo a variável “quantidade produzida” como variável dependente. Ou seja, a variável preço não incluída, diferentemente do que acontece no caso do “valor da produção” (variável dependente do método DEA-V-VP). O método DEA supõe que os preços são dados pelo mercado e que os produtores são tomadores desses preços. Contudo, se essa propriedade não for fortemente verificada, os preços podem gerar relações (ou tendências), positivas ou negativas.

**Figura 5: Relação entre estratos de eficiência e o preço da manga**



Fonte: Elaborado pelos autores.

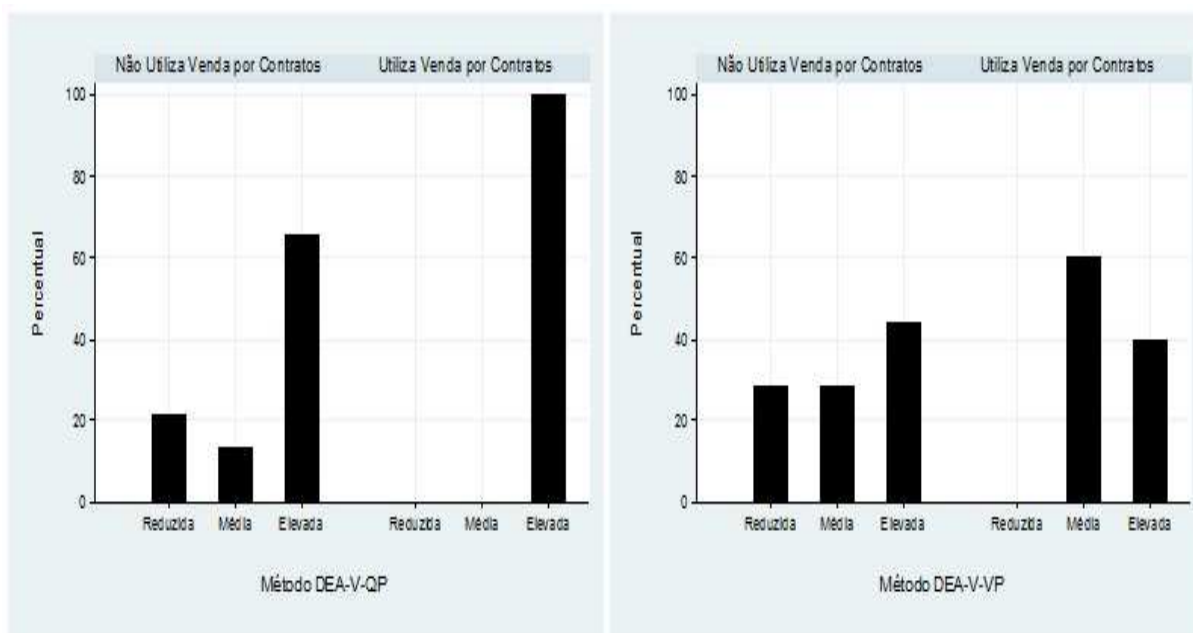
Quanto a utilização do mercado de venda por contratos, considerou-se, para análise, a relação separada entre o grupo de produtores que utilizam o mercado de venda por contratos e o grupo dos que não utilizaram tal mercado. A relação entre esses dois grupos e os estratos de eficiência apresentados pelos métodos DEA-V-QP e DEA-V-VP se encontram na Figura 6<sup>2</sup>. Assim, dado os estratos de eficiência do método DEA-V-QP, os produtores que declararam não utilizar o mercado de venda por contratos (Figura 6, primeira coluna de gráficos, à esquerda) apresentam uma relação positiva entre essa variável e a variável dependente, mas com grande concentração de produtores no estrato de eficiência “elevada”. O percentual de produtores no estrato de eficiência “reduzida” foi de 21,33%, seguido de 13,33% para os estrato de eficiência “média” (65,33% para o de eficiência “elevada”). Todos os produtores que declararam utilizar o mercado de venda por contratos nas estimações do método DEA-V-QP estão situados no estrato de eficiência “elevada”.

O mesmo ocorre com os produtores analisados pelo método DEA-V-VP (Figura 6, segunda coluna de figuras, à direita). Dentre os produtores que informaram não utilizar o mercado de venda por contratos, 28,00% pertencem ao estrato de eficiência “reduzida”, 28,00% ao estrato de eficiência “média” e 44,00% ao estrato de eficiência “elevada”. Já entre os produtores que informaram utilizar contratos, não há produtores com eficiência “reduzida”. Todos estão situados nos estratos de eficiência “média” e “elevada”, com percentuais estipulados em 60,00% e em 40,00%, respectivamente.

No total da amostra, 11,76% dos produtores utilizaram o mercado de venda por contratos. O coeficiente de correlação linear entre a variável contrato e a variável dependente é de 20,44% para o método DEA-V-QP e de apenas 8,47% para o método DEA-V-VP.

**Figura 6: Relação entre estratos de eficiência e utilização do mercado de contratos**

<sup>2</sup> O mecanismo de venda por contratos aqui considerado é aquele firmado entre os produtores de manga do Polo Petrolina/Juazeiro e as empresas agrícolas que exportam essa manga para a Europa e os Estados Unidos. Por existir poucas empresas exportadoras de manga e muitos produtores dessa fruta na região, esses contratos são acordados inicialmente de maneira informal e oficializados no momento da colheita da produção. A venda é realizada sob a forma de consignação (pagamento ao produtor após a venda da produção no mercado externo, ao preço acordado no momento da colheita).



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 4.3 DETERMINANTES DA VARIAÇÃO DE EFICIÊNCIA

Como observado na subseção anterior, a análise descritiva não evidencia causalidades, nem mesmo esclarece, de forma confiável, os fatores que afetam positiva e negativamente o nível de eficiência dos produtores. Com o intuito de testar estatisticamente as relações de causalidade e os efeitos das variáveis apresentadas, apresenta-se a estimação de um modelo Tobit para os escores de eficiência estimados pelos métodos DEA-V-QP e DEA-V-VP (censurado a zero e a um), conforme descrito na Tabela 2. Tais resultados foram obtidos considerando uma amostra de 85 produtores para uma população de 650 produtores.

Por meio do teste F(6, 79) para ambos os modelos, verifica-se que esses modelos são globalmente válidos, com nível de significância inferior a 1%, o que indica que os coeficientes estimados apresentam, conjuntamente, ajustamentos satisfatórios. Vale ainda destacar que a análise de correlação entre as variáveis explicativas indica inexistência de colinearidade, bem como é inexpressiva a correlação entre as variáveis utilizadas (explicada e explicativas) e o termo de erro do modelo estimado. Com relação ao número de observações (73 para o método DEA-V-QP e 75 para o método DEA-V-VP), demonstra-se que 12 destas observações (método DEA-V-QP) e 10 destas outras observações (método DEA-V-VP) encontram-se no limite superior de eficiência (score = 1,0). Não houve (nos dois modelos Tobit) observações no limite inferior (score = 0,0).

**Tabela 2: Estatísticas do Modelo Tobit por máxima verossimilhança (Variável dependente: escores de eficiência)**

Discriminação	Método DEA-V-QP		Método DEA-V-VP	
	Coefficientes	Erro-padrão	Coefficientes	Erro-padrão
CONSTANTE	0,0491	0,2318	-0,2999	0,3036
Área plantada	-0,0283*	0,0075	-0,0333*	0,0081

Plantas por hectare	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002
ln(produção)	0,0764*	0,0201	0,0864*	0,0226
ln(custo indutor crescimento)	0,0157	0,0158	0,0368	0,0269
Preço da manga	-0,0315	0,0284	0,0557	0,0407
Contrato	0,1097*	0,0286	0,0710	0,3874
Sigma	0,1121*		0,1394**	
Estatística F(6, 79)	4,28*		4,87*	
Nº de observações	73		75	
Tamanho da população	650			

\* Significativo a 1,00%, \*\* Significativo a 5,00%.

Fonte: Elaboração própria.

Três variáveis consideradas no modelo Tobit (DEA-V-QP) não se mostraram estatisticamente significantes, não sendo, portanto, fatores importantes para explicar a eficiência dos produtores estudados. Tratam-se das variáveis associadas à quantidade de plantas por hectare, ao preço da manga e ao custo com indutor de crescimento. Nas estimações referentes ao modelo Tobit (DEA-V-VP), essas mesmas variáveis foram também estatisticamente não significantes. Os demais coeficientes estimados, por sua vez, mostraram-se todos estatisticamente significantes para explicar, individualmente, as variações de eficiência entre os produtores componentes da amostra nos dois modelos. Dessa maneira, passa-se a analisar cada variável explicativa significativa tratada no modelo, de acordo com a sequência apresentada na Tabela 2.

A variável área plantada apresenta sinal negativo em ambos os modelos. Este resultado está normalmente ligado ao efeito escala que a área opera no processo produtivo (aumento na área plantada tende a levar o produtor a se tornar menos eficiente na utilização da mesma)<sup>3</sup>. Já a variável  $\ln(prod)$  apresentou sinal positivo tanto para o modelo Tobit (DEA-V-QP) quanto para o modelo Tobit (DEA-V-VP). A variável contrato foi significativa somente no modelo Tobit (DEA-V-QP) e apresentou sinal positivo. Em outras palavras, a utilização do mercado de venda por contrato tende a aumentar mais a eficiência em produção do que a eficiência em renda. Esse é um resultado esperado, uma vez que os produtores que realizam venda por contrato são condicionados a produzir segundo as exigências dos mercados europeus e americanos e, portanto, habitam-se a utilizar a tecnologia da irrigação com maior “eficiência”.

Os sinais positivos e negativos apresentados pelas variáveis explicativas na Tabela 2 só podem ser mensurados corretamente se forem levados em conta os efeitos marginais desses modelos. Esses efeitos indicam o quanto a probabilidade de ocorrência em uma das categorias da variável dependente pode variar diante de alterações em determinada variável explanatória, dadas os dois modelos estimados. Para tanto, é necessário estipular uma condição inicial referente às características do produtor, o que normalmente é feito sobre um “produtor médio”, que assumiria valores para as variáveis explicativas do modelo correspondentes à média ou à moda amostral em cada variável. Assim, a análise dos efeitos marginais parte de um choque em certa característica do “produtor médio” para se verificar as alterações na

<sup>3</sup> Nos resultados das estimações DEA-V-QP e DEA-V-VP, o método DEA com retorno variável de escala fornece o tipo de rendimento de escala que cada produtor apresenta no processo produtivo da manga. Assim, nas estimações DEA-V-QP, 37,65% dos produtores apresentam retornos crescentes de escala, 22,35% apresentam retornos contantes de escala e 40,00% apresentam retornos decrescentes de escala. Nas estimações DEA-V-VP, esses percentuais são de 25,88%, de 11,76% e de 62,36%, respectivamente. Ou seja, há forte probabilidade de que boa parte dos produtores considerados nas duas estimações Tobit apresentem rendimentos decrescentes de escala.



distribuição de probabilidades de ocorrência em um dos modelos dado pela variável dependente.

Na amostra completa dos 85 produtores, as médias e modas amostrais das variáveis explanatórias dispostas na Tabela 2 correspondem a: ÁREA PLANTADA: 3,96 ha (área plantada média de todos os produtores da amostra); PLANTAS POR HECTARE: 181,85 unidades; VOLUME DE PRODUÇÃO: 67.266,68 kg (volume médio de produção dos produtores da amostra); CUSTO DO INDUTOR DE CRESCIMENTO: R\$4.544,62; PREÇO da MANGA: R\$0,87 (preço médio da manga transacionado pela amostra de produtores); e CONTRATO: 0 (não utilização do mercado de venda por contratos).

Os efeitos marginais do modelo Tobit (DEA-V-QP) e do modelo Tobit (DEA-V-VP), são equivalentes aos coeficientes estimados pela Tabela 2. Como descrito acima, esses efeitos marginais levam em conta o efeito sobre o choque em uma das características do “produtor médio” e assim tentam verificar alterações na distribuição de probabilidade do modelo Tobit (DEA-V-QP) e do modelo Tobit (DEA-V-VP). O nível de significância considerado para análise foi de 5,00%, o mesmo considerado na Tabela 2.

Passando assim à análise dos efeitos marginais, vale ressaltar os seguintes pontos:

- i. Um choque positivo de 1 hectare sobre a área plantada leva o “produtor médio” a reduzir seu escore de eficiência em 2,83% no modelo Tobit (DEA-V-QP) e a reduzir seu escore de eficiência em 3,33% no modelo Tobit (DEA-V-VP).
- ii. Dado um choque positivo de 1,00% sobre a quantidade produzida, a chance do “produtor médio” do modelo Tobit (DEA-V-QP) ter seu escore de eficiência aumentado seria de 7,64%, enquanto que a chance do “produtor médio” do modelo Tobit (DEA-V-VP) seria um pouco mais elevada (8,63%).
- iii. Se o “produtor médio” passasse a utilizar o mercado de venda por contrato no modelo Tobit (DEA-V-QP), a chance do seu escore de eficiência aumentar seria de 10,97% (o impacto mais significativo em eficiência para o “produtor médio” do Pólo Petrolina/Juazeiro).

Com respeito à área plantada da propriedade, variável *proxy* referente ao **porte do produtor**, verifica-se que seu efeito marginal é de -2,83% no modelo Tobit (DEA-V-QP) e de -3,33% no modelo Tobit (DEA-V-VP), ambos com nível de significância de 0,00%. Ou seja, um aumento de 1,0 ha na área plantada, reduziria o escore de eficiência do produtor em 2,83% (eficiência em produção) e em 3,33% (eficiência em renda). Assim, ainda que se possa indicar que produtores de maior porte tendem a ser menos eficientes, isso poderia ser um indicador de que os escores de eficiência também são elásticos à área plantada da propriedade. Se o “produtor médio” aumentasse sua área plantada de 3,96 ha para 10,00 ha (limite máximo de classificação de pequeno produtor), o seu escore de eficiência se reduziria cerca de 16,98% [modelo Tobit (DEA-V-QP)] e cerca de 19,98% [modelo Tobit (DEA-V-VP)]. Os escores do “produtor médio” passariam de 91,00% para 75,55% no primeiro modelo, e de 85,40% para 68,34%, no segundo modelo.

Por sua vez, a variável **planta por hectare** mostrou efeito marginal reduzido em ambos os modelos da Tabela 2, indicando que o nível de eficiência seria inelástico às alterações desta variável

Em contrapartida, o **volume de produção** impacta de forma positiva e com elasticidade elevada os escores de eficiência de ambos os modelos. Ainda que se possa indicar que produtores com maior volume de produção tendam a se caracterizar por maior eficiência, a explicação desse impacto está ligada ao fato dos escores serem elásticos às alterações nesta variável. Com efeito, a própria análise descritiva evidenciou de forma fraca que indivíduos com maior volume de produção tendem a se caracterizar por maior eficiência. Assim, de acordo com os efeitos marginais dessa variável, um aumento de 1,00% no volume de produção aumentaria os escores de eficiência dos produtores em 7,64% nas estimações do

modelo Tobit (DEA-V-QP) e em 8,63% nas estimações do modelo Tobit (DEA-V-VP). Ao se considerar, por exemplo, um produtor com volume de produção de 67.266,68kg (equivalente à média amostral desta variável), um incremento de 10,00% no volume de produção (73.993,35kg), tudo mais constante, elevaria seu nível de eficiência em 76,40% no modelo Tobit (DEA-V-QP) e em 86,30% no modelo Tobit (DEA-V-VP).

O **custo com indutor de crescimento**, embora seja uma variável não significativa nos dois modelos, apresenta, em contrapartida, escores de eficiência relativamente elásticos à essa variável [1,57% para o modelo Tobit (DEA-V-QP) e 3,68% para o modelo Tobit (DEA-V-VP)]. Ou seja, um aumento de 1,00% no custo com indutor de crescimento levaria a um acréscimo percentual de 1,57% nos escores de eficiência dos produtores do modelo Tobit (DEA-V-QP) e de 3,68% nos escores de eficiência dos produtores do modelo Tobit (DEA-V-VP). Considerando o exemplo do “produtor médio”, um aumento em 10,00% no custo com indutor de crescimento elevaria o escore de eficiência do “produtor médio” do modelo Tobit (DEA-V-QP) em 17,70% e do modelo Tobit (DEA-V-VP) em 36,80%.

A variável **preço da manga** apresentou efeito negativo no modelo Tobit (DEA-V-QP) e efeito positivo no modelo Tobit (DEA-V-VP), mas com escores de eficiência elásticos à essa variável. O efeito marginal dessa variável sobre os escores de eficiência do modelo Tobit (DEA-V-QP) foi de -3,15% (com nível de significância de 26,90%). Já sobre os escores do modelo Tobit (DEA-V-VP), esse efeito foi de 5,57%<sup>4</sup>. Tomando como exemplo o “produtor médio”, um aumento de 10,00% no preço da manga (R\$0,87 para R\$0,96) reduziria o escore de eficiência dos produtores do modelo Tobit (DEA-V-QP) em 31,50% e, em contrapartida, aumentaria os dos produtores do modelo Tobit (DEA-V-VP) em 55,70%.

De forma semelhante, a variável *dummy contrato* apresentou elevado efeito marginal no modelo Tobit (DEA-V-QP), único modelo no qual ela foi significativa. O nível de eficiência poderia, nesse caso, ser também elástico às alterações percentuais desta variável. O efeito marginal, calculado em 10,97% (com nível de significância de 2,86%), indica que o “produtor médio”, ao aderir ao mercado de venda por contratos, poderia aumentar seu escore de eficiência em 10,97%. Embora a variável contrato tenha apresentado efeito marginal de 7,10% nos resultados do modelo Tobit (DEA-V-VP), seu nível de significância foi de 7,00%, mas pode-se constatar que os escores de eficiência seriam também sensíveis (ou elásticos) à variações nessa variável.

## 6. CONCLUSÕES

A análise dos escores de eficiência estimados pelo método DEA-V sob as óticas da quantidade produzida e do valor da produção mostra que há diferenças entre esses escores, diferença que reflete o preço obtido. O preço pode variar tanto devido à qualidade das mangas, à forma de negociação e o momento da venda, considerando a estreita janela para exportação, quando os preços são mais elevados. Obter uma produção maior pode não se traduzir em uma maior receita se a qualidade for comprometida, a negociação não for satisfatório e o momento da venda não coincidir com a janela de mercado. Neste sentido a análise confirma a importância de destacar estes fatores. Os cinco produtores mais eficientes do método DEA-V-QP passaram a ocupar posição mediana entre os escores de eficiência do método DEA-V-VP. Por outro lado, os cinco produtores menos eficientes do método DEA-V-QP apresentaram ganhos de eficiência quando se analisou os escores sob a ótica do valor da produção. Ou seja, o fator preço apresentou efeito diferenciador sobre os escores de eficiência

---

<sup>4</sup> O método DEA supõe que os preços são dados pelo mercado e os produtores seriam tomadores desses preços. No método DEA-V-VP, o preço está embutido no valor da produção (variável dependente para estimar a eficiência em renda) e, se de fato ele afetar a decisão do produtor, sua influência afetaria positivamente os escores de eficiência. Esses resultados corroboram com os encontrados pela análise descritiva dessa variável.

do método DEA e a eficiência em produção configura-se diferente da eficiência em renda para um mesmo produtor. Esta é uma primeira e importante conclusão do trabalho.

A identificação dos fatores determinantes dessas variações de eficiência possibilita dar apoio à formulação de políticas públicas com vistas a entender tal cenário. De acordo com os resultados da presente pesquisa, características como a área plantada por produtor, volume de produção, além da venda por contrato, são significativas para explicar os níveis de eficiência dentre os produtores da amostra utilizada. Vale ressaltar que os efeitos marginais calculados sobre estas variáveis indicam que as variações nos escores de eficiência são elásticas a suas alterações. Assim, tende-se a afirmar que as variáveis aqui tratadas não seriam capazes, sozinhas, de variar o nível de eficiência dos produtores. Contudo, quando as variações se fazem conjuntamente, é possível alcançar resultados satisfatórios.

Como verificado, a área plantada afeta negativamente, enquanto que o volume de produção afeta positivamente os resultados de eficiência. Estas variáveis são características intrínsecas ao produtor, não sendo, portanto, objeto de políticas setoriais. Por seu turno, observou-se que os produtores que utilizam o mercado de venda por contrato, tendem a ser mais eficientes, mas apenas em produção. Ou seja, a análise exploratória empreendida não encontrou variáveis que explicassem adequadamente a diferença entre as duas abordagens de eficiência. Ressalta-se, como importante limitação, a ausência de dados sobre o mês de produção, que condiciona a venda ao exterior, como também dados sobre a pós colheita, mais relacionados com a qualidade das mangas. Estudos adicionais com nova base de dados podem esclarecer a natureza da diferença entre os escores estimados e auxiliar a orientação dos produtores para obtenção de rendas mais elevadas.

Assim, o foco principal de políticas setoriais deve recair sobre a difusão de técnicas avançadas de produção aliada também a melhores estratégias de venda em mercados que venham a agregar maior valor à produção. Sem essas estratégias, os diferenciais de eficiência sob a ótica da produção e sob a ótica da renda tendem a se intensificarem na região. Outro ponto a ser observado diz respeito à possível influência da variável preço sobre os escores de eficiência do método DEA, visto que tal variável tem trazido efeitos significativos sobre os ganhos de eficiência em renda para os produtores analisados neste trabalho.

## 7. REFERÊNCIAS

- AYAZ, S.; HUSSAIN, Z.; SIAL, M.H. Role of credit on production efficiency of farming sector in Pakistan (a data envelopment analysis). *Engineering and Technology*, n.66, p.1042-1047, 2010.
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies. *Management Science*, v.30, p.1078-1092, 1984.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHONES, E. Measuring efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, n.2, p.429-444, 1978.
- FÄRE, M.; GROSSKOPF, R.S.; LOVELL, C.K. *The measurement of efficiency of production*. Boston: Kluwer-Nijhoff Publishing, 1985.
- FARRELL, M.J. The measurement of economic efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, v.120, Series A Pt. III, p.252-281, 1957.
- GEORGE, P.S. e KING, G.A. (1971). Consumer demand for food in the United States with projections for 1980, Giannini Foundation of Agricultural Economics, 26.
- GREENE, W.H. *Econometric analysis*, 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997.
- HUYSER, A.P. e SOMMERMEYER, W.H. (1971) Income and qualities elasticities in Mexico: an application of the expenditure allocation model, Report 7108, Netherlands School of Economics.

KOC, B.; GUL, M.; PARLAKAY, O. Determination of technical efficiency in second crop maize growing farms in Turkey: a case study for the East Mediterranean in Turkey. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, v.6, p.488-498, 2011.

KRASACHAT, W. Technical efficiencies of rice farms in Thailand: a non-parametric approach. *The Journal of American Academy of Business*, v.4, n.1, p.64-69, 2004.

MADDALA, G.S. *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Melbourne: Cambridge University Press, 1983.

MARIANO, J.L.; PINHEIRO, G.M.T.L. Eficiência técnica da agricultura familiar no projeto de irrigação do Baixo Açu (RN). *Revista Econômica do Nordeste*, v.40, n.2, p.283-296, 2009.

MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Economia*, v.57, n. 3, p.515-534, 2003.

PRAIS, S.J. e HOUTHAKKER, H.S. (1971) *The analysis of Family budgets*, Cambridge University Press.

SANTOS, V.F.; VIEIRA, W.C.; RUFINO, J.L.S.; LIMA, J.R.F. Análise da eficiência técnica de talhões de café irrigados e não-irrigados em Minas Gerais: 2004-2006. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.47, n.3, p.677-689, 2009.

SHEPARD, R.W. *Theory of cost and production functions*. Princeton: Princeton University Press, 1970.

THEIL, H. (1951). Qualities prices and budgets enquiries, *The Review of Economic Studies*, 19, p. 129-147.

TOBIN, J. Estimation of relationship for limited dependent variables. *Econometrica*, v.26, n.1, p.24-36, 1958.

VICENTE, J.R. Economic efficiency of agricultural production in Brazil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.42, n.2, p.201-222, 2004.