



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA-PPGECON

JULIANA DE SALES SILVA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DOS PRODUTORES DE MANGA
DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

CARUARU - PE

2014

JULIANA DE SALES SILVA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DOS PRODUTORES DE MANGA
DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Economia – PPGECON,
como requisito final à obtenção do título de
Mestre em Economia, nesta Universidade.

Orientadora: Prof^a. Dra. Monaliza de Oliveira Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. João Ricardo Ferreira de Lima

CARUARU – PE

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA-PPGECON

A comissão examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada:

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DOS PRODUTORES DE MANGA
DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

defendida por

Juliana de Sales Silva

Considera a candidata aprovada.

Caruaru, 12 de fevereiro de 2014.

Prof^ª Dra. Monaliza de Oliveira Ferreira (UFPE/PPGECON)

(orientadora)

Prof. Dr. João Ricardo Ferreira de Lima (EMBRAPA Semiárido)

(co-orientador)

Prof^ª Dra. Sonia Rebouças da Silva Melo (UFPE/PPGECON)

(examinador interno)

Prof. Dr. Yony de Sá Sampaio (UFPE/PIMES)

(examinador externo)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me oferecido a oportunidade de viver, por me ajudar a enfrentar dificuldades que a vida impõe.

À minha amada mãe Edileuza, mulher batalhadora, que, além de mãe é pai, que sempre fez o possível e o impossível para me ver realizar meus sonhos. Mãezinha querida, tudo que sou é graças aos seus esforços. TE AMO!

Ao meu pai José Cícero (*in memoriam*), que, apesar de ter me deixado cedo, me ensinou muito.

À minha irmã Mariana, a quem tanto amo e me enche de orgulho.

Ao Jonas, por todo apoio durante esta caminhada.

À Dany, minha colega de mestrado, que se tornou amiga e irmã, pela amizade, ajuda, conversas e risadas. Sentirei muito sua falta! Não posso deixar de mencionar toda a sua família, em especial Dona Nice, que sempre me tratou tão bem, que me acolheu em sua casa e me tratou como se fosse sua filha.

Ao meu amigo Ramon, que esteve presente desde a Graduação, e ao Viriato, que dividiram apartamento comigo no tão difícil início de Mestrado.

A todos os amigos que fiz durante esses dois anos: Claudinha, que sempre esteve com um enorme sorriso no rosto; Gabi, que, com seu jeitinho e sotaque piauienses, me conquistou desde o início; Hayata, que sempre me fez rir muito com suas palhaçadas; Eryka, que sempre me acompanhou e ajudou nos congressos; Artur e Ciro, pela oportunidade de conhecê-los. Obrigada a todos vocês, pelo companheirismo durante todos os momentos vividos juntos!

À minha orientadora Monaliza, por ter acreditado em mim desde o começo do Mestrado e por todos os ensinamentos a mim oferecidos, a quem serei eternamente grata.

Ao meu coorientador João Ricardo, que me acompanha desde a Graduação, por ter aceitado mais uma vez participar da construção do meu trabalho de conclusão de curso, por toda ajuda e até pelos “puxões de orelha”.

À Embrapa Semiárido, pela oportunidade de participar do projeto que possibilitou a construção deste trabalho. À Facepe, pelo financiamento do projeto desenvolvido. A Josué e Alan, por toda a ajuda na coleta de dados utilizados.

A todos os entrevistados no Vale do São Francisco, que aceitaram participar da entrevista.

Ao professor Emanuel Barros, pela disponibilidade em tirar minhas dúvidas quanto às variáveis e ao modelo empregado.

À professora Sônia Rebouças e ao professor Yony Sampaio, por aceitarem participar da Banca Examinadora, que, juntos, contribuíram para o melhoramento da versão final deste trabalho.

A toda a equipe do PPGECON.

À PROPESQ/UFPE, pela concessão da bolsa de estudos.

Porque d'Ele e por Ele e para Ele são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente. Amém!

Rm 11:36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Volume anual da produção do Vale do São Francisco	22
Tabela 2 – Comparações das exportações brasileiras e do Vale do São Francisco de manga (2000 – 2013)	23
Tabela 3 – Os dez maiores importadores de manga (2000 – 2010) (t)	25
Tabela 4 – Estatística descritiva dos dados (proporção e erro padrão)	46
Tabela 5 – Estatística descritiva dos dados (média e erro padrão).....	47
Tabela 6 – Estatística descritiva dos dados do DEA	47
Tabela 7 – Eficiência técnica dos produtores de manga, sob condições de retornos constantes e retornos variáveis de escala.....	49
Tabela 8 – Distribuição dos produtores de manga segundo o tipo de retorno	50
Tabela 9 – Comparação dos cinco mais eficientes com os cinco menos eficientes produtores de manga.....	52
Tabela 10 – Resultados do modelo <i>Tobit</i>	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura da cadeia produtiva de frutas brasileiras	16
Figura 2 – Localização do São Francisco	20
Figura 3 – Eficiência técnica e alocativa de orientação insumo	27
Figura 4 – Eficiência técnica e alocativa de orientação produto.....	29
Figura 5(a) – Fronteira de produção do modelo CCR.....	36
Figura 5(b) – Fronteira de produção do modelo BCC.....	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução das exportações de frutas brasileiras (2000 – 2013)	17
Gráfico 2 – Evolução das exportações de melão, banana, manga, maçã, limão, uva e laranja brasileira em US\$ 1.000,00 (FOB) de 2000 a 2013	18
Gráfico 3 – Evolução do volume das exportações de melão, banana, manga, maçã, limão, uva e laranja brasileira em quilo de 2000 a 2013	18
Gráfico 4 – Evolução do preço da manga exportada pelo Vale do São Francisco e do Brasil - 2000 a 2013 (em US\$/kg)	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 O setor frutícola brasileiro.....	15
2.2 O Vale do São Francisco	19
2.3 O mercado da manga do Vale do São Francisco	22
2.4 Eficiência técnica e econômica.....	26
3 METODOLOGIA.....	34
3.1 Análise Envoltória de Dados - DEA.....	34
3.2 Tobit	43
3.3 Dados, definição das variáveis e amostra	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 Estatística descritiva dos dados.....	46
4.2 Níveis de eficiência estimados pelo método DEA.....	48
4.3 Modelo <i>Tobit</i>.....	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICES	64

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho é analisar o nível de eficiência econômica e técnica dos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, localizado no Vale do São Francisco, bem como investigar as variáveis que afetam sua eficiência. Para tanto, num primeiro estágio, foram estimados os escores de eficiência pelo método não paramétrico DEA, que tem sido extensivamente utilizado para medir a eficiência no setor agrícola. O modelo DEA utilizado neste trabalho foi o BCC, que considera retornos variáveis de escala, mostra se os produtores apresentam retornos constantes, crescentes ou decrescentes de escala. A orientação utilizada foi *output*, na qual a eficiência é alcançada quando se pode produzir o máximo de produto com determinado nível de insumo. A variável dependente utilizada neste modelo foi a produção em quilos de manga, e as variáveis independentes, a área produzida e as despesas com mão de obra, capital e insumos. No segundo estágio, foi feita a estimação do modelo *Tobit*, considerando os resultados do DEA BCC como variável dependente. Os resultados do DEA indicaram que o capital é o principal insumo que deve ser utilizado de forma ótima, seguido pela da mão de obra, área e insumos. Os resultados mais importantes do *Tobit* apontaram que características como quantidade de planta por hectare, escolaridade e interação com instituição de pesquisa tendem a elevar os níveis de eficiência, enquanto dívidas levam a reduzir tais escores.

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

ABSTRACT

The goal of this research is to analyze the technical and economic efficiency level of mango growers from Irrigation District Senator Nilo Coelho located in the Vale of São Francisco, as well as to investigate variables that affect such efficiency. Therefore, in the first stage, the efficiency scores were estimated by the DEA nonparametric method, which has been extensively used to measure efficiency in the agricultural environment. The DEA model used in this study was the BCC that takes into account variable scale returns, which shows whether the growers have constant, increasing or decreasing scale returns. The guideline used was input, in which efficiency is achieved by the optimal combination of inputs. The dependent variable used in this model is the production in kilogram of mango per hectare, and the independent variables are producing area, cost of labor, capital and inputs. In the second stage, it was performed the estimation of the *Tobit* model, considering the results of the DEA BCC as the dependent variable. The results of the DEA indicated that capital is the major input that must be used optimally, followed by manpower, area and inputs. The most important results of the *Tobit* model showed that characteristics such as amount of plant per hectare, education, and interaction with research institution tend to raise levels of efficiency while debts shall reduce such scores.

Keywords: Mango. Efficiency. Juazeiro/Petrolina Polo.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a economia brasileira tem passado por rápidas transformações tais como abertura econômica e maior concorrência internacional, que confirmam a necessidade de mudança de comportamento de produtores e consumidores. Nesse contexto, ganham mais espaço as concepções, ações e atitudes em que produtividade, custo e eficiência se impõem como regras básicas de sobrevivência em mercados cada vez mais competitivos e globalizados. Assim, a competitividade e a eficiência tornam-se questões fundamentais à tomada de decisão dos ofertantes, em um ambiente concorrencial.

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 das boas condições edafoclimáticas¹, associadas aos investimentos públicos e privados em capacitação, tecnologia, infraestrutura e logística, fatores determinantes para o progresso e para a 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 que tem por base 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 têm como principais destinos Holanda, Reino Unido, Espanha, Argentina Estados Unidos e Uruguai. A manga é destaque entre as principais frutas produzidas e comercializadas no País.

Segundo Souza *et al.* (2002), a manga é uma fruta nativa da Índia, que se espalhou pelo mundo no século XVI, por conta 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, alcançou quase todas as regiões brasileiras.

Internacionalmente, os maiores países produtores de manga são a Índia, a China e o México. No Brasil, o Estado de São Paulo tem a maior área plantada com manga. Já

¹Condições relacionadas ao solo e ao clima.

na Região Nordeste, estão os mais tecnificados sistemas de cultivo dessa fruta, principalmente no Vale do Submédio São Francisco (SILVA *et al.*, 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 teve como principais destinos a Europa e os Estados Unidos, em virtude da pequena oferta dos concorrentes e da apreciação do dólar no último trimestre de 2011. Já em 2013, segundo dados do BRASIL/MDIC/Alice Web(2014), o Brasil exportou 122 mil toneladas de manga, gerando uma receita de US\$ 147 milhões.

A região de maior importância na produção e exportação da manga é o Vale do São Francisco, responsável por mais de 80% da exportação dessa fruta. De acordo com Lima *et al.* (2009), isto é resultado das boas condições edafoclimáticas, que asseguram níveis de oferta quando o mercado está desabastecido, e dos cultivos mais tecnificados, que fazem com que seus produtos consigam atingir os altos padrões de qualidades exigidos no exterior, pela padronização de variedades, tamanho, cor e sabor (PINTO, 2002; ARAÚJO *et al.*, 2003; NOGUEIRA, 2011).

Apesar do grande volume de fruta exportado, grande parte da produção nacional é consumida internamente (LIMA *et al.*, 2009). Nogueira (2011) afirma que nos últimos anos o consumo de frutas entre os brasileiros vem aumentando à medida que melhora o poder aquisitivo da população, aliado à crescente conscientização do papel das frutas para uma alimentação saudável. Outro fator que muda este perfil de consumo dos brasileiros é a aceitação de produtos com maior valor agregado, como variedades de frutas costumeiramente destinadas à exportação. De acordo com o Anuário Brasileiro da Fruticultura 2013 (2013), estima-se que, em 2012, o consumo *per capita* de frutas tenha alcançado 70,84 quilos/habitante/ano, com um consumo total de 13,743 milhões de toneladas. Entretanto, apesar do crescimento, o consumo diário de frutas na alimentação do brasileiro ainda está aquém do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que é de 400 gramas ao dia ou de 146 quilos/habitante/ano.

Além das grandes vantagens que o Brasil e a Região do Vale do São Francisco oferecem na produção de frutas, existem algumas dificuldades evidenciadas por Nogueira (2011), como a falta de registro de agrotóxicos nos órgãos governamentais, o deficiente controle fitossanitário e a carência na área de infraestrutura no transporte,

logística, armazenagem e manuseio nos portos, que dificultam a produção e a exportação de frutas de qualidade.

Um fator favorável ao produto nacional, em comparação com nossos principais concorrentes, está relacionado às condições climáticas das zonas de cultivo, pois o excesso de chuva e a alta umidade, nas regiões onde são exploradas a mangueira no Equador, Peru e Venezuela, reduzem o grau de coloração da fruta e favorecem a incidência de antracnose. Já a Região do Vale do São Francisco, por apresentar baixa precipitação e umidade relativa e um elevado grau de luminosidade, produz uma fruta de boa qualidade mercadológica, tanto no aspecto da coloração como da sanidade vegetal (ARAÚJO, 2004).

Diante deste cenário, a questão central deste trabalho é a análise da eficiência dos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, localizado na região do Vale do São Francisco, região responsável pela quase totalidade das exportações da fruta do Brasil. Este trabalho tem como objetivo geral analisar o nível de eficiência econômica e técnica dos produtores de manga desta região. Dito isso, como desdobramento deste objetivo, busca-se investigar as variáveis que afetam a eficiência dos produtores da localidade.

A relevância deste trabalho está em aprofundar o entendimento da situação atual da eficiência técnica e econômica dos produtores de manga no Nilo Coelho, bem como a compreensão da importância das exportações da localidade para a economia nordestina e brasileira, dado que, através da mensuração dessa eficiência, é possível verificar os possíveis causadores da (in)eficiência na produção.

Sendo assim, espera-se que as evidências empíricas encontradas no trabalho possam contribuir para que os produtores observem como podem se tornar mais eficientes, possibilitando aumento da competitividade. Os resultados podem ainda ser utilizados pelos responsáveis por políticas públicas para desenvolver instrumentos que visem a aumentar a competitividade da mangicultura brasileira e, conseqüentemente, gerar mais emprego e renda no meio rural do semiárido brasileiro.

Por fim, esta dissertação de mestrado é produto de um projeto de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido) em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/PPGECON), financiada pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe). Trata-se de uma pesquisa com utilização de dados primários e de um modelo não paramétrico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão da literatura inicialmente abordará o setor frutícola brasileiro. Em seguida, observar-se-á 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 da eficiência econômica e técnica para o segmento de frutas. Por fim, serão colocados quais aspectos deste trabalho são úteis à discussão.

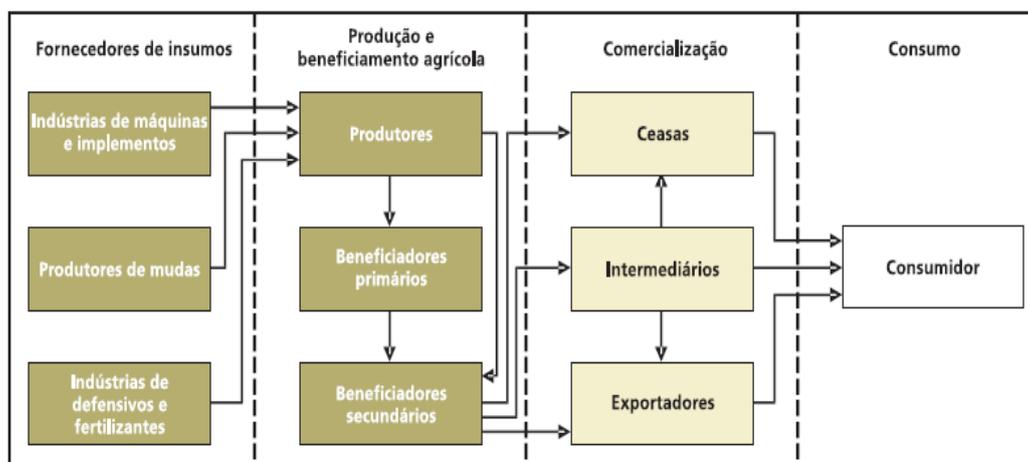
2.1 O setor frutícola do Brasil

A fruticultura destaca-se entre os demais setores da economia, uma vez que impulsiona as exportações brasileiras de produtos agrícolas, o que resulta em excelentes condições para o País se tornar um dos principais exportadores desses produtos no mercado mundial (FERREIRA, 2008).

Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL/MAPA, 2007) destacam que o setor de fruticultura está entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio nacional, por ter um elevado efeito multiplicador de renda, forte o suficiente para dinamizar economias locais estagnadas e com poucas alternativas de desenvolvimento.

Ainda de acordo com BRASIL/MAPA (2007), o setor exhibe algumas características típicas que o diferem de outras cadeias produtivas e que afetam sua competitividade, como a forte presença de agricultores familiares e a elevada relação trabalho/capital; o grande número de cooperativas e associações de produtores; as flutuações nos preços devidas à sazonalidade de produção; entre outros. Portanto, tais características, se não devidamente trabalhadas, podem gerar obstáculos ou dificuldades no setor. Pode-se visualizar na Figura 1 um fluxograma com os macrossegmentos da cadeia produtiva, os principais agentes e os fluxos de comercialização e consumo comuns nas cadeias de produção de frutas brasileiras.

Figura 1 –Estrutura da cadeia produtiva de frutas brasileiras



Fonte: BRASIL/MAPA (2007).

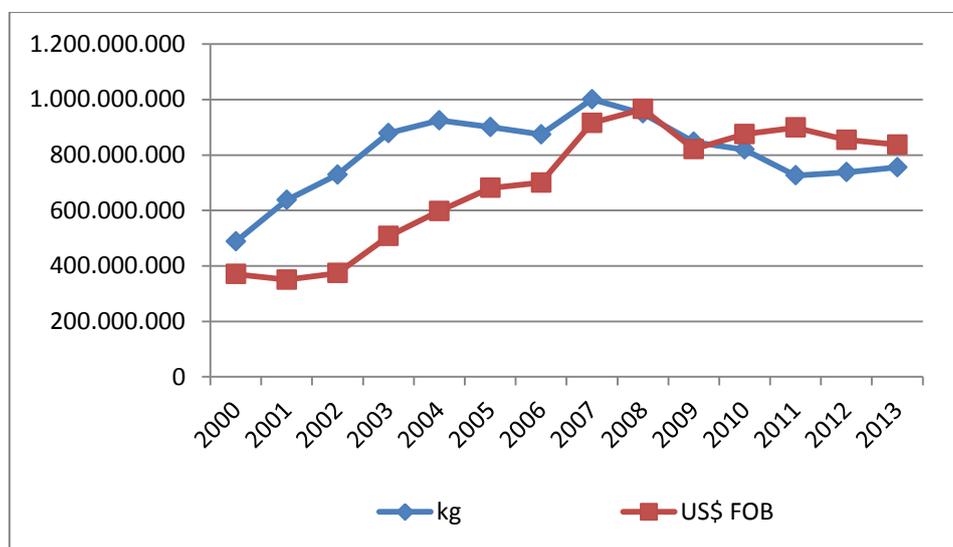
O bom desempenho do setor no Brasil confirma a grande potencialidade para produzir frutas de qualidade, atendendo as exigências dos mercados externos e também a grande competitividade do País. De acordo com Nogueira (2011), um fator relevante para a boa competitividade no cenário internacional de frutas é sua melhora do padrão de qualidade, podendo citar a maçã e a uva, primeiras frutas a receberem selos de certificação que atendem às exigências internacionais, além do aumento da demanda internacional por frutas tropicais, o que está atrelado à elevação da renda dos consumidores, à urbanização, à informação e à educação.

O Anuário Brasileiro da Fruticultura 2013 (2013) mostra que em todo território brasileiro é possível produzir praticamente todas as espécies comercializáveis de fruta existentes atualmente, devido à multiplicidade climática existente no País. Ainda de acordo com a publicação, foram colhidos no ano de 2011, 19,186 milhões de toneladas em São Paulo; 5,401 milhões de toneladas na Bahia; 2,778 milhões de toneladas no Rio Grande do Sul; 2,690 milhões de toneladas em Minas Gerais; 1,665 milhão de toneladas no Pará; 1,567 milhão de toneladas no Paraná; 1,529 milhão de toneladas em Santa Catarina; 1,392 milhão de toneladas em Pernambuco; 1,374 milhão de toneladas no Ceará; 1,27 milhão de toneladas em Sergipe; 1,176 milhão de toneladas no Espírito Santo.

Essa grande produção de frutas torna o Brasil o terceiro maior produtor do mundo (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2013, 2013). No tocante ao comércio internacional das frutas brasileiras, percebe-se, pelo Gráfico 1, uma curva

ascendente ao longo dos últimos anos, o que mostra a importância da fruticultura para a economia do País, já que a exportação é um dos fatores necessários para manter a balança comercial positiva. Além disso, esse setor da economia tem caráter econômico-social, uma vez que está presente em todos os estados, sendo responsável pela geração de 5,6 milhões de empregos diretos, o equivalente a 27 % do total da mão de obra agrícola do País. Assim, a fruticultura está entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio brasileiro (FACHINELLO *et al.*, 2011).

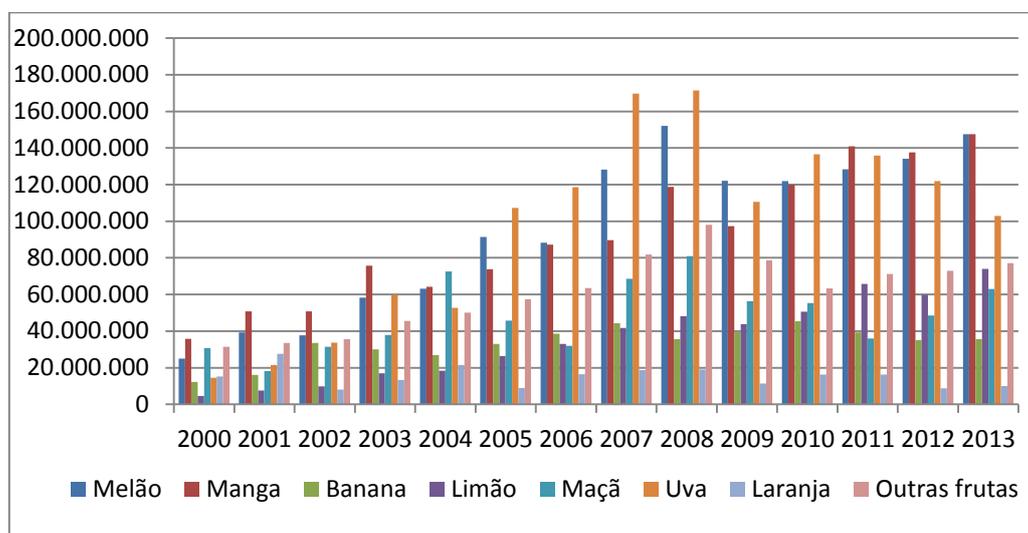
Gráfico 1 – Evolução das exportações de frutas brasileiras (2000-2013)



Fonte: Elaboração própria, dados BRASIL/MDIC/AliceWeb, 2014.

As principais frutas brasileiras exportadas, de acordo com a VALEXPORT (2012) são melão, banana, manga, maçã, limão, uva e laranja. O Gráfico 2 mostra a evolução em US\$1.000,00 (FOB) das exportações dessas frutas no período de 2000 a 2013.

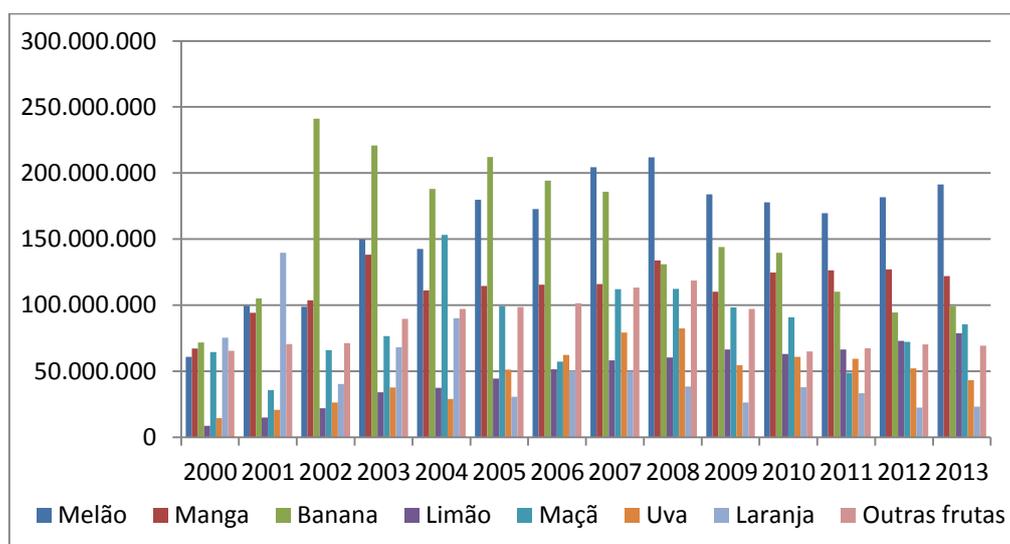
Gráfico 2 – Evolução das exportações de melão, banana, manga, maçã, limão, uva e laranja brasileira em US\$1.000,00 (FOB) de 2000 a 2013



Fonte: Elaboração própria, dados BRASIL/MDIC/AliceWeb, 2014.

Observa-se que a melão e a manga foram as frutas que obtiveram valores praticamente iguais no ano de 2013, resultado diferente nos últimos dois anos anteriores (2011 e 2012), em que a manga era a fruta exportada que mais gerava receita para o País. O volume exportado de melão, banana, manga, maçã, limão, uva e laranja pode ser observado do Gráfico 3.

Gráfico 3 – Evolução do volume das exportações de melão, banana, manga, maçã, limão, uva e laranja brasileira em quilo de 2000 a 2013



Fonte: Elaboração própria, dados BRASIL/MDIC/AliceWeb, 2014.

Nota-se que até 2006, com exceção do ano de 2001, a banana era a fruta mais exportada em volume, tendo perdido posição para o melão a partir de 2007. Este acontecimento pode estar relacionado com o fato de a banana não conseguir alcançar o alto padrão de qualidade exigido pelos principais importadores de frutas brasileiras, os europeus e os norte-americanos (MATTHIESEN; BOTEON, 2003).

Ante o exposto, a fruticultura se estabelece em um dos segmentos mais dinâmicos e competitivos da agricultura brasileira, devido à evolução das exportações de frutas como uva, manga, melão e abacaxi, apesar de, relativamente ao resto do mundo, o Brasil ainda ter uma pequena participação (FERREIRA, 2008).

Segundo Nogueira (2011), uma das limitações para os produtos nacionais no mercado externo são os impostos, cobranças de taxas de movimentações portuárias e processamento, medidas de salvaguarda e *antidumping*, que buscam garantir proteção aos produtores do País, alegando que a fruta brasileira estaria infectada pela mosca mediterrânea e outras doenças, havendo também, por parte dos importadores, barreiras técnicas, fitossanitárias e tarifárias.

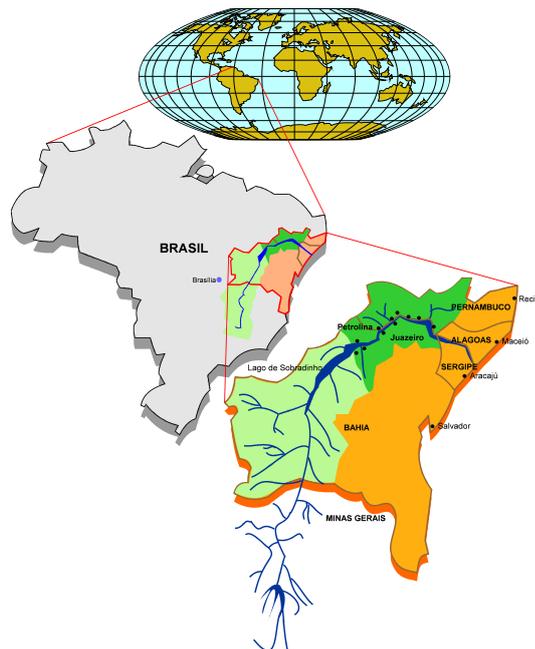
Assim, todos esses entraves tornam seletivo o acesso de novos exportadores brasileiros aos mercados internacionais, sobretudo aos mercados da União Europeia e dos Estados Unidos, que são os maiores importadores e os que exigem alto padrão de qualidade.

Um dos fatores positivos para o Brasil conseguir atingir o padrão de qualidade internacional de frutas exportadas foram os investimentos ao longo dos anos em sistemas de irrigação, que trouxe aumento da produção de frutas no nordeste, em regiões do semiárido, possibilitando a produção de uma grande variedade de frutas durante o ano todo, com destaque para a produção de melão, manga e uva. Atualmente, a Região do Vale do São Francisco é o maior polo de fruticultura irrigada do País.

2.2 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). Esta localização pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 – Localização do Vale do São Francisco



Fonte: VALEEXPORT (2012).

A Região apresenta, de acordo com a VALEEXPORT (2012), as seguintes características: (i) altitude média de 365 metros, com temperatura média de 26 °C; (ii) umidade relativa média de 50%; (iii) precipitação média anual de 450 mm; (iv) insolação de 3.000 horas/ano, com 300 dias de sol/ano; (v) evaporação ao redor de 2.080 mm/ano; (vi) hidrologia apoiada no Rio São Francisco; (vii) vazão a jusante da barragem do Sobradinho de 2.500 m³/s; (viii) lago a montante com 4.214 km², contendo aproximadamente 34 bilhões de m³; e (ix) predominância de ventos sudeste com velocidade média de 4 metros por segundo.

A Região tem áreas dependentes de chuva e áreas que têm acesso à irrigação com águas do Rio São Francisco. A área dependente de chuva é caracterizada por uma estrutura fundiária bastante concentrada, com um grande número de agricultores familiares, com pequenas propriedades, produzindo basicamente para subsistência com baixos níveis tecnológicos. Já a irrigação surgiu na localidade nos anos 1950 do século passado, com grandes investimentos governamentais nas áreas de transporte, energia, comunicação, educação, saúde e agricultura, mas estas áreas tomaram impulso apenas nos anos 1970, com as inversões do setor privado, que impactaram o desenvolvimento regional (SILVA, 2009).

Estão localizados no Vale do São Francisco os mais tecnificados sistemas de cultivo de fruta, em especial o da manga. Condições climáticas favoráveis como 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 para a fruticultura e permitem uma produção planejada durante o ano inteiro (SOUZA *et al.*, 2002; GUIMARÃES, 2007). A maior parte da produção é destinada ao mercado interno (LIMA *et al.*, 2009), apesar de mais de 80% das exportações brasileiras do fruto serem provenientes do Vale do São Francisco, segundo dados do BRASIL/MDIC/AliceWeb(2014).

Segundo a VALEEXPORT (2012), os primeiros esforços de exportação datam de 1986 com o melão e 1987 com uva e manga, com volumes incipientes, evidenciando, na época, a fragilidade e o amadorismo dos produtores da Região. Entretanto, as vantagens comparativas existentes para o setor propiciaram a instalação de seis projetos de irrigação públicos, implementados, principalmente na década de 1980, pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), centrados no eixo Petrolina/Juazeiro.

Atualmente, a área de cultivo irrigado implantado estende-se por 120 mil hectares, com predominância de frutas, mas com cultivo também de cana-de-açúcar, tomate, cebola e demais hortaliças (VALEEXPORT, 2012). Sendo assim, é notável que o clima favorável, aliado à irrigação, dá suporte para obtenção de vantagens competitivas da Região, já que, de acordo com Ferreira (2008), em outras localidades como o Sudeste do País há necessidade de superar alguns entraves como falhas na infraestrutura de pós-colheita (logística), dificuldades relativas à padronização e classificação das frutas e deficiências de informação de mercado por parte dos produtores.

Cintra e Boteon (2002) afirmam que outro fator importante para o grande destaque do Nordeste em relação ao Sudeste são, além das condições supracitadas, as técnicas de indução floral, que mantêm uma oferta regular da fruta durante o ano, o que permite o escalonamento da produção e o retardamento no florescimento. Já o Sudeste, por não adotar os métodos de indução floral, concentra a oferta de manga em certos meses do ano (outubro-fevereiro).

A VALEEXPORT (2012) destaca ainda que 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 um milhão de toneladas/ano de frutas (Tabela 1).

Tabela 1 – Volume anual da produção de frutas do Vale do São Francisco em 2012.

Produto	Total Plantado	% em formação	% Produção Crescente	% Plena Produção	% Produção decrescente	Produção Atual
Manga	23.300 ha	20 %	40 %	38 %	2%	462.000 t
Uva	12.100 ha	20%	25 %	40 %	15%	241.300 t
Banana	2.800 ha	10 %	15 %	40 %	35 %	60.000 t
Goiaba	3.500 ha	25 %	35 %	35 %	5%	112.000 t
Coco Verde	2.300 ha	30 %	50%	20 %	-	76.000.000 frutos/ano
Acerola	1.100 ha	27 %	50 %	23 %	-	22.500 t

Fonte: VALEXPORT (2012).

2.3 O mercado da manga do Vale do São Francisco

O Brasil é o sétimo 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 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 daí distribuídos por todo o continente.

Vitti (2009) destaca que, de 1995 a 2005, a receita com exportações brasileiras de fruta aumentou 257%, resultado dos projetos de irrigação do Vale do São Francisco, que são voltados para o mercado externo. Através da Tabela 2, pode-se fazer uma comparação das exportações da Região com o Brasil.

Tabela 2 – Comparação das exportações brasileiras e do Vale do São Francisco de Manga (2000-2013)

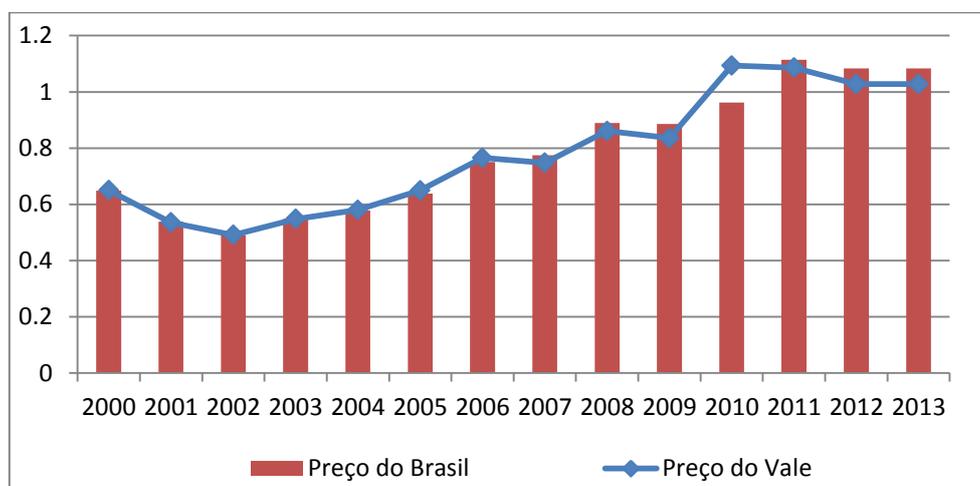
ANO	Em Kg			Em US\$1.000,00 (FOB)		
	Vale	Brasil	Participação	Vale	Brasil	Participação
2000	57.200	67.172	85%	37.180	43.550	85%
2001	81.155	94.291	86%	43.443	50.814	85%
2002	93.559	103.598	90%	45.962	50.894	90%
2003	124.620	138.189	90%	68.256	75.744	90%
2004	95.745	111.181	86%	55.541	64.304	86%
2005	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	79%
2010	108.238	124.694	80%	99.002	119.930	90%
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	80%

Fonte: FAOSTAT (2013), BRASIL/MDIC/AliceWeb (2014).

Assim, é perceptível, como já mencionado anteriormente, que quase a totalidade da manga exportada é proveniente do Vale do São Francisco (Tabela 2).

No Gráfico 5, pode-se perceber que o produto brasileiro está valorizado no exterior, pois é notável que a série de preços de manga exportada pelo Brasil dos anos de 2000 a 2013 apresenta tendência definida e positiva, assim como a do Vale do São Francisco.

Gráfico 4 – Evolução do preço da manga exportada pelo Vale do São Francisco e do Brasil – 2000 a 2013 (em US\$/kg)



Fonte: Elaboração própria, dados FAOSTAT (2013), BRASIL/MDIC/AliceWeb, (2014).

No ano de 2012, a manga foi a fruta que mais gerou receita de exportação para o Brasil, com cerca de US\$ 137 milhões, superando outras frutas como uva de mesa e melão. Entretanto, no ano de 2013, a manga não obteve a maior receita de exportação, perdendo para o melão, com US\$ 147,5 milhões contra US\$ 147,6 milhões (BRASIL/MDIC/ALICEWEB, 2013). Este resultado é devido à diminuição do volume exportado de manga e do aumento do melão de 2012 para 2013. Para se tornarem ainda mais competitivos e aumentarem a rentabilidade, muitos produtores de manga do Vale do São Francisco estão diversificando seus pomares, reduzindo a área com a variedade Tommy Atkins, que já ocupou em torno de 85% da área plantada, e aumentando principalmente com Palmer, mas também com Kent e Keitt.

Na Tabela 3, pode-se visualizar a quantidade de manga enviada para os 10 maiores países importadores no período de 2000 a 2010. Observa-se que os Estados Unidos são o país que mais importa manga, seguido de alguns países da União Européia, Emirados Árabes e do Japão.

Tabela 3 – Os dez maiores países importadores de manga, 2000-2010 (t)

PAÍSES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EUA	235.080	237.953	263.354	278.422	276.278	260.842	292.377	295.231	297.499	287.402	320.591
Holanda	61.856	69.566	71.479	91.133	75.710	98.043	112.291	111.830	127.659	113.894	142.546
E. Árabes	38.900	31.000	51.746	61.971	57.473	31.623	49.823	66.255	56.150	49.040	46.494
Inglaterra	22.017	26.957	24.235	31.933	36.545	46.922	54.678	57.381	55.797	48.120	47.581
Alemanha	23.321	24.825	27.954	31.937	32.708	37.142	34.756	46.762	51.865	40.623	48.451
França	26.262	25.693	26.833	32.299	34.744	34.937	35.144	39.397	32.211	27.792	32.267
Bélgica	16.118	10.292	10.319	10.824	10.910	12.199	24.532	23.739	20.834	17.851	16.417
Espanha	9.188	7.231	10.410	11.938	11.955	13.724	16.584	16.603	18.216	17.844	32.232
Portugal	9.548	15.189	15.438	19.639	17.193	16.736	15.081	14.332	16.231	12.608	14.058
Japão	9.627	8.901	8.875	10.688	12.657	12.377	12.461	12.495	11.669	10.504	10.504

Fonte: FAOSTAT (2013).

2.4 Eficiência técnica e econômica

A definição de eficiência, de acordo com Ferreira (2005), do latim *efficientia*, é a virtude ou a força para se produzir algum resultado. Assim, a eficiência técnica pode ser chamada de eficiência produtiva ou medida de produtividade global.

Para Pindyck e Rubinfeld (2005), eficiência é otimização de recursos e ausência de desperdício. Portanto, a eficiência é dada pela maximização dos recursos existentes para satisfazer as necessidades e os desejos de indivíduos e organizações.

Ferreira (2005) relata que, na literatura econômica, as medidas de eficiência são geralmente representadas por uma função de fronteiras de produção, ou seja, as empresas eficientes se posicionam sobre essa fronteira, que é onde conseguem produzir o máximo possível, dadas as restrições.

Existem dois modelos de fronteira de produção: o determinístico e o estocástico. Assim, as fronteiras de produção serão classificadas de acordo com o tipo de modelo utilizado e conforme os condicionantes responsáveis pelos diferentes desempenhos das unidades de produção. Nas fronteiras determinísticas não ocorre associação com estruturas de probabilidades, enquanto nas estocásticas verifica-se a associação, dada a forma que associa o termo do erro à regressão (ANJOS, 2005).

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

Coelli *et al.* (1998) ilustram por meio das Figuras 3 e 4 a eficiência técnica e a alocativa, definida por Farrel (1957) em unidades de produção, utilizando uma combinação de dois insumos (x_1 e x_2) na produção de produtos (Q).

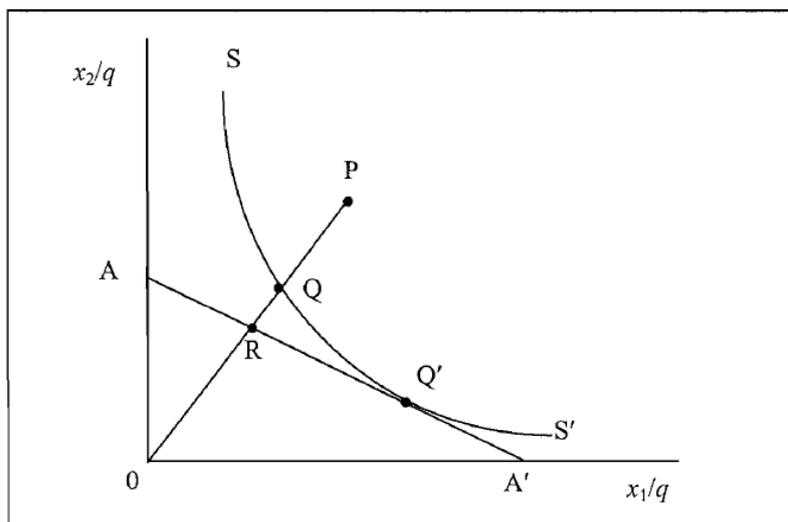
Na Figura 3, a eficiência é definida como orientação-insumo, ou seja, a eficiência é alcançada pela redução máxima de insumos, mantendo o mesmo nível de produção. Assim, quando unidades de produção estão produzindo certo nível de produto (Q), representado pela isoquanta SS' , usando uma combinação de insumos definida pelo ponto P tem-se a medida de eficiência técnica, enquanto a ineficiência técnica é representada pela distância QP , que é a quantidade pela qual todos os insumos

podem ser proporcionalmente reduzidos, sem redução na produção. Este é normalmente expresso em termos percentuais, pela relação QP/OP , que representa a porcentagem em que todos os insumos necessitam ser reduzidos para alcançar uma produção tecnicamente eficiente. Ainda, segundo os autores, a eficiência técnica (ET) é normalmente medida pela relação:

$$ET = \frac{OQ}{OP} \quad (1)$$

que é igual a um menos QP/OP . Esta relação assumirá valor entre 0 e 1 e, portanto, representa o indicador do grau de ineficiência técnica. Assim, se o valor for 1, a produção é completa e tecnicamente eficiente e, caso o valor seja 0, completamente ineficiente. Desta forma, na Figura 3, o ponto Q é tecnicamente eficiente, pois se encontra na isoquanta eficiente.

Figura 3 – Eficiência técnica e alocativa de orientação-insumo



Fonte: Coelli *et al.* (1998).

A orientação-insumo de eficiência técnica pode ser expressa em termos de função de insumo-distância $d_i(x, q)$ como:

$$ET = \frac{1}{d_i(x, q)} \quad (2)$$

Portanto, a unidade de produção é tecnicamente eficiente se estiver na fronteira, na qual a $ET = 1$ e $d_i(x, q)$ é também igual a 1.

Quando há informações de preços dos insumos é possível medir a eficiência de custo da unidade de produção. Considere w como sendo o vetor de preços de insumos e x o vetor observado de insumo usado associado ao ponto P , considere \hat{x} e x^* representando, respectivamente, o vetor de insumo associado ao ponto tecnicamente eficiente Q e o vetor de insumo de minimização-custo Q' .

Coelli *et al.* (1998) definem que a eficiência de custos da unidade de produção é definida como a relação dos custos de produção associados aos vetores de insumo \hat{x} , e x^* associado aos pontos P e Q' . Assim,

$$EC = \frac{w'x^*}{w'x} = \frac{OR}{OP} \quad (3)$$

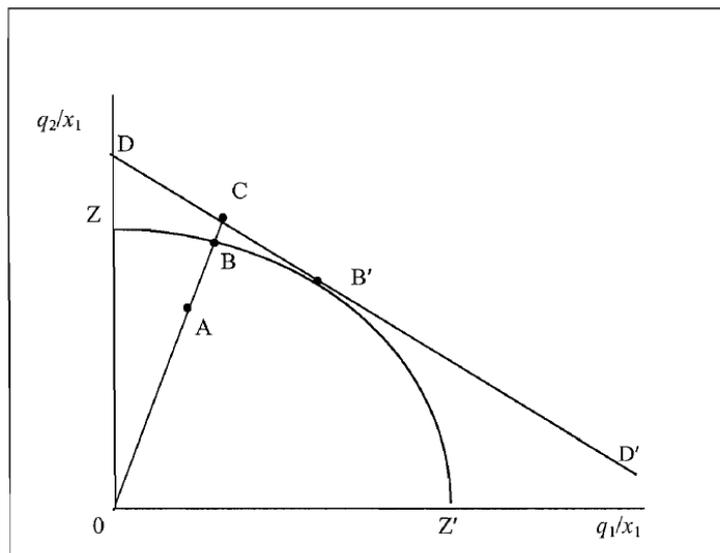
Se a relação de preços de insumos, representada pela inclinação da linha de isocusto AA' , na Figura 3, também for conhecida, a eficiência alocativa e eficiência técnica podem ser calculadas utilizando a linha de isocusto da seguinte forma:

$$\begin{aligned} EA &= \frac{w'x^*}{w'\hat{x}} = \frac{OR}{OQ} \\ ET &= \frac{w'\hat{x}}{w'x} = \frac{OQ}{OP} \end{aligned} \quad (4)$$

Dada a medida da eficiência técnica, a eficiência de custo geral total (EC) pode ser expressa como um produto de medidas de eficiência técnica e alocativa, que também são delimitadas entre 0 e 1:

$$ET \times EA = \left(\frac{OQ}{OP}\right) \times \left(\frac{OR}{OQ}\right) = \left(\frac{OR}{OP}\right) = EC \quad (5)$$

Coelli *et al.* (1998) expõem ainda a eficiência por meio da orientação-produto, que se refere à quantidade máxima de produtos que podem ser produzidos com determinado nível de insumo. Na Figura 4, pode-se observar a fronteira de possibilidade de produção para certa quantidade de insumo, para unidades de produção que utilizam insumo (x) para produzir (q_1 e q_2)

Figura 4 – Eficiência técnica e alocativa de orientação-produto

Fonte: Coelli *et al.* (1998).

Na Figura 4, a curva de ZZ' representa a curva de possibilidades de produção da unidade, e o ponto A corresponde a uma unidade de produção ineficiente. A distância AB representa a ineficiência técnica, que é a quantidade pela qual os produtos podem ser aumentados sem necessidade de insumo adicional. Portanto, a eficiência técnica orientação-produto é definida da seguinte forma:

$$ET = \frac{OA}{OB} = d_o(x, q) \quad (6)$$

em que $d_o(x, q)$ é a função distância produto para os observados vetor de insumo x e observados vetores de produtos q .

A eficiência de receita pode ser definida para qualquer vetor de preço de produto observado p , representado pela linha DD' . Se q , \hat{q} e q^* representam o vetor de produto observado da unidade de produção associada com o ponto A, o vetor de eficiência técnica de produção associado com B e a eficiência de receita da unidade de produção é associada com o ponto B', respectivamente, a eficiência de receita da unidade de produção pode ser definida como:

$$ER = \frac{p'q}{p'q^*} = \frac{OA}{OC} \quad (7)$$

Com as informações de preços, é possível traçar a linha isoreceita DD' e definir as medidas de eficiência alocativa e técnica assim:

$$\begin{aligned} EA &= \frac{p' \hat{q}}{p' q^*} = \frac{OB}{OC} \\ ET &= \frac{p' q}{p' \hat{q}} = \frac{OA}{OB} \end{aligned} \quad (8)$$

Já eficiência total do produto é determinada como receita destas duas medidas, que são delimitadas por 0 e 1:

$$ERT = \left(\frac{OA}{OC} \right) = \left(\frac{OA}{OB} \right) \times \left(\frac{OB}{OC} \right) = ET \times EA \quad (9)$$

A dificuldade em conseguir informações concisas sobre os preços dos fatores de produção e dos produtos resulta em uma dificuldade para o cálculo da eficiência alocativa. Assim sendo, em alguns estudos, a eficiência técnica é utilizada como *proxy* da eficiência produtiva (ANJOS, 2005).

Para Souza (2003), eficiência econômica é a otimização de custos e lucros. Portanto, o processo produtivo é dito economicamente eficiente quando não existe um processo alternativo ou combinação de processos que produza uma mesma quantidade a um menor custo. Ou então, quando produtos e insumos são variáveis, quando não existem combinações de processos que gerem maiores lucros.

No que tange à análise de eficiência na produção agrícola, a avaliação do desempenho dessas unidades de produção acarreta a análise da produtividade. Coelli (1995) preconiza duas formas para conseguir aumento da produtividade: a primeira seria por meio de mudanças tecnológicas (novos fertilizantes, planos de rotação de cultura etc.), que causam um movimento ascendente da fronteira; e a segunda, por procedimentos que garantam uso mais eficiente da tecnologia, como, 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.

Para Lambert (2010), diferenças de produtividade derivam de diferenças na tecnologia de produção, na eficiência do processo de produção e no ambiente onde a produção ocorre. Assim, ainda de acordo com o autor, a eficiência produtiva de um sistema de produção pode ser definida como o quociente entre a relação produto-insumo observada e a relação produto-insumo ótima, enquanto a eficiência técnica se refere ao conjunto ótimo de possibilidades.

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 revela as possibilidades de expansão da produção via melhoramento da eficiência e marca as principais fontes de ineficiência.

Portanto, quando se almejam estratégias, planejamentos e tomadas de decisões na produção, é feita uma avaliação da eficiência da unidade produtiva. Para Gomes *et al.* (2003), a eficiência de uma unidade produtiva é examinada pela comparação entre os valores observados e os valores ótimos de seus produtos (*outputs*) e recursos (*inputs*). Ainda segundo os autores, tal comparação pode ser feita, 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.

Toresan (1998) fez uma avaliação empírica de compatibilidade de curto prazo entre as práticas agrícolas de manejo sustentável do solo e a eficiência técnica na produção em 167 propriedades agrícolas no Estado de Santa Catarina. O autor utilizou para alcançar seu objetivo as abordagens Macbeth (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) e DEA (*Data Envelopment Analysis*), com restrições de pesos, aplicadas a um conjunto de três insumos e três produtos observados no ano agrícola 1994/1995. Os resultados revelaram um grande potencial de crescimento da produção agrícola em Santa Catarina com uso generalizado de práticas sustentáveis, sem recorrer ao emprego de mais recursos, isto é, pela melhoria da eficiência de sua produção.

Gomes *et al.* (2005) também utilizaram a metodologia DEA. Os autores mediram a eficiência de uma amostra de agricultores de Holambra, Estado de São Paulo, e observaram que produtores eficientes eram aqueles que tinham telefone na propriedade e usavam computadores para a agropecuária, faziam contabilidade da

produção, tinham energia elétrica e água para produção, tinham 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.

Gomes *et al.* (2006), analisando a eficiência dos produtores de flores de Holambra, observaram que a existência da integração entre o sensoriamento remoto e as técnicas de pesquisa operacional confirmou a expectativa dos especialistas na agricultura praticada na Região, de maior eficiência dos agricultores que não se dedicavam à produção de flores. Observaram ainda que os agricultores que usavam essencialmente estufas tinham melhor desempenho em relação aos que cultivavam flores em campo aberto. Tais resultados foram alcançados pela utilização do DEA.

Fethi *et al.* (2000), além de utilizarem esta metodologia não paramétrica para medir a eficiência de 17 companhias aéreas europeias, durante o período de 1991-1995, empregaram o modelo econométrico *Tobit*. Assim, além de detectar a eficiência, foi possível identificar os determinantes da ineficiência.

No tocante ao setor agrícola, Santos *et al.* (2009), para mensurar a eficiência técnica de 228 talhões de café em Minas Gerais e identificar os fatores que influenciavam a variação dos escores de ineficiência, utilizaram as metodologias DEA e *Tobit*. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que a maioria das lavouras cafeeiras analisadas apresentavam 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 o retorno variável de escala, e o modelo econométrico *Tobit*. Os autores observaram que atributos como porte e experiência do produtor, tecnologia e acesso à assistência técnica tendem a elevar os níveis de eficiência, enquanto idade e diversificação produtiva reduzem tais escores.

Gonçalves *et al.* (2008) mediram a eficiência técnica e de escala de produtores de leite no Estado de Minas Gerais. No trabalho, são utilizados o modelo DEA e o modelo econométrico *Tobit*, tendo observado que a maioria das explorações agrícolas apresentou problemas de ineficiência técnica e que pequenos agricultores tinham potencial para expandir sua produção e produtividade, aumentando a eficiência técnica, enquanto os grandes agricultores apresentaram as melhores medidas de eficiência

técnica, o que é explicado, de acordo com os autores, em parte, por fatores como o acesso a crédito de apoio, formação e assistência técnica rural.

Além dos trabalhos aqui citados, autores como 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) utilizaram esta mesma metodologia para mensurar a eficiência no setor agrícola.

Ante o exposto, constata-se, pelas várias publicações científicas citadas, que, quando se tem por objetivo proceder a uma avaliação de eficiência no setor agrícola, a metodologia DEA é a adequada.

Para Lambert (2010), diferenças de produtividade derivam de diferenças na tecnologia de produção, na eficiência do processo de produção e no ambiente onde a produção ocorre. Assim, ainda de acordo com o autor, a eficiência produtiva de um sistema de produção pode ser definida como o quociente entre a relação produto-insumo observada e a relação produto-insumo ótima. Enquanto que a eficiência técnica refere-se ao conjunto ótimo de possibilidades.

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.

Toresan (1998) realizou uma avaliação empírica de compatibilidade de curto prazo entre as práticas agrícolas de manejo sustentável do solo e a eficiência técnica na produção em 167 propriedades agrícolas no Estado de Santa Catarina. O autor utilizou

para alcançar seu objetivo as abordagens Macbeth (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) e DEA (*Data Envelopment Analysis*), com restrições de pesos, aplicado em um conjunto de três insumos e três produtos observados no ano agrícola 1994/1995. Os resultados obtidos revelaram um grande potencial de crescimento da produção agrícola em Santa Catarina com uso generalizado de práticas sustentáveis, sem recorrer ao emprego de mais recursos, isto é, pela melhoria da eficiência de sua produção.

Gomes *et al* (2005) também utilizaram a metodologia DEA. Os autores mediram 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.

Gomes *et al.* (2006), analisando a eficiência dos produtores de flores de Holambra, observaram que a existência da integração do sensoriamento remoto com técnicas de pesquisa operacional, confirmaram a expectativa dos especialistas na agricultura praticada na Região, de maior eficiência dos agricultores que não se dedicavam a produção de flores. Observaram ainda que os agricultores que usavam essencialmente estufas tinham melhor desempenho em relação aos que cultivaram flores em campo aberto. Tais resultados foram alcançados através da utilização do DEA.

Fethi *et al.* (2000) além de utilizar esta metodologia não paramétrica para medir a eficiência de 17 companhias aéreas européias, durante o período de 1991-1995, empregaram o modelo econométrico *Tobit*. Assim, além de detectar a eficiência, é possível identificar os determinantes de ineficiência.

No tocante ao setor agrícola, Santos *et al.* (2009), para mensurar eficiência técnica de 228 talhões de café de Minas Gerais e identificar os fatores que influenciam a variação dos escores de ineficiência, utilizaram as metodologias DEA e *Tobit*. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que a maioria das lavouras cafeeiras 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.

Gonçalves *et al.* (2008) mediram a eficiência técnica e de escala de produtores de leite no Estado de Minas Gerais. No trabalho é utilizado o modelo DEA e o modelo econométrico *Tobit*, no qual se observou que a maioria das explorações agrícolas apresentaram problemas de ineficiência técnica, que pequenos agricultores possuíam potencial para expandir sua produção e produtividade, aumentando a eficiência técnica. Enquanto que os grandes agricultores apresentaram as melhores medidas de eficiência técnica, o que é explicado, de acordo com os autores, em parte, por fatores como o acesso a crédito de apoio, formação e assistência técnica rural.

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).

Ante o exposto, é constatado pelas várias publicações científicas citadas, que quando se tem por objetivo realizar uma avaliação de eficiência no setor agrícola, a metodologia DEA mostra-se adequada.

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, para analisar o nível de eficiência econômica e técnica dos pequenos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, localizado na Região do Vale do São Francisco, será utilizado o método DEA com retorno variável de escala, o qual mostrará que os produtores podem apresentar retornos constantes, crescentes ou decrescentes de escala. Posteriormente, proceder-se-á a uma análise descritiva das relações entre características do produtor e da produção e os resultados da eficiência com o propósito de averiguar os determinantes do nível de eficiência dos produtores de manga da Região. O emprego da metodologia DEA será realizado pelo do *software* Stata.

3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

Os métodos mais utilizados para medir a eficiência são os estatísticos (econométricos) e os não estatísticos (determinísticos). No que tange às técnicas estatísticas, elas têm por base os Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) de regressão para análise de fronteira estocástica. De acordo com Costa *et al.* (2010), como a utilização desse tipo de técnica para medição de eficiência é feita por meio de parâmetros testados com base em erros padrão, existem algumas desvantagens no uso dessa abordagem, como, por exemplo, o erro de especificação, causado muitas vezes pela forma funcional da função de produção.

Entre as técnicas não estatísticas, há as técnicas de programação linear (PL), que são realizadas para equacionar as relações entre insumos e produtos, e a Análise Envoltória de Dados (DEA) é a mais apropriada para o estudo de eficiência. A desvantagem dessa modelagem, de acordo com Costa *et al.* (2010), é que ela não

fornece estimativa ou testes de significância dos parâmetros e a fronteira envoltória pode ser definida apenas por amostra pequena.

Assim, o método escolhido para a estimação da eficiência dos produtores de manga do perímetro irrigado Nilo Coelho é o determinístico não paramétrico. A escolha deste método se deve à flexibilidade da valoração das unidades de produção (DMUs- *Decision Making Units*)², já que permite que sejam valoradas com o que exibem de melhor que, por sua vez, está associado aos fatores de análise selecionados pelo pesquisador (ANJOS, 2005). Além disso, a aplicação na mensuração da eficiência em que existem múltiplos insumos e produtos tem se mostrado bastante atrativa em estudos do setor agrícola.

O emprego desta metodologia na agricultura pode apoiar as decisões dos agricultores e auxiliar no planejamento estratégico do setor, uma vez que indica a origem e a ineficiência relativa das unidades que podem servir de referência às práticas adotadas (*benchmarks*)³ (GOMES *et al.*, 2003). Por isso, o uso de medidas de eficiência tem crescido significativamente nas últimas décadas, tornando-se, atualmente, um dos principais tópicos estudados por economistas (GOMES; BAPTISTA, 2004).

Farrell (1957) deu início ao estudo das medidas de eficiência com técnicas não paramétricas quando propôs um modelo empírico em que cada DMU é avaliada em relação às outras unidades de um conjunto homogêneo e representativo (GOMES; BAPTISTA, 2004).

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*)⁴, trabalha com retornos constantes de escala e assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* [Figura 5(a)]. Posteriormente, em 1984, surgiu o modelo BCC (sigla com as iniciais de Banker, Charnes e Cooper), também conhecido como VRS (*Variable Returnsto Scale*)⁵, passando a considerar retornos variáveis de escala, isto é, substitui o axioma da proporcionalidade pelo axioma

²Gomes e Baptista (2004) expõe que, em modelos DEA, uma unidade produtora é tratada como DMU, uma vez que desses modelos provém uma medida para avaliar a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão.

³O termo pode ser entendido como referência. Existem diversos tipos de *benchmarks*: interno, externo, não competitivo, competitivo, de desempenho, de práticas. Mais detalhes em Tupy e Yamaguchi(2002).

⁴É o axioma da proporcionalidade que garante a existência de retornos constantes de escala.

⁵O axioma da proporcionalidade é substituído pelo da convexidade no PPL. Isto é feito com o acréscimo de uma restrição no modelo.

da convexidade (GONÇALVES *et al.*, 2008; JI; LEE, 2010), que está associado à variação da produtividade decorrente de mudanças na escala de produção [Figura 5(b)]. 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).

Figura 5(a) – Fronteira de produção no modelo CCR

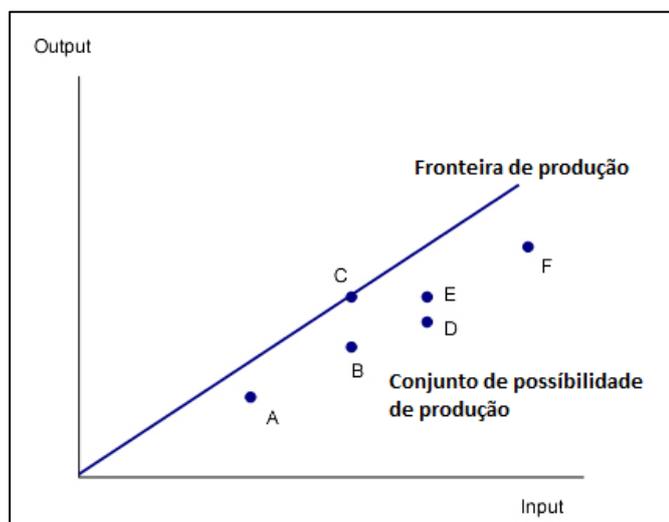
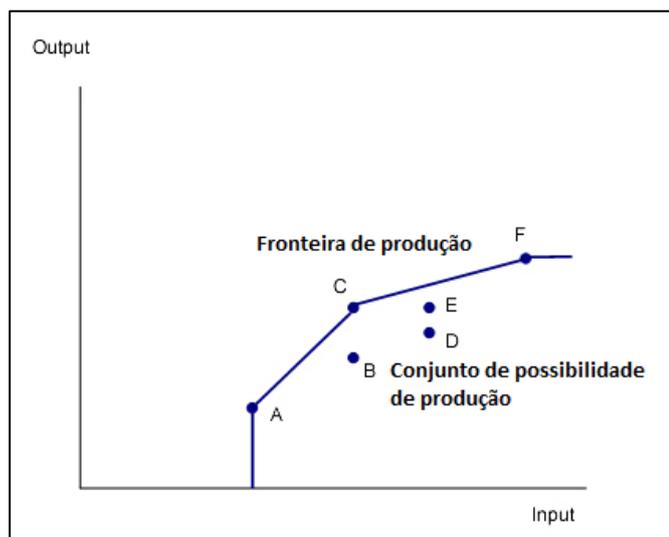


Figura 5(b) – Fronteira de produção no modelo BCC



Fonte: Cooper, Seiford e Toner (2007).

Anjos (2005) expõe que a distinção entre 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 cada unidade ineficiente. Assim, o objetivo é procurar a máxima redução possível nos insumos, mantendo o mesmo nível de produção. Considerando que existam k insumos e m produtos para cada n DMUs, são construídas duas matrizes, uma X de insumo e uma matriz Y de produtos, com dimensões $(k \times n)$ e $(m \times n)$, respectivamente, representando os dados das n DMUs:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{k1} & \cdots & x_{kn} \end{pmatrix} \quad Y = \begin{pmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{mn} \end{pmatrix} \quad (10)$$

Gomes e Baptista (2004) indicam que cada linha das matrizes representa um insumo/produto, e cada coluna, uma DMU. É necessário que os coeficientes das matrizes sejam não negativos e que cada linha e coluna contenham, pelo menos, um coeficiente positivo, ou seja, cada DMU consome ao menos um insumo, e uma DMU, pelo menos, consome o insumo que está em cada linha.

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

$$\text{Eficiência da DMU } i = \frac{\mu' y_i}{v' x_i} = \frac{\mu_1 y_{1i} + \mu_2 y_{2i} + \dots + \mu_m y_{mi}}{v_1 x_{1i} + v_2 x_{2i} + \dots + v_k x_{ki}} \quad (11)$$

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.

Para calcular a eficiência da i -ésima DMU pelo DEA CCR, Coelli *et al.* (1998) utilizaram o seguinte modelo:

$$\text{MAX}_{\mu, v} (\mu' y_i / v' x_i),$$

$$\begin{aligned} &\text{sujeito a:} && (12) \\ &\mu^i y_j / v^i x_j \leq 1, j= 1,2,\dots,n, \\ &\mu, v \geq 0. \end{aligned}$$

Gomes e Baptista (2004) explicitam que esta formulação envolve a obtenção de valores de μ e v , acarretando que medida de eficiência para i -ésima DMU seja maximizada. Assim, para que a DMU que está sendo testada seja eficiente em relação às outras, seu valor deverá ser igual a 1. Por esse modelo apresentar um problema de programação fracionária, com infinitas soluções possíveis, é necessário, de acordo com Coelli *et al.* (1998), transformá-lo em um problema de programação linear, com uma única solução, tomando a formulação o seguinte formato:

$$\begin{aligned} &\text{MAX}_{\mu, v} (\mu^i y_i), \\ &\text{sujeito a:} && (13) \\ &\mu^i y_j - v^i x_j \leq 0, j= 1,2,\dots,n, \\ &vx_i = 1, \\ &\mu, v \geq 0. \end{aligned}$$

Assim, essa forma linearizada condiz com as condições de ótimo de Pareto, por meio de uma maximização do produto. Para obter uma orientação insumo, através da dualidade em programação linear, pode-se derivar o problema anterior da seguinte maneira, de acordo com Coelli *et al.* (1998):

$$\begin{aligned} &\text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\ &\text{sujeito à:} && (14) \\ &-y_i + Y\lambda \geq 0, \\ &\theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ &\lambda \geq 0, \end{aligned}$$

em que θ é um escalar, cujo valor será a medida de eficiência da i -ésima DMU. O parâmetro λ é um vetor de constantes ($n \times 1$), em que os valores são calculados para obter a solução ótima. Caso o valor de θ seja igual a 1, a DMU será considerada eficiente; caso contrário, será ineficiente. Caso uma DMU seja eficiente, todos os valores de λ

serão zero; para uma DMU ineficiente, os valores de λ serão os pesos utilizados na combinação linear de outras DMUs eficientes que influenciam a projeção da DMU ineficiente sobre a fronteira calculada; y_i é um vetor ($m \times 1$) de quantidade de produtos da i -ésima DMU; x_i é um vetor ($k \times 1$) de insumos da i -ésima DMU; Y é uma matriz de produtos, de dimensão ($n \times m$); e X é uma matriz de insumos, de dimensão ($n \times k$). Nota-se que o problema de programação linear deve ser resolvido n vezes, um para cada DMU, visto que q deve ser obtido para cada DMU (GOMES; BAPTISTA, 2004; SANTOS *et al.*, 2009).

Com o objetivo de incorporar a possibilidade de retornos variáveis à escala, foi proposto o modelo BCC da análise envoltória de dados, introduzindo uma restrição de convexidade no modelo CCR (GOMES; BATISTA, 2004). Ao utilizar retornos variáveis de escala, as DMUs podem ter retornos: crescentes, que ocorrem quando maiores quantidades de insumos provocam aumento mais que proporcional dos produtos; decrescentes, que ocorrem quando o aumento dos insumos provoca diminuição da produção; decrescentes, que acontecem na situação em 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 se mantém constante (ANJO, 2005).

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

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\
 & \text{sujeito a:} \tag{15} \\
 & \quad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \quad N_1' \lambda = 1, \\
 & \quad \lambda \geq 0,
 \end{aligned}$$

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 apropriada quando todas DMU estão operando em escala ótima, pois a existência de concorrência imperfeita, de restrições de finanças 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. Deste modo, o uso do modelo BCC permite o cálculo das eficiências técnicas livres desses efeitos de escala.

O modelo BCC é menos restritivo⁶ que o modelo CCR e permite decompor a eficiência técnica em eficiência de escala e eficiência técnica “pura”. Para analisar a eficiência de escala, é necessário estimar a eficiência das DMUs, utilizando tanto o modelo CCR como o BCC. A ineficiência de escala é evidenciada quando existem diferenças no score entre esses 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 scores de eficiência técnica com retornos constantes e variáveis da seguinte maneira:

$$\theta_S = \frac{\theta_{CCR}(X_k, Y_k)}{\theta_{BCC}(X_k, Y_k)} \quad (16)$$

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; e 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 programação linear. Neste caso, a formulação consiste em substituir a restrição $N_1\lambda=1$, em (6), pela restrição $N_1\lambda\leq 1$, obtendo o seguinte modelo para o caso dos retornos não crescentes:

⁶Porque permite menor discriminação das diferenças entre as DMUs.

$$\begin{aligned}
& \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\
& \text{sujeito a:} \\
& \quad - y_i + Y\lambda \geq 0, \\
& \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
& \quad N_1' \lambda \leq 1, \\
& \quad \lambda \geq 0.
\end{aligned} \tag{17}$$

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 em:

$$\begin{aligned}
& \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\
& \text{sujeito a:} \\
& \quad - y_i + Y\lambda \geq 0, \\
& \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
& \quad N_1' \lambda \leq 1, \\
& \quad \lambda \geq 0.
\end{aligned} \tag{18}$$

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 pela 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*) sobre a qual a unidade tem maior influência (ANJOS, 2005).

Gomes e Baptista (2004) mostram que é possível calcular a eficiência econômica da DMU, também conhecida como eficiência de custo, com informações dos preços dos insumos. Segundo estes autores, a ideia consiste em alcançar quantidades ótimas de insumos que tornem mínimos os custos de produção. Assim, a minimização dos custos para a i -ésima DMU, pressupondo-se retornos constantes à escala, é:

$$\begin{aligned}
& \text{MIN}_{\lambda, x_i^E} w_i x_i^E, \\
& \text{sujeito a:} \\
& \quad - y_i + Y\lambda \geq 0,
\end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned}x_i^E - X\lambda &\geq 0, \\ \lambda &\geq 0,\end{aligned}$$

em que w_i é o vetor de preço dos insumos para a i -ésima DMU e x_i^E é o vetor de insumos que minimiza os custos.

O custo mínimo de produção é obtido pela composição ideal de insumos para a DMU e os preços dos insumos, de acordo com Gomes e Baptista (2004). De acordo com os autores, a medida de eficiência econômica (EE) para a i -ésima DMU é dada pela seguinte expressão:

$$EE = \frac{w_i x_i^E}{w_i x_i} \quad (20)$$

Após obter a eficiência econômica (EE) e a eficiência técnica (ET), calcula-se a eficiência alocativa (EA) pela razão entre as duas eficiências supracitadas (GOMES; BAPTISTA, 2004):

$$EA = \frac{EE}{ET} \quad (21)$$

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, investigando os determinantes de tal eficiência técnica. Desta forma, tem sido habitual utilizar um processo em duas fases. Para os autores, 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, são truncados neste valor. Assim, o modelo *Tobit* é sugerido no segundo estágio como uma adequação do modelo estatístico multivariado, para considerar as características da distribuição de medida de eficiência. Simar e Wilson (2007) sugerem a utilização deste segundo estágio, assim, nesta etapa, é utilizado procedimento proposto pelos autores, que lida com os problemas de estimativa e inferência, decorrentes do uso de amostras pequenas.

3.2 Tobit

Para investigar as variáveis que determinam a eficiência (ineficiência) 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, em que os erros esperados são diferentes de zero.

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

$$\begin{aligned} y_i^* &= \beta'x_i + \varepsilon_i & (22) \\ y_i &= y_i^* \text{ se } y_i^* > 0, \\ y_i &= 0 \text{ caso contrário} \end{aligned}$$

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

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 para a variância. Diante disto, o modelo *Tobit* é estimado da seguinte forma:

$$\ln L = \sum_{y_i > 0} -\frac{1}{2} \left[\ln(2\pi) + \ln \sigma^2 + \frac{(y_i - x_i' \beta)^2}{\sigma^2} \right] + \sum_{y_i = 0} \ln \left[1 - \Phi \left(\frac{x_i' \beta}{\sigma} \right) \right] \quad (24)$$

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

$$\ln L = \sum_{y_i > 0} -\frac{1}{2} \left[\ln(2\pi) - \ln \theta^2 + (\theta y_i - x_i' \gamma)^2 \right] + \sum_{y_i = 0} \ln \left[1 - \Phi(x_i' \gamma) \right] \quad (25)$$

Assim, os resultados obtidos são muito semelhantes aos resultados encontrados na regressão truncada. Como a interpretação dos coeficientes de regressão não permite diretamente saber qual o impacto marginal das variáveis explicativas sobre a variável dependente, é necessário calcular o efeito marginal, como expõe Greene (2012):

$$EM_{X_j} = \frac{\partial E(y_i)}{\partial X_j} = \beta_j \Phi\left(\frac{\bar{x}\beta}{\sigma}\right) j = 1, 2, \dots, K \quad (26)$$

em que K é o número de variáveis explicativas e \bar{x} é o vetor das médias. Segundo Santos *et al.* (2009), o efeito marginal fornece, de forma geral, o impacto de cada variável na probabilidade de a DMU ser eficiente.

Simar e Wilson (2007) advertem que abordagem em dois estágios apresenta alguns problemas na estimativa e inferência. Portanto, para a correção, os autores propõem a utilização da regressão truncada e do procedimento de *bootstrap*.

3.3 Dados, definição das variáveis e amostra

Mello *et al.* (2005) e Benevides *et al.* (2013) advertem que as DMUs utilizadas devem ter a mesma utilização de *output* e *input*, variando apenas em intensidade. Portanto, devem ser homogêneas, isto é, realizar as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos, distinguindo-se apenas em relação à intensidade ou magnitude.

Dito isso, 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.

A escolha das variáveis de *output* e *input* foi feita a partir de uma ampla lista de possíveis variáveis ligadas ao modelo. Esta listagem permite maior conhecimento sobre as unidades a serem avaliadas, explicando melhor suas diferenças, já que, segundo Salgado Júnior *et al.* (2009), um número demasiado de variáveis reflete maior esclarecimento das diferenças entre as DMUs, fazendo com que haja um grande número de DMUs na fronteira, diminuindo a capacidade do modelo de discriminação entre as DMUs consideradas. Isto posto, as variáveis que serão usadas são baseadas em Santos *et al.* (2009), Sampaio *et al.* (2012) e Barros *et al.* (2012).

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 quilos, isto é, o montante de manga produzida na propriedade. As variáveis explicativas, por sua vez, foram a área produzida (A), a mão de obra (L), o capital (K) e os 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 plantada⁷ da propriedade, em hectares. Quanto à mão de obra⁸(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), foram considerados o inventário dos equipamentos depreciados e as benfeitorias utilizadas 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 de associação, 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, pelo fato de essas variedades serem as de maior representatividade na produção e exportação da Região, que constituíam até 11 hectares, representando, assim, o pequeno produtor agrícola situados no projeto Nilo Coelho (ARAÚJO, 2004). A escolha das entrevistas com agricultores de pequeno porte deveu-se à sua forte participação 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 pode compendiar conclusões sobre os determinantes do nível de eficiência entre seus produtores.

⁸ 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.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 4.

Tabela 4 – 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.

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, 9,59% são analfabetos; 46,57% tinham até o ensino fundamental; 24,65% estudaram até o ensino médio; 5,48% tinham 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%, outro situação.

A estatística descritiva dos dados socioeconômicos dos produtores de manga, por médias, pode ser observada na Tabela 5. A idade média destes produtores foi de 50,1 anos, e a média de filho por proprietário, de 2,7.

Tabela 5 – 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 utilizados posteriormente no modelo DEABCC pode ser observada na Tabela 6.

Tabela 6 – Estatística descritiva dos dados do DEA

Variáveis	Média	Erro padrão	Intervalo de confiança de 5%	
<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 “Valor Bruto da 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 apresentaram valor médio de R\$14.319,55; o capital, uma média de R\$53.911,79; e, por fim, a variável mão de obra apresentou um valor médio de R\$10.234,28.

Quanto às estatísticas descritivas dos dados do modelo *Tobit*, os produtores possuem em média 183,7 plantas por hectare. Quanto à localização nos 13 núcleos pertencentes ao Distrito, a maioria se encontra localizado no núcleo 5 (17,81%), no núcleo 4 (13,7%), no núcleo 9 (12,33%), nos núcleos 6 e 10 (10,96%) e nos outros 5 núcleos (34,24%). Com relação ao comércio exterior, 91,78% não comercializa com o mercado externo, o que pode estar relacionado ao fato de boa parte dos produtores vender suas frutas a intermediários.

Dos produtores da amostra, 80,82% deles não fazem nenhuma interação com instituição de pesquisa, 86,30% não participam de associação de produtores e 79,45%

não participam ou nunca participaram de nenhum treinamento, ou seja, tais fatores podem acabar influenciando negativamente a produção. No que tange à existência de algum tipo de dívida por parte do produtor, 46,57% deles têm algum tipo de dívida, enquanto 53,42% não têm.

Além das informações expostas, os dados da pesquisa mostraram outras informações importantes referentes aos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho. Foi observado que 82,19% dos produtores terceirizam a poda em suas terras. Quanto à colheita, 95,89% não terceirizam sua colheita, uma vez que a colheita em grande parte dos casos é de responsabilidade do comprador da fruta. No tocante ao sistema de irrigação, 97,26% deles trabalham o sistema de microaspersão na Região.

No tocante ao tipo de mão de obra utilizado nas propriedades, 73,97% não utilizam mão de obra especializada, fator que pode influenciar na eficiência dos produtores, uma vez que se acredita que a utilização deste tipo de mão de obra possa trazer benefícios à produção. A comercialização é feita majoritariamente (89,04%) por intermediários.

Os dados apontam ainda que 65,75% dos produtores têm renda advinda da agricultura, ou seja, a maioria dos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho tem a produção agrícola como única fonte de renda.

4.2 Níveis de eficiência estimados pelo método DEA

Para a obtenção dos níveis, escores, de eficiência técnica e de escala dos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, foi considerada 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.

A Tabela 7 mostra os níveis de eficiência e as estatísticas descritivas referentes aos produtores da amostra.

Tabela 7 – 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 7, 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, o que corresponde a 6,9% da amostra. Portanto, houve crescimento na média dos produtores eficientes quando se deixou de analisar retornos constantes e foram considerados 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 7, que mostra 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. Sob esta ótica, 47 produtores foram eficientes, e a média de ineficiência de escala foi 0,941, ou seja, 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 8.

Tabela 8 – 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, 59 têm uma escala de produção com retornos crescentes, o que significa que 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 têm retornos constantes, apenas 12 produtores do total da amostra apresentaram tal retorno, ou seja, apenas 16,5% tinham uma escala eficiente. Por fim, tiveram retornos decrescentes dois produtores, o que correspondeu a 2,7% do total, evidenciando que o nível de eficiência seria maior se tivessem escala menor de produção.

A Tabela 9 mostra uma comparação entre os cinco produtores mais eficientes e os cinco menos eficientes, estimados pelo modelo BCC, com orientação *output*, isto é, em que a eficiência do produtor é 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, estão, com destaque em negrito, os atuais valores da quantidade produzida em quilos por hectare, 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 eles se tornassem eficientes, tendo como base os *benckmarks*.

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 elas, retornos constantes de escala. No tocante ao primeiro produtor mais eficiente, ele 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 a unidade. 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, ele se mostrou eficiente, e alguns dos fatores para este resultado podem ter sido a grande área produzida e a grande quantidade produzida.

Entre os cinco produtores menos eficientes, para aumentar a quantidade produzida pela utilização dos insumos de forma ótima, seriam necessárias algumas alterações nos seus gastos. 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 81º colocado pudesse expandir sua quantidade produzida, ele 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, tinha rendimentos crescentes de escala, portanto, havendo um aumento dos *inputs*, levaria a um crescimento mais que proporcional na produção.

Ainda entre os cinco produtores menos eficientes, o produtor de posição 82º apresentou também retornos crescentes de escala. Este produtor para se tornar eficiente, utilizando como referência os produtores 33 e 74, deveria diminuir R\$744,20 e R\$ 3.124,81 com gastos com mão de obra e capital, respectivamente. Já o produtor 83º, 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 9 – 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	74	-	0,80	180.000	6.5	10.762,50	16.100,00	4.500,00	Constante
2°	1	42	-	0,80	260.000	6	26.726,25	38.492,00	92.230,00	Constante
3°	1	3	-	0,90	90.000	2	6.303,50	25.440,00	242.000,00	Constante
4°	1	29	-	0,37	250.000	9.8	28.416,00	19.693,00	51.500,00	Constante
5°	1	33	-	1,30	95.000	2	10.558,25	16.940,00	7.800,00	Constante
80°	0,1955	44	33; 74	1,20	15.000 (338,57)	2.3	10.885,00 (855,83)	10.162,00	69.000,00 (12.712,30)	Crescente
81°	0,1655	6	42; 74	0,40	30.000	7 (0,08)	11.025,00	19.910,00 (569,47)	57.000,00 (8.447,83)	Crescente
82°	0,1443	37	33; 74	1,20	10.000 (178,99)	2.5	9.537,50 (744,20)	6.590,00	23.600,00 (3.124,81)	Crescente
83°	0,1403	60	3; 42; 74	1,30	23.000	5	11.910,00	22.150,00	119.500,00 (4.789,56)	Crescente
84°	0,1102	36	29; 74	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

No prosseguimento da análise, recorre-se no segundo estágio à estimativa do modelo *Tobit*, com utilização das correções propostas por Simar e Wilson (2007), a fim de testar estatisticamente as relações de causalidade e os efeitos de algumas variáveis que podem influenciar a eficiência dos produtores de manga da Região, conforme descrito na Tabela 10.

Tabela 10 – Resultados do modelo Tobit

Variáveis	Coefficiente	Std. Err	t
<i>Planta por ha</i>	0.0004293***	0.0002	1.944
<i>Escolaridade</i>	0.02937788**	0.0135	2.171
<i>Núcleo</i>	0.02168858*	0.0053	4.122
<i>Comercio Exterior</i>	0.30561019 ^{ns}	0.2159	1.415
<i>Dívida</i>	-0.0858726*	0.0295	-2.908
<i>Inst. de Pesquisa</i>	0.11591398*	0.0295	2.766
<i>Associação</i>	-0.11511722**	0.0501	-2.297
<i>Treinamento</i>	0.06666276 ^{ns}	0.0444	1.502
<i>Outra atividade</i>	-0.02344159 ^{ns}	0.0285	-0.822
<i>Constante</i>	0.59362544*	0.0696	8.533

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

Três 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 variável *planta por hectare* mostrou-se significativa a 10% e com o sinal esperado. Sendo assim, a quantidade de plantas por hectare influencia positivamente a eficiência dos produtores. Este resultado mostra que o espaçamento utilizado na propriedade é um fator relevante na eficiência, visto que ela poderia ser diminuída caso estivesse produzindo com um maior espaçamento.

A *escolaridade* mostrou-se significativa ao nível de 5% 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 1. Assim, um possível motivo para este resultado é que a localização do produtor em um núcleo mais bem gerido e localizado afeta positivamente sua eficiência.

Com respeito à 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

um não pagamento do financiamento, que pode acabar influenciando na eficiência. Outro possível motivo pode estar relacionado à existência de dívidas dos produtores com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codefasf), 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 considerável efeito positivo sobre a eficiência. Assim, é imprescindível a existência na Região de instituições dispostas a dar suporte a esses produtores.

Por sua vez, a *associação* foi estatisticamente significativa, mas está influenciando negativamente a eficiência dos produtores de manga. Tal resultado pode estar relacionado ao baixo número de produtores que atualmente participam de associações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como propósito fazer 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 das variáveis que afetam a eficiência. Para tanto, foram aplicados 84 questionários aos produtores do perímetro irrigado Nilo Coelho.

Os principais resultados do DEA BCC, com orientação *output*, mostraram que esses produtores têm 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 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: quantidade de plantas no hectare, escolaridade, núcleo e interação com instituição de pesquisa. Já as variáveis que influenciam negativamente foram: existência de dívidas por parte do produtor e participação em associação.

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 à ampliação da oferta, por parte do governo, de cursos técnicos, profissionalizante, entre outros, medidas com potenciais efeitos positivos 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.
- ARÉVALO, Jorge Luis Sánchez. **Determinantes da oferta de exportação da manga: estudo de caso para o Brasil e o Peru**. Dissertação (Mestrado) Desenvolvimento Regional, Universidade Federal de Tocantins. Palmas, 2012. 110 p.
- 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.
- BELLO, Teresinha da Silva. Algumas reflexões sobre a valorização cambial. **Indicadores Econômicos FEE**. Porto Alegre, v. 33, n. 3. 2005. p. 33-38.

BRASIL/MDIC/ALICEWEB - Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via *Internet*. Disponível em: <<http://aliceweb.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.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA ESALQ/USP. Disponível em: < <http://cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

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.

CINTRA, Renata Ferreira; BOTEON, Margarete. **Avaliação do desempenho regional dos principais pólos produtores de manga no Brasil**. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. Passo Fundo - RS, 2002. **Anais...** Passo Fundo: SOBER, 2002.

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.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: A comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software**. 2ª ed. New York: Springer, 2007. 490 p.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. **Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations**. In: Journal of Econometrics, v. 46, Seiford, L.M. and Thrall, R.M., Recent developments in DEA: The mathematical programming approach to frontier analysis, 1990. p 7-38.

COSTA, E. M.; RAMOS, F. de S.; SOUZA, H. R. de. **Mensuração de Eficiência Produtiva das Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes)**. Finanças Públicas – XV Prêmio Tesouro Nacional 2010. 2010. 71 p.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. de S.; SCHMITZ, 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.

GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B. S. de; MANGABEIRA, J. A. de C.. Fronteira DEA difusa na avaliação de eficiência em agricultura. **Revista Investigação Operacional**. v. 26, n.1, 2006. p. 65-88.

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*. 7^a 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.

LAMBERT, Vinícius do Nascimento. **Produtividade e eficiência de sistemas de ciclo completo na produção de bovinos de corte**. Tese (Doutorado) Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre , 2010. 124 p.

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. (Séries Documentos, 222). 54p.

MATTHIESEN, M. L.; BOTEON, M.. **Análise dos principais polos produtores de banana no Brasil**. 2003. Disponível em: < <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/banana.pdf> > Acesso em: 15 de março de 2014.

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.

OLIVEIRA, A. M. B. de; SANTOS, J. F. dos. Números-índices para não-*commodities* agrícolas negociadas no Vale do São Francisco: proposições, análises e reflexões. In: 50º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Vitória - ES, 2012. **Anais...** Vitória: SOBER, 2012.

OREIRO, José Luiz; PASSOS, Marcelo. A governança da política monetária brasileira: análise e proposta de mudança. **Indicadores Econômicos FEE**. Porto Alegre, v. 33, n. 1. 2005. p. 157-168.

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.

PORTAL BRASIL. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/setores-da-economia/agronegocio>>. Acesso em: 08 de maio de 2013.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. Disponível em:
<<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=88322>>. Acesso em: 08 de maio de 2013.

SALGADO JÚNIOR, A. P.; BONACIM, C. A. G.; PACAGNELLA JÚNIOR, A. C.. Aplicação da análise envoltória de dados (DEA) para avaliação de eficiência de usinas de açúcar e álcool da região Nordeste do Estado de São Paulo. **Revista Organizações Rurais & Agroindustriais**. 2009, Lavras, v.11, n.3, p. 494- 513.

SAMPAIO, Yony; SAMPAIO, Luciano; BARROS, Emanuel de Souza. Ajustes ambientais nos modelos DEA e a agricultura irrigada. **Revista de Economia Aplicada**. 2012, vol.16, n.3, pp. 381-397.

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, J. de S.; LIMA, J. R. F. de; SANTOS, R. K. B.; SANTOS, A. S. dos; ANDRADE, C. A. de S.. **Análise do comportamento dos preços de manga exportada do Brasil: análise no domínio do tempo**. In: VI Congresso da SOBER Nordeste .Petrolina - PE, 2011. **Anais...** Petrolina: SOBER, 2011.

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, Léopold; WILSON, Paul. W. 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.

SOUZA, M. O. de; SOUZA, G. da S. ; STAUB, R. B.. Influência de variáveis contextuais em medidas não-paramétricas de eficiência: uma aplicação com métodos de reamostragem. **Pesquisa Operacional**. 2009, vol.29, n.2, pp. 289-302.

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.

TUPY, O., YAMAGUCHI, L.C.T. Identificando *benchmarks* na produção de leite. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 40, n.1, 2002. p 81-96.

VALEEXPORT. VALEEXPORT 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 -VALEEXPORT**, 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.

APÊNDICE

Apêndice A

Algoritmo Stata utilizado para as estimativas no ano de 2014

```

*****
* Uso dos dados de produtores de Manga - DISSERTAÇÃO
* Versão final
* Data: 10/04/2014
*****

clear
cd "C:\Users\Juliana Sales\Dropbox\Dissertação\Modelo"
*cd "C:\tempecon\dados_manga\NC"

cap log close
log using manga_NC, replace
set more off

import excel dados_manga.xlsx, firstrow clear
drop DMU
gen dmu=_n

destring nucleo cust_poda cust_colhe cust_equi_terc cust_alug quant_perda ///
cust_comer form_comer_ext temp_vsf outr_cult ativ_eco ///
recei_outr_cult val_equi credi_banc final_cred, replace
save dados_manga, replace

use dados_manga, clear
gen growers=650
gen peso=650/85

svyset [pw=peso], fpc(growers)
gen pfm=prod/area_colhi
svy: mean pfm

*CRIANDO VARIÁVEL VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO
gen o_vbp = receita

*CRIANDO VARIÁVEL QUANTIDADE PRODUZIDA
gen o_prod = prod

*CRIANDO VARIÁ • VEL Á • REA
gen i_area=area_colhi

*CRIANDO A VARIÁVEL INSUMOS

foreach var of varlist cust_equi_terc cust_maq cust_adub cust_inset cust_indutor cust_irri{
    replace `var'=0 if `var'==.
}

```

```

gen i_insumo=cust_equi_terc+cust_maq+cust_adub+cust_inset+cust_indutor+cust_irri

*CRIANDO VARIÁVEL CAPITAL DO MODELO
replace val_equi=0 if val_equi==.
gen i_capital = val_equi+val_benfei

*CRIANDO VARIÁ • VEL VALOR DA MDO
foreach var of varlist cust_poda cust_colhe cust_comer cust_m_obra trab_h_prop{
    replace `var'=0 if `var'==.
}

gen cust_fami=trab_h_prop*4.375
gen i_mao_obra=cust_poda+cust_colhe+cust_comer+cust_m_obra+cust_fami

keep if o_vbp>=7056 & o_vbp<=208000
keep if i_insumo>=3458 & i_insumo<=59680
keep if i_capital>=4000 & i_capital<=242000
keep if i_mao_obra>=1693.75 & i_mao_obra<=42600

* CRIANDO VARIÁVEIS DE PRODUTIVIDADE
gen prod_mo=receita/i_mao_obra
gen prod_terra=prod/area_plant

* CRIANDO VARIÁVEL CATEGÓRICA ESCOLARIDADE

gen escol_=0 if escol==1
replace escol_=1 if escol>=2 & escol<=5
replace escol_=2 if escol>=6 & escol<=7
replace escol_=3 if escol>=8 & escol<=9
replace escol_=4 if escol>=10 & escol<=11
tab escol_

* escol_=0 é o indivíduo analfabeto
* escol_=1 é o indivíduo com ensino fundamental
* escol_=2 é o indivíduo com ensino médio
* escol_=3 é o indivíduo com ensino técnico
* escol_=4 é o indivíduo com ensino superior

save dados_manga, replace

* ESTATISTICA DESCRITIVA
use dados_manga, clear
svyset [pw=peso], fpc(growers)
foreach var of varlist poda_ter colhe_ter sist_irri uti_m_esp form_comer comer_ext sexo escol_
est_civil perten_vsf rend_excl_agri int_inst part_assoc part_trein certif exist_divi{
    svy: prop `var'
}

foreach var of varlist id_planta area_plant planta_hec prod preo quant i_insumo i_capital
i_mao_obra{
    svy: mean `var'
    sum `var'
}

```

```

}

foreach var of varlist i_insumo i_capital i_mao_obra{
    gen `var'area=`var'/area_plant
    svy: mean `var'area
    sum `var'area
}

*RODA O DEA
preserve
keep dm_u o_prod i_area i_insumo i_capital i_mao_obra
sum dm_u
dea i_area i_mao_obra i_insumo i_capital = o_prod, rts(vrs) ort(out) stage(2) saving(dissert1)
restore

* 5 DMUS Eficientes
list dm_u o_prod preo quant prod_terra i_area i_insumo i_capital i_mao_obra if dm_u==74 |
dm_u==42 | dm_u==3 | dm_u==29 | dm_u==33

* 5 DMUS Ineficientes
list dm_u o_prod preo quant prod_terra i_area i_insumo i_capital i_mao_obra if dm_u==44 | dm_u==6
| dm_u==37 | dm_u==60 | dm_u==36

sort dm_u, stable
merge m:m dm_u using dissert1
keep if _merge==3
drop _merge

save dados_manga_escores, replace

use dados_manga_escores, clear

*GERAÇÃO DA VARIÁVEL INEFICIENCIA
gen inef=(1/VRS_TE)-1

*ESTIMAÇÃO DO MODELO TOBIT
tobit VRS_TE planta_hec escol_nucleo comer_ext exist_divi int_inst part_assoc part_trein
outr_ativ_eco, ul(1)
scalar num_coefs=e(rank)-1
di num_coefs

* Extraindo informações do Modelo estimado

predict inef_hat /*gera os valores estimados */
gen resid= inef-inef_hat /*gera os resíduos */
sum resid
scalar sdpb1=r(sd) /*gera o erro padrão dos resíduos */

mat li e(b)
mat coef0 = e(b) /*Coeficientes*/
mat coef1=coef0[1,1..num_coefs]

```

```

mat sigma2_coefs=vecdiag(e(V)) /*vetor com as variancias dos coeficientes*/
matmap sigma2_coefs desvpad1, map(sqrt(@)) /*vetor com os erros dos coeficientes*/

* Cálculo do valor da truncagem
cap gen cons = 1
mkmat planta_hec escol_ nucleo comer_ext exist_divi int_inst part_assoc part_trein outr_ativ_eco
cons, matrix(var_ind1)
matrix Bzb1 = var_ind1*coef1'
svmat Bzb1, names(Bzb1)
gen medb=1-Bzb1

preserve
drop _all
gen coef_est1=.
gen coef_est2=.
gen coef_est3=.
gen coef_est4=.
gen coef_est5=.
gen coef_est6=.
gen coef_est7=.
gen coef_est8=.
gen coef_est9=.
gen coef_est10=.
save acum_coefs, replace /*o número de coefs criados depende da quantidade de var ind do
Tobit*/
restore

forvalues i=1/2000 {

* Geração do resíduo aleatório truncado
local a = 0
local b = medb[n]
local sigma = sdpb1
local mu = 0

gen u = runiform()
gen erb`i' = invnormal(normal(`a') + u * (normal(`b') - normal(`a')))* `sigma' + `mu'

drop u

* Geração do DEA corrigido
gen dea_ob2`i'=Bzb1+erb`i'

* Fazer novamente um Tobit com DEA corrigido
tobit dea_ob2`i' planta_hec escol_ nucleo comer_ext exist_divi int_inst part_assoc part_trein
outr_ativ_eco, ul(1)

* Coletar os resultados
mat li e(b)
mat coef0`i' = e(b) /*Coeficientes*/
mat coef1`i'=coef0`i'[1,1..num_coefs]

```

```

cap drop coef_est*
svmat coef1`i', names(coef_est)
preserve
keep coef_est*
keep if coef_est1 in 1
save coefs, replace
use acum_coefs, replace
append using coefs
save acum_coefs, replace
restore
}
use acum_coefs, clear
edit
sum, d
ci
export excel acum_coefs, firstrow(variables) replace

foreach var of varlist coef_est1-coef_est10{
    sum `var'
    global `var'=r(mean)
    global `var'_sd= r(sd)
}

use dados_manga_escores, clear
di $coef_est1
di $coef_est2
di $coef_est3
di $coef_est4
di $coef_est5
di $coef_est6
di $coef_est7
di $coef_est8
di $coef_est9
di $coef_est10

di $coef_est1_sd
di $coef_est2_sd
di $coef_est3_sd
di $coef_est4_sd
di $coef_est5_sd
di $coef_est6_sd
di $coef_est7_sd
di $coef_est8_sd
di $coef_est9_sd
di $coef_est10_sd

* Cálculo da estatística T
cap mat drop coef_mean1
cap mat drop coef_sd
mat coef_mean1=[$coef_est1, $coef_est2, $coef_est3, $coef_est4, $coef_est5, $coef_est6,
$coef_est7, $coef_est8, $coef_est9, $coef_est10]

```

```
mat coef_sd=[$coef_est1_sd, $coef_est2_sd, $coef_est3_sd, $coef_est4_sd, $coef_est5_sd,  
$coef_est6_sd, $coef_est7_sd, $coef_est8_sd, $coef_est9_sd, $coef_est10_sd]
```

```
di $coef_est1/$coef_est1_sd  
di $coef_est2/$coef_est2_sd  
di $coef_est3/$coef_est3_sd  
di $coef_est4/$coef_est4_sd  
di $coef_est5/$coef_est5_sd  
di $coef_est6/$coef_est6_sd  
di $coef_est7/$coef_est7_sd  
di $coef_est8/$coef_est8_sd  
di $coef_est9/$coef_est9_sd  
di $coef_est10/$coef_est10_sd
```

```
log close  
view manga_NC.smcl  
exit
```

Apêndice B

Questionário aplicado aos produtores de manga do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho

Eficiência Técnica e Econômica dos Produtores de Manga do Vale do São Francisco

Identificação:

- 1) Qual o nome do produtor?
- 2) Qual o nome da fazenda?
- 3) Idade do produtor (anos)
- 4) Tempo de trabalho no lote (anos)
- 5) Experiência do proprietário com fruticultura (anos)
- 6) Qual o sexo?
 1. Masculino;
 2. Feminino;

Custos de Produção de Manga:

- 7) Qual a variedade de manga produzida?
 1. Tommy Atkins;
 2. Palmer;
 3. Kent;
 4. Outros
- 8) Relação da idade do pomar, quantidade de plantas, total de hectares e produção.

Variedade	Idade	Área plantada (ha)	Plantas/hectares	Produção
Tommy Atkins				
Palmer				
Kent				

Outros				
--------	--	--	--	--

9) Receita total obtida com manga (renda mensal)

Variedade	Área Colhida (ha)	Preço (R\$)	Quantidade (Ton)	Receita (R\$)
Tommy Atkins				
Palmer				
Kent				
Outros				

10) A poda é terceirizada? 1. () Sim 2. () Não

Quanto custa?

11) A colheita é terceirizada? 1. () Sim 2. () Não

Quanto custa?

12) A pulverização, roçagem ou demais atividades é realizada com a utilização de equipamentos é terceirizada?

1. () Sim 2. () Não

Caso SIM, quanto custa?

13) Qual é o sistema de irrigação utilizado?

1. () Gotejamento;

3. () Irrigação por sulcos;

2. () Micro-asperção;

4. () Outros, _____.

14) Custos dos insumos utilizados por faixas de idade do pomar.

	Custo de Produção por Variedade				
Insumos					
M. O.	-	-	-	-	-
Permanente					
Temporária					

Impostos					
Adução	-	-	-	-	-
Calcário					
Químico					
Orgânico					
Outros					
Inseticidas		-	-	-	-
Fungicidas					
Formicidas					
Outros					
Ind. Reg.	-	-	-	-	-
PBZ					
Elanol					
Nitratos					
Indut. Cresc.					
Regulador					
Outros					
Máquinas	-	-	-	-	-
Trator					
Roçadeira					
Pulverizador					
Bombas					
Combustível					
Manutenção					
Outros					
Irrigação	-	-	-	-	-
Água					
Cust. Captaç.					
Energia					
Manutenção					
Outros					
Manutenção	-	-	-	-	-
Instalações					
Área					

3. () Divorciado;

4. () Outro, _____

31) Quantos filhos o senhor(a) tem?

1. () Nenhum;

3. () de 3 a 5;

5. () mais que 7;

2. () de 1 a 2;

4. () de 6 a 7;

32) Seus familiares estão envolvidos com a atividade?

1. () Sim;

2. () Não; Por que?

33) Seus pais são agricultores? São produtores de manga?

1. () São agricultores, mas não
produzem manga;

2. () Produtores de manga;

3. () Não são agricultores;

34) Desde quando o senhor trabalha com manga? E aqui no Vale?

35) A renda familiar depende exclusivamente da agricultura? Caso SIM, pular para a questão
41.

1. () sim;

2. () não;

36) O senhor tem outra atividade econômica além da agricultura? Se NÃO pular para a questão
41.

1. () sim;

2. () não;

37) Quais são as outras atividades econômicas?

1. () Professor escolar;

2. () Professor universitário;

3. () Agrônomo;

4. () Empresário;

5. () Comerciante;

6. () Corretor;

7. () Aposentado;

8. () Outros,

38) Planta outras culturas além da manga?

1. () Uva;

3. () Melancia;

5. () Tomate;

2. () Melão;

4. () Cebola;

6. () Coco;

7. () Goiaba;

9. () Abóbora;

11.() Outros

8. () Banana;

10.() Hortaliças;

40. Receita bruta total do seu lote (receita mensal) com outras culturas (se for o caso)

Cultura	Área Colhida (ha)	Preço (R\$)	Quantidade (kg)	Receita (R\$)
1. Uva				
2. Melão				
3. Melancia				
4. Cebola				
5. Tomate				
6. Coco				
7. Goiaba				
8. Banana				
9. Abóbora				
10. Hortaliças				
11. OUTROS _____				

41. Interação com instituição de pesquisas (EMBRAPA, CODEVASF, etc)

1. - () sim;

2 () não;

42. O senhor recebeu alguma assistência técnica?

1. () sim;

2. () não;

De qual órgão?

43. O senhor participa de alguma associação de produtores?

1. - () sim;

2. () não;

Qual?

44. O senhor ou algum funcionário participa de treinamento sobre a atividade agrícola?

1. () sim;

2. () não;

Se SIM, sobre qual tema? (produção, colheita, pós-colheita, etc.)

45. Tem certificação?

9	Reservatório (água)	M ²
10	Tanques de distribuição	M ²
11	Cisternas	M ²
12	Casa de Força e Luz	M ²
13	Transformador	Kw
14	Fios (Rede de eletricidade)	Metros
15	OUTROS (Especificar no questionário acima)	-----

51. Mão de Obra e Sazonalidade

Tipo de Emprego	Dias inteiros de trabalho por mês (homens/dia)																				Custo da Mão de Obra						
	Jan		Fev		Mar		Abr		Maio		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez		Diário	Semanal	Total (Mês)
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D			
Próprio																											
Permanente																											
Temporário																											

INSTRUÇÕES:

H: N° de homens

D: N° de dias trabalhados

Custo da Mão de Obra:

Se pagamento diário (custo da diária)

Se pagamento semana (custo da semana)

Se pagamento mensal (custo mensal)

Crédito e Endividamento

40. Já obteve crédito?

1. () Sim 2. () Não

Se Sim, através de qual(quais) órgão(órgãos)?

41. Existem dívidas? 1.() Sim 2.() Não

43.1 Bancos Públicos (BNB, BNDES, dentre outros):

- 1.() adimplente 2.() em processo de renegociação 3.() inadimplente

43.2 Distrito de Irrigação:

- 1.() adimplente 2.() em processo de renegociação 3.() inadimplente

43.3 Codevasf:

- 1.() adimplente 2.() em processo de renegociação 3.() inadimplente

43.4 Lojas comerciais (Comércio):

- 1.() adimplente 2.() em processo de renegociação 3.() inadimplente

42. As dívidas com os bancos são referentes a:

1.() Investimento (aquisição de equipamentos e máquinas)

2.() Custeio (capital de giro, etc)

3.() Investimento/Custeio (misto)

Venda por Contrato e Avaliação de Risco

43. Realiza venda por contrato?

1. Sim
2. Não

44. Experiência em venda por contrato

1. Não conheço o mercado de venda por contrato
2. Conheço o mercado de venda por contrato, mas não uso
3. Conheço e uso o mercado de venda por contrato

45. “Prefiro utilizar outro tipo de mecanismo de proteção de preço que não a venda por contrato”

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Indiferente
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

46. “Confio na minha intuição para avaliar o melhor momento para vender a minha produção”

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Indiferente
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

47. “O mercado de fruticultura não é arriscado”

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Indiferente
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

48. “O preço da manga deve ser acompanhado diariamente”

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Indiferente
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

49. “Minha propriedade tem uma gestão administrativa superior ao da média dos produtores da minha região”

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Indiferente
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente