

Eficiência Técnica da Fruticultura Irrigada no Ceará

RESUMO

Mensura os escores de eficiência técnica dos fruticultores cearenses e identifica os efeitos das variáveis socioeconômicas sobre os níveis de eficiência, permitindo captar os efeitos desses determinantes ao longo de pontos distintos da distribuição condicional da eficiência técnica. Para atender esses objetivos, empregaram-se os modelos de análise envoltória dos dados (DEA) e de regressão quantílica. Os dados foram provenientes de fontes primárias, colhidas em 2009 diretamente com os produtores de frutas localizados nas seis regiões cearenses de fruticultura irrigada. Os resultados obtidos, a partir do modelo DEA, indicam que os fruticultores podem reduzir, em média, os custos com insumos em 53% e 35%, respectivamente, nos modelos com retornos constantes e variáveis, sem comprometer a produção. Ademais, por meio do modelo de regressões quantílicas, pode-se inferir que os menores níveis de eficiência podem ser explicados pela prática em atividades cooperativas e pelo índice de inovação tecnológico, enquanto os maiores níveis de eficiência podem ser explicados pela assistência técnica e pela escolaridade. As variáveis *dummies* que captam os efeitos regionais também exerceram influência nos dois quantis analisados.

PALAVRAS-CHAVE

Eficiência técnica. Fruticultura irrigada. Regressão quantílica.

Eliane Pinheiro de Sousa

- Doutora em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).
- Pesquisadora da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap).
- Professora Adjunta do Departamento de Economia da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

Wellington Ribeiro Justo

- Doutor em Economia – PIMES pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).
- Professor Adjunto do Departamento de Economia da UFCA.

Antônio Carvalho Campos

- Ph.D. em Economia Agrícola.
- Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.
- Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da UFV.

1 – INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da fruticultura no Nordeste apoia-se em condições climáticas singulares, em que se combinam elevadas temperaturas e intensa luminosidade com a baixa umidade relativa do ar registrada no semiárido. Desta forma, a agricultura em bases irrigadas pode se desenvolver em melhores condições de sanidade das plantas, possibilitando várias colheitas anuais. Nessas situações, a área cultivada e o volume de produção de frutas no Nordeste têm se expandido de forma significativa, propiciando rendimentos e qualidade dos produtos superiores às demais regiões do país (LIMA; MIRANDA, 2006).

Dentro da região Nordeste, destaca-se o Ceará, que foi organizado espacialmente através dos agropolos e onde foram zoneadas as regiões com maiores potencialidades para a agricultura irrigada, com foco na exploração sustentável do setor produtivo (RABÊLO, 2006).

Dados da Agência de Desenvolvimento do Ceará (ADECE, 2012) indicam que, em 1999, a área irrigada total cearense era de 53,8 mil hectares. Em 2011, a projeção era de que a área irrigada seria de 86,8 mil hectares, registrando um crescimento de 61,3% em relação a 1999. Dentro do segmento irrigado, 33,4% dessa área eram destinados à fruticultura irrigada, em 1999, e havia a projeção de que 44,3% da área irrigada, em 2011, seriam ocupados com o setor frutícola. Em outros termos, de cerca de 18 mil hectares de frutas irrigadas cultivadas em 1999, a projeção era de que a área irrigada com frutas ultrapassaria os 38 mil hectares em 2011, correspondendo a um acréscimo de 114% no período.

Apesar desse expressivo crescimento no setor de fruticultura irrigada cearense, acredita-se que muitos dos produtores de frutas dispersos espacialmente nos diferentes agropolos (Baixo Acaraú, Baixo Jaguaribe, Cariri, Centro-Sul, Ibiapaba e Metropolitana) não estejam conseguindo acompanhar tal ritmo de transformação. Assim, é importante avaliar como se comportam os fruticultores quanto ao nível de eficiência, cujas inovações tecnológicas não têm ocorrido de forma homogênea entre eles.

De acordo com Gomes e Baptista (2004), questões relativas à eficiência têm sido constantemente investigadas por tomadores de decisões, sobretudo quando se trata de ambientes competitivos e dinâmicos. A identificação do verdadeiro potencial da expansão da produção e as alterações na eficiência, no progresso tecnológico e na produtividade, ao longo do tempo são condições necessárias para formulação de políticas econômicas coerentes com as necessidades dos setores analisados.

Feitas essas considerações, reveste-se de importância a realização de estudos que busquem avaliar a eficiência relativa de produtores de frutas, identificando as unidades produtoras que podem servir de referência àquelas menos eficientes, para que essas últimas conquistem ganhos de eficiência e desempenhem papel de destaque nas regiões. Ademais, é igualmente relevante identificar os determinantes do nível de eficiência desses produtores, visto que esse conhecimento pode propiciar condições para análises mais aprofundadas de políticas públicas destinadas à atenuação das disparidades regionais.

Estudos dessa natureza foram desenvolvidos por Sousa; Sampaio e Mariano (2007), Mariano e Pinheiro (2009) e Silva e Sampaio (2009); Araújo (2007) e Campana et al. (2010), sendo que os três primeiros buscaram mensurar os escores de eficiência e identificar as variáveis explicativas da eficiência técnica, considerando apenas a influência média desses determinantes sobre os níveis de eficiência. Além dessas questões, os dois últimos estudos também se preocuparam em verificar se as unidades produtivas mais eficientes são afetadas diferentemente daquelas de menor nível de eficiência pelos fatores analisados. Este artigo segue a linha desses dois últimos trabalhos supracitados, porém aplicado aos produtores das regiões de fruticultura irrigada cearense, sobre os quais não se encontrou na literatura econômica trabalho nessa área de estudo empregando essa abordagem.

Portanto, o objetivo geral deste estudo consiste em analisar a eficiência dos produtores das regiões cearenses de fruticultura irrigada. Especificamente, pretende-se mensurar os escores de eficiência técnica desses produtores, identificar os *benchmarks* a serem seguidos pelos fruticultores menos eficientes, no

sentido de orientá-los para uma melhor alocação de recursos, e identificar os determinantes da eficiência técnica para os produtores de frutas com diferentes níveis de eficiência.

Além desta parte introdutória, o artigo contém três seções. Na próxima seção, apresentam-se os procedimentos metodológicos a serem empregados neste estudo; em seguida, serão discutidos os resultados; e a última seção destina-se às conclusões.

2 – METODOLOGIA

2.1 – Métodos Analíticos e Variáveis Consideradas

2.1.1 – Análise Envoltória de Dados (DEA)

De acordo com Gomes e Baptista (2004), as fronteiras de produção podem ser estimadas por métodos paramétricos, por meio de procedimentos econométricos, e por métodos não paramétricos. A abordagem paramétrica requer que a função de produção seja especificada, constituindo uma dificuldade, que cresce quando os processos envolvem múltiplos insumos e produtos. Em contrapartida, a abordagem não paramétrica não se baseia em uma função especificada *a priori* e envolve programação matemática em sua estimação para analisar a eficiência relativa das unidades de produção, como é o caso do método DEA. Este método fundamenta-se no trabalho proposto por Farrell (1957) e generalizado por Charnes; Cooper e Rhodes (1978), em que se incluiu múltiplos produtos e insumos.

As principais vantagens da utilização deste método consistem em permitir a obtenção das relações entre múltiplos produtos e insumos de forma menos complexa, identificar as ineficiências existentes em cada insumo e produto e indicar as unidades referenciais que servem como parâmetro de eficiência técnica para as unidades ineficientes (COOPER; SEIFOR; TONE, 2002).

O método DEA baseia-se numa amostra de insumos e produtos observados para diferentes empresas ou unidades tomadoras de decisão (DMUs – *Decision Making Units*), em que se busca construir uma

fronteira linear por partes e, utilizando-se de medidas radiais e de função de distância, analisar a eficiência das unidades de produção em relação à distância da fronteira construída com os *benchmarks* (os mais eficientes). Neste trabalho, a DMU corresponde ao produtor de frutas das regiões irrigadas cearenses.

Para medir a eficiência relativa de uma unidade produtiva, comparam-se seus níveis de insumos e produtos com os níveis encontrados nos *benchmarks*. Segundo Charnes et al. (1994), para que uma DMU seja eficiente, nenhum produto pode aumentar sua produção sem que ocorra acréscimo no uso de insumos ou redução da produção de outro produto, e, ou, nenhum insumo pode ser reduzido sem ter que reduzir a produção de outro produto.

Em sua versão inicial, o modelo DEA foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e ficou conhecido na literatura por modelo CCR em virtude das iniciais de seus nomes. Esse modelo pressupõe retornos constantes à escala e também é conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*).

Segundo Coelli; Rao; Battese, (1998), o modelo DEA com retornos constantes pode ser representado algebricamente pelo seguinte Problema de Programação Linear (PPL):

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \text{ sujeito a: } -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \text{ e } \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Em que θ é o escore de eficiência de uma dada DMU; y é o produto da DMU e x é o insumo. X é a matriz de insumos ($n \times k$) e Y é a matriz de produtos ($n \times m$); λ é o vetor de constantes que multiplica a matriz de insumos e produtos.

De acordo com Ferreira e Gomes (2009), o pressuposto de retornos constantes à escala possibilita que se represente tal tecnologia empregada através de uma isoquanta unitária. Sobre essa fronteira, o escore de eficiência é igual à unidade. Isso significa dizer que a DMU analisada é eficiente. Sob a orientação insumo, um escore menor que um indica que se pode manter a produção com uso de menos insumos e sob a orientação produto, um escore menor que um sinaliza que se pode aumentar a produção com o mesmo nível de consumo.

Em 1984, surgiu o modelo BCC, que teve essa denominação baseada nas iniciais de seus formuladores: Banker, Charnes e Cooper (1984). Esse modelo considera a possibilidade de ocorrência de retornos variáveis, que podem assumir rendimentos crescentes ou decrescentes à escala na fronteira eficiente e também é conhecido como VRS (*Variable Returns to scale*).

Neste caso, conforme Coelli; Rao; Battese, (1998), o modelo DEA com retornos variáveis pode ser algebricamente conforme o Problema de Programação Linear (PPL) que se segue:

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

em que N_1 é um vetor ($N \times 1$) de algarismos unitários.

Para uma DMU ser eficiente no modelo com retornos constantes, ela deverá necessariamente ser eficiente no modelo com retornos variáveis, porém a recíproca não é verdadeira (COELLI; RAO; BATTESE, 1998). Se os escores de eficiência técnica forem distintos nos dois modelos, significa que a DMU considerada contém ineficiência de escala. Segundo Ferreira e Gomes (2009), a eficiência técnica global das unidades produtivas pode ser decomposta em duas formas de eficiência: a pura eficiência técnica e a eficiência de escala, sendo que esta última corresponde ao quociente entre o escore obtido no modelo CCR e o encontrado no modelo BCC.

Neste estudo, serão determinados os escores de eficiência desses dois modelos, empregando a orientação insumo, que visa a reduzir os insumos sem modificar o nível dos produtos. A operacionalização de tais modelos será realizada por meio do software Efficiency Measurement System (EMS) versão 1.3 (SCHEEL, 2000).

Ademais, é relevante destacar que, segundo Gomes e Baptista (2004), a presença de apenas uma observação discrepante na amostra influencia todas as medidas de eficiência. Desta forma, necessita-se verificar se existem *outliers* nos dados coletados, para não comprometer os resultados estimados e torná-los mais robustos. Para tal, empregou-se o teste proposto por Sousa e Stosic (2005), que desenvolveram uma

técnica de identificação de *outliers* e erros de medidas baseados na associação do DEA com o método Jackstrap. Este método foi elaborado com base no teste Jacknife com o Bootstrap. O procedimento consiste em construir uma medida de alavancagem que mensura a influência de cada DMU sobre as demais, onde aquelas que apresentam maiores influências são descartadas da amostra por apresentarem características que afetam as estimações do DEA. A operacionalização dessas técnicas foi feita através do software Jackstrap.exe (SOUSA; STOSIC, 2005).

As variáveis a serem adotadas no modelo DEA compreendem os custos anuais com mão de obra, com insumos agrícolas (fertilizantes, defensivos agrícolas e adubo orgânico), outros custos empregados na fruticultura irrigada (combustíveis; manutenção de benfeitorias, máquinas e equipamentos; aluguel de serviços mecanizados, energia elétrica e água) e a receita total bruta obtida pelo produtor de frutas, sendo esta última relativa ao produto e as três primeiras correspondentes aos insumos. Essas variáveis estão expressas em valores reais anuais referentes a 2008.

2.1.2 – Regressão Quantílica

O método de regressão quantílica foi proposto inicialmente por Koenker e Bassett (1978). De acordo com esses autores, esse método apresenta vantagens em relação ao modelo dos mínimos quadrados ordinários (MQO) devido ao fato de possibilitar a caracterização da distribuição condicional de uma variável a partir de um conjunto de regressores. Permite, também, empregar todos os dados para estimar os coeficientes angulares dos quantis, eliminar a interferência dos *outliers*, já que não se considera apenas o efeito médio do impacto de um regressor na distribuição condicional de um regressando e obter estimadores mais eficientes resultantes da regressão quantílica do que os obtidos através de MQO, visto que os erros, em geral, não possuem distribuição normal. Dadas essas características, este método foi escolhido para averiguar se as variáveis explicativas influenciam diferentemente a eficiência dos fruticultores que apresentam níveis de eficiência distintos.

Conforme Koenker e Bassett (1978), o coeficiente de regressão quantílica θ pode ser definido a partir da solução de:

$$\min_{\beta} \frac{1}{n} \sum_{i: y_i > x_i' \beta} \theta |y_i - x_i' \beta| + \sum_{i: y_i \leq x_i' \beta} (1 - \theta) |y_i - x_i' \beta| = \min_{\beta} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_{\theta}(\mu_{\theta_i}) \quad (3)$$

em que: ρ_{θ} é a função *check* definida por:

$$\rho_{\theta}(u_{\theta_i}) = \begin{cases} \theta u_{\theta_i}, & u_{\theta_i} \geq 0 \\ (\theta - 1)u_{\theta_i}, & u_{\theta_i} < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Os coeficientes da regressão quantílica podem ser interpretados por meio da derivada parcial condicional do quantil com respeito a um regressor particular. Em outros termos, tais coeficientes podem ser interpretados como uma variação marginal no θ_{th} quantil condicional ocasionada por uma mudança no regressor (JUSTO, 2008).

Entretanto, antes de interpretar os coeficientes da regressão quantílica, será realizado o teste de Wald para verificar a hipótese de igualdade dos coeficientes entre as regressões (HAO; NAIMAN, 2007).

Tendo em vista que as variáveis explicativas não influenciam igualmente os diferentes níveis de eficiência técnica, foram estimadas regressões para os quantis: 0,10 e 0,90, em que o θ_{th} quantil condicional do nível de eficiência pode ser expresso por:

$$Q_{\theta}(y_i | X_i) = X_i' \beta_{\theta}, \quad (5)$$

em que y_i correspondem aos escores de eficiência técnica obtidos no modelo DEA (sendo $i = 1, 2, 3, \dots, n$, que representa cada produtor de frutas entrevistado, tanto para y_i como X_i e n é o tamanho da amostra) e X_i referem-se às variáveis capazes de explicar esses índices de eficiência.

A operacionalização do modelo, expresso em (5), será realizada por meio do software STATA 11.

Antes de definir as variáveis explicativas a serem consideradas no modelo de regressão quantílica, é relevante identificar se o regressor será constituído pelos escores de eficiência do modelo com retornos constantes à escala (CRS) ou com retornos variáveis à escala (VRS). Para isso, será empregada a estatística não-paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, (T_{K-S}) que,

conforme Banker e Natarajan, (2004), se baseia na distância máxima entre as distribuições acumuladas dos escores de eficiência resultantes dos modelos CRS e VRS, podendo ser expresso por:

$$T_{K-S} = \max[F(\theta_{CRS}) - F(\theta_{VRS})] \quad (6)$$

Quando o valor desta estatística T_{K-S} exceder seu valor crítico D, rejeita-se a hipótese nula de retornos constantes à escala. Isso significa dizer que se aceita a hipótese alternativa de retornos variáveis à escala.

Definida a variável dependente a ser adotada no modelo de regressão quantílica (os escores de eficiência técnica obtidos no modelo DEA, nesse caso), apresentam-se as variáveis explicativas que serão incorporadas na estimação desse modelo: X_1 , número de empregados na atividade frutícola; X_2 , prática de atividades cooperativas realizadas com outros agentes produtivos; X_3 , assistência técnica; X_4 , utilização de crédito agrícola; X_5 , índice de inovação tecnológica empregado pelos produtores de frutas; X_6 , índice de aprendizagem da atividade frutícola proveniente de fonte de informações; X_7 , nível de escolaridade; X_8 , Baixo Acaraú; X_9 , Baixo Jaguaribe; X_{10} , Cariri; X_{11} , Ibiapaba; e X_{12} , referente à região Metropolitana.

A escolha dessas variáveis foi baseada nos estudos desenvolvidos por Sousa; Sampaio; Mariano, (2007), Araújo (2007), Mariano e Pinheiro (2009) e Sousa e Campos (2010), sendo que este último, apesar de não aferir os determinantes dos escores de eficiência, inclui variáveis que podem influenciar o nível de eficiência técnica dos fruticultores, como é o caso das variáveis concernentes aos índices de inovação tecnológica e de aprendizagem. De acordo com esses autores, o índice que mede a atividade inovativa dos fruticultores pode ser expresso por:

$$X_5 = \frac{(\sum Rotineira * 1,0 + \sum Ocasional * 0,5 + \sum Não_desenvolve * 0)}{N} \quad (7)$$

em que: N corresponde ao número de eventos considerados (N maior que zero). Para determinação desse índice, os seguintes eventos foram considerados: (i) Aquisição de máquinas e equipamentos que geraram melhorias tecnológicas; (ii) Programa de treinamento

destinado à introdução de produtos e, ou, processos; e (iii) Novas formas de comercialização e distribuição de produtos novos no mercado. Portanto, conforme se observa pela expressão (7), este índice é ponderado pela frequência de inovações empregadas pelo produtor de fruta entrevistado, de modo que foi dado peso um para as inovações adotadas pelo produtor de forma rotineira; peso 0,5, para o produtor que desenvolveu inovações ocasionalmente; e peso zero, para o que não realizou inovações em 2008 (SOUSA e CAMPOS, 2010).

Por sua vez, conforme esses autores, o índice de aprendizagem capta a importância dada pelos fruticultores analisados a um dado conjunto de eventos, sendo determinado por:

$$X_6 = \frac{(\sum Alta_imp.*1,0 + \sum Média_imp.*0,6 + \sum Baixa_imp.*0,3 + \sum Irrelevante*0)}{N} \quad (8),$$

com N maior que zero.

Os eventos que compõem este índice referem-se às fontes de informações adotadas para o aprendizado da atividade frutícola, que são os seguintes: (i) Aprendizagem interna; (ii) Aprendizagem com outros agentes produtivos; (iii) Universidades e, ou, institutos de pesquisa; (iv) Conferências, seminários e cursos; (v) Participação em feiras; e (vi) Informações de rede baseadas na internet.

No tocante às demais variáveis, cooperativismo, assistência técnica e crédito correspondem às variáveis *dummies*, em que se assume valor um, se o produtor tiver acesso a essas atividades e zero, caso contrário. No caso da variável escolaridade, considerou-se como variável *dummy*, em que se atribui valor igual à unidade se o fruticultor tiver pelo menos o primário completo e zero, caso contrário.

Além dessas, o modelo contém *dummies* regionais para verificar se existe alguma diferença regional de eficiência técnica. A variável *dummy* regional que serve como referência para as demais regiões e, portanto omitida do estudo, foi a região Centro-Sul. Essa escolha baseou-se no critério do maior escore médio de eficiência técnica. Assim, todos os coeficientes estimados para as *dummies* regionais devem ser

analisados como diferenciais relativos aos estimados pela região Centro-Sul. Nesse contexto, as variáveis Baixo Acaraú, Baixo Jaguaribe, Cariri, Ibiapaba e Metropolitana apresentam valores iguais a unidade se o fruticultor pertencer à região em análise e zero, caso contrário.

2.2 – Área de Estudo, Fonte dos Dados e Amostragem

De acordo com dados do IBGE/Secretaria do Desenvolvimento Agrário/Instituto Agropolos, referentes a 2007, fornecidos pelo diretor de Agronegócios da Agência de Desenvolvimento Econômico do Ceará (ADECE), 82,3% do plantio irrigado cearense de frutas concentram-se nas regiões do Baixo Acaraú, Baixo Jaguaribe, Cariri, Centro-Sul, Ibiapaba e Região Metropolitana de Fortaleza. Dada a expressividade da produção de frutas nessas áreas irrigadas, elas foram escolhidas para este estudo.

A área de fruticultura irrigada do Baixo Acaraú foi representada pelo Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, do Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS), que abrange áreas dos municípios de Acaraú, Bela Cruz e Marco. Para representar a área de fruticultura irrigada do Baixo Jaguaribe, consideraram-se os Perímetros Irrigados Tabuleiros de Russas e Jaguaribe Apodi, do Dnocs, localizados nos municípios de Limoeiro do Norte, Russas e Morada Nova. No caso da área irrigada do Cariri, tomou-se como referência a produção de frutas proveniente do município de Mauriti e no Centro-Sul, considerou-se o município de Iguatu como representativo dessa região. No tocante à área de fruticultura irrigada da Ibiapaba, selecionaram-se os municípios de Ubajara e Tianguá para representar essa região, enquanto a fruticultura irrigada da Região Metropolitana foi baseada no município de Maranguape.

Os dados empregados neste estudo foram obtidos mediante pesquisa de campo realizada durante os meses de janeiro e fevereiro de 2009, diretamente com os produtores de frutas dessas áreas irrigadas cearenses. A amostra foi constituída por 150 fruticultores, com nível de confiança de 95% e margem de erro de 8%, sendo distribuída para cada região, conforme a área em hectares destinada ao plantio irrigado de frutas. Com base nas informações da

Adece, Baixo Acaraú, Baixo Jaguaribe, Cariri, Centro-Sul, Ibiapaba e Metropolitana contêm, respectivamente, 2.182; 13.145; 1.889; 926; 6.778 e 4.061 hectares de frutas irrigadas. Assim, entrevistaram-se 11 fruticultores do Baixo Acaraú, 68 do Baixo Jaguaribe, 10 do Cariri, 5 do Centro-Sul, 35 da região da Ibiapaba e 21 da região Metropolitana.

Seguindo a classificação do Banco do Nordeste quanto ao porte, esses fruticultores pesquisados foram considerados miniprodutores, os que recebiam renda agropecuária bruta anual média até R\$ 75.000,00 e essa renda representasse, no mínimo, 80% das suas receitas totais; pequenos, os que recebiam renda agropecuária bruta anual média compreendida entre R\$ 75.000,00 e R\$150.000,00 e essa renda representasse, no mínimo, 70% das suas receitas totais; médios, os que recebiam renda agropecuária bruta anual média entre R\$ 150.000,00 e R\$ 950.000,00 e essa renda representasse, no mínimo, 60% das suas receitas totais, médios; e grandes produtores os que recebiam renda agropecuária bruta anual média superior a R\$ 950.000,00.

Para não distorcer os resultados do modelo de eficiência técnica, foram excluídas da amostra seis observações concernentes aos grandes produtores, conforme indicação dos procedimentos de Jackstrap, que sinalizaram que dentre as 150 DMUs analisadas, essas seis foram as que mais exerceram influência dentro de um processo aleatório através de Bootstrap. Portanto, o espaço amostral analisado neste estudo foi constituído por 144 fruticultores.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 – Análise da Eficiência Técnica dos Fruticultores Cearenses

Antes de apresentar os resultados concernentes à eficiência técnica, é relevante mostrar as principais estatísticas descritivas das variáveis empregadas na estimação da fronteira de produção para cada uma das regiões cearenses consideradas no estudo.

Com base nos dados da Tabela 1, verifica-se que as regiões do Baixo Jaguaribe, Ibiapaba e Metropolitana foram as que registraram maiores discrepâncias quanto às variáveis de receita e custos, conforme indicados

pelos coeficientes de variação. Essa heterogeneidade pode ser resultante dos diferentes portes dos fruticultores, uma vez que a amostra de fruticultores entrevistados contemplou desde os miniprodutores aos grandes produtores pertencentes a essas áreas irrigadas. Portanto, notou-se diferenciação quanto ao uso de insumos, alocação do fator trabalho e adoção de tecnologias modernas, refletindo nessa variação de custos e receitas. Para minimizar essas variações, sugerem-se à formação de associação e parcerias entre os fruticultores, de modo a utilizarem em conjunto os equipamentos modernos, propiciando aumento na produtividade e evitando gastos excessivos com os fatores empregados na produção das frutas.

Dentre as áreas irrigadas analisadas, os menores custos mínimos e receita mínima foram provenientes da região do Baixo Jaguaribe. Por outro lado, a região da Ibiapaba registrou os maiores custos máximos e receita máxima, podendo ser atribuída à empresa *Nutrilite*, cujas produções de acerola e maracujá são destinadas ao mercado internacional.

Em seguida, apresenta-se, na Tabela 2, a distribuição amostral dos produtores de frutas em classes de eficiências técnica e de escala, sob orientação insumo. Como se pode observar, os dados contidos nesta tabela apontam que, dos 144 fruticultores analisados, 118, que correspondem a 81,94%, obtiveram medida de eficiência inferior a 0,6 sob a pressuposição de retornos constantes à escala, indicando que parcela majoritária dos produtores de frutas entrevistados apresentou baixo nível de eficiência técnica. Esse resultado foi corroborado no estudo desenvolvido por Mariano e Pinheiro (2009), que também encontraram poucos produtores eficientes no modelo CRS. Por outro lado, verifica-se também que apenas cinco produtores de frutas alcançaram a máxima eficiência, servindo como referência a ser seguida pelos demais fruticultores entrevistados. Em outros termos, utilizam os insumos no processo produtivo de forma totalmente racional, obtendo nível ótimo de eficiência.

Quando se adiciona uma restrição de convexidade, constata-se que 75 produtores, o que equivale a 52,08%, apresentaram escores de eficiência técnica menor do que 0,6; e 16 fruticultores mostraram-se

Tabela 1 – Estatísticas Descritivas das Variáveis Utilizadas na Mensuração dos Escores de Eficiência Técnica dos Fruticultores em Regiões Cearenses Irrigadas

Variáveis	Estatísticas	Baixo Acaraú	Baixo Jaguaribe	Cariri	Centro-Sul	Ibiapaba	Metropolitana
Custos com mão de obra	Mínimo	7.200,00	3.840,00	9.720,00	21.600,00	8.100,00	5.520,00
	Média	48.332,00	21.331,21	25.125,33	63.480,00	55.484,82	23.644,00
	Máximo	82.800,00	104.400,00	46.200,00	120.000,00	345.600,00	56.750,00
	Desvio-padrão	22.271,14	21.557,45	15.013,16	42.393,13	64.954,07	14.002,22
	CV* (%)	46,08	101,06	59,75	66,78	117,07	59,22
Custos com insumos agrícolas	Mínimo	6.800,00	1.800,00	5.945,00	26.089,26	6.000,00	3.700,00
	Média	26.912,00	19.542,73	15.283,56	39.839,10	41.244,12	19.206,19
	Máximo	43.760,00	96.000,00	30.594,00	69.986,69	235.200,00	75.136,00
	Desvio-padrão	12.425,02	19.158,22	7.917,05	20.324,22	47.552,19	20.629,28
	CV* (%)	46,17	98,03	51,80	51,01	115,29	107,41
Outros custos	Mínimo	3.600,00	1.080,00	2.760,00	9.440,00	10.560,00	1.440,00
	Média	16.441,00	12.638,26	6.162,22	18.185,00	33.066,35	16.712,44
	Máximo	47.680,00	64.800,00	13.860,00	25.380,00	177.600,00	76.654,16
	Desvio-padrão	13.987,22	15.192,60	3.328,59	6.615,32	33.036,60	22.531,21
	CV* (%)	85,07	120,21	54,02	36,38	99,91	134,82
Receita total bruta	Mínimo	18.000,00	12.000,00	21.600,00	80.000,00	39.960,00	16.950,00
	Média	158.375,00	82.754,08	108.577,78	286.743,12	221.298,53	76.130,67
	Máximo	479.200,00	744.300,00	316.800,00	574.560,00	900.000,00	286.080,00
	Desvio-padrão	126.434,93	131.603,32	93.331,49	217.652,35	192.147,38	74.404,68
	CV* (%)	79,83	159,03	85,96	75,90	86,83	97,73

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

totalmente eficientes, isto é, 11 fruticultores a mais do que no modelo CRS estão na fronteira de retornos variáveis, mas não estão na fronteira de retornos constantes. Isso significa que esses fruticultores não apresentaram problemas de uso excessivo de insumos, mas tiveram problemas quanto à escala incorreta de produção.

Os escores médios de eficiência técnica do modelo com retornos constantes à escala sinalizam que os fruticultores podem, em média, reduzir 53% da utilização de seus insumos, sem comprometer a produção de frutas. No modelo VRS, para que os produtores ineficientes passem a fazer parte da fronteira de retornos variáveis, deve-se diminuir em 35% o uso desses insumos. Com relação à eficiência média de escala, constata-se que tais produtores podem expandir suas escalas de produção em 25%. Esses resultados estão bem próximos aos encontrados por Silva; Carvalho; Campos (2005) para as agroindústrias de polpa de frutas no estado do Pará, em que as empresas ineficientes devem

reduzir, em média, 50% do uso de insumos no modelo CRS, 33,8% no modelo VRS e aumentar a escala de produção, em média, de 29,2%. Ademais, conforme se verifica pelos coeficientes de variação, há uma menor heterogeneidade dos fruticultores no que diz respeito à escala de produção do que ao uso incorreto de insumos.

As Tabelas 3 e 4 contêm a distribuição amostral dos produtores entrevistados para cada uma das seis regiões cearenses de fruticultura irrigada em classes de eficiência técnica, respectivamente, considerando os modelos com retornos constantes e com retornos variáveis.

No caso do modelo CRS, constata-se que nenhum dos fruticultores das regiões do Baixo Jaguaribe e Metropolitana atingiu a máxima eficiência, ou seja, obteve escore de eficiência igual à unidade (Tabela 3), e que parcela majoritária desses produtores se enquadra na faixa de eficiência técnica inferior a 0,4. Na região do Baixo Acaraú, metade dos produtores também está contida nessa classe (Tabela 3). Com

Tabela 2 – Frequências Absolutas e Relativas dos Fruticultores Cearenses Segundo Intervalos de Medidas de Eficiências Técnicas nos Modelos CRS e VRS e de escala.

Medidas de eficiência	Eficiência Técnica				Eficiência de Escala	
	CRS		VRS		fi	%
	fi	%	fi	%		
0,2 0,4	68	47,22	11	7,64	12	8,33
0,4 0,6	50	34,72	64	44,44	21	14,58
0,6 0,8	13	9,03	30	20,83	38	26,39
0,8 1,0	8	5,56	23	15,97	68	47,22
1,0	5	3,47	16	11,11	5	3,47
Total	144	100,00	144	100,00	144	100,00
Média	0,47		0,65		0,75	
Mínimo	0,25		0,31		0,32	
Máximo	1,00		1,00		1,00	
Desvio-padrão	0,19		0,21		0,20	
CV* (%)	40,43		32,31		26,67	

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

Nota: * CV(%) coeficiente de variação, expresso em porcentagem.

Tabela 3 – Distribuição Relativa dos Fruticultores em Regiões Cearenses Irrigadas Segundo Intervalos de Medidas de Eficiência Técnica com Retornos Constantes à Escala

Medidas de eficiência	Baixo Acaraú	Baixo Jaguaribe	Cariri	Centro-Sul	Ibiapaba	Metropolitana
0,2 0,4	50,00	60,60	33,33	0,00	11,77	76,19
0,4 0,6	20,00	31,82	0,00	50,00	58,82	23,81
0,6 0,8	0,00	7,58	44,45	0,00	11,77	0,00
0,8 1,0	10,00	0,00	11,11	25,00	14,70	0,00
1,0	20,00	0,00	11,11	25,00	2,94	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Média	0,54	0,40	0,61	0,68	0,57	0,38
Mínimo	0,27	0,26	0,29	0,41	0,25	0,34
Máximo	1,00	0,76	1,00	1,00	1,00	0,53
Desvio-padrão	0,31	0,13	0,24	0,28	0,20	0,04
CV (%)	57,41	32,50	39,34	41,18	35,09	10,53

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

Tabela 4 – Distribuição Relativa dos Fruticultores em Regiões Cearenses Irrigadas Segundo Intervalos de Medidas de Eficiência Técnica com Retornos Variáveis à Escala

Medidas de eficiência	Baixo Acaraú	Baixo Jaguaribe	Cariri	Centro-Sul	Ibiapaba	Metropolitana
0,2 0,4	30,00	7,58	0,00	0,00	5,88	9,52
0,4 0,6	30,00	39,39	22,22	50,00	52,94	57,14
0,6 0,8	10,00	22,73	33,33	0,00	17,65	23,81
0,8 1,0	10,00	21,21	33,33	25,00	11,76	4,76
1,0	20,00	9,09	11,11	25,00	11,76	4,76
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Média	0,62	0,66	0,76	0,71	0,64	0,57
Mínimo	0,31	0,33	0,42	0,51	0,39	0,37
Máximo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Desvio-padrão	0,29	0,21	0,19	0,25	0,19	0,17
CV (%)	46,77	31,82	25,00	35,21	29,69	29,82

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

base na pesquisa de campo, verificou-se que, apesar de os fruticultores estarem sediados nos perímetros públicos do Dnocs mais desenvolvidos do Estado (nas regiões do Baixo Jaguaribe e do Baixo Acaraú), eles não adotam técnicas modernas que propiciem maior eficiência técnica no uso dos insumos. Tal evidência se observa, também, na região Metropolitana, que embora tais fruticultores estejam próximos à capital cearense, não se utilizam dessa vantagem locacional para empregar os insumos de forma eficiente. Essas regiões foram as que apresentaram menores níveis médios de eficiência.

Em contrapartida, os produtores de frutas sediados nas demais regiões obtiveram melhores escores de eficiência técnica, como é o caso, por exemplo, da região Centro-Sul, em que metade dos produtores analisados apresentou nível de eficiência técnica a partir de 0,8 quando se admite retornos constantes à escala. Os produtores dessa região foram os que apresentaram maior eficiência média. Este resultado pode estar associado ao acompanhamento contínuo de técnicos, em que recomendam a prática de análises foliar e de solo, que servem para orientar no processo de adubação, indicando os teores de nutrientes existentes na planta e as quantidades que devem ser aplicadas, o que contribui para melhorar a eficiência no uso dos fertilizantes.

No tocante à dispersão dos escores de eficiência em torno da média, percebe-se, por meio do desvio-padrão, que a região que apresentou menor heterogeneidade com relação ao uso dos insumos foi a região Metropolitana, enquanto os produtores que fazem parte da área irrigada do Baixo Acaraú se mostraram-se mais heterogêneos.

Apesar das participações dos fruticultores terem se alterado diante da pressuposição de retornos variáveis à escala, percebe-se que as regiões com menores escores de eficiência técnica continuam sendo as regiões Metropolitana, Baixo Acaraú e Baixo Jaguaribe. Em termos médios, significa dizer que os fruticultores dessas regiões necessitam reduzir, respectivamente, 43%, 38% e 34% o uso desses insumos para estarem sob a fronteira de retornos variáveis. Considerando esse tipo de tecnologia de produção com retornos variáveis à escala, os produtores de frutas sediados

nas regiões do Centro-Sul e do Cariri se destacaram com os maiores níveis de eficiência técnica (Tabela 4).

Ademais, os dados evidenciam que a maior homogeneidade dos fruticultores, no que diz respeito à utilização dos insumos, foi verificada na região do Cariri, enquanto os produtores pertencentes à região do Baixo Acaraú se mantêm como os mais heterogêneos. Isso sinaliza que as técnicas adotadas no Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú não são igualmente acessíveis para todos os produtores de frutas que fazem parte desse perímetro.

Como se observa pela Tabela 5, todos os produtores de frutas eficientes que servem de referência para os fruticultores ineficientes apresentam médio porte. Os produtores mais utilizados como modelos de eficiência, admitindo-se o modelo com retornos constantes à escala, referem-se aos representados por MED15 – I e MED3 – CS, ou seja, um fruticultor pertencente à Ibiapaba e o outro ao Centro-Sul, em que funcionam como referência, respectivamente, para 127 e 66 fruticultores ineficientes dispersos espacialmente nas seis regiões cearenses de fruticultura irrigada. Por sua vez, um produtor proveniente do Cariri e dois do Baixo Acaraú, identificados por MED1 – C, MED4 – BA e MED3 – BA também servem como parâmetro, respectivamente, para 43, 34 e 30 fruticultores entrevistados. A identificação das unidades eficientes que atuam como referência para as ineficientes é relevante, pois, segundo Sampaio; Sampaio; Sampaio, (2006), o conhecimento dessas unidades referenciais contribui para aumentar a eficiência das unidades ineficientes, visto que essas podem seguir as práticas adotadas pelas eficientes.

As informações sobre os valores dos custos médios anuais excedentes, referentes ao uso de insumos e à escala de produção adotada pelos produtores de frutas, encontram-se na Tabela 6. Esses dados permitem identificar o nível de ineficiência gerado pelos insumos utilizados em cada região cearense de fruticultura irrigada analisada.

Os maiores gastos excessivos contemplam os insumos agrícolas, que compreendem fertilizantes, defensivos agrícolas e adubo orgânico, cujo valor

Tabela 5 – Número de Vezes que cada Fruticultor Eficiente Aparece como Referência para os Produtores de Frutas Ineficientes

Fruticultores eficientes	Número de vezes como referência
MED15 – I	127
MED3 – CS	66
MED1 – C	43
MED4 – BA	34
MED3 – BA	30

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

Nota: MED representa um produtor de frutas de porte médio, sendo I pertencente à região da Ibiapaba; CS, ao Centro-Sul; C, ao Cariri e BA, ao Baixo Acaraú.

Tabela 6 – Valores dos Custos Médios Anuais Excedentes dos Fruticultores em Regiões Cearenses Irrigadas

Regiões cearenses de fruticultura irrigada	Custos médios anuais excedentes		
	Mão de obra	Insumos agrícolas	Outros itens*
Baixo Acaraú	2.226,96	1.242,22	3.625,11
Baixo Jaguaribe	292,50	4.042,87	2.251,33
Cariri	4.348,96	1.936,97	0,00
Centro-Sul	2.397,00	6.783,27	0,00
Ibiapaba	7.896,40	8.682,49	2.297,80
Metropolitana	466,42	8.107,02	7.325,59
AMOSTRA TOTAL	2.559,55	5.481,04	2.894,45

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

Nota: *Compreendem combustíveis; manutenção de benfeitorias, máquinas e equipamentos; aluguel de serviços mecanizados, energia elétrica e água.

médio anual excedente atinge R\$ 5.481,04 para a amostra total pesquisada. Nas regiões da Ibiapaba e Metropolitana, os custos com este item ainda são mais expressivos, demonstrando a importância de orientação técnica quanto ao uso correto dos insumos agrícolas.

No tocante ao custo com mão de obra, verifica-se que os produtores da região da Ibiapaba apresentaram custos excessivos muito além do encontrado na amostra total. Em contrapartida, os fruticultores da região do Baixo Jaguaribe foram os que tiveram menores acréscimos nos custos com o fator trabalho. Esses dados indicam que os fatores produtivos não

estão sendo alocados de forma correta, uma vez que se constata a presença de custos excedentes. Portanto, tais resultados comprometem o nível de eficiência técnica.

Com relação às outras despesas, os dados indicam que os produtores das regiões do Cariri e do Centro-Sul fazem uso desses gastos de forma eficiente, visto que não incorreram em gastos excedentes. Entretanto, os produtores das regiões Metropolitanas e do Baixo Acaraú empregaram estes itens de modo ineficiente, visto que tiveram gastos adicionais superiores à média estadual, representada pela amostra total. Isso significa dizer que se poderia produzir a mesma quantidade de frutas com menores custos se os fruticultores conquistassem maior nível de eficiência. Assim, é relevante que os produtores que estejam utilizando os insumos de forma ineficiente e operando em escala inadequada de produção sigam o modelo de referência dos produtores eficientes com intuito de reduzir essas despesas adicionais e obterem maior nível de eficiência.

Após a mensuração dos escores de eficiência, é relevante identificar os seus determinantes. Para tal, a próxima seção apresenta os principais fatores explicativos da eficiência técnica dos produtores de frutas mais eficientes e menos eficientes.

3.2 – Fatores Explicativos da Eficiência Técnica dos Fruticultores Cearenses

Para identificar variáveis capazes de explicar os índices de eficiência encontrados, realizou-se uma estimação dos parâmetros por meio da regressão quantílica. Empregou-se o teste de Wald para testar a hipótese de igualdade dos coeficientes entre pares de coeficientes em cada quantil e constatou-se que a hipótese nula de igualdade dos coeficientes das duas regressões foi rejeitada pelo resultado do teste de Wald, isto é, $F(13,130) = 21,62$, sendo estatisticamente significativa a 1%.

Ademais, também se realizou o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov com o intuito de verificar se os escores de eficiência utilizados na variável dependente da regressão quantílica são constituídos pelo modelo com retornos constantes à escala ou com retornos variáveis à escala. Os

resultados deste teste mostraram que o valor encontrado da estatística T_{K-S} foi 0,4514, o que permitiu rejeitar a hipótese de retornos variáveis à escala. Portanto, a regressão quantílica foi estimada considerando os escores de eficiência técnica obtidos no modelo de retornos constantes à escala, cujos resultados da estimação se encontram na Tabela 7.

Conforme se verifica, existe diferenciação nos determinantes do nível de eficiência técnica entre os produtores de frutas menos eficientes, captados pelo quantil 0,10, e os mais eficientes, traduzidos pelo quantil 0,90. Para o grupo de fruticultores menos eficientes, as variáveis assistência técnica,

crédito, índice de aprendizagem e escolaridade, dentre as doze variáveis explicativas utilizadas, não desempenharam nenhum papel para explicar variações no nível de eficiência técnica, já que não se mostraram estatisticamente significantes.

As variáveis referentes ao emprego e à participação em cooperativas foram significativos a 5% e apresentaram sinais positivos (Tabela 7), sinalizando que o nível de eficiência dos fruticultores pertencentes a este grupo cresce com o aumento do número de empregados na atividade frutícola e, ou com a participação em atividades cooperativas. Em contrapartida, o índice de inovação tecnológica

Tabela 7 – Estimativa da Eficiência Técnica dos Fruticultores Cearenses Através do Modelo de Regressão Quantílica, 2009

Variáveis explicativas	Quantis	
	0,10	0,90
Constante	0,3860*** (0,0279)	0,6999*** (0,1500)
Número de empregados na atividade frutícola	0,0015** (0,0006)	0,0040* (0,0022)
Prática de atividades cooperativas (dummy)	0,0320** (0,0149)	0,0122 (0,0979)
Assistência técnica (dummy)	0,0129 (0,0096)	0,1221** (0,0559)
Crédito (dummy)	-0,0050 (0,0145)	0,0326 (0,0700)
Índice de inovação tecnológica	-0,0675** (0,0319)	0,0878 (0,2001)
Índice de aprendizagem da atividade frutícola	0,0163 (0,0539)	0,1356 (0,2423)
Escolaridade (dummy)	0,0073 (0,0166)	0,1016* (0,0595)
Baixo Acaraú (dummy)	-0,1524*** (0,0351)	0,0110 (0,0804)
Baixo Jaguaribe (dummy)	-0,1445*** (0,0204)	-0,4380*** (0,1057)
Cariri (dummy)	-0,1066*** (0,0200)	-0,0564 (0,0692)
Ibiapaba (dummy)	-0,0459** (0,0209)	-0,0686 (0,0783)
Metropolitana (dummy)	-0,0713*** (0,0199)	-0,4658*** (0,1418)

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

***, ** e * indicam, respectivamente, significativos a 1%, 5% e 10% e os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão do parâmetro estimado.

registrou sinal inconsistente com o esperado para o grupo de fruticultores menos eficientes, o que indica que o investimento desses produtores em aquisição de máquinas e equipamentos, participação em programas de treinamento e dedicação a novas formas de comercialização e distribuição de produtos no mercado não geram melhorias em termos de eficiência técnica. Isso pode ser atribuído ao fato desses investimentos realizados por esse grupo serem insuficientes para propiciar acréscimo na eficiência técnica.

Com relação às variáveis *dummies* regionais, pode-se inferir que, para o grupo dos produtores menos eficientes, essas variáveis apresentaram-se estatisticamente significantes e com sinais negativos, indicando que os produtores de frutas com menor eficiência localizados nas regiões do Baixo Acaraú, Baixo Jaguaribe, Cariri, Ibiapaba e Metropolitana são menos eficientes do que os fruticultores pertencentes à região Centro-Sul (Tabela 7).

Quanto aos fatores explicativos da eficiência técnica para o grupo de produtores mais eficientes, constata-se que a variável emprego mantém-se como importante determinante para explicar a eficiência desse grupo.

A assistência técnica contribui positivamente para a melhoria de eficiência técnica dos fruticultores pertencentes a esse grupo. Este resultado corrobora com o encontrado por Sousa; Sampaio; Mariano, (2007), que verificaram que essa variável desempenha papel relevante no sentido de reduzir a ineficiência técnica dos agricultores familiares contemplados no Projeto Dom Hélder Câmara. Portanto, o estado deve acompanhar e orientar os produtores agrícolas, de forma contínua e com qualidade, para que se possa melhorar seu desempenho.

Outra variável importante para explicar o nível de eficiência técnica dos produtores mais eficientes é a sua escolaridade, visto que os fruticultores mais instruídos que fazem parte do grupo que detém maior eficiência possuem maior capacidade para absorver novas práticas agrícolas, propiciando maiores níveis de eficiência técnica.

Interpretando os coeficientes estimados das variáveis *dummies* regionais do grupo de produtores mais eficientes, verifica-se que os fruticultores

localizados nas regiões do Baixo Jaguaribe e da Metropolitana tiveram menor nível de eficiência se comparado com os sediados na região Centro-Sul.

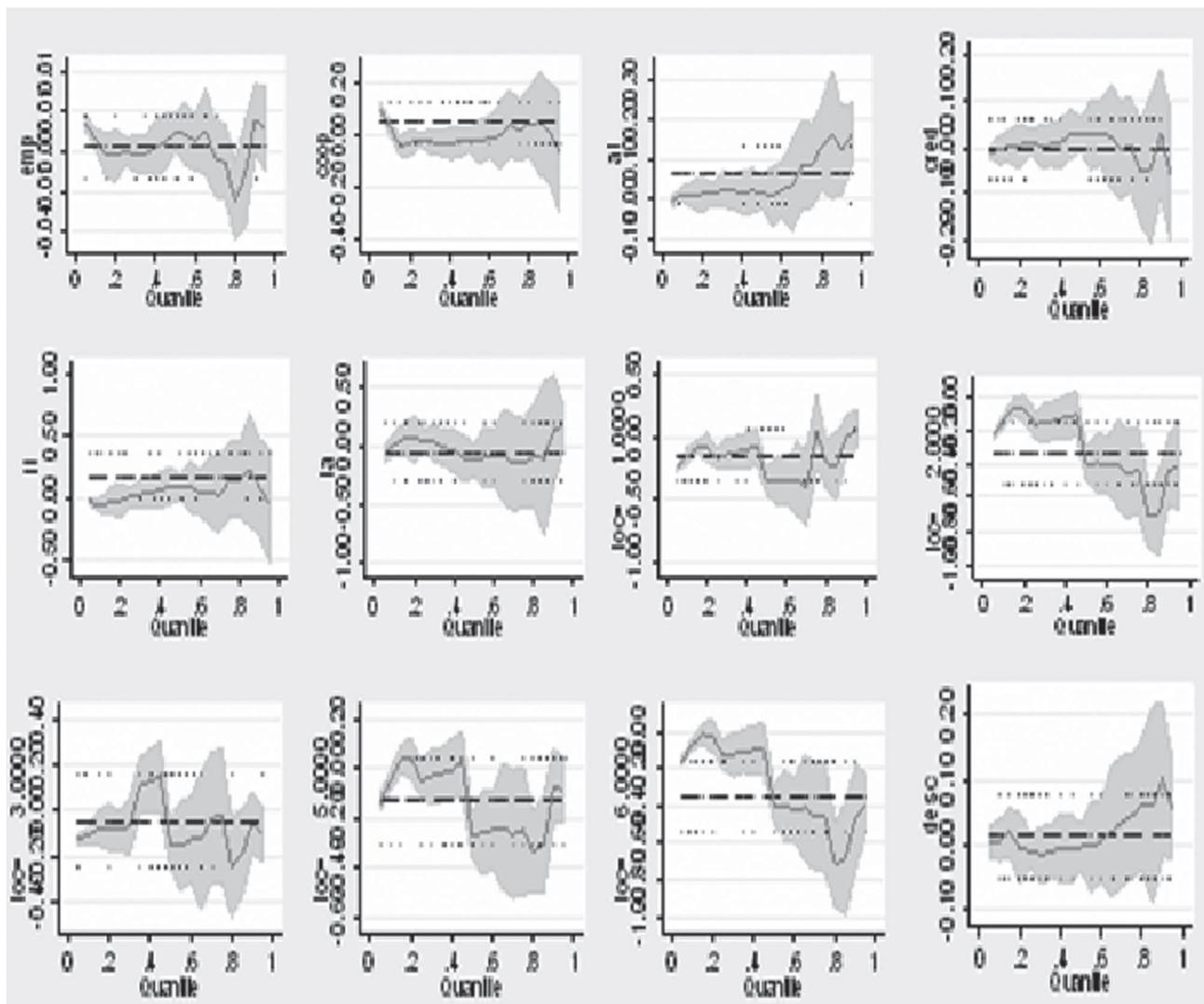
A Figura 1 ilustra o comportamento das variáveis explicativas da eficiência técnica dos produtores de frutas nos diferentes quantis. Como se observa, o efeito parcial de cada variável explicativa no nível de eficiência varia com os quantis, sendo que, por exemplo, o nível de escolaridade, indicado no último diagrama, apresenta um diferencial positivo maior na eficiência técnica nos quantis superiores.

4 – CONCLUSÕES

Os escores de eficiência técnica obtidos por meio do método de análise envoltória dos dados sob orientação insumo indicaram que os produtores de frutas podem, em média, reduzir 53% da utilização de seus insumos, sem comprometer a produção de frutas, quando se admitem retornos constantes à escala, e diminuir 35% o uso desses insumos para que os produtores ineficientes passem a fazer parte da fronteira de retornos variáveis. Quanto à eficiência média de escala, constata-se que tais fruticultores podem expandir suas escalas de produção em 25%.

Na análise regional, constata-se que os menores níveis de eficiência técnica foram verificados entre produtores provenientes das regiões do Baixo Jaguaribe, Metropolitana e Baixo Acaraú. Esse resultado pode estar associado ao fato de essas regiões não estarem alocando eficientemente seus recursos, apresentando elevados custos excedentes como, por exemplo, a região Metropolitana que registrou os maiores gastos excedentes no tocante aos insumos agrícolas e a outros itens como combustíveis; manutenção de benfeitorias, máquinas e equipamentos; aluguel de serviços mecanizados, energia elétrica e água. Em contrapartida, os fruticultores que fazem parte da região Centro-Sul tiveram os maiores escores médios de eficiência, podendo ser atribuído ao fato de os produtores dessa região não terem incorrido em custos adicionais referentes aos itens supracitados. Portanto, é importante que os produtores de frutas ineficientes sigam os procedimentos adotados pelos fruticultores identificados como *benchmark* no sentido de conquistarem maior nível de eficiência produtiva.

Figura 1 – Resultados das regressões quantílicas



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

O estudo também mostrou que a prática em atividades cooperativas é uma variável relevante para explicar o nível de eficiência para o grupo de produtores menos eficientes. Em outros termos, para reduzir a ineficiência dos produtores que fazem parte dos menores quantis, é necessária uma participação maior em atividades cooperativas. Essa mesma análise pode ser considerada para o índice de inovação tecnológica. Já com relação aos produtores pertencentes aos maiores quantis, as variáveis assistência técnica e escolaridade são importantes determinantes da eficiência deste grupo. O número de trabalhadores empregados na atividade frutícola representa uma variável relevante para explicar indistintamente os diferentes níveis de eficiência.

ABSTRACT

This paper intends to measure the technical efficiency scores of Ceará fruit growers and to identify the effects of socioeconomic variables on the levels of efficiency, which enables to observe the effects of these determinants along distinct points of the conditional distribution of technical efficiency. In order to fulfill these goals, the data envelopment analysis (DEA) and the quantile regression models were employed. The data were extracted from primary sources, gathered in 2009 directly from the fruit growers located in the six irrigated fruit production regions of the State of Ceará. The results obtained from the DEA model show that the fruit growers may reduce, in average, the costs

with raw materials in 53% and 35%, respectively, in the models with constant and variable returns, without jeopardizing the production. In addition, through the quantile regression model, one can infer that the lowest efficiency levels can be explained by the practice in cooperative activities and by the technological innovation index, whereas the highest efficiency levels can be explained by the technical assistance and by the education level. The dummies variables which capt the regional effects also played a role in both quantile analysis.

KEY WORDS

Technical efficiency. Irrigated fruit production. Quantile regression.

REFERÊNCIAS

- ADECE – AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO CEARÁ. **Frutas do Ceará**. Fortaleza, CE: ADECE, 2012. Disponível em: <<http://www.adece.ce.gov.br/index.php/agronegocio/fruticultura>>. Acesso em: 30 ago. 2013.
- ARAÚJO, P. L. C. P. **Eficiência tributária municipal em dois estágios: análise envoltória de dados (DEA) e regressão quantílica**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.
- BANKER, R.D., CHARNES, H., COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BANKER, R.D., NATARAJAN, R. Statistical tests based on DEA efficiency scores. In: COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. (Eds.). **Handbook on Data Envelopment Analysis**. Boston: Kluwer International Series, 2004. p. 299-321.
- CAMPANA, A. C. et al. Eficiência técnica da atividade leiteira em Minas Gerais: uma aplicação de regressão quantílica. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 48, 2010. **Anais...** Campo Grande, MS: SOBER, 2010. CDRom.
- CHARNES, A. et al. **Data envelopment analysis: theory, methodology, and application**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994. 513p.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.
- COELLI, T.; RAO, D.S.P.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Norwell: Kluwer Academic, 1998. 275p.
- COOPER, W.W., SEIFORD, L. and TONE, K. **Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software**. 3 ed. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, part III, p. 253-290, 1957.
- FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à Análise Envoltória de Dados: Teoria, modelos e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 2009. 389p.
- GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. S. Análise Envoltória de Dados. In: SANTOS, M. L., VIEIRA, W.C., (ed.) **Métodos Quantitativos em Economia**. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 121-160.
- HAO, L.; NAIMAN, D. Q. **Quantile regression**. Sage Publications, Thousand Daks, 2007.
- JUSTO, W. R. Políticas sociais e o papel nas disparidades regionais de renda no Brasil: evidências a partir de regressões quantílicas. In: Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 6, 2008. **Anais...** Aracaju, SE: ENABER, 2008. CDRom.
- KOENKER, R.; BASSET, G. Regression quantiles. **Econometrica**, v. 46, p.33-50, 1978.
- LIMA, J. P. R.; MIRANDA, E. A. A. Fruticultura irrigada no Vale do São Francisco: incorporação

tecnológica, competitividade e sustentabilidade.

Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza, v. 32, n. Especial, p. 611-632, 2006.

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

RABÊLO, A. N. **Contribuição ao estudo da imprimação betuminosa das bases rodoviárias do Estado do Ceará.** 2006. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2006.

SAMPAIO, B. R.; SAMPAIO, Y.; SAMPAIO, L. M. B. Eficiência de sistemas de transporte público no Nordeste com análise envoltória de dados (DEA). **Revista Econômica do Nordeste.** Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 261-275, 2006.

SCHEEL, H. **EMS: Efficiency Measurement System User's Manual.** Version 1.3. 15/08/2000. Disponível em: <<http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsfg/or/scheel/ems/>>. Acesso em: 19 mar.2009.

SILVA, J. L. M; SAMPAIO, L. M. B. Eficiência, gestão e meio ambiente na carcinicultura do Rio Grande do Norte. **Revista de Economia e Sociologia Rural.** Piracicaba, SP, v. 47, n. 4, p. 883-902, 2009.

SILVA, M. N. A.; CARVALHO, R. M.; CAMPOS, R. T. Análise da eficiência técnica das agroindústrias de polpa de frutas do estado do Pará. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 43, 2005. **Anais...** Ribeirão Preto, SP: SOBER, 2005. CDRom.

SOUSA, E. P.; CAMPOS, A. C. Desempenho competitivo dos fruticultores cearenses em diferentes áreas irrigadas. **Revista Econômica do Nordeste.** Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 153-166, 2010.

SOUSA, M. C. S.; STOSIC, B. Technical efficiency of the Brazilian municipalities: correcting non parametric frontier measurements for outliers. **Journal of Productivity Analysis,** v. 24, n. 2, p. 157-181, 2005.

SOUSA, M. M. M.; SAMPAIO, L. M. B.; MARIANO, J. L. Análise de envoltória de dados para a avaliação dos produtores familiares contemplados no Projeto Dom Hélder Câmara. In: Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 5, 2007. **Anais...** Recife, PE: ENABER, 2007. CDRom.