

Eficiência Técnica da Agricultura Familiar no Projeto de Irrigação do Baixo Açu (RN)

RESUMO

Busca identificar as fontes da ineficiência técnica da agricultura familiar no Projeto de Irrigação do Baixo Açu (RN). Para isso, usaos modelos de envoltória de dados, Data Envelopment Analysis (DEA-C, DEA-V) e o modelo Free Disposal Hull (FDH). Os resultados mostram que, sob as diferentes suposições dos modelos utilizados, a eficiência dos agricultores é baixa. Com a suposição de retornos constantes de escala, apenas 6,7% foram eficientes; com retornos variáveis de escala, 24%; e com livre descarte de recursos, 54,7%. Para reduzir a ineficiência desses agricultores familiares, sugere, dentre outras, as seguintes políticas: estímulo à permanência dos agricultores nos seus lotes, evitando-se a alta rotatividade; ampliação do número de agricultores treinados com sistemas de irrigação; e estímulo a uma maior participação dos agricultores no crédito rural.

PALAVRAS-CHAVE:

Eficiência Técnica. Agricultura Familiar. Irrigação.

Jorge Luiz Mariano

- Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Gemelli Moura T. Lyra Pinheiro

- Mestranda da Pós-Graduação em Economia da UFRN;
- Economista e Consultora em Gestão de Custos e Formação de Preços.

1 – INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas enfrentados pela agricultura nordestina é a irregularidade dos períodos de chuvas. As grandes estiagens não apenas avassalam a produção agrícola do homem do campo como também esgotam todos os meios possíveis de sobrevivência do trabalhador rural em sua propriedade. Em fases cíclicas, a seca tem, secularmente, feito o agricultor abandonar sua propriedade para se refugiar nas cidades mais próximas ou, em busca de melhores condições de vida, nas grandes metrópoles, juntando-se aos bolsões de miseráveis que sobrevivem nas periferias e favelas das regiões metropolitanas. A agricultura irrigada no Nordeste tem-se apresentado como uma alternativa para resolver não apenas o problema das quebras de safras em períodos de longas estiagens, mas também como alternativa da melhoria de renda do produtor rural.

Na região Nordeste, a irrigação constitui-se em um dos instrumentos básicos para geração de renda e emprego, principalmente na região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). (SOUZA, 1995). Em condições climáticas favoráveis, a irrigação permite que o produtor rural possa ter mais de uma colheita no ano, o que gera mais renda e emprego. Sampaio e Sampaio (2004) constataram que a agricultura irrigada nos perímetros irrigados do Vale do São Francisco gera, em média, um emprego por hectare nos lotes dos colonos. A importância dessa constatação é que a irrigação permite a ampliação do emprego direto, a redução da sazonalidade desse emprego e estimula a criação de empregos indiretos associados à agricultura irrigada.

Na região semiárida nordestina, a fruticultura tem-se revelado como uma atividade capaz de permitir a inserção do produtor rural nos mercados nacional e internacional de frutas. As frutas tropicais produzidas na região Nordeste já estão inseridas em segmentos importantes dos mercados da União Europeia e dos Estados Unidos, destacando-se a uva e a manga produzidas na região do Vale do São Francisco e o melão e a banana que são produzidos na região do polo Açú/Mossoró.

O Rio Grande do Norte também tem demonstrado sua vocação para grande produtor de frutas tropicais.

Atualmente é considerado o maior produtor de melão do Brasil e é o líder na exportação desse produto, além de se destacar na produção de banana e mamão. O bom desenvolvimento da fruticultura nesse estado tem atraído a participação de empresas e agroindústrias de capital nacional e internacional, como também tem despertado o interesse dos agricultores familiares localizados em assentamentos e em projetos de irrigação.

Com o crescimento da fruticultura irrigada no Rio Grande do Norte e a maior inserção de agricultores familiares nesse segmento, torna-se importante que se elaborem estudos que permitam uma avaliação do grau de eficiência técnica da agricultura familiar na produção da fruticultura irrigada.

Uma das formas de se avaliar o desempenho dos agricultores na fruticultura irrigada é medir sua eficiência técnica e investigar os fatores que possam ajudá-los a melhorar essa eficiência. Do ponto de vista teórico a eficiência técnica é obtida através da estimação de uma fronteira de produção ou custo. Na teoria microeconômica, a fronteira de produção reflete o mais alto nível de produto para uma determinada quantidade de insumo. Os produtores que estão sobre a fronteira são eficientes e aqueles que estão abaixo dela são ineficientes. No caso da agricultura irrigada, os produtores tentam obter uma maior produtividade, principalmente em decorrência dos padrões exigidos pela atividade.

Diversos estudos têm como objetivo estimar a eficiência em unidades produtivas com o propósito de avaliar seus desempenhos em relação à fronteira de produção. Esses estudos são importantes tanto do ponto de vista teórico como empírico, pois podem ser úteis na formulação de políticas que visem reduzir a ineficiência. No caso particular da agricultura irrigada, os trabalhos de Mariano e Sampaio (2002) e Mariano (2000, 2001, 2003a, 2003c.) mostram a eficiência dos produtores na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco. Entretanto, apesar de alguns estudos já terem sido realizados sobre o Projeto de Irrigação do Baixo Açú, nenhum deles tratou sobre a eficiência técnica dos agricultores familiares.¹

¹ Os primeiros estudos sobre o Projeto do Baixo Açú foram realizados por Silva (1988, 1992), e Valêncio (1995).

Este trabalho tem como objetivo mensurar a eficiência técnica dos produtores familiares no Projeto de Irrigação do Baixo Açu e analisar os fatores socioeconômicos determinantes da ineficiência técnica. Para se atingir esse primeiro objetivo, estimou-se a eficiência técnica dos produtores em três modelos de funções fronteiras de produção não-paramétricas (DEA-C, DEA-V e FDH). Numa segunda etapa, uma função ineficiência técnica foi estimada usando-se um modelo de regressão Tobit com o objetivo de se identificarem os fatores socioeconômicos que explicam a ineficiência técnica dos agricultores.

O trabalho está organizado da seguinte forma: após essa breve introdução, descrevem-se as características do projeto; na terceira seção apresenta-se a metodologia utilizada para se avaliar a eficiência técnica dos produtores familiares; na quarta seção faz-se a análise dos resultados obtidos; e, na última seção, destacam-se as principais conclusões.

2 – CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO DO BAIXO AÇU

O Projeto Baixo Açu está inserido no Polo de Desenvolvimento Integrado Açu/Mossoró, um dos dez polos de desenvolvimento integrado apoiados pelo Banco do Nordeste. O Projeto é uma área de cultivo agrícola irrigado – em sua grande maioria de frutas – abrangendo uma área irrigável de 5.435,96 hectares dividido em três fases: um projeto-piloto com 1.000 hectares; uma primeira etapa com 1.629,10 hectares; e

uma segunda etapa com 2.806,86 hectares.

A área irrigável do projeto-piloto foi destinada unicamente para agricultores familiares. A área irrigável da primeira etapa foi distribuída para agricultores familiares, técnicos agrícolas, engenheiros agrônomos e empresas agrícolas. Além desses lotes, uma área foi reservada para pesquisa e experimentação, sob a responsabilidade da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn). Para a seleção dos produtores familiares, foram utilizados critérios estabelecidos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Seca (Dnocs) a partir de entrevistas com os candidatos previamente inscritos. Os demais produtores – técnicos agrícolas, engenheiros agrônomos e empresários – foram selecionados por licitação pública. A segunda etapa do projeto está em fase de conclusão e distribuição dos lotes entre pequenos produtores e empresas agrícolas.

A Tabela 1 mostra a distribuição da área irrigada do projeto por tipo de concessionário. Do total de 186 lotes, 86% são de lotes de agricultores familiares (163 no total), correspondendo a 1.313 hectares, ou seja, 50% do total da área irrigada do projeto e com tamanho médio de oito hectares. Os lotes empresariais com tamanho médio de 104 hectares representam 40% da área total do perímetro e os 10% restantes são dos lotes de engenheiros agrônomos, técnicos agrícolas e do lote de pesquisa.

Certamente, há diversas interpretações sobre o conceito e tipologias da agricultura familiar.

Tabela 1 – Distribuição das Áreas Irrigadas do Projeto de Irrigação do Baixo Açu: Projeto-piloto e Primeira Etapa

Concessionário	Número de lotes	% sobre a área total	Área utilizada por tipo de concessionário (hectares)	Tamanho médio dos lotes (hectares)
Projeto-piloto				
agricultores familiares	75	23	612	8
Primeira etapa				
agricultores familiares	86	27	701,8	8
Engenheiro agrônomo	8	5	130,6	16
Técnico agrícola	6	3	97,9	16
Empresarial	10	40	1.037,50	104
Área para pesquisa	1	2	49,4	49
TOTAL	186	100	2.629,2	

Fonte: Rio Grande do Norte (2001).

Entretanto, desvia-se do objetivo deste trabalho realizar uma discussão mais ampla das diversas correntes de autores que tratam sobre esses temas. Nesse sentido, manteve-se a classificação estabelecida pelo Dnocs e pela Secretaria da Agricultura Estadual dos agricultores que receberam a concessão dos lotes de oito hectares destinados à agricultura familiar. Na distribuição dos primeiros lotes, foram contemplados os agricultores que tiveram suas terras incorporadas à área do perímetro. Os demais lotes foram preenchidos a partir de entrevistas de agricultores que residiam nas regiões mais próximas do projeto de irrigação.

3 – METODOLOGIA

Para dimensionar o tamanho da amostra, adotou-se o seguinte procedimento: considerando-se que os produtores familiares estão basicamente sob as mesmas condições, optou-se por uma amostra aleatória simples. De uma amostra-piloto extraída anteriormente dessa população obteve-se uma estimativa para variância da eficiência (σ^2) dos produtores familiares, cujo valor foi igual a 0.087. Para definir o tamanho da amostra, essa estimativa da variância da eficiência foi inserida na fórmula abaixo:

$$n = N\sigma^2 / [(N-1)D + \sigma^2]$$

em que n é o tamanho da amostra, σ^2 é a variância da eficiência, N é o total de produtores familiares, $D = \varepsilon^2/4$, sendo ε um limite de erro de estimação de μ . Assim, dado que $N=163$ e fazendo $\varepsilon = 0,05$, obteve-se um tamanho da mostra de 75 agricultores.

3.1– Modelos de Funções Fronteiras

No estudo, foram aplicados três modelos de funções fronteiras de produção: o primeiro foi o modelo de envoltória de dados, *Data Envelopment Analysis* (DEA), com a suposição de retornos constantes de escala, DEA-C; o segundo foi o modelo DEA-V, que admite a suposição de retornos variáveis de escala; e finalmente, o modelo *Free Disposal Hull* (FDH), que admite livre descarte de recursos.

3.1.1 – Fronteira de produção DEA-C

Os modelos de fronteira DEA surgiram a partir do trabalho pioneiro de Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Nos últimos anos, diversos trabalhos desenvolveram a metodologia desses autores e expandiram suas aplicações: Seiford e Thrall (1990); Lovell (1993); Battese et al. (1992); Coelli (1995) e Mukherjee (1997). Os modelos DEA constroem a fronteira de produção (fronteira de melhor prática) a partir das informações de firmas reais (unidades produtivas) e das informações obtidas das firmas inventadas ou compostas por firmas reais. Nesses modelos, os produtores eficientes se localizam sobre a fronteira e os menos eficientes ficam abaixo dela. O modelo DEA-C pode ser representado pela seguinte estrutura de programação matemática:

$$\begin{array}{ll} \text{Maximizar } \theta_i & \text{Sujeito a } X\lambda \leq X_i, \quad (1) \\ & \theta Y_i - Y\lambda \leq 0 \end{array}$$

Assume-se que existem n produtores que produzem m produtos com k insumos. Para o i -ésimo produtor, essas informações são representadas por Y_i e X_i . As matrizes Y e X representam informações de produtos e insumos de todos os produtores. Neste estudo, $n = 75$, $m = 1$ e $k = 5$. As variáveis θ e λ são variáveis duais. O parâmetro λ é um vetor de pesos e θ é um escalar. A última restrição permite que o i -ésimo produtor possa estar sobre a fronteira ou abaixo dela.

Os escores da eficiência técnica de cada produtor são obtidos invertendo-se o valor de θ . Isto é: eficiência técnica = $1/\theta$. Esse valor indica a (in) eficiência do produtor em atingir um maior nível de produto, dada a quantidade dos insumos. Os escores de eficiência variam no intervalo entre zero e um. Quanto mais próximo da unidade for o escore, mais eficiente será o produtor. O escore de eficiência igual a 1 significa que o produtor está sobre a fronteira; portanto, ele é tecnicamente eficiente.

3.1.2 – Fronteira de produção DEA-V

Na sua estruturação de programação matemática, o modelo DEA-V é similar ao DEA-C, admitindo-se uma restrição adicional: a de que a soma dos pesos seja igual à unidade. Permite-se, dessa forma, que a tecnologia de

referência apresenta retornos variáveis de escala:

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } \theta_i \quad & \text{Sujeito a} \quad X\lambda \leq X_p, \\ & \theta Y_i - Y\lambda \leq 0 \\ & \sum_i^n \lambda_i = 1 \end{aligned} \quad (2)$$

Os escores de eficiência são obtidos como no modelo DEA-C, invertendo-se o valor de θ .

3.1.3 – Fronteira de produção FDH

Uma característica importante do modelo de fronteira FDH é o conceito de dominância. (TULKENS, 1993). Um produtor é considerado dominante em relação a outro, se obtiver uma produção maior que a do outro com o mesmo nível de insumos, ou se tiver utilizado uma menor quantidade pelo menos em um dos insumos. Os produtores eficientes e dominantes são aqueles que, além de serem eficientes, dominam um ou mais produtores. Os eficientes não-dominantes, também chamados “eficientes por *default*”, são aqueles que não podem ser comparados com nenhum outro. Eles são considerados eficientes devido à ausência, na amostra, de produtores cujos indicadores sejam semelhantes aos seus. A estrutura de programação matemática desse modelo é igual à do modelo DEA-V com a introdução de uma restrição: $\lambda_i \in \{0,1\}$:

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } \theta_i \quad & \text{Sujeito a} \quad X\lambda \leq X_p, \\ & \theta Y_i - Y\lambda \leq 0 \\ & \sum_i^n \lambda_i = 1 \\ & \lambda_i \in \{0,1\} \end{aligned} \quad (3)$$

A última restrição relaxa a suposição de convexidade inerente aos modelos DEA. Os escores da eficiência técnica dos produtores são obtidos invertendo-se o valor de θ , isto é: eficiência técnica = $1/\theta$.

3.2 – Função Ineficiência Técnica: Modelo de Regressão Tobit

O modelo de regressão Tobit que será estimado para relacionar os escores de ineficiência dos produtores com as variáveis socioeconômicas terá o

seguinte formato: a variável dependente IT_i será obtida subtraindo-se da unidade o valor da eficiência técnica dos produtores; isto é, $IT_i = 1 - (1/\theta)$.² A formulação desse modelo é a seguinte:

$$\begin{aligned} IT_i &= \gamma + \sum_{k=1}^n \beta_k Z_{ki} + e_i \quad \text{se} \quad \gamma + \sum_{k=1}^n \beta_k Z_{ki} > 0 \\ IT_i &= 0 \quad \text{se} \quad \gamma + \sum_{k=1}^n \beta_k Z_{ki} \leq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Os Z_k são as variáveis socioeconômicas; γ e β são parâmetros estimados no modelo; ε são os resíduos, isto é, uma variável estocástica que mede as variações na ineficiência técnica dos produtores não explicadas pelas variáveis socioeconômicas.

3.3 – Informações e Variáveis

Para realizar o estudo sobre a eficiência técnica dos produtores familiares no Projeto de Irrigação do Baixo Açu foi levantada uma amostra de 75 produtores familiares com base numa pesquisa de campo que ocorreu entre os meses de abril e junho de 2002. As estatísticas descritivas das variáveis são mostradas na Tabela 2.

As informações usadas na estimação dos modelos de fronteiras de produção foram obtidas nos questionários aplicados aos produtores familiares do Projeto de Irrigação do Baixo Açu. As variáveis utilizadas no modelo de fronteira foram as seguintes: a variável dependente é um *mix* da produção dos agricultores familiares, isto é, o valor da produção das culturas irrigadas (valor das quantidades produzidas menos as perdas); as variáveis explicativas são a área irrigada, despesa com insumos, mão-de-obra (homens/dias), trator (horas trabalhadas) e irrigação (valor da despesa com energia); a variável área irrigada representa a área cultivada irrigada; a despesa com insumos representa os gastos com sementes, mudas, adubos, fertilizante, defensivos e herbicidas. A utilização da mão-de-obra foi medida pelo coeficiente homens/dias de trabalho, compreendendo o trabalho familiar e o contratado por dias trabalhados no ano. A utilização do trator foi medida por horas trabalhadas.

² Outras aplicações da função ineficiência técnica são encontradas nos trabalhos de Athanassopoulos e Karkazis (1997) e Coelli; Rahman e Thirtle (2002).

Tabela 2 – Estatística Descritiva das Variáveis

Variáveis	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Valor da produção (R\$)	38.655,00	40.155,00	1.500,00	272.800,00
Área irrigada (ha)	7,293	1,412	2,5	8,0
Despesa com insumos (R\$)	6.495,00	6.054,00	400,00	33.353,00
Mão-de-obra (homens/dias)	1072,7	445,8	288	2.904
Trator (horas trabalhadas)	167,1	436,8	0,0	2.016
Energia (R\$)	5.404,00	1.778,00	2.220,00	9.600,00
Idade (anos)	39,95	10,73	22	66
Tempo no lote (anos)	3,749	2,4	0,5	12
Experiência na agricultura (anos)	15,11	11,99	0	50
Treinamento com irrigação (<i>dummy</i>)			0	1
Escolaridade (<i>dummy</i>)			0	1
Assistência técnica (<i>dummy</i>)			0	1
Crédito rural (<i>dummy</i>)			0	1

Fonte: Mariano (2003b).

A variável irrigação corresponde às despesas com o faturamento da energia, considerando-se que, nessas despesas, estão incluídos os volumes de água utilizados pelo produtor.

A função ineficiência técnica, estimada pelo modelo de regressão Tobit, terá como variável dependente os escores de ineficiência de um dos modelos DEA estimados. Para essa escolha será utilizada a estatística não-paramétrica de Kolmogorov-Smirnov. Banker (1996) propõe o emprego dessa estatística para testar a hipótese de retornos constantes de escala contra a hipótese de retornos variáveis de escala. Esse teste será aplicado apenas nesses dois modelos, uma vez que o modelo FDH incorpora a hipótese de retornos variáveis de escala.

A estatística do teste, representada por T_{SM} , mostra a distância máxima entre as distribuições acumuladas dos escores de eficiência nos modelos DEA-C e DEA-V. Sua formulação é dada por:

$$T_{SM} = \max \{ F(\hat{\theta}_{DEA-C}) - F(\hat{\theta}_{DEA-V}) \} \quad (5)$$

em que $F(\hat{\theta}_{DEA-C})$ e $F(\hat{\theta}_{DEA-V})$ representam as

distribuições acumuladas dos escores de eficiência estimados nos modelos DEA-C e DEA-V. A hipótese nula é rejeitada, se o valor da estatística T_{SM} for menor do que o valor crítico de D obtido por meio da fórmula: $D = 1,36 \sqrt{(n_1 + n_2) / (n_1 n_2)}$.

A função ineficiência ainda terá como variáveis explicativas a idade do produtor (em anos), o tempo de permanência no lote (em anos), a experiência com agricultura (em anos), o treinamento com irrigação (*dummy*), a escolaridade (*dummy*), a assistência técnica (*dummy*) e o crédito (*dummy*). A variável *dummy* de treinamento foi estabelecida da seguinte forma: D=1, para produtores treinados, e D=0, caso contrário. Na variável escolaridade: D=1, para produtores com, no mínimo, o primário completo; D=0, caso contrário. Para os produtores que receberam assistência técnica, a variável *dummy* assumiu o valor D=1 e D=0, caso contrário. Para os agricultores que tinham acesso ao crédito, a variável *dummy* foi: D=1 e D=0, caso contrário.

4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 3 e o Gráfico 1 mostram a distribuição dos produtores por classe de eficiência, de acordo como os

resultados obtidos na estimação dos modelos. A eficiência dos produtores muda a cada modelo, uma vez que os modelos consideram diferentes tecnologias de referência. Por exemplo, quando a tecnologia admitida é a de retornos constantes de escala, se cada fator de produção for alterado numa proporção de δ , a produção também terá um aumento de δ . Analisando-se os resultados dessa fronteira, percebe-se que apenas quatro produtores foram eficientes. Por outro lado, quando a tecnologia de produção permite retornos variáveis de escala, se cada fator de produção for alterado na proporção δ , a produção ficará alterada num valor $\delta + \Delta$. Admitindo-se essa tecnologia, os resultados do modelo DEA-V mostraram que 10 produtores foram eficientes. No modelo FDH, que não exige a suposição de convexidade, classificou 15

produtores como eficientes. Deve-se ter em mente que os modelos classificam os produtores como eficientes levando em consideração que eles tiveram uma produção mais alta em relação aos ineficientes usando uma quantidade menor, pelos menos, em um dos recursos.

O Gráfico 1 facilita a visualização da distribuição dos produtores por classe de eficiência. Nota-se que o modelo FDH apresentou os maiores percentuais de produtores eficientes; em segundo lugar ficou a classificação apresentada pelo modelo DEA-V. É natural essa diferença na classificação, uma vez que o modelo FDH é menos rígido para construir a fronteira de produção; isto é, ele é mais flexível, porque não admite a hipótese de convexidade dos modelos DEA. Além disso, nesse modelo, alguns produtores são classificados como

Tabela 3 – Distribuição dos Produtores Familiares por Classe de Eficiência Técnica nos Modelos DEA-C, DEA-V e FDH

Classe de Eficiência Técnica	DEA – C		DEA – V		FDH	
	Número de produtores	%	Número de produtores	%	Número de produtores	%
0 - 0.2	30	40.0	17	22.7	11	14.7
0.2 - 0.4	23	30.7	23	30.7	8	10.7
0.4 - 0.6	8	10.7	8	10.7	13	17.3
0.6 - 0.8	7	9.3	3	4.0	1	1.3
0.8 - 1	2	2.7	6	8.0	1	1.3
1	5	6.7	18	24.0	41	54.7
Total	75	100	75	100	75	100

Fonte: Mariano (2003b).

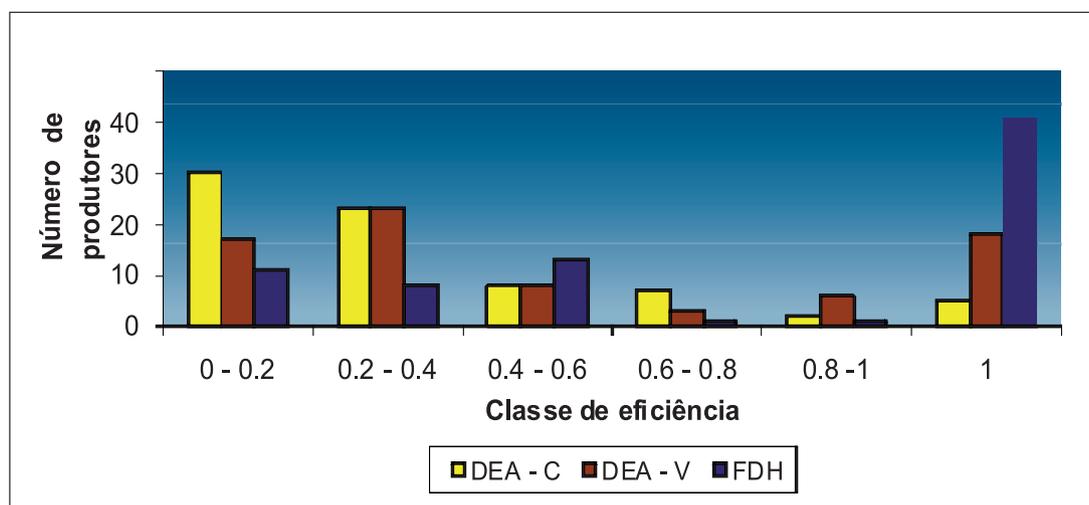


Gráfico 1 – Distribuição dos Produtores por Classe de Eficiência nos Modelos DEA-C, DEA-V e FDH

Fonte: Mariano (2003b).

eficientes devido à ausência de outros produtores cujos indicadores sejam semelhantes aos seus. Sendo assim, o método FDH classifica esses produtores como eficientes por *default*. Isto é, eles têm o escore de eficiência igual a 1, embora não tenham sido melhores do que os outros produtores.

Os Gráficos 2, 3 e 4 ilustram a distribuição da eficiência dos produtores em cada modelo. No modelo DEA-C, poucos produtores foram eficientes: os escores de eficiência foram mais baixos. Seguindo-se o modelo DEA-V, os escores de eficiência foram mais altos do que no modelo DEA-C e o número de produtores eficientes foi maior. No modelo FDH, os escores de eficiência dos produtores aumentam e cresce o número de produtores eficientes.

Exemplos da avaliação dos produtores como eficientes ou ineficientes, segundo os modelos DEA-C e DEA-V, são mostrados nas Tabelas 4 e 5. Usando-se os resultados do modelo DEA-C, é possível estabelecerem-se metas a serem seguidas por um produtor ineficiente para tornar-se eficiente. Por exemplo, a Tabela 4 mostra as informações do produtor ineficiente do lote 108, do setor X, e os produtores dos lotes 75 e 67, dos setores III e V. Estes últimos são considerados referências na análise da eficiência do produtor do lote 108. Nota-se que o produtor ineficiente usou insumos em excesso. Os valores dos λ s são os pesos obtidos na solução no modelo DEA-C. Esses pesos permitem a formulação de um produtor composto, o qual produziria um nível de produto (valor da produção) mais alto com uma menor quantidade

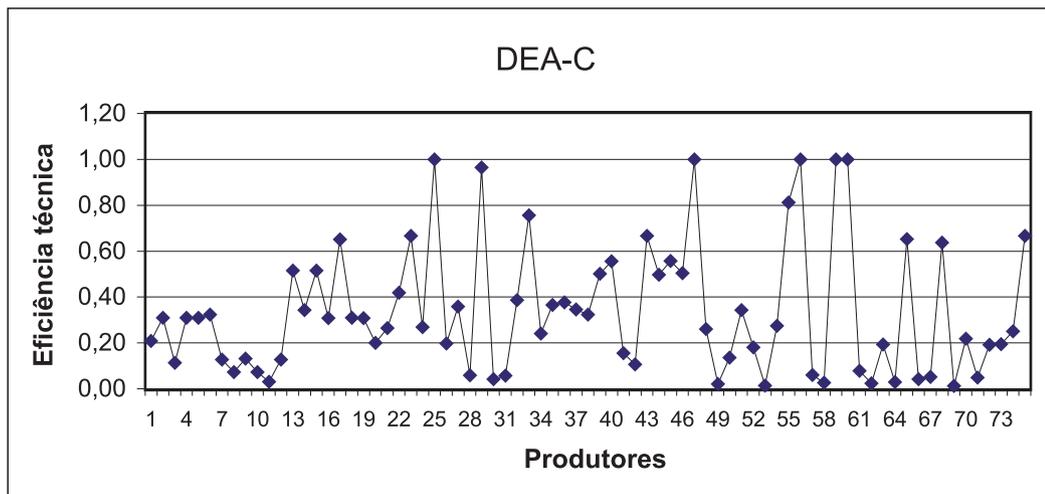


Gráfico 2 – Distribuição da Eficiência dos Produtores no Modelo DEA-C

Fonte: Mariano (2003b).

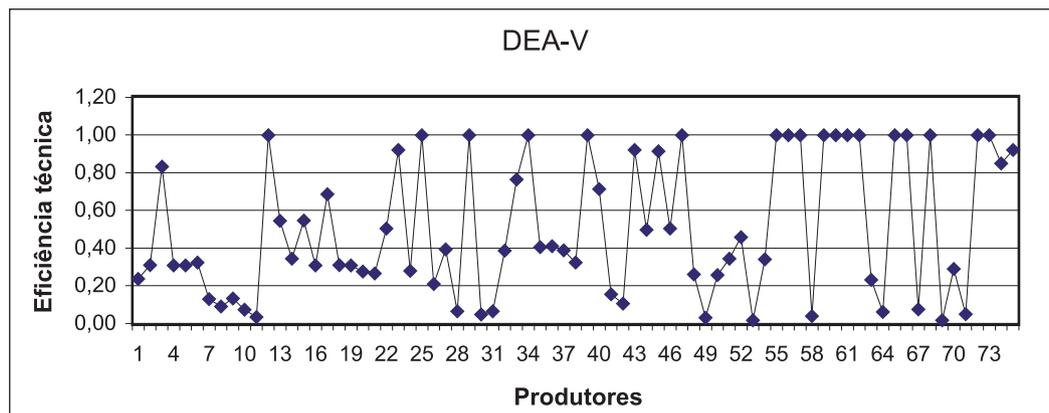


Gráfico 3 – Distribuição da Eficiência dos Produtores no Modelo DEA-V

Fonte: Mariano (2003b).

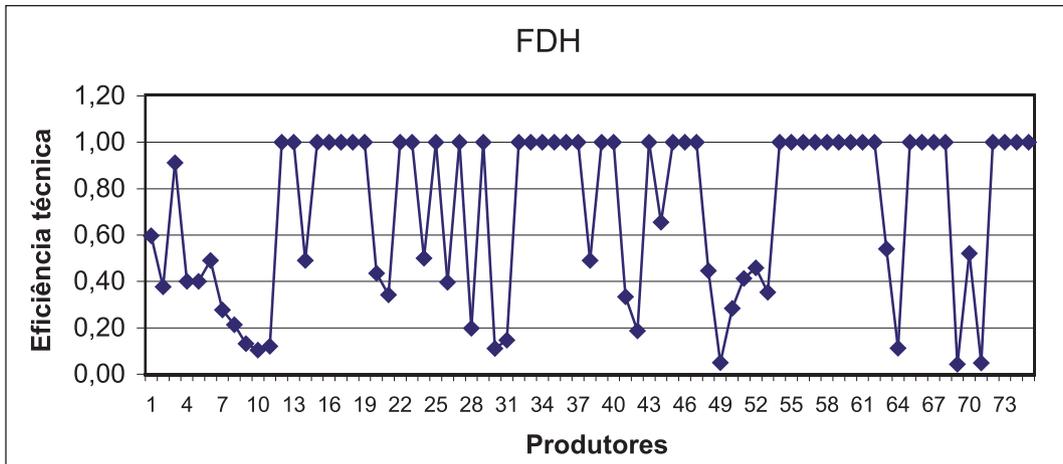


Gráfico 4 – Distribuição da Eficiência dos Produtores no Modelo FDH

Fonte: Mariano (2003b).

de, pelo menos, um dos fatores de produção. Comparando-se o produtor do lote 108 com esse produtor composto – formado com os pesos (lambdas) dos produtores de referência – observa-se que esse produtor ineficiente poderia conseguir um valor de produção mais alto utilizando apenas cinco hectares de área irrigada. Além disso, ele necessitaria: reduzir sua despesa com mudas, adubos, fertilizantes e herbicidas de R\$ 9.480,00 para R\$ 5.089,30; reduzir o emprego de mão-de-obra de 792 para 455 homens/dia no ano; permanecer com as mesmas horas trabalhadas com trator (10 horas); e, praticamente, manter a despesa com energia, pois a redução seria de apenas de R\$15,60 do valor pago no ano. O escore de eficiência

técnica desse produtor foi obtido pela seguinte relação:

$$\text{Eficiência técnica} = \frac{\text{Produção do produtor real}}{\text{Produção do produtor de referência}} = 20.726,00 / 94.564,80$$

$$\text{Eficiência técnica} = 0.22$$

No modelo DEA-V, Tabela 5, os produtores de banana dos lotes 34, do setor II, e 85, do setor VII, serviram de referência para se avaliar a eficiência do produtor de banana do lote 45, no setor II. Comparando-se o produtor do lote 45 com o produtor composto, pode-se observar que esse produtor ineficiente poderia conseguir um maior valor de produção irrigando uma área de sete

Tabela 4 – Avaliação do Produtor Ineficiente no Modelo DEA-C

Modelo DEA-C	Produtor ineficiente lote 108 Setor X	Práticas dos produtores de referência			
		Produtor do lote 75 Setor III	Produtor do lote 67 Setor V	Produtor composto (referência)	Folgas
Valores de λ		0.52	0.09		
Culturas	Banana	Banana	Banana e Mamão		
Valor da produção (R\$)	20.726,00	134.640,00	272.800,00	94.564,80	
Área irrigada (hectares)	8	8	8	5	3
Despesa com mudas, adubo e herbicidas (R\$)	9.480,00	6.815,00	9.410,00	4.390,70	5.089,30
Mão-de-obra (homens/dia)	792	576	1.728	455	337
Trator (Horas utilizadas)	10	11	48	10	0.0
Energia (R\$)	3.600,00	6.000,00	5.160,00	3.584,40	15,60
Escore de eficiência técnica	0.22	1.0	1.0		

Fonte: Mariano (2003b).

hectares. Ele poderia também alcançar um maior valor de produção mantendo a sua despesa com insumos; porém, teria que reduzir a mão-de-obra empregada de 1.440 homens/dias para 823 homens/dias/ano, e a despesa com energia, de R\$ 7.200,00 para 5.484,00. O escore de eficiência desse produtor foi obtido pela seguinte relação:

$$\text{Eficiência técnica} = \frac{\text{Produção do produtor real}}{\text{Produção do produtor de referência}}$$

$$= 28.800 / 70.596 =$$

Eficiência técnica = 0.41

As Tabelas 6 e 7 ilustram a classificação dos produtores como eficientes ou ineficientes (dominados) de acordo com o método FDH. Elas contêm informações sobre as características

da produção de produtores eficientes e dos correspondentes ineficientes. Por exemplo, na Tabela 6, o produtor do lote 39, produzindo banana, foi mais eficiente do que os produtores dos lotes 24, 60 e 115. Esse produtor foi mais eficiente porque, com a mesma área colhida, obteve um valor de produção mais alto. Além disso, utilizou uma menor quantidade de mão-de-obra, uma menor quantidade de horas com trator e menores despesas com insumos e energia elétrica.

Nota-se, na Tabela 7, que o produtor do lote 20, produzindo banana, foi mais eficiente do que os produtores dos lotes 24, 59 e 115. Ele obteve, com uma menor área irrigada/colhida, um valor de produção mais alto. Além disso, empregou uma menor quantidade de homens/dia e realizou uma menor despesa com insumos. Os produtores foram eficientes porque conseguiram atingir um valor da

Tabela 5 – Avaliação do Produtor Ineficiente no Modelo DEA-V

Modelo DEA-V	Produtor ineficiente lote 45 Setor II	Práticas dos produtores de referência				Folgas
		Produtor do lote 34 Setor II	Produtor do lote 85 Setor VII	Produtor composto (referência)		
Valores de λ		0.57	0.43			
Culturas	Banana	Banana	Banana			
Valor da Produção (R\$)	28.800,00	28.800,00	126.000,00	70.596,00		
Área irrigada (hectares)	8	6	8	7	1	
Despesa com mudas, adubo e herbicidas (R\$)	840,00	500,00	1.282,00	836,26	4	
Mão-de-obra (homens/dia)	1440	792	864	823	617	
Trator (Horas utilizadas)	12	2	20	10	2	
Energia (R\$)	7.200,00	6000,00	4.800,00	5.484,00	1.716,00	
Escore de eficiência técnica	0.41	1.0	1.0			

Fonte: Mariano (2003b).

Tabela 6 – Características dos Produtores Eficientes e Ineficientes. Análise no Modelo FDH. Exemplo 1

Nº do Lote	Escore de Eficiência	Dominância	Culturas	Valor da produção (R\$)	Área Colhida (ha)	Insumos (R\$)	Homens/dia/hectare	Trator (Horas)	Energia (R\$)
39	1,0	Eficiente	Banana	43.200,00	8	8.550,00	792	12	4.800,00
24	0,13	Ineficiente	Banana	36.000,00	8	22.400,00	2.904	120	6.000,00
60	0,19	Ineficiente	Mamão, Goiaba e Pinha	25.200,00	8	12.775,00	1.440	100	8.400,00
115	0,05	Ineficiente	Banana e manga	13.320,00	8	13.635,00	1.728	50	6.000,00

Fonte: Mariano (2003b).

Tabela 7 – Características dos Produtores Eficientes e Ineficientes. Análise no Modelo FDH. Exemplo 2

Nº do Lote	Escore de Eficiência	Dominância	Culturas	Valor da produção (R\$)	Área Colhida (hectare)	Insumos (R\$)	Homens/dia/hectare	Trator (Horas)	Energia (R\$)
20	1,00	Eficiente	Banana	43.200,00	6	1.500,00	1.584	8	5.760,00
24	0.13	Ineficiente	Banana	36.000,00	8	22.400,00	2.904	120	6.000,00
59	0.33	Ineficiente	Banana	14.400,00	8	4.080,00	1.728	8	5.760,00
115	0,05	Ineficiente	Banana e Manga	13.320,00	8	13.635,00	1.728	50	6.000,00

Fonte: Mariano (2003b).

produção mais alto do que outros, usando uma menor quantidade de, no mínimo, um fator de produção.

4.1– Explicando a Ineficiência Técnica dos Produtores Familiares

Na realização do teste para escolha da variável dependente da função ineficiência técnica os valores encontrados para $T_{SM} = 0,22$ e $D = 0,22$ não permitiram rejeitar a hipótese nula de retornos constantes de escala. Nesse sentido, essa função foi estimada com os escores da ineficiência técnica obtidos no modelo DEA-C. Os resultados dessa estimação estão na Tabela 8.

O parâmetro da variável idade foi significativo e com sinal negativo. Esse resultado induz a interpretação de que, quanto maior a idade dos produtores – portanto mais experiência – menor será a ineficiência técnica.

O parâmetro da variável *dummy* da escolaridade também foi significativo e com sinal negativo e, assim, pode-se deduzir que a presença de agricultores com grau de instrução, no mínimo, do primário completo levaria a uma menor ineficiência na agricultura irrigada. Dos produtores analisados, 31% não possuíam o curso primário completo. A carência educacional dos agricultores prejudica a absorção de novas práticas agrícolas que poderiam ser repassadas pela administração do perímetro, pela assistência técnica ou, ainda, por outros agricultores com maiores níveis de educação e experiência.

Quanto mais tempo o produtor permanecer no lote, a expectativa é que ele possa adquirir mais conhecimento sobre técnicas e práticas de irrigação, cultivo dos produtos etc. Com maior tempo de

permanência no lote, os produtores adquirem mais experiência e, portanto, podem ser mais eficientes. Essa interpretação é encontrada quando se analisa o parâmetro da variável tempo no lote, que apresentou sinal negativo e foi estatisticamente significativo.

Tabela 8 – Estimativas da Função Ineficiência do Modelo de Regressão Tobit

	Regressão Censoriada Tobit Ineficiência = 1-(1/ q) DEA C
Parâmetros	
Constante	1.3794* (10.129)
Idade (anos)	-0.089289* (-3.350)
Escolaridade (dummy)	-0.13690*** (-1.832)
Tempo no lote (anos)	-0.20777* (-4.287)
Experiência na agricultura (anos)	0.094314* (3.096)
Treinamentos sobre sistemas de irrigação (dummy)	-0.068198 (-1.040)
Assistência técnica (dummy)	0.066938 (1.626)
Crédito (dummy)	-0.26520* (-3.447)
Log-Likelihood	73.84533
σ parâmetro do modelo tobit	0.078328* (11.702)

Fonte: Resultado da Pesquisa.

Nota: Estatística *t* entre parênteses. Os asteriscos *** e * indicam, respectivamente, que os parâmetros são significativos a 10% e 1%.

A experiência anterior na agricultura foi uma variável importante na seleção dos produtores e na distribuição dos lotes. Poder-se-ia esperar que ela contribuísse para reduzir a ineficiência técnica. Entretanto, o sinal do parâmetro estimado foi positivo. Portanto, pode-se deduzir que, embora a experiência anterior na agricultura seja uma variável importante, a ela se devem incorporar novos conhecimentos, como técnicas de irrigação e, principalmente, a própria experiência com a agricultura irrigada. Essa, talvez, seja uma explicação possível do sinal positivo dessa variável na função de ineficiência estimada.

O conhecimento dos vários sistemas de irrigação e a utilização do sistema que melhor se adapta às culturas poderão levar o agricultor a ter resultados melhores em termos de produtividade e, assim, a ser mais eficiente do que outros que não foram treinados. Essa análise poderia ser observada através do parâmetro dessa variável; entretanto, ele não foi significativo.

O valor do parâmetro da variável *dummy* assistência técnica também não foi significativo. O distrito de irrigação dispõe apenas de um técnico agrícola para atender todos os produtores; conseqüentemente, o atendimento a cada produtor fica comprometido. Assim, a visita de um único técnico do projeto pode não ser suficiente para repassar conhecimentos e indicar melhores práticas aos produtores.

O parâmetro da variável *dummy* do acesso ao crédito agrícola foi significativo e com sinal negativo. Esse resultado permite deduzir que o acesso ao crédito rural ajudou a reduzir a ineficiência técnica dos agricultores familiares.

5 – CONCLUSÕES

O propósito deste estudo foi avaliar os níveis de eficiência técnica dos produtores dos lotes familiares no Projeto de Irrigação do Baixo Açu. A metodologia de análise de dados dos modelos DEA permite classificar os produtores como eficientes ou ineficientes. Produtores eficientes são aqueles que conseguem produzir mais com uma menor quantidade de insumos.

Constatou-se que os produtores poderiam ter sido mais eficientes no uso de seus recursos. Isto é, a

eficiência foi considerada como uma produção mais alta, que pode ser obtida com uma menor quantidade dos recursos. Percebe-se, em geral, que os produtores não sabem efetivamente quanto deveriam gastar com insumos para terem um maior rendimento com seus lotes. O uso excessivo de adubos e fertilizantes combinado com uma irrigação em excesso tem como consequência o empobrecimento do solo.

Da análise da eficiência técnica dos produtores familiares, podem-se extrair as seguintes implicações: primeiro, é possível identificar metas para que um produtor ineficiente possa alcançar níveis mais altos de eficiência. Essas metas são obtidas comparando-se o desempenho do produtor com aqueles de referência; Segundo, podem-se cruzar indicadores de eficiência dos produtores com suas características socioeconômicas.

Embora não se procure uma causalidade entre eficiência e características socioeconômicas, podem-se, a partir dessas relações, formular políticas que permitam o uso mais econômico dos recursos numa agricultura irrigada através de instrumentos que corrigem ou atenuem a ineficiência dos produtores.

No caso dos agricultores familiares no projeto Baixo Açu, a ineficiência técnica pode estar associada à alta transferência de lotes entre produtores. O pouco tempo de permanência no projeto não permite que o agricultor exerça uma melhor gestão do seu lote. Muitos agricultores que adquirem lotes repassados são oriundos de outras regiões, na maioria, de outros estados, principalmente Pernambuco e Paraíba. Esses produtores, normalmente, continuam morando em seus lugares de origem, tornando-se difícil o acompanhamento da administração dos respectivos lotes.

O conhecimento dos sistemas de irrigação para utilização de cada sistema em diversas culturas é uma característica indispensável entre agricultores de projetos de irrigação. Os agricultores que são treinados com práticas e sistemas de irrigação adquirem mais conhecimento, o que pode levá-los a serem mais eficientes.

Um dos grandes problemas entre os agricultores familiares é o baixo nível de capitalização. A agricultura

irrigada é uma atividade que contempla o uso da água e a utilização de insumos modernos, como fertilizantes químicos, equipamentos de irrigação, além do emprego de mão-de-obra e do uso de tratores. O baixo nível de capitalização dos agricultores familiares restringe a utilização de alguns desses recursos, o que pode resultar na ineficiência do produtor. O crédito agrícola é uma alternativa para que o pequeno agricultor possa adquirir os insumos necessários para a produção de suas culturas. Sendo assim, a maior participação de agricultores familiares com acesso ao crédito agrícola pode ser um elemento importante para reduzir a ineficiência técnica. Além desses fatores, no caso dos produtores dos lotes familiares do Projeto de Irrigação Baixo Açu, poder-se-ia pensar numa assistência técnica mais ostensiva, principalmente para aqueles que têm pouca experiência na irrigação.

A identificação dos fatores socioeconômicos pode, em parte, ajudar a explicar a ineficiência. Obviamente, outros fatores que fogem ao controle do agricultor colaboram para uma menor eficiência técnica. Por exemplo: o nível de salinidade do solo, as condições climáticas e a incidência de pragas.

ABSTRACT

This research attempts to identify the sources of technical inefficiency of family farming in the Lower Açu Irrigation Project-RN. To evaluate the efficiency of farmers, the Data Envelopment Analysis model (DEA-V, DEA-C) and the Free Disposal Hull model (FDH) were used. The results show that, regarding the different suppositions of the models employed, the efficiency of the farmers was low. With the supposition of the constant return rate, just 6.7% were efficient, with variable return rates of 24%, and free disposal of resources rate of 54.7%. The farmers were inefficient because they did not achieve greater levels of production with greater levels of input. To reduce the inefficiency of these family farmers, some policies should be adopted. Firstly, farmers should be given incentive to stay on their lots, avoiding the high rate of rotation that occurs when those who were originally selected pass on their lots to others. Secondly, the number of farmers trained in systems of irrigation should be increased. Thirdly, increased participation

by the farmers in rural credit programs should be encouraged. Besides these, other policies should be mentioned, among them improvement of technical assistance, increasing the number of agricultural technicians, so that a greater number of farmers may be served.

KEY WORDS:

Technical Efficiency. Family Farming. Irrigation.

REFERÊNCIAS

- ATHANASSOPOLOS, A.; KARKAZIA, J. Efficiency of social and economic image projection in spatial configurations. **Journal of Regional Science**, v. 37, n. 1, p. 75-97, 1997.
- BANKER, R. D. Hypothesis tests using data envelopment analysis. **The Journal of Productivity Analysis**, v. 7, p. 139-159, 1996.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J.; COLBY, T. C. Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. **Agricultural Economics**, v. 7, p. 185-208, 1992.
- CHARNES, A. W.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measurement of the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 2, n. 6, p. 429-444, Nov. 1978.
- COELLI, T. J.; RAHMAN, S.; THIRTLE, C. Technical, allocative, cost and scale efficiencies in Bangladesh rice cultivation: a non-parametric approach. **Journal of Agricultural Economics**, v. 53, n. 3, p. 607-626, Nov. 2002.
- COELLI, T. J. Recent development in frontier modelling and efficiency measurement. **Australian Journal of Agricultural Economics**, Sydney, v. 39, n. 39, p. 219-245, Dec. 1995.
- DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO BAIXO AÇU. **Projeto de Irrigação do Baixo Açu: 1ª e 2ª etapas: operação e manutenção: relatório de atividades 11**. Açu: Secretaria de Estado de Agricultura, 2001.
- LOVELL, C. A. Production frontier and productive efficiency. In: FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT,

S. S. **The measurement of productive efficiency: techniques and applications.** New York: Oxford University Press, 1993. Cap. 1, p. 3-67.

MARIANO, J. L. A eficiência dos colonos na agricultura irrigada em Petrolina e Juazeiro: uma análise dos modelos de fronteira paramétrica e não paramétrica. Uma aplicação de funções fronteiras de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 2000. 1 CD-ROM.

_____. A eficiência das empresas agrícolas nos perímetros irrigados no Vale do São Francisco: uma análise comparativa de modelos de fronteira de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 2003a. 1 CD-ROM.

_____. A eficiência técnica na produção de uva e manga na região do Vale do São Francisco: uma aplicação de funções fronteiras de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 2002. 1 CD-ROM.

_____. **A fruticultura irrigada no Projeto Baixo Açú:** uma análise da eficiência técnica: relatório técnico. Natal: CNPq, 2003b. Mimeografado.

_____. Ineficiência técnica e desperdício da água na fruticultura irrigada no Vale do São Francisco: uma aplicação de funções fronteiras de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39., 2001, Recife. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 2001. 1 CD-ROM.

_____. A ineficiência no uso dos recursos e características socioeconômicas dos produtores de banana no perímetro irrigado senador Nilo Coelho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 2003c. 1 CD-ROM.

MARIANO, J. L.; SAMPAIO, Y. A eficiência técnica dos colonos na agricultura irrigada no Vale do São Francisco. **Economia Aplicada**, p. 265-285, 2002.

MUKHERJEE, J. **Productivity and measurement issues:** an application to Brazilian agriculture. 1997.

219 f. Tese (Doctor Philosophy), Rice University, Houston, 1997.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Agricultura do Estado. **Relatório de atividades do Projeto de Irrigação.** Natal, 2001.

SAMPAIO, V. S. B.; SAMPAIO, Y. **Ensaio sobre a economia da agricultura irrigada.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

SEIFORD, L. M.; THRALL, R. M. Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 46, n. 1/2, p. 7-38, Oct./Nov. 1990.

SILVA, A. G. da. **O domínio do processo de trabalho na agricultura irrigada no Nordeste:** a persistência da parceria. Campinas: Unicamp, 1992.

_____. **Impactos do Projeto Baixo Açú na sua área de influência.** Campinas: Unicamp, 1988.

SOUZA, H. R. de. Agricultura irrigada no Semi-árido nordestino. In: _____. **Desenvolvimento sustentável no Nordeste.** Brasília, DF: IPEA, 1995.

TULKENS, H. On FDH efficiency analysis: some methodological issues and applications to retail banking, courts, and urban transit. **The Journal of Productivity Analysis**, Boston, v. 4, n. 1/2, p. 183-210, 1993.

VALENCIO, N. F. **Grandes projetos hídricos no Nordeste:** suas implicações para a agricultura do semi-árido. Natal: UFRN-Editora Universitária, 1995.

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio para realização da pesquisa e aos pareceristas anônimos da Revista Econômica do Nordeste (REN), cujos comentários e sugestões ajudaram no aprimoramento deste artigo.

Recebido para publicação em: 03.04.2008