

A Eficiência Técnica dos Colonos nos Perímetros Irrigados em Petrolina e Juazeiro: Uma Análise de Modelos de Fronteiras de Produção¹.

Jorge Luiz Mariano da Silva

* *Doutor em Economia (PIMES-UFPE)*

* *Professor Adjunto I - Departamento de Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- (UFRN)*

Yony de Sá Barreto Sampaio

* *Ph.D em Economia (University of California - EUA)*

* *Professor Titular - Departamento de Economia - Programa de Mestrado e Doutorado em Economia da Universidade Federal de Pernambuco(PIMES/UFPE).*

Resumo

O objetivo deste trabalho é medir a eficiência técnica dos colonos em seis perímetros irrigados em Petrolina-PE e Juazeiro-BA, utilizando duas abordagens diferentes de estimação de fronteiras de produção: paramétrica e não paramétrica. Na abordagem paramétrica, estima a fronteira de produção estocástica e a fronteira de produção determinística. Na abordagem não paramétrica, estima os modelos de fronteira de produção DEA (*Data Envelopment Analysis*) com retornos constantes de escala e retornos variáveis de escala, (DEA-C e DEA-V), e um modelo de fronteira de produção *FDH* (*Free Disposal Hull*). Os resultados mostraram que, entre os perímetros analisados, Bebedouro, Tourão e Mandacaru apresentaram os maiores percentuais de colonos eficientes. Esses resultados levam à suposição de que os perímetros que foram emancipados há mais tempo, administrados por sistemas de cooperativa, em que o sistema de produção dos colonos interliga-se a empresas e agroindústrias, foram relativamente mais eficientes do que os perímetros com administração dos Distritos.

Palavras-chave:

Agricultura irrigada, fronteira de produção, eficiência técnica.

¹ Este artigo tem base na tese de doutorado do primeiro autor defendida no PIMES-UFPE.

1 - INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a agricultura em Petrolina e Juazeiro vem apresentando um significativo crescimento em decorrência do impacto modernizador da irrigação. Esses municípios formaram um pólo de produção agrícola, o que lhes conferiu o reconhecimento como uma das principais regiões exportadoras da fruticultura irrigada no Brasil. A agricultura da região tornou-se mais diversificada com introdução de culturas até então difíceis de ser concebidas na região semi-árida nordestina, como a uva, o melão e a manga. Essa diversificação agrícola não se registrou apenas na variedade de culturas, mas foi também determinante para o surgimento de diversas agroindústrias processadoras de alimentos e firmas fornecedoras de insumos e implementos destinados à irrigação.

Com a presença dessas empresas, novas relações de intercâmbio foram sendo estabelecidas, a exemplo do encadeamento entre a agricultura irrigada, as agroindústrias e as firmas fornecedoras de insumos. Entre esses encadeamentos destaca-se a articulação formada entre as agroindústrias e os pequenos produtores, em que aqueles fornecem assistência técnica e insumos e estes lhes vendem a produção. Vê-se, pois, que os impactos da modernização da agricultura irrigada ultrapassam a fronteira Petrolina-Juazeiro, ao observar os encadeamentos com outros setores da economia através do uso de insumos, máquinas, etc., e através do processamento, transporte e comercialização dos produtos².

O propósito deste trabalho é avaliar a eficiência técnica dos colonos nos perímetros irrigados em Petrolina e Juazeiro. Para obter indicadores da eficiência dos colonos nos perímetros, será estimada uma fronteira de produção em cinco diferentes modelos. A avaliação dos escores de eficiência técnica desses modelos permitirá discernir se os colonos nos perímetros irrigados estão utilizando eficientemente a tecnologia de irrigação.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: na seção 2, faz-se uma caracterização da área de estudo; na seção 3, apresenta-se a metodologia utilizada, e a base de dados para estimar as fronteiras de produção e suas medidas de eficiência; na seção 4, discutem-se os resultados da eficiência dos colonos por perímetros de acordo com os modelos; na seção 5, contemplam-se as principais conclusões decorrentes da análise dos dados.

2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

No pólo Petrolina-Juazeiro estão localizados os principais projetos de irrigação da CODEVASF, implantados no Vale do São Francisco, tais como Senador Nilo Coelho, Bebedouro, Maniçoba, Mandacaru, Curaçá e Tourão.

O perímetro Senador Nilo Coelho foi implantado a partir de 1983, sendo, atualmente, o maior projeto de irrigação da região. Sua administração é gerida pela CODEVASF. Cobre uma extensão de 41.685 hectares, dos quais 16.054 irrigáveis e 27.392 de sequeiro. A área irrigada abriga 1.444 colonos com lotes, em média, de seis hectares, e 131 empresas com lotes variando entre 12 e 59 hectares. Entre as principais culturas de destaque estão a manga, a banana e a uva. Nos últimos anos, os produtores deste perímetro vêm substituindo as culturas temporárias por culturas permanentes, transformando esse perímetro um dos principais produtores da fruticultura irrigada na região.

O perímetro de Bebedouro, fundado em 1964, possui uma área irrigada de 2.418 hectares. Desse total, 1.494 estão distribuídos em 141 lotes ocupados por colonos. Nesse projeto, a Embrapa mantém uma estação experimental, e serviços de produção de sementes. Destaca-se, ainda, o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido e uma estação de Piscicultura. Da fruticultura irrigada sobressai a uva, que representa cerca de 50% da área cultivada. Esse perímetro se encontra emanci-

² PIMES/UFPE(1991)

pado desde 1980, sendo administrado pela Cooperativa Agrícola mista do projeto de Irrigação de Bebedouro – CAPIM.

O projeto Maniçoba, implantado em 1982, está localizado no município de Juazeiro, no Estado da Bahia. Possui uma área de 12.317 hectares, dos quais 4.292 são irrigáveis. Desse total, 1.914 são cultivados por colonos, e 2.378 por empresas. Os principais produtos são a cana-de-açúcar, a uva, o coco e a banana. A administração desse perímetro é gerida pelo Distrito de Irrigação de Maniçoba -DIM.

O perímetro de Mandacaru, também localizado no município de Juazeiro, possui uma área de 419 hectares irrigáveis, dos quais 368 são cultivados por colonos e 51 por empresas. O perímetro foi implantado com uma seleção criteriosa dos técnicos responsáveis, como consequência, a maior parte dos colonos selecionados recebeu treinamento em práticas e técnicas de irrigação. Os principais produtos cultivados no perímetro são a manga, e a uva. Emancipado desde 1989, tem como atual administração a Cooperativa Agrícola Mista do Projeto de Irrigação de Mandacaru – CAPIM. Todo planejamento, assistência técnica, comercialização fica a cargo dessa cooperativa.

O perímetro de Curaçá possui uma área de 4.350 hectares irrigáveis, sendo 1.964 de colonos e 2.385 de empresas. Atualmente, a administração está sob a custódia do Distrito de Irrigação de Curaçá – DIC, e da União de Produtores do Perímetro de Irrigação de Curaçá – UPROPIC.

Os principais produtos aí cultivados são tomate, melão e manga. O projeto de Tourão é um perímetro eminentemente de irrigação privada, possuindo uma área de 10.710 hectares, 211 dos quais estão distribuídos em 37 lotes do tipo unidades familiares e 10.500 foram divididos em 14 lotes destinados as empresas. As culturas predominantes nesse perímetro são o melão, a manga e a cana-de-açúcar, a qual é processada pela usina AGROVALE.

3 - METODOLOGIA

3.1- Amostra

As informações usadas na estimação da fronteira de produção foram abstraídas dos questionários da pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda” realizada pela FADE/UFPE por solicitação da CODEVASF. Neste trabalho, foram utilizados apenas os questionários referentes aos colonos nos perímetros da região de Petrolina e Juazeiro. No desenho amostral, procurou-se manter a representatividade dos colonos existentes nos perímetros. A pesquisa usou como critério para seleção da amostra a variância da área irrigada. Sendo assim, a amostragem foi conservadora para assegurar um nível de significância mínimo. A TABELA 1, a seguir, mostra o universo de colonos, a amostra obtida na pesquisa e a amostra final utilizada neste estudo.

TABELA 1
PÓLOS DE IRRIGAÇÃO JUAZEIRO/PETROLINA, 1998
UNIVERSO DE COLONOS, AMOSTRA DA PESQUISA E AMOSTRA FINAL UTILIZADA.

Perímetros	Universo de Colonos	Amostra da Pesquisa	Amostra final utilizada
Nilo Coelho	1.437	134	117
Bebedouro	129	13	12
Curaçá	267	27	27
Maniçoba	234	24	21
Mandacaru	53	11	7
Tourão	34	13	11
Total	2.154	222	195

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

Percebe-se, nesta tabela, que a amostra final utilizada difere, ligeiramente, da amostra obtida na pesquisa. Entretanto, o descarte foi necessário em função da ausência de algumas informações utilizadas neste estudo. Dessa forma, a amostra final foi de 195 colonos distribuídos da seguinte forma: Bebedouro 12, Tourão 11, Maniçoba 21, Mandacaru 7, Curaçá 27 e Nilo Coelho 117.

3.1.1- Variáveis

Para estimar a fronteira de produção com agregação de todos os produtos, usou-se como variável dependente o valor da produção das culturas irrigadas (valor das quantidades produzidas, menos perdas). As variáveis explicativas foram: área irrigada, gastos com insumos, capital, irrigação e mão-de-obra. A variável área irrigada representa a área cultivada com todas as culturas irrigadas. Os gastos com insumos representam as despesas com as aquisições de sementes, mudas, adubos, fertilizante, defensivos e herbicidas. A variável capital representa a soma do valor dos equipamentos e das benfeitorias. A variável irrigação corresponde aos gas-

tos com água. A mão-de-obra foi medida em homens/dias de trabalho ao ano.

3.2- Os Modelos de Fronteira de Produção

Nos últimos anos, diversos trabalhos procuraram analisar a eficiência técnica e econômica de firmas ou produtores, utilizando modelos econométricos, e de programação matemática para estimar o desempenho dos produtores em relação à fronteira de produção. Na construção de fronteira, admitem-se certos pressupostos econométricos (fronteiras paramétricas) ou simplesmente toma-se o conjunto de dados da amostra (fronteiras não paramétricas). Neste estudo, serão utilizadas fronteiras paramétricas e não paramétricas para analisar a eficiência técnica dos colonos nos perímetros irrigados. Na abordagem não paramétrica, serão estimados três modelos: dois modelos DEA (*Data Envelopment Analysis*), um deles com retornos constantes de escala, outro com retornos variáveis de escala, e um modelo *FDH* (*Free Disposal Hull*). Entre as fronteiras paramétricas, uma é estocástica, com erro composto, e a outra é determinística, com erro unilateral.

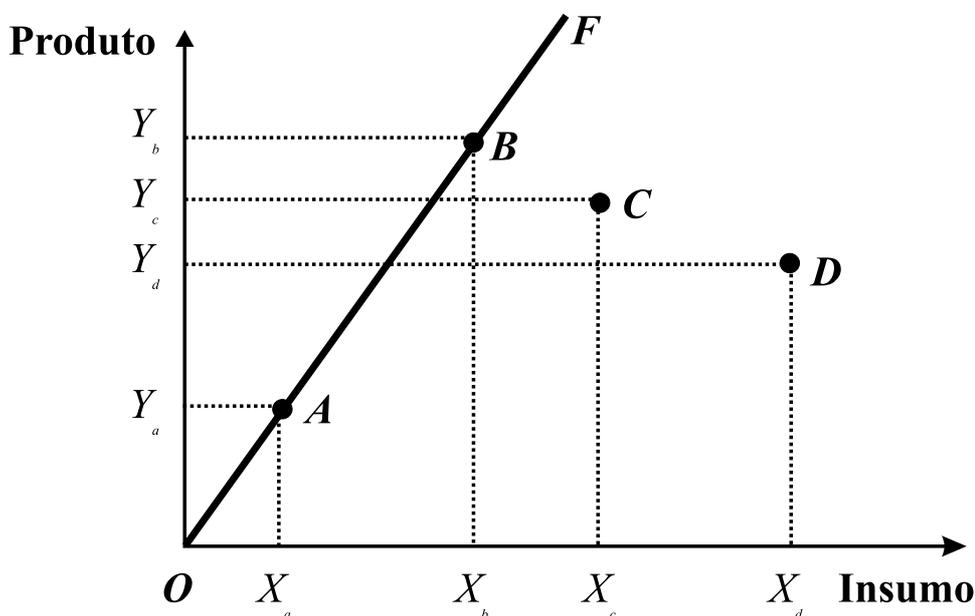


FIGURA 1

FRONTEIRA DE PRODUÇÃO DEA COM RETORNOS CONSTANTES DE ESCALA

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

3.2.1 - Fronteira de produção DEA - C

Os modelos de fronteira DEA (*Data Envelopment Analysis*) surgiram a partir do trabalho pioneiro de Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Nos últimos anos, diversos trabalhos desenvolveram sua metodologia e expandiram a aplicação desses modelos, Seiford (1990), Lovell (1993), Coelli (1995), Mukherjee (1997). Os modelos DEA partem da hipótese básica de que é possível construir uma fronteira de produção com segmentos lineares, “fronteira de melhor prática”, usando firmas reais em seus pontos extremos, e firmas inventadas ou compostas por combinações convexas. As firmas eficientes ficam sobre a fronteira, enquanto as menos eficientes situam-se abaixo da fronteira.

A FIGURA 1 faz uma ilustração da fronteira construída com a suposição de retornos constantes de escala, DEA-C. Essa fronteira é representada pela linha OF. Os produtores que apresentarem a razão de insumo-produto sobre a fronteira são considerados eficientes. Por outro lado, aqueles que revelarem essa razão abaixo da fronteira são classificados como ineficientes. Na Figura 1, os produtores eficientes são representados pelos pontos A e B sobre a fronteira e os ineficientes pelos pontos C e D.

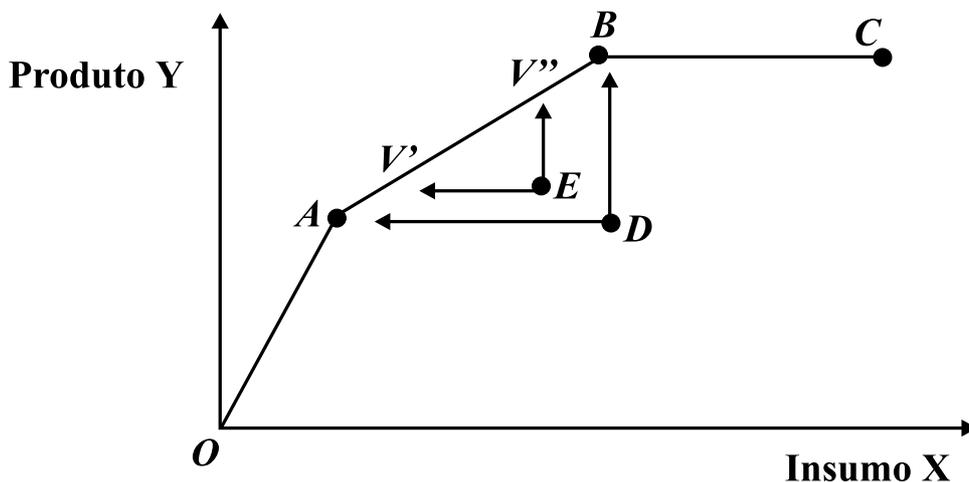


FIGURA 2

FRONTEIRA DE PRODUÇÃO DEA COM RETORNOS VARIÁVEIS DE ESCALA

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

O modelo DEA-C, com orientação produto, pode ser representado pela seguinte estrutura de programação matemática:

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

Assume-se, que existem n produtores que produzem m produtos com k insumos. Para o i -ésimo produtor estas informações são representadas por Y_i e X_i . As matrizes Y e X representam informações de produtos e insumos de todos os produtores. Nesse estudo, $n = 195$, $m = 1$ 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 dos produtores são obtidos invertendo-se o valor de θ . Isto é: Eficiência técnica = $1/\theta$. Este valor indica a (in)eficiência do produtor em atingir um maior nível de produto, dadas as quantidades de insumos utilizadas. Os escores de eficiência variam no intervalo entre zero e um. Quando o valor do escore de eficiência for igual a unidade significa que o produtor está sobre a fronteira. Portanto, é tecnicamente efi-

ciente. Isto é, quanto mais próximo da unidade mais eficiente é o produtor. Por outro lado, quanto mais próximo a zero mais distante o produtor estará da fronteira e será mais tecnicamente ineficiente.

3.2.2 - Fronteira de produção DEA - V

A construção da fronteira de produção do modelo DEA com retornos variáveis de escala está ilustrada na FIGURA 2. Os pontos OABC, e as combinações convexas dos pontos A e B, (V' e V'') formam a fronteira com retornos variáveis de escala. Conseqüentemente, os pontos E e D são ineficientes por estarem localizados abaixo da fronteira.

Na sua estruturação de programação matemática o modelo DEA-V é similar ao DEA-C, admite apenas uma restrição adicional de que a soma dos pesos seja igual à unidade. Permite-se, assim, que a tecnologia de referência apresente retornos variáveis de escala. Com orientação produto, esse modelo é representado pelo seguinte problema de programação:

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } & \theta_i \\ \text{Sujeito a } & X\lambda \leq X_i \\ & \theta Y_i - Y\lambda \leq 0, \end{aligned}$$

$$\sum_1^n \lambda_i = 1 \quad (2)$$

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

3.2.3 - Fronteira de produção FDH

Uma característica importante do modelo de fronteira com livre descarte de recursos, modelo FDH, *Free Disposal Hull*, é o conceito de dominância, Tulkens (1993). Uma unidade produtiva é considerada dominante em relação à outra, quando ela alcançar uma maior produção ou, produzindo o mesmo nível de produto, tenha utilizado uma menor quantidade, no mínimo de um insumo. As unidades produtivas eficientes e dominantes são aquelas que, além de serem eficientes, dominam uma ou mais unidades. As unidades eficientes não dominantes, também chamadas “eficientes por *default*”, são aquelas que não podem ser comparadas com nenhuma outra. Elas são consideradas eficientes por ausência de outras unidades, cujos indicadores sejam semelhantes aos seus. Sendo assim, existe um viés do método em favor daquelas unidades que se situam nesta classe, em que as observações são escassas. A FIGURA 3 mostra a representação dessa fronteira. O produtor locali-

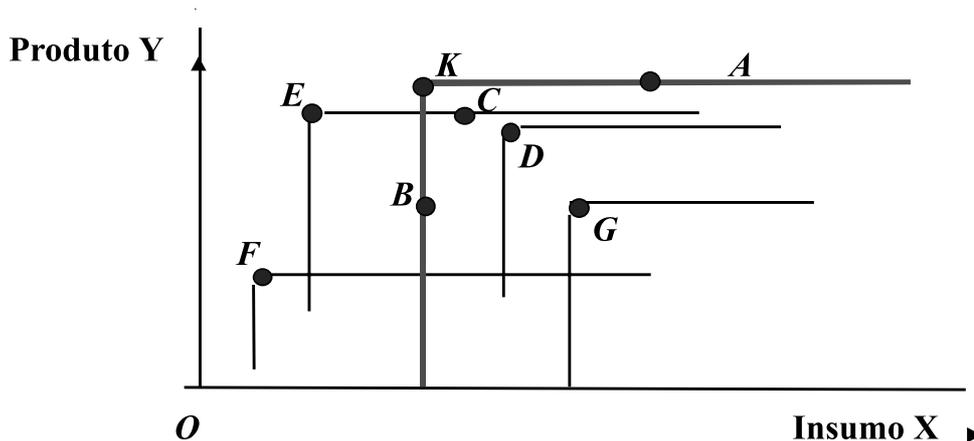


FIGURA 3
FRONTEIRA DE PRODUÇÃO FDH

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

zado no ponto K é eficiente em relação a todos os outros localizados abaixo ou à direita da fronteira. Isto é, em relação ao ponto B, o produtor K produz uma maior quantidade de produtos com a mesma quantidade de insumos. Por outro lado, em relação ao ponto A, o produtor K produz uma mesma quantidade de produtos, porém, utiliza uma menor quantidade de insumos.

A estrutura de programação matemática desse modelo é igual ao modelo DEA-V, com a introdução de uma restrição, $\lambda_i \in \{0,1\}$:

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } & \theta_i \text{ Sujeito a } X\lambda \leq X_i, \\ & \theta, \lambda \quad \theta Y_i - Y\lambda \leq 0, \\ & \sum_1^n \lambda_i = 1 \\ & \lambda_i \in \{0,1\} \end{aligned} \quad (3)$$

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

3.2.4 - Fronteira de produção determinística

No pressuposto básico do modelo de fronteira determinística, os resíduos do modelo da regressão incorporam a ineficiência técnica dos colonos. Esta suposição é discutida nos trabalhos de Greene (1993), Neff (1993) e Coeli (1995). Admitindo-se que a tecnologia de produção possa ser representada por uma função de produção Cobb-Douglas, pode-se expressar a fronteira por:

$$y_i = Ax_{ik}\beta^k \exp(u_i) \quad (4)$$

Em que y_i é o valor da produção de cada produtor; x_{ik} é um vetor de variáveis explicativas (área irrigada, insumos, mão-de-obra, capital, irrigação); A e β_k são parâmetros do modelo de regressão e u_i representa a ineficiência técnica. A técnica utilizada para estimar essa fronteira é a de mínimos quadrados corrigidos. Neste processo, inicialmente ajustam-se mínimos quadrados à função de produção, e corrigi-se o intercepto deslocando-o para cima, adicionando o maior resíduo estimado, $(\hat{\alpha} + \text{maior } u_i)$. Uma vez estimados os parâmetros

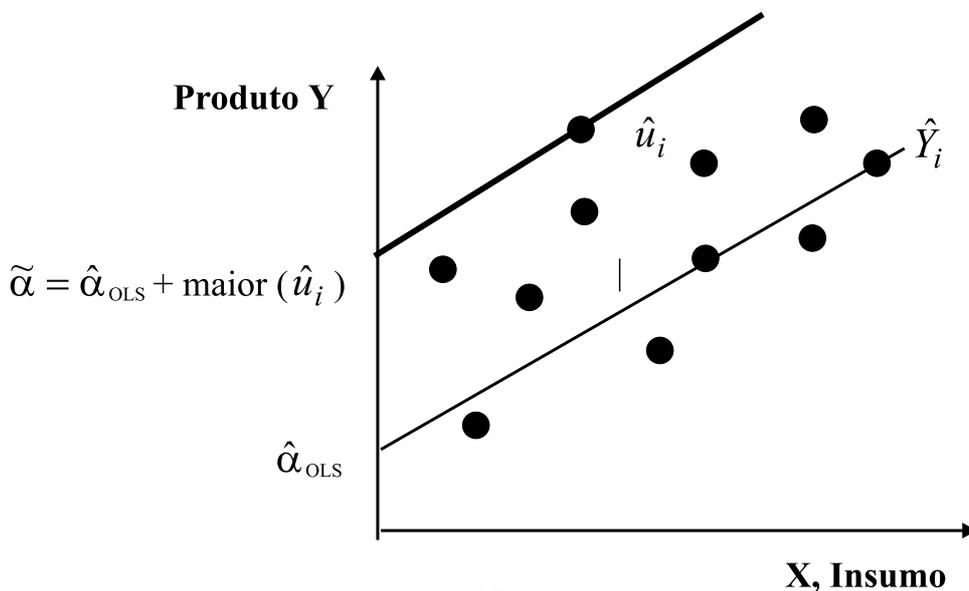


FIGURA 4
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO DE FRONTEIRA DE PRODUÇÃO DETERMINÍSTICA

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

dessa fronteira, o nível de eficiência técnica de cada colono será dado por:

$$\exp(\hat{u}_i) = Y_{\text{obs}} / (Y_{\text{ajus}} + \text{maior resíduo estimado}) \quad (5)$$

A FIGURA 4 ilustra o modelo de fronteira de produção determinística. Observa-se que a fronteira é construída, somando-se o maior resíduo estimado ao intercepto. Esse artifício permite que todos as observações, exceto aquela que foi deslocada para cima, fiquem abaixo da fronteira.

3.2.5 - Fronteira de produção estocástica

A função fronteira de produção estocástica com erro composto na forma de uma função de produção Cobb-Douglas é dada por:

$$y_i = A x_{ik} \beta_k \exp(\varepsilon), \quad \varepsilon = v_i + u_i, \quad (6)$$

em que y_i é o valor da produção, x_{ik} é um vetor de variáveis explicativas, A e β_k são parâmetros, e o termo do erro é repartido em dois componentes: o primeiro, v_i , um *white noise*, possui uma distribuição simétrica que captura erros aleatórios, fatores causais, os quais estão fora do controle do produtor. O segundo componente, u_i possui distribuição assimétrica, que mede a eficiência técnica pela distância entre o produto efetivamente observado e aquele que seria obtido na fronteira. A fronteira estocástica será estimada, considerando a suposição de que o erro unilateral possui uma distribuição *half normal*. Os escores de eficiência nessa fronteira são obtidos utilizando a técnica de separação do unilateral do erro composto³.

4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS MODELOS NÃO PARAMÉTRICOS: A EFICIÊNCIA DOS COLONOS NOS PERÍMETROS

O número de colonos eficientes por perímetros, resultante da aplicação dos modelos DEA-C, DEA-V e FDH encontra-se na TABELA 2.

No DEA-C todos os colonos dos perímetros Bebedouro, Maniçoba, Mandacaru e Curaçá foram ineficientes. Apenas os perímetros de Tourão e Nilo Coelho apresentaram colonos eficientes. Na metodologia DEA-V, apenas o perímetro de Mandacaru não apresentou colonos eficientes.

Em termos percentuais, Tourão, com 54%, foi o perímetro que mais apresentou colonos eficientes, seguidos por Nilo Coelho, com 20,5%, Maniçoba com 19%, Curaçá com 18,5% e Bebedouro com 8,3% dos colonos incluídos na amostra. Na fronteira FDH, o número de colonos eficientes por perímetros é maior. Entre esses, Tourão, Mandacaru e Bebedouro foram os mais eficientes.

Algumas observações, ainda, podem ser extraídas da comparação entre os resultados dos modelos DEA abordados:

(i) os perímetros Tourão e Nilo Coelho foram aqueles que apresentaram os maiores percentuais de colonos eficientes tanto no DEA-C como no DEA-V;

(ii) do lado oposto, todos os colonos do perímetro de Mandacaru foram ineficientes nos dois modelos DEA.

Consistente com o conhecimento do método, por ser menos restritivo que os demais, a fronteira do modelo FDH classificou um maior número de observações eficientes. A aplicação desse método resultou em mais de 50% de colonos eficientes. Neste modelo, todos os perímetros apresentaram colonos eficientes. Em termos relativos, o perímetro que apresentou mais colonos eficientes na fronteira FDH foi Tourão com 91 %, seguido por Bebedouro com 67 %, e Mandacaru com 71 %. O perímetro de Curaçá apresentou o menor percentual de colonos

³ Ver JONDROW et al (1982), GREENE (1993) SHARIF e DAR (1996).

TABELA 2

NÚMERO DE COLONOS EFICIENTES POR PERÍMETROS NOS MODELOS DEA COM RETORNOS CONSTANTES DE ESCALA, RETORNOS VARIÁVEIS DE ESCALA E FDH

Perímetros	DEA-C		DEA-V		FDH	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Bebedouro	0	0,0%	1	8,3%	8	66,7%
Tourão	1	9,1%	6	54,5%	10	91,0%
Maniçoba	0	0,0%	4	19,0%	11	52,4%
Mandacaru	0	0,0%	0	0,0%	5	71,4%
Curaçá	0	0,0%	5	18,5%	11	40,7%
Nilo Coelho	7	5,9%	24	20,5%	53	45,3%
Total	8	4,1%	40	20,5%	98	50,3%

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

Nota: As colunas (1), (3) e (5) mostram o total de produtores eficientes nos perímetros em cada um dos modelos. As colunas (2), (4) e (6) mostram o percentual de colonos eficientes em cada perímetro. A última linha mostra o total e o percentual de produtores eficientes na amostra.

eficientes, apenas 39,3%. Entretanto esse número de unidades eficientes no FDH deve-se à presença de unidades eficientes e dominantes, bem como unidades eficientes não dominantes.

Uma análise mais detalhada dos resultados dos escores do método FDH pode ser feita utilizando a TABELA 3. Nesta Tabela, as unidades produtivas são classificadas como eficientes; eficientes e dominantes; eficientes por *default*; e ineficientes. A coluna dos colonos eficientes com a aplicação do modelo de fronteira FDH foi repetida nesta Tabela, com o propósito de comparação com as demais classificações. Considerando apenas as unidades que são eficientes e dominantes, o percentual de produtores nessa classe cai para um pouco mais de 10% da amostra, isto é, 21 observações. O perímetro de Tourão apresentou maior participação relativa de colonos nessa classe, com 36% dos colonos pesquisados neste perímetro. Levando em consideração apenas aquelas unidades produtivas que foram classificadas como eficientes por falta de comparação com outras, percebe-se que o número de colonos nessa categoria atinge aproximadamente 40% da amostra.

A TABELA 3 revela que todos os colonos considerados eficientes no perímetro de Bebedouro são,

na verdade, eficientes por *default*. Os perímetros que tiveram menor percentual de produtores eficientes nesta classe foram Curaçá e Nilo Coelho. A mesma Tabela, também mostra o número de colonos ineficientes identificado pelo FDH. No total, esse número equivale a 49,7 % da amostra. Os perímetros com maior percentual de colonos nesta classe foram Curaçá, Nilo Coelho, e Maniçoba, respectivamente com 59%, 54% e 47% dos colonos pesquisados nos respectivos perímetros.

Dos resultados obtidos, pode-se destacar que:

(i) Os escores de eficiência obtidos do modelo de fronteira FDH foram classificados em três grupos: o grupo de colonos que se sobressai aos outros, isto é, os eficientes e dominantes; o segundo representando os não comparáveis, isto é, eficientes por *default*; e o terceiro representado por aqueles considerados piores do que os outros, ou seja, os dominados, por isso, ineficientes.

(ii) Cerca de 50% do número de colonos nos perímetros pesquisados foram considerados como ineficientes, no modelo de fronteira FDH. Suas unidades produtivas foram consideradas dominadas por uma ou mais unidades dos demais colonos;

(iii) Em termos relativos, os perímetros que apresentaram uma menor frequência de colonos ineficientes foram Tourão, Mandacaru e Bebedouro. Por outro lado, os grupos mais ineficientes foram concentrados em Curaçá e Nilo Coelho, enquanto o maior percentual de colonos eficientes concentrou-se em Tourão.

(iv) Tourão, Mandacaru e Nilo Coelho foram os perímetros que apresentaram os maiores percentuais de colonos eficientes e dominantes.

As Tabelas 4 e 5 mostram, respectivamente, um sumário estatístico dos cinco primeiros e dos cinco últimos colonos com mais baixo escore de eficiência obtido pelo FDH. Obviamente, essas tabelas são construídas, omitindo-se as unidades eficientes.

Alguns comentários iniciais precisam ser destacados. Primeiro, o escore de eficiência resultante fornece uma medida radial de eficiência em produto, ou melhor, para uma mesma quantidade de insumo, a unidade produtiva dominada deveria ter atingido um nível mais alto de produto. Nota-se que o escore de eficiência resultante é igual à razão entre a produção da unidade produtiva dominada pela dominante. Por exemplo, na TABELA 4, a unidade 45, em Curaçá, atingiu um escore próximo da unidade, 0.968, equivalente à razão de sua produção sobre a produção

da unidade eficiente dominante, 27870/28800. Assim, a produção da unidade dominada representa 96,8% da unidade dominante. Essa mesma interpretação pode ser feita com os escores da TABELA 5. Nessa Tabela, a unidade 135 obteve um escore de eficiência de apenas 0.014. Esse valor representa 1,4% da produção alcançada pela unidade dominante. Segundo, o método FDH identifica para cada uma das unidades produtivas mais ineficientes aquelas que as dominam. A unidade dominante é aquela que, tendo um maior produto, não usa mais insumos e utiliza estritamente uma menor quantidade de um insumo⁴.

Observando a TABELA 4, percebe-se que entre os cinco primeiros colonos com piores escores de eficiência, três deles localizados no perímetro de Curaçá foram ineficientes quando comparados com outros do perímetro de Tourão; um colono do perímetro de Nilo Coelho foi também ineficiente, quando comparado com outro do mesmo perímetro. Explicando, ainda, os resultados desta Tabela, nota-se que na observação 149 o produtor no perímetro de Nilo Coelho — produzindo acerola e coco — foi ineficiente em relação a um outro do mesmo perímetro que produziu manga, banana e goiaba. Isso significa que os produtores dominantes foram eficientes porque conseguiram atingir um maior valor da produção e usaram uma menor quantidade de todos os insumos.

TABELA 3
COLONOS EFICIENTES; EFICIENTES E DOMINANTES;
E EFICIENTES POR *DEFAULT*: ANÁLISE DO MODELO FDH

Perímetros	Colonos por perímetro	Eficientes	%	Eficientes e dominantes	%	Eficientes Por default	%	Ineficientes	%
Bebedouro	12	8	67	-	0	8	67	4	33
Tourão	11	10	91	4	36	6	55	1	9
Maniçoba	21	11	52	1	9	10	48	10	47
Mandacaru	7	5	71	1	14	4	57	2	28
Curaçá	27	11	40	2	7	9	33	16	59
Nilo Coelho	117	53	45	13	11	40	34,2	64	54
Total	195	98	50,3	21	10	77	39,5	97	49,7

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

⁴ TULKENS (1993).

TABELA 4
SUMÁRIO ESTATÍSTICO DAS CINCO PRIMEIRAS UNIDADES PRODUTIVAS COM
MAIS BAIXO ESCORE DE EFICIÊNCIA NO MODELO FDH, UNIDADE
DOMINANTE E PRINCIPAIS INFORMAÇÕES.

Obs	Perímetro	Escore	Produtos	Dominância	Valor da Produção (R\$)	Área Colhida (hectare)	Gasto com Insumos (R\$)	Capital (R\$)	Gasto com água (R\$)	Homens/Dia
45	Curaçá	0.968	Feijão, cebola, coco e melancia	Dominada	27870	17.5	11640	4785	2890	360
16	Tourão	1.000	Cebola e melão	Dominante	28800	10	5080	3165	2050	312
149	Nilo Coelho	0.914	Acerola e coco	Dominada	6125	8	6501	6500	350	640
183	Nilo Coelho	1.000	Manga, banana e goiaba	Dominante	6700	6.5	4705	3180	240	288
47	Curaçá	0.846	Coco e melancia	Dominada	8460	3.3	1947	7630	2920	1560
14	Tourão	1.000	Cebola	Dominante	10000	2.5	1184	4290	1200	312
137	Nilo Coelho	0.753	Banana	Dominada	75000	6	2974	7956	2970	936
13	Tourão	1.000	Feijão e cebola	Dominante	99620	4	279	2625	1200	936
61	Curaçá	0.750	Manga	Dominada	7500	4	3048	5215	2160	312
14	Tourão	1.000	Cebola	Dominante	10000	2.5	1184	4290	1200	312

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”. FADE/UFPE

Na TABELA 5, entre os cinco últimos colonos com piores escores de eficiência, o método identificou a mesma observação dominante, isto é, aquele de número 13, um colono no perímetro de Tourão. Comparando as unidades dominadas com a dominante, observa-se que esta última obteve um maior valor da produção e utilizou uma menor quantidade de alguns insumos em comparação com as dominadas. Essa é uma informação muito relevante, porque fornece o desempenho de uma unidade, em relação àquela de melhor performance efetiva.

4.1 - Análise Comparativa da Eficiência dos Colonos por Perímetros Entre os Modelos Paramétricos e não Paramétricos.

Nesse tópico, uma análise comparativa dos perímetros é feita, tomando como referência os níveis de eficiência alcançados pelos colonos. Com o propósito de manter uma coerência na comparação da eficiência dos perímetros, a análise será feita com Tabelas e Gráficos e terá como base uma classificação relativa dos perímetros mais eficientes e dos mais ineficientes. Esse procedimento deve ser tomado

TABELA 5
SUMÁRIO ESTATÍSTICO DAS CINCO ÚLTIMAS UNIDADES PRODUTIVAS
COM MAIS BAIXO ESCORE DE EFICIÊNCIA NO MODELO FDH,
UNIDADE DOMINANTE E PRINCIPAIS INFORMAÇÕES.

Obs	Perímetro	Escore	Produtos	Dominância	Valor da Produção (R\$)	Área Colhida (hectare)	Gasto com Insumos (R\$)	Capital (R\$)	Gasto com água (R\$)	Homens/Dia
135	Nilo Coelho	0.014	Banana e goiaba	Dominada	1450	4	2030	8585	240	936
147	Nilo Coelho	0.012	Manga	Dominada	1200	6	3410	28705	2400	936
86	Nilo Coelho	0.011	Banana e goiaba	Dominada	1160	4.25	1387	4020	3420	1008
65	Curaçá	0.008	Manga, feijão, coco e limão	Dominada	830	8.5	5108	3130	1440	936
84	Nilo Coelho	0.004	Coco, goiaba e mamão	Dominada	400	7	4736	3630	2400	984
13	Tourão	1.000	Feijão e cebola	Dominante	99260	4	279	2625	1200	936

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”. FADE/UFPE

pelo fato de que apenas os modelos não paramétricos apresentaram escores de eficiência igual à unidade, enquanto que nos modelos de fronteiras paramétricas os escores de eficiência foram menores do que um, com ressalva da única unidade eficiente na fronteira determinística estimada por mínimos quadrados corrigidos.

Dessa forma, procurou-se usar um critério de classificação relativa, isto é, serão classificados como eficientes aqueles perímetros que apresentaram os maiores percentuais de colonos com escores acima de 0.6, e ineficientes, aqueles com maiores percentuais de colonos com escores abaixo desse valor.

As Tabelas 6 a 10 e os Gráficos 1 a 5 mostram, respectivamente, as distribuições dos colonos por perímetro, de acordo como os escores de eficiência das fronteiras determinística, estocástica, DEA-C, DEA-V, e FDH.

Obedecendo à seqüência acima, quanto à classificação da eficiência percebe-se que na fronteira determinística, TABELA 6 e FIGURA 5, os perímetros de Bebedouro, Mandacaru e Tourão foram aqueles que apresentaram os maiores percentuais de produtores com eficiência acima de 0.6. Nos dois primeiros perímetros, todos os colonos tiveram escores de eficiência entre 0.6 ou menos de 0.8. Em Tourão, mais de 63% dos colonos apresentaram escores nessa classe, e apenas um colono atingiu um escore entre 0.8 ou menos de 1. Por outro lado, os perímetros com maiores percentuais de colonos ineficientes foram Maniçoba, com 61,9% de seus colonos, Nilo Coelho, com 50,5% e Curaçá, com 40,7%.

No caso da fronteira paramétrica estocástica, TABELA 7 e FIGURA 6, os perímetros com maiores percentuais de colonos com escores acima de 0.6 foram Bebedouro, Tourão e Mandacaru. Neste

TABELA 6
DISTRIBUIÇÃO DOS COLONOS POR PERÍMETROS DE ACORDO
COM A CLASSE DE EFICIÊNCIA NA FRONTEIRA DETERMINÍSTICA

Perímetros	Classe de Eficiência					
	0 — < 0.20 %	0.2 — < 0.4 %	0.4 — < 0.6 %	0.6 — < 0.8 %	0.8 — < 1 %	1 %
Bebedouro	-	-	-	100	-	-
Tourão	-	-	27.3	63.6	9.1	-
Maniçoba	-	-	61.9	38.1	-	-
Mandacaru	-	-	-	100	-	-
Curaçá	-	3.7	37.0	59.3	-	-
Nilo Coelho	-	0.9	49.6	44.4	4.2	0.9

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”. FADE/UFPE.

último, todos os colonos ficaram na classe de eficiência de 0.8 ou menos de 1. Isso revela uma certa homogeneidade no desempenho dos colonos desse perímetro. Em contrapartida, aqueles perímetros com maiores percentuais de colonos ineficientes foram Maniçoba, Curaçá e Nilo Coelho.

Nos modelos de fronteira não paramétricos DEA e FDH, as unidades produtivas são classificadas como eficientes se apresentarem escores

iguais à unidade e ineficientes com escores abaixo de um. Entretanto, como anteriormente demonstrado, para efeito de comparação com os resultados das fronteiras paramétricas, o critério da classificação será mantido.

A análise dos escores da fronteira DEA com retornos constantes de escala, TABELA 8 e FIGURA 7, revela que os perímetros com maiores percentuais de produtores com escores acima de

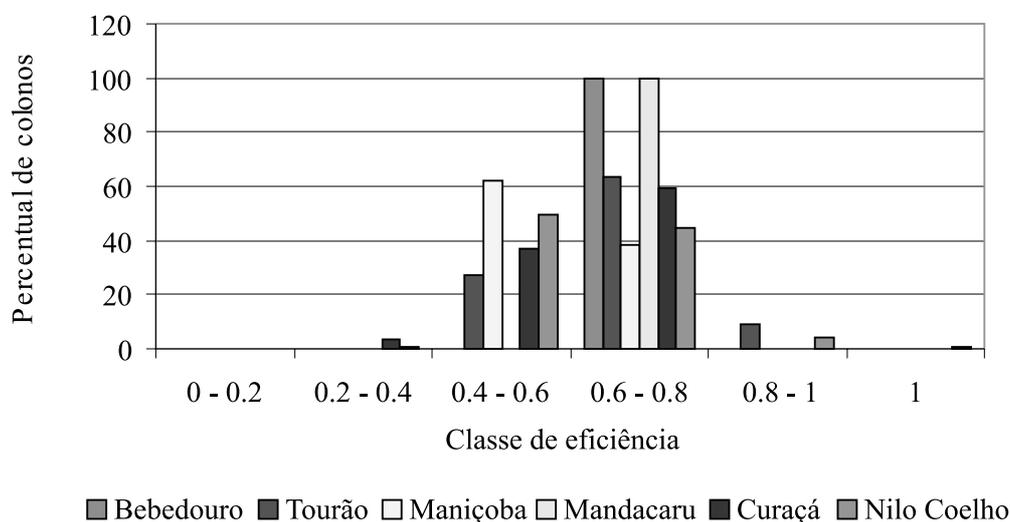


FIGURA 5
DISTRIBUIÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS COLONOS
POR PERÍMETRO. FRONTEIRA DETERMINÍSTICA

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

TABELA 7
DISTRIBUIÇÃO DOS COLONOS POR PERÍMETROS DE ACORDO
COM A CLASSE DE EFICIÊNCIA NA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA

Perímetros	Classe de Eficiência					
	0 — < 0.20 %	0.2 — < 0.4 %	0.4 — < 0.6 %	0.6 — < 0.8 %	0.8 — < 1 %	1 %
Bebedouro	-	-	-	16.7	83.3	-
Tourão	-	-	-	27.3	72.7	-
Maniçoba	-	-	23.8	47.6	28.6	-
Mandacaru	-	-	-	-	100	-
Curaçá	-	3.7	11.1	40.7	44.5	-
Nilo Coelho	0.9	0.9	6.8	59.8	31.6	-

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”. FADE/UFPE.

0.6 foram Bebedouro, com 16,7% de seus colonos, Tourão, com 27,3% e Mandacaru, com 14,1%. Os perímetros com maior percentual de produtores abaixo de 0.6 foram Maniçoba, com 100% de seus colonos, Curaçá com, 92,6% e Nilo Coelho, com 85,5%.

Dos escores da fronteira DEA com retornos variáveis, TABELA 9 e FIGURA 8, percebe-se que 63,6% dos colonos de Tourão e 32,3% dos colonos de Bebedouro ficaram com escores acima de 0.6. Os perímetros com maior percentual de colonos abaixo desse escore foram Maniço-

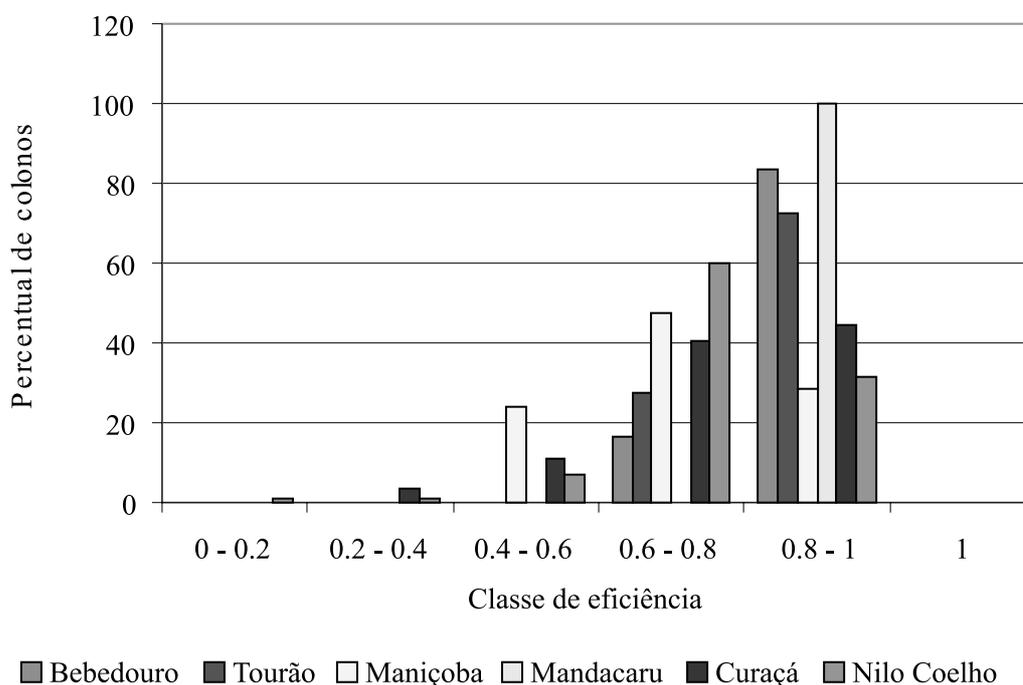


FIGURA 6
DISTRIBUIÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS COLONOS
POR PERÍMETRO. FRONTEIRA ESTOCÁSTICA

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

TABELA 8
DISTRIBUIÇÃO DOS COLONOS POR PERÍMETROS DE ACORDO COM A
CLASSE DE EFICIÊNCIA NA FRONTEIRA DEA COM RETORNOS CONSTANTES DE ESCALA

Perímetros	Classe de Eficiência					
	0 — < 0.20 %	0.2 — < 0.4 %	0.4 — < 0.6 %	0.6 — < 0.8 %	0.8 — < 1 %	1 %
Bebedouro	33.3	25.0	25.0	16.7	-	-
Tourão	18.1	27.3	27.3	9.1	9.1	9.1
Maniçoba	85.7	9.5	4.8	-	-	-
Mandacaru	42.9	42.9	-	-	14.1	-
Curaçá	81.5	11.1	-	7.4	-	-
Nilo Coelho	81.2	4.3	5.1	0.9	2.5	6.0

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”. FADE/UFPE.

ba, com 81 % de seus colonos, Curaçá, com 74,1% e Nilo Coelho, com 76,8%.

Analisando os escores de eficiência do modelo de fronteira FDH, TABELA 10 e FIGURA 9, novamente Tourão com 90,9% dos colonos, Bebedouro, com 66,7 % e Mandacaru, com 71,4 %, foram os perímetros com maiores percentuais de colonos com escores acima de 0.6. Abaixo desse valor, os que apresentaram os mai-

ores percentuais foram Curaçá, com 48,2 %, Maniçoba, com 47,6 % e Nilo Coelho, com 47,0 % dos seus colonos.

A TABELA 11 e o FIGURA 10 mostram a eficiência média dos colonos por perímetros nos cinco modelos de fronteira analisados. Em todas as fronteiras estimadas, os maiores escores de eficiência média foram encontrados nos perímetros de Bebedouro, Tourão e Mandacaru.

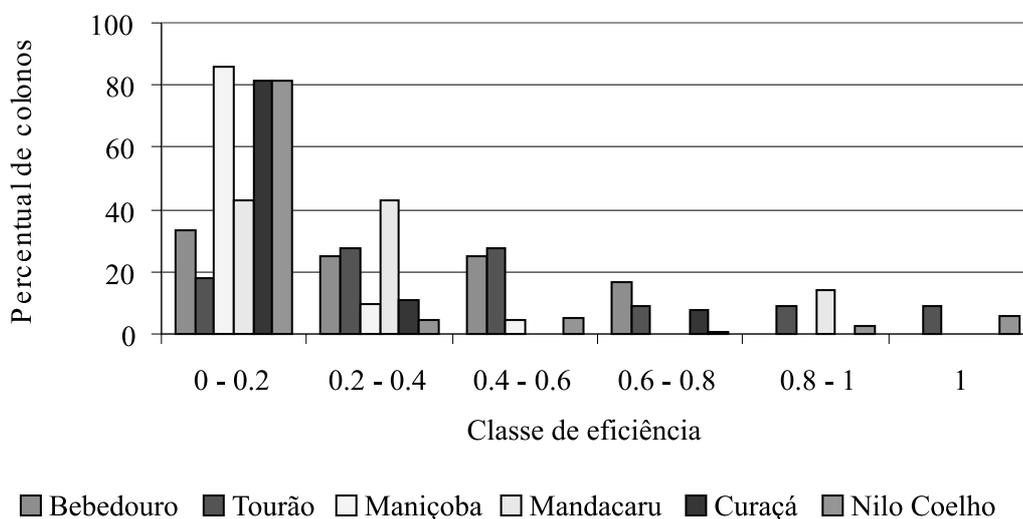


FIGURA 7
DISTRIBUIÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS COLONOS POR PERÍMETRO.
FRONTEIRA DEA COM RETORNOS CONSTANTES DE ESCALA

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

TABELA 9

DISTRIBUIÇÃO DOS COLONOS POR PERÍMETROS DE ACORDO COM A CLASSE DE EFICIÊNCIA NA FRONTEIRA DEA COM RETORNOS VARIÁVEIS DE ESCALA.

Perímetros	Classe de Eficiência					
	0 — < 0.20 %	0.2 — < 0.4 %	0.4 — < 0.6 %	0.6 — < 0.8 %	0.8 — < 1 %	1 %
Bebedouro	25.0	25.0	16.7	16.7	8.3	8.3
Tourão	9.1	18.2	9.1	9.1	-	54.5
Maniçoba	76.2	-	4.8	-	-	19.0
Mandacaru	42.9	28.5	-	14.3	14.3	-
Curaçá	59.3	14.8	-	7.4	-	18.5
Nilo Coelho	70.1	5.1	1.7	2.6	-	20.5

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”. FADE/UFPE.

Esses resultados mostram que, independentemente dos métodos empregados na estimação da fronteira, os colonos desses perímetros apresentaram os maiores escores de eficiência média. Os demais perímetros, Nilo Coelho, Curaçá e Maniçoba exibiram em todas as fronteiras os menores escores de eficiência média.

Desta análise, percebe-se que, apesar da diferença entre os métodos e modelos, as classificações dos perímetros mais eficientes e mais ineficientes foram iguais em todos eles. Os perímetros de Bebedouro, Tourão e Mandacaru apresentaram os maiores percentuais de produtores com escore acima de 60 C% de eficiência. Além disso, os colonos

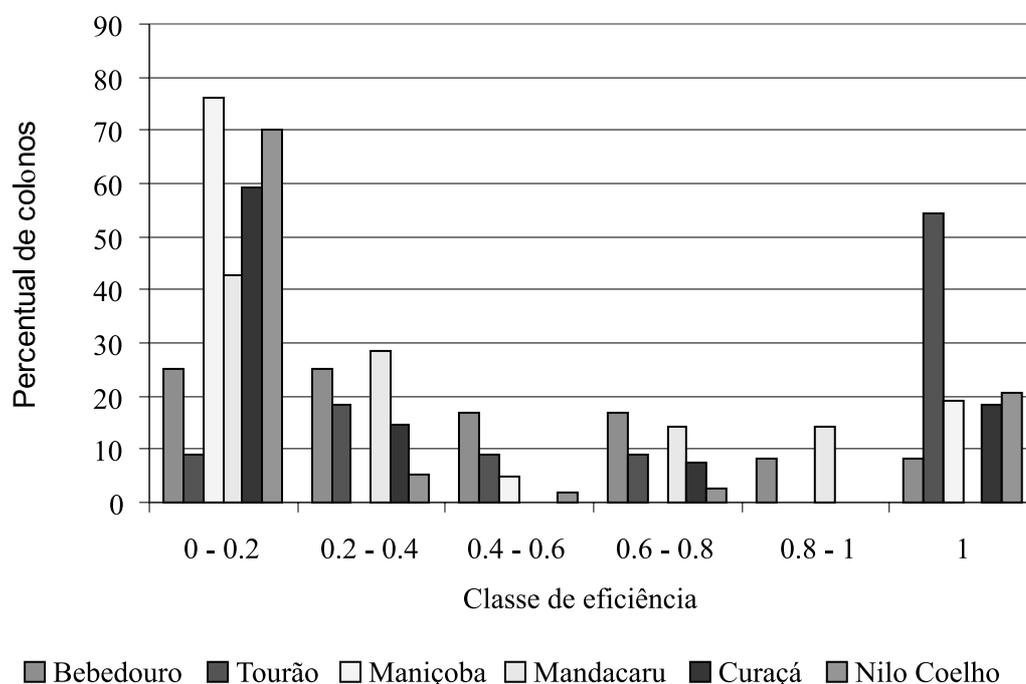


FIGURA 8

DISTRIBUIÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS COLONOS POR PERÍMETRO. FRONTEIRA DEA COM RETORNOS VARIÁVEIS DE ESCALA

TABELA 10
DISTRIBUIÇÃO DOS COLONOS POR PERÍMETROS DE ACORDO
COM A CLASSE DE EFICIÊNCIA NA FRONTEIRA FDH.

Perímetros	Classe de Eficiência					
	0 — < 0.20 %	0.2 — < 0.4 %	0.4 — < 0.6 %	0.6 — < 0.8 %	0.8 — < 1 %	1 %
Bebedouro	8.3	8.3	16.7	-	-	66.7
Tourão	-	9.1	-	-	-	90.9
Maniçoba	19.0	19.0	9.6	-	-	52.4
Mandacaru	14.3	-	14.3	-	-	71.4
Curaçá	22.2	11.1	14.9	3.7	7.4	40.7
Nilo Coelho	33.3	9.4	4.3	6.8	0.9	45.3

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”. FADE/UFPE.

desses perímetros apresentaram os maiores escores de eficiência média em todos os modelos estimados. Por outro lado, os perímetros de Maniçoba, Curaçá e Nilo Coelho apresentaram os maiores percentuais de colonos com escores abaixo de 60% de eficiência. Esses perímetros, também, revelaram os menores escores de eficiência média.

5 - CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo medir a eficiência técnica dos colonos na produção de culturas irrigadas em seis perímetros de irrigação em Petrolina e Juazeiro. O escore de eficiência técnica dos colonos permite classificá-los como eficientes e ineficientes. Aqueles

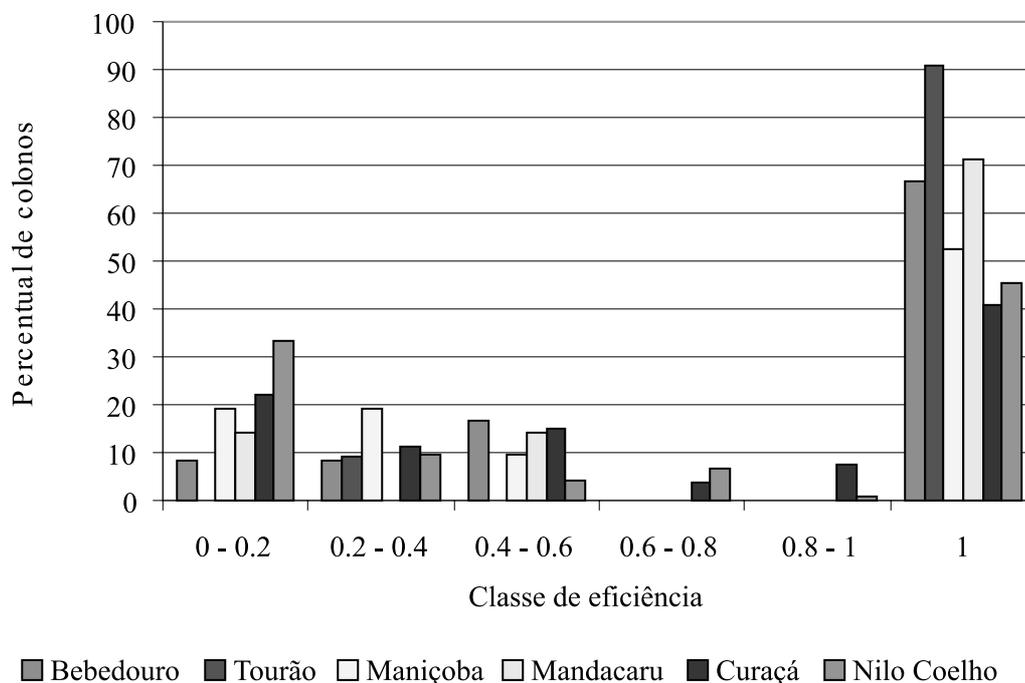


FIGURA 9
DISTRIBUIÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS COLONOS
POR PERÍMETRO. FRONTEIRA FDH

TABELA 11
EFICIÊNCIA MÉDIA DOS
COLONOS NOS PERÍMETROS

Perímetros	Fronteiras paramétricas		Fronteiras não paramétricas		
	Estocástica	Determinística	DEA-C	DEA-V	FDH
Bebedouro	0.846	0.694	0.329	0.449	0.775
Tourão	0.827	0.683	0.474	0.721	0.929
Maniçoba	0.712	0.575	0.085	0.258	0.652
Mandacaru	0.834	0.681	0.278	0.353	0.799
Curaçá	0.746	0.601	0.137	0.333	0.628
Nilo Coelho	0.737	0.608	0.173	0.289	0.570

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”. FADE/UFPE.

produtores que atingiram escores de eficiência mais próximos da fronteira são classificados como eficientes. Isto é, os colonos foram eficientes, porque conseguiram alcançar um valor da produção mais alto com uma menor quantidade de insumos.

Na análise da eficiência comparativa dos perímetros, tomou-se como referência os níveis de eficiência atingidos pelos colonos nos seis modelos de fronteira estimados. Os resultados mostraram que, os projetos de Bebedouro e Tourão apresentaram os maiores percentuais de colonos

com escores de eficiência mais próximos da fronteira. Por ser um perímetro eminentemente de irrigação privada, o bom desempenho dos colonos de Tourão pode estar relacionado ao apoio das empresas e agroindústrias. Isso ocorre através do fornecimento de insumos e assistência técnica. Outro perímetro que apresentou um bom desempenho foi Mandacaru. Nesse perímetro, a maior parte dos colonos recebeu treinamento sobre práticas de irrigação. Por outro lado, os perímetros com maiores percentuais de colonos ineficientes foram Nilo Coelho e Curaçá.

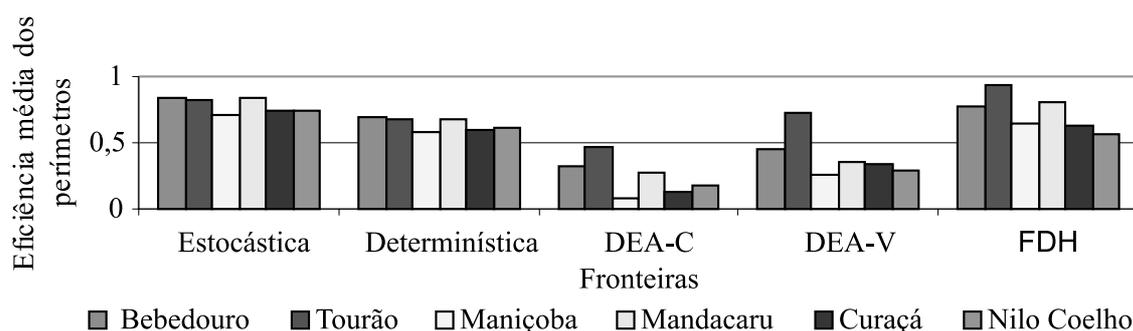


FIGURA 10
EFICIÊNCIA TÉCNICA MÉDIA DOS COLONOS POR PERÍMETROS
NOS MODELOS DE FRONTEIRAS

FONTE: Pesquisa “Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e Seus Determinantes sobre o Emprego e a Renda”.

Considerando que a tecnologia de irrigação é comum a todos os colonos, independente dos perímetros, o que levaria alguns colonos a serem ineficientes em relação a outros? A identificação de fatores sócioeconômicos poderia, em parte, ajudar a explicar a ineficiência. Obviamente, existem outros fatores externos, fora do controle dos produtores, que colaboram para uma menor produção. Por exemplo, o nível de salinidade do solo, condições climáticas etc. Entretanto, a ineficiência dos colonos pode estar ligada a alguns fatores como crédito, assistência técnica, experiência com irrigação etc. Em se tratando desses dois últimos fatores, alguns estudos, como de Correia et al (1999), observam que, entre outros fatores, a experiência com agricultura irrigada e o treinamento recebido são variáveis que explicam a diferença dos resultados econômicos obtidos pelos colonos do perímetro de Bebedouro. Outros estudos apontam a rotatividade dos colonos nos lotes e a inadimplência do pagamento da água como fatores que afetam o desempenho econômico dos colonos. Explicações da ineficiência ou eficiência podem estar relacionadas à inserção dos colonos nas associações de produtores. Um exemplo é a *Valexport*, uma associação dos exportadores de frutas dos projetos de irrigação no Vale do São Francisco. Os colonos que participam dessa associação têm que seguir as instruções e padrões exigidos para exportação de frutas. Isso leva um maior empenho dos colonos com a produção de suas culturas, e um melhor aproveitamento da irrigação nos seus lotes. O cruzamento entre os resultados da ineficiência técnica dos colonos e esses fatores contribuiria para o esclarecimento do franco desempenho produtivo de parte dos colonos localizados nos perímetros irrigados.

Abstract

The region of irrigated agriculture in Petrolina-PE and Juazeiro-BA is currently considered a pole of development in the Northeast, attracting investments of national and foreign enterprise groups. The main objective of this paper is to measure the settlers technical efficiency in six perimeters irrigated in Petrolina-PE and two in Juazeiro-BA, using two different methods of the estimation production

frontiers: parametric and non-parametric. In the parametric method the stochastic and deterministic frontier were estimated. In the non-parametric method three models were estimated: DEA-C and DEA-V (Data Envelopment Analysis), the first with constant returns to scale, the other one with variable returns to scale, and the model FDH (Free Disposal Hull). The results showed that, of all of them, Bebedouro, Tourão and Mandacaru were the perimeters that presented the greatest percentage of efficient settlers. Efficient settlers reached a bigger value of production and used a smaller amount of inputs than inefficient settlers. These results lead to the assumption that the perimeters which were emancipated longer managed for cooperative systems, where the system of the production of the settlers is linked with agricultural enterprise and agricultural industries were relatively more efficient than the perimeters under the management of the Districts.

Key-words:

Irrigated Agriculture, production frontiers, technical efficiency.

6 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AIGNER, D. J., LOVELL, C.A.K. and SCHMIDT, P. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 6, n.1, July, p. 21-37, 1977.

ALI, A. I. and SEIFORD, L. M. The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis In: FRIED, C. A. LOVELL and SCHMIDT, P. (Ed). **The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications**. H. New York: Oxford University Press, 1993.

BATTESE, G. E., T., J. COELLI and T. C. Colby. Frontier Production Functions and Technical Efficiency: A survey of Empirical applications in Agricultural Economics. **Agricultural Economics**, Amsterdam, v. 7, n. 3/4, p. 185-208, October, 1992.

BAUER, P. W. Recent Developments in Econometric Estimation of Frontiers. **Journal of Eco-**

nometrics, Amsterdam, v. 46, n. 1/2, p. 39-36, October/November, 1990.

CHARNES, A. W., COOPER, W. W., and RHODES, E. "Measurement the Efficiency of Decision Making Units". **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 2, n.6, p. 429-444, 1978.

COELI, T. J. Recent Development in Frontier Modelling and Efficiency Measurement. **Australian Journal Agricultural Economics**, Sidney, v. 39, n.39, December, p. 219-245, 1995.

CORREIA, Rebert C., OLIVEIRA, C A. V., NOEL, A., et al. Perfil dos Colonos e sua Relação com a Inadimplência no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho. Petrolina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37, 1999, Petrolina. *Anais...*Petrolina: SOBER, 1999.

FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO- FADE. **Investimentos Públicos e Privados em Agricultura Irrigada e seus Impactos sobre o Emprego e a Renda nos Pólos de Petrolina/Juazeiro e Norte de Minas Gerais**. Recife, 1999.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society Series A**, General, v. 120, n.3, p.253-281, 1957.

FORSUND, F. R., LOVELL, C. A. K., and SCHMIDT, P. A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 13, n.1, p. 5-25, May, 1980.

GREENE, W. Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v.13, n.1, p. 27-56, May, 1980.

_____. The Econometric Approach to Efficiency Analysis. In: H. Fried, LOVELL C. A. and SCHMIDT, (Ed). **The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications**. New York: Oxford University Press, 1993.

_____. **Econometric Analysis**. Third Edition. New York University, 1997.

GUJARATI, D. **Basic Econometrics**. Third Edition. New York: McGraw-Hill, 1995.

JONDROW, J., LOVELL, C. A. MATEROV, I. S. et al. On The Estimation of Technical Inefficiency. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v.19, n.1/2, p. 233-238, August, 1982.

LOVELL, C. A. Production Frontier and Productive Efficiency. In: H. Fried, C. A. LOVELL and SCHMIDT, (Ed). **The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications**. New York: Oxford University Press, 1993.

MUKHERJEE, J. **Productivity and Measurement Issues: An Application to Brazilian Agriculture**". Rice University, 1997. (Tese de Doutorado). (Mimeo).

NEFF, D. L., GARCIA, P. and NELSON, C. H. "Technical Efficiency: a Comparasion of Production Frontier Methods. **Journal of Agricultural Economics**, Nottingham, v. 44, n. 3, p. 479-489, Setember, 1993.

PIMES/UFPE. **Impactos Econômicos da Irrigação sobre o Pólo Petrolina-Juazeiro**. Recife:UFPE/PIMES, 1991.

SEIFORD, L. M. and 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, October/November, 1990.

SHARIF, N. R. and Dar, A. A. An Empirical Study of Patterns and Sources of Technical Ine-

iciency in Traditional and HYV Rice Cultivation in Bangladesh. **The Journal of Development Studies**, London, v. 32, n. 4, p. 612-629, April, 1996.

SILVA, Jorge Luiz Mariano da. **A Eficiência dos Colonos na Agricultura Irrigada no Vale do São Francisco**: uma análise comparativa dos modelos de fronteira paramétrica e não paramétrica. Recife: PIMES/UFPE, 1999. (Tese de Doutorado).

SOUZA, Hermino Ramos de. Agricultura Irrigada no Semi-Árido Nordeste. In: _____. **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA, 1995.

STEVENSON, R. E. Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation. **Journal of Econometrics**, v.13, n.1, p.58-66, 1980.

TAYLOR, T. G., DRUMMON, E., and GOMES, A. T. Agricultural Credit Programs and Production Efficiency: an Analysis of Traditional Farming in Southeastern Minas Gerais, Brazil. **American Agricultural Economics Association**, Malden, v.68, n.1, p. 110-119, February, 1986.

TIMMER, C. P. Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 79, n. 4, p. 776-794, July/August, 1971.

TULKENS, Henry. On FDH Efficiency Analysis: some Methodological Issues and Applications to Retail Banking, Courts, an Urban Transit. **The Journal of Productivity Analysis**, Boston, v. 4, n.1/2, p.183-210, 1993.

Recebido para publicação em 04.SET.2000