

PRODUÇÃO DE CAMARÃO MARINHO EM CATIVEIRO: UMA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA TÉCNICA, ALOCATIVA E DE CUSTOS

Josemar Pereira de Sousa Júnior[§]

Ahmad Saeed Khan[⌘]

Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima[†]

Raúl Mario Malvino Madrid[‡]

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar as eficiências técnica, alocativa e de custos da carcinicultura por meio da análise envoltória de dados. Os resultados mostraram 38 carcinicultores tecnicamente eficientes e 30 ineficientes, necessitando, assim, reduzir o uso dos insumos em até 19,11%. As medidas de eficiência alocativa e de custos sugeriram reduções na ineficiência de combinação dos insumos e custos produtivos para maximizar lucro. A combinação ótima dos insumos reduziria em 37,13% o custo operacional dos ineficientes. Concluiu-se que existe má combinação dos insumos provocando a não maximização do lucro, apesar da enorme lucratividade do setor.

Palavras-chave: carcinicultura, análise envoltória de dados, eficiências técnica, alocativa e de custos.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the technical, allocative and costs efficiency of shrimp aquaculture by using data envelopment analysis technique. The results showed that 38 shrimp farmers are technically efficient and 30 are inefficient, requiring to reduce the use of inputs by 19,11%. Measures of allocative efficiency and of costs suggested a reduction in the inefficiency of combination of the inputs use and productive costs to maximize profit. The optimum combination of the inputs would reduce by 37,13% the operational cost of the inefficient ones. It was concluded that bad combination of the inputs is not allowing to maximize profit, in spite of the enormous profitability of the sector.

Key words: shrimp aquaculture, data envelopment analysis, technical, allocative, costs efficiency.

JEL classification: Q12, Q13, C61, C65.

[§] Mestre em Economia Rural – Doutorando em Economia PIMES/UFPE. E-mail: sousajuniorufc@aol.com

[⌘] Ph.D. em Economia Rural – Professor Titular do Departamento de Economia Agrícola – Universidade Federal do Ceará. E-mail: saeed@ufc.br.

[†] Doutora em Economia Aplicada – Professora Adjunto do Departamento de Economia Agrícola – Universidade Federal do Ceará. E-mail: pvpslima@ufc.br.

[‡] Doutor em Engenharia de Alimentos – IBAMA/DF. E-mail: raulmalvino@aol.com.

1 INTRODUÇÃO

A carcinicultura brasileira, apesar do extraordinário crescimento da produção cultivada entre 1997 e 2001, de 3.600 para 40.000 toneladas, ainda coloca o Brasil na condição de produtor relativamente pequeno no âmbito mundial. No entanto, no ano 2001, o sistema brasileiro de produção de camarão marinho cultivado sustentou uma produtividade nacional de 4.706 kg/ha/ano. Este nível de produtividade situa o Brasil entre os primeiros países em produtividade do mundo e isto se deve principalmente à adaptação da espécie *Litopenaeus vannamei* às condições dos ecossistemas costeiros do País, os quais apresentam condições de clima, água e solo excepcionalmente favoráveis ao desenvolvimento da aquicultura em geral. (Rocha e Rodrigues, 2002).

Uma demonstração clara do potencial da costa brasileira para a carcinicultura está no fato de que, mesmo com restrições de temperatura para o desenvolvimento do camarão durante o período de inverno, alguns Estados das regiões Sudeste e Sul estão demonstrando a viabilidade técnica e econômica da produção comercial do *L. vannamei*, com a realização de dois ciclos de produção por ano. Em Santa Catarina, por exemplo, com uma carcinicultura de pequenos produtores, alguns empreendimentos vêm obtendo elevada produtividade, o que situa as duas regiões brasileiras mencionadas em posição de igualdade com vários países asiáticos e centro-americanos, nos quais a produção de camarão confinado tem lugar de destaque. (DPA/MAPA e ABCC, 2001).

A produção nacional está concentrada na região Nordeste, onde foram produzidas 37.575 toneladas de camarão, representando 94,0% da produção total. O Estado do Ceará¹ ocupa o primeiro lugar em volume de produção, com 11.333 toneladas, e revela o melhor nível de produtividade: 7.002 kg/ha/ano. (Rocha e Rodrigues, 2002).

Em relação aos estuários costeiros do País, as vantagens comparativas para o desenvolvimento do camarão marinho cultivado ficam evidenciadas pelos favoráveis parâmetros ecológicos e biológicos que prevalecem nessas áreas estuarinas, particularmente naquelas localizadas na costa do Nordeste. Nas zonas adjacentes aos manguezais da faixa costeira, que se estendem do sul da Bahia ao norte do Maranhão (3.500 km), onde a viabilidade de produção agrícola é limitada ou inexistente pela condição de solos arenosos e água salobra, o cultivo do camarão marinho se apresenta como uma das raras opções econômicas com nível de rentabilidade suficiente para gerar renda e emprego e modificar o quadro de pobreza rural que predomina nessas zonas. (DPA/MAPA e ABCC, 2001).

A carcinicultura marinha brasileira tem maiores vantagens comparativas quando analisada no contexto das vantagens oferecidas por outros países. Entretanto, o fato de o Brasil se destacar no âmbito mundial por ter alcançado a maior produtividade média nos cultivos, o que naturalmente é um mérito para o País, não significa, necessariamente, que seja mais competitivo. Primeiro, porque o camarão que o Brasil exporta é do tipo pequeno, cujos preços no mercado internacional são, proporcionalmente, um pouco mais reduzidos. Segundo, porque os preços de venda obtidos pelo Brasil para a mesma classificação (camarões pequenos) têm sido menores que os auferidos por outros países, provavelmente pelo fato de o cultivo de camarão brasileiro ser uma prática nova e, portanto, ainda pouco conhecida no mercado. (Madrid, 2002).

Perpetuando-se a tendência de queda nos preços do camarão no mercado internacional nos níveis de 2001 e 2002, que atingiu todos os tamanhos e tipos de produto (derivados), muitos países não terão condições de produzir a custos reduzidos e serão forçados a sair da atividade, devendo ocorrer uma seleção natural entre os mais competitivos. (Madrid, 2002).

1 O Estado do Ceará possui 573km de costa e um grande potencial para o desenvolvimento da carcinicultura marinha moderna, contando com fazendas bem estruturadas onde são adotadas altas tecnologias que lhes garantem elevados índices de produtividade. (Gesteira *et al.*, 2001).

Convém lembrar, no entanto, que o Brasil, no que diz respeito ao camarão cultivado, é um exportador de matéria-prima, ou seja, de produto padronizado, conhecido no jargão do mercado internacional como *commodity*. Nesse mercado de *commodities*, muitas vezes os produtos perdem sua origem, as empresas geralmente não têm poder de fixação de preços e mantêm margens de lucro reduzidas ou cada vez mais baixas; contudo, enfrentam menores barreiras para a entrada dos produtos nos países importadores. Todavia, o futuro das *commodities* está na redução de custo e no ganho de produtividade e de escala. (Madrid, 2002). Entretanto, se a opção for a de trabalhar com produtos de maior valor agregado, é preciso estar ciente que, por um lado, é essencial ter um maior controle de preço e manter tanto a origem do produto quanto uma mais elevada margem de lucro. Por outro lado, as barreiras à entrada nos países importadores geralmente são maiores, o que requer sólidas vantagens competitivas do produto. (Madrid, 2002). Dessa forma, não bastam somente vantagens comparativas para ser competitivo. Quando as dificuldades se apresentam, como no caso do mercado do camarão, a competitividade requer a união de todos os atores, públicos e privados, para definir as ações executivas a serem tomadas. (Madrid, 2002). Para tanto, são necessários investimentos em estratégias de agregação de valor ao produto e *marketing*. Porém, para se investir, é preciso poupar, o que, por sua vez, requer aumentos nas margens de lucros, conseguidos por meio da redução dos custos de produção, que somente serão alcançadas se os carcinicultores forem eficientes tecnicamente, bem como na alocação dos recursos.

Uma das questões mais importantes da análise econômica diz respeito à eficiência das unidades produtivas na produção de bens e serviços. Grande parte da literatura se destina a apresentar a teoria da produção, considerando as unidades produtivas como plenamente eficientes, ou seja, a partir de pressupostos comportamentais – tais como a maximização do lucro, minimização do custo ou maximização da receita –, a unidade produtiva produz em um determinado ponto que corresponde à produção máxima dada a tecnologia disponível. Este é o teor constante da maioria dos manuais de Microeconomia. No entanto, investigações empíricas têm comprovado a existência de diferenciais de produtividade entre diferentes unidades produtivas que utilizam a mesma tecnologia.

É neste sentido que o presente trabalho é desenvolvido. Tratando a questão da eficiência seguindo o que propõe a literatura, isto é, a unidade produtiva plenamente eficiente é aquela que atua num ponto sobre a fronteira de produção. Diante disso, faz-se necessário estimar tal fronteira que, na prática, não é conhecida, e então comparar as atividades observadas com a fronteira estimada.

Assim sendo, o presente estudo tem como objetivo principal mensurar as eficiências técnica, alocativa e econômica dos produtores de camarão marinho do Estado do Ceará, bem como identificar aqueles que apresentam as melhores práticas de produção. Pretende-se, com isso, contribuir para o crescimento dos níveis de rentabilidade nos sistemas de cultivo e redução nos custos em todas as fases da produção, aumentando a competitividade desta atividade na região.

2 METODOLOGIA

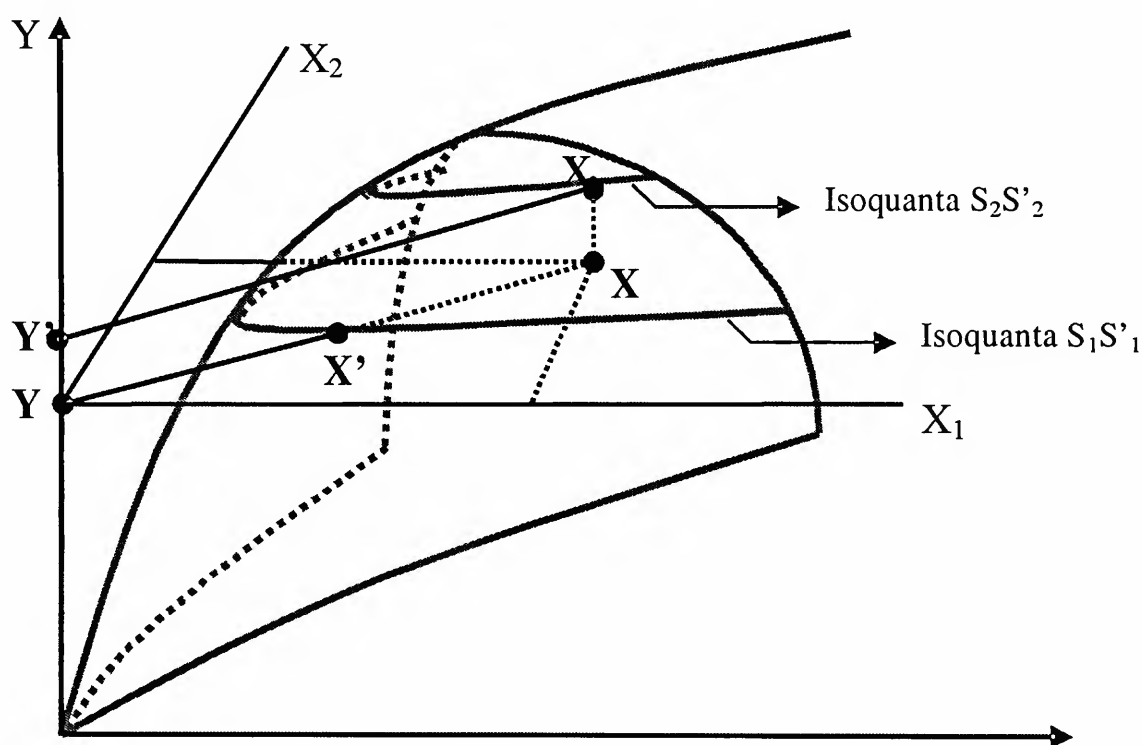
Segundo Farrel (1957), a eficiência de uma firma pode ser dividida em dois componentes: eficiência técnica, que reflete a habilidade da firma em obter máximo produto, dado um conjunto de insumos; e eficiência alocativa, que reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas, dados seus preços relativos. Essas duas medidas são combinadas para se obter uma medida de eficiência econômica total.

A avaliação da eficiência técnica pode ser feita a partir de duas orientações – aquela que se fundamenta na redução de insumos, denominada insumo-orientada (*input orientated*); e aquela que enfatiza o aumento do produto, denominada produto-orientada (*output orientated*). As medi-

das de eficiência de uma firma podem ser obtidas, por sua vez, a partir da estimativa de funções de fronteira. Esta estimativa pode ser feita por meio de diferentes abordagens. Uma abordagem alternativa, não-paramétrica, utilizada para este fim, é a análise envoltória de dados (DEA – *data envelopment analysis*).

No presente estudo, pretende-se estimar as medidas de eficiência insumo-orientadas² com base em técnicas não-paramétricas sugeridas por Farrel (1957). A Figura 1 mostra que a contração máxima dos insumos, respeitando a tecnologia disponível, cessa na fronteira do conjunto de produção, isto é, no ponto $X' = (x'_1, x'_2)$, onde a produção Y combina os insumos 1 e 2 sobre a isoquanta $S_1S'_1$. O tamanho dessa contração máxima nos insumos é chamado **eficiência técnica de Farrel orientada pelo insumo**. Por outro lado, o produto Y pode ser majorado sem alterar a quantidade de insumos atualmente utilizados (pela manutenção da mesma combinação de insumos sobre a isoquanta $S_2S'_2$). Esse aumento do produto deve novamente respeitar a tecnologia disponível. A expansão máxima do produto cessa na fronteira, como no caso anterior, em que a produção $Y' > Y$ combina os insumos 1 e 2 sobre a isoquanta $S_2S'_2$. Chama-se de **eficiência técnica de Farrel orientada pelo produto**.

Figura 1 – Superfície de produção côncava e as eficiências técnicas insumo e produto-orientadas



2.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

O modelo de Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA) constitui uma abordagem não-paramétrica que objetiva discriminar, classificar e caracterizar as firmas (fazendas de camarão) de acordo com o nível das medidas de eficiência relativa. Charnes *et al.* (1978), baseados nos estudos de Farrel (1957), principiaram os estudos de análises das medidas de eficiência relativa de firmas que utilizavam múltiplos insumos e produtos. Esse modelo ficou conhecido como DEA, e consiste em comparar cada firma individual com a firma ótima. Em suma, a DEA constrói uma fronteira envoltória sobre os dados, de modo que todos os pontos estejam na fronteira ou abaixo desta.

2 A orientação pelo insumo foi adotada porque objetiva-se encontrar a redução proporcional no uso dos insumos pelos produtores, sem que essa redução comprometa a produção.

Na literatura relativa aos modelos DEA, uma unidade produtora é tratada como uma DMU (*Decision Making Unit*). Inicialmente, admite-se que haja k insumos e m produtos para cada DMU. A partir daí, são construídas duas matrizes: a matriz X de insumos ($k \times n$) e a matriz Y de produtos ($m \times n$), matrizes estas que abrangem os dados de todas as DMUs. Com isso, pode-se derivar a seguinte forma envoltória, cujo objetivo é minimizar a ineficiência de cada DMU:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \\ & \text{Sujeito à:} \\ & - y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \tag{1}$$

em que θ corresponde a uma escalar, cujo valor será o grau de eficiência da i -ésima DMU. Se o valor de θ for igual a 1, a DMU será eficiente; caso contrário, será ineficiente. Vale observar que o parâmetro λ corresponde a um vetor ($n \times 1$), em que os valores são calculados para que se possa chegar à solução ótima. Para as DMUs eficientes, os valores de λ serão zero; para as ineficientes, serão os pesos observados na combinação linear de outras DMUs eficientes, que exercem influência na projeção da DMU ineficiente, na fronteira calculada. Com isso, pode-se afirmar que para cada firma ineficiente há pelo menos um DMU eficiente. A hipótese de retornos constantes à escala é bastante apropriada quando todas as DMUs estão operando em escala ótima. Entretanto, em situações de competição imperfeita, em que nem todas as DMUs se encontram na situação descrita anteriormente, Banker, Charnes e Cooper (1984), citados por Coelli *et al.* (1998), sugerem a extensão do modelo DEA com retornos constantes para retornos variáveis. Até aqui, as análises admitiram retornos constantes; a partir de então, englobarão os pressupostos de retornos variáveis. Análises que utilizam retornos variáveis podem eliminar um problema quando se especificam retornos constantes. Neste caso, em que nem todas DMUs estejam operando em escala ótima, as medidas de eficiência podem ser confundidas com eficiência de escala. Então, uma análise que pressupõe retornos variáveis elimina esse problema. Considera-se escala ótima quando há retornos constantes à escala e esta não é relativa ao ponto mínimo de custo médio de longo prazo. (Coelli *et al.*, 1998). Com esta pressuposição, almeja-se obter a influência da escala de produção incorreta no grau de ineficiência de algumas firmas. Com isso, acrescenta-se a restrição de convexidade ao modelo de programação linear com retornos constantes. Com a restrição de convexidade, o modelo é representado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \\ & \text{Sujeito à:} \\ & - y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \\ & N_1' \lambda = 1 \end{aligned} \tag{2}$$

em que N_1 corresponde a um vetor ($n \times 1$) de números 1.

Isso propicia uma superfície convexa de planos em interseção, em que os dados são envolvidos de modo mais compacto que a superfície constituída pelo modelo que apresenta retornos constantes. Isto quer dizer que o ponto projetado para cada DMU ineficiente será uma combinação convexa das firmas eficientes observadas. Segundo Seiford e Zhu (1999), as medidas de eficiência observadas, com retornos constantes, são compostas pelas medidas de eficiência com retornos variáveis (também conhecida como pura eficiência), bem como pela eficiência de escala. Sendo assim, no presente estudo adotou-se o modelo que utiliza o pressuposto de retornos variáveis à escala, o qual apresenta simultaneamente os resultados da DEA sob retornos constantes e variáveis à escala.

Para o caso de minimizar custos, o modelo de análise envoltória de dados (DEA) insumo-orientado, definido no problema, é conduzido para obter eficiência técnica (ET). Isto é feito por meio da resolução de sucessivos problemas de programação linear do tipo:

$$\text{Min}_{\lambda, x_i^*} \quad \mathbf{w}_i' \mathbf{x}_i^*$$

Sujeito à:

$$-\mathbf{y}_i + \mathbf{Y}\lambda \geq 0$$

$$\mathbf{x}_i^* - \mathbf{X}\lambda \geq 0$$

$$\mathbf{N}\mathbf{1}'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0,$$

(3)

onde \mathbf{w}_i é um vetor de preços dos insumos para a i -ésima firma, e \mathbf{x}_i^* , que é calculado pela programação linear, é o vetor das quantidade de insumos que minimiza os custo para a i -ésima firma, dados os preços dos insumos w_i e o nível de produtos y_i . A total eficiência de custo ou eficiência econômica (EE) da i -ésima firma é calculada como:

$$EE = \frac{\mathbf{w}_i' \mathbf{x}_i^*}{\mathbf{w}_i' \mathbf{x}_i} \quad (4)$$

Isto é, EE é a taxa de custo mínimo para o custo observado, para a i -ésima firma.

A eficiência alocativa (EA) é calculada por:

$$EA = \frac{EE}{ET} \quad (5)$$

Note-se que esse procedimento inclui implicitamente algumas folgas (*slacks*) nas medidas de eficiência alocativa. Isto é freqüentemente justificado pelo fato das folgas refletirem combinações em proporções inadequadas dos insumos.

A partir dos valores dos escores de eficiência técnica, pode-se obter as medidas de eficiência de escala para cada firma da amostra, considerando-se que:

$$ES = \frac{ET_{RC}}{ET_{RV}} \quad (6)$$

em que ES é a medida de eficiência de escala; ET_{RC} é a medida de eficiência técnica, no modelo com retornos constantes; e ET_{RV} é a medida de eficiência técnica, no modelo com retornos variáveis.

2.2 Dados utilizados

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos diretamente dos carcinicultores do Estado do Ceará, no mês de dezembro de 2002. O tamanho da amostra foi estabelecido em 68 produtores, conforme Fonseca e Martins (1996), cujas firmas estão localizadas nos principais estuários do Estado do Ceará: Remédios, Coreaú, Acaraú, Zumbi, Curu, Choró, Pirangi e Jaguaribe, e ainda as fazendas situadas na bacia do Baixo Jaguaribe, contemplando os municípios sertanejos de Itaiçaba e Jaguaruana, na tentativa de captar diferenças de tecnologia entre os produtores de água estuarina e de água doce.

Para a obtenção das medidas de eficiência foram utilizados os insumos: mão-de-obra contratada (permanente + temporária) para o manejo dos viveiros; pós-larvas para estocagem inicial do cultivo; alimentos concentrados (rações) fornecidos aos camarões; fertilizantes (adubos) utilizados para a promoção de alimento natural dos viveiros; calcário dolomítico para correção e esterilização do fundo dos viveiros; hipoclorito (defensivo) e energia elétrica, além da produção de camarão, incluindo a venda e o autoconsumo. Todas as variáveis foram medidas em quantidades, e seus respectivos preços correspondem a dezembro de 2002.

Após a separação dos grupos, compararam-se os carcinicultores de acordo com os valores médios dos seguintes indicadores de desempenho técnico e econômico:

- a. **Indicadores de desempenho técnico:** produção de camarão confinado, incluindo-se a venda e o autoconsumo, medidos em quilos por ciclo de produção; taxa de sobrevivência dos camarões, medida em número de indivíduos despescados por ciclo/estocagem inicial; taxa de conversão alimentar dos camarões, medida em quilos de ração fornecida por ciclo/quilos de camarão por ciclo de produção; produtividade do trabalho, medida em quilos de camarão por ciclo/mão-de-obra, incluindo-se mão-de-obra permanente e temporária e produtividade da terra, medida em quilos de camarão por ciclo/hectare inundado.
- b. **Indicadores de desempenho econômico:** produtividade do capital circulante, medida em quilos de camarão por ciclo/custo operacional efetivo (COE). Estão incluídos no custo operacional efetivo os gastos x_1, \dots, x_7 ; produtividade do capital operacional total, medida em quilos de camarões por ciclo/custo operacional total (COT), definido por Matsunga *et al.* (1976). O custo operacional total é composto do custo operacional efetivo (implica desembolso) mais os valores correspondentes à mão-de-obra familiar e à depreciação de máquinas e benfeitorias; renda bruta (RB)/custo operacional efetivo (COE); renda bruta (RB)/custo operacional total (COT), margem bruta (MB), igual à renda bruta menos o custo operacional efetivo (COE) e resíduo para remunerar o capital investido em terra, benfeitorias, máquinas, pós-larvas e o empresário. O resíduo é igual à renda bruta (RB) menos o custo operacional total. Esse resíduo também pode ser chamado de margem líquida (ML).

Após a comparação dos grupos de carcinicultores, foi calculado, para os carcinicultores ineficientes, o percentual de redução possível no uso dos insumos. Neste cálculo consideraram-se os carcinicultores eficientes que serviram de referência (*benchmark*) para os ineficientes, ou seja, as reduções correspondem à projeção dos carcinicultores ineficientes para a fronteira eficiente calculada, tendo-se levado em conta também a existência de folgas.

Por fim, os indicadores utilizados na comparação foram recalculados para os ineficientes e realizadas as reduções no uso dos insumos.

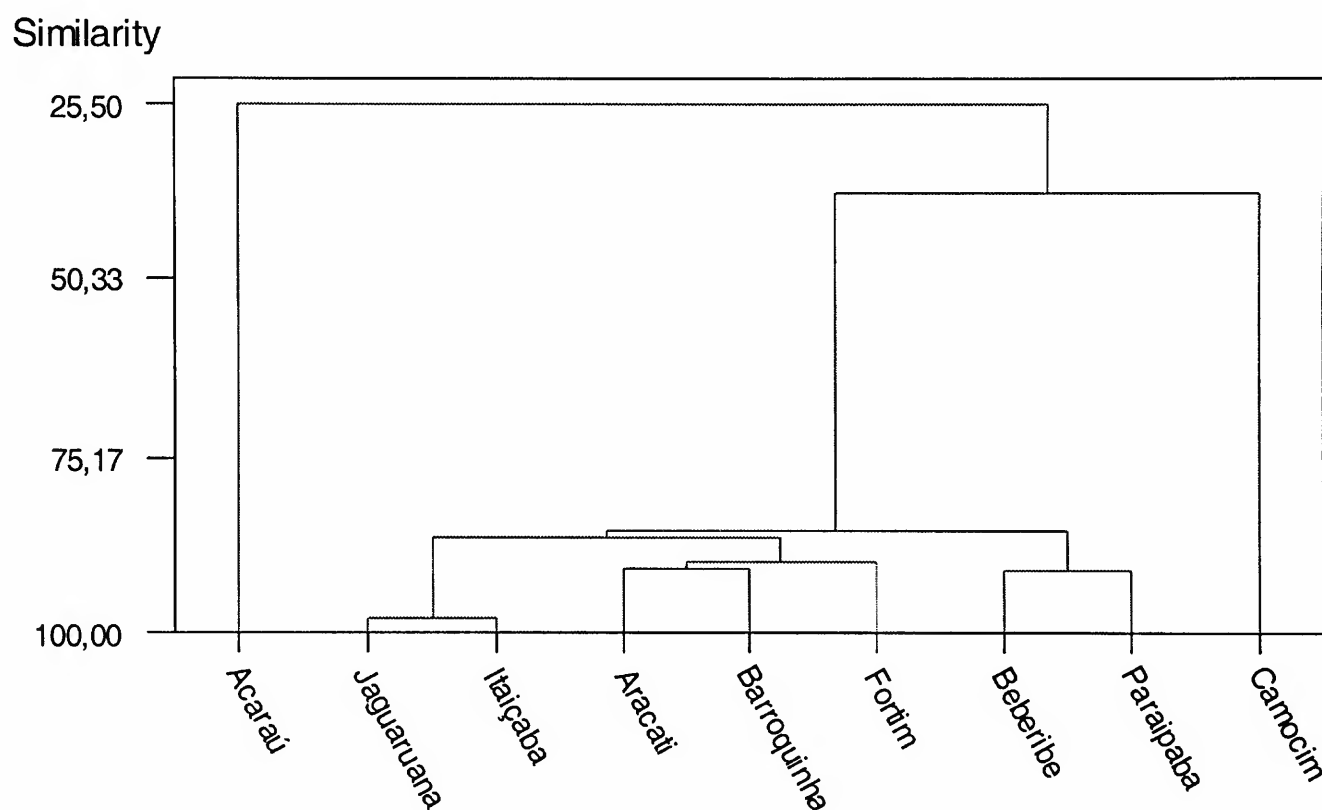
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização das variáveis utilizadas no modelo DEA

Para a análise de eficiência, neste trabalho foram utilizadas 8 variáveis, sendo um produto, no caso quantidade produzida de camarão no ciclo (y_1) e os sete insumos mais importantes dentro da atividade, quais sejam: mão-de-obra total (x_1), quantidade de pós-larvas estocadas (x_2), quantidade utilizada de ração (x_3), quantidade utilizada de fertilizantes [uréia e superfosfato] (x_4), quantidade utilizada de calcário na correção e esterilização do fundo dos viveiros (x_5), quantidade utilizada de hipoclorito (como defensivo) (x_6) e quantidade de kwh consumidos durante o ciclo (x_7).

Com os valores médios de cada variável (padronizados), foi feita uma análise multivariada por meio de um dendograma para verificar o grau de similaridade dessas variáveis entre os municípios coletados. Para tanto foi empregado o *software* estatístico MINITAB 13 (Figura 2).

Figura 2 – Dendograma das médias das variáveis utilizadas no modelo DEA, nos municípios pesquisados



Assim, mediante o procedimento de agrupamento hierárquico, tentou-se formar uma quantidade de grupos com casos relativamente homogêneos. A estrutura do dendograma sugere uma classificação em cinco grupos. O primeiro é formado pelos municípios de Jaguaruana e Itaipaba, que apresentam aproximadamente 98% de similaridade entre si. O segundo corresponde aos municípios de Beberibe e Paraipaba, que são semelhantes em cerca de 92%. Com cerca de 90% de semelhança estão Aracati, Barroquinha e Fortim, que formaram o terceiro grupo. Camocim e Acaraú formaram dois últimos grupos isolados, com pouca semelhança entre si e com os demais, e cuja similaridade foi de, cerca de 38% e 25,5%, respectivamente.

3.2 Classificação dos carcinicultores segundo as medidas de eficiência

A Tabela 1 sintetiza as medidas de eficiência técnica, para cada carcinicultor. Sob a pressuposição de retornos constantes à escala, verifica-se que, do espaço amostral de 68 carcinicultores, 26 deles obtiveram máxima eficiência, ou seja, são plenamente eficientes e encontram-se na fronteira de produção, o que equivale a 38,24% da amostra. Nota-se também que aproximadamente 95,59% têm medida de eficiência superior a 0,7

Tabela 1 – Distribuições absolutas e relativas dos carcinicultores segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala, obtidas nos modelos que utilizaram a DEA

Medidas de eficiência	Eficiência técnica com retornos constantes (ET _{RC})		Eficiência técnica com retornos variáveis (ET _{RV})		Eficiência de escala (ES)	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0,6 _ 0,7	3	4,41	1	1,47	0	0,00
0,7 _ 0,8	8	11,76	8	11,76	0	0,00
0,8 _ 0,9	19	27,94	10	14,71	8	11,76
0,9 _ 1,0	12	17,65	8	11,76	33	48,53
== 1,0	26	38,24	41	60,30	27	39,71
TOTAL	68	100,00	68	100,00	68	100,00
Média		0,907		0,938		0,967
Mínimo		0,619		0,699		0,831
Máximo		1,000		1,000		1,000
Desvio padrão		0,101		0,093		0,048

Fonte: Dados da pesquisa.

Esse padrão assimétrico da distribuição de freqüência, inclinando para a direita, também foi observado por Gomes (1999), que analisou a eficiência na produção leiteira em Minas Gerais.

O nível médio de ineficiência técnica é de 0,093 ou 9,3% (1 – 0,907), o que significa que os produtores podem, em média, reduzir até 9,3% a utilização de seus insumos sem comprometer a produção. Observa-se também que os 26 carcinicultores que estão sobre a fronteira de produção não devem reduzir a utilização dos seus insumos. Entretanto, os demais produtores de camarão podem fazê-lo, tendo como referência aqueles com eficiência técnica igual a um.

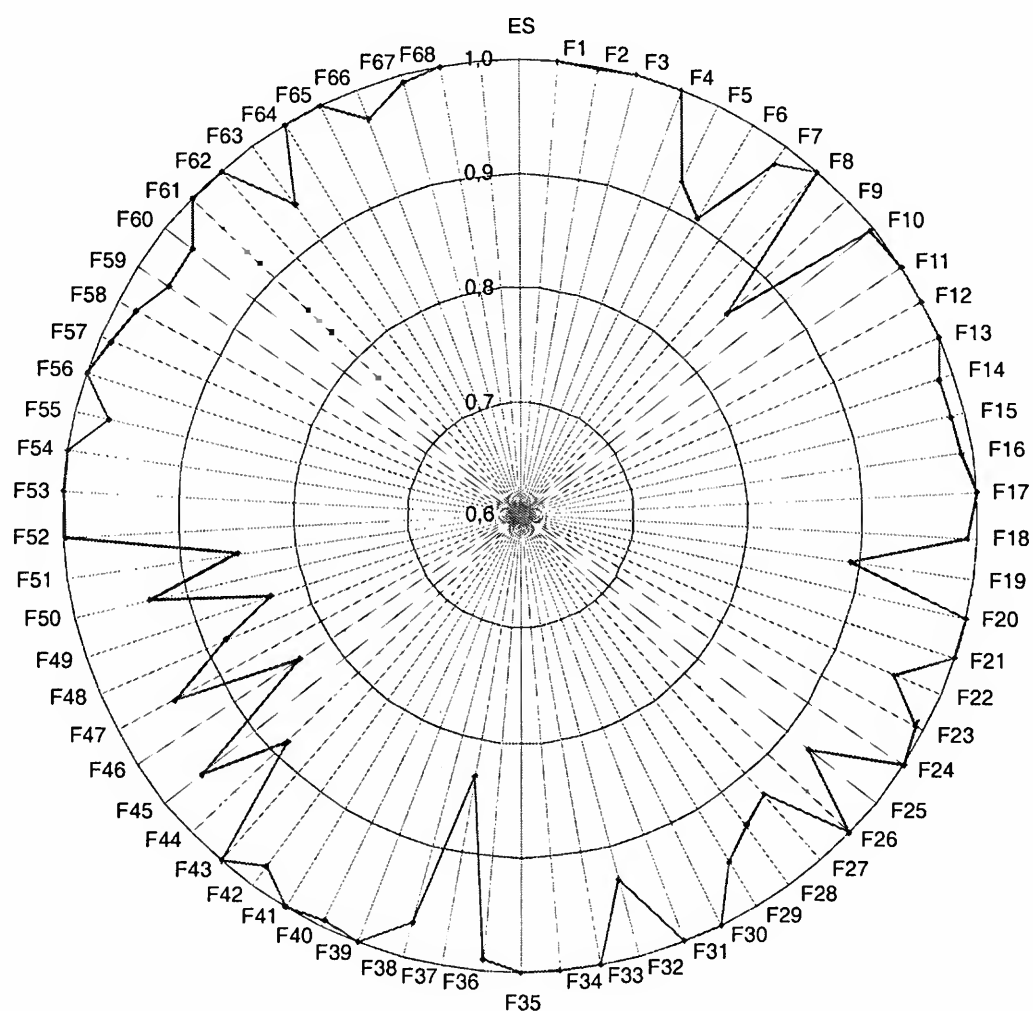
Desde que a pressuposição de retornos constantes foi admitida, as fontes de ineficiências podem incluir aquelas decorrentes da incorreta escala de produção. (Gomes, 1999). Flexibilizando-se a pressuposição de retornos constantes à escala, mediante adição de uma restrição de convexidade, obtém-se o modelo com retornos variáveis. Considerando-se esses retornos, 60,30% da amostra obtiveram medida de eficiência igual a um. Como visto anteriormente, uma condição para que o produtor apresente máxima eficiência técnica, com retornos constantes à escala, é que sua eficiência técnica, quando se consideram retornos variáveis, seja também máxima. Isto significa que dos 41 carcinicultores com eficiência técnica igual a um, no modelo com retornos variáveis, 26 deles são igualmente eficientes, no modelo com retornos constantes.

Além de menor ineficiência técnica média, o desvio padrão da média, no modelo com retornos variáveis, é inferior ao calculado no modelo com retornos constantes (Tabela 1). Isto indica maior concentração de carcinicultores nos estratos de maiores medidas de eficiência. Levando-se em conta a medida de eficiência técnica superior a 0,7, verifica-se que 98,53% dos produtores de camarão estão nesta faixa. Assim, a assimetria da distribuição das medidas de eficiência torna-se ainda maior pelo fato de o modelo com a pressuposição de retornos variáveis à escala não considerar a existência de ineficiências de escala, obtendo-se, com isto, maiores valores para as medidas de eficiência técnica.

Sob a pressuposição de retornos variáveis, a medida de eficiência técnica média foi de 0,938. Como visto anteriormente, essa média para o modelo com retornos constantes foi de 0,907. Isto indica que 3,1 pontos percentuais (um terço), dos 9,3% de ineficiência técnica, decorrem da ineficiência de escala. Na realidade, é o que se verifica, pois a medida de eficiência de escala média é da ordem de 0,967.

A medida de eficiência de escala foi obtida pela razão entre as medidas de eficiência técnica, nos modelos com retornos constantes e com retornos variáveis. Se essa razão for igual a um, o carcinicultor estará operando na escala ótima. Caso contrário, ou seja, se for menor do que um, o carcinicultor será tecnicamente ineficiente, pois não estará operando na escala ótima. Os carcinicultores que estão operando com retornos constantes à escala foram incluídos na escala ótima de produção (Figura 3). Convém lembrar que a expressão “escala ótima” utilizada neste trabalho não significa, necessariamente, operar no ponto de mínimo custo médio de longo prazo, mas sim retornos constantes à escala.

Figura 3 – Medidas de eficiência de escala de 68 firmas amostradas, obtidas a partir dos modelos DEA com retornos constantes e variáveis à escala



O resultado encontrado indica que 27 carcinicultores não têm problemas de escala, o que representa 39,70% da amostra. Convém chamar atenção para o fato que dos 27 criadores de camarão 26 estão na fronteira de retornos constantes; o único que sobrou está na faixa de retornos constantes, porém não se localiza na fronteira eficiente; e os 41 restantes, que não atingiram eficiência de escala máxima, estão operando fora da escala ótima.

Para detectar se essas ineficiências de escala são consequência do fato de o carcinicultor operar na faixa de retornos crescentes ou na faixa de retornos decrescentes, outro problema de programação linear foi formulado, impondo a restrição de retornos não crescentes à escala. Se o valor da medida de eficiência encontrado nesse modelo for igual ao valor encontrado no modelo com retornos variáveis, então o produtor se encontra na faixa de retornos decrescentes à escala, isto é, está operando acima da escala ótima, ou em escala “supra-ótima” Caso contrário, situa-se na faixa de retornos crescentes, operando abaixo da escala ótima, ou em escala “subótima” Os dados da Tabela 2 dizem respeito à média dessas variáveis, estando os carcinicultores separados por escala de produção.

Tabela 2 – Produção de camarão no ciclo, quantidades de pós-larvas estocadas e ração, energia elétrica, área destinada ao cultivo de camarões e medida de eficiência técnica dos carcinicultores da amostra, separados por escala de produção

Especificação	Ótima (Constante)	“Subótima” (Crescente)	“Supra-ótima” (Decrescente)
1) Número de carcinicultores	27	29	12
2) Produção [camarões (kg)/ciclo]			
Média	78.137,81	9.656,76	85.044,50
Mínima	2.100	1.680	20.313,00
Máxima	675.000	33.000	473.997,00
3) Estocagem de pós-larvas (unid.)			
Média	7.827.333	1.286.259	9.229.507
Mínima	210.000	240.000	2.000.000
Máxima	52.500.000	5.362.500	47.992.500
4) Ração utilizada (kg)			
Média	125.741	16.035	142.886
Mínima	3.170	2.900	32.844
Máxima	1.147.500	66.000	792.441
5) Energia Elétrica (kwh)			
Média	106.303,5	46.513,5	221.604,3
Mínima	0	0	37.602,5
Máxima	561.532,7	481.311,6	526.434,5
6) Área de cultivo [viveiros (ha)]			
Média	24,33	8,91	32,83
Mínima	0,60	0,20	3,80
Máxima	140	49	150
7) Eficiência Técnica			
Retornos constantes	0,994	0,846	0,859
Retornos variáveis	0,994	0,903	0,894

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com Tupy e Yamaguchi (2002) e Gomes (1999), é importante salientar que a DEA constrói um único padrão de referência ótimo para cada produtor ineficiente da amostra. Entretanto, a escala ótima de produção difere para cada produtor, por causa de sua configuração particular de insumos e produtos. Assim, os dados apresentados na Tabela 2 devem ser interpretados com cautela, uma vez que representam a média das variáveis. Os resultados sugerem que a produção de camarão dos carcinicultores que estão operando em escala ótima seja de 78.137,81 kg por ciclo. Porém, deve-se também observar a grande amplitude entre o mínimo e o máximo observados.

Nota-se ainda que 29 produtores estão operando abaixo da escala ótima, ou seja, poderiam aumentar a produção, a custos decrescentes. Esses produtores produzem, em média, 9.656,76 kg de camarão por ciclo, utilizando 1.286.259 pós-larvas, 16.035kg de ração e 8,91 hectares de viveiros, e consumindo 46.513,5 kwh. Caso esses produtores aumentassem o tamanho da produção até obterem escala ótima, poderiam aumentar a eficiência técnica, passando de 0,846 para 0,903, em média. Isto representa um aumento médio de 5,7 pontos percentuais na medida de eficiência técnica.

Por outro lado, 12 carcinicultores estão operando em escala acima da ótima, isto é, estão gastando muito naquilo que produzem. Esses produtores produzem, em média, 85.044,50 kg de camarão por ciclo, utilizando-se 9.229.507 de pós-larvas, 142.886 kg de ração e 32,83 hectares de área destinada ao cultivo de camarões, e consumindo 221.604,3 kwh. A redução da produção pode levá-los a aumentar a eficiência técnica, que passaria de 0,859 para 0,894, em média. Para ser tecnicamente eficiente, restaria aos produtores a redução no uso de insumos, que seria da ordem de 10,6%.

Obtidas as medidas de eficiência técnica sob a pressuposição de retornos constantes à escala, e de posse dos respectivos preços dos insumos utilizados na referida medida, foram calculadas, então, as medidas de eficiência alocativas e de custos, por meio da inclusão dos preços no modelo de análise envoltória de dados, pois quando se conhece a razão entre os preços dos insumos, que é representada por uma isocusto, pode-se calcular a eficiência alocativa que, por meio do seu complementar, indicará a redução nos custos de produção que poderia ser obtida caso a produção ocorresse em um ponto no caminho de expansão. Assim, de acordo com Forsund *et al.* (1980), a ineficiência técnica é resultante do uso excessivo de insumos, para dado nível de produção. A ineficiência alocativa decorre do emprego desses insumos em proporções inadequadas, dados os seus respectivos preços, ou seja, quando a taxa marginal de substituição técnica entre os insumos não for igual à razão dos seus preços.

A Tabela 3 apresenta um sumário estatístico das medidas de eficiência técnica com retornos constantes à escala de produção, eficiência alocativa e de custos para efeito de análise da amostra como um todo.

Tabela 3 – Sumário das eficiências técnica (ETrc), alocativa (EA) e de custos (EC)

Especificação	Eficiência Técnica (ETrc)	Eficiência Alocativa (EA)	Eficiência de Custos (EC)
Média	0,907	0,610	0,553
Mínima	0,619	0,172	0,161
Máxima	1,000	1,000	1,000

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados revelam que, em média, os carcinicultores da amostra precisam reduzir seus custos de produção em 44,70% ($1 - 0,553$) para alcançar lucro máximo. Para tanto, precisam reduzir, em média, suas ineficiências na combinação dos insumos utilizados em 39% ($1 - 0,610$), dadas

as respectivas relações entre os preços dos insumos, pois as medidas de eficiência alocativa indicam que alguns insumos estão sendo utilizados em proporções incorretas, inadequadas. Para investigar quais insumos estão sendo superutilizados ou subutilizados foram calculadas as taxas de utilização desses insumos por meio da razão entre as quantidades que maximizam a eficiência técnica, levando as firmas para a fronteira de produção, propostas pelas metas de produção (*targets*) e as correspondentes quantidades que minimizam os custos, tornando-as eficientes em relação aos custos, ou seja, até aquelas que maximizam o lucro (Tabela 4).

Tabela 4 – Sumário das taxas de utilização dos insumos, mão-de-obra total (x_1), pós-larvas (x_2), ração (x_3), fertilizantes (x_4), calcário (x_5), hipoclorito (x_6) e kwh (x_7), utilizados na produção do camarão em cativeiro, separados por escala de produção

Especificação	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Ótima (Constante)	1,883	1,748	0,901	2,683	0,835	127,183	1,159
“Subótima” (Crescentes)	2,651	1,806	0,863	2,827	1,078	6,684	1,662
“Supra-ótima” (Decrescente)	0,579	1,534	0,876	2,280	0,984	5,563	1,369
TOTAL	1,981	1,735	0,880	2,674	0,965	54,332	1,411

Fonte: Dados da pesquisa.

Inicialmente, vale lembrar que mesmo que algumas firmas operem em escala ótima, isto não significa, necessariamente, que elas estejam alocando seus insumos em proporções eficientes de maneira a reduzir seus custos, porquanto elas podem estar na mesma isoquanta eficiente, mas não se encontrar no caminho de expansão.

No entanto, pode-se observar que os produtores que operaram em escala decrescente estão bem mais próximos das quantidades alocativamente eficientes do que aqueles que operaram em escala crescentes.

Os resultados mostram ainda que, independentemente da escala de produção, os carcinicultores da amostra são insumo-intensivos no uso de pós-larvas (x_2), fertilizantes (x_4), hipoclorito (x_6) e energia elétrica (x_7), em termos de kwh consumidos, desperdiçando grande parte desses insumos. Revelam ainda que, indiferentes à escala de produção, os criadores de camarão são insumo-extensivos no uso de ração (x_3), poupando racionalmente o insumo mais dispendioso da atividade, o que os deixa bem próximos da quantidade alocativamente eficiente para esse insumo. Porém, as escalas de produção definiram uma utilização da mão-de-obra (x_1) subdimensionada por aqueles carcinicultores com retornos decrescentes à escala, havendo necessidade de contratação de pessoal, bem como um desperdício da força de trabalho para os que apresentam retornos crescentes à escala. No entanto, houve um superdimensionamento na utilização de calcário dolomítico (x_5) para os que apresentaram retornos crescentes à escala. Enquanto isto, os carcinicultores com retornos decrescentes à escala aproximaram-se da utilização alocativamente eficiente, dada a relação dos preços dos insumos.

Convém lembrar que para o uso do insumo hipoclorito como defensivo contra predadores naturais que entram no viveiro não existe uma quantidade ou proporção definida, ficando seu uso a critério de cada gerente de produção, de acordo com a quantidade de água empoçada em cada vi-

veiro. Por isto, como a utilização deste insumo segue um critério pessoal, por meio da visualização (critérios organolépticos), existe tanto desperdício.

3.3 Separação dos grupos – eficientes e ineficientes

Obtidas as medidas de eficiência técnica, e pressupondo-se retornos constantes à escala, os produtores foram separados em dois grupos. O primeiro, denominado de eficientes, foi composto por produtores que atingiram índice de eficiência técnica superior a 0,9. Considerando tais medidas superiores a 0,9 como uma não-violação da hipótese de eficiência, 38 carcinicultores foram incluídos neste grupo, o que representa 55,88% da amostra. O segundo grupo, denominado de ineficientes, foi composto por produtores cujas medidas de eficiência técnica foram inferiores a 0,9. Este grupo foi formado por 30 criadores de camarão, o que corresponde a 44,12% da amostra.

3.4 Comparação dos carcinicultores

Conforme visto anteriormente, o modelo permite detectar os carcinicultores eficientes que foram responsáveis pelo fato de determinado criador de camarão ter sido considerado ineficiente. Nesse sentido, a medida de eficiência obtida para cada produtor ocorre de forma comparativa, isto é, um carcinicultor não possui eficiência técnica máxima somente se existir pelo menos outro carcinicultor, ou a combinação de carcinicultores, que esteja utilizando, de forma mais racional, os insumos, e produzindo, no mínimo, a mesma quantidade de produto. Estes criadores de camarão eficientes são denominados pares ou *benchmarks* dos ineficientes, pois servem como referência (*peers*) para a obtenção da medida de eficiência destes últimos. Assim, a análise envoltória de dados não mede somente a eficiência, mas também provê um guia para os carcinicultores eliminarem ineficiências, ou seja, o criador de camarão ineficiente pode ter como referência seus *peers*, para tentar aumentar a eficiência na produção. Então, pode-se comparar um carcinicultor ineficiente com um de seus *benchmarks*, de preferência o principal, ou seja, aquele considerado como o produtor eficiente que mais influencia, ou que tem maior λ_i encontrado no conjunto de soluções dos problemas de programação linear.

Porém, neste trabalho a amostra foi analisada como um todo, ou seja, os indicadores que representam a média de todos os produtores eficientes e de todos os ineficientes. Na Tabela 5 encontram-se alguns indicadores que medem os desempenhos técnico e econômico, selecionados para comparar cada grupo de carcinicultores.

Após a aplicação do modelo de análise envoltória de dados com retornos constantes à escala, os produtores foram agrupados em eficientes ou ineficientes, como já discutido. Em média, os ineficientes apresentaram medida de eficiência técnica de 0,8089, o que indica que a utilização de insumos pode ser reduzida em até 19,11%, embora continuem a produzir a mesma quantidade. Para os eficientes, a média calculada para a eficiência técnica foi de 98,46%. A razão desta média não ser 100% é o fato de terem sido considerados como eficientes os produtores que alcançaram, no mínimo, 90% de eficiência técnica (Tabela 5).

Observa-se também que os carcinicultores eficientes produzem mais e possuem viveiros mais preparados para receber as pós-larvas até a despesca, medidos pela taxa de sobrevivência dos camarões. A produção dos eficientes é aproximadamente 192% superior (70.633,71 kg contra 24.207,33 kg) e a taxa de sobrevivência dos camarões é 6,9% superior à dos ineficientes (74,24 % contra 69,45 %), pois supera a taxa dos ineficientes em 4,79 pontos percentuais. Com relação ao manejo da ração, observa-se que os ineficientes utilizaram, em média, 1,72 quilo de ração para obter apenas 1

quilo de camarão, enquanto que os eficientes obtiveram o mesmo quilo utilizando, em média, apenas 1,53 quilo de ração, o que representa 12,42% de ração a mais, por parte dos ineficientes, para obter a mesma produção.

Tabela 5 – Indicadores selecionados para comparação dos carcinicultores, separados em grupos de eficientes e ineficientes

Especificação	Unidades	Eficientes	Ineficientes
Número de carcinicultores	unid.	38	30
Medida de eficiência técnica	%	98,46	80,89
Produção de camarão	kg/ciclo	70.633,71	24.207,33
Sobrevivência dos camarões	%	74,24	69,45
Taxa de conversão alimentar	unid.	1,53	1,72
Produtividade da terra	kg/ciclo/ha	4.731,21	4.288,40
Produtividade do trabalho	kg/pessoa	1.665,65	957,57
Produtividade do capital circulante	kg/R\$	0,21	0,19
Produtividade do capital operacional total	kg/R\$	0,18	0,15
Renda Bruta/Custo Operacional Efetivo	unid.	2,02	1,76
Renda Bruta/Custo Operacional Total	unid.	1,71	1,42
Margem Bruta (MB = RB-COE)	R\$/ciclo/ha	15.553,37	11.997,95
Margem Líquida (ML = RB-COT)	R\$/ciclo/ha	12.785,69	8.495,84

Fonte: Dados da pesquisa.

No que tange aos fatores de produção – terra, trabalho e capital –, estes são em média, mais bem empregados nas fazendas eficientes, uma vez que estas atingem maiores níveis de produtividade. Destaque deve ser dado à produtividade do trabalho, que chega a ser aproximadamente 74% maior nas fazendas eficientes (1.665,65 contra 957,57). Apesar do excesso de mão-de-obra para dada quantidade produzida, e da pequena superioridade no tempo de experiência dos gerentes de produção na atividade da carcinicultura (que nas fazendas eficientes foi, em média, de 40,63 meses, contra 40,27 meses nas firmas ineficientes), o “aprender fazendo” – *learn by doing* – influencia muito na produtividade do trabalho, bem como o grau de instrução, que foi superior para os gerentes de produção das fazendas eficientes: 69,23% e 52,38% dos profissionais da amostra (gerentes de produção) tinham nível superior e nível médio, respectivamente.

Com relação aos indicadores que medem o desempenho econômico da atividade, a situação não foi diferente. Em média, os carcinicultores ineficientes conseguem auferir R\$ 1,76 de renda bruta para cada real desembolsado. Este valor, para os eficientes, foi 14,77% superior (R\$ 2,02 contra R\$ 1,76), o que lhes garante uma relação renda bruta/custo operacional total maior que um (1,71), ou seja, considerando-se a remuneração da mão-de-obra, a renda bruta dos eficientes é suficiente para cobrir o custo operacional total, o que também foi possível para os ineficientes, apesar dessa relação ter sido menor (1,42).

Contudo, uma boa margem líquida implica o pagamento de todos os custos variáveis e também na remuneração da terra, do capital investido e do empresário, no caso o carcinicultor. Do ponto de vista deste indicador, ambos os grupos conseguiram pagar tais despesas, porém os criadores de camarão eficientes o fizeram mais folgadoamente, visto que, em média, sua margem líquida supera à dos ineficientes em aproximadamente 50,50% (R\$ 12.785,69/ha contra R\$ 8.495,84/ha). Quanto à margem bruta, que remunera os custos operacionais variáveis, os carcinicultores eficientes superaram os ineficientes em 29,63% (R\$ 15.553,37/ha contra R\$ 11.997,95/ha).

Após a adição dos preços dos insumos no modelo de Análise Envoltória de Dados sob a pressuposição de retornos constantes à escala, pôde-se calcular as medidas de eficiência alocativa e de custos para os grupos de carcinicultores eficientes e ineficientes, as quais estão descritas na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias dos resultados das medidas de eficiência alocativa e de custos, pressupondo-se retornos constantes à escala, e separados por grupos de carcinicultores eficientes e ineficientes.

Especificação	Eficiência técnica (ETrc)	Eficiência alocativa (EA)	Eficiência de Custos (EC)
Eficientes	0,985	0,597	0,588
Ineficientes	0,809	0,627	0,509

Fonte: Dados da pesquisa.

Convém lembrar que apesar de os carcinicultores serem considerados tecnicamente eficientes, isto não significa que sejam igualmente eficientes no que se refere à alocação de recursos, pois os mesmos podem incorrer em combinações inadequadas de seus insumos, dadas as relações entre os respectivos preços, apesar de utilizarem as quantidades ideais de insumos, para a quantidade de camarão que se propõe produzir. No entanto, nota-se que os carcinicultores, apesar de serem tecnicamente eficientes, precisam reduzir, em média, os erros (ineficiência) na combinação de seus insumos em 40,30% ($1 - 0,597$) para alcançar a proporção ótima de cada insumo, dada a relação de preços entre eles. Os ineficientes tecnicamente parecem combinar seus insumos um pouco melhor do que os eficientes, pois precisam reduzir, em média, 37,73% ($1 - 0,627$) as ineficiências na combinação dos insumos utilizados.

No que diz respeito aos custos de produção, mesmo sendo tecnicamente eficientes, esses carcinicultores precisam reduzir seus custos, em média, 41,20% ($1 - 0,558$) para maximizar o lucro, enquanto que os ineficientes necessitam reduzir os custos de produção na ordem de 49,10% ($1 - 0,509$), em média, para alcançar o lucro máximo. Observa-se, contudo, que provavelmente a melhor eficiência técnica deva ter compensado a menor eficiência alocativa por parte dos carcinicultores eficientes.

Conforme visto anteriormente, de acordo com Farrel (1957) a eficiência econômica é constituída por dois fatores – a eficiência técnica e a eficiência alocativa –, e que essa pode ser obtida pelo produto entre as medidas de eficiência técnica e alocativa. Então, do ponto de vista de Farrel, os carcinicultores eficientes alcançaram, em média, 58,80% ($0,985 \times 0,597$) de eficiência econômica, enquanto os ineficientes foram, em média, apenas 50,72% ($0,809 \times 0,627$) eficientes economicamente, revelando, assim, uma diferença de aproximadamente 8 pontos percentuais na eficiência econômica entre carcinicultores tecnicamente eficientes e ineficientes.

No que diz respeito à racional utilização dos insumos, dada a relação de seus preços, os resultados mostram que, independentemente dos grupos, os carcinicultores da amostra utilizaram de forma demasiada os insumos mão-de-obra (x_1), pós-larvas (x_2), fertilizantes (x_4), hipoclorito (x_6) e

energia elétrica (x_7), em termos de kwh consumidos; no entanto, os eficientes desperdiçam mais, haja vista que suas taxas de utilização dos insumos geralmente são maiores do que a dos ineficientes, exceto para o insumo ração (x_3) (Tabela 7). Isto explica a aparente contradição no fato de os carcinicultores tecnicamente eficientes obterem medidas de eficiência alocativa menores que os produtores ineficientes, porém com medidas de eficiência de custo superiores aos carcinicultores ineficientes, pois o peso do insumo ração no custo operacional é muito grande (63%). Se os produtores considerados eficientes alocaram melhor este insumo, dada a sua participação relativa nos custos, houve uma compensação na alocação ineficiente por parte dos outros insumos, justificando uma melhor eficiência de custos.

Tabela 7 – Sumário das taxas de utilização dos insumos mão-de-obra total (x_1), pós-larvas (x_2), ração (x_3), fertilizantes (x_4), calcário (x_5), hipoclorito (x_6) e kwh (x_7), utilizados na produção do camarão em cativeiro, separados por grupos de carcinicultores eficientes e ineficientes

Especificação	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Eficientes	2,323	1,859	0,895	2,776	0,881	92,172	1,222
Ineficientes	1,547	1,578	0,862	2,544	1,071	6,401	1,649
TOTAL	1,981	1,735	0,880	2,674	0,965	54,332	1,411

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados revelam ainda que, indiferentes à eficiência técnica, esses criadores de camarão utilizaram ração (x_3), o insumo mais dispendioso da atividade, em quantidades abaixo da alocativamente eficiente (1,000). Porém, os eficientes foram mais racionais, por estarem mais próximos de um, extraindo o máximo de proveito desse insumo, enquanto que os ineficientes tentaram engordar seus camarões “sem fornecer ração” (quantidade correta), em razão de seus preços. O grau de eficiência técnica definiu uma utilização subestimada do calcário (x_5), e uma utilização demasiada para os ineficientes, o que significa dizer que os ineficientes “gastaram demais” para fazer o correto tratamento do fundo de seus viveiros. Percebe-se também que nos viveiros dos carcinicultores eficientes não existe “economia” para se fazer o controle sobre predadores com o uso do defensivo hipoclorito quando despescam, pois os eficientes utilizam muito hipoclorito, chegando até a desperdiçá-lo.

A subutilização do insumo ração por produtores eficientes e ineficientes bem como do insumo calcário por produtores eficientes e ainda a sobreutilização de mão-de-obra podem ser atribuídas, entre outras razões, a diferenças nos custos de transação enfrentados pelos produtores individualmente, consequência do difícil acesso a informações e inovações tecnológicas enfrentado por alguns dos carcinicultores estudados.

O modelo permitiu ainda calcular a quantidade de cada insumo que estava sendo utilizado em excesso, por carcinicultor considerado ineficiente. No cálculo desses excessos considerou-se a existência de outros carcinicultores que utilizam menor quantidade desses insumos e conseguem produzir, pelo menos, a mesma quantidade de camarão. Assim, cada valor excedente encontrado implicou a existência de pelo menos um carcinicultor na amostra (*benchmark*) que estava utilizando menor quantidade desse insumo e produzindo, no mínimo, as mesmas quantidades de camarão.

Essas reduções correspondem à projeção desses carcinicultores ineficientes para a fronteira eficiente calculada, considerando-se também a existência de folgas (*slacks*), levando assim os carci-

nicultores ineficientes a se comportarem de forma idêntica àqueles que possuem as melhores práticas de produção.

Conhecendo-se as reduções possíveis nos insumos efetivadas pelos ineficientes, pode-se projetar cada produtor para um ponto ótimo. Isto significa que após essas correções esses produtores passariam a ser eficientes. Com isto, se um novo problema de programação linear fosse executado, contendo esses novos dados, todos esses produtores obteriam medida de eficiência igual a um, pois se esses insumos estavam sendo utilizados em excesso, a correta redução não afetaria a quantidade produzida. Assim, pode-se simular o que aconteceria com os indicadores de desempenho após a redução no uso desses insumos. Então, após a projeção de cada produtor, pode-se recalcular os indicadores médios de desempenho, os quais estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8 – Indicadores selecionados para comparação dos carcinicultores, separados em grupos de eficientes e “ex- ineficientes”

Especificação	Unidades	Eficientes	“Ex-Ineficientes”
Produtividade da terra	kg/ciclo/ha	4.731,21	4.288,40
Produtividade do trabalho	kg/pessoa	1.665,65	1.305,78
Produtividade do capital circulante	kg/R\$	0,21	0,23
Produtividade do capital operacional total	kg/R\$	0,18	0,19
Renda Bruta/Custo Operacional Efetivo	unid.	2,02	2,14
Renda Bruta/Custo Operacional Total	unid.	1,71	1,77
Margem Bruta (MB = RB-COE)	R\$/ciclo/ha	15.553,37	15.392,02
Margem Líquida (ML = RB-COT)	R\$/ciclo/ha	12.785,69	12.342,98

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se que os carcinicultores chamados de ineficientes, após as correções no uso dos insumos, passam a ser eficientes. Entretanto, para facilitar a identificação, foram chamados de “ex-ineficientes”

Comparando-se esses dados com aqueles apresentados na Tabela 5, verifica-se o que esses produtores poderiam melhorar substancialmente caso utilizassem corretamente os insumos.

Observa-se, também, que a maioria dos indicadores passa a ser favorável ao grupo dos “ex-ineficientes”, em relação aos efetivamente eficientes, resultado este que decorre do fato de o grupo de eficientes ser composto por carcinicultores que atingiram medida de eficiência técnica superior a 0,9, e não somente por aqueles com 100% de eficiência. Assim, para aqueles carcinicultores com medida de eficiência acima de 0,9, porém abaixo de 1, há algum excesso na utilização dos insumos. Se esses carcinicultores fossem também projetados para pontos de máxima eficiência, os indicadores que contêm apenas dados utilizados no modelo seriam semelhantes àqueles registrados para o grupo dos “ex-ineficientes”, após a correção. Exemplos desses indicadores são as produtividades do capital e trabalho. Por outro lado, nota-se que a produtividade da terra (viveiros), medida em kg/ha/ciclo, não foi objeto de alteração, fato plenamente justificável, pois o fator terra, no caso área de viveiros destinada ao cultivo dos camarões, mensurado em hectares, não foi utilizado nos problemas de programação linear.

4 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Com base nos resultados obtidos da Análise Envoltória de Dados, em uma amostra de 68 carcinicultores, concluiu-se que, sob a pressuposição de retornos constantes à escala, 38 carcinicultores foram considerados tecnicamente eficientes, obtendo medidas de eficiência técnica dentro do intervalo de 0,9 a 1,0, o que equivale a 55,88% da amostra. Os outros 30 carcinicultores foram considerados tecnicamente ineficientes e necessitam reduzir a quantidade utilizada de seus insumos em 19,11%, em média, para que atinjam a eficiência técnica máxima. Concluiu-se ainda que se todos os insumos fossem reduzidos na proporção sugerida pelo modelo, obter-se-ia, em média, uma redução de 37,13% no custo operacional total dos ineficientes.

Deste modo, o que fez com que o grupo dos carcinicultores tecnicamente eficientes se comportasse como tal foram os elevados níveis de adoção da tecnologia recomendada pelas instituições que promovem o desenvolvimento sustentável da atividade (Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC e a Departamento de Pesca e Aqüicultura do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento – DPA/MAPA), revelando-se com bom perfil tecnológico.

A análise cruzada de informações levou à conclusão que essa distinção em grupos de carcinicultores tecnicamente eficientes e ineficientes está relacionada com o tempo de experiência na atividade e grau de instrução dos gerentes de produção, que foram superiores para os eficientes.

Porém, no que diz respeito à alocação eficiente dos insumos e a eficiência em minimizar os custos de produção, os resultados levam à conclusão que, independentemente dos carcinicultores pertencerem ao grupo dos tecnicamente eficientes ou não, havia a necessidade de redução, tanto na ineficiência de combinação dos insumos em proporções adequadas como nos custos de produção, de forma a maximizar o lucro, e que essas reduções deveriam ser, em média, da ordem de 39% e 44,70%, respectivamente.

Os resultados revelam ainda que há uma má utilização de mão-de-obra, sobretudo por parte dos carcinicultores eficientes. No entanto, do ponto de vista social e de desenvolvimento local, o excesso de mão-de-obra empregada na atividade não deve ser eliminado. De acordo com o Departamento de Pesca e Aqüicultura do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (DPA/MAPA), a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC), Consultoria, Capacitação e Pesquisa – SUCESSO e o Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas do Estado de Pernambuco - SEBRAE/PE há uma crescente demanda pelo camarão de cativeiro nos mercados nacional e internacional. Sugere-se, então, que os carcinicultores cearenses orientem suas atividades pelo produto, ou seja, em vez de reduzir insumos para se tornarem eficientes, expandam a produção de camarão, mantendo a quantidade de mão-de-obra e os outros insumos constantes, atingindo o mesmo objetivo. Para tanto, deve-se aumentar a produtividade do trabalho por meio de incentivos na elevação do grau de instrução e na capacitação dos seus funcionários mediante treinamentos específicos.

Em suma, os resultados da análise de eficiência na produção de camarão marinho em cativeiro levam a concluir que o sucesso da atividade no Estado do Ceará decorreu muito mais da eficiência técnica dos carcinicultores do que da capacidade dos carcinicultores combinarem, da melhor maneira possível, os insumos, dada a relação dos preços dos insumos (eficiência alocativa). Essa má combinação dos insumos utilizados leva à conclusão que, em média, os carcinicultores que representam o Estado do Ceará obtiveram uma eficiência econômica de 55,33% ($0,907 \times 0,610$), e que apesar da enorme lucratividade do setor os carcinicultores cearenses não estão maximizando o lucro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coelli, T. J.; Rao, D. S. P.; Battese, G. E. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. London: Kluwer Academic, 1998. 275p.
- Charnes, A.; Cooper, W. W.; Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.
- DPA/MAPA – Departamento de Pesca e Aqüicultura do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento e ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. *Plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado*. Brasília-DF, out. 2001. 276pp.
- Farrel, M. J. A measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 120, p. 254-290, 1957.
- Fonseca, J. S.; Martins, G. A. *Curso de estatística*. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 1996. 320p.
- Forsund, F. R.; Lovell, C. A. K.; Schmidt, P. A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement. *Journal of Econometrics*, North-Holland, v. 13, n. 1, p. 5-25, 1980.
- Gesteira, T. C. V.; Nunes, A. J. P.; Miranda, P. T. C. Expansão da carcinicultura marinha no Estado do Ceará. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 12º CONBEP*, v. 1, Foz do Iguaçu-PR, 2001. (CD-ROM).
- Gomes, A. P. *Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital*. 1999. 157p. Tese (Doutorado em Economia Rural) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- Madrid, R. M. M. Paralelo à sustentabilidade ambiental, chegou a vez do mercado e da sustentabilidade econômica. *Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC*, Recife-PE, ano 4, n. 2, p. 35-37, ago. 2002.
- Matsunga, M.; Bemehnans, P. F.; Toledo, P. E. N.; Dulley, R. D.; Okawa, H.; Pedroso, I. A. Metodologia de produção utilizada pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.
- Rocha, I. P.; Rodrigues, J. F. As estatísticas da carcinicultura brasileira em 2001. *Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC*, Recife-PE, ano 4, n. 1, p. 39-42, abr. 2002.
- Seiford, L. M.; Zhu, J. An investigation of returns to scale in data envelopment analysis. *Omega – Journal of Management Science*, v. 27, n. 1, p. 1-11, 1999.
- Tupy, O.; Yamaguchi, L. C. T. Data envelopment analysis aplicada à produção de leite. In: *Anais do 40º Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*, Brasília: SOBER, v. 1, Passo Fundo-RS, 2002 (CD-ROM).