

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO DE CAMARÃO MARINHO EM  
CATIVEIRO NO ESTADO DO CEARÁ**

**JOSEMAR PEREIRA DE SOUSA JÚNIOR**

---

**Dissertação apresentada ao Departamento de Economia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Economia Rural.**

---

**FORTALEZA – CEARÁ – BRASIL**

Esta Dissertação foi submetida à Coordenação do Curso de Mestrado em Economia Rural, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Setorial do Departamento de Economia Agrícola da referida Instituição.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita em conformidade com os princípios da ética científica.

---

Josemar Pereira de Sousa Júnior

---

Prof. Ahmad Saeed Khan, Ph.D  
ORIENTADOR

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

Prof. Ahmad Saeed Khan, Ph.D  
PRESIDENTE

---

Prof<sup>a</sup>. Patrícia Verônica Sales Pinheiro Lima, Dr<sup>a</sup>.

---

Raúl Mario Malvino Madrid, Dr.

## **A G R A D E C I M E N T O S**

A Deus, que esteve sempre ao meu lado nos momentos fáceis e mais difíceis de minha vida, pois sem sua força e apoio eu não chegaria até aqui;

ao meu orientador, Prof. Ahmad Saeed Khan, que não mediu esforços para que minha sabedoria fosse aprimorada e que me abriu novos horizontes com a transmissão de seus conhecimentos;

aos meus pais e a minha irmã, que sempre me apoiaram, ajudaram e fizeram que chegasse até aqui;

aos membros da banca examinadora – Dr. Raúl Mario Malvino Madrid e Dr<sup>a</sup> Patrícia Verônica Sales Pinheiro Lima – pela amizade e participação na análise deste trabalho;

à Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC) que, personificada no seu Presidente, Sr Itamar de Paiva Rocha, em conjunto com o Sr. Josemar Rodrigues (Diretor financeiro), concedeu-me valiosa ajuda, tanto no que diz respeito ao apoio logístico, bem como no custeio desta pesquisa;

ao professor Antônio Aduino Fonteles Filho (LABOMAR) pela valiosa contribuição para realização deste trabalho;

ao engenheiro de pesca Francisco Joéliton dos Santos Bezerra, pelo apoio técnico e companhia durante toda a pesquisa de campo;

aos carcinicultores cearenses, que me receberam em suas fazendas, fornecendo-me informações fundamentais para a realização deste trabalho;

aos funcionários Mônica, Valda, Ricardo e Briam, pela amizade e paciência durante estes dois anos de convivência;

às funcionárias Margaret e Rita, da biblioteca setorial, pela sua presteza, amizade e confiança em mim;

aos amigos Cleycianne, Monalisa, Sônia, Sandra, Aparecida, Gabriela, Débora, Eliane, Ana Luiza, Otávio, Rafael, Nilo, Fabiano, Celso, Roberto e Assis, que foram grandes companheiros de luta e me suportaram por tanto tempo;

aos amigos e colegas da Universidade, que vieram a se pós-graduar no ano de 2003, ajudando-nos a vencer mais esta etapa de nossas vidas;

A todos os meus professores e amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a ascensão de mais um degrau de minha jornada aqui;

à FUNCAP, por me conceder uma bolsa, financiando meus estudos;

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
1 INTRODUÇÃO	1
<b>1.1 O Problema e sua importância</b>	3
<b>1.2 Hipóteses</b>	11
<b>1.3 Objetivos</b>	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
<b>2.1 Aspectos técnicos e setorial</b>	13
2.1.1 Manejo	13
2.1.2 Aspectos relativos à economicidade da atividade	15
2.1.3 Mercado	16
2.1.3.1 <i>Cenário internacional</i>	16
2.1.3.2 <i>Cenário nacional</i>	18
<b>2.2 Aspectos teóricos</b>	21
2.2.1 Medidas de eficiência e métodos de estimação das fronteiras de produção	21
2.2.2 Medidas insumo-orientadas	23
2.2.3 Medidas produto-orientadas	24
2.3 Aplicações da metodologia	29
3 METODOLOGIA	33
<b>3.1 Análise envoltória de dados (DEA)</b>	33
<b>3.2 Distribuição espacial</b>	41
3.2.1 Em relação à quantidade dos indivíduos	41
3.2.2 Em relação à qualidade dos indivíduos	44
<b>3.3 Tamanho da amostra</b>	44
<b>3.4 Fonte e natureza dos dados</b>	45
<b>3.5 Área de estudo</b>	45
<b>3.6 Definição das variáveis</b>	48
3.6.1 Medidas de eficiência	48

3.6.2 Comparação dos carcinicultores	49
3.6.3 Caracterização dos carcinicultores	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
4.1 Caracterização da amostra	52
<b>4.2 Caracterização das variáveis utilizadas no modelo DEA</b>	67
<b>4.3 Classificação dos carcinicultores, segundo as medidas de eficiência</b>	69
<b>4.4 Separação dos grupos – eficientes e ineficientes</b>	80
<b>4.5 Comparação dos carcinicultores</b>	80
<b>4.6 Caracterização dos carcinicultores eficientes</b>	90
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	94
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
7 APÊNDICE	105

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 <i>Distribuição da área cultivada e tamanho das fazendas para o cultivo de camarão marinho nos estados brasileiros, 2001.</i>	5
TABELA 2 <i>Distribuição da área, número de fazendas e participação relativa dos empreendimentos de carcinicultura marinha por estuário no Estado do Ceará, 2001.</i>	8
TABELA 3 <i>Informações sobre a distribuição espacial, densidade média (<math>\bar{D}</math>), variância (<math>S^2</math>) e índice de agregação (<math>I_a</math>) dos carcinicultores nos estuários cearenses.</i>	43
TABELA 4 <i>Frequências absolutas e relativas em relação à área destinada ao cultivo e o número de viveiros contidos nessas áreas entre carciniculturas representativas do Estado do Ceará.</i>	53
TABELA 5 <i>Frequências absolutas e relativas das diferentes fontes e formas de captação de água entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará.</i>	54
TABELA 6 <i>Frequências absolutas e relativas em relação à infra-estrutura de energia elétrica e disposição de geradores entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará.</i>	55
TABELA 7 <i>Frequências absolutas e relativas em relação à densidade de estocagem, idade das pós-larvas e intensidade da utilização de aeradores entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará.</i>	56
TABELA 8 <i>Frequências absolutas e relativas em relação ao número de bandejas por hectare e número de refeições diárias oferecidas aos camarões entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará.</i>	57

TABELA 9	<i>Frequências absolutas e relativas em relação à duração do ciclo produtivo e peso final médio do camarão entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará.</i>	58
TABELA 10	<i>Frequências absolutas e relativas em relação à sobrevivência dos camarões e produtividade do cultivo entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará.</i>	59
TABELA 11	<i>Frequências absolutas e relativas em relação ao grau de instrução, recebimento de treinamento específico e tempo de experiência dos gerentes de produção na atividade da carcinicultura entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará.</i>	63
TABELA 12	<i>Frequências absolutas e relativas em relação a faixa etária, grau de instrução e tempo de experiência dos empresários na atividade da carcinicultura entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará.</i>	65
TABELA 13	<i>Valores médios, mínimos e máximos das variáveis mão-de-obra total (<math>x_1</math>), pós-larvas (<math>x_2</math>), ração (<math>x_3</math>), fertilizantes (<math>x_4</math>), calcário (<math>x_5</math>), hipoclorito (<math>x_6</math>) e kwh (<math>x_7</math>), utilizados na produção do camarão em cativeiro que foram utilizadas no modelo DEA por municípios de coleta.</i>	68
TABELA 14	<i>Distribuições absolutas e relativas dos carcinicultores, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala, obtidas nos modelos que utilizaram a DEA.</i>	69
TABELA 15	<i>Carcinicultores representativos do Ceará, separados segundo à escala de produção.</i>	74
TABELA 16	<i>Produção de camarão no ciclo, quantidades de pós-larvas estocadas e ração, energia elétrica, área destinado ao cultivo de camarões e medida de eficiência técnica dos carcinicultores da amostra, separados por escala de produção.</i>	75



TABELA 17	<i>Sumário das eficiências técnica (ETrc), alocativa (EA) e de custos (EC).</i>	78
TABELA 18	<i>Sumário das taxas de utilização dos insumos, mão-de-obra total (<math>x_1</math>), pós-larvas (<math>x_2</math>), ração (<math>x_3</math>), fertilizantes (<math>x_4</math>), calcário (<math>x_5</math>), hipoclorito (<math>x_6</math>) e kwh (<math>x_7</math>), utilizados na produção do camarão em cativeiro, separados por escala de produção.</i>	78
TABELA 19	<i>Resultados da separação da amostra em grupos de carcinicultores eficientes e ineficientes.</i>	80
TABELA 20	<i>Indicadores selecionados para comparação dos carcinicultores, separados em grupos de eficientes e ineficientes.</i>	81
TABELA 21	<i>Composição média do custo operacional total e da renda bruta dos carcinicultores separados em grupo de eficientes e ineficientes.</i>	84
TABELA 22	<i>Médias dos resultados das medidas de eficiência alocativa e de custos, pressupondo-se retornos constantes à escala, e separados segundo grupos de carcinicultores eficientes e ineficientes.</i>	84
TABELA 23	<i>Sumário das taxas de utilização dos insumos mão-de-obra total (<math>x_1</math>), pós-larvas (<math>x_2</math>), ração (<math>x_3</math>), fertilizantes (<math>x_4</math>), calcário (<math>x_5</math>), hipoclorito (<math>x_6</math>) e kwh (<math>x_7</math>), utilizados na produção do camarão em cativeiro, separados por grupos de carcinicultores eficientes e ineficientes.</i>	86
TABELA 24	<i>Reduções percentuais possíveis na utilização dos insumos e medida de eficiência técnica para os carcinicultores ineficientes, estratificados segundo a produtividade média dos viveiros.</i>	87
TABELA 25	<i>Indicadores selecionados para comparação dos carcinicultores, separados em grupos de eficientes e “ex- ineficientes”.</i>	89

TABELA 26 *Indicadores de adoção da tecnologia recomendada pelas instituições envolvidas na plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado, por parte dos carcinicultores eficientes, estratificados segundo a produtividade média dos viveiros (terra).*

92

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 <i>Eficiência técnica e alocativa das firmas.</i>	23
FIGURA 2 <i>Medidas de eficiência produto-orientadas.</i>	25
FIGURA 3 <i>Eficiência técnica das firmas em espaço insumo-produto.</i>	26
FIGURA 4 <i>Superfície de produção côncava e as eficiências técnicas insumo e produto-orientadas.</i>	28
FIGURA 5 <i>Medida de eficiência e sobra de insumos.</i>	40
FIGURA 6 <i>Dendograma das médias das variáveis que foram utilizadas no modelo DEA por municípios onde foram coletadas todas as informações.</i>	67
FIGURA 7 <i>Medidas de eficiência técnica das 68 firmas amostradas, obtidas a partir do modelo DEA com retornos constantes à escala.</i>	71
FIGURA 8 <i>Medidas de eficiência técnica das 68 firmas amostradas, obtidas a partir do modelo DEA com retornos variáveis à escala.</i>	71
FIGURA 9 <i>Medidas de eficiência de escala das 68 firmas amostradas, obtidas a partir dos modelos DEA com retornos constantes e variáveis à escala.</i>	73
FIGURA 10 <i>Medidas de eficiência alocativa das 68 firmas amostradas, obtidas a partir do modelo DEA com retornos constantes à escala.</i>	77
FIGURA 11 <i>Medidas de eficiência de custos das 68 firmas amostradas, obtidas a partir do modelo DEA com retornos constantes à escala.</i>	77

## RESUMO

No Ceará, a importância da cadeia agroindustrial do camarão cultivado pode ser constatada pelo número de carcinicultores que se dedicam a essa atividade, pela extensão das áreas ocupadas com a carcinicultura, pelo valor da produção e pela capacidade de gerar empregos, contribuindo para o desenvolvimento local.

O Ceará é líder nacional em produtividade dos viveiros (produtividade da terra) possuindo em seu território, mais precisamente no Município de Acaraú, a fazenda recordista mundial no que se refere a esse indicador.

Com a crescente demanda pelo produto no mercado externo, sinalizada pelas instituições relacionadas com o desenvolvimento da atividade e com advento da tecnologia de se cultivar o camarão marinho em água doce, foi impulsionada a entrada de novos adeptos à atividade, sobretudo nos últimos dois anos.

Então, diante da importância que a carcinicultura ganhou na economia do Estado e o crescente ganho de produtividade, objetivou-se analisar se os carcinicultores estavam realizando a atividade de forma eficiente, tanto no que diz respeito à parte técnica, utilizando quantidades de insumos adequadas para certo nível de produção, como na parte de alocação de recursos, dada a relação de preços entre os insumos, resultando numa possível análise de eficiência econômica.

Para tanto, utilizou-se a análise envoltória de dados (DEA), em uma amostra de 68 carcinicultores. A DEA consiste em um modelo não paramétrico que compara, entre si, todos os carcinicultores da amostra representativa de uma população de 210 carcinicultores. Assim, um carcinicultor é considerado ineficiente quando existe pelo menos outro carcinicultor na amostra que produz certa quantidade de camarão, utilizando, proporcionalmente, menos insumos.

Os resultados do modelo indicaram 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 que necessitavam reduzir a quantidade utilizada de seus insumos, em média, 19,11% para que atingissem a eficiência técnica máxima.

De posse dos preços dos insumos utilizados no modelo DEA, os quais foram adicionados nos problemas de programação linear sob pressuposição de retornos

constantes à escala, foram calculadas as medidas de eficiência alocativa e de custos que indicaram a necessidade de redução, tanto na ineficiência de combinação dos insumos em proporções adequadas, dadas as relações de seus preços, bem como nos custos de produção de forma a maximizar o lucro, independentemente dos carcinicultores pertencerem ao grupo dos eficientes tecnicamente ou não. Essas reduções foram, em média, 39% e 44,70%, respectivamente.

O modelo permitiu ainda calcular as possíveis reduções no uso dos insumos pelos ineficientes, tendo como referência os eficientes, de forma que se todos os insumos fossem reduzidos, na proporção sugerida pelo modelo, obter-se-ia, em média, uma redução de 31,82% no custo operacional total dos ineficientes sem prejudicar a produção.

Feito isso, os produtores eficientes da amostra foram caracterizados com base no perfil tecnológico. Numa análise mais genérica, observou-se que esses carcinicultores atingiram elevados níveis de adoção da tecnologia recomendada pelas instituições que promovem o desenvolvimento sustentável da atividade – Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC e o Departamento de Pesca e Aqüicultura do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento – DPA/MAPA, revelando-se, então, o porquê de terem sido considerados eficientes.

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 deles combinarem da melhor maneira possível os insumos, dadas a relação dos preços dos insumos (eficiência alocativa), tendo em vista os valores das medidas de eficiência técnica e alocativa, que, respectivamente, foram, em média, 0,907 e 0,610. Em virtude dessa má combinação dos insumos utilizados, pode-se concluir que, em média, os carcinicultores que representaram o Estado do Ceará obtiveram uma eficiência econômica total de 55,33% ( $0,907 \times 0,610$ ), o que, apesar da enorme lucratividade do setor, revela que os carcinicultores cearenses estão “perdendo dinheiro”, ou seja, deixando de alcançar o lucro máximo.

## RESUMO

No Ceará, a importância da cadeia agroindustrial do camarão pode ser constatada pelo número de carcinicultores que se dedicam a essa atividade, pela extensão das áreas ocupadas com a carcinicultura, pelo valor da produção e pela capacidade de gerar empregos, contribuindo para o desenvolvimento local.

O Ceará é líder nacional em produtividade dos viveiros (produtividade da terra) possuindo em seu território, mais precisamente no município de Acaraú, a fazenda recordista mundial no que se refere a esse indicador.

Com a crescente demanda pelo produto no mercado externo, sinalizada pelas instituições relacionados com o desenvolvimento da atividade e com advento da tecnologia de cultivar o camarão marinho em água doce, impulsionaram a entrada de novos adeptos à atividade, sobretudo nos últimos dois anos. Essa explosão levou a exportação de camarão marinho produzido em cativeiro a ocupar o 4º lugar nas pautas de exportação do Estado.

Diante da importância que a atividade ganhou na economia do Estado e o crescente ganho de produtividade objetivou-se analisar se os carcinicultores estavam realizando a atividade de forma eficiente, tanto no que diz respeito à parte técnica como na parte de alocação de recursos, resultando numa possível análise de eficiência econômica também.

Para tanto, utilizou-se a análise envoltória de dados (DEA), em uma amostra de 68 carcinicultores. A DEA consiste em um modelo não-paramétrico que compara, entre si, todos os carcinicultores da amostra. Assim, um carcinicultor é considerado ineficiente quando existe pelo menos outro carcinicultor na amostra que produz certa quantidade de camarão, utilizando, proporcionalmente, menos insumos.

Os resultados do modelo indicaram 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 que necessitavam reduzir a quantidade utilizada de seus insumos em média, 19,11% para que atingissem a eficiência técnica máxima.

De posse dos preços dos insumos utilizados no modelo DEA, os quais foram adicionados nos problemas de programação linear sob pressuposição de retornos constantes à escala, foram calculadas as medidas de eficiência alocativa e de custos que indicaram a necessidade de redução, tanto na ineficiência de combinação dos insumos em proporções

adequadas, bem como nos custos de produção de forma a maximizar o lucro, independente dos carcinicultores pertencerem ao grupo dos eficientes tecnicamente ou não. Essas reduções foram, em média, 39% e 44,70% respectivamente.

O modelo permitiu ainda calcular as possíveis reduções no uso dos insumos pelos ineficientes, tendo como referencia os eficientes. De forma que se todos os insumos fossem reduzidos, na proporção sugerida pelo modelo, obter-se-ia, em média, uma redução de 31,82% no custo operacional total dos ineficientes.

Feito isso, os produtores eficientes da amostra foram caracterizados com base no perfil tecnológico, que numa análise mais genérica, atingiram elevados índices de adoção da tecnologia recomendada pelas instituições que promovem o desenvolvimento sustentável da atividade (ABCC e a DPA/MAPA), revelando-se então, o porque foram considerados eficientes.

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 se deveu muito mais a eficiência técnica dos carcinicultores, ou seja, o manejo tecnicamente correto, do que a capacidade dos carcinicultores combinarem da melhor maneira possível os insumos, dados a relação dos preços dos insumos (eficiência alocativa). Tendo em vista os valores das medidas de eficiência técnica e alocativa que respectivamente foram, em média, 0,907 e 0,610. Dado essa má combinação dos insumos utilizados pode-se concluir que, em média, os carcinicultores que representaram o estado do Ceará obtiveram uma eficiência econômica de 55,33% ( $0,907 \times 0,610$ ), o que apesar da enorme lucratividade do setor, revela que os carcinicultores cearenses estão “perdendo dinheiro”, ou seja, deixando de alcançar o lucro máximo.

# ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO DE CAMARÃO MARINHO EM CATIVEIRO NO ESTADO DO CEARÁ

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo do camarão marinho representa um investimento atrativo em muitos países de clima tropical que dispõem de ecossistemas estuarinos<sup>1</sup>. No caso do Brasil, aproximadamente 3.500 km dos 8.500 km da sua faixa costeira apresentam condições ideais para o desenvolvimento do camarão cultivado, o que confere ao País um extraordinário potencial para o seu cultivo.

A produção comercial de camarão em cativeiro no Brasil iniciou-se em 1978, por iniciativa do Governo do Rio Grande do Norte, que importou a espécie exótica *Penaeus japonicus*, visando à sua adaptação às condições locais do camarão cultivado no Brasil. O processo de produção nesse período caracterizou-se por cultivos extensivos de baixa densidade de estocagem, reduzida renovação da água e uso da alimentação natural<sup>2</sup> produzida no próprio viveiro (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

Os resultados favoráveis obtidos com o *P. japonicus*, em relação à reprodução, larvicultura, crescimento e engorda, serviram de base para que a iniciativa privada recebesse apoio de instituições federais de assistência técnica e financiamento (FINOR, BNCC, Fiset, SUDEPE). Porém, após o seu período de adaptação (1978/83), com a falta de pesquisas mais abrangentes e validações tecnológicas, associadas a um dos mais longos

---

<sup>1</sup> Ambientes aquáticos resultantes do encontro dos rios com a água do mar, os quais oferecem condições ideais para o cultivo do camarão marinho (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

<sup>2</sup> O alimento natural, representado pelo fitoplâncton <sup>2.1</sup>, perifiton <sup>2.2</sup>, zooplâncton <sup>2.3</sup> e perizoo <sup>2.4</sup>, é um importante componente de sua dieta. Daí a importância do desenvolvimento desses alimentos via incremento dos nutrientes pelas fertilizações químicas, antes do povoamento e durante o cultivo (ROCHA & MAIA, 1998).

<sup>2.1</sup> Constitui-se de algas microscópicas que se distribuem amplamente por toda massa de água, até a região onde existe luminosidade, ou seja, zona fótica (OGAWA & KOIKE, 1987).

<sup>2.2</sup> Diz respeito à microflora (algas) que cresce sobre o substrato como troncos, galhos, folhas etc. (OGAWA & KOIKE, 1987).

<sup>2.3</sup> Compreende o plâncton animal, composto de animais na maioria microscópicos e se caracterizam por sua pequena ou nenhuma capacidade de natação (OGAWA & KOIKE, 1987).

<sup>2.4</sup> Este termo é utilizado por alguns autores para se referir às comunidades de animais que estão associados ao perifiton (OGAWA & KOIKE, 1987).



períodos de estiagem ocorridos no Nordeste e à ocorrência de chuvas intensas após o período seco, com apreciáveis variações de salinidade nas águas estuarinas, evidenciaram-se grandes dificuldades no sentido de assegurar a maturação, a reprodução e a própria sobrevivência do camarão *P. japonicus* no nosso ambiente tropical, descartando-se a viabilidade de se desenvolver uma carcinicultura regional com base nessa espécie.

Após esse período, iniciou-se a domesticação das espécies nativas (*L. subtilis*, *L. paulensis* e *L. schimitti*), quando se procurou estabelecer um sistema semi-extensivo de produção de camarão em cativeiro, passando-se a adotar maiores densidades de povoamento (de 4 a 6 camarões por m<sup>2</sup> de espelho d'água), taxas de renovação de água de 3% a 7% do volume dos viveiros e alimento concentrado (ração). Durante 10 anos de trabalhos de domesticação das nossas espécies, a produtividade dessas espécies não ultrapassou as médias de 400 a 600 kg/ha/ano<sup>3</sup>, as quais eram suficientes apenas para cobrir, em alguns casos, os custos diretos de produção, comprometendo a rentabilidade da atividade e levando à desativação grandes unidades produtivas da região.

Para viabilizar a carcinicultura no Brasil, ainda na década de 80, iniciou-se a importação de pós-larvas<sup>4</sup> e reprodutores da espécie exótica *Litopenaeus vannamei*. O critério básico para a adoção da nova espécie foi o fato de ser a mesma já cultivada com êxito em outros países, como Equador e Panamá (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

Na primeira metade dos anos 90, os laboratórios brasileiros dominaram a reprodução e a larvicultura do *L. vannamei*, iniciando a distribuição comercial de pós-larvas<sup>5</sup>. O *Litopenaeus vannamei* apresentou viabilidade comercial, com índices de produtividade e rentabilidade superiores aos das espécies nativas, sendo, portanto, a única espécie cultivada atualmente em sistemas de produção<sup>6</sup> semi-intensivo que é próprio para as condições dos estuários brasileiros.

---

<sup>3</sup> A baixa produtividade das espécies nativas foi atribuída principalmente aos seus requerimentos protéicos e a não-existência de alimentos concentrados que atendessem suas exigências (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

<sup>4</sup> Este termo é aplicado a camarões jovens e prontos para serem cultivados com a finalidade de produção em escala comercial. Recebem esta denominação a partir da última metamorfose, chama-se de pós-larvas de 1 (um) dia, 2 dias . . . , expressando-se por pl<sub>1</sub> , pl<sub>2</sub> , e assim sucessivamente (OGAWA & KOIKE, 1987).

<sup>5</sup> O domínio do ciclo reprodutivo e da produção de pós-larvas resultou em auto-suficiência e regularização da sua oferta. Essa evolução se processou com tal ritmo favorável, que se pode considerar consolidada a tecnologia da formação de plantéis em cativeiro (ROCHA & MAIA, 1998).

<sup>6</sup> O sistema extensivo é aquele no qual se trabalha com baixa densidade de pós-larvas (entre 5 e 10 animais por m<sup>2</sup> de espelho d'água), com viveiros de maior tamanho e, em geral, com pós-larvas selvagens e com alimento natural contido na água estuarina; já o sistema semi-intensivo é aquele cuja a densidade de

Diante do sucesso da experiência nacional no cultivo de camarão marinho, foram realizados levantamentos, em 1997, sobre a situação da carcinicultura marinha no Estado do Ceará, a partir dos quais se pode concluir que existia interesse dos criadores, na época, em utilizar os recursos de produção de uma forma mais eficiente, de modo a alcançar maiores níveis de rentabilidade nos sistemas de cultivo (MARTINS, 1997).

### **1.1 O Problema e sua importância**

O rápido crescimento mundial do cultivo do camarão marinho nas últimas duas décadas, notadamente nos países costeiros tropicais emergentes da Ásia e das Américas, teve e continua tendo como base de sustentação a crescente demanda do produto no mercado internacional, a elevada rentabilidade do agronegócio<sup>7</sup> e a sua capacidade de gerar renda, emprego e desenvolvimento regional, bem como de produzir divisas para apoiar o crescimento tecnológico dos países produtores.

No ano 2000, a produção mundial do camarão cultivado em cerca de 1,2 milhões de hectares de viveiros localizados em mais de 50 países em desenvolvimento, chegou a 865.000 toneladas. Esta cifra representa 43% do total produzido mundialmente cujo volume nos últimos dez anos esteve em torno dos 2,0 milhões de toneladas anuais, com leve tendência à redução. Isto significa dizer que, apesar do acentuado crescimento da produção derivada dos viveiros de engorda, das 215.000 t. em 1985 para as atuais 865.000 toneladas, o camarão extraído dos mares continua sendo o principal responsável (57%) pela oferta global do produto (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

O sudoeste da Ásia é responsável pela maior parte da produção mundial de camarão cultivado, sendo o principal centro produtor. Em 2000, a produção foi obtida, predominantemente, de sistemas mais intensivos em pequenas fazendas com áreas inferiores a 20,0 ha de viveiros e chegou a 750.000 toneladas. Este volume representa 87% do total

---

povoamento pode variar de 20 a 50 pós-larvas/m<sup>2</sup> e são usados alimentos concentrados e aeradores mecânicos. O sistema intensivo já se caracteriza por densidades de povoamento entre 60 e 100 camarões/m<sup>2</sup> de espelho d'água, purificação da água (remoção de resíduos metabólicos) mediante filtração mecânica ou biológica, uso de alimento concentrado e de acentuada aeração mecânica (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

<sup>7</sup> O camarão marinho cultivado em todo o mundo tem a sua cadeia de produção constituída por três segmentos produtivos que lhe atribuem as características de agronegócio e que podem ser operacionalizados individualmente ou de forma integrada: (i) o laboratório de maturação e larvicultura; (ii) a fazenda de crescimento e engorda de camarão; (iii) o centro de processamento do produto para o mercado consumidor (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

mundial. A Tailândia produziu 250.000 toneladas e manteve a posição de líder mundial, sendo o principal fornecedor de camarão cultivado para os mercados consumidores dos EUA e do Japão. A China, com 110.000 toneladas, vem recuperando a sua posição de grande produtor. A Indonésia ocupou o terceiro lugar no *ranking* mundial com 100.000 toneladas. Entre outros países produtores do sudoeste asiático, destacam-se as Filipinas, o Vietnã e Taiwan (ROSENBERRY, 2000).

No Ocidente, os países produtores estão concentrados na costa sul-americana do Oceano Pacífico, destacando-se Equador como o mais importante, seguido pelo Panamá, Peru e Colômbia. No Brasil e no México, a atividade mostra acentuado crescimento com uma produção anual que já se situa entre 25.000 e 30.000 toneladas. Na América Central, Honduras e Nicarágua começam a despontar com níveis de produção anual em torno de 10.000 toneladas (ROSENBERRY, 2000).

O Brasil, apesar do extraordinário crescimento da produção cultivada entre 1997 e 2001, de 3.600 para 40.000 toneladas, ainda é considerado um produtor relativamente pequeno no âmbito mundial. O sistema brasileiro de produção de camarão marinho cultivado, no ano 2001, 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 deve-se principalmente à adaptação da espécie *L. vannamei* às condições dos ecossistemas costeiros do País, os quais apresentam condições de clima, água e solo excepcionalmente favoráveis ao desenvolvimento da aqüicultura em geral (ROCHA & RODRIGUES, 2002).

As amplas e bem distribuídas facilidades de infra-estrutura da faixa litorânea do Brasil, no que concerne a estradas pavimentadas, energia, comunicação, portos marítimos e aeroportos, acentuam as vantagens comparativas do Brasil em relação aos países sul-americanos da costa do Pacífico e aos da Ásia. A localização dos nossos portos marítimos em relação aos mercados norte-americano e europeu é privilegiada e favorece a competição com os produtores asiáticos (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

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 condições de igualdade com vários países asiáticos e centro-americanos, nos quais a produção de camarão confinado tem lugar de destaque (DPA/MAPA & 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 Ceará 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 & RODRIGUES, 2002).

No que se refere à localização dos viveiros e ao tamanho das fazendas por estados da Federação, a Tabela 1 revela que em área cultivada o Rio Grande do Norte ocupa a primeira posição, seguido, por ordem de importância, pela Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba e Piauí. Quanto ao tamanho das fazendas, verifica-se uma acentuada predominância do pequeno produtor (< 20ha), que participa com 90,3% das unidades produtivas. No entanto, sua participação na área total de viveiros é de aproximadamente de 35,0%. No outro extremo aparecem os grandes produtores (>100ha) que, em quantidade, correspondem a aproximadamente 4,0% mas que detêm 47,6% da área total de viveiros.

**TABELA 1**

*Distribuição da área cultivada e tamanho das fazendas para o cultivo de camarão marinho nos estados brasileiros, 2001*

Estados	Fazendas (n°)	Área (ha)	Pequenas		Médias		Grandes	
			(n°)	(ha)	(n°)	(ha)	(n°)	(ha)
Pará	1	60	-	-	1	60	-	-
Maranhão	2	113	1	5	-	-	1	108
Piauí	10	503	6	22	3	221	1	260
Ceará	83	1.619	69	525	11	501	3	592
Rio G. N.	232	2.024	221	1.105	6	279	5	640
Paraíba	23	531	19	126	2	113	2	292
Pernambuco	64	997	60	210	2	92	2	675
Alagoas	1	10	1	10	-	-	-	-
Sergipe	15	217	14	157	1	60	-	-
Bahia	29	1.710	22	203	2	127	5	1.380
Espírito Santo	1	103	-	-	-	-	1	103
São Paulo	1	20	1	20	-	-	-	-
Paraná	1	40	-	-	1	40	-	-
S. Catarina	44	573	44	573	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>507</b>	<b>8.500</b>	<b>458</b>	<b>2.957</b>	<b>29</b>	<b>1.493</b>	<b>20</b>	<b>4.050</b>
<b>%</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>90,3</b>	<b>34,8</b>	<b>5,7</b>	<b>17,6</b>	<b>4,0</b>	<b>47,6</b>

Fonte: ROCHA & RODRIGUES (2002)

Sobre a situação atual em que se encontra a carcinicultura marinha brasileira, cabe ainda indicar que no ano 2001 o País contou com 24 laboratórios de maturação e larvicultura, que produziram aproximadamente 8,0 bilhões de pós-larvas destinadas ao povoamento dos 8.500 hectares de viveiros cultivados; 3 fábricas de ração que processam alimento concentrado para o camarão; 39 centros de processamento do camarão para o mercado nacional e internacional.

Em relação aos estuários costeiros do País, as vantagens comparativas<sup>8</sup> 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 estende 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<sup>9</sup> que predomina nessas zonas (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

As condições edafo-climáticas, hidrobiológicas e topográficas das áreas costeiras do Nordeste que recebem influência do regime das marés se situam num patamar de tal maneira favorável ao desenvolvimento do camarão cultivado, que é perfeitamente viável utilizar os 365 dias do ano para o cultivo do camarão, o que permite realizar três ciclos anuais de produção. Este indicador põe em evidência as vantagens comparativas da Região Nordeste em relação aos países asiáticos, tradicionais produtores, que dispõem

---

<sup>8</sup> A teoria das vantagens comparativas, integrante principalmente da acepção ricardiana da economia clássica. Nessa concepção, as nações tenderiam a concentrar esforços na produção de mercadorias para as quais tivessem recursos abundantes, forjando uma divisão internacional do trabalho baseada na especialização produtiva, ou seja, cada qual seria eficiente na produção daquilo que tivesse vantagens comparativas (GONÇALVES & SOUZA, 2000).

<sup>9</sup> A pobreza, porém, parece ser o maior dos problemas, pois, conforme o Relatório sobre o Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD/IPEA, 1996), 30,2% da população brasileira é pobre, ou seja, que sobrevive mensalmente com menos de um quarto do salário mínimo vigente. A pobreza que atinge esta parcela da população é maior (pior) que a de países como a Bolívia, El Salvador, Guatemala, Honduras e Panamá. ... Em relação ao “Índice de Desenvolvimento Humano” (IDH), o Brasil, em média, exibe um IDH de 0,797, número inferior ao da América Latina (0,823). Entretanto, as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste exibem índices de 0,844, 0,838 e 0,826, respectivamente, enquanto que as regiões Norte e Nordeste apresentam valores 0,706 e 0,548. Os Estados que apresentam os mais baixos índices são: Paraíba (0,466), Alagoas (0,500), Piauí (0,502), Ceará (0,506), Maranhão (0,512), Rio Grande do Norte (0,574) e Pernambuco (0,577). Cabe salientar que todos estes Estados estão localizados na região Nordeste, onde o fenômeno da seca é um denominador comum (VINATEA & MUEDAS, 1998).

apenas de 240 dias, o que lhes garante apenas dois ciclos anuais de produção (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

Estimou-se, em 2000, que somente na Região Nordeste, entre áreas adjacentes aos manguezais, salinas e viveiros de peixes desativados, existam 300.000 hectares propícios para a expansão da carcinicultura nacional. O pleno aproveitamento dessa área significaria a produção anual de 1,0 milhão de toneladas, a geração de US\$ 6,0 bilhões de renda e 1,5 milhão de empregos diretos e indiretos, o que elevaria as condições socioeconômicas da faixa rural da costa nordestina com impacto considerável no desenvolvimento regional (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

Ainda em relação às vantagens comparativas analisadas num contexto regional, o custo de oportunidade social ou nível de investimento necessário para gerar um emprego direto é amplamente favorável ao cultivo do camarão marinho, cujas cifras evidenciam a vantagem do camarão com um custo de US\$ 13.880,00/emprego direto<sup>10</sup> contra outras atividades produtivas cujos custos variam de US\$ 60.000 a US\$ 220.000 (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

Análise realizada por técnicos da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP (2000) mostra as amplas vantagens comparativas do camarão cultivado sobre outras atividades agrícolas tradicionais do litoral do Nordeste, tais como, a cana-de-açúcar e coco anão.

O Estado do Ceará possui 573km de costa e um grande potencial para o desenvolvimento da carcinicultura marinha moderna, contando com fazendas bem estruturadas; fazendas, onde são adotadas altas tecnologias que lhes garantem elevados índices de produtividade (GESTEIRA et al., 2001). O Estado conta com 4 laboratórios de larvicultura: Aquacustra, Compescal, Equabrás-lab3, Seafarm, que, de acordo com ROCHA & RODRIGUES (2002), produziram juntos, em 2001, aproximadamente 9 milhões de pós-larvas. Os autores revelam ainda que das 39 unidades de processamento existentes no Nordeste em 2001, o Ceará é o estado majoritário, apresentando 15 plantas de beneficiamento, enquanto que o segundo estado nordestino apresenta apenas 8 unidades de processamento.

---

<sup>10</sup> Considerando a evolução tecnológica por que vem passando a atividade, a relação mão-de-obra/hectare de viveiro cresceu de 0,2-0,3 empregos/ha para 0,7 empregos/ha. Quando o camarão é processado para o mercado no âmbito da fazenda produtora, essa relação aumenta para 1 emprego/hectare de viveiro em operação. Os parâmetros de geração de emprego da carcinicultura brasileira são bem superiores aos das culturas de algodão, soja e milho, cada uma com 0,3 empregos/ha; de café, com 0,8 empregos/ha; e da pecuária, com 0,03 empregos/ha. A fruticultura, com 2,0 empregos/ha, é a única atividade do setor primário que, no Brasil, gera mais empregos que o cultivo do camarão (SEPLAN-RN, 2002).

O Ceará conta ainda com um dos dois centros de diagnósticos de doenças de camarão do Brasil, o Centro Nacional de Diagnóstico de Enfermidades do Camarão Marinho – CEDECAM, onde são efetuadas análises bacteriológicas e histológicas com possibilidades futuras de análises por técnicas de biologia molecular (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

Entre os anos de 1996 e 2001, a carcinicultura cearense apresentou significativa expansão das áreas cultivadas, passando de 370 hectares para 1.619 hectares (BEZERRA et al.1998; ROCHA & RODRIGUES, 2002). Através de técnicas de mapeamento por satélite, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, em 1989, detectou 6.405 ha de áreas propícias ao cultivo de camarão marinho. Além dessa área favorável ao desenvolvimento da atividade, outros 560 ha estavam sendo utilizados (MARTINS, 1996). De acordo com levantamentos feitos pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE no ano de 2001, apresentados na Tabela 2, as fazendas estão concentradas principalmente nos estuários dos rios Jaguaribe (31) e Pirangi (21), ocupando áreas de 796 hectares e 938,4 hectares, respectivamente.

**TABELA 2**

*Distribuição da área, número fazendas e participação relativa dos empreendimentos de carcinicultura marinha por estuário no Estado do Ceará, 2001*

<b>Estuário</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Número de Fazendas</b>	<b>Participação (%)</b>	<b>Área Prioritária (ha)</b>
Acaraú	384,5	9	9,6	384
Barra Grande	93,0	3	2,3	-
Boqueirão	250,0	1	6,2	-
Ceará	200,0	1	5,0	209
Choró	8,6	1	2,2	197
Coreaú	72,8	2	1,8	908
Curu	9,5	1	0,3	-
Jaguaribe	796,0	31	19,9	746
Mal Cozinhado	593,0	1	14,8	-
Mundaú	155,0	2	3,9	133
Pacoti	170,0	1	4,2	191
Pirangi	938,4	26	23,4	452
Pontal	66,0	1	1,6	-
Tapuio	86,9	2	2,2	-
Timonha	72,0	2	1,8	2.103
Zumbi	31,5	2	0,8	685
<b>Total</b>	<b>4.007,2</b>	<b>86</b>	<b>100</b>	<b>6.405</b>

Fonte: GESTEIRA et al. (2001).

Então, conforme visto anteriormente neste capítulo, 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 de que os auferidos por outros países, provavelmente pelo fato de o camarão brasileiro proveniente de cultivo ser novo e, portanto, ainda pouco conhecido no mercado (MADRID, 2002).

Perpetuando-se a tendência de quedas nos preços do camarão no mercado internacional aos 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).

Porém, convém lembrar que o Brasil, em relação 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. No entanto, o futuro das *commodities* está na redução de custo e no ganho de produtividade e de escala (MADRID, 2002). Se a opção, entretanto, é trabalhar com produtos de maior valor agregado, deve-se estar ciente, por um lado, de que 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). Então, 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 necessário poupar, o que, por sua vez, necessita de



aumentos nas margens de lucros, conseguidos através da redução dos custos de produção, que somente serão alcançadas se os carcinicultores forem eficientes tecnicamente, bem como na alocação dos recursos.

No entanto, 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 destina-se a apresentar a teoria da produção considerando as unidades produtivas como plenamente eficientes, ou seja, a partir de pressupostos comportamentais, como a maximização do lucro, minimização do custo ou maximização da receita, a unidade produtiva produz num ponto que corresponde à produção máxima dada a tecnologia disponível, este é o teor da maioria dos manuais de Microeconomia. No entanto, investigações empíricas têm constatado 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.

Diante do sucesso da experiência nacional no cultivo de camarão marinho, torna-se de fundamental importância analisar a situação atual da carcinicultura marinha no Estado do Ceará. A partir desse estudo, pode-se verificar se os criadores estão utilizando os recursos de produção de forma eficiente, com maiores níveis de rentabilidade nos sistemas de cultivo, de modo a reduzir custos em todas as fases da produção, aumentando a competitividade da carcinicultura marinha cearense.

## 1.2 Hipóteses

A evolução dos processos tecnológicos de manejo da qualidade da água de viveiros, principal variável para o êxito do cultivo que envolve métodos e práticas de fertilização, alimentação e monitoramento de parâmetros químicos e biológicos, está contribuindo para a obtenção de níveis de produtividade cada vez mais elevados e para a consolidação da atividade comercial como uma das mais rentáveis do setor primário da economia dos países produtores. A tecnologia do agronegócio é cada vez mais intensa em capital por unidade de área e, nos últimos tempos, está orientada para cultivos de maior densidade de camarões por m<sup>2</sup>, sem renovação de água, com aeração mecânica e uma manipulação especial dos microorganismos presentes no ambiente aquático dos viveiros destinados à purificação da água (biofiltros) e ampliação da oferta do alimento natural do camarão.

Em virtude dos crescentes ganhos de produtividade da carcinicultura brasileira, sobretudo da cearense, que mais contribuiu para esse ganho global de produtividade, sendo apontada algumas fazendas como as mais produtivas do mundo. Então, levanta-se a hipótese de que os carcinicultores cearenses passaram a utilizar melhor os recursos, ou seja, tornaram-se mais eficientes tecnicamente ou adotaram uma combinação dos fatores de produção de forma mais otimizada caracterizando aumento na eficiência alocativa.

Diante das hipóteses ora levantadas, o presente trabalho pretendeu investigar como a carcinicultura cearense tornou-se referência mundial.

### 1.3 Objetivos

Como objetivo geral, pretende-se analisar a eficiência das unidades produtoras de camarão em cativeiro no Estado do Ceará. Especificamente pretende-se:

- a) classificar os produtores segundo as medidas de eficiência técnica e de escala;
- b) identificar os produtores que apresentam as melhores práticas de produção;
- c) comparar os carcinicultores eficientes e ineficientes, segundo alguns indicadores técnicos e econômicos;
- d) determinar as metas de produção e verificar se há sobras de insumo nas atividades produtivas;
- e) caracterizar os carcinicultores eficientes, segundo o perfil tecnológico; e
- f) contribuir para o aumento da eficiência, sobretudo para os carcinicultores que se apresentarem como ineficientes.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Aspectos Técnicos e Setorial

#### 2.1.1 Manejo

A implementação de técnicas de manejo dos viveiros pode minimizar perdas na produção através de potenciais causas de doenças e problemas de qualidade da água. De acordo com JORY (1995), o complexo manejo dos viveiros requer um conhecimento de diversos fatores, incluindo biologia das espécies escolhidas, qualidade da água e solo e contínuo *feedback* da produção dos viveiros. A distribuição do alimento natural é o principal componente do manejo dos viveiros e fator crítico para a produção eficiente e para minimizar o impacto ambiental. O manejo de alimentação envolve a avaliação da sua eficiência expressa em taxa de conversão alimentar. O manejo ótimo do alimento é aquele método que resulta no máximo crescimento e sobrevivência suportada e mais baixa conversão alimentar com o mínimo fornecimento de ração e mínimo impacto ambiental.

Segundo FEITOSA (1997), a otimização do uso do alimento de camarão continuava até aquele momento como um desafio no gerenciamento das fazendas de cultivos intensivos e semi-intensivos. No entanto, esta afirmação ainda continua sendo válida.

A utilização de bandejas de alimentação apresenta-se como opção para o manejo e ajuste da ração fornecida nos viveiros de camarão marinho, ao maximizar a rentabilidade deste dispendioso insumo (VIACAVA, 1995 ; GODDARD et al. 1997 ; JORY, 1997 e FEITOSA, 1997). Esta tecnologia tem sido implementada com sucesso em várias regiões do mundo, desde seu emprego no monitoramento do consumo em viveiros intensivos nas Filipinas (CRUZ, 1991) até o uso de comedouros exclusivos em cultivos semi-intensivos no Peru, Equador, Colômbia e Honduras (CALVO, 1993 e RIVAS, 1997). No Brasil, foi introduzida pela MARINE – Maricultura do Nordeste S/A, em 1994 (MAIA, 1995 e ROCHA & MAIA, 1998).

Outro fator que é levado em consideração é a própria ração. O desenvolvimento da composição e uso da ração tem sido o fator da bem-sucedida expansão do cultivo de camarão e terá em um futuro próximo um papel importante para manter a indústria da carcinicultura ecologicamente viável (JORY, 1995).

De acordo com TACON (1993), existem cinco fatores principais que determinam a performance nutricional e o sucesso de uma ração artificial na aqüicultura: formulação da ração e conteúdo de nutrientes, fabricação da ração e características físicas, manuseio e estocagem, método de aplicação da ração e regime alimentar, meio ambiente aquático e disponibilidade de alimento natural. Pouco resultado produzirá a melhor ração para camarão no mundo, se não for apropriadamente manuseada, estocada e usada. Uma superalimentação causará poluição da água e relegará uma ração dispendiosa e formulada cuidadosamente à função de um simples fertilizante (FEITOSA, 1997).

Quanto à alimentação natural, de acordo com TACON (1993), o alimento natural dos viveiros, apesar de sua importância para o cultivo de camarão, é geralmente subestimado pelos nutricionistas e fabricantes de ração, que continuam formulando dietas nutricionais completas que são mais viáveis para níveis altos de densidade de estocagem, mas provavelmente não justificadas em densidades de cultivos semi-intensivos. Hoje no Brasil, uma dos principais fornecedores de ração, talvez o mais importante deles, tem em sua linha de produtos rações para diferentes densidades de estocagem e fases do cultivo, variando conforme o seu emprego às características nutricionais.

Segundo JORY (1995), o manejo da produtividade (alimento) natural envolve dois principais componentes: preparação dos viveiros entre os ciclos de produção e monitoramento rotineiro da água e do solo do viveiro, sendo renovação de água e fertilização, durante a preparação dos viveiros, os passos mais críticos no manejo da produtividade natural.

A taxa ótima de alimentação e sua frequência devem ser determinadas a cada cultivo e quando variar a ração, através da observação dos resultados no crescimento, sobrevivência e eficiência alimentar, levando-se em conta as diferentes fases de crescimento e variabilidade sazonal dos fatores ambientais (TACON, 1993).

Para FEITOSA (1997), a periodicidade de alimentação em camarões peneídeos é um assunto bastante controverso, evidenciando alguns autores que acreditam ser esta família de camarões de hábitos noturnos, como também autores adeptos de que os peneídeos possuem hábitos diurnos. NUNES et al. (1996) observaram um ritmo de alimentação irregular, ocorrendo tanto à noite como durante o dia, em cultivos semi-intensivos da espécie *Litopenaeus subtilis*, na região Nordeste do Brasil, sendo que nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os níveis de consumo nos dois turnos.

No entanto, a ingestão de alimento era afetada pela qualidade da água, principalmente com relação às variações de salinidade e temperatura.

De um modo geral, acredita-se que as distribuições da ração várias vezes, em intervalos de poucas, melhora a conversão alimentar e crescimento e reduz a acumulação de alimento não ingerido e a deterioração da água e do fundo do viveiro (FEITOSA, 1997).

As metas microbiológicas e ecológicas para o manejo dos viveiros de camarão conforme BRATVOLD et al. (1997) são: otimizar a taxa de nitrificação para manter baixos níveis de amônia, bem como a taxa de desnitrificação para remover o excesso de nitrogênio gasoso do sistema; maximizar a mineralização do carbono para dióxido de carbono, através da calagem; manter uma comunidade estável e diversificada que não venha a ser dominada por espécies indesejáveis; maximizar a produção secundária.

O desenvolvimento de melhores práticas de manejo é um processo contínuo que permanecerá quando a tecnologia se desenvolver, quando novas informações se tornarem disponíveis e recursos específicos forem impactados por outros tipos de atividade (HOPKINS, 1997).

### 2.1.2 Aspectos relativos à economicidade da atividade

LAMBREGTS et al. (1993) avaliaram a economia de escala e compararam três estratégias de produção comercial de *Litopenaeus vannamei*: semi-intensivo, intensivo e superintensivo nos Estados Unidos. Ampla economia de escala foi associada com cada estratégia de produção. Sobre as mudanças dos tamanhos das fazendas consideradas, o custo de investimento diminuiu aproximadamente 50% e o custo de produção diminuiu 25%. O retorno do cultivo foi medido usando a taxa interna de retorno (TIR). Quando o investimento foi maior do que US\$ 750 mil, a estratégia intensiva promoveu um retorno ligeiramente melhor para o investido do que as estratégias semi-intensiva ou intensiva. Em níveis de investimento menores do que US\$ 750 mil, a estratégia semi-intensiva forneceu a maior TIR.

Segundo FEITOSA (1997), a escolha da estratégia de produção deveria depender das condições do investidor individual, tais como disponibilidade de capital, infraestrutura, e capacidade gerencial, que basicamente determinarão o sucesso do negócio. Valores de produção do cultivo, investimento e custos anuais, na época, indicavam que a

mudança para uma estratégia de produção mais intensiva podia não ser economicamente justificável, baseada naquela análise, exceto onde a terra era fator limitante.

GRIFFIN et al. (1993) avaliaram os efeitos dos diferentes tipos de projetos dos viveiros na taxa interna de retorno de uma área de cultivo de camarões de 40 ha. Os autores verificaram que, dos quatro parâmetros de construção (tamanho e forma do viveiro, tamanho da crista dos diques e inclinação das paredes dos canais), a forma do viveiro é a que mais influi no total da quantidade de terra movimentada e custos de construção.

Os custos anuais devem ser examinados rigorosamente, quando se está selecionando uma estratégia de gerenciamento (LAMBREGTS et al. 1993). Um estudo em que foram acompanhados 300 tomadores de empréstimo da Associação Produção de Crédito, durante quatro anos, revelou que, em média, esses beneficiários superestimaram em 15% suas entradas de receitas e subestimaram 17% seus custos (KLINEFELTER, 1988 *apud* FEITOSA, 1997). Esses produtores foram excessivamente otimistas ao solicitarem os créditos e o malogro destas estimativas resultou no seguinte: 1) não produzindo; 2) venda de ação da empresa para gerar capital operacional; 3) colher a produção prematuramente para cobrir débitos; 4) mudanças no gerenciamento/controlar acionário; 5) falência. Verificou-se que a maioria desses aspectos havia ocorrido uma vez ou mais nestes empreendimentos.

### 2.1.3 Mercado

#### 2.1.3.1 Cenário internacional

O mercado global do camarão cultivado mostra acentuada e crescente demanda nos principais centros importadores – EUA, Europa e Japão – a qual tem sido responsável pela manutenção de um nível de preço atrativo e remunerador do produto cultivado, conferindo-lhe bons índices de rentabilidade e lucratividade. As variações de preço do produto guardam relação com o maior ou menor nível de crescimento da economia dos países consumidores e seus efeitos nos estoques ou inventários do camarão congelado que, por sua vez, regulam as importações (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

O consumo *per capita* nos EUA, principal mercado importador, mostra um consistente incremento na última década, sendo que no triênio 1998, 1999 e 2000 foi de 2,7, 2,8 e 3,0 libras, respectivamente (DPA/MAPA & ABCC, 2001). Em 2000, as

importações de camarão desse mercado chegaram a 345.000 t. As transações financeiras no mercado norte-americano no nível de importadores e distribuidores desse crustáceo movem cifras anuais da ordem de US\$ 8,0 bilhões, que colocam o produto em primeiro lugar no mercado de frutos do mar daquele país (DPA/MAPA & ABCC, 2001). O Japão, apesar da crise que vem afetando o desempenho de sua economia, se mantém como o maior mercado consumidor de toda a Ásia, tendo importado 246.000 t. (DPA/MAPA & ABCC, 2001). Com isso, o camarão é na atualidade um produto com mercado internacional solidamente estabelecido e em plena expansão, estando incluído entre as principais *commodities* das transações comerciais do setor primário, situação que o situa como um produto gerador de divisas por excelência (DPA/MAPA & ABCC, 2001).

Segundo DPA/MAPA & ABCC (2001), os principais mercados importadores do camarão cultivado brasileiro são a Europa (França, Espanha e Portugal) e os Estados Unidos. Para a Europa, seguem principalmente o camarão inteiro congelado. Para os Estados Unidos, o principal produto é o camarão sem cabeça congelado.

Quanto às importações de camarões feitas por parte do Brasil, de acordo com DPA/MAPA & ABCC (2001), por uma questão de “biossegurança” o Governo do Brasil, com o propósito de evitar o ingresso do vírus da “mancha branca” (WSSV) no País, que reduziu substancialmente a produção do Equador, colocou em vigência a Instrução Normativa N° 39, que estabelece a proibição temporária da importação de crustáceos em qualquer forma (vivos, congelados, frescos etc.) e origem.

Desse modo, considerando as excepcionais condições naturais do Brasil, aliadas à razoável rede de infra-estrutura ao longo de toda sua costa, não será difícil para os produtores de camarão do País concorrerem em pé de igualdade com os demais produtores mundiais por uma fatia do mercado internacional, embora a tendência de maior viabilidade econômica seja no sentido de aprimoramento do produto comercializado internamente, através da incorporação de valor agregado, tendo em vista se ampliar o leque de ofertas, abrir mercados e introduzir novos hábitos de consumo (ROCHA & MAIA, 1998).



### 2.1.3.2 Cenário nacional

Já em 1998, ROCHA & MAIA (1998) chamavam atenção para o mercado interno do camarão, que naquela época comercializava 85% da produção na forma de camarão inteiro, *in natura*, resfriado e conservado em gelo, utilizando embalagens de isopor de 60 litros, onde eram acondicionados 30 kg de camarão e 15 kg de gelo, enquanto que 10% estavam sendo comercializados na forma de camarão congelado e que essa produção era escoada por via terrestre, utilizando-se caminhões com carrocerias frigoríficas, ou por via aérea, utilizando-se aviões cargueiros ou vôos comerciais, tendo como principais destinos as cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo.

No entanto, apesar da firme demanda e dos favoráveis preços do mercado interno, na época, a comercialização de camarão *in natura*, fresco e conservado em gelo, apresenta um forte componente negativo: a curta vida de prateleira desses produtos. Isto contribui para fragilizar, pelo elevado grau de perecibilidade, o seu processo de comercialização como um todo (ROCHA & MAIA, 1998).

Desse modo, já ressaltavam naquela época ROCHA & MAIA (1998), considerando o grande potencial do mercado brasileiro e a perspectiva de um rápido crescimento da carcinicultura nacional, tornava-se necessário a adoção de urgentes medidas tendentes à melhoria da forma de apresentação do produto final, agregando-se valor para atender às diversas demandas do mercado consumidor (camarão congelado com cabeça e sem cabeça; camarão pré-cozido com cabeça e sem cabeça; camarão descascado; camarão-borboleta; camarão sem cabeça, descascado e empanado; camarão pré-cozido para coquetel etc.). Além disso, fazia-se necessário o estabelecimento de postos de vendas e distribuição do produto nas principais cidades brasileiras, bem como abrir mercados consumidores.

Estimativas do Programa Nacional do Apoio ao Desenvolvimento do Cultivo do Camarão Marinho, elaborado pela Secretaria Executiva do Departamento de Pesca e Aqüicultura do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento – DPA/MAPA, em conjunto com a Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC, até 2003, o cultivo deverá expandir para aproximadamente 35 mil hectares, neste caso saltaria de 25.000 toneladas para 105.000 toneladas/ano (SUCESSO; SEBRAE/PE & ABCC, 2002).

Para que o mercado absorva esta produção, torna-se necessária a definição de estratégias de penetração no mercado e a identificação de novos canais de comercialização.

A partir daí foi desenvolvido pelo Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e a ABCC uma pesquisa sobre o potencial de consumo para o camarão de cativeiro, em cinco capitais do Brasil (Recife, Salvador, Rio de Janeiro, Brasília e São Paulo) e três outras cidades do interior de São Paulo (Santos, Campinas e Ribeirão Preto), onde foram abordados o consumidor final do camarão, canais de distribuição do produto, restaurantes e seus clientes. As estatísticas e informações coletadas geraram um conhecimento mais detalhado do perfil destes componentes da cadeia, que viabilizará a elaboração de um programa mercadológico integrado para o camarão de cativeiro (SUCESSO; SEBRAE/PE & ABCC, 2002).

O planejamento e validação final do estudo foram da equipe técnica de estudos e pesquisas do SEBRAE/PE; a pesquisa de campo, a tabulação dos dados e o relatório preliminar foram desenvolvidos pela empresa SUCESSO – Consultoria, Capacitação e Pesquisa. Os parâmetros para este levantamento levam em consideração um nível de confiança de 95% para as estimativas, com erro de 5% para mais ou para menos nos resultados apurados (SUCESSO; SEBRAE/PE & ABCC, 2002).

Os resultados desta pesquisa revelaram que: quanto ao hábito de consumo, através de correlações, foi identificado que 62% do total de entrevistados têm o hábito de consumir camarão em sua residência. Estratificando os dados por cidade, Salvador com 54%, o Distrito Federal e o Rio de Janeiro cada um com 61%, apresentaram índices negativos no que tange ao hábito de consumo de camarão no domicílio.

Quanto ao conhecimento do produto, o camarão de cativeiro é desconhecido para 75% dos entrevistados. Entre os consumidores que afirmaram conhecer o produto (25%), quem obteve maior destaque foram as cidades de Recife e Ribeirão Preto, com 32% cada uma, vindo depois Santos (26%), Belo Horizonte (26%) e Curitiba (26%).

Após ter estudado este indicador com maior profundidade, através de referências cruzadas junto aos indicadores tratados na pesquisa, observa-se que o consumidor que conhece o camarão de cativeiro é predominantemente do sexo masculino (66%). Este percentual ainda é maior, acima dos 70%, no Distrito Federal, na cidade do Rio de Janeiro e em Salvador.

No que tange à faixa de idade, os consumidores acima de 41 anos são aqueles que mais conhecem o produto camarão de cativeiro, com destaque principalmente para as cidades de Salvador, Distrito Federal, Recife e São Paulo. Sobre o estado civil, a grande maioria é de casados (64%), não havendo grandes alterações no percentual entre as cidades.

A ocupação profissional dos consumidores de camarão de cativo apresenta uma distribuição igual entre funcionários públicos, com 30%, e empregados de empresa privada, com o mesmo percentual.

Um ponto fundamental observado é que a totalidade dos consumidores que conhecem camarão de cativo, independentemente da cidade pesquisada, consome em seu domicílio. Esta informação confirma que o consumo em restaurantes e similares acontece sem o consumidor saber a espécie de camarão que está sendo preparado.

Em relação ao tamanho preferido, o camarão médio é preferido por 73% dos consumidores, número confirmado em todas as cidades que participaram da pesquisa.

Quanto à forma de consumo, o camarão resfriado foi a preferência para os consumidores em geral, com 66%. Apenas no Recife, o produto resfriado e congelado apresentou os mesmos índices 45% para cada um.

Numa análise sobre os motivos de não consumir camarão, foi identificado que há diferenças específicas por cidade, considerado até bastante acentuadas. No Distrito Federal (52%), Rio de Janeiro (52%) e Salvador (51%), o motivo alegado foi a preferência pelo consumo em restaurantes. Em Ribeirão Preto (68%), Campinas (64%), Belo Horizonte (54%), Curitiba (54%) e Santos (48%), não consomem porque consideram caro o produto. Já em São Paulo, a preferência pelo consumo em restaurantes e o preço elevado do produto são os argumentos para não consumir e estão empatadas com 45% para cada opção.

Foi observado que o fator que mais pesa no aumento do consumo do produto é a redução do preço praticado no mercado (82%).

## 2.2 Aspectos teóricos

### 2.2.1 Medidas de eficiência e métodos de estimação das fronteiras de produção

Em um processo de produção, podem-se identificar dois tipos de eficiência: técnica e econômica. Segundo PEREIRA (1995), a eficiência técnica refere-se à habilidade de transformar em produtos os insumos utilizados no processo de produção. Nesse sentido, diz-se que um produtor é tecnicamente eficiente se não há desperdício de insumos. Em outras palavras, uma produção é tecnicamente eficiente se não existir outro processo, ou combinação de processos, que consiga alcançar o mesmo nível de produção, utilizando-se uma quantidade inferior de pelo menos um insumo.

O conceito de eficiência econômica refere-se ao modo de conduzir o processo produtivo, com vistas em obter o mínimo custo ou máximo lucro possível. Um processo produtivo é economicamente eficiente se não existir outro processo alternativo, ou a combinação de processos, que produza a mesma quantidade, a menor custo ou maior lucro. Enquanto a eficiência técnica está preocupada com o aspecto físico da produção, a eficiência econômica é uma extensão da eficiência técnica, que se preocupa com aspecto monetário da produção. A extensão reside no fato de que, para um processo ser economicamente eficiente, é necessário que, *a priori*, possua máxima eficiência técnica.

Segundo Lovell, citado por TUPY & YAMAGUCHI (1998), a eficiência de uma firma (ou unidade produtiva) é dada pela comparação entre valores observados e valores ótimos de insumos e produtos. Essa comparação pode ser interpretada como a relação entre a quantidade de produto obtido e o seu nível máximo, dada certa quantidade de insumo utilizada; ou como a relação entre a quantidade de insumo utilizado e o mínimo requerido para produzir determinada quantidade de produto; ou, ainda, como a combinação dos dois anteriores. Caso a comparação considere como ótimas as possibilidades de produção, tem-se o conceito de eficiência técnica. Caso o ótimo seja o objetivo comportamental da firma, mediante comparações do tipo custo observado/custo ótimo, tem-se a estimativa de eficiência econômica.

Para se constatar se um processo de produção é eficiente, compara-se a sua situação atual com uma situação ótima que poderia ser atingida, dadas as combinações de insumos ou de produtos. Segundo MOITA (1995), comparar a eficiência de unidades de produção, ou firmas, pode ajudar a avaliar suas performances em relação às outras firmas. Se uma firma é eficiente, ela utiliza seus recursos (insumos) para alcançar a máxima

produção, isto é, a eficiência é determinada pela comparação da produção observada com as produções máximas possíveis, dentro da sua limitação de insumos. De acordo com KALIRAJAN (1982), a estimativa da eficiência em uma firma pode ajudar na decisão sobre a melhora de seu desempenho, identificando-se o diferencial entre a produção potencial de uma tecnologia e o atual nível de produção.

É importante distinguir a diferença entre os termos eficiência e produtividade. Aumentos na produtividade podem ser obtidos de duas formas. A primeira se refere às melhorias na tecnologia utilizada pelas firmas. Essas variações tecnológicas são representadas por deslocamentos para cima da fronteira de produção. A segunda refere-se à implementação de procedimentos que tornem as firmas mais eficientes, aproximando-as da fronteira produtiva. Assim, esse crescimento pode ser definido como a mudança líquida no produto, em razão das variações nas eficiências técnica e tecnológica.

FARREL (1957) definiu uma simples medida para firma eficiente que utiliza múltiplos insumos. Segundo esse autor, a eficiência de uma firma consiste de 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 considerando duas orientações – aquela que se fundamenta na redução de insumos, denominada insumo-orientada (*input orientated*); e aquela que imprime ênfase no aumento do produto, denominada produto-orientada (*output orientated*).

### 2.2.2 Medidas insumo-orientadas

Considerando uma firma que usa dois insumos ( $x_1$  e  $x_2$ ), para produzir um único produto ( $y$ ), cuja função de produção seja dada por  $y = f(x_1, x_2)$ . Admitindo a pressuposição de retornos constantes à escala, ou seja, que a função de produção seja homogênea de grau um nos insumos, a fronteira tecnológica pode ser representada pelas isoquantas unitárias, do tipo  $1 = f(x_1/y, x_2/y)$ , de acordo com a Figura 1.

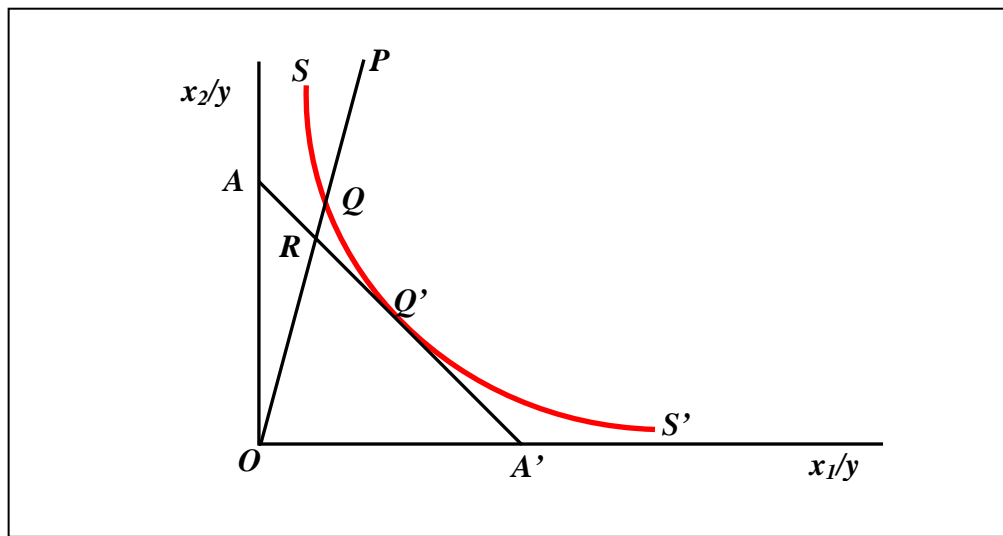


Figura 1 – Eficiência técnica e alocativa das firmas.

Na Figura 1,  $SS'$  representa uma isoquanta unitária de uma firma totalmente eficiente. Note que esta isoquanta é desconhecida na prática, sendo necessário estimar a função de produção dessa firma eficiente. Se outra firma usa uma quantidade de insumos, definida pelo ponto  $P$ , para produzir uma unidade de produto, sua ineficiência técnica poderia ser representada pela distância  $QP$ , que indica a quantidade pela qual todos os insumos podem ser reduzidos sem reduzir a produção. A eficiência técnica (ET) desta firma é dada por:

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

Onde,  $0 < ET \leq 1$ . A medida encontrada fornece o grau de ineficiência técnica da firma. Se a firma é tecnicamente eficiente, situando-se sobre a isoquanta eficiente, como é o caso do ponto  $Q$ , então  $ET = 1$ . Desse modo, se  $ET < 1$ , a firma é considerada ineficiente.

Quando se conhece a razão entre o preço dos insumos, representada pela isocusto AA' na Figura 1, pode-se calcular a eficiência alocativa (EA). Considerando-se uma firma que opera em P, tem-se:

$$EA = \frac{OR}{OQ} \quad (2)$$

A distância RQ representa a redução nos custos de produção que poderia ser obtida, caso a produção ocorresse em um ponto de eficiência alocativa, como é o caso de Q', em vez do ponto Q, que é tecnicamente eficiente, mas alocativamente ineficiente.

Assim, de acordo com FØRSUND 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, dado seus respectivos preços, ou seja, quando a taxa marginal de substituição técnica entre os insumos não for igual à razão dos seus preços.

A eficiência econômica total (EE), dada pelo produto das eficiências técnicas e alocativas pode ser calculada por:

$$EE = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} = \frac{OR}{OP} \quad (3)$$

### 2.2.3 Medidas produto-orientadas

As medidas de eficiência técnica insumo-orientadas, discutidas na seção anterior, procuram responder à seguinte pergunta: “Qual a quantidade de insumos que pode ser proporcionalmente reduzida, sem alterar a quantidade de produto que está sendo produzido?”. Entretanto, outra questão poderia surgir: “Qual a quantidade de produto que poderia ser proporcionalmente expandida, sem alterar as quantidades de insumos utilizados?”.

Nesse caso, torna-se necessária a análise de medidas de orientação-produto. Para obter essas medidas, considere dois produtos ( $y_1$  e  $y_2$ ) e um único insumo ( $x_1$ ). Sob a suposição de retornos constantes de escala, pode-se representar a tecnologia por uma fronteira de possibilidades e produção unitária em duas dimensões, descrita pela linha ZZ', na Figura 2.

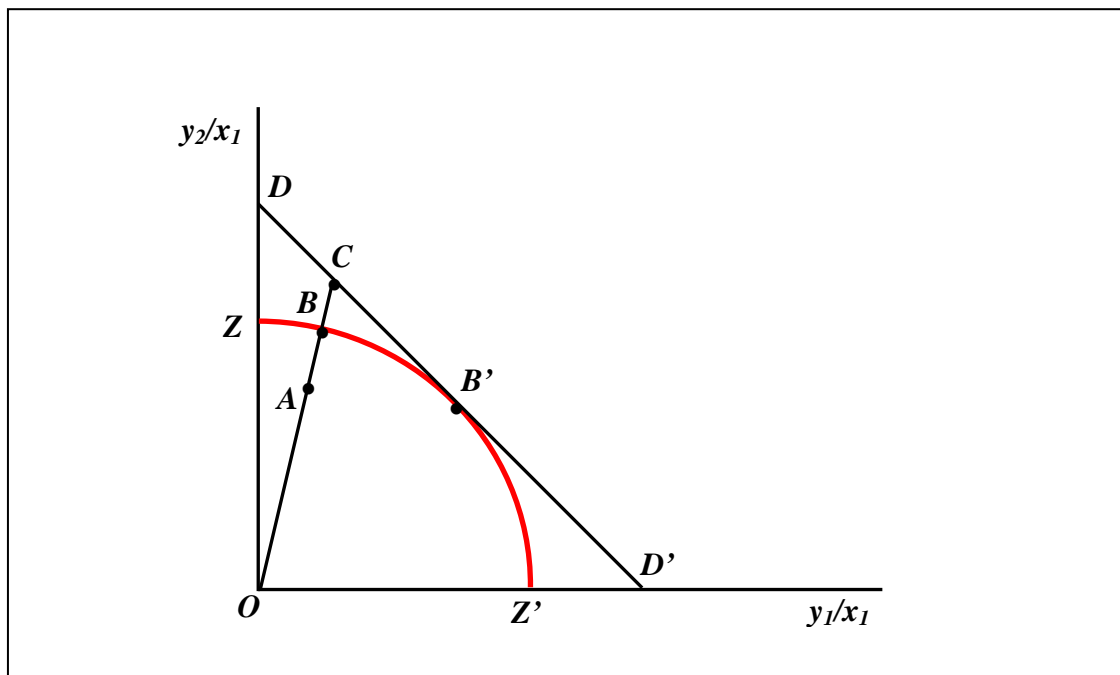


Figura 2- Medidas de eficiência produto-orientadas.

O ponto A representa uma firma ineficiente, situando-se abaixo da curva de possibilidades de produção. A distância AB representa sua ineficiência técnica, ou seja, as quantidades de produtos que poderiam ser aumentadas sem necessidade de insumos adicionais. Nesse caso, a medida de eficiência técnica é dada por:

$$ET = \frac{OA}{OB} \quad (4)$$

Considerando-se informações em relação aos preços dos produtos, pode-se traçar uma linha de “isoreceita” (DD’) e então definir a eficiência alocativa como:

$$EA = \frac{OB}{OC} \quad (5)$$

A ineficiência alocativa da firma que opera em A seria dada pela distância BC.

O cálculo da eficiência econômica total é semelhante ao realizado nas medidas de orientação-insumo, determinado por:

$$EE = \frac{OA}{OB} \times \frac{OB}{OC} = \frac{OA}{OC} \quad (6)$$



Todas as medidas apresentadas são radiais, isto é, são medidas ao longo de um raio que sai da origem até o ponto de produção observado. BATTESE (1992) elaborou uma representação mais geral do conceito de função de produção de Farrell, ocupando-se somente do conceito de eficiência técnica, com o eixo horizontal representando o vetor de insumos ( $x$ ) associado à produção de  $y$ . Os valores de insumo-produto abaixo da fronteira de produção indicam que as firmas não conseguem produzir o máximo de produto possível, dada a quantidade de insumos utilizada e a tecnologia existente (Figura 3). Então, uma medida da eficiência técnica da firma operando no ponto  $A$ , é dada pela razão  $y / y^*$ , onde  $y^*$  é a produção de fronteira associada ao nível de insumos empregados (representada no ponto  $B$ ). Como a isoquanta  $SS'$  não é observável, tem que ser estimada a partir de uma amostra de pontos.

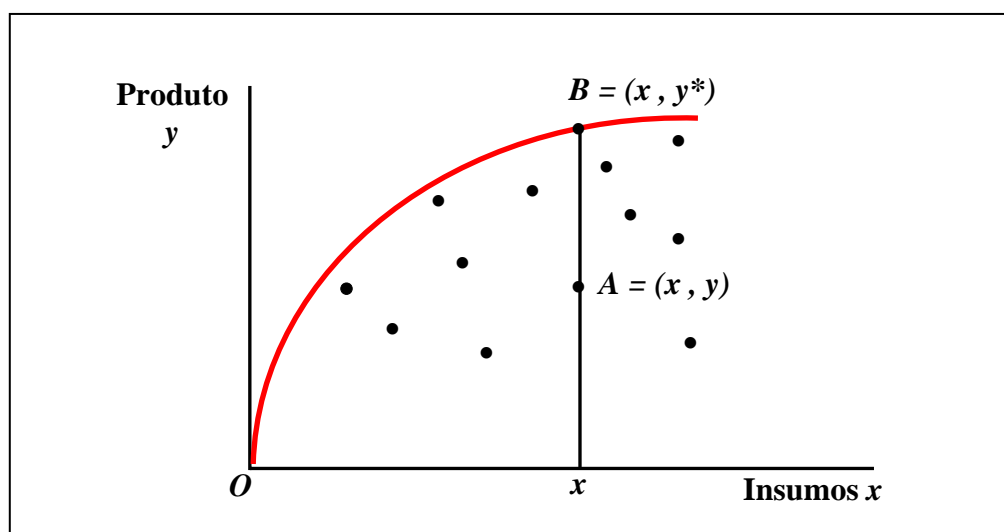


Figura 3 – Eficiência técnica das firmas em espaço insumo-produto.

As medidas de eficiência de uma firma podem ser obtidas a partir da estimativa de funções de fronteira. Para estimar as medidas de eficiência técnica, podem ser utilizadas diferentes abordagens. FARRELL (1957) emprega técnicas de programação linear e métodos paramétricos. AIGNER & CHU (1968) utilizam uma metodologia conhecida como modelo de fronteira de parâmetros determinísticos (paramétrico), o qual pode ser estimado por programação linear ou por programação quadrática. AFRIAT (1972) utilizou a análise estatística conhecida como função de produção de fronteira determinística probabilística. AIGNER et al., (1977) utilizaram-se de modelos de fronteiras estocásticas<sup>11</sup>, que

<sup>11</sup> Essa especificação também foi proposta, independentemente, por MEEUSEN & VAN DER BROECK (1977).

possibilitaram especificar os erros como compostos de duas partes, com um componente simétrico (normal) representando efeitos aleatórios fora do controle da firma, além do componente unilateral (não negativo) que capturava efeitos por ela controláveis (ineficiência). TIMMER (1971) sugeriu um modelo de função de produção de fronteira probabilístico, no qual seria possível que uma pequena parcela da amostra excedesse a fronteira.

VAN DER BROECK et al. (1980) efetuaram comparações entre funções de fronteira estocástica e determinísticas, concluindo que os parâmetros delas provenientes diferem consideravelmente e de forma não sistemática. Portanto, a escolha da especificação deveria ser baseada na qualidade dos dados, no processo em que foram gerados e, principalmente, nos propósitos do estudo.

Como os modelos econométricos de fronteira necessitam que sejam impostas formas funcionais para representar as tecnologias, vem sendo desenvolvida uma abordagem alternativa, não paramétrica, conhecida como análise envoltória de dados (DEA – *data envelopment analysis*), que não necessita dessas pressuposições: a eficiência de uma determinada unidade tomadora de decisões (DMU) é medida em relação a todas as outras unidades, com a restrição simples de que todas se encontram abaixo da fronteira eficiente ou, no máximo, sobre ela (SEIFORD & THRALL, 1990). Uma comparação entre medidas de eficiência provenientes de fronteiras determinísticas paramétricas e não paramétricas foi efetuada por BJUREK et al. (1990), concluindo que as diferenças eram surpreendentemente pequenas.

Na abordagem paramétrica, estima-se uma função fronteira de produção, utilizada para caracterizar uma transformação eficiente de insumos em produtos. A medida de eficiência relativa de uma firma é determinada pela comparação da produção observada nessa firma, dado um conjunto de insumos, à produção “ideal”, com os mesmos níveis de insumos. Essa produção ideal, na abordagem paramétrica, é calculada pela função de produção teórica estimada. A dificuldade reside no fato de que a função de produção teórica requer que se explicita a formulação da relação funcional entre os insumos e os produtos. Essa dificuldade aumenta quando se busca uma forma funcional teórica para processos de produção mais complexos, ou seja, processos que envolvam múltiplos insumos e produtos.

No presente estudo, pretende-se estimar as medidas de eficiência insumo-orientadas<sup>12</sup> com base em técnicas não paramétricas sugerido por FARREL (1957), o qual constrói uma isoquanta linear convexa, de forma que nenhuma observação esteja à

---

<sup>12</sup> A orientação pelo insumo foi adotada, pois objetiva-se encontrar a redução proporcional no uso dos insumos pelos produtores, sem que essa redução comprometa a produção.

esquerda/abaixo da isoquanta ajustada. Obtém-se, então, um índice de eficiência para cada observação da amostra, o qual é igual à razão entre o máximo produto possível e o produto observado. Esse procedimento possui duas vantagens principais: a) estima a eficiência técnica para cada observação individual; e b) não se baseia em nenhum modelo matemático específico. Entretanto, o método possui, como limitação, a elevada sensibilidade a observações extremas (*outliers*). A existência de apenas uma observação discrepante na amostra influenciará todas as outras medidas de eficiência.

Na Figura 4, 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 Farrell 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 novamente deve respeitar a tecnologia disponível. A expansão máxima do produto na Figura 4 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 Farrell orientada pelo produto*.

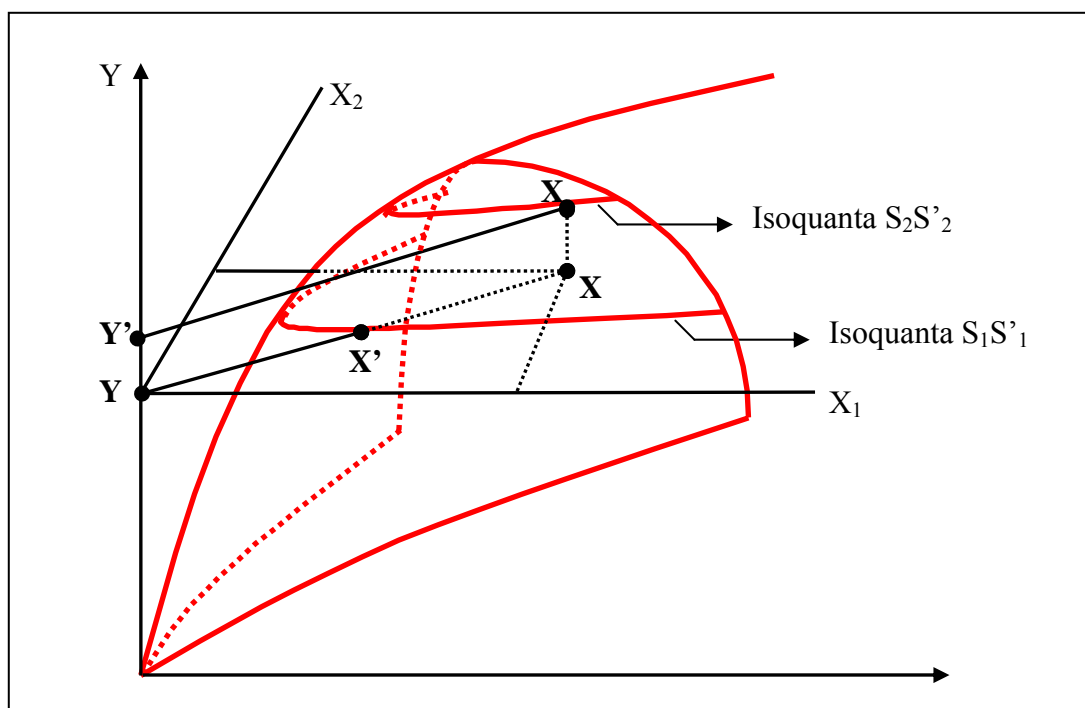


Figura 4 – Superfície de produção côncava e as eficiências técnicas insumo e produto-orientadas.

### 2.3 Aplicações da metodologia

Os modelos de estimação de fronteira, têm sido uma importante área de estudos econômicos nas duas últimas décadas. No Brasil, existem poucos estudos que estimam a eficiência técnica da atividade pesqueira utilizando a Metodologia de Análise Envoltória de Dados. BAPTISTA et al. (2002), em trabalho derivado de sua dissertação de mestrado pela Universidade Federal de Viçosa – MG, utilizaram o modelo de produção excedente proposto por Schaefer (1954), em que são feitos os cálculos dos indicadores de sustentabilidade (máxima produção sustentável; esforço de pesca que corresponde à máxima produção sustentável; captura por unidade de esforço máxima) combinado com a análise envoltória de dados, no sentido de fornecer indicadores de eficiência e potencial de produção pesqueira artesanal do arquipélago de Cabo Verde, enfocando a questão ecológica e eficiência econômica, necessária e fundamental para que a exploração dos recursos pesqueiros seja realizada em moldes sustentáveis, para que possa beneficiar toda a economia.

No entanto, na área de carcinicultura, não se conhece nenhum estudo utilizando esta metodologia, a qual é mais comumente empregada em análises para o setor agrícola. Podendo-se citar entre outros: TORESAN & LANZER (1995), que avaliaram a eficiência relativa dos principais tipos de empresas agrícolas típicas de Santa Catarina, identificadas com base nos dados detalhados do censo agropecuário de 1985 do IBGE, apontadas como fragilizadas em face da abertura do Mercosul. Os autores identificaram, ainda, os tipos de unidades de produção menos eficientes para elaborar alternativas para sua integração competitiva ao mercado através de modelos matemáticos chamados “Análise Envoltória de Dados” (DEA), que faz a comparação direta da eficiência produtiva entre empresas, abordando de forma multidimensional as relações insumo-produto de uma maneira mais facilitada. Na sua formulação orientada para insumos, o modelo buscou avaliar a eficiência da unidade em análise, quanto à sua habilidade em reduzir o uso de seus insumos sujeito às limitações impostas pela “melhor prática” observada dentre as unidades objetos de comparação.

GOMES (1999) estudou os impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital, utilizando no cálculo da eficiência relativa dos produtores a Análise Envoltória de Dados (DEA), aplicada em uma amostra de 241 produtores; dividindo-os em dois grupos – o grupo dos eficientes,

composto por 140 produtores, e o grupo dos ineficientes, com 101 produtores. O autor comparou os grupos de produtores através de alguns indicadores de desempenho técnico e econômico, caracterizando a produção eficiente de forma a servir de base para estimação de uma função de produção para os produtores eficientes da amostra, a qual permitiu analisar a intensidade no uso dos fatores de produção em cada estrato.

GOMES & ALVES (1999) quantificaram a ineficiência no uso dos insumos na atividade leiteira, utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA) em uma amostra de produtores, os quais foram agrupados de acordo com a medida de eficiência técnica alcançada. O modelo permitiu identificar as quantidades de insumos que podiam ser reduzidas, sem comprometer a produção. Caso essas reduções fossem realizadas, seria verificada, em média, uma queda de 43% no custo operacional total dos produtores ineficientes, sendo que a maior redução ocorreria na utilização de mão-de-obra.

SILVA (2000) mediu a eficiência dos colonos em seis perímetros irrigados em Petrolina e Juazeiro, e investigou quais os fatores que poderiam contribuir para reduzir a ineficiência na produção das culturas irrigadas. As medidas da eficiência dos colonos foram obtidas em cinco modelos, representando duas diferentes abordagens: paramétrica, onde utilizou dois modelos (estocástico e determinístico) e não paramétrica, a qual um dos três modelos utilizados foi a Análise Envoltória de Dados (DEA). Os resultados indicaram que os colonos que produziram uva, manga e banana estiveram mais próximos da fronteira. A ineficiência dos colonos na produção das culturas irrigadas podia ser reduzida através da melhoria do nível de educação, maior assistência técnica, crédito e um aumento no tamanho da área irrigada.

GOMES & ALVES (2000) examinaram se a tendência de concentração da produção está melhorando a eficiência produtiva, utilizando uma técnica não paramétrica de análise de dados, conhecida como Análise Envoltória de Dados para medir a eficiência técnica de uma amostra de 241 produtores de leite. Isto implicou que, em média, mediante adoção de melhores práticas, esses produtores poderiam reduzir suas despesas com mão-de-obra contratada, mão-de-obra familiar, concentrados e minerais, manutenção de forragens verdes, silagem, feno e grãos, medicamentos, inseminação artificial, energia e combustíveis, além de reduzir os fluxos de serviços de máquinas e benfeitorias, sem comprometer a produção, e que essa ineficiência técnica poderia ser reduzida, caso os produtores operassem em escala ótima.

GOMES & DIAS (2001) utilizaram uma abordagem não paramétrica de programação matemática, baseada na Análise Envoltória de Dados (DEA), combinada com o índice de Malmquist, alternativamente aos métodos estatísticos convencionais, para calcular a produtividade total dos fatores na agropecuária brasileira (PTF) por possibilitar sua decomposição em um índice de mudança na eficiência técnica e um índice de mudança tecnológica. Nesse contexto, foram utilizados dados censitários entre 1985 e 1995 para as cinco regiões geográficas do País, tendo os principais resultados apresentados a região Centro-Oeste como a que obteve os maiores ganhos, tanto em termos de melhoria da eficiência técnica, como em mudança tecnológica, e, conseqüentemente, como a região de maior índice de produtividade total de fatores. As demais regiões, com exceção da Nordeste, apresentaram produtividades totais dos fatores positivas e as regiões Centro-Oeste e Sul destacaram-se como responsáveis pelo deslocamento da fronteira tecnológica agropecuária nacional.

SILVA (2001) mediu a eficiência técnica dos colonos da região da agricultura irrigada em Petrolina-PE e Juazeiro-BA e avaliaram o desperdício da água na produção irrigada no perímetro Senador Nilo Coelho comparando os resultados de três modelos DEA (Análise Envoltória de Dados): com retornos variáveis de escala, com retornos constantes de escala e com retornos não crescentes de escala.

OLIVEIRA & GOMES (2001) calcularam medidas de eficiência para agroindústrias do segmento carne de frango, mediante a utilização da técnica não-paramétrica conhecida como Análise Envoltória de Dados, classificando-as como eficientes ou ineficientes, além de projetar as agroindústrias ineficientes para a fronteira eficiente calculada. Já TUPY & YAMAGUCHI (2002) mostraram a importância da identificação das firmas com as melhores práticas de produção de leite, utilizando como instrumental de análise a técnica de programação matemática Análise Envoltória de Dados (DEA) aplicada a uma amostra intencional composta de 54 sistemas de produção de leite, fornecedores das cooperativas singulares da CCPR-MG (Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais Ltda.), indicando que era possível reduzir os gastos com os fatores de produção, sem que houvesse comprometimento no nível observado da renda bruta média da atividade e que era possível elevar a renda bruta média dos sistemas, ajustando-se a escala de produção.

HELFAND (2002) investigou a relação inversa entre a produtividade e o tamanho do estabelecimento no sentido de verificar a idéia de que a reforma agrária

poderia contribuir para melhorar tanto a equidade como a eficiência no setor agrícola. A eficiência produtiva foi mensurada utilizando o método de Análise de Envoltória de Dados (DEA), com dados municipais desagregados por tamanho de estabelecimento do Centro-Oeste, confirmando a relação inversa somente na parte inferior da distribuição de estabelecimentos (0–50 hectares).

CARVALHO et al. (2002) analisaram a eficiência do setor agropecuário nas áreas canavieiras da região Nordeste, bem como identificaram seus condicionantes com base no referencial teórico, que aborda os conceitos e medidas de eficiência, e nos modelos analíticos, que permitiram discriminar as áreas em eficientes e ineficientes e identificar as variáveis que explicam as diferenças de eficiência.

PEREIRA FILHO & SOUZA (2002) analisaram o comportamento da produtividade total dos fatores na agropecuária do Nordeste do Brasil, nos períodos 1975/85 e 1985/95, utilizando o índice de Malmquist, que permitiu decompor a produtividade total dos fatores em seus componentes de eficiência técnica e mudança tecnológica. Para o cálculo dos índices, adotaram uma abordagem não paramétrica fundamentada no modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*) aplicado aos dados do censo agropecuário para os nove estados da Região Nordeste.

Os vários trabalhos citados neste capítulo mostram que a metodologia sugerida para obtenção dos objetivos propostos encontra amplo respaldo científico, não havendo, portanto, controvérsias quanto a sua aplicabilidade.

A seguir pretende-se apresentar com detalhes esta metodologia.

### 3 METODOLOGIA

O desenvolvimento empírico desse estudo foi constituído de três partes. Na primeira, foi utilizada a Análise Envoltória de Dados (DEA) para estimar as fronteiras de produção e determinar as medidas de eficiência. Na segunda, os produtores foram separados em eficientes e ineficientes, de acordo com os valores das medidas de eficiência técnica. Os grupos de produtores foram comparados segundo alguns indicadores de desempenho técnico e econômico. O objetivo dessa parte foi avaliar as diferenças existentes entre os produtores e quantificar as ineficiências na utilização dos insumos, por parte dos produtores ineficientes. Na terceira, os produtores eficientes foram estratificados segundo a produtividade média da área de cultivo. Esses produtores foram caracterizados segundo os recursos disponíveis e os indicadores de eficiência técnica e econômica.

#### 3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

Nos últimos anos, a Análise Envoltória de Dados (DEA) vem sendo utilizada em diversas pesquisas que buscam avaliar a performance de diferentes atividades. A razão disto é que essa metodologia tem aberto muitas possibilidades para se obter relações entre múltiplos produtos e múltiplos insumos de maneira menos complexa. Outras vantagens desse método referem-se à sua capacidade de identificar fontes e quantidades de ineficiência em cada insumo e cada produto, além de indicar os pontos que servem como referencial de eficiência para cada atividade (COOPER et al., 2002).

A metodologia DEA, proposta inicialmente por CHARNES et al. (1978), envolve o uso de programação linear (assumindo retornos constantes de escala) para construir uma fronteira não paramétrica. Essa superfície de fronteira é construída por uma seqüência de soluções de problemas de programação linear – uma para cada firma da amostra.

A idéia básica do modelo DEA foi formar insumos e produtos potenciais, utilizando pesos (não conhecidos) ( $v_i$ ) e ( $u_r$ ), de modo que temos para cada unidade tomadora de decisão (firmas):

$$\text{insumo potencial} = v_1 x_{10} + \dots + v_m x_{m0}$$

$$\text{produto potencial} = u_1 y_{10} + \dots + u_s j_{s0}$$



Então para encontrar os pesos utilizou-se um problema de programação linear que maximiza a razão produto potencial/insumo potencial, os quais podem variar entre as diferentes firmas, de modo que para cada uma delas seja determinado um melhor conjunto de pesos.

### Obtenção das Medidas de Eficiência

Para a obtenção das medidas de eficiência utilizando-se a Análise Envoltória de Dados foi necessário construir duas matrizes, uma contendo os insumos utilizados pelos produtores e outra relacionada com os produtos. A matriz X de insumos, de ordem  $(m \times n)$ , foi composta por  $m$  insumos, utilizados por  $n$  produtores. Enquanto que a matriz Y de produtos, de ordem  $(s \times n)$ , foi composta por  $s$  produtos, produzidos por  $n$  produtores. Todas as variáveis foram medidas por suas quantidades e seus respectivos preços correntes. A matriz de insumos e produtos pode ser arranjada do seguinte modo:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ Y_{s1} & Y_{s2} & \dots & Y_{sn} \end{bmatrix}$$

Após a organização das matrizes de dados, foram executados dois tipos de modelos de programação linear, utilizando-se o método de Análise Envoltória de Dados (DEA):

- a) **Modelo DEA com retornos constantes à escala (CRS):** foi formulado pressupondo-se retornos constantes à escala, com o objetivo de se obter medidas de eficiência técnica para cada firma da amostra.
- b) **Modelo DEA com retornos variáveis à escala (VRS):** foi construído pressupondo retornos variáveis. Para tanto, foi adicionada uma restrição de convexidade ao modelo com retornos constantes. Esse tipo de problema de programação linear foi utilizado para verificar a influência da escala de produção na ineficiência de alguns produtores. Obtidas as medidas de eficiência técnica para o modelo com retornos variáveis, foi calculada uma medida de eficiência de escala dada pela razão entre os escores de eficiência obtidos sob as suposições de retornos constantes e variáveis de escala.

Considerando os dados de N firmas em um particular período, de tempo, a medida de eficiência foi obtida, resolvendo um problema de programação do qual se obtém os valores “pesos” dos insumos ( $v_i$ ) ( $i=1,\dots,m$ ) e para os “pesos” dos produtos ( $u_r$ ) ( $r=1,\dots,s$ ) como variáveis. Assim, o problema de programação linear resolvido para a  $i$ -ésima firma em um modelo DEA insumo orientado foi:

$$\max \theta = \frac{u_1 y_{1i} + u_2 y_{2i} + \dots + u_s y_{si}}{v_1 x_{1i} + v_2 x_{2i} + \dots + v_m x_{mi}}$$

Sujeito à:

$$\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (7a)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (7b)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad (7c)$$

As restrições significam que a razão entre o produto potencial e os insumos potenciais não pode exceder a unidade para cada firma. A função-objetivo determina os “pesos” ( $v_i$ ) e ( $u_r$ ) que maximizam a função-objetivo para a firma que está sendo avaliada. Em virtude das restrições, o valor ótimo da função objetivo  $\theta^*$  é no máximo 1. As duas últimas restrições assumem que a soma dos “pesos” dos insumos e produtos é não negativa.

Um problema com este tipo particular de proporção é que ele tem um número infinito de soluções. Para evitar isto, pode-se impor a restrição (8a). Então, o problema fracionário (7) pode ser escrito como o seguinte problema de programação linear (8):

$$\max \theta = \mu_1 y_{1i} + \dots + \mu_s y_{is}$$

Sujeito à:

$$v_1 x_{1i} + \dots + v_m x_{mi} = 1 \quad (8a)$$

$$\mu_1 y_{1j} + \dots + \mu_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj} \quad (j=1,\dots,n) \quad (8b)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (8c)$$

$$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s \geq 0 \quad (8d)$$

em que a mudança de notação de  $u$  e  $v$  para  $\mu$  e  $\nu$  reflete a transformação. Esta forma é conhecida como a forma do multiplicador de programação linear.

O problema fracionário (7) é equivalente ao problema de programação linear (8), pois sob a suposição de  $\nu$  e  $\mathbf{X} > 0$ , o denominador da restrição (7a) é positivo para todo  $j$ , então obtemos a primeira restrição do problema (8) multiplicando ambos os lados de (7a) pelo denominador. Note-se que um número fracional é invariante multiplicando-se o numerador e o denominador por um mesmo número diferente de zero, fazemos então o denominador da função-objetivo do problema fracionário igual a um, e a colocamos a restrição (8a) e maximizamos o numerador, resultando no problema de programação linear (8). Tomando a solução ótima do problema de programação linear como sendo  $(\nu = \nu^*, u = \mu^*)$  e o valor ótimo da função objetivo como  $\theta^*$ . A solução  $(\nu = \nu^*, u = \mu^*)$  é também ótima para o problema fracionário, desde que a transformação seja reversível sob as suposições anteriores. Assim os problemas (7) e (8) têm o mesmo valor ótimo para a função objetivo ( $\theta^*$ ).

O grau de ineficiência técnica de cada firma é representado pela distância entre o ponto observado e a fronteira. Desse modo, se para uma dada firma  $\theta^* = 1$ , e existe pelo menos um conjunto ótimo de pesos  $(\nu^*, \mu^*)$ , com  $\nu^* > 0$  e  $\mu^* > 0$ , diz-se que a firma é eficiente. Caso a firma seja ineficiente,  $\theta^* < 1$ , existe pelo menos uma outra para a qual os pesos  $(\nu^*, \mu^*)$  determinam uma igualdade entre os dois lados da restrição (8b). Tomando o conjunto  $j \in \{1, 2, \dots, n\}$  como sendo:  $E'_i = \{j : \sum_{r=1}^s u_r^* y_{rj} = \sum_{k=1}^m \nu_k^* x_{kj}\}$ , o subconjunto  $E_i$  de  $E'_i$  composto de firmas eficientes, é chamado de conjunto de referência ou grupo de *peer* para a firma ineficiente. O conjunto de todas as firmas eficientes forma uma fronteira não paramétrica *piece-wise* de eficiência (COOPER et al., 2002).

Com base na matriz  $(X,Y)$ , o modelo de programação linear foi formulado com o vetor linha  $\nu$  de multiplicadores de insumos e o vetor linha  $\mu$  como multiplicadores dos produtos. Esses multiplicadores são tratados como variáveis no seguinte problema primal de programação linear (9):

$$\mathbf{max} \quad \mu y_i$$

Sujeito à:

$$\nu x_i = 1 \tag{9a}$$

$$-\nu X + \mu Y \leq 0 \tag{9b}$$

$$\nu \geq 0, \mu \geq 0 \tag{9c}$$

Esse problema é igual ao problema (8), porém expresso em notação matricial. Usando a dualidade em programação linear, pode-se derivar uma forma de envelope equivalente deste problema, então, o problema dual de (9) é expresso com uma variável real  $\theta$  (em que  $\theta$  é um escalar, cujo valor será a medida de eficiência da  $i$ -ésima firma) e um vetor não negativo de variáveis  $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)^T$  (onde  $\lambda$  é transposta do vetor  $N \times 1$ , cujo valores são calculados de forma a obter a solução ótima), de acordo com o problema (10):

$$\mathbf{min} \quad \theta$$

Sujeito à:

$$\theta x_i - X \lambda \geq 0 \tag{10a}$$

$$Y \lambda \geq y_i \tag{10b}$$

$$\lambda \geq 0 \tag{10c}$$

O problema dual tem uma solução factível  $\theta = 1$ ,  $\lambda_i = 1$ ,  $\lambda_j = 0$  ( $j \neq i$ ). Então, o valor ótimo  $\theta^*$ , não é maior que 1. Por outro lado, devido a suposição de valores não nulos de insumos e produtos a restrição (10b) força  $\lambda$  a assumir valores diferentes de zero, então  $y_i \geq 0$  e  $y_i \neq 0$ . Em outras palavras, esta restrição forma um “casco” convexo que “envelopa” os pontos de forma mais ajustada do que o “casco” cônico quando se pressupõe retornos constantes à escala e, portanto, provê medidas de eficiência técnica que são maiores ou iguais às obtidas no modelo de retornos constantes. A restrição de convexidade

(10b) assegura, essencialmente, que a firma ineficiente é somente *benchmarked* [comparada à outra (s) com melhor (es) prática (s) de produção] com uma firma de igual tamanho. Na restrição (10a),  $\theta$  deve ser maior que zero, ou seja,  $0 < \theta \leq 1$ , de modo que o objetivo do problema é determinar o valor mínimo de  $\theta$  que reduz o vetor  $\mathbf{x}_i$  radialmente para  $\theta\mathbf{x}_i$ , permanecendo no mesmo conjunto de produção, ou seja,  $\theta\mathbf{x}_i$  deve garantir que se produza pelo menos o nível de produção  $\mathbf{y}_i$ .

Essencialmente, o problema da  $i$ -ésima firma é determinar a máxima contração radial do vetor insumo  $\mathbf{x}_i$ , de modo que permaneça no conjunto de produção factível. A borda inferior desse conjunto é uma isoquanta determinada pelos pontos observados de todas as firmas da amostra. A contração radial do vetor insumo,  $\mathbf{x}_i$ , produz um ponto projetado,  $(X\lambda, Y\lambda)$ , na superfície dessa tecnologia. Esse ponto projetado representa uma combinação linear dos pontos observados. As restrições feitas no problema (10) asseguram que o ponto projetado não fique fora do conjunto de produção factível.

Para o caso de minimizar custos, o modelo de análise envoltória de dados (DEA) insumo-orientado, definido no problema (10), é conduzido a obter eficiência técnica (ET). O próximo passo requer a solução de sucessivos problemas de análise envoltória de dados de minimização de custos:

$$\min \quad \mathbf{w}_i \mathbf{x}_i^*$$

Sujeito à:

$$\mathbf{x}_i^* - X\lambda \geq \mathbf{0} \quad (11a)$$

$$Y\lambda \geq \mathbf{y}_i \quad (11b)$$

$$\lambda \geq \mathbf{0} \quad (11c)$$

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

$$EE = \frac{\mathbf{w}_i \mathbf{x}_i^*}{\mathbf{w}_i \mathbf{x}_i}$$

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

A eficiência alocativa (EA) é calculada residualmente por:

$$EA = \frac{EC}{ET}$$

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

### **Metas de produção (*targets*) e grupos de firmas semelhantes (*peers*)**

A fronteira não paramétrica linear *piece-wise* pode causar algumas dificuldades na medida de eficiência. Isso ocorre porque as superfícies da fronteira são paralelas aos eixos, o que não ocorre para muitas funções paramétricas. Considere-se o exemplo ilustrativo mostrado na Figura 5, onde as firmas que utilizam as combinações de insumos C e D são eficientes e definem a fronteira, e as firmas A e B são ineficientes. A medida de eficiência técnica de FARRELL (1957) calcula as eficiências das firmas A e B como  $d(O,A')/d(O,A)$  e  $d(O,B')/d(O,B)$ , respectivamente; onde, por exemplo, as distâncias entre os pontos O, A' e A definidas por  $d(O,A')$  e  $d(O,A)$  são chamadas de “medidas radiais” e podem ser interpretadas como a razão entre duas medidas de distância euclidianas, dadas por  $d(O,A') = \sqrt{x_{A'}^2 + y_{A'}^2}$  e  $d(O,A) = \sqrt{x_A^2 + y_A^2}$ , onde os termos sob o sinal de radical são os quadrados das coordenadas dos pontos A' e A, respectivamente. O resultado da razão entre essas distâncias está sempre entre zero e 1.

Porém, é questionável se o ponto A' é eficiente, desde que poderia se reduzir a quantidade utilizada do insumo  $x_2$  para o ponto CA' e ainda produzir a mesma quantidade do produto. Na literatura, essa diferença é chamada de *sobra ou excesso de insumo*. Para uma dada firma *i*, a sobra de insumo será igual a zero se e somente se  $\theta x_i - X\lambda = 0$ , para dados valores ótimos de  $\theta$  e  $\lambda$ .

O DEA também determina metas (*targets*) e grupos semelhantes (*peers*). As metas são determinadas com base nos valores de  $\theta$ , ou seja, indica o quanto é possível

reduzir a utilização de todos os insumos sem reduzir o produto. Ou seja, os *targets* da firma B, por exemplo, são as suas coordenadas multiplicadas pelo valor de  $\theta$ , que corresponde ao ponto de projeção eficiente  $B'$ . Assim, a firma B deve procurar produzir a mesma quantidade de produto, utilizando as quantidades de insumos determinados pelas coordenadas do ponto  $B'$ . Em relação à firma A, o ponto projetado sobre a fronteira é  $A'$ , que também é um ponto ineficiente porque está sobre uma parte da fronteira que é paralelo ao eixo  $x_2/y$ , ou seja, o uso do insumo  $x_2$  pode ser reduzido até o ponto C, e ainda produzir a mesma quantidade de produto. Deste modo, a firma A é duplamente ineficiente: primeiro, é radialmente ineficiente no uso do insumo  $x_2$  quando considerado isoladamente e também é ineficiente na combinação dos dois insumos utilizados na produção.

Os *peers* ou grupos de firmas semelhantes são identificados quando o ponto ineficiente é projetado sobre a fronteira. Deste modo, na Figura 5, verifica-se que os *peers* para as firmas ineficientes A e B são, respectivamente, as firmas C e as firmas C e D.

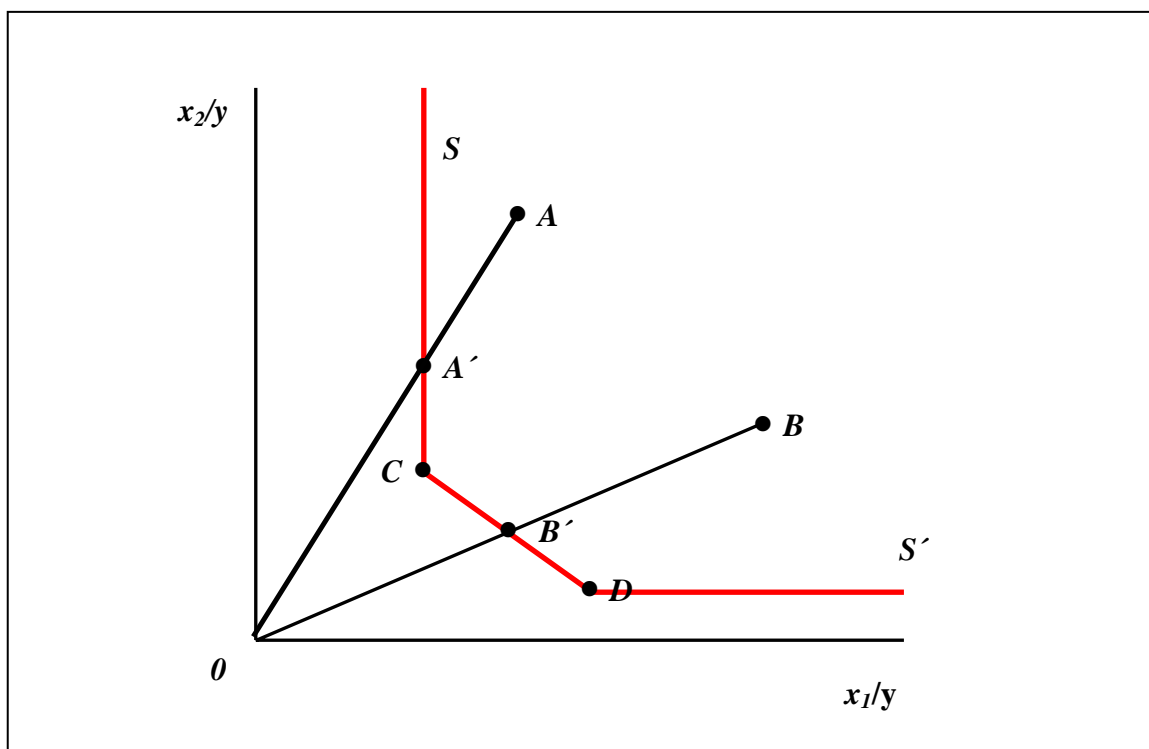


Figura 5 – Medida de eficiência e sobra de insumos.

## 3.2 Distribuição Espacial

### 3.2.1 Em relação à quantidade dos indivíduos

Os indivíduos de uma população podem apresentar distribuição espacial: randômica (ou ao acaso), quando a posição de um indivíduo não interferir na posição do outro; agregada, quando a tendência dos indivíduos for de se agruparem, e uniforme, quando houver uma repulsão entre esses indivíduos (SANTOS, 1978).

A distribuição espacial estuda a maneira como os indivíduos se distribuem no espaço em um determinado instante e traduz as reações dos indivíduos, que no caso são carcinicultores, em diferentes aspectos: procura de terras próprias para criação de camarão, procura de condições físico-químicas favoráveis, reações de competição entre os carcinicultores (comportamento). Sua importância consiste em caracterizar a população de carcinicultores e/ou fazendas de camarões (firmas) em um determinado espaço, informando a migração e outros movimentos populacionais de forma a fornecer informações para estimativas de densidade por amostragens que serão usadas nas estimativas populacionais.

O grau de agregação (ou uniformidade) de uma distribuição espacial é mensurado através de um parâmetro denominado índice de agregação, e que pode ser definido e estimado pelo método das sub-regiões (SANTOS, 1978).

Este método consiste em determinar o número de indivíduos existentes em  $n$  sub-regiões com disposições ao acaso, na região onde a população vive.

$$I_a = \frac{S^2}{\bar{D}}$$

onde:

$I_a$  = Índice de agregação,

$D_i$  = Número de indivíduos por sub-região, ou seja, é a densidade,

$S^2$  = Variância de  $D_i$ ,

$\bar{D}$  = média de  $D_i$ ,

$i = 1, 2, \dots, n$ .

Se  $I_a = 1$ , a distribuição espacial será randômica (ou ao acaso),

$I_a > 1$ , a distribuição será agregada e

$I_a < 1$ , a distribuição será uniforme.



Teste de hipótese (Thomas, 1951) *apud* SANTOS (1978)

$$H_0 : \Rightarrow I_a = 1$$

$$H_1 : \Rightarrow I_a \neq 1 \Rightarrow I_a > 1 \text{ ou } I_a < 1$$

$$\chi^2 = \frac{\sum (D_i - \hat{D})^2}{\hat{D}}$$

onde:

$$\hat{D} = \text{estimativa de } \bar{D}$$

Graus de liberdade (GL) =  $n - 1$

Para  $\chi_b^2 < \chi^2 < \chi_c^2$  tem-se  $I_a = 1$

$\chi^2 < \chi_b^2$  tem-se  $I_a < 1$

$\chi^2 > \chi_c^2$  tem-se  $I_a > 1$

A metodologia descrita por SANTOS (1978) explica os fenômenos populacionais para populações de peixes em seus ambientes naturais. Aqui, nesse trabalho, a metodologia foi adaptada na tentativa de explicar os comportamentos dos carcinicultores nas áreas propícias para o cultivo de camarão do Estado do Ceará (espaço) de acordo com o espaço viável levantado por: FUNCEME (1989), MARTINS (1996) e GESTEIRA et al. (2001). Por perceber uma certa similaridade entre o instinto de sobrevivência pela vida e o instinto de sobrevivência no mercado foi adotado esse método. O que seria uma procura por alimento na natureza, poderia corresponder à demanda por terras disponíveis a um bom preço para a atividade, uma provável procura por parâmetro físico-químicos para sobrevivência no ambiente natural seria comparada à procura pelos mesmos parâmetros para a sobrevivência da produção, que é exigente quanto à qualidade da água de cultivo e ainda entender uma competição de indivíduos no ambiente natural sendo correspondida pela competição no mercado.

Então, de acordo com GESTEIRA et al (2001) em 2001 haviam 86 carcinicultores distribuídos em 14 estuários, dos quais 12 haviam sido apontados pela FUNCEME (1989), através de sensoriamento remoto, como potenciais para implantação de projetos de carcinicultura. Para a realização deste trabalho, foram levantados junto à SEMACE o número e a localização por municípios e estuários dos carcinicultores no ano de 2002, de forma que se obteve 2 coletas para aplicação do teste, a de 2001 e a 2002,

satisfazendo, portanto, a realização de “n” coletas exigidas pela metodologia no local onde a população se encontra.

A partir dessas informações reunidas pôde-se verificar que a distribuição espacial dos carcinicultores no momento atual é uniforme, pois o índice de agregação ( $I_a$ ) foi menor do que a unidade sendo portanto, 0,03422 e o valor do teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e menor que o valor tabelado ( $\chi_b^2$ ), obedecendo a identidade  $\chi^2 < \chi_b^2$ , implicando um  $I_a < 1$ , ou seja,  $0,67324 (\chi^2) < 4,58 (\chi_b^2) < 19,67 (\chi_c^2)$  para 12 sub-regiões, resultando 11 graus de liberdade (GL) em um nível de confiança ( $\alpha$ ) igual a 5%; ficando fora, portanto, da região de aceitação da hipótese de nulidade (distribuição é ao acaso), aceitando-se, porém, a hipótese de uniformidade da população na distribuição espacial dos carcinicultores no Estado do Ceará (Tabela 3).

**TABELA 3**

*Informações sobre a distribuição espacial, densidade média ( $\bar{D}$ ), variância ( $S^2$ ) e índice de agregação ( $I_a$ ) dos carcinicultores nos estuários cearenses*

Sub-regiões (Estuários)	Área (ha)	Carcinicultores		Carcinicultores/ha		
		2001	2002	Densid.2001	Densid.2002	Densid.média
Acaraú	384	12	13	0,03125	0,03385	0,03255
Aracatiaçu	209	0	6	0,00000	0,02871	0,01435
Ceará	209	1	1	0,00478	0,00478	0,00478
Choró	197	2	7	0,01015	0,03553	0,02284
Coreaú	908	2	14	0,00220	0,01542	0,00881
Jaguaribe	746	31	113	0,04155	0,15147	0,09651
Mundaú	133	2	4	0,01504	0,03008	0,02256
Pacoti	191	1	1	0,00524	0,00524	0,00524
Pirangi	452	26	36	0,05752	0,07965	0,06858
Remédios	188	2	3	0,01064	0,01596	0,01330
Timonha	2103	2	7	0,00095	0,00333	0,00214
Zumbi	685	2	5	0,00292	0,00730	0,00511
<b>TOTAL</b>	<b>6405</b>	<b>83</b>	<b>210</b>	-	-	-
$\bar{D}$	-	-	-	-	-	<b>0,02473</b>
$S^2$	-	-	-	-	-	<b>0,00085</b>
$I_a$	-	-	-	-	-	<b>0,03422</b>
$\chi^2$	-	-	-	-	-	<b>0,67324</b>
$\chi_b^2$	-	-	-	-	-	<b>4,58000</b>
$\chi_c^2$	-	-	-	-	-	<b>19,6700</b>
<b>Distribuição</b>	-	-	-	-	-	<b>Uniforme</b>

Fonte: Elaboração própria a partir das seguintes fontes: FUNCEME (1989), GESTEIRA (2001) e lista dos carcinicultores em 2002 obtida junto à SEMACE.

### 3.2.2 Em relação à qualidade dos indivíduos

Por analogia, Segundo SANTOS (1978), quando os indivíduos de diferentes classes (tempo na atividade, área destinada ao cultivo, fontes de captação de água, intensidade de aeração artificial, densidades de estocagens de pós-larvas etc.) de uma população não estiverem homoganeamente distribuídos entre si, diz-se que a distribuição espacial é estratificada; que é o caso da população em análise, de acordo com consultas prévias junto à SEMACE e ABCC.

### 3.3 Tamanho da amostra

Levando-se em consideração que os carcinicultores cearenses estão distribuídos de maneira uniforme nos estuários do Ceará e que essa distribuição espacial, quanto à qualidade dos carcinicultores, ocorre de forma estratificada, ou seja, heterogênea, então, se justificou o emprego de uma amostragem aleatória simples, pois qualquer indivíduo que fosse amostrado representaria bem toda população.

De acordo com FONSECA & MARTINS (1996), para calcular o tamanho da amostra para populações finitas, através da amostragem aleatória simples, utiliza-se a fórmula a seguir:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{d^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

Z = abscissa da normal padrão;

p = estimativa da proporção da característica pesquisada no universo;

q = 1 - p ;

N = tamanho da população;

d = erro da população.

Admitindo-se a população de carcinicultores (N = 210); um erro de estimação de 10% (d = 0,1); abscissa da normal padrão Z = 1,96, ao nível de confiança de 95% e p = q = 0,5 (na hipótese de se admitir o maior tamanho da amostra, porquanto não se

conhecem as proporções estudadas), obteve-se um tamanho da amostra (n) igual a 67 firmas a serem pesquisadas, porém, foram entrevistados 68 produtores de camarão.

### **3.4 Fonte e natureza dos dados**

Este trabalho foi realizado com base em dados primários, coletados junto aos carcinicultores do Estado do Ceará, no mês de dezembro de 2002. Para se fazer uma sondagem, tanto no que se refere aos seus perfis de eficiência técnica, alocativa, de custos e econômica, bem como identificar aqueles com as melhores práticas de produção, no momento desta pesquisa, a atividade da produção de camarão marinho em cativeiro no Ceará contava com 248 firmas (fazendas de camarão), sendo 210 em operação e 38 projetos em andamento (nos trâmites legais de licenciamento ambiental).

Os carcinicultores inoperantes não foram considerados nesta amostragem, pelo fato de ainda não terem contribuído para a produção global de camarão em cativeiro. Levou-se em conta o fato de que a inclusão desses inoperantes poderia enviesar os resultados e conclusões do trabalho.

### **3.5 Área de estudo**

Após a certificação de que a população de carcinicultores encontrava-se uniformemente distribuída nas áreas propícias à atividade do cultivo de camarão em cativeiro, e ter sido estimado, em 67 entrevistas, o tamanho da amostra aleatória simples, Então, optou-se pela aplicação de questionários junto a 68 produtores cujas firmas estão localizadas nos principais estuários do Estado do Ceará, bem como pelo fato de alguns desses estuários já terem sido estudados por GESTEIRA et al. (2001) (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.

De acordo com a Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará – IPLANCE (2002), o estuário do rio Remédios, no litoral oeste do Estado do Ceará, situa-se no Município de Barroquinha distante aproximadamente 389km de Fortaleza, sendo a região servida pelas rodovias estaduais CE – 362 e CE – 085 e a federal BR – 222. Barroquinha possui uma área de 367,9 km<sup>2</sup> e sua população atual é estimada em 13.108

habitantes, com pouco mais da metade da população na zona urbana (60,56%) e 39,44% na zona rural. O Município fica situado a uma altitude de 94m acima do nível do mar e tem precipitação média, em anos normais, de 1.164,40 mm. Essas informações têm sua importância pelo fato de que a instalação desses empreendimentos pode ser influenciada por variações de salinidade nos rios e estuários provocadas pelas precipitações pluviais e também pelo fluxo de água salobra rio acima através dos regimes de mares na “boca” dos estuários que dependerá da altitude em relação ao nível do mar. Segundo PAIVA (1995) no Ceará os rios litorâneos e sertanejos são temporários, fluindo somente durante a estação chuvosa. A penetração das marés nos vales daqueles rios impede que os litorâneos percam comunicação com o mar, durante a estiagem; no entanto, os sertanejos ficam reduzidos a verdadeiras “estradas” e, quando muito, com uma série de poços isolados.

Já o estuário do rio Coreaú, no litoral oeste do Estado, situa-se no Município de Camocim, aproximadamente a 357,5 km de Fortaleza, tendo como rodovias de acesso as estradas estaduais CE – 362 e CE – 085 e a federal BR – 222. Esse município possui uma área de 1.157,5 km<sup>2</sup> e sua população atual é estimada em 52.177 habitantes, com maioria da população na zona urbana (76,62%) e 23,38% na zona rural. O Município fica situado a uma altitude de 8,1m acima do nível do mar e tem precipitação média, em anos normais, de 1.032,30 mm.

Os estuários dos rios Acaraú e Zumbi, no litoral oeste do Estado do Ceará, situam-se no Município de Acaraú, distante aproximadamente 236 km de Fortaleza, sendo acessado pelas rodovias estaduais CE – 178 e CE – 354 e a rodovias federal BR – 222. Esse município possui uma área de 839,2 km<sup>2</sup> e sua população atual é estimada em 45.131 habitantes, sendo distribuída 60,44% na zona urbana e 39,56% na zona rural. O Município fica situado a uma altitude de 13m acima do nível do mar e tem precipitação média, em anos normais, de 1.139,70mm.

O estuário do rio Curu situa-se no Município de Paraipaba, no litoral oeste do Ceará, distante aproximadamente 90,5 km de Fortaleza, sendo a região servida pelas rodovias estaduais CE – 423, CE - 163 e CE – 085 e a federal BR – 222. Esse município possui uma área de 314,1 km<sup>2</sup> e sua população atual é estimada em 22.111 habitantes, sendo residentes na zona urbana 43,76% dos habitantes e 56,24% vivem na zona rural. O Município encontra-se a uma altitude de 26m acima do nível do mar e tem precipitação média, em anos normais, de 1.238,20 mm.

No Município de Beberibe, encontra-se o estuário do rio Choró, que dista aproximadamente 66 km de Fortaleza, com acesso pela rodovia estadual CE – 040. O Município possui uma área de 1.626,9 km<sup>2</sup> e sua população atual é estimada de 39.868 habitantes, sendo é dividida na zona urbana 74,59% e 25,41% na zona rural. Beberibe situa-se a uma altitude de 11,9m acima do nível do mar e tem uma precipitação média, em anos normais, de 914,1 mm.

O estuário do rio Pirangi, situado no Município de Fortim, localiza-se a aproximadamente 116km de Fortaleza, com acesso pela rodovia estadual CE – 040 e CE – 121. O Município possui uma área de 279,7 km<sup>2</sup> e sua população atual é estimada em 12.738 habitantes, sendo localizados 97,86% na zona urbana e 2,14% na zona rural. Fortim está a 22m acima do nível do mar e tem uma precipitação média, em anos normais, de 1435.4 mm.

O estuário do rio Jaguaribe, no Município de Aracati, fica aproximadamente a 134 km de Fortaleza, sendo a região servida pela rodovia estadual CE – 040 e rodovia federal BR – 304. Aracati possui uma área de 1.276km<sup>2</sup>. Sua população estimada é de 64.630 habitantes, 60,21% vivem na zona urbana e 39,79% residem na zona rural. O Município encontra-se a 5,74m acima do nível do mar e tem uma precipitação média em anos normais de 935,9 mm.

Os municípios sertanejos de Jaguaruana e Itaiçaba localizam-se na bacia do baixo Jaguaribe. Esses municípios encontram-se distantes da Capital 180 km e 150,2km, respectivamente. Ambos são acessados pelas rodovias estaduais CE – 040 / 123 e pela federal BR – 116. Jaguaruana tem uma população de 31.531 habitantes, sendo 43,99% residente na zona urbana e 56,01% na zona rural, enquanto que, em Itaiçaba, 57,27% dos 7.026 habitantes vivem na zona urbana e 42,73% na zona rural. Em relação ao nível do mar, Jaguaruana localiza-se a 20m de altitude. Já Itaiçaba encontra-se a 200m acima do nível do mar. A precipitação média em anos normais é de 752,6mm e 935,9mm, respectivamente.

### 3.6 Definição das Variáveis

#### 3.6.1 Medidas de eficiência

As matrizes de dados, uma contendo os insumos utilizados pelos produtores e outra relacionada com os produtos. A matriz X de insumos, de ordem (7 x 68), foi composta por 7 insumos, utilizados por 68 carcinicultores. Já a matriz Y de produtos, de ordem (1 x 68), foi composta por 1 produto, produzido pelos 68 carcinicultores. Todas as variáveis foram medidas em quantidades e seus respectivos preços de dezembro de 2002. Foram elas:

- $x_1$ : mão-de-obra contratada (permanente + temporária) para o manejo dos viveiros;
- $x_2$ : pós-larvas para estocagem inicial do cultivo;
- $x_3$ : alimentos concentrados (rações) fornecidos aos camarões;
- $x_4$ : fertilizantes (adubos) utilizados para promoção de alimento natural dos viveiros;
- $x_5$ : calcário dolomítico para correção e esterilização do fundo dos viveiros;
- $x_6$ : hipoclorito (defensivo);
- $x_7$ : energia elétrica;
- $y_1$ : produção de camarão, incluindo a venda e o autoconsumo.

As variáveis coletadas foram relativas à última despesa (ciclo) devido às dificuldades em se obter as quantidades utilizadas de cada insumo dentro de um período anual, tendo em vista a possibilidade de se efetuar dois ou três ciclos anuais, e ainda, a dificuldade de sincronizar esses ciclos e de ter que trabalhar com valores médios entre eles.

Após a organização das matrizes de dados, procedeu-se à execução dos modelos. Em todos os modelos utilizou-se a orientação insumo para o cálculo das medidas de eficiência. Isto significa que se objetivará encontrar a redução proporcional no uso dos insumos pelos produtores, sem que essa redução comprometa a produção.

O problema de programação linear a ser utilizado no presente estudo adotou o pressuposto de retornos variáveis à escala, o qual apresenta simultaneamente os resultados do DEA sob retornos constantes e variáveis à escala. 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:

$$ES = \frac{ET_{RC}}{ET_{RV}} \quad (11)$$

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.

### 3.6.2 Comparação dos carcinicultores

O próximo passo constituiu-se em separar os carcinicultores em grupos, de acordo com a medida de eficiência técnica obtidas no modelo com retornos variáveis à escala. O primeiro grupo foi formado pelos possíveis carcinicultores eficientes. Um carcinicultor foi considerado tecnicamente eficiente se atingiu medida de eficiência técnica superior a 0,9. Optou-se por considerar como eficiente aqueles com medida de eficiência de 0,9 a 1, uma vez que os dados poderiam estar sujeitos a erros de entrevista. Assim, esses carcinicultores foram considerados como não tendo violado a hipótese de eficiência. Esse procedimento foi também utilizado por ALVES & GOMES (1998) e GOMES (1999). O outro grupo de carcinicultores, denominado de ineficientes, foi composto por aqueles cujas medidas de eficiência técnica foram inferiores a 0,9.

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

#### (a) *Indicadores de desempenho técnico*

1. Produção de camarão confinado, incluindo-se a venda e o autoconsumo, medidos em quilos por ciclo de produção.
2. Taxa de sobrevivência dos camarões, medida em número de indivíduos despescados por ciclo/ estocagem inicial.
3. Taxa de conversão alimentar dos camarões, medida em quilos de ração fornecida por ciclo/ quilos de camarão por ciclo de produção.
4. Produtividade do trabalho, medida em quilos de camarão por ciclo/mão-de-obra (em R\$), incluindo-se mão-de-obra permanente e temporária.
5. Produtividade da terra, medida em quilos de camarão por ciclo/ hectare inundado.



(b) *Indicadores de desempenho econômico*

1. Produtividade do capital circulante, medida em quilos de camarão por ciclo/custo operacional efetivo (COE). Estarão incluídos no custo operacional efetivo os gastos  $x_1, \dots, x_7$ .
2. 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.
3. Renda bruta (RB)/custo operacional efetivo (COE).
4. Renda bruta (RB)/custo operacional total (COT).
5. Margem bruta (MB), igual à renda bruta menos o custo operacional efetivo (COE).
6. 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. Nesse cálculo, considerou-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 considerado, também a existência de folgas. Assim, para cada carcinicultor ineficiente, houve pelo menos outro produtor eficiente que delimitou o ponto na fronteira, no qual o ineficiente foi projetado.

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

### 3.6.3 Caracterização dos carcinicultores

Os produtores foram separados mediante uma distribuição de frequência da produtividade média dos viveiros, medida em quilos de camarão/hectare inundado/ciclo. Na obtenção dos estratos de produtividade, utilizou-se um histograma com as frequências

de carcinicultores, de forma a permitir melhor representatividade de números de produtores em cada estrato selecionado.

Após a separação dos carcinicultores, segundo a produtividade média dos viveiros, esses foram comparados de acordo com o perfil tecnológico descrição a seguir:

(a) *Perfil tecnológico*

1. Sistema de produção: semi-intensivo.
2. Espécie cultivada: *Litopenaeus vannamei*.
3. Aeração artificial: Uso de aeradores mecânicos do tipo *paddle wheel* quando a densidade de povoamento dos viveiros é superior a 25 pós-larvas/m<sup>2</sup> de espelho d'água.
4. Taxas de estocagem inicial: em geral, as densidades de estocagem podem variar segundo a intensidade da aeração mecânica dentro dos limites de 30 pl/m<sup>2</sup> a 60 pl/m<sup>2</sup>.
5. Sistema de alimentação: os camarões cultivados são arraçoados mediante o uso de bandejas de alimentação (sistemas de comedouros) fixas no fundo do viveiro, na razão de 35 a 500 unidades/ha, distribuídas uniformemente. A frequência alimentar pode variar de 3 (três) a 5 (cinco) vezes ao dia, dependendo da densidade de estocagem.
6. Parâmetros físico-químicos: são registrados e analisados diariamente pH, temperatura, salinidade, transparência e oxigênio dissolvido.
7. Medição de oxigênio dissolvido: as medições de oxigênio dissolvido na água são realizadas diariamente nos intervalos de tempo de 06h00min, 12h00min, 16h00min e 20h00min, próximas à comporta de drenagem.
8. Despesca: os camarões são despescados mediante a drenagem da água através de uma malha apropriada, quando atingem um tamanho médio correspondente ao peso entre 11,0g e 12,00g.
9. Tratamento de fundo de viveiros: após cada despesca, os viveiros drenados permanecem em repouso por um período mínimo de 07 (sete) dias, para, em seguida, serem feitos o revolvimento do solo de fundo e a aplicação de calcário dolomítico na razão de 1.000kg/ha a 2.500kg/ha.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram apresentados e discutidos neste capítulo, dividido em seis seções. Na primeira, foi apresentada uma caracterização da amostra revelando o perfil da atividade no Ceará. Em seguida, foi realizada uma caracterização das variáveis que foram utilizadas no modelo de análise envoltória de dados no que diz respeito ao grau de similaridade entre os municípios onde foram levantadas todas as informações. Feito isso, os carcinicultores foram classificados de acordo com as medidas de eficiência técnica e de escala, as quais permitiram saber se estavam ou não operando em escala ótima. Na quarta seção, os carcinicultores foram separados em dois grupos – eficientes e ineficientes. Em seguida, foram comparados todos os carcinicultores eficientes e ineficientes, segundo o valor médio dos indicadores de desempenho técnico e econômico. Por fim, os carcinicultores eficientes foram caracterizados, segundo o perfil tecnológico recomendado pelas instituições responsáveis pelo desenvolvimento sustentável da atividade.

### 4.1 Caracterização da amostra

- **Quanto à estrutura de produção**

A amostra representativa da carcinicultura no Estado do Ceará totalizou, em 68 fazendas de camarão (firmas), uma área de cultivo de 1.309,20 hectares, onde se encontram inseridas microempresas de 0,2 ha até grandes empresas de 150 ha havendo, portanto, uma amplitude entre a menor e a maior firma de 149,8 ha. Em média, os carcinicultores cearenses utilizam uma área correspondente a 19,25 ha de viveiros sendo que a dimensão mais comum das baterias de viveiros, ou seja, o intervalo de classe modal da área cultivada variou entre 0,2 e 21,6 hectares, cujo valor modal foi de 11,69 hectares (Tabela 4).

Essa área explorada detectada na amostra encontra-se plenamente distribuída em 346 viveiros de derivação, sendo que a maioria das firmas tem seu número total de viveiros situado no intervalo modal de 1 a 4 viveiros; onde os números de viveiros mais comuns nas firmas amostradas foram de apenas um em 23,53% (16) dos casos e dois viveiros em 22,06% (15) dos entrevistados, apresentando, portanto, um comportamento bimodal, apesar de alguns carcinicultores entrevistados possuírem até 21 viveiros, havendo, portanto, uma

amplitude de 20 viveiros entre os produtores de camarão. Porém, a média de viveiros nas firmas analisadas foi de 5,09 unidades (Tabela 4).

**TABELA 4**

*Frequências absolutas e relativas em relação à área destinada ao cultivo e número de viveiros contidos nessas áreas entre carciniculturas representativas do Estado do Ceará*

Área de cultivo (ha)	Amostra		Número de viveiros	Amostra	
	Nº	%		Nº	%
0,2 — 21,6	51	75,00	1 — 4	43	63,24
21,6 — 43,0	7	10,30	4 — 7	8	11,76
43,0 — 64,4	5	7,35	7 — 10	8	11,76
64,4 — 85,8	2	2,94	10 — 13	4	5,89
85,8 — 107,2	1	1,47	13 — 16	3	4,41
107,2 — 128,6	0	0,00	16 — 19	0	0,00
128,6 — 150,0	2	2,94	19 — 21	2	2,94
TOTAL	68	100,00	TOTAL	68	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Neste trabalho, não se procurou identificar as empresas elaboradoras dos projetos, mas pode-se observar que a maioria dos empreendimentos foi edificada por empresas de consultoria especializada e com vasta experiência no ramo, sobretudo o Município de Acaraú. No entanto, observou-se também a existência de empreendimentos construídos literalmente com “as próprias mãos”, destacando-se, nesse caso, algumas firmas na bacia do baixo Jaguaribe, mais precisamente nos Municípios de Jaguaruana e Itaiçaba. FEITOSA (1997), analisando os fatores que contribuíram para o sucesso ou malogro de projetos de carcinicultura ao longo do Nordeste brasileiro, verificou que naquela época 100% dos projetos haviam sido elaborados por empresas especializadas. Essas construções se caracterizam por todas apresentarem diques elevados por se tratarem de viveiros para camarões, que diferem daqueles utilizados em piscicultura, que são total ou parcialmente escavados. Isso decorre do tipo de despesca, pois, na carcinicultura, a despesca é realizada através da drenagem total do viveiro, enquanto que na piscicultura a produção é colhida (despescada) por meio de rede de arrasto, portanto, sem esvaziar o viveiro que no caso do camarão é um fator de estresse que implica o amolecimento do produto e perda da sua carapaça, reduzindo substancialmente o valor comercial do produto, o que retarda a colheita (despesca) da produção. GESTEIRA et al. (1995) registraram que

no Estado do Ceará, entre os principais problemas das fazendas de cultivo de camarão, naquela época, encontraram-se a escolha do local de edificação dos viveiros, engenharia de construção, tipos de solos e outros.

Com relação à fonte de água utilizada no cultivo dos camarões, a representação cearense foi estratificada entre as seguintes fontes de captação: água de rios, ou seja, águas oligohalinas, águas subterrâneas, águas estuarinas e águas marinhas. Desta maneira, 29,41% dos produtores fazem a captação de água fora da zona estuarina, ou seja, na parte dos rios sem influência das marés, sobretudo nas bacias do baixo Jaguaribe e Curu, mais precisamente nos Municípios de Jagauarana e Itaiçaba, e Paraipaba, respectivamente, permanecendo, portanto, no grupo de fazendas que utilizam água doce dos rios. A surpreendente ocorrência de 1,47% dos entrevistados captando água subterrânea (poço), assim como a elevada participação relativa daqueles produtores de água doce dos rios, vem comprovar a alta adaptabilidade do camarão marinho da espécie *L. vannamei* a ambientes dulcícolas, correspondendo a 30,88% da amostra que representa a carcinicultura cearense. Há poucos anos, as revistas especializadas em aquicultura vinham publicando trabalhos relativos ao cultivo do camarão marinho *L. vannamei* em água doce em alguns países como México e Estados Unidos (MENDES et al., 1999). No Brasil, o primeiro trabalho sobre aclimação desta espécie à água doce foi publicado por MENDES & PEDRESCHI (1998), onde não só atestavam a possibilidade de adaptação a baixas salinidades como também descreviam como reduzir gradualmente o teor salino para conseguir adaptar o camarão.

No entanto, a maioria dos carcinicultores capta sua água de ambientes salinos, sendo que 67,65% deles fazem captação dos estuários e apenas um capta diretamente do mar, correspondendo a 1,47% dos entrevistados (Tabela 5).

**TABELA 5**

*Freqüências absolutas e relativas das diferentes fontes e formas de captação de água entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará*

Fontes de captação de água	Amostra		Formas de captação de água	Amostra	
	Nº	%		Nº	%
Rio	20	29,41	Bombeamento direto	27	39,71
Sub-solo (poço)	1	1,47			
Estuário	46	67,65	Bombeamento p/ canais e gravidade	41	60,29
Mar	1	1,47			
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Essa água é bombeada em 60,29% dos casos para canais de abastecimento (adução) sendo distribuída para os viveiros através da força gravitacional. Enquanto isso, em 39,71% das fazendas visitadas, a água é bombeada da fonte diretamente para dentro do viveiro. Porém, em ambos os casos, a água é filtrada várias vezes ao longo do seu trajeto por meio de telas com aberturas da malha bastante diminuídas para minimizar ao máximo a entrada de predadores e agentes patogênicos ao interior dos viveiros. Portanto, houve bastante coerência com as informações levantadas por FEITOSA (1997), que verificou, naquele instante, que nos empreendimentos de camarão marinho a captação era realizada por bombeamento para os canais e distribuída por gravidade.

Em relação à infra-estrutura de energia elétrica, apenas 11,76% dos entrevistados não a possuíam, substituindo-a por geradores que, por sua vez, em 40,12% dos casos, teve sua presença confirmada nas fazendas, muitas vezes apenas para questões emergenciais (Tabela 6).

**TABELA 6**

*Frequências absolutas e relativas em relação à infra-estrutura de energia elétrica e disposição de geradores entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará*

Energia elétrica	Amostra		Geradores	Amostra	
	Nº	%		Nº	%
Sim	60	88,24	Sim	30	40,12
Não	8	11,76	Não	38	59,88
TOTAL	68	100,00	TOTAL	68	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

- **Quanto ao manejo da produção**

Quanto ao manejo da atividade, os carcinicultores contemplados no espaço amostral utilizaram em média uma densidade de estocagem de 51,09 pós-larvas (pl's)/m<sup>2</sup> no povoamento de seus viveiros. No entanto, a densidade de estocagem mais comum dentro de um intervalo que variou de 17 a 120 indivíduos foi a de 50 pl's/m<sup>2</sup> (Tabela 7). Com relação ao povoamento dos viveiros, a maioria o faz de forma única, significando que, ao longo de todo o ciclo de produção, só é feito o povoamento dos viveiros uma única vez. No entanto, o povoamento contínuo ou parcelado foi registrado em três oportunidades (4,41% da amostra). Na estocagem das pós-larvas, a idade destas variou de pl<sub>8</sub> a pl<sub>40</sub>, sendo

que a pós-larva utilizada com maior frequência foi a pl<sub>10</sub>. Portanto, essa densidade de estocagem modal é o dobro da citada por DPA/MAPA & ABCC (2001) para início do emprego de aeração artificial. No caso das empresas analisadas, o uso de aeradores<sup>13</sup> variou de 0 a 30 HP/há, sendo mais comum seu emprego em torno de 0 a 4,29 HP/ha (Tabela 7). Vale ressaltar que, dos 68 carcinicultores entrevistados, 14 não utilizaram aeração artificial, correspondendo a 20,59% dos produtores. Entre os 79,41% que possuem sistema de aeração, a moda foi utilizar 4 HP/ha.

**TABELA 7**

*Frequências absolutas e relativas em relação à densidade de estocagem, idade das pós-larvas e intensidade da utilização de aeradores entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará*

Densidade de estocagem (pl's/m <sup>2</sup> )	Amostra		Idade da pós-larva	Amostra		Aeração (HP/ha)	Amostra	
	Nº	%		Nº	%		Nº	%
17 — 32	10	14,71	8 — 13	34	50,00	0,00 — 4,29	31	45,59
32 — 47	17	25,00	13 — 18	12	17,65	4,29 — 8,58	14	20,59
47 — 62	28	41,18	18 — 23	16	23,52	8,58 — 12,87	14	20,59
62 — 77	7	10,29	23 — 28	4	5,89	12,87 — 17,16	5	7,35
77 — 92	2	2,94	28 — 33	0	0,00	17,16 — 21,45	3	4,41
92 — 107	2	2,94	33 — 38	1	1,47	21,45 — 25,74	0	0,00
107 — 120	2	2,94	38 — 40	1	1,47	25,74 — 30,00	1	1,47
TOTAL	68	100,00	TOTAL	68	100,00	TOTAL	68	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Constatou-se também que apenas duas firmas (2,94% da amostra) produziam suas pós-larvas e eram fornecedoras, deste insumo, para as demais. FEITOSA (1997) observou também, naquela época, que a aquisição de pós-larvas era feita de terceiros, pela maior parte dos produtores, mostrando que os empreendimentos dependiam dos laboratórios de larvicultura, para manter o processo produtivo.

Conforme mencionado na parte inicial deste trabalho, o emprego de bandejas no arraçoamento dos camarões foi uma das principais inovações tecnológicas que impulsionaram a atividade da carcinicultura. Uma forma de minimizar os custos com ração, segundo VIACAVA (1995), GODDARD et al. (1997), JORY (1997) e FEITOSA (1997), é através da utilização de bandejas de alimentação, que se apresenta como opção para o manejo e ajuste da ração fornecida nos viveiros, maximizando a rentabilidade deste

<sup>13</sup> Cada aerador corresponde a 2 HP, seja ele de qualquer marca.

dispendioso insumo. Dentre as firmas amostradas, a utilização dessas bandejas variou entre 25 a 200 unidades/ha, porém o intervalo encontrado na amostra se comportou de forma intermediária entre aqueles citados em ROCHA & MAIA (1998) e DPA/MAPA & ABCC (2001) que são, respectivamente, 20~30 e 35~500 bandejas/ha. No entanto, os carcinicultores cearenses utilizaram em média 60 bandejas/ha, sendo que a maioria preferiu usar o número de bandejas igual ao da densidade de estocagem das pós-larvas, que no caso foi de 50 pl's/m<sup>2</sup>, portanto, a frequência modal na utilização das bandejas de ração foi de 50 unidades/ha (Tabela 8).

**TABELA 8**

*Freqüências absolutas e relativas em relação ao número de bandejas por hectare e o número de refeições diárias oferecidas aos camarões entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará*

Número de bandejas/ha	Amostra		Número de refeições	Amostra	
	Nº	%		Nº	%
25 — 50	35	51,47	3	54	79,41
50 — 75	21	30,88			
75 — 100	9	13,24	4	12	17,65
100 — 125	1	1,47			
150 — 175	1	1,47	5	2	2,94
175 — 200	1	1,47			
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação ao arraçoamento, foram encontradas firmas que fornecem ração aos seus camarões 3 vezes ao dia, assim como, registrou-se firmas com o emprego de 5 refeições diárias, no entanto, a maioria dos criadores de camarão contemplados na amostra para o Estado do Ceará preferiu arração 3 vezes ao dia. Dessa forma os produtores amostrados conseguiram uma taxa de conversão alimentar média de 1,61 quilo de ração para obtenção de 1 quilo de biomassa de camarão. Porém a taxa de conversão alimentar mais comum dentro de um intervalo que variou de 1,16 a 2,17 foi de 1,70 quilos de ração para 1 quilo de camarão ao final do ciclo de produção. Foi observado, ainda, que todos os produtores adquirem ração de terceiros, ou seja, ração industrializada.

De um modo geral, FEITOSA (1997) acredita que as distribuições da ração múltiplas vezes, em intervalos de poucas horas, melhora a conversão alimentar e



crescimento, e reduz a acumulação de alimentos não ingeridos e a deterioração da água e do fundo dos viveiros.

A duração do ciclo de produção variou desde um tempo recorde de 90 dias até 166 dias entre os entrevistados. Em média, os carcinicultores que representaram o Ceará conseguiram realizar a despesca em 128,22 dias, mas a maioria deles obteve seus camarões com o peso comercial aos 120 dias de cultivo, superando o intervalo proposto em ROCHA & MAIA (1998), em que a duração média deveria variar entre 100 e 110 dias para produzir camarões com um peso médio entre 12 e 13 gramas (Tabela 9). Esse peso comercial variou entre 9,50 gramas e 16 gramas entre as firmas observadas, as quais, em média, produziram camarões com 12,13 gramas, sendo que o peso mais freqüente entre essas firmas foi o camarão de 13 gramas, o qual se enquadra na classificação de 71-80 peças inteiras por quilo, muito propícia à exportação (Tabela 9).

**TABELA 9**

*Freqüências absolutas e relativas em relação à duração do ciclo produtivo e peso final médio do camarão entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará*

Duração do ciclo (dias)	Amostra		Peso final do camarão	Amostra	
	Nº	%		Nº	%
90 — 101	4	5,89	9,5 — 10,5	16	23,53
101 — 112	9	13,24	10,5 — 11,5	12	17,65
112 — 123	21	30,88	11,5 — 12,5	14	20,59
123 — 134	8	11,76	12,5 — 13,5	13	19,12
134 — 145	11	16,18	13,5 — 14,5	7	10,29
145 — 156	8	11,76	14,5 — 15,5	5	7,35
156 — 166	7	10,29	15,5 — 16,0	1	1,47
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisar o sucesso de um cultivo de camarão, leva-se em consideração três importantes indicadores: o primeiro, analisado anteriormente, é a taxa de conversão alimentar, diretamente relacionada com o principal custo de produção (mais de 60%), a ração. O segundo indicador está relacionado com aquele que é o segundo maior custo de produção correspondente à aquisição das pós-larvas, que é a questão da sobrevivência dos camarões. O último, a produtividade, é uma consequência da sobrevivência aliada ao fator tempo, ou seja, duração do ciclo.

Com relação à sobrevivência dos camarões cultivados, entre as firmas observadas, houve uma variação de 20,57 a 93,26%, registrando-se, portanto, uma amplitude de 72,69 pontos percentuais entre as firmas amostradas. Em média, os produtores pesquisados obtiveram uma sobrevivência de 72,13% sendo que a taxa de sobrevivência mais freqüente entre esses produtores foi de 80,00% (Tabela 10).

**TABELA 10**

*Freqüências absolutas e relativas em relação à sobrevivência dos camarões e produtividade do cultivo entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará*

Sobrevivência (%)	Amostra		Produtividade (kg/ha/ciclo)	Amostra	
	Nº	%		Nº	%
20,57 — 30,97	1	1,47	783 — 2.228	10	14,71
30,97 — 41,37	1	1,47	2.228 — 3.673	14	20,59
41,37 — 51,77	5	7,35	3.673 — 5.118	26	38,23
51,77 — 62,17	9	13,24	5.118 — 6.563	8	11,76
62,17 — 72,57	16	23,53	6.563 — 8.008	4	5,89
72,57 — 82,97	16	23,53	8.008 — 9.453	3	4,41
82,97 — 93,26	20	29,41	9.453 — 10.892	3	4,41
TOTAL	68	100,00	TOTAL	68	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à produtividade, os representantes do Ceará obtiveram uma média entre todas as produtividades individuais de 4.535,85 kg/ha/ciclo. Ao se multiplicar esse valor médio por 2 ou 3 ciclos anuais, obter-se-á 9.071,70 e 13.607,55kg/ha/ano, respectivamente. Em ambos os casos, esses valores superam as médias cearense e nacional em 2001, que, segundo ROCHA & RODRIGUES (2002), foram respectivamente de 7.002 kg/ha/ano e 4.706kg/ha/ano. No entanto, houve uma variação de 783 a 10.892 kg/ha/ciclo entre as firmas entrevistadas cuja a produtividade mais freqüente foi de 4.251 kg/ha/ciclo.

Quando os camarões atingem o peso comercial, a despesca (colheita) é feita mediante a drenagem gradual dos viveiros e a fixação de redes *bag-nets* em suas comportas de drenagem. Dentre as firmas amostradas, a prática mais comum, ou seja, a prática modal é efetuar-la em sua totalidade (85,29%), porém, registram-se 10 casos (14,71%) em que a despesca foi realizada de forma parcelada, mas com a alegação de que a sua realização sob essas condições havia sido em caráter excepcional, em virtude do estresse provocado nos preparativos que antecedem a despesca e conseqüente amolecimento das carapaças dos camarões. Quanto a problemas de necrose, não foi registrada nenhuma ocorrência. As

despescas foram preferencialmente realizadas à noite para coincidir com o horário de maior movimento dos camarões e de temperatura mais amena, minimizado-se, desta forma, o estresse dos animais e refletindo positivamente sobre a sua qualidade. Então, os camarões arrastados pela correnteza da água são aprisionados na rede, sendo coletados em intervalos variáveis segundo o volume de saída. Logo que capturados, segundo ROCHA & MAIA (1998), os camarões são colocados em caixas de fibra de vidro com capacidade de 1.000 litros de água com temperatura de 3 a 5°C, clorada a 5 ppm e contendo uma dosagem de metabissulfito de sódio de 1,25% para receberem choque térmico, manter a temperatura em 5°C e a eliminação do oxigênio molecular, reduzindo drasticamente o processo de escurecimento enzimático do produto e a formação de melanose (manchas negras ou *black spot*), que reduzem ou descartam qualquer possibilidade de comercialização do produto. Tal procedimento foi observado em 100,00% dos entrevistados, até porque faz parte das exigências do mercado internacional e nacional, tendo todas as unidades produtoras que seguir e/ou adaptar-se às normas previstas pelo programa de Análises de Risco e Controles de Pontos Críticos – HACCP e até por ser todo este procedimento responsabilidade de quem compra o camarão “na boca da comporta”, que normalmente traz sua própria equipe de pesca. FEITOSA (1997) também havia registrado, na época, a mesma frequência na adoção deste procedimento, pois, a qualidade e o sabor do camarão cultivado permanecem inalterados quando a colheita ocorre a temperaturas mais baixas, geralmente à noite, abatido em água limpa gelada, lavado, selecionado e embalado. Outro ponto importante é o curto espaço de tempo gasto entre o processamento e o mercado consumidor; no Brasil isto ocorre em menos de 24 horas após a colheita (WAINBERG, 1997).

O tratamento pós-colheita é fundamental para o sucesso econômico da atividade, pois todos os esforços realizados na produção somente produzirão retorno econômico se os camarões forem despescados e tratados adequadamente. A imersão dos camarões em água gelada (choque térmico) é o método mais eficaz e rápido para provocar a morte e resfriar individualmente os camarões (MADRID, 1998).

Os cuidados com o camarão imediatamente após a retirada do viveiro são fundamentais para garantir sua qualidade na fazenda. É necessário ressaltar que o produtor dificilmente tem condições de controlar os agentes distribuidores e os próprios consumidores, quanto ao tratamento adequado em termos de estocagem. O máximo que pode fazer é difundir, mediante diferentes meios de comunicação, a forma mais apropriada de conservação e consumo (MADRID, 1998).

Chegado o término do cultivo, a maioria dos carcinicultores que representaram o Ceará utilizou 30 dias para que seus viveiros recuperassem seus nutrientes e fossem totalmente esterilizados contra predadores naturais dos camarões. Porém, este intervalo de descanso e tratamento dos viveiros variou de 2 a 72 dias entre as firmas amostradas. No entanto, em média, estes produtores descansaram seus viveiros 24 dias para dar início a um novo ciclo de produção. Quanto aos parâmetros físico-químicos monitorados ao longo do cultivo, constatou-se que as mensurações de oxigênio dissolvido na água e temperatura da água eram feitas simultaneamente em virtude das duas funções serem conjugadas no mesmo aparelho. A periodicidade dessas medidas variou de diária (88,24%) passando por uma vez por semana (8,82%) até três vezes por semana (2,94%). Dentre as firmas que o fazem diariamente, 22,06% mensuram o oxigênio e temperatura 2 vezes ao dia, enquanto que 23,53% o fazem 3 vezes diárias.

Quanto à salinidade, 27 firmas não fazem o monitoramento deste parâmetro, correspondendo a 39,71% dos entrevistados, pois essas firmas captam água doce dos rios, que não apresenta grandes variações. Essa decisão no manejo foi comum nos Municípios de Jaguaruana, Itaipaba e Paraipaba. Quanto àquelas firmas que monitoram a salinidade, a periodicidade com que fazem este procedimento variou de diária (42,65%) a frações semanais (17,65%), sendo que a maioria realiza a mensuração uma vez ao dia (38,24%).

Em relação à transparência, 77,94% das firmas mensuram apenas uma vez ao dia, mais precisamente às doze horas (12:00h), por causa da posição solar. No entanto, 8,82% das firmas não monitoram este parâmetro, o restante, 13,23% dos entrevistados, não apresenta uma sistemática bem definida, variando a periodicidade com que tomam este parâmetro.

O potencial hidrogênico (pH) não foi mensurado em 33,82% das firmas. Porém foi mensurado uma única vez ao dia em 20,59% dos entrevistados, duas vezes diárias em 27,94% das firmas amostradas, destacando-se o Município de Acaraú, e três vezes por dia em 5,88% (4) dos entrevistados, sobretudo o Município de Paraipaba.

Relativamente à mensuração de nitritos, nitratos e amônia, 94,12% das firmas não monitoram esses parâmetros. No entanto, 5,82% verificam esses parâmetros, sendo que 1,47% o realiza mensalmente, 1,47% o faz bimestralmente, 1,47% mede esses parâmetros trimestralmente e 1,47% os verifica anualmente.

O camarão cultivado, se conduzido com a tecnologia recomendada para a instalação e manejo de suas unidades produtivas, não ocasiona impactos negativos no meio ambiente. O estudo realizado pelo WORLD BANK (1999), que analisa o cultivo do camarão e o meio ambiente, confirma esta afirmação. Por outro lado, de acordo com SCHAEFFER-NOVELLI (1989), em termos de atividades impactantes aos ecossistemas estuarinos, priorizadas por ordem decrescentes, a carcinicultura se situa em 16º lugar, havendo, portanto, outras atividades econômicas que causam muito mais impactos aos estuários do que o cultivo do camarão marinho.

- **Quanto à qualidade do gerenciamento da produção e da principal mão-de-obra**

Nesta etapa da pesquisa, procurou-se identificar o grau de conhecimento da atividade, por parte dos responsáveis pelo gerenciamento, pesquisando-se o seu nível de escolaridade e a participação em cursos realizados na área de aquicultura ou, mais especificamente, em carcinicultura.

Para BOYD (1997), existem muitas informações técnicas disponíveis que permitem aos aquicultores selecionarem locais viáveis para implantação dos projetos e prever os impactos ambientais, bem como mitigar antecipadamente tais efeitos. Procedimentos de mitigação costumam ser específicos do local e normalmente envolvem planejamento cuidadoso. O mesmo autor acentua também que uma boa prática de gerenciamento do cultivo fornece uma alternativa econômica de monitoramento, principalmente no tocante à qualidade da água.

Dentre as várias funções ou cargos observados no funcionamento de uma fazenda de camarão<sup>14</sup>, duas merecem destaque: a mais importante delas trata-se do gerente de engorda, pois a ele é confiada a tomada de decisão; é ele quem decide quando abrir ou fechar comportas, bombear ou não para uma possível renovação da água de cultivo; a ele cabe a decisão de aumentar ou diminuir a quantidade de fertilizantes, a densidade de estocagem das pós-larvas, quando os camarões estão prontos para colheita; verificar a saúde

---

<sup>14</sup> Durante a pesquisa foram observadas as seguintes funções nas fazendas amostradas: sócio-gerente (empresário), gerente administrativo, secretários (as), gerentes de produção (engorda), auxiliares de produção, arraçoadores, técnicos de ração, almoxarifes, técnicos de parâmetros (parâmetristas), técnicos de bombas (bombeiros), eletricitas, motoristas de máquinas (tratores e afins), teleiros, cozinheiras, vigias, porteiros, serviços gerais; fora os serviços temporários relacionados à preparação de viveiros e manutenção de taludes.

dos animais, intensificar ou não a aeração de acordo com os parâmetros físico-químicos e condições específicas de cada viveiro; enfim, todo o sucesso do cultivo. A outra, não menos importante, está relacionada com a economicidade da atividade, pois o arraçoador trabalha diretamente com o insumo mais oneroso da atividade, e um excesso ou falta de ração pode causar prejuízos ou elevação considerável dos custos de produção.

No caso da gerência da engorda, dentre as firmas entrevistadas, 19,12% alcançaram o nível superior completo, 30,88% dos gerentes atingiram o 2º grau completo, 25,00% desses profissionais tinham o 1º grau maior completo, ou seja, até a 8ª série do 1º grau, 13,24% dos responsáveis pela engorda possuíam o 1º grau menor (até a 4ª série) e 11,76% desses gerentes de engorda eram semi-analfabetos, ou seja, conseguem ler e escrever o próprio nome e possuem ainda certa habilidade numérica e monetária. Para essa responsabilidade funcional, dentro das firmas entrevistadas, não foi registrada nenhuma ocorrência de analfabetos. De certa forma, pelos dados levantados através da amostragem, percebe-se um elevado nível de escolaridade na atividade, pois, se analisarmos os gerentes que possuem pelo menos o 2º grau completo (no mínimo 11 anos de frequência escolar progressiva), tem-se exatamente 50% dos entrevistados, o que não é comum para uma atividade do setor primário (Tabela 11). Veja-se que a atividade requer certa quantidade de mão-de-obra altamente qualificada para ocupar essas funções. Convém lembrar que FEITOSA (1997) também observou elevado nível de escolaridade entre os gerentes de produção, sendo que naquela ocasião em 100% dos casos tinham nível superior completo.

**TABELA 11**

*Frequências absolutas e relativas em relação ao grau de instrução, recebimento de treinamento específico e tempo de experiência dos gerentes de produção na atividade da carcinicultura entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará*

Grau de Instrução	Amostra		Receberam treinamento	Amostra		Experiência (meses)	Amostra	
	Nº	%		Nº	%		Nº	%
Analfabetos	0	0,00	Sim	41	60,29	7 — 37	52	76,47
Semi-analfabetos	8	11,76				37 — 67	8	11,77
1º Grau menor	9	13,24				67 — 97	3	4,41
1º Grau maior	17	25,00	Não	27	39,71	97 — 157	0	0,00
2º Grau completo	21	30,88				157 — 187	3	4,41
Superior completo	13	19,12				187 — 216	2	2,94
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo LACKI (1996), o conhecimento técnico, gerencial e organizacional é indispensável nas correções das distorções produtivas, gerenciais e comerciais que não dependem necessariamente de decisões externas nem de recursos adicionais e causam muitíssimo mais dano econômico do que a falta de leis, decisões políticas, crédito, subsídios e de protecionismo.

Quanto ao recebimento de treinamento específico para atuar na atividade da carcinicultura, 60,29% dos gerentes de engordas das firmas entrevistadas foram treinados, enquanto que 39,71% não receberam treinamento algum. Portanto, assim como em FEITOSA (1997), foi verificado, neste estudo que a maioria dos responsáveis pela engorda recebeu treinamento específico, o que demonstra o interesse dos produtores na qualificação da mão-de-obra. Quanto à experiência desses profissionais na atividade, houve uma variação de 7 a 216 meses, sendo mais freqüente 24 meses de experiência (Tabela 11).

Ao cruzar as informações, observa-se que, dos profissionais relacionados diretamente com a engorda que possuem nível superior completo, a experiência na atividade da carcinicultura variou de 8 a 180 meses, sendo mais freqüente esses gerentes de engorda, que normalmente são engenheiros de pesca, apresentarem uma experiência de 24 meses, mas todos sendo altamente capacitados (100,00%) pelo fato de receberem treinamento específico.

Para aqueles responsáveis pela engorda que atingiram o 2º grau completo, a experiência na atividade variou entre 12 a 216 meses, porém, a experiência modal na atividade também foi de 24 meses. No entanto, 76,19% desses gerentes de engorda receberam algum tipo de treinamento específico.

Já os gerentes de produção com o 1º grau maior completo (até a 8ª série) tiveram suas experiências na atividade variando de 8 a 96 meses, sendo mais uma vez comum uma experiência de 24 meses, apesar de apenas 29,41% deles receberam treinamento específico.

Entre aqueles gerentes de engorda que alcançaram até a 4ª série, ou seja, o 1º grau menor, a experiência profissional na atividade variou entre de 7 a 60 meses, comportando-se de forma amodal, porém, apresentando uma experiência média de 29,33 meses. No entanto, apenas 22,22% desses profissionais foram treinados especificamente para atividade.

Quanto aos gerentes de engordas que se afirmaram como semi-analfabetos, a experiência desses profissionais com a carcinicultura variou entre 12 e 180 meses, sendo mais freqüente o tempo na atividade de 24 meses, pois 62,50% tiveram a oportunidade de ser treinados especificamente para a atividade.

Em relação aos arraçoadores, a maioria deles é declarada como semi-analfabeta, chegando alguns poucos ao primeiro grau menor, muitas vezes incompleto, porém a sua habilidade numérica em fazer cálculos de quantidades de ração a ser aumentada ou diminuída de acordo com as sobras observadas por ele no momento em que está arraçoando<sup>15</sup>, e monetária, fazendo com que tenha consciência do valor do seu material de trabalho, a ração, lhes permite executar sua função com sucesso, justificando o ganho por produtividade além do seu salário fixo na maioria das fazendas do Estado.

- **Quanto às características do empresário**

Este trabalho procurou caracterizar os carcinicultores sob três aspectos: faixa etária, grau de instrução e tempo na atividade.

Com relação à faixa etária dos empresários deste ramo, os resultados revelaram que em média os carcinicultores que representaram o Ceará possuem 46,49 anos. No entanto, a idade dos entrevistados variou de 23 a 76 anos (Tabela 12). Porém, a maioria dos produtores possui 50 anos de idade. Idades elevadas podem demonstrar uma população bastante experiente, sobretudo se eles trabalham no setor há algum tempo (FEITOSA, 1997).

**TABELA 12**

*Freqüências absolutas e relativas em relação à faixa etária, grau de instrução, e tempo de experiência dos empresários na atividade da carcinicultura entre as carciniculturas representativas do Estado do Ceará*

Idade	Amostra		Grau de Instrução	Amostra		Experiência (meses)	Amostra	
	Nº	%		Nº	%		Nº	%
23 — 31	6	8,82	Analfabetos	0	0,00	6 — 40	54	79,41
31 — 39	11	16,18	Semi-analfabetos	8	11,77	40 — 74	9	13,24
39 — 47	18	26,47	1º Grau menor	9	13,23	74 — 108	2	2,94
47 — 55	20	29,41	1º Grau maior	12	17,65	108 — 176	0	0,00
55 — 63	9	13,24	2º Grau completo	13	19,11	176 — 210	1	1,47
63 — 76	4	5,88	Superior completo	26	38,24	210 — 240	2	2,94
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

<sup>15</sup> De acordo com ROCHA & MAIA (1998), o ajuste de ração obedece seguintes procedimentos: para observação de muitas sobras, procede-se retirando o alimento residual e reduz-se a ração a ser administrada em 50%. Quando as sobras de ração são consideradas médias pelo arraçoador, retira-se o alimento residual e reduz-se a nova ração a ser administrada em 20%. Para poucas sobras de ração apenas retira-se o alimento residual. Quando nenhuma sobra é observada, acrescenta-se a quantidade de ração a ser administrada em 20%.



No que diz respeito ao grau de instrução dos empresários, os resultados mostraram que a maioria dos empreendedores amostrados possuía o nível superior (26), correspondendo a 38,24% dos casos, destacando-se os Municípios de Acaraú, Aracati e Paraipaba. Em 17,65% dos casos, os carcinicultores apresentaram o 1º grau completo, ocorrendo com bastante freqüência no Município de Fortim. Os produtores que atingiram o 2º grau completo representaram 14,70% dos entrevistados. Os resultados mostram que entre os empresários representantes da carcinicultura cearense existe um elevado nível de instrução, pois no mínimo 52,94% deles concluíram o 2º grau e que 70,59% completaram no mínimo o 1º grau. Para MOSHER (1963), o melhor nível de instrução contribuirá para uma boa gestão nas empresas, no que se refere à tomada de decisões, uma vez que a educação formal se destaca como força no desenvolvimento de atitudes mentais e habilidades que encorajam a mudança e a inovação.

Fazendo-se uma análise cruzada das informações, observa-se que, entre os empresários que possuem nível superior completo, o tempo de experiência na atividade da carcinicultura variou de 6 a 240 meses, sendo mais freqüente esses empresários apresentarem uma experiência de 24 meses, o que corresponde a 46,15% dos entrevistados neste nível de instrução. Para aqueles carcinicultores que atingiram o 2º grau completo, a experiência na atividade variou entre 12 e 66 meses, porém, a experiência modal na atividade também foi de 24 meses, correspondendo a 60% dos produtores amostrados que concluíram o 2º grau.

Quanto aos empreendedores que se afirmaram semi-analfabetos, a experiência desses empresários com a carcinicultura variou entre 6 e 84 meses, comportando-se também de forma amodal dentro deste grau de escolaridade.

De uma maneira geral, observou-se pouca experiência dos produtores na atividade (experiência modal igual 24 meses), talvez por ser uma atividade relativamente nova na época da implantação dos projetos. O mesmo pode ser dito com respeito a técnicos contratados para dar assistência às empresas (os gerentes de produção). FEITOSA (1997) também detectou o mesmo problema – a pouca experiência tanto por parte dos empresários como de seu gerentes. A implantação de projetos sem o adequado conhecimento técnico foi registrada em vários diagnósticos sobre a atividade e resultou, na época, em fechamento de inúmeras fazendas por problemas, que foram desde a escolha do local de edificação dos viveiros, engenharia de construção e escolha da espécie cultivada, até os de ordem administrativa e climática (GESTEIRA et al., 1995 ; MAIA, 1997 e FEITOSA, 1997).

## 4.2 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, que são: 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 de calcário usada na correção e esterilização do fundo dos viveiros ( $x_5$ ), quantidade de hipoclorito utilizada 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 através de um dendograma para verificar o grau de similaridade dessas variáveis entre os municípios coletados, com o auxílio do *software* estatístico MINITAB 1.3 (Figura 6).

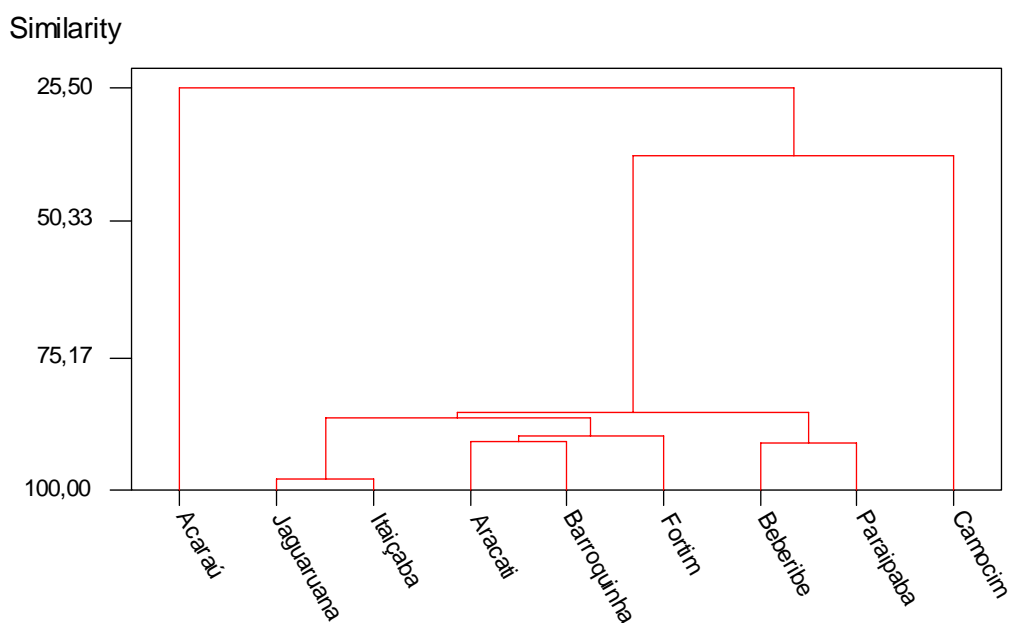


Figura 6 – Dendograma das médias das variáveis que foram utilizadas no modelo DEA por municípios onde foram coletadas todas as informações.

Então, 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 Itaiçaba, que apresenta aproximadamente 98% de similaridade entre si. O segundo corresponde aos Municípios de Beberibe e Paraipaba, que são semelhantes em torno de 92%. Com cerca de 90% de semelhança, Aracati, Barroquinha e

Fortim formaram o terceiro grupo. Camocim e Acaraú formaram dois últimos grupos isolados com pouca semelhança entre si e com os demais cuja similaridade foi, respectivamente, em torno de 38% e 25%. As médias de cada variável pelos respectivos municípios se encontram na Tabela 13.

**TABELA 13**

*Valores médios, mínimos e máximos das variáveis, 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 que foram utilizadas no modelo DEA por municípios de coleta*

Municípios		$y_1$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
Acaraú	Méd.	136891	43,10	13578000	231149,60	1531,80	52167,70	273,80	332943,40
	Min.	20313	18	2000000	32844	63	4380	10	16961,57
	Max.	675000	93	52500000	1147500	8800	200000	1600	561532,70
Jaguaruana	Méd.	19855,70	16,60	2595500	30181,2	72,23	7682,50	11,90	57068,11
	Min.	2500	6	210000	4750	20	0	0	10829,51
	Max.	76920	35	9000000	111534	200	22000	40	285778,80
Itaíçaba	Méd.	21350	17,28	2384286	30740,86	70	5607,14	10,71	60749,55
	Min.	6226	10	720000	7600	10	500	0	9358,80
	Max.	49664	38	5050000	73503	160	23750	55	253190
Aracati	Méd.	33218,46	23,69	3611577	50800,23	308,05	13111,38	28,46	85968,64
	Min.	2096	7	240000	2935	3	75	0	10202,75
	Max.	198000	59	19140000	297000	1550	60000	119	526434,50
Fortim	Méd.	35666,12	30,94	3788676	60741,29	414,88	11638,82	25,12	56338,93
	Min.	1680	7	255000	2900	2	100	1	0
	Max.	473997	184	47992500	792441	5479	150000	263	420831,80
Beberibe	Méd.	19815	35	2700000	28625	265	2000	12,5	11216,63
	Min.	6630	18	900000	11250	200	1500	10	0
	Max.	33000	52	4500000	46000	330	2500	15	22433,26
Paraipaba	Méd.	10000	31	953333,30	13366,67	45	2266,67	3,67	26161,79
	Min.	7000	21	640000	11200	0	800	0	10695,80
	Max.	14000	38	1260000	16300	70	4000	10	52643,45
Barroquinha	Méd.	19628	28	2940000	30054	90,65	11200	9	89586,94
	Min.	12236	23	1330000	19578	27,30	8750	8	15227,12
	Máx.	27020	33	4550000	40530	154	13650	10	163946,80
Camocim	Méd.	126349	44,25	12760000	204833,50	5377,75	3875	57	49382,42
	Min.	5160	15	720000	8256	77	0	8	0
	Max.	453000	119	45000000	732000	21000	8750	150	141806,40
TOTAL	Méd.	50151,49	28,72	5285200	81980,07	749,73	15750,15	60,19	101152
	Min.	1680	6	210000	2900	0	0	0	0
	Max.	675000	184	52500000	1147500	21000	200000	1600	561532,70

Fonte: Dados da pesquisa.

### 4.3 Classificação dos carcinicultores segundo as medidas de eficiência

Inicialmente, utilizou-se a programação matemática do tipo linear, pressupondo-se retornos constantes à escala para todos os 68 carcinicultores amostrados, no intuito de se obter a medida de eficiência técnica para cada criador de camarão da amostra. Em seguida, a pressuposição de retornos constantes à escala foi retirada, adicionando-se uma restrição de convexidade, a qual possibilitou a obtenção das medidas de eficiência com a pressuposição de retornos variáveis. Feito isto, foram calculadas as medidas de eficiência de escala, para cada carcinicultor. A Tabela 14 sintetiza os resultados obtidos, separando-se os produtores de acordo com as medidas de eficiência alcançadas.

**TABELA 14**

*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 <sub>RC</sub> )		Eficiência técnica com retornos variáveis (ET <sub>RV</sub> )		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.

Sob 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. Esse padrão assimétrico da distribuição de frequência, 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 (Figuras 7 e 8).

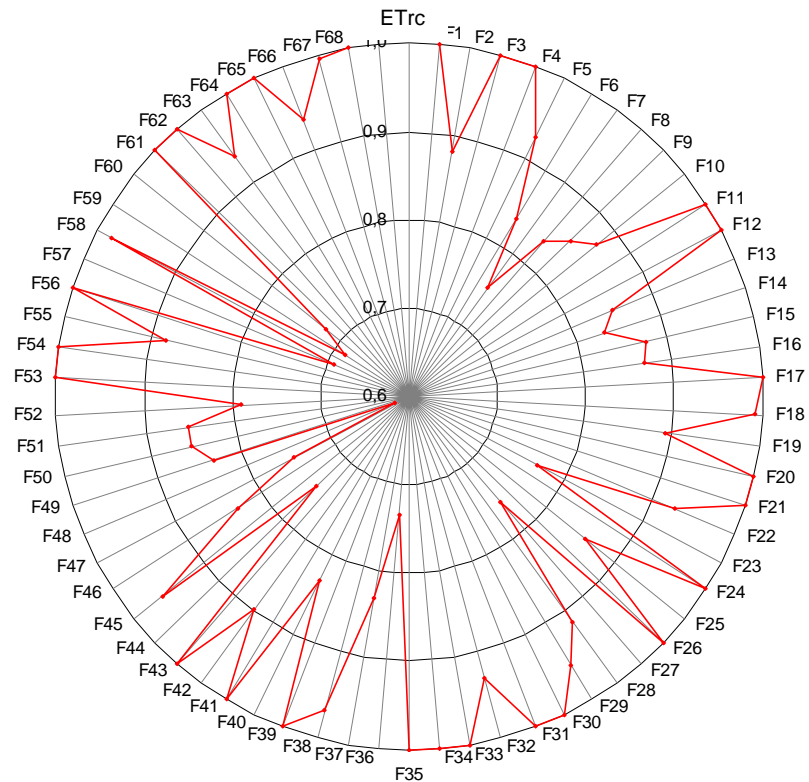


Figura 7 – Medidas de eficiência técnica das 68 firmas amostradas, obtidas a partir do modelo DEA com retornos constantes à escala.

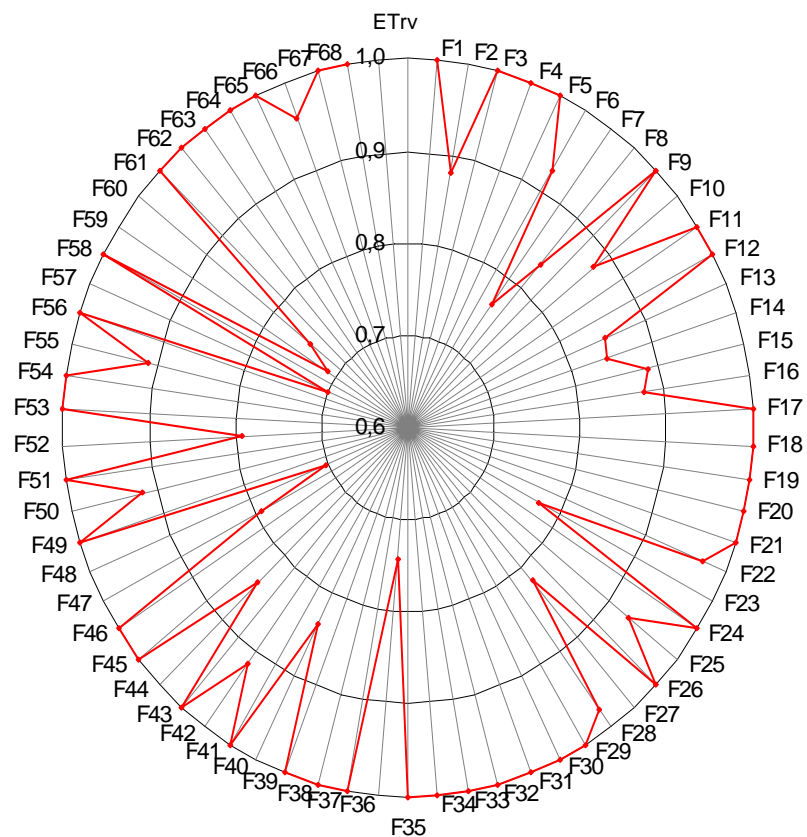
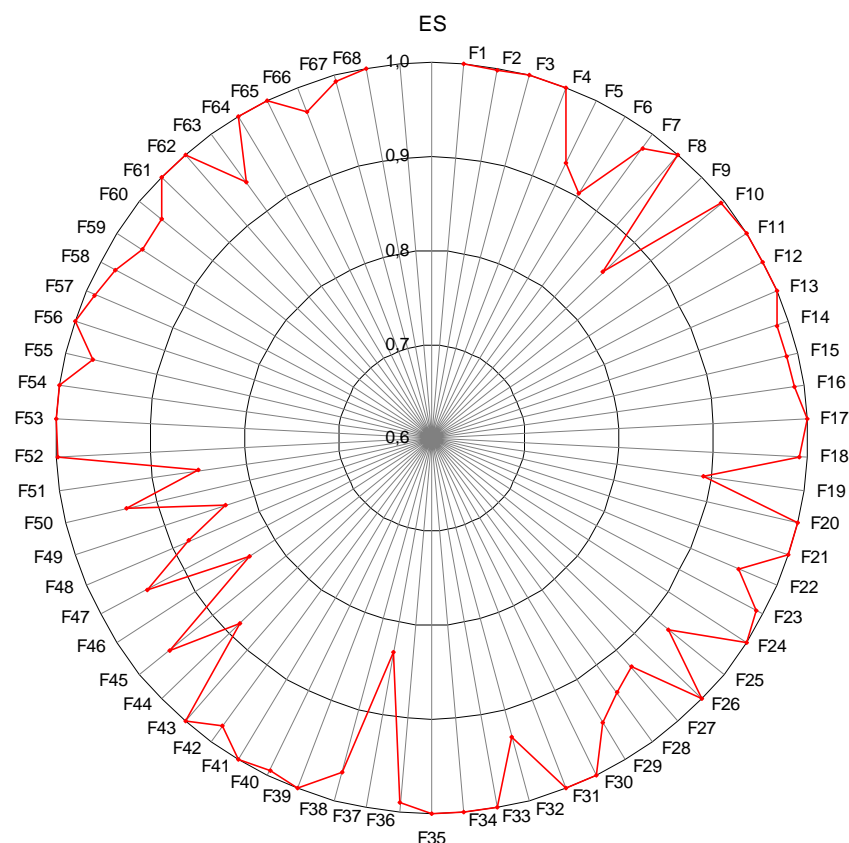


Figura 8 – Medidas de eficiência técnica das 68 firmas amostradas, obtidas a partir do modelo DEA com retornos variáveis à escala.

Além de menor ineficiência técnica média, o desvio-padrão da média, no modelo com retornos variáveis, é inferior àquele calculado no modelo com retornos constantes (Tabela 14). Isto indica maior concentração de carcinicultores nos estratos de maiores medidas de eficiência. Considerando-se a medida de eficiência técnica superior a 0,7, verifica-se que 98,53% dos produtores de camarão estão nessa faixa. Assim, a assimetria da distribuição das medidas de eficiência torna-se ainda maior, pelo o fato do 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, 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 9). 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 9 – 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 (Tabela 15). Convém chamar atenção para o fato de 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 “supraótima”. Caso contrário, situa-se na faixa de retornos crescentes, operando abaixo da escala ótima, ou em escala “subótima”.



**TABELA 15***Carcinicultores representativos do Ceará, separados segundo à escala de produção*

Escalas	Número	%	Firmas (Fazendas de camarão)
“Supraótima” (Decrescente)	12	17,65	F2 ; F5 ; F6 ; F7 ; F9 ; F10 ; F14 ; F23 ; F40 ; F42 ; F55; F58
“Ótima” (Constante)	27	39,70	F1 ; F3 ; F4 ; F11 ; F12 ; F13 ; F17 ; F20 ; F21 ; F24 ; F26 ; F30; F31 ; F33 ; F34 ; F35 ; F39 ; F41 ; F43 ; F53 ; F54 ; F56 ; F61 ; F62 ; F64 ; F65 ; F68
“Subótima” (Crescente)	29	42,65	F8 ; F15 ; F16 ; F18 ; F19 ; F22 ; F25 ; F27 ; F28 ; F29 ; F32 ; F36 ; F37 ; F38 ; F44 ; F45 ; F46 ; F47 ; F48 ; F49; F50 ; F51 ; F52 ; F57 ; F59 ; F60 ; F63 ; F66 ; F67

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados indicam que 29 carcinicultores estão na faixa de retornos crescentes, o que representa cerca de 42,65% da amostra (Tabela 15). Isto implica que esses produtores podem aumentar sua eficiência técnica, mediante o aumento da escala de produção. Por outro lado, 12 criadores de camarão estão operando na faixa de retornos decrescentes, o que representa 17,65% da amostra. Esses produtores poderiam aumentar sua eficiência técnica, caso reduzissem o tamanho da produção. Nota-se que a interpretação de variações na escala de produção, como tentativa de aumentar a eficiência técnica, não leva em consideração as mudanças tecnológicas na atividade do produtor de camarão. Alguns trabalhos já comprovaram que variações no volume de produção são acompanhadas por mudanças tecnológicas, dentre os quais os de GOMES (1999) e MARINHO & CARVALHO (2002). Após separar os produtores por escala de produção, foram analisadas algumas variáveis relacionadas com tamanho da atividade. Essas variáveis são produção de camarão no ciclo, quantidade de pós-larva utilizada na estocagem (povoamento), quantidade de energia elétrica consumida, pois, quando se aumenta a bateria e/ou a área de viveiros, gasta-se mais energia elétrica para bombeamento, renovação e aeração da água de cultivo, e por último, a área de cultivo dos camarões (viveiros). Verifica-se que a última variável não foi utilizada nos modelos que originaram as medidas de eficiência, entretanto, fornece um bom indicador do tamanho da produção. Os dados da Tabela 16 referem-se à média dessas variáveis, para os carcinicultores separados segundo a escala de produção.

**TABELA 16**

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

Especificação	Ótima (Constante)	“Subótima” (Crescente)	“Supraótima” (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	2.0313
Máxima	675.000	33.000	47.3997
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	3,8
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 TUPI & 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, em virtude de sua configuração particular de insumos e produtos. Assim, os dados apresentados na Tabela 16 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.

Observa-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 camarões por ciclo, utilizando 1.286.259 pós-larvas, 16.035kg de ração e 8,91 hectares de viveiros, consumindo 221.604,3 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. Isso 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 2 milhões de pós-larvas, 142.886 kg de ração e 32,83 hectares de área destinada ao cultivo de camarões, 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% (Tabela 16).

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, através 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, através 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 FØRSUND 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 seus respectivos preços, ou seja, quando a taxa marginal de substituição técnica entre os insumos não for igual à razão dos seus preços.

Os resultados das medidas de eficiência alocativa e de custos podem ser melhor visualizados nas Figuras 10 e 11, onde se observa que, mesmo quando se flexibiliza a hipótese de eficiência aceitando-a dentro do intervalo de 0,9 a 1, apenas duas firmas foram eficientes (F24 e F61), porém apenas uma única firma da amostra (F24) foi plenamente eficiente, tanto na alocação dos insumos, dados seus preços, como na minimização dos seus custos de produção.

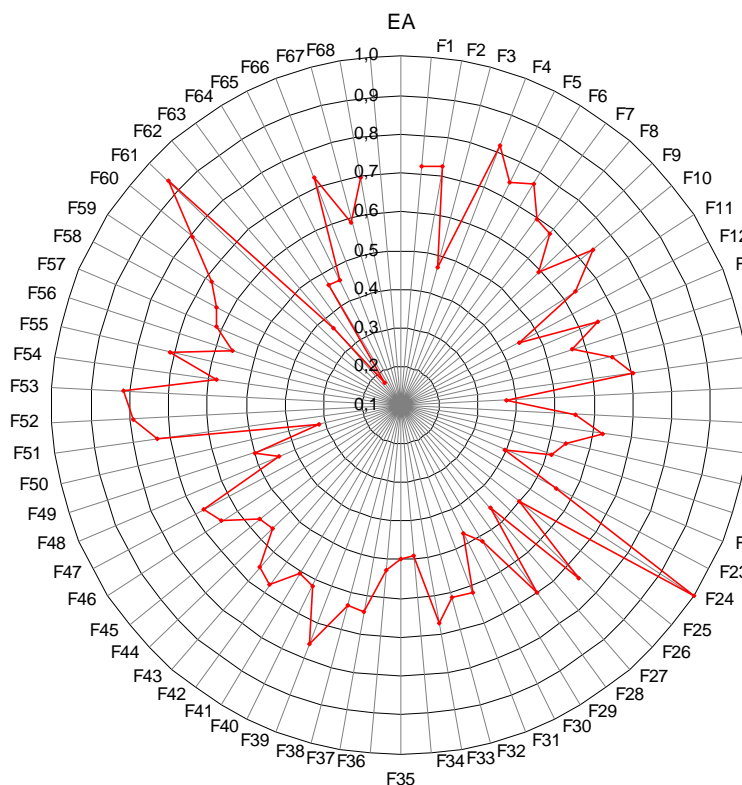


Figura 10 – Medidas de eficiência alocativa de 68 firmas amostradas, obtidas a partir do modelo DEA com retornos constantes à escala.

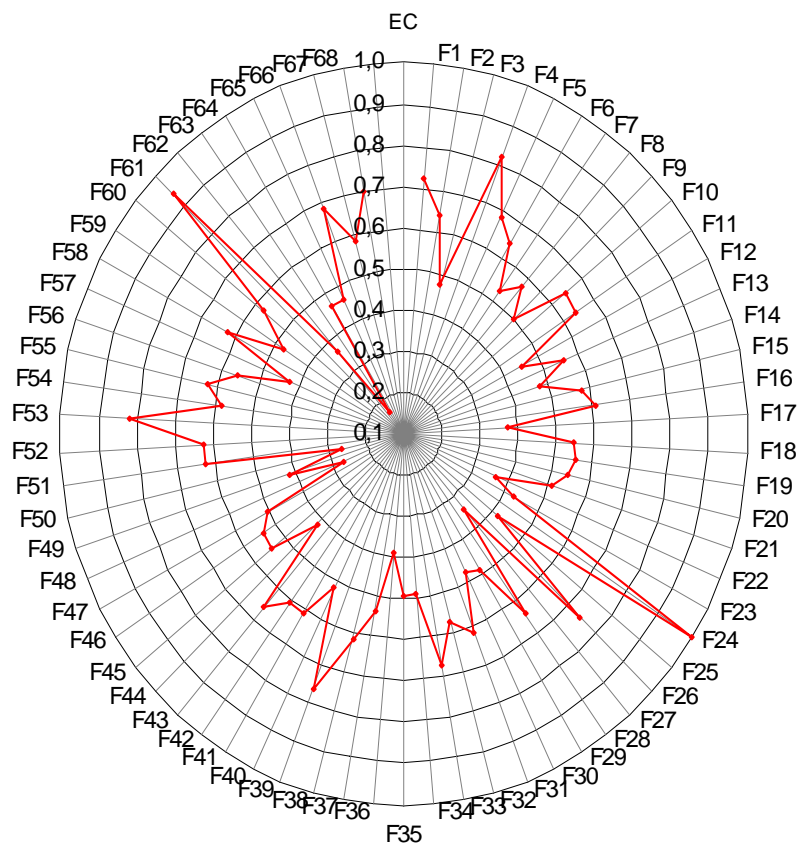


Figura 11 – Medidas de eficiência de custos de 68 firmas amostradas, obtidas a partir do modelo DEA com retornos constantes à escala.

No entanto, na Tabela 17, encontra-se 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 17**

*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% ( $1 - 0,610$ ), dados 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 (Tabela 17). Para investigar quais insumos estão sendo superutilizados ou subutilizados, foram calculadas as taxas de utilização desses insumos através 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, que maximizam o lucro (Tabela 18).

**TABELA 18**

*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
“Supraótima” (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, 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; e um desperdício da força de trabalho para os que apresentam escala de produção crescente. No entanto, houve um superdimensionamento na utilização de calcário dolomítico ( $x_5$ ) para os que apresentaram retornos crescentes. Enquanto isso, os carcinicultores com escala decrescente aproximaram-se da utilização alocativamente eficiente, dada a relação dos preços dos insumos (Tabela 18).

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 viveiro. Por isso, como a utilização deste insumo segue um critério pessoal, através da visualização (critérios organolépticos), existe tanto desperdício.

#### 4.4 Separação dos grupos – eficientes e ineficientes

Obtidas as medidas de eficiência técnica, 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 nesse 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. Esse grupo foi formado por 30 criadores de camarão, o que corresponde a 44,12% da amostra (Tabela 19).

**TABELA 19**

*Resultados da separação da amostra em grupos de carcinicultores eficientes e ineficientes*

Especificação	Número	%	Firmas (Fazendas de camarão)
Eficientes	38	55,88	F1 ; F3 ; F4 ; F5 ; F11 ; F12 ; F17 ; F18 ; F20 ; F21 ; F22 ; F24 ; F26 ; F28 ; F29 ; F30 ; F31 ; F32 ; F33 ; F34 ; F35 ; F38 ; F39 ; F41 ; F43 ; F45 ; F53 ; F54 ; F56 ; F58 ; F61 ; F62 ; F63 ; F64 ; F65 ; F66 ; F67 ; F68
Ineficientes	30	44,12	F2 ; F6 ; F7 ; F8 ; F9 ; F10 ; F13 ; F14 ; F15 ; F16 ; F19 ; F23 ; F25 ; F27 ; F36 ; F37 ; F40 ; F42 ; F44 ; F46 ; F47 ; F48 ; F49 ; F50 ; F51 ; F52 ; F55 ; F57 ; F59 ; F60

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesta seção, foram comparados os produtores eficientes com os ineficientes, segundo alguns indicadores selecionados. Além disso, foram analisadas as possíveis reduções no uso de insumos por parte dos carcinicultores considerados ineficientes.

#### 4.5 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 ao menos outro carcinicultor, ou a combinação de carcinicultores que

estejam utilizando de forma mais racional os insumos e produzindo, no mínimo, a mesma quantidade de produto. Esses criadores de camarão eficientes são denominados pares ou *benchmarks* dos ineficientes, pois servem como referência (*peers*) para obtenção da medida de eficiência desses 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, considerado como aquele produtor eficiente que mais influencia, ou que tem maior  $\lambda_i$  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 20 encontram-se alguns indicadores que medem o desempenho técnico e econômico, selecionados para comparar cada grupo de carcinicultores.

**TABELA 20**

*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/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	451.724,49	104.804,27
Margem Líquida (ML = RB-COT)	R\$/ciclo	426.253,77	84.196,34

Fonte: Dados da pesquisa.



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 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 porque foram considerados como eficientes aqueles produtores que alcançaram, no mínimo, 90% de eficiência técnica (Tabela 20).

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.

Em relação aos fatores de produção terra, trabalho e capital, em média, estes são mais bem empregados nas fazendas eficientes, uma vez que estas atingem maiores produtividades (Tabela 20). Destaque deve ser dado à produtividade do trabalho, que chega a ser aproximadamente 74% maior nas fazendas eficientes (1.665,65 contra 957,57), que, além do excesso de mão-de-obra para dada quantidade produzida, talvez pela 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, pois o “aprender fazendo” - *learn by doing* - influencia muito na produtividade do trabalho, como também, o grau de instrução, que foi superior para os gerentes de produção das fazendas eficientes, detendo 69,23% e 52,38% dos profissionais (gerentes de produção) de nível superior e nível médio da amostra, 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 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 para os ineficientes também foi possível, apesar dessa relação ter sido inferior (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 desse 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 a dos ineficientes em aproximadamente 406% (R\$ 426.253,77 contra R\$ 84.196,34). Quanto à margem bruta, que remunera os custos operacionais variáveis, os carcinicultores eficientes superaram os ineficientes em 331% (R\$ 451.724,49 contra R\$ 104.804,27).

Pode-se comparar, também, os custos operacionais com a renda bruta de cada grupo de produtores. Essas variáveis, cujas médias são apresentadas na Tabela 18, são aquelas utilizadas no modelo DEA, que resultou na separação dos produtores de camarão por meio das medidas de eficiência técnica, exceto a assistência técnica e demais custos, pela dificuldade em quantificá-los. Ambas têm valor, mas não há uma unidade de medida específica para mensurá-las. Outra observação que deve ser feita é que, no modelo DEA, a mão-de-obra foi agregada para evitar valores nulos.

Então, observa-se que os carcinicultores eficientes gastam, em média, cerca de 129,44% a mais que os ineficientes (R\$ 345.355,90/ciclo contra R\$ 150.518,31/ciclo). Entretanto, a renda bruta média dos eficientes é aproximadamente 229% maior que a dos ineficientes (R\$ 771.609,67/ciclo contra R\$ 234.714,65/ciclo), considerando que a venda do camarão representa 100% da renda bruta total (Tabela 21).

**TABELA 21**

*Composição média do custo operacional total e da renda bruta dos carcinicultores separados em grupo de eficientes e ineficientes*

Especificação	Eficientes		Ineficientes	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
1)Custo Operacional Total				
Mão-de-obra permanente	22.796,10	6,60	19.493,23	12,95
Mão-de-obra temporária	2.674,63	0,78	1.114,70	0,74
Pós-larvas	58.999,10	17,08	24.224,69	16,09
Ração	218.145,30	63,17	75.199,58	49,96
Fertilizantes	697,82	0,20	221,49	0,15
Calcário	1.114,03	0,32	846,70	0,56
Hipoclorito	567,11	0,16	478,60	0,32
Energia Elétrica	12.293,62	3,56	14.810,17	9,84
Assistência Técnica	12.937,97	3,75	9.594,88	6,38
Demais custos	15.130,22	4,38	4.534,27	3,01
<b>Soma dos custos</b>	<b>345.355,90</b>	<b>100,00</b>	<b>150.518,31</b>	<b>100,00</b>
2)Renda bruta				
<b>Venda dos camarões</b>	<b>771.609,67</b>	<b>100,00</b>	<b>234.714,65</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa. 1U\$ = R\$ 3,62 (dez 2002)

Em termos absolutos, percebe-se, facilmente, diferença entre os dois grupos nas rendas e nos custos. Quando se considera a proporção do custo de cada insumo nos custos totais, isto é, em termos relativos, as diferenças para os insumos mão-de-obra permanente, ração e energia elétrica se tornam mais evidentes (Tabela 21).

Após a adição dos preços dos insumos no modelo de Análise Envoltória de Dados sob a pressuposição de retornos constantes à escala, pode-se calcular as medidas de eficiência alocativa e de custos para os grupos de carcinicultores eficientes e ineficientes, as quais estão descritas na Tabela 22.

**TABELA 22**

*Médias dos resultados das medidas de eficiência alocativa e de custos, pressupondo-se retornos constantes à escala, e separados segundo grupos de carcinicultores eficientes e ineficientes*

Especificação	Eficiência técnica	Eficiência alocativa	Eficiência de Custos
	(ETrc)	(EA)	(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, não significa que sejam igualmente eficientes no que se refere à alocação de recursos, pois podem incorrer em combinações inadequadas de seus insumos, dados 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 (Tabela 22). Os ineficientes tecnicamente parecem combinar seus insumos um pouco melhor do que os eficientes, pois precisam reduzir, em média, apenas 37,73% ( $1 - 0,627$ ) as ineficiências na combinação dos insumos utilizados (Tabela 22).

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 que, provavelmente, a melhor eficiência técnica deva ter compensado a menor eficiência alocativa por parte dos carcinicultores eficientes (Tabela 22).

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 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 (Tabela 22).

No que diz respeito à racional utilização dos insumos, dado a relação de seus preços, os resultados mostram que, independentemente dos grupos, os carcinicultores da amostra utilizaram demasiadamente 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 taxa de utilização dos insumos geralmente são maiores do que a dos ineficientes, exceto para o insumo ração ( $x_3$ ), (Tabela 23). 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, dado a sua participação relativa nos custos, houve uma compensação na alocação ineficiente por parte dos outros insumos, justificando uma melhor eficiência de custos.

**TABELA 23**

*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), dado seus preços. O grau de eficiência técnica definiu uma utilização subestimada do calcário ( $x_5$ ), porém mais próxima da quantidade alocativamente eficiente, por aqueles produtores eficientes; e uma utilização demasiada para os ineficientes, significando 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 (Tabela 23).

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, ao 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 carcinicultores ineficientes a se comportarem de forma idêntica àqueles que possuem as melhores práticas de produção. Na Tabela 24, encontram-se os dados referentes às porcentagens médias de insumos que poderiam ser reduzidas, sem alterar o nível de produção. Nesta tabela, os carcinicultores são estratificados, segundo a produtividade média alcançada em seus viveiros, ou seja, produtividade da terra. Com isso, pretende-se verificar a existência de diferenças entre as reduções nos insumos, para cada estrato.

**TABELA 24**

*Reduções percentuais possíveis na utilização dos insumos e medida de eficiência técnica para os carcinicultores ineficientes, estratificados segundo a produtividade média dos viveiros*

Especificação	Estratos de Produtividade (kg/ha/ciclo)						Médias
	783	2.228	3.673	5.118	6.563	8.008	
	I	⊥	⊥	⊥	⊥	⊥	
	2.228	3.673	5.118	6.563	8.008	9.453	
1) Custo operacional total							
Mão-de-obra total	13,53	30,88	29,79	182,39	18,39	17,07	48,68
Pós-larvas	70,17	34,61	25,13	10,20	10,01	17,07	27,87
Ração	13,53	21,36	21,81	12,70	37,52	17,07	20,67
Fertilizantes	138,91	60,02	157,83	15,99	10,01	65,83	74,77
Calcário	58,08	160,36	49,89	75,24	10,01	28,57	63,69
Hipoclorito	96,87	21,36	195,01	65,41	203,58	215,82	133,01
Energia elétrica (kwh)	29,91	37,45	50,74	55,86	132,49	593,23	149,95
2) Medida de eficiência técnica	0,894	0,833	0,832	0,908	0,909	0,855	0,872
Desvio-padrão	0,1151	0,0950	0,1029	0,0234	0,0000	0,0304	0,0611

Fonte: Dados da pesquisa.

A intensa utilização de mão-de-obra reflete-se na magnitude das reduções no uso deste fator, as quais poderiam ocorrer sem prejudicar a produção. Vale repetir que tais reduções efetuadas pelos ineficientes decorrem das comparações destes com os eficientes. Em outras palavras, é viável fazer tais reduções nos ineficientes, já que outros produtores

(os eficientes) conseguem produzir com menores quantidades de insumos. Comparando-se os dois extremos de produtividade, nota-se que os menos produtivos não necessariamente são os que deveriam reduzir, em maior quantidade, a utilização de mão-de-obra total, e que o estrato central é o que mais necessita de reduções. Em todos os estratos, os custos com mão-de-obra poderiam ser reduzidos 0,128 ou 12,8% ( $1 - 0,872$ ) no mínimo (Tabela 24).

Com relação ao fornecimento de ração concentrada aos camarões, variável que pesa muito no custo operacional total, verifica-se utilização acima do necessário, principalmente nos estratos menos produtivos. Para o grupo dos ineficientes, em média, este insumo responde por cerca de 49,96% do custo operacional total dos carcinicultores (Tabela 21). Isto significa que uma redução média de 20,67% na utilização desse insumo, a qual não comprometeria a produção, representaria uma redução da ordem de 10,33% (20,67% de 49,96%), no custo operacional desses carcinicultores.

A redução no custo operacional total, em virtude da diminuição no uso de determinado insumo, pode ser feita para todos os insumos. Por exemplo, em média, a estocagem de pós-larvas representa cerca de 16,09% do custo operacional total (Tabela 21). Assim, a redução de 27,87% neste insumo representaria uma redução média de 4,48% no custo operacional. Caso a correta redução seja feita para todos os insumos, obtém-se uma redução da ordem de 37,13% no custo operacional total dos carcinicultores, isto é, em média, esse grupo de criadores de camarão poderia reduzir quase um terço de seus custos e ainda continuar a produzir a mesma quantidade.

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 25.

**TABELA 25**

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

Especificação	Unidades	Eficientes	“Ex-Ineficientes”
Produtividade da terra	kg/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	451.724,49	126.806,08
Margem Líquida (ML = RB-COT)	R\$/ciclo	426.253,77	110.901,51

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 21, 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, o 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 (Tabela 25). 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 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 (Tabela 25).



#### 4.6 Caracterização dos carcinicultores eficientes

Nesta seção, os carcinicultores eficientes foram estratificados, segundo a produtividade média dos seus viveiros (produtividade da terra), e comparados entre si, de acordo com o perfil tecnológico recomendado pelas instituições envolvidas no desenvolvimento sustentável da atividade.

- **Perfil tecnológico**

As variáveis na Tabela 26 descrevem a tecnologia utilizada pelos carcinicultores eficientes e são relacionadas a espécie utilizada, sistema de produção e sua intensificação, alimentação dos camarões, manejo e utilização de assistência técnica.

Com relação à espécie utilizada, todos os carcinicultores adotaram o *Litopenaeus vannamei* como sendo o produto a ser produzido. Várias razões influenciam essa escolha, pois, como discutido na parte inicial deste trabalho, o *vannamei* é a espécie mais adaptada às condições ambientais brasileiras, sobretudo cearenses, sendo a espécie mais viável ao cultivo.

Quanto ao sistema de produção, a Associação Brasileira de Criadores de Camarão conjuntamente com o Departamento de Pesca e Aquicultura do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, recomendam o sistema semi-intensivo como sendo ideal às condições brasileiras. No entanto, entre os carcinicultores eficientes apenas 81,58% adotam o sistema semi-intensivo. Os dois estratos de produtividade mais elevados apresentaram-se como intensivos, e parte de terceiro e quinto estratos de produtividade, mais precisamente 12,50% e 66,67%, respectivamente; revelaram-se igualmente intensivos (Tabela 26).

Como o sistema de produção é definido com base na densidade de estocagem, ou seja, no grau de intensificação da produção, 81,58% dos carcinicultores eficientes adotaram a intensificação recomendada pela DPA/MAPA & ABBCC (2001), por preferirem adotar o sistema semi-intensivo, que admite no povoamento dos viveiros 30 a 60 pós-larvas/m<sup>2</sup>. Os 18,42% restantes, ou seja, que preferiram adotar densidades de estocagem acima da recomendada, distribuíram-se, quanto aos estratos de produtividade, de forma idêntica à do sistema de produção (Tabela 26).

Nota-se que, para os carcinicultores eficientes que adotaram o sistema semi-intensivo, à medida que aumenta a produtividade, também aumenta a adoção de aeração artificial e que 100% daqueles que escolheram operar em sistema intensivo, utilizam aeração artificial (Tabela 26).

No que diz respeito à adoção de bandejas de alimentação (comedouros fixos), uma das inovações tecnológicas que mais contribuíram para o crescimento da atividade, observa-se que todos os carcinicultores considerados como eficientes não somente adotaram a prática como, também, se encontram nos limites estabelecidos pelas instituições retrocitadas. Essa prática minimiza as perdas de ração e viabiliza o ajustamento da quantidade ofertada aos camarões no ato das refeições, quando o arraçoador verifica se há sobras de ração e o estado de saúde dos crustáceos. Quanto ao número de refeições dos camarões, ou seja, a frequência alimentar, todos os carcinicultores eficientes adotaram a frequência recomendada (entre 3 e 5 vezes ao dia) como sendo a ideal.

**TABELA 26**

*Indicadores de adoção da tecnologia recomendada, pelas instituições envolvidas na plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado, por parte dos carcinicultores eficientes, estratificados segundo a produtividade média dos viveiros (terra)*

Especificação	Recomendado	Estratos de Produtividade (kg/ha/ciclo)							Média Ponderada
		783 I 2.228	2.228 ⊥ 3.673	3.673 ⊥ 5.118	5.118 ⊥ 6.563	6.563 ⊥ 8.008	8.008 ⊥ 9.453	9.453 ⊥ 10.892	
Carcinicultores	-	4	7	16	5	3	1	2	-
Sistema de produção (%)	Semi-intensivo	100,00	100,00	87,50	100,00	33,33	0,00	0,00	81,58
Espécie utilizada (%)	<i>L. vannamei</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Aeração artificial (%)	> 25pl/m <sup>2</sup>	0,00	42,86	100,00	80,00	100,00	100,00	100,00	76,32
Densidade de estocagem (%)	30-60pl/m <sup>2</sup>	100,00	100,00	87,50	100,00	33,33	0,00	0,00	81,58
Bandejas de alimentação (%)	35-500 unid./ha	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Frequência alimentar (%)	3-5 vezes/dia	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Registros dos parâmetros (%)	Diários	25,00	71,43	87,50	80,00	33,33	100,00	100,00	73,68
Oxigênio dissolvido (%)	≥ 4 vezes/dia	25,00	14,29	31,25	40,00	33,33	0,00	50,00	28,95
Despesca (%)	≥ (11-13g)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	50,00	97,37
Descanso dos viveiros (%)	≥ 7 dias	100,00	100,00	93,75	100,00	100,00	100,00	100,00	97,37
Duração do ciclo (%)	100-110 dias	50,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,79
Assistência técnica (%)	-	100,00	85,71	62,50	40,00	100,00	100,00	100,00	73,68

Fonte: Dados da pesquisa

Nota-se também que, para os carcinicultores eficientes semi-intensivos, à medida que aumenta a produtividade, a adoção da prática de registrar os parâmetros físico-químicos diariamente aumenta, o que confirma a hipótese de que para se ser produtivo tem que haver critério quanto à qualidade da água de cultivo, haja vista que os carcinicultores eficientes intensivos são mais produtivos, em parte pela intensificação do seu sistema e em parte pela adoção massiva (100%) de registrar diariamente os parâmetros físico-químicos. Porém, o fato contraditório é que as instituições recomendam no mínimo a mensuração do oxigênio 4 vezes por dia, apesar da maioria dos carcinicultores eficientes (73,68%) mensurarem os parâmetros diariamente, porém não o fazem para o oxigênio dissolvido 4 vezes ao dia, conforme recomendado (Tabela 26).

Apesar de ser bastante produtivo, apenas um carcinicultor dentro daqueles considerados como eficientes realizou sua despesca quando os camarões dentro dos viveiros estavam abaixo das boas recomendações. Os demais 97,37% despescaram os camarões no mínimo entre 11 e 13 gramas. Porém os mais produtivos, sobretudo os 3 últimos estratos, obtiveram seus camarões com peso final superior a 13 gramas, o que justifica, em 100% dos casos, um ciclo com duração superior àquele recomendado para o intervalo de 11 a 13g. No que concerne à duração do ciclo, nota-se que a maioria dos carcinicultores eficientes (84,21%) prefere demorar alguns dias a mais (120 dias) para despescar seus camarões, na tentativa de ser recompensado em peso, e em preço, o que de certa forma agrega valor ao seu produto.

Quanto à adoção de assistência técnica, nota-se que a maioria dos carcinicultores considerados eficientes (73,68%) não a dispensam, sobretudo os mais produtivos que a adotam massivamente (100%) (Tabela 26).

De certo modo, numa análise mais generalizada, observa-se que os carcinicultores eficientes não foram classificados como tais, em vão, pois, na maioria dos indicadores de tecnologia, há uma levada adoção por parte dos mesmos. Quando os indicadores são relativamente baixos, não significa que não utilizam a referida tecnologia, apenas não se encontram dentro dos limites recomendados, o que geralmente ocorre acima deles, como é o caso da duração dos ciclos de produção.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

No que concerne à distribuição espacial, pode-se concluir que a população dos carcinicultores cearenses amostrados encontra-se, em relação à quantidade, uniformemente distribuída nas áreas propícias à atividade, e, em relação à qualidade dos indivíduos, encontra-se distribuída espacialmente de forma estratificada (heterogênea).

No que diz respeito à estrutura produtiva mais comum, entre os carcinicultores cearenses pesquisados, pode-se concluir que a maioria apresenta aproximadamente 11,69ha de viveiros distribuídos em uma ou duas unidades e abastecidos com água predominantemente de estuários, que chega aos viveiros através de canais e por gravidade. Esse bombeamento, na maioria dos casos, é realizado com auxílio de bombas movidas a energia elétrica.

Com relação ao manejo, pode-se concluir que a maioria dos carcinicultores cearenses entrevistados utiliza uma densidade de estocagem de 50 pós-larvas, com idade de 10 dias após a última metamorfose, por metro quadrado. Para tanto, concluiu-se que esses produtores fornecem ração 3 vezes ao dia e utilizam o número de bandejas de alimentação igual à densidade de estocagem, ou seja, 50 unidades/ha, com uma intensidade de aeração artificial em torno dos 4HP/ha.

Quanto ao ciclo produção, a maioria dos carcinicultores entrevistados realiza sua despesca aos 120 dias de ciclo, retirando camarões com peso médio de 13 gramas e sobrevivência 80%.

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 média, 19,11% 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 de 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 de 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, bem 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 levaram à conclusão de que há uma má utilização de mão-de-obra, sobretudo por parte dos carcinicultores eficientes. No entanto, do ponto de vista social e 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 devam orientar 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 através de incentivos na elevação do grau de instrução, e na capacitação dos seus funcionários com 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, dados a relação dos preços dos insumos (eficiência alocativa). Essa má combinação dos insumos utilizados leva a concluir 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, revela que os carcinicultores cearenses não estão maximizando o lucro.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRIAT, S.N. Efficiency estimation of production functions. **International Economic Review**, Philadelphia, v.13, n.3, p.568-598, 1972.

AIGNER, D.J. & CHU, S.F. On estimating the industry production function. **The American Economic Review**, v.58, n.4, p. 826-839, 1968.

AIGNER, D.J. ; LOVELL, C.A.K. & SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, 6(1): 21-37, jul. 1977.

BAPTISTA, A.J.M.S. ; CUNHA, C.A. & CAVALCANTI, J.E.A. **Eficiência e sustentabilidade na exploração de recursos pesqueiros em Cabo Verde**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Passo Fundo-RS, 2002 (CD-ROM).

BATTESE, G.E. Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economies. **Agricultural Economics**, 7(3/4): 185-208, oct.1992.

BEZERRA, F.J.S.; ALMEIDA, S.A.A.; CÉSAR, J.R.O.; CARVALHO, M.C. & IGARASHI, M.A. **Nota sobre o desenvolvimento do cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* no estado do Ceará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11, **Anais...** – v.2: 648 Olinda-PE, 1999.

BJUREK, H., L. H. et al. (1990). Deterministic parametric and nonparametric estimation of efficiency in service production: a comparison. **Journal of Econometrics**. 46: 213-227.

BOYD, C.E. Environment impact assessment, impact mitigation, and best management practices: application of environment management to aquaculture. In: **World Aquaculture'97**, 1997. Seattle, Washington, USA. World Aquaculture Society, 1997, 554p.

BRATVOLD, D. ; BROWDY, C.L. ; HOPKINS, J.S. Microbial ecology of shrimp pond: toward zero discharge. In: **World Aquaculture'97**, 1997. Seattle, Washington, USA. World Aquaculture Society, 1997, 554p.

CALVO, L. **Comederos: su uso como herramienta exclusiva de alimentación en el cultivo de camarones en el Peru**, Mimeo. 1993.

CARVALHO, F.M.A. ; SANTOS, F.A.A. & GOMES, A.P. **Condicionantes da eficiência na agropecuária dos municípios que compõem as áreas canavieiras nordestinas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Passo Fundo-RS, 2002 (CD-ROM).

CHARNES, A. ; COOPER, W.W. & RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v.2, n.6, 429-444, 1978

COOPER; W.W; SEIFORD, L.M.& TONE, K. **Data Envelopment Analysis**. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2002.318pp.

CRUZ, P.S. **Shrimp feeding management, principles and practices**. Kaubukiran Enterprises, Inc. Philippines 56 p. 1991.

DPA/MAPA – Departamento de Pesca e Aquicultura do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento & 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.

FEITOSA, R.A. **Análise crítica dos fatores que contribuíram para o sucesso ou malogro dos projetos de carcinicultura financiados pelo Banco do Nordeste S.A.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1997. 102 p.



FINEP. **Apoio às atividades de pesquisas para sustentabilidade do desenvolvimento da produção de camarões marinhos em cativeiro**. 2000.

FONSECA, J.S. & MARTINS, G.A. **Curso de Estatística**. 6ed. – São Paulo: Atlas, 1996, 320p.

FØRSUND, F.R.; LOVELL, C.A.K. & SCHIMIDT, 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.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Mapeamento, levantamento e caracterização de áreas potenciais para implantação de projetos de carcinicultura no Norte e Nordeste do Brasil**. *Governo do Estado do Ceará, Secretaria de Recursos Hídricos*, Fortaleza, Ceará, 1989, pp.192.

GESTEIRA, T.C.V. ; MARQUES, L.C.; MARTINS, P.C.C. ; NUNES, A.J.P. Situação atual da carcinicultura marinha no estados do Ceará. In: 1º WORKSHOP DO ESTADO DO CEARÁ SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO MARINHO, 1995. Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza: Grupo de Estudos de Camarão Marinho, Universidade Federal do Ceará, p.1-9, 1996.

GESTEIRA, T.C.V.; NUNES, A.J.P & MIRANDA, P.T.C. **Expansão da carcinicultura marinha no estado do Ceará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 12, Foz do Iguaçu, 2001. (CD-ROM).

GODDARD, S.; NUNES, A.J. Shrimp feeding trays can control waste. **Fish Farming International**, v. 24, n. 3, p. 20-21, 1997.

GOMES, A.P. & ALVES, E. **Eficiência de escala na produção de leite: uma abordagem não-paramétrica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Rio de Janeiro-RJ, 2000 (CD-ROM).

GOMES, A.P. & ALVES, E. **Utilizando a análise envoltória de dados para identificar ineficiências na produção leiteira.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Foz do Iguaçu-PR, 1999 (CD-ROM).

GOMES, A.P. & DIAS, R.S. **Medidas de produtividade na agropecuária brasileira: 1985-1995.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Recife-PE, 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.** Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1999. 157p.

GONÇALVES, J.S. & SOUZA, S.A.M. Heterogeneidade e competitividade: o significado dos conceitos frente ao mosaico de disparidades da agricultura brasileira. **Informações Econômicas**, São Paulo-SP, v.30, n.11, nov.2000.

GRIFFIN, W.L. ; LAMBREGTS, J.A.D. ; YATES, M.W. & GARIA, A. The impact of aquaculture pond engineering design on the returns to shrimp farms. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 24, n. 1, p. 23 – 30, 1993.

HELFAND, S.M. **Farm size and the efficiency of production in the Brazilian Center-West: results from the 1995/96 agricultural census.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Passo Fundo-RS, 2002 (CD-ROM).

HOPKINS, J.S. Some factors to consider in developing best management practices for sustainable aquaculture. In: **World Aquaculture'97**, 1997. Seattle, Washington, USA. World Aquaculture Society, 1997, 554p.

IPLANCE. Anuário Estatístico do Ceará. Fortaleza, 2002. (<http://www.iplance.ce.gov.br>).

JORY, D.E. Feed management practices for a healthy pond environment. In: AQUACUTURE'95, 1995, San Diego. **Procidings of the Special Session on Shrimp Farming**. San Diego: World Aquaculture Society, 1995a. p.118-143.

JORY, D.E. Current practices in shrimp feed management. In: **World Aquaculture'97**, 1997. Seattle, Washington, USA. World Aquaculture Society, 1997, 554p.

KALIRAJAN, K.P. On measuring yield potential of the high yielding varieties tecnologia at farm level. **Journal of Agricultural Economics**, v. 33, n. 1, p. 227-236, 1982.

LACKI, P. **Desenvolvimento agropecuário: da dependência ao protagonismo do agricultor**. Fortaleza: Banco do Noreste do Brasil/ FAO, 1996. 180p.

LAMBREGTS, J.AD. ; THACKER, S.G. & GRIFFIN, W.L. Economic evaluation of different stoking densities for various sized shrimp farms in Texas. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 24, n. 1, p. 12-22, 1993.

MADRID, R.M.M. Características intrínsecas e tratamento pós-colheita. In: VALENTI, W.C. (org.) **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões**. IBAMA/MMA FAPESP, Brasília – DF, p. 279-307, 1998, pp. 383.

MADRID, R.M.M. Paralela à sustentabilidade ambiental, chegou a vez do mercado e da sustentabilidade econômica. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC**, ano 4, n.2, Recife-PE ago. 2002.

MAIA, E.P. **Cultivo de camarões marinhos no Brasil: realidades e perspectivas**. MCR Aquacultura Ltda. João Pessoa - PB, 50p. 1995.

MARINHO, E.L. & CARVALHO, R.M. **Comparações inter-regionais da produtividade total, variação da eficiência técnica e variação tecnológica da agricultura brasileira – 1970 a 1996**. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 7º, Fortaleza. **Anais...**(CD-ROM) Fortaleza: Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento, 2002.

MARTINS, M.L.R. **Mapeamento, levantamento e caracterização de áreas prioritárias de projetos de carcinicultura marinha no Norte e Nordeste do Brasil**. In: WORKSHOP DO ESTADO DO CEARÁ SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO MARINHO, 1º., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Grupo de Estudo de Camarão Marinho – GECMAR, 1996 v.1 p. 22-27.

MARTINS, P.C.C. **Análise da rentabilidade das grandes empresas de cultivo de camarão marinho no estado do Ceará, sob condições de risco**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1997. 69p.

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.

MEEUSEN, W. & VAN DER BROECK, J. Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. **International Economic Review**, 18, p.435-444. 1977.

MENDES, G.N. & PEDRESCHI, O. **Aclimação de juvenis de *Penaeus vannamei* (Bonne, 1931) à água doce**. In: AQUICULTURA BRASIL'98 **Anais...** – v.2: p.309-313, Recife-PE, 1998.

MENDES, G.N.; VALENÇA, A.R.; BARBOSA, M.P. & ROCHA, I.P. **Cultivo de *Litopenaeus vannamei* em água doce** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 12, Olinda-PE, v.2. p. 745-749, 1999.

MOITA, M.H.V. **Medindo a eficiência relativa de escolas municipais da cidade do Rio Grande – RS usando a abordagem DEA (data envelopment analysis)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. 105p.

MOSHER, A. Agricultural development. The Agricultura development Council, 1963. Mimeografado. Apud. FEITOSA, R.A. **Análise crítica dos fatores que contribuíram para o sucesso ou malogro dos projetos de carcinicultura financiados pelo Banco do Nordeste S.A.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1997. 102 p.

OGAWA, M. & KOIKE, J. **Manual de pesca**. AEPE-CE, Fortaleza-CE, ed.1, 775pp. 1987.

OLIVEIRA, H.C. & GOMES, A.P. **Identificando ineficiências na agroindústria avícola**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Recife-PE, 2001 (CD-ROM).

PAIVA, M.P. Conhecimento Científico. In: PAIVA, M.P. & CAMPOS, E. **Fauna do Nordeste do Brasil: Conhecimento Científico e Popular**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1995, 274p.

PEREIRA, M.F. **Mensuramento da eficiência multidimensional utilizando a análise de envelopamento de dados: revisão da teoria e aplicações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. 85p.

PEREIRA FILHO, C.A. & SOUZA, W.A. **Produtividade, mudança tecnológica e eficiência na agropecuária do nordeste do Brasil no período 1975/1995**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Passo Fundo-RS, 2002 (CD-ROM).

PNUD/IPEA, 1996. **Relatório sobre o Desenvolvimento Humano no Brasil 1996**. IPEA, Rio de Janeiro; PNUD, Brasília, DF. 185 p.

RIVAS, J.F. **El uso de comederos (charolas de alimentación) en lagunas de cultivo de camarón en una finca de Honduras**. In: IV Simpósio Centroamericano de Acuicultura **Anais...** p. 194-195 Tegucigalpa, 1997.

ROCHA, I.P. & MAIA, E.P. **Desenvolvimento tecnológico e perspectivas de crescimento da carcinicultura marinha brasileira**. In: AQUICULTURA BRASIL'98 **Anais...** – v.1: 213 Recife-PE, 1998.

ROCHA, I.P. & RODRIGUES, J.F. As estatísticas da carcinicultura brasileira em 2001. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC**, ano 4, n.1, Recife-PE abr. 2002.

ROSENBERRY, B. **World shrimp farming**. Shrimp News International. n.13, San Diego, 303pp. 2000.

SANTOS, E.P. **Dinâmica de populações aplicada à Pesca e Piscicultura**. HUCITEC, Editora da Universidade de São Paulo, 129pp. 1978, São Paulo.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal**. Edição especial do Instituto Oceanográfico de São Paulo – IOUSP, n.7, p.1-16, 1989.

SEIFORD, L.M. & THRALL, R.M. Recent developments in DEA: the mathematical approach to frontier analysis. **Journal of Econometrics**, v.46, n.1, p. 7-38, 1990.

SEPLAN-RN – Secretaria de Planejamento do estado do Rio Grande do Norte. **Cluster do Camarão do RN**. Natal. 2002 (<http://www.seplan.rn.br/camarao/camarao-brasil.htm>).

SILVA, J.L.M. **A eficiência dos colonos na agricultura irrigada em Petrolina e Juazeiro: uma análise dos modelos de fronteira paramétrica e não paramétrica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Rio de Janeiro-RJ, 2000 (CD-ROM).

SILVA, J.L.M. **Ineficiência técnica e desperdício da água na fruticultura irrigada no vale do São Francisco**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Recife-PE, 2001 (CD-ROM).

SUCESSO – Consultoria, Capacitação e Pesquisas. ; SEBRAE/PE – Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas do Estado de Pernambuco & ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Potencial de consumo para o camarão criado em cativeiro**. 99p. 2002.

TACON, A.G.J. Feed Formulation and On-farm Feed Management. **Proceedings of the FAO/AADCP regional expert consultation on farm-made aquafeeds**. Bangkok: FAO-RAPA/AADCP. 1993. p. 61-74.

TORESAN, L. & LANZER, E.A. **Avaliação da eficiência relativa das propriedades agrícolas típicas de Santa Catarina**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 33. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1,p.559-565, 1995.

TUPY, O. & YAMAGUCHI, L.C.T. **Data envelopment analysis aplicada à produção de leite**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40. Brasília, SOBER. **Anais...** v.1, Passo Fundo-RS, 2002 (CD-ROM).

TUPY, O. & YAMAGUCHI, L.C.T. Eficiência e Produtividade: Conceitos e Medição. *Agricultura em São Paulo*. São Paulo. v.45 (2). p. 39-51, 1988.

VAN DER BROEK, J. On the estimation of deterministic and stochastic frontier production functions: a comparison. *Journal Econometrics*, 13(1): 117-138, may. 1980.

VIACAVA, M. Feeder trays for commercial shrimp farming in Peru. **World Aquaculture**, v.26, n.2, p.1-3, 1995.

VINATEA, L.A. & MUEDAS, W.L. A aquíicultura brasileira está preparada para enfrentar os desafios sócio-ambientais do século XXI?. In: **ANAIS AQUICULTURA BRASIL'98** Anais... – v.2: 545 Recife-PE, 1998.

WORLD BANK. **Shrimp farming and the environment**. 1999.

WAINBERG, A.A. Camarão cultivado versus camarão do mar: semelhanças e diferenças. **Jornal ABCC**, ano 5, n.4, p. 6-10, 1997.

# APÊNDICE



**TABELA 27**

*Resultados das eficiências técnica com retornos constantes à escala (ETrc), com retornos variáveis à escala (ETrv) e eficiência de escala (ES) para os 68 carcinicultores da amostra.*

Firmas	ETrc	ETrv	ES	Firmas	ETrc	ETrv	ES
F1	1,000	1,000	1,000	F35	1,000	1,000	1,000
F2	0,880	0,881	0,999	F36	0,734	0,742	0,989
F3	1,000	1,000	1,000	F37	0,832	1,000	0,832
F4	1,000	1,000	1,000	F38	0,968	1,000	0,968
F5	0,925	1,000	0,925	F39	1,000	1,000	1,000
F6	0,835	0,925	0,903	F40	0,832	0,838	0,994
F7	0,752	0,765	0,982	F41	1,000	1,000	1,000
F8	0,831	0,833	0,998	F42	0,898	0,917	0,980
F9	0,853	1,000	0,853	F43	1,000	1,000	1,000
F10	0,873	0,876	0,996	F44	0,745	0,841	0,885
F11	1,000	1,000	1,000	F45	0,959	1,000	0,959
F12	1,000	1,000	1,000	F46	0,831	1,000	0,831
F13	0,849	0,849	1,000	F47	0,748	0,793	0,943
F14	0,832	0,843	0,987	F48	0,619	0,703	0,881
F15	0,875	0,885	0,988	F49	0,832	1,000	0,832
F16	0,867	0,876	0,989	F50	0,854	0,916	0,933
F17	1,000	1,000	1,000	F51	0,851	1,000	0,851
F18	0,991	1,000	0,991	F52	0,790	0,792	0,998
F19	0,893	1,000	0,893	F53	1,000	1,000	1,000
F20	1,000	1,000	1,000	F54	1,000	1,000	1,000
F21	1,000	1,000	1,000	F55	0,883	0,909	0,971
F22	0,926	0,970	0,955	F56	1,000	1,000	1,000
F23	0,764	0,771	0,991	F57	0,692	0,699	0,990
F24	1,000	1,000	1,000	F58	0,982	1,000	0,982
F25	0,857	0,928	0,923	F59	0,687	0,710	0,968
F26	1,000	1,000	1,000	F60	0,722	0,745	0,969
F27	0,757	0,819	0,924	F61	1,000	1,000	1,000
F28	0,915	0,978	0,936	F62	1,000	1,000	1,000
F29	0,954	1,000	0,954	F63	0,937	1,000	0,937
F30	1,000	1,000	1,000	F64	1,000	1,000	1,000
F31	1,000	1,000	1,000	F65	1,000	1,000	1,000
F32	0,930	1,000	0,930	F66	0,934	0,960	0,972
F33	1,000	1,000	1,000	F67	0,994	1,000	0,994
F34	1,000	1,000	1,000	F68	1,000	1,000	1,000

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 28**

*Resultados das eficiências técnica (ETrc), alocativa (EA) e de custos (EC) para os 68 carcinicultores da amostra.*

Firmas	ETrc	EA	EC	Firmas	ETrc	EA	EC
F1	1,000	0,719	0,719	F35	1,000	0,495	0,495
F2	0,880	0,724	0,638	F36	0,734	0,527	0,387
F3	1,000	0,469	0,469	F37	0,832	0,642	0,534
F4	1,000	0,815	0,815	F38	0,968	0,632	0,612
F5	0,925	0,738	0,682	F39	1,000	0,760	0,760
F6	0,835	0,766	0,640	F40	0,832	0,619	0,515
F7	0,752	0,695	0,523	F41	1,000	0,605	0,605
F8	0,831	0,685	0,570	F42	0,898	0,675	0,606
F9	0,853	0,590	0,503	F43	1,000	0,653	0,653
F10	0,873	0,735	0,642	F44	0,745	0,557	0,414
F11	1,000	0,636	0,636	F45	0,959	0,567	0,544
F12	1,000	0,448	0,448	F46	0,831	0,648	0,539
F13	0,849	0,652	0,554	F47	0,748	0,675	0,505
F14	0,832	0,567	0,472	F48	0,619	0,442	0,274
F15	0,875	0,658	0,576	F49	0,832	0,496	0,413
F16	0,867	0,702	0,609	F50	0,854	0,313	0,268
F17	1,000	0,372	0,372	F51	0,851	0,731	0,622
F18	0,991	0,549	0,544	F52	0,790	0,788	0,623
F19	0,893	0,624	0,557	F53	1,000	0,815	0,815
F20	1,000	0,537	0,537	F54	1,000	0,580	0,580
F21	1,000	0,509	0,509	F55	0,883	0,711	0,627
F22	0,926	0,393	0,364	F56	1,000	0,553	0,553
F23	0,764	0,553	0,423	F57	0,692	0,616	0,427
F24	1,000	1,000	1,000	F58	0,982	0,635	0,623
F25	0,857	0,491	0,421	F59	0,687	0,684	0,470
F26	1,000	0,740	0,740	F60	0,722	0,790	0,570
F27	0,757	0,449	0,340	F61	1,000	0,935	0,935
F28	0,915	0,700	0,641	F62	1,000	0,364	0,364
F29	0,954	0,510	0,487	F63	0,937	0,172	0,161
F30	1,000	0,469	0,469	F64	1,000	0,462	0,462
F31	1,000	0,618	0,618	F65	1,000	0,461	0,461
F32	0,930	0,613	0,571	F66	0,934	0,728	0,680
F33	1,000	0,670	0,670	F67	0,994	0,588	0,584
F34	1,000	0,489	0,489	F68	1,000	0,695	0,695

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 29***Quantidades reais dos insumos utilizados no modelo DEA para análise de eficiência.*

Firmas	Qx <sub>1</sub>	Qx <sub>2</sub>	Qx <sub>3</sub>	Qx <sub>4</sub>	Qx <sub>5</sub>	Qx <sub>6</sub>	Qx <sub>7</sub>
F1	66	2100000	40188	185	24527	10	16961,57
F2	22	2000000	32844	360	10500	15	37602,47
F3	28	39650000	500000	2644	106750	15	507633,30
F4	48	52500000	1147500	8800	200000	1600	561532,68
F5	51	4430000	77200	63	17720	13	208114,61
F6	52	6000000	109664	530	21000	20	348762,88
F7	34	8160000	136000	750	29800	20	526434,53
F8	19	2500000	39100	110	4380	15	481311,57
F9	93	15000000	168000	1700	100000	1000	491338,87
F10	18	3440000	61000	176	7000	30	149741,37
F11	119	45000000	732000	21000	0	150	34594,27
F12	15	720000	8256	77	3500	20	0,00
F13	20	3990000	59500	280	3250	50	141806,42
F14	33	8975588	113060	1100	32000	90	163946,75
F15	23	1330000	19578	154	8750	8	21128,98
F16	28	1335000	23402	118	6650	10	15227,12
F17	33	4550000	40530	27,3	13650	10	58351,51
F18	13	1000000	13000	80	2000	0	10829,51
F19	7	1000000	13760	20	2000	3	12534,18
F20	35	9000000	111534	21	22000	20	285778,75
F21	12	2100000	23800	35	175	40	22561,48
F22	17	2200000	18488	90	6000	14	13787,55
F23	25	3800000	44800	190	18000	15	80571,78
F24	9	595000	16150	35	3000	2	15040,99
F25	9	1500000	15000	200	10000	10	50919,98
F26	6	210000	4750	24	0	5	20305,33
F27	15	1400000	12160	160	4000	13	27073,78
F28	13	845000	12110	52	3500	2	26071,07
F29	13	800000	7600	25	2500	0	43318,04
F30	38	4125000	39988	103	23750	55	21112,21
F31	15	5050000	73503	10	500	0	253189,97
F32	10	720000	9825	80	2500	5	9358,80
F33	17	3750000	60000	60	2500	0	45122,96
F34	57	2688000	27300	168	140	10	36231,03
F35	9	950000	12000	75,6	1440	2	22113,79
F36	18	5362500	66000	90	10000	40	111679,33
F37	7	1744000	25900	141	5300	0	54548,62
F38	10	2400000	35649	50	12000	14	39482,59
F39	10	1140000	17800	120	8400	13	33090,17
F40	24	4000000	55818	455	20000	14	62044,07
F41	19	3960000	45600	500	19800	119	114818,91
F42	59	3756000	56601	726	26793	112	60573,06
F43	45	19140000	297000	1550	60000	0	526434,53

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 29 (Continuação)***Quantidades reais dos insumos utilizados no modelo DEA para análise de eficiência.*

Firmas	Qx <sub>1</sub>	Qx <sub>2</sub>	Qx <sub>3</sub>	Qx <sub>4</sub>	Qx <sub>5</sub>	Qx <sub>6</sub>	Qx <sub>7</sub>
F44	14	1210000	12800	26	5000	6	35453,71
F45	22	360000	5000	3	75	20	10919,76
F46	14	240000	2935	100	1500	20	10202,75
F47	24	740000	9600	80	2500	10	26321,73
F48	15	1410000	11581	188	7160	45	54122,51
F49	7	255000	3650	60	2000	4	0,00
F50	11	2000000	12580	260	6000	11	20054,67
F51	16	350000	5950	55	1000	15	7520,49
F52	28	1000000	17000	165	3000	8	52643,45
F53	33	1160000	26507	165	2200	20	45122,96
F54	30	990000	16560	2	3000	3	9626,23
F55	20	3200000	67200	60	4000	5	109289,76
F56	18	450000	6820	110	1700	5	0,00
F57	36	1600000	18500	55	8000	5	112807,40
F58	184	47992500	792441	5479	150000	263	420831,77
F59	24	1100000	16143	110	2500	15	26848,16
F60	14	600000	11000	44	1500	5	48883,21
F61	21	500000	11000	90	3000	1	23689,55
F62	21	360000	3170	30	100	5	0,00
F63	24	700000	2900	100	200	7	0,00
F64	18	900000	11250	200	1500	10	0,00
F65	52	4500000	46000	330	2500	15	22433,26
F66	38	640000	11200	70	4000	10	10695,80
F67	34	960000	12600	65	800	1	15146,12
F68	21	1260000	16300	0	2000	0	52643,45

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 30**

*Quantidades virtuais que maximizam a eficiência técnica sobre retornos constantes à escala propostas pelas metas de insumos de forma que não interira na quantidade produzida.*

Firmas	Qx <sub>1</sub>	Qx <sub>2</sub>	Qx <sub>3</sub>	Qx <sub>4</sub>	Qx <sub>5</sub>	Qx <sub>6</sub>	Qx <sub>7</sub>
F1	66,000	2100000,000	40188,000	185,000	24527,000	10,000	16961,570
F2	11,544	1762554,771	28944,674	276,307	7352,117	13,219	33138,206
F3	28,000	39650000,000	500000,000	2644,000	106750,000	15,000	507633,300
F4	48,000	52500000,000	1147500,000	8800,000	200000,000	1600,000	561532,680
F5	51,000	4430000,000	77200,000	63,000	17720,000	13,000	208114,610
F6	17,966	5551632,585	94883,518	488,003	18632,832	18,505	142321,881
F7	20,135	6246160,079	104102,668	530,402	20496,849	15,309	164396,565
F8	15,826	2082380,403	32568,429	50,558	3648,330	3,064	45883,111
F9	93,000	15000000,000	168000,000	1700,000	100000,000	1000,000	491338,870
F10	15,777	3015070,817	53464,919	154,259	5106,449	21,113	44372,367
F11	119,000	45000000,000	732000,000	21000,000	0,000	150,000	34594,270
F12	15,000	720000,000	8256,000	77,000	3500,000	20,000	0,000
F13	16,985	3388417,824	50529,038	50,084	2759,989	4,901	109541,389
F14	27,794	6844476,184	95223,795	926,465	22920,179	75,802	138082,715
F15	18,029	1177529,720	17333,592	103,193	3400,167	7,083	18706,768
F16	22,416	1169549,626	20501,723	103,376	5825,846	5,334	13339,979
F17	33,000	4550000,000	40530,000	27,000	3,000	13650,000	10,000
F18	13,000	1000000,000	13000,000	80,000	2000,000	0,000	10829,510
F19	7,000	1000000,000	13760,000	20,000	2000,000	3,000	12534,180
F20	35,000	9000000,000	111534,000	21,000	22000,000	20,000	285778,750
F21	12,000	2100000,000	23800,000	35,000	175,000	40,000	22561,480
F22	16,487	1561825,203	17930,610	81,062	5819,107	13,578	13371,872
F23	19,267	2401854,400	34526,602	93,910	5153,163	11,560	62095,308
F24	9,000	595000,000	16150,000	35,000	3000,000	2,000	15040,990
F25	8,353	902122,552	13922,452	73,204	4916,291	8,667	24976,190
F26	6,000	210000,000	4750,000	24,000	0,000	5,000	20305,330
F27	12,288	711846,819	9961,205	60,894	3276,712	10,649	22178,246
F28	12,715	826447,770	11844,121	25,721	2112,622	1,956	25498,672
F29	13,000	800000,000	7600,000	25,000	2500,000	0,000	43318,040
F30	38,000	4125000,000	39988,000	103,000	23750,000	55,000	21112,210
F31	15,000	5050000,000	73503,000	10,000	500,000	0,000	253189,970
F32	10,000	720000,000	9825,000	80,000	2500,000	5,000	9358,800
F33	17,000	3750000,000	60000,000	60,000	2500,000	0,000	45122,960
F34	57,000	2688000,000	27300,000	168,000	140,000	10,000	36231,030
F35	9,000	950000,000	12000,000	75,000	6,000	1440,000	2,000
F36	13,356	3308892,908	48971,278	66,779	7069,442	14,287	82864,840
F37	7,000	1744000,000	25900,000	141,000	5300,000	0,000	54548,620
F38	10,000	2400000,000	35649,000	50,000	12000,000	14,000	39482,590
F39	10,000	1140000,000	17800,000	120,000	8400,000	13,000	33090,170
F40	20,108	3193701,541	46765,518	81,636	5475,255	11,730	51981,852
F41	19,000	3960000,000	45600,000	500,000	19800,000	119,000	114818,910
F42	16,069	3443908,231	51897,937	665,676	9915,747	40,777	55539,952
F43	45,000	19140000,000	297000,000	1550,000	60000,000	0,000	526434,530

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 30 (Continuação)**

*Quantidades virtuais que maximizam a eficiência técnica sobre retornos constantes à escala propostas pelas metas de insumos de forma que não interira na quantidade produzida.*

Firmas	Q <sub>x1</sub>	Q <sub>x2</sub>	Q <sub>x3</sub>	Q <sub>x4</sub>	Q <sub>x5</sub>	Q <sub>x6</sub>	Q <sub>x7</sub>
F44	11,775	765227,198	10765,367	21,867	1291,819	5,046	29818,140
F45	22,000	360000,000	5000,000	3,000	75,000	20,000	10919,760
F46	14,000	240000,000	2935,000	100,000	1500,000	20,000	10202,750
F47	18,460	586651,312	7610,612	49,433	1362,810	7,928	20867,132
F48	10,548	708400,193	8143,450	45,211	2281,429	7,098	37500,942
F49	7,000	255000,000	3650,000	60,000	2000,000	4,000	0,000
F50	10,077	772180,906	11523,937	92,312	5496,313	10,018	18371,125
F51	16,000	350000,000	5950,000	55,000	1000,000	15,000	7520,490
F52	17,827	791806,800	13460,716	40,343	2375,420	1,085	33341,502
F53	33,000	1160000,000	26507,000	165,000	2200,000	20,000	45122,960
F54	30,000	990000,000	16560,000	2,000	3000,000	3,000	9626,230
F55	16,893	2908744,275	48864,319	54,539	3635,930	1,647	47007,455
F56	18,000	450000,000	6820,000	110,000	1700,000	5,000	0,000
F57	18,830	1027314,906	12935,129	20,436	1971,720	3,496	44122,227
F58	184,000	47992500,000	792441,000	5479,000	150000,000	263,000	420831,770
F59	17,034	780723,231	11457,468	34,237	1774,371	10,646	19055,438
F60	10,427	446891,435	8193,010	31,138	1015,759	3,724	25641,974
F61	21,000	500000,000	11000,000	90,000	3000,000	1,000	23689,550
F62	21,000	360000,000	3170,000	30,000	100,000	5,000	0,000
F63	24,000	700000,000	2900,000	100,000	200,000	7,000	0,000
F64	18,000	900000,000	11250,000	200,000	1500,000	10,000	0,000
F65	52,000	4500000,000	46000,000	330,000	2500,000	15,000	22433,260
F66	14,993	614481,810	10753,432	67,209	2748,808	5,482	10269,335
F67	34,000	960000,000	12600,000	65,000	800,000	1,000	15146,120
F68	21,000	1260000,000	16300,000	0,000	2000,000	0,000	52643,450

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 31**

*Reduções percentuais possíveis nos insumos para levar as firmas, tanto para fronteira  
assim, como obter as melhores práticas de produção.*

Firmas	%Q <sub>x1</sub>	%Q <sub>x2</sub>	%Q <sub>x3</sub>	%Q <sub>x4</sub>	%Q <sub>x5</sub>	%Q <sub>x6</sub>	%Q <sub>x7</sub>
F1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F2	90,58	13,47	13,47	30,29	42,82	13,47	13,47
F3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F6	189,44	8,08	15,58	8,61	12,70	8,08	145,05
F7	68,86	30,64	30,64	41,40	45,39	30,64	220,22
F8	20,06	20,05	20,05	117,57	20,05	389,56	949,00
F9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F10	14,09	14,09	14,09	14,09	37,08	42,09	237,47
F11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00!	0,00	0,00
F12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F13	17,75	17,75	17,75	459,06	17,75	920,20	29,45
F14	18,73	31,14	18,73	18,73	39,61	18,73	18,73
F15	27,57	12,95	12,95	49,23	157,34	12,95	12,95
F16	24,91	14,15	14,15	14,15	14,15	87,48	14,15
F17	0,00	0,00	0,00	1,11	454900,00	-99,93	583415,10
F18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F22	3,11	40,86	3,11	11,03	3,11	3,11	3,11
F23	29,76	58,21	29,76	102,32	249,30	29,76	29,76
F24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F25	7,75	66,27	7,74	173,21	103,41	15,38	103,87
F26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F27	22,07	96,67	22,07	162,75	22,07	22,08	22,07
F28	2,24	2,24	2,24	102,17	65,67	2,25	2,24
F29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F35	0,00	0,00	0,00	0,80	23900,00	-99,86	1105589,50
F36	34,77	62,06	34,77	34,77	41,45	179,97	34,77
F37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F40	19,36	25,25	19,36	457,35	265,28	19,35	19,36
F41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F42	267,17	9,06	9,06	9,06	170,21	174,66	9,06
F43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 31 (Continuação)**

*Reduções percentuais possíveis nos insumos para levar as firmas, tanto para fronteira  
assim, como obter as melhores práticas de produção.*

Firmas	%Q <sub>X1</sub>	%Q <sub>X2</sub>	%Q <sub>X3</sub>	%Q <sub>X4</sub>	%Q <sub>X5</sub>	%Q <sub>X6</sub>	%Q <sub>X7</sub>
F44	18,90	58,12	18,90	18,90	287,05	18,91	18,90
F45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F47	30,01	26,14	26,14	61,84	83,44	26,14	26,14
F48	42,21	99,04	42,21	315,83	213,84	533,98	44,32
F49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F50	9,16	159,01	9,16	181,65	9,16	9,80	9,16
F51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F52	57,07	26,29	26,29	308,99	26,29	637,33	57,89
F53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F55	18,39	10,01	37,52	10,01	10,01	203,58	132,49
F56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F57	91,18	55,75	43,02	169,13	305,74	43,02	155,67
F58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F59	40,89	40,90	40,90	221,29	40,89	40,90	40,90
F60	34,27	34,26	34,26	41,31	47,67	34,26	90,64
F61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F66	153,45	4,15	4,15	4,15	45,52	82,42	4,15
F67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Dados da pesquisa.



**TABELA 32**

*Preços dos insumos utilizados no modelo DEA para calcular as medidas de eficiência alocativa e de custos.*

Firmas	Px <sub>1</sub>	Px <sub>2</sub>	Px <sub>3</sub>	Px <sub>4</sub>	Px <sub>5</sub>	Px <sub>6</sub>	Px <sub>7</sub>
F1	737,88	1,97	0,0086	0,61	0,06	8,00	0,13297
F2	780,00	1,80	0,0100	0,69	0,40	8,00	0,13297
F3	1092,86	2,10	0,0080	0,61	0,06	8,00	0,13297
F4	1331,94	1,70	0,0080	0,61	0,06	8,00	0,13297
F5	686,27	2,00	0,0080	0,60	0,06	8,00	0,13297
F6	384,68	1,70	0,0080	0,61	0,06	8,00	0,13297
F7	647,06	1,70	0,0075	0,61	0,06	8,00	0,13297
F8	276,32	1,75	0,0080	0,61	0,06	8,00	0,13297
F9	918,49	1,75	0,0080	0,61	0,06	8,00	0,13297
F10	3427,59	1,88	0,0085	0,61	0,06	8,00	0,13297
F11	1334,86	2,12	0,0083	0,62	0,00	11,00	0,13297
F12	896,98	1,61	0,0080	0,61	0,06	8,00	0,13297
F13	1450,00	1,63	0,0070	0,60	0,06	8,00	0,13297
F14	1081,09	2,12	0,0076	1,33	0,07	12,00	0,13297
F15	1183,42	1,80	0,0090	0,61	0,06	10,00	0,13297
F16	937,62	1,80	0,0090	0,61	0,06	10,00	0,13297
F17	1024,94	2,05	0,0090	0,59	0,06	11,00	0,13297
F18	316,92	1,74	0,0088	0,59	0,05	0,00	0,13297
F19	8577,14	2,00	0,0072	1,50	0,06	10,00	0,13297
F20	639,71	1,75	0,0088	0,78	0,06	10,00	0,13297
F21	496,00	1,80	0,0088	1,00	0,06	11,00	0,13297
F22	360,00	1,60	0,0090	1,00	0,06	11,00	0,13297
F23	305,68	1,70	0,0090	1,00	0,06	10,00	0,13297
F24	202,22	1,60	0,0085	0,80	0,04	11,00	0,13297
F25	1492,59	1,50	0,0070	1,00	0,05	11,00	0,13297
F26	260,00	1,85	0,0078	0,59	0,00	11,00	0,13297
F27	222,00	2,62	0,0090	1,00	0,05	11,00	0,13297
F28	383,08	2,62	0,0090	1,00	0,05	11,00	0,13297
F29	357,69	2,62	0,0090	0,95	0,06	0,00	0,13297
F30	710,11	1,82	0,0090	1,00	0,06	11,00	0,13297
F31	979,56	2,62	0,0090	1,00	0,06	0,00	0,13297
F32	247,00	1,60	0,0092	1,00	0,06	11,00	0,13297
F33	244,12	1,70	0,0090	1,00	0,06	0,00	0,13297
F34	663,28	2,00	0,0080	1,00	0,06	11,00	0,13297
F35	1318,61	2,05	0,0090	0,99	0,06	11,00	0,13297
F36	398,33	1,77	0,0085	0,97	0,06	11,00	0,13297
F37	846,71	1,75	0,0090	0,98	0,06	0,00	0,13297
F38	1050,63	2,07	0,0090	1,00	0,06	11,00	0,13297
F39	716,83	2,07	0,0090	1,00	0,06	11,00	0,13297
F40	401,08	2,05	0,0090	0,95	0,06	11,00	0,13297
F41	1019,47	1,68	0,0090	0,99	0,06	5,00	0,13297
F42	964,75	2,27	0,0086	0,77	0,05	11,00	0,13297
F43	1543,84	2,27	0,0090	0,61	0,06	0,00	0,13297

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 32 (Continuação)**

*Preços dos insumos utilizados no modelo DEA para calcular as medidas de eficiência  
alocativa e de custos.*

Firmas	Px <sub>1</sub>	Px <sub>2</sub>	Px <sub>3</sub>	Px <sub>4</sub>	Px <sub>5</sub>	Px <sub>6</sub>	Px <sub>7</sub>
F44	561,07	2,00	0,0090	0,95	0,06	11,00	0,13297
F45	485,00	1,70	0,0095	1,00	0,08	11,00	0,13297
F46	522,14	1,70	0,0090	0,77	0,07	11,00	0,13297
F47	574,58	1,70	0,0090	0,59	0,06	11,00	0,13297
F48	940,56	1,70	0,0090	0,59	0,06	11,00	0,13297
F49	187,86	1,75	0,0090	0,59	0,06	11,00	0,13297
F50	942,73	2,07	0,0070	0,63	0,06	11,00	0,13297
F51	408,75	1,73	0,0093	0,77	0,07	11,00	0,13297
F52	430,89	1,73	0,0093	0,77	0,07	11,00	0,13297
F53	306,96	1,73	0,0093	0,77	0,07	11,00	0,13297
F54	548,00	1,70	0,0082	0,77	0,07	11,00	0,13297
F55	440,5	1,73	0,0073	0,77	0,07	11,00	0,13297
F56	193,33	1,70	0,0100	0,77	0,06	11,00	0,13297
F57	862,45	1,35	0,0095	0,77	0,07	11,00	0,13297
F58	948,84	1,80	0,0080	0,60	0,06	11,00	0,13297
F59	231,67	1,70	0,0090	0,61	0,07	11,00	0,13297
F60	407,14	1,60	0,0075	0,61	0,06	11,00	0,13297
F61	143,1	1,38	0,0090	0,59	0,06	11,00	0,13297
F62	177,7	1,38	0,0090	0,59	0,06	11,00	0,13297
F63	157,99	1,38	0,0090	0,59	0,06	11,00	0,13297
F64	283,33	1,85	0,0067	0,61	0,06	11,00	0,13297
F65	999,52	1,60	0,0080	0,61	0,06	11,00	0,13297
F66	285,76	1,60	0,0080	0,59	0,06	11,00	0,13297
F67	561,11	1,80	0,0085	0,59	0,12	11,00	0,13297
F68	695,24	1,70	0,0080	0,00	0,06	0,00	0,13297

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 33**

*Quantidades que minimizam os custos de forma eficiente sob retornos constantes à escala propostas pelas de forma que não interfira na quantidade produzida.*

Firmas	Qx <sub>1</sub>	Qx <sub>2</sub>	Qx <sub>3</sub>	Qx <sub>4</sub>	Qx <sub>5</sub>	Qx <sub>6</sub>	Qx <sub>7</sub>
F1	22,947	1517062,105	41177,400	89,239	7649,053	5,099	38349,775
F2	19,244	1272235,263	34532,100	74,837	6414,632	4,276	32160,803
F3	278,638	18421074,737	500000,600	1083,593	92879,368	61,920	465665,884
F4	639,474	42276315,789	1147500,000	2486,842	213157,895	142,105	1068701,921
F5	45,711	3021973,684	82025,000	177,763	15236,842	10,158	76392,397
F6	58,118	3842259,474	104289,900	226,015	19372,737	12,915	97128,380
F7	64,421	4258947,368	115600,000	250,526	21473,684	14,316	107661,823
F8	21,789	1440526,316	39100,000	84,737	7263,158	4,842	36415,028
F9	113,684	7515789,474	204000,000	442,105	37894,737	25,263	189991,453
F10	32,836	2170810,526	58922,000	127,695	10945,263	7,297	54875,865
F11	429,158	28372105,263	770100,000	1668,947	143052,632	95,368	717217,734
F12	4,888	323178,947	8772,000	19,011	1629,474	1,086	8169,632
F13	33,158	2192105,263	59500,000	128,947	11052,632	7,368	55414,174
F14	63,657	4208403,684	114228,100	247,553	21218,842	14,146	106384,131
F15	11,592	766360,000	20801,200	45,080	3864,000	2,576	19372,795
F16	12,317	814273,158	22101,700	47,898	4105,579	2,737	20583,991
F17	25,598	1692305,263	45934,000	99,547	8532,632	5,688	42779,742
F18	8,211	542827,895	14733,900	31,931	2736,947	1,825	13722,133
F19	8,147	538631,579	14620,000	31,684	2715,789	1,811	13616,054
F20	72,872	4817621,053	130764,000	283,389	24290,526	16,194	121784,521
F21	16,105	1064736,842	28900,000	62,632	5368,421	3,579	26915,456
F22	12,079	798552,632	21675,000	46,974	4026,316	2,684	20186,592
F23	24,253	1603368,421	43520,000	94,316	8084,211	5,389	40531,510
F24	9,000	595000,000	16150,000	35,000	3000,000	2,000	15040,990
F25	9,474	626315,789	17000,000	36,842	3157,895	2,105	15832,621
F26	2,368	156578,947	4250,000	9,211	789,474	0,526	3958,155
F27	7,200	476000,000	12920,000	28,000	2400,000	1,600	12032,792
F28	8,195	541763,158	14705,000	31,868	2731,579	1,821	13695,217
F29	5,898	389944,211	10584,200	22,938	1966,105	1,311	9857,390
F30	29,141	1926547,368	52292,000	113,326	9713,684	6,476	48701,142
F31	47,050	3110534,737	84428,800	182,973	15683,368	10,456	78631,129
F32	6,205	410236,842	11135,000	24,132	2068,421	1,379	10370,367
F33	37,895	2505263,158	68000,000	147,368	12631,579	8,421	63330,484
F34	19,895	1315263,158	35700,000	77,368	6631,579	4,421	33248,504
F35	7,105	469736,842	12750,000	27,632	2368,421	1,579	11874,466
F36	31,263	2066842,105	56100,000	121,579	10421,053	6,947	52247,649
F37	14,021	926947,368	25160,000	54,526	4673,684	3,116	23432,279
F38	22,074	1459315,789	39610,000	85,842	7357,895	4,905	36890,007
F39	13,074	864315,789	23460,000	50,842	4357,895	2,905	21849,017
F40	31,106	2056445,263	55817,800	120,967	10368,632	6,912	51984,828
F41	36,000	2380000,000	64600,000	140,000	12000,000	8,000	60163,960
F42	34,427	2276031,579	61778,000	133,884	11475,789	7,651	57535,745
F43	187,579	12401052,632	336600,000	729,474	62526,316	41,684	313485,897

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 33 (Continuação)**

*Quantidades que minimizam os custos de forma eficiente sob retornos constantes à escala propostas pelas de forma que não interfira na quantidade produzida.*

Firmas	Qx <sub>1</sub>	Qx <sub>2</sub>	Qx <sub>3</sub>	Qx <sub>4</sub>	Qx <sub>5</sub>	Qx <sub>6</sub>	Qx <sub>7</sub>
F44	7,579	501052,632	13600,000	29,474	2526,316	1,684	12666,097
F45	3,003	198542,105	5389,000	11,679	1001,053	0,667	5018,941
F46	1,986	131275,789	3563,200	7,722	661,895	0,441	3318,517
F47	5,684	375789,474	10200,000	22,105	1894,737	1,263	9499,573
F48	5,836	385810,526	10472,000	22,695	1945,263	1,297	9752,895
F49	1,592	105221,053	2856,000	6,189	530,526	0,354	2659,880
F50	8,053	532368,421	14450,000	31,316	2684,211	1,789	13457,728
F51	3,316	219210,526	5950,000	12,895	1105,263	0,737	5541,417
F52	9,474	626315,789	17000,000	36,842	3157,895	2,105	15832,621
F53	14,350	948680,526	25749,900	55,805	4783,263	3,189	23981,671
F54	8,716	576210,526	15640,000	33,895	2905,263	1,937	14566,011
F55	30,316	2004210,526	54400,000	117,895	10105,263	6,737	50664,387
F56	3,771	249273,684	6766,000	14,663	1256,842	0,838	6301,383
F57	10,421	688947,368	18700,000	40,526	3473,684	2,316	17415,883
F58	449,050	29687180,526	805794,900	1746,305	149683,263	99,789	750461,488
F59	7,825	517336,842	14042,000	30,432	2608,421	1,739	13077,745
F60	5,211	344473,684	9350,000	20,263	1736,842	1,158	8707,942
F61	7,105	469736,842	12750,000	27,632	2368,421	1,579	11874,466
F62	1,989	131526,316	3570,000	7,737	663,158	0,442	3324,850
F63	1,705	112736,842	3060,000	6,632	568,421	0,379	2849,872
F64	6,281	415247,368	11271,000	24,426	2093,684	1,396	10497,028
F65	31,263	2066842,105	56100,000	121,579	10421,053	6,947	52247,649
F66	6,632	438421,053	11900,000	25,789	2210,526	1,474	11082,835
F67	8,526	563684,211	15300,000	33,158	2842,105	1,895	14249,359
F68	13,263	876842,105	23800,000	51,579	4421,053	2,947	22165,669

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 34**

*Taxa de utilização de cada insumo usado no modelo DEA por firmas, indicando se o insumo está sendo sub ou superutilizado.*

Firmas	Qx <sub>1</sub>	Qx <sub>2</sub>	Qx <sub>3</sub>	Qx <sub>4</sub>	Qx <sub>5</sub>	Qx <sub>6</sub>	Qx <sub>7</sub>
F1	2,876	1,384	0,976	2,073	3,207	1,961	0,442
F2	0,600	1,385	0,838	3,692	1,146	3,091	1,030
F3	0,100	2,152	1,000	2,440	1,149	0,242	1,090
F4	0,075	1,242	1,000	3,539	0,938	11,259	0,525
F5	1,116	1,466	0,941	0,354	1,163	1,280	2,724
F6	0,309	1,445	0,910	2,159	0,962	1,433	1,465
F7	0,313	1,467	0,901	2,117	0,955	1,069	1,527
F8	0,726	1,446	0,833	0,597	0,502	0,633	1,260
F9	0,818	1,996	0,824	3,845	2,639	39,584	2,586
F10	0,480	1,389	0,907	1,208	0,467	2,893	0,809
F11	0,277	1,586	0,951	12,583	0,000	1,573	0,048
F12	3,069	2,228	0,941	4,050	2,148	18,416	0,000
F13	0,512	1,546	0,849	0,388	0,250	0,665	1,977
F14	0,437	1,626	0,834	3,742	1,080	5,359	1,298
F15	1,555	1,537	0,833	2,289	0,880	2,750	0,966
F16	1,820	1,436	0,928	2,158	1,419	1,949	0,648
F17	1,289	2,689	0,882	0,271	0,000	2399,789	0,000
F18	1,583	1,842	0,882	2,505	0,731	0,000	0,789
F19	0,859	1,857	0,941	0,631	0,736	1,657	0,921
F20	0,480	1,868	0,853	0,074	0,906	1,235	2,347
F21	0,745	1,972	0,824	0,559	0,033	11,176	0,838
F22	1,365	1,956	0,827	1,726	1,445	5,059	0,662
F23	0,794	1,498	0,793	0,996	0,637	2,145	1,532
F24	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F25	0,882	1,440	0,819	1,987	1,557	4,117	1,578
F26	2,534	1,341	1,118	2,606	0,000	9,506	5,130
F27	1,707	1,495	0,771	2,175	1,365	6,656	1,843
F28	1,552	1,525	0,805	0,807	0,773	1,074	1,862
F29	2,204	2,052	0,718	1,090	1,272	0,000	4,394
F30	1,304	2,141	0,765	0,909	2,445	8,493	0,434
F31	0,319	1,624	0,871	0,055	0,032	0,000	3,220
F32	1,612	1,755	0,882	3,315	1,209	3,626	0,902
F33	0,449	1,497	0,882	0,407	0,198	0,000	0,712
F34	2,865	2,044	0,765	2,171	0,021	2,262	1,090
F35	1,267	2,022	0,941	2,714	0,003	911,970	0,000
F36	0,427	1,601	0,873	0,549	0,678	2,057	1,586
F37	0,499	1,881	1,029	2,586	1,134	0,000	2,328
F38	0,453	1,645	0,900	0,582	1,631	2,854	1,070
F39	0,765	1,319	0,759	2,360	1,928	4,475	1,514
F40	0,646	1,553	0,838	0,675	0,528	1,697	1,000
F41	0,528	1,664	0,706	3,571	1,650	14,875	1,908
F42	0,467	1,513	0,840	4,972	0,864	5,330	0,965
F43	0,240	1,543	0,882	2,125	0,960	0,000	1,679

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 34 (Continuação)**

*Taxa de utilização de cada insumo usado no modelo DEA por firmas, indicando se o insumo está sendo sub ou superutilizado.*

Firmas	Qx <sub>1</sub>	Qx <sub>2</sub>	Qx <sub>3</sub>	Qx <sub>4</sub>	Qx <sub>5</sub>	Qx <sub>6</sub>	Qx <sub>7</sub>
F44	1,554	1,527	0,792	0,742	0,511	2,996	2,354
F45	7,326	1,813	0,928	0,257	0,075	29,985	2,176
F46	7,049	1,828	0,824	12,950	2,266	45,351	3,074
F47	3,248	1,561	0,746	2,236	0,719	6,277	2,197
F48	1,807	1,836	0,778	1,992	1,173	5,473	3,845
F49	4,397	2,423	1,278	9,695	3,770	11,299	0,000
F50	1,251	1,450	0,798	2,948	2,048	5,600	1,365
F51	4,825	1,597	1,000	4,265	0,905	20,353	1,357
F52	1,882	1,264	0,792	1,095	0,752	0,515	2,106
F53	2,300	1,223	1,029	2,957	0,460	6,272	1,882
F54	3,442	1,718	1,059	0,059	1,033	1,549	0,661
F55	0,557	1,451	0,898	0,463	0,360	0,244	0,928
F56	4,773	1,805	1,008	7,502	1,353	5,967	0,000
F57	1,807	1,491	0,692	0,504	0,568	1,509	2,533
F58	0,410	1,617	0,983	3,137	1,002	2,636	0,561
F59	2,177	1,509	0,816	1,125	0,680	6,122	1,457
F60	2,001	1,297	0,876	1,537	0,585	3,216	2,945
F61	2,956	1,064	0,863	3,257	1,267	0,633	1,995
F62	10,558	2,737	0,888	3,877	0,151	11,312	0,000
F63	14,076	6,209	0,948	15,078	0,352	18,470	0,000
F64	2,866	2,167	0,998	8,188	0,716	7,163	0,000
F65	1,663	2,177	0,820	2,714	0,240	2,159	0,429
F66	2,261	1,402	0,904	2,606	1,244	3,719	0,927
F67	3,988	1,703	0,824	1,960	0,281	0,528	1,063
F68	1,583	1,437	0,685	0,000	0,452	0,000	2,375

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 35***Indicadores de desempenho técnico para os 68 carcinicultores da amostra.*

Firmas	Produtividade da terra	Conversão Alimentar	Sobrevivência	Produção
F1	5767	1,70	83,50	24222
F2	5346	1,62	78,85	20313
F3	4822	1,70	57,06	294118
F4	9000	1,70	88,67	675000
F5	10892	1,60	83,78	48250
F6	5346	1,62	69,04	61347
F7	4000	2,00	69,44	68000
F8	9200	1,70	83,64	23000
F9	2000	1,40	80,00	120000
F10	8665	1,76	92,52	34660
F11	2650	1,62	77,00	453000
F12	2866	1,60	71,67	5160
F13	3700	1,70	79,74	35000
F14	2847	1,68	74,86	67193
F15	3500	1,60	80,00	12236
F16	4870	1,80	84,68	13001
F17	2969	1,50	56,56	27020
F18	4334	1,50	78,79	8667
F19	4300	1,60	78,18	8600
F20	4273	1,45	56,98	76920
F21	4850	1,40	67,46	17000
F22	2125	1,45	40,00	12750
F23	2695	1,75	53,89	25600
F24	5500	1,70	66,00	9500
F25	2000	1,50	55,56	10000
F26	4167	1,90	91,58	2500
F27	1900	1,60	45,24	7600
F28	6654	1,40	85,31	8650
F29	4151	1,38	76,86	6226
F30	3729	1,30	66,99	30760
F31	4918	1,48	80,54	49664
F32	3275	1,50	87,81	6550
F33	5000	1,50	85,33	40000
F34	5000	1,30	72,54	21000
F35	3948	1,60	60,73	7500
F36	4000	2,00	61,54	33000
F37	4933	1,75	72,10	14800
F38	3884	1,53	84,42	23300
F39	4600	1,29	93,12	13800
F40	4105	1,70	51,30	32834
F41	4800	1,20	76,77	38000
F42	5805	1,55	76,60	36340

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 35 (Continuação)***Indicadores de desempenho técnico para os 68 carcinicultores da amostra.*

Firmas	Produtividade da terra	Conversão Alimentar	Sobrevivência	Produção
F43	6000	1,50	68,96	198000
F44	3637	1,60	66,12	8000
F45	10567	1,58	88,06	3170
F46	10480	1,40	67,18	2096
F47	3000	1,60	85,34	6000
F48	1311	1,88	41,61	6160
F49	1120	2,17	63,96	1680
F50	2125	1,48	42,84	8500
F51	3500	1,70	76,92	3500
F52	5000	1,70	71,43	10000
F53	7574	1,75	93,26	15147
F54	3067	1,80	88,50	9200
F55	8000	2,10	66,67	32000
F56	2211	1,71	88,44	3980
F57	2750	1,68	62,50	11000
F58	6300	1,60	83,00	473997
F59	3933	1,95	68,26	8260
F60	4584	2,00	83,33	5500
F61	3750	1,46	83,33	7500
F62	2625	1,51	47,43	2100
F63	783	1,61	20,57	1800
F64	2210	1,70	73,67	6630
F65	4400	1,39	61,11	33000
F66	3500	1,60	81,02	7000
F67	5625	1,40	72,12	9000
F68	7000	1,16	82,30	14000

Fonte: Dados da pesquisa.



**TABELA 36**

*Indicadores de desempenho econômico relacionados com as produtividades do trabalho (kg/pessoa) e do capital (R\$/kg).*

Firmas	Produtividade da mão-de-obra	Produtividade do capital circulante	Produtividade do capital operacional total
F1	367,00	0,21	0,15
F2	923,32	0,21	0,18
F3	10504,21	0,19	0,18
F4	14062,50	0,27	0,26
F5	946,08	0,19	0,16
F6	1179,75	0,20	0,19
F7	2000,00	0,18	0,17
F8	1210,53	0,14	0,13
F9	1290,32	0,25	0,21
F10	1925,56	0,16	0,13
F11	3806,72	0,21	0,20
F12	344,00	0,10	0,08
F13	1750,00	0,13	0,12
F14	2036,15	0,18	0,16
F15	532,00	0,24	0,16
F16	464,32	0,20	0,14
F17	818,79	0,17	0,14
F18	666,69	0,26	0,23
F19	1228,57	0,19	0,08
F20	2197,71	0,15	0,14
F21	1416,67	0,26	0,24
F22	750,00	0,18	0,17
F23	1024,00	0,19	0,18
F24	1055,56	0,22	0,21
F25	1111,11	0,24	0,18
F26	416,67	0,18	0,16
F27	506,67	0,16	0,15
F28	665,38	0,18	0,16
F29	478,92	0,17	0,15
F30	809,47	0,23	0,19
F31	3310,93	0,16	0,15
F32	655,00	0,23	0,22
F33	2352,94	0,14	0,14
F34	368,42	0,24	0,17
F35	833,33	0,19	0,14
F36	1833,33	0,17	0,16
F37	2114,29	0,20	0,18
F38	2330,00	0,20	0,18
F39	1380,00	0,23	0,21

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 36 (Continuação)**

*Indicadores de desempenho econômico relacionados com as produtividades do trabalho (kg/pessoa) e do capital(R\$/kg).*

Firmas	Produtividade da mão-de-obra	Produtividade do capital circulante	Produtividade do capital operacional total
F40	1368,08	0,17	0,16
F41	2000,00	0,26	0,23
F42	615,93	0,21	0,16
F43	4400,00	0,21	0,20
F44	571,43	0,16	0,14
F45	144,09	0,23	0,13
F46	149,71	0,23	0,13
F47	250,00	0,22	0,14
F48	410,67	0,12	0,10
F49	240,00	0,12	0,11
F50	772,73	0,18	0,15
F51	218,75	0,21	0,15
F52	357,14	0,19	0,16
F53	459,00	0,21	0,18
F54	306,67	0,21	0,15
F55	1600,00	0,16	0,15
F56	221,11	0,19	0,16
F57	305,56	0,18	0,12
F58	2576,07	0,25	0,23
F59	344,17	0,18	0,16
F60	392,86	0,18	0,15
F61	357,14	0,31	0,28
F62	100,00	0,22	0,16
F63	75,00	0,14	0,11
F64	368,33	0,20	0,17
F65	634,62	0,29	0,20
F66	184,21	0,22	0,16
F67	264,71	0,27	0,17
F68	666,67	0,31	0,24

Fonte: dados da pesquisa.

**TABELA 37**

*Indicadores de desempenho econômico relacionados com Margem Bruta (R\$), Margem Líquida (R\$), relações Receita Bruta/Custo Operacional Efetivo e Receita Bruta/Custo Operacional Total.*

Firmas	Margem Bruta (MB)	Margem Líquida (ML)	RB/COE	RB/COT
F1	143243,79	94543,79	2,24	1,58
F2	96206,30	79046,30	1,99	1,69
F3	1513178,02	1482578,02	1,95	1,91
F4	3570907,00	3506973,67	2,43	2,37
F5	368701,12	333701,12	2,43	2,14
F6	181312,90	161309,57	1,59	1,49
F7	209756,90	187756,90	1,57	1,48
F8	51495,50	46245,50	1,31	1,27
F9	593627,67	508207,67	2,22	1,89
F10	160681,17	98984,50	1,75	1,36
F11	3857830,00	3698982,00	2,79	2,60
F12	-1672,97	-15127,64	0,97	0,76
F13	70739,66	41739,66	1,27	1,14
F14	266424,64	230748,64	1,72	1,57
F15	68568,00	41349,33	2,35	1,53
F16	65875,55	39622,22	2,03	1,44
F17	148866,91	115043,91	1,94	1,60
F18	30828,60	26708,60	1,93	1,71
F19	43319,13	-16720,87	1,98	0,84
F20	67348,70	44958,70	1,13	1,08
F21	87659,50	81707,50	2,34	2,15
F22	82789,31	76669,31	2,19	2,01
F23	258929,25	251287,25	2,97	2,81
F24	36867,83	35047,83	1,84	1,77
F25	38829,17	25395,84	1,94	1,47
F26	5470,34	3910,34	1,39	1,25
F27	5444,80	2114,80	1,11	1,04
F28	40785,86	35805,86	1,83	1,66
F29	8370,12	3720,12	1,23	1,09
F30	171829,55	144845,55	2,27	1,89
F31	219299,60	204606,27	1,71	1,64
F32	34258,23	31788,23	2,22	2,04
F33	297140,00	292990,00	2,02	1,99
F34	99492,96	61685,96	2,12	1,49
F35	15948,36	4080,86	1,40	1,08
F36	54923,05	47753,05	1,28	1,24
F37	20895,53	14968,53	1,28	1,18
F38	103242,07	92735,82	1,87	1,72
F39	39154,70	31986,37	1,67	1,48

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 37 (Continuação)***Indicadores de desempenho econômico relacionados com Margem Bruta**(R\$), Margem Líquida (R\$), relações Receita Bruta/Custo Operacional**Efetivo e Receita Bruta/Custo Operacional Total.*

Firmas	Margem Bruta (MB)	Margem Líquida (ML)	RB/COE	RB/COT
F40	283800,42	274174,42	2,45	2,34
F41	119068,72	99698,72	1,81	1,60
F42	322686,08	265766,08	2,89	2,17
F43	1005508,50	936035,50	2,09	1,95
F44	58551,10	50696,10	2,18	1,88
F45	10309,47	-360,53	1,75	0,99
F46	17107,70	9797,70	2,87	1,60
F47	32390,80	18600,80	2,17	1,45
F48	6849,18	-7259,16	1,14	0,89
F49	1646,26	331,26	1,12	1,02
F50	12361,08	1991,08	1,26	1,03
F51	3059,82	-3480,18	1,18	0,85
F52	8472,95	-3592,05	1,16	0,94
F53	14231,98	4101,98	1,20	1,05
F54	42530,05	26090,05	1,97	1,43
F55	137525,54	128715,54	1,69	1,62
F56	10528,02	7048,02	1,50	1,29
F57	47622,65	16574,32	1,76	1,18
F58	4558246,92	4383659,92	3,38	3,10
F59	20409,73	14849,73	1,45	1,29
F60	4615,52	-1084,48	1,15	0,97
F61	43436,90	40431,90	2,81	2,49
F62	5901,70	2170,03	1,61	1,16
F63	847,00	-2944,67	1,07	0,82
F64	14116,80	9016,80	1,43	1,24
F65	134566,95	82591,95	2,19	1,50
F66	62296,48	51437,41	2,97	2,21
F67	66011,67	46933,87	3,00	1,90
F68	136390,00	121790,00	4,04	3,05

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 38**

*Custos operacionais Efetivo e Total e Receita Bruta para os 68 carcinicultores da amostra.*

Firmas	Custo Operacional Efetivo	Custo Operacional Total	Receita Bruta
F1	115.689,39	164.389,39	258.933,18
F2	96.767,20	113.927,20	192.973,50
F3	1.589.766,88	1.620.366,88	3.102.944,90
F4	2.504.093,00	2.568.026,33	6.075.000,00
F5	258.548,88	293.548,88	627.250,00
F6	309.463,10	329.466,43	490.776,00
F7	368.243,10	390.243,10	578.000,00
F8	167.504,50	172.754,50	219.000,00
F9	486.372,33	571.792,33	1.080.000,00
F10	213.646,83	275.343,50	374.328,00
F11	2.152.670,00	2.311.518,00	6.010.500,00
F12	50.692,97	64.147,64	49.020,00
F13	261.760,34	290.760,34	332.500,00
F14	372.586,56	408.262,56	639.011,20
F15	50.638,30	77.856,97	119.206,30
F16	64.134,45	90.387,78	130.010,00
F17	157.550,19	191.373,19	306.417,10
F18	33.307,20	37.427,20	64.135,80
F19	44.400,87	104.440,87	87.720,00
F20	515.704,90	538.094,90	583.053,60
F21	65.340,50	71.292,50	153.000,00
F22	69.820,09	75.940,09	152.609,40
F23	131.476,75	139.118,75	390.406,00
F24	43.882,17	45.702,17	80.750,00
F25	41.170,83	54.604,16	80.000,00
F26	14.029,66	15.589,66	19.500,00
F27	48.819,20	52.149,20	54.264,00
F28	49.174,14	54.154,14	89.960,00
F29	36.083,52	40.733,52	44.453,64
F30	135.770,45	162.754,45	307.600,00
F31	306.808,40	321.501,73	526.108,00
F32	27.966,77	30.436,77	62.225,00
F33	290.860,00	295.010,00	588.000,00
F34	88.457,04	126.264,04	187.950,00
F35	40.301,64	52.169,14	56.250,00
F36	195.876,95	203.046,95	250.800,00
F37	75.304,47	81.231,47	96.200,00
F38	118.107,93	128.614,18	221.350,00
F39	58.825,30	65.993,63	97.980,00
F40	195.131,18	204.757,18	478.931,60

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 38 (Continuação)**

*Custos operacionais Efetivo e Total e Receita Bruta para os 68  
carcinicultores da amostra.*

Firmas	Custo Operacional Efetivo	Custo Operacional Total	Receita Bruta
F41	146.931,28	166.301,28	266.000,00
F42	170.738,44	227.658,44	493.424,52
F43	920.991,50	990.464,50	1.926.500,00
F44	49.448,90	57.303,90	108.000,00
F45	13.782,53	24.452,53	24.092,00
F46	9.125,38	16.435,38	26.233,08
F47	27.609,20	41.399,20	60.000,00
F48	50.130,82	64.239,16	56.980,00
F49	13.708,94	15.023,94	15.355,20
F50	47.308,92	57.678,92	59.670,00
F51	16.540,18	23.080,18	19.600,00
F52	51.527,05	63.592,05	60.000,00
F53	72.105,92	82.235,92	86.337,90
F54	43.949,96	60.389,96	86.480,00
F55	198.474,46	207.284,46	336.000,00
F56	20.874,18	24.354,18	31.402,20
F57	62.377,35	93.425,68	110.000,00
F58	1.911.812,13	2.086.399,13	6.470.059,05
F59	45.670,27	51.230,27	66.080,00
F60	31.354,48	37.054,48	35.970,00
F61	24.063,10	27.068,10	67.500,00
F62	9.638,30	13.369,97	15.540,00
F63	12.473,00	16.264,67	13.320,00
F64	33.088,80	38.188,80	47.205,60
F65	112.933,05	164.908,05	247.500,00
F66	31.643,52	42.502,59	93.940,00
F67	32.988,33	52.066,13	99.000,00
F68	44.910,00	59.510,00	181.300,00

Fonte: Dados da pesquisa.