

# Demanda condicionada de pós-larvas e de ração para a produção de camarão marinho em cativeiro

## Uma aplicação do lema de Shepard

Josemar Pereira de Sousa Júnior<sup>1</sup>

**Resumo:** O sucesso da carcinicultura é considerado por meio de três importantes indicadores: o primeiro é a taxa de conversão alimentar, diretamente relacionada com o principal custo de produção, a ração (mais de 60 %). O segundo, sobrevivência dos camarões, está relacionado com aquele que é o segundo maior custo de produção, a aquisição das pós-larvas. O último, a produtividade, é uma consequência da sobrevivência aliada ao fator tempo, ou seja, a duração do ciclo. Portanto, é óbvio que esses fatores são essenciais à produção, tanto do ponto de vista técnico como financeiro – sem eles, ela inexistente; e é óbvio também que variações em sua demanda ou oferta têm grande impacto no mercado de fatores da carcinicultura influenciando na capacidade instalada dos laboratórios de larvicultura, bem como no número e escala de produção das fábricas de ração para camarão. Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é estimar a função de produção de camarão e calcular a função de custo indireta. Especificamente, pretende-se calcular as quantidades eficientes de pós-larva e ração que minimizam os custos de produção do camarão, através da demanda condicionada destes fatores, baseado na aplicação do Lema de Shepard.

**Palavras-chaves:** demanda condicionada, produção de camarão, Lema de Shepard.

### Introdução

Ao analisar o sucesso de um cultivo de camarão, leva-se em consideração três importantes indicadores: o primeiro é a taxa de conversão alimentar, diretamente relacionada com o principal custo de produção, a ração (mais de 60 %).

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, a duração do ciclo (SOUSA JÚNIOR, 2003).

<sup>1</sup> Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (CMER/DEA/UFC) e Doutorando em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco (PIMES/DECON/UFPE). Engenheiro de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (DEP/UFC). E-mail: sousajunior.jp@gmail.com

Além disso, a ração é o item principal na estrutura de custos de produção de camarão cultivado na forma semi-intensiva/intensiva, participando com aproximadamente 52 % e 63,17 % do custo total. Já a pós-larva é o segundo insumo mais importante por ordem de participação nos custos totais, representando 12 % e 17,08 % dos mesmos para Madrid (2005) e Sousa Júnior (2003), respectivamente.

Portanto, é óbvio concluir que esses fatores são essenciais à produção, tanto do ponto de vista técnico como financeiro – sem eles, ela inexistente; e é óbvio concluir também que variações em sua demanda ou oferta têm grande impacto no mercado de fatores da carcinicultura, influenciando na capacidade instalada dos laboratórios de larvicultura, bem como no número e escala de produção das fábricas de ração para camarão.

Com relação à ração, embora tenha aumentado o número de empresas que fabricam rações para camarões no Brasil, não se tem observado maiores benefícios em termos de qualidade e de preços para produtores, pois o preço desse insumo não tem acompanhado as quedas do preço do produto (camarão) no mercado internacional; pelo contrário, ele tem sofrido aumentos. Segundo Madrid (2005), o decréscimo previsto para a produção de camarão cultivado em 2005 trará conseqüências negativas para as próprias fábricas de ração, que, pelo princípio da economia de escala, terão os seus custos fixos aumentados com conseqüente redução de rentabilidade de seus empreendimentos.

A falta de estruturas das fábricas de rações para realizar pesquisa nas condições brasileiras de cultivo com vistas à fabricação de alimentos mais baratos faz crer que essa situação perdurará sem alterações por algum tempo (MADRID, 2005).

No que tange às pós-larvas, esse setor também vai ressentir-se com a crise pela qual passa a carcinicultura brasileira, que certamente afetará o sistema de larvicultura existente. A falta de crédito para capital de giro aliada à baixa sobrevivência do camarão nos viveiros devido a

doenças, recém diagnosticadas no Brasil, está mudando o modelo brasileiro, que é semi-intensivo/intensivo, para o uso de reduzida densidade de pós-larvas nas fazendas, o que incide diretamente na demanda desse insumo (MADRID, 2005).

No entanto, o fato é que trabalhar com commodities – como é o camarão – nas atuais circunstâncias da economia mundial significa estar preparado para enfrentar perigos que nem sempre estão à vista. Deve-se estar consciente de que o conhecimento passa a ser o principal insumo capaz de gerar vantagens competitivas sustentáveis em médio e longo prazo. A complexidade da carcinicultura marinha faz com que a utilização do conhecimento seja fundamental para que o diferencial seja conseguido (MADRID, 2005).

Então, diante de incertezas onde as oscilações no mercado de produto afetam o mercado de fatores de produção, faz-se necessário conhecer como se dão tais variações.

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é estimar a função de produção de camarão e calcular a função de custo indireta. Especificamente, pretende-se calcular as quantidades eficientes de pós-larva e ração que minimizam os custos de produção do camarão, através da demanda condicionada desses fatores, baseado na aplicação do Lema de Shepard.

## Metodologia

Este estudo baseia-se nos princípios da teoria da produção, especificamente no conceito de função de produção, que indica a relação técnica entre a produção máxima obtida em determinada unidade de tempo e os fatores utilizados no processo de produção.

Segundo Debertin (1986), de forma genérica, uma função de produção pode ser representada, algebricamente, por:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

em que  $Y$  é a variável dependente e indica a quantidade produzida por unidade de tempo, e  $x_i$  são as variáveis independentes, que representam os fatores utilizados na produção.

Geralmente, a estimação de funções de produção pode ser realizada por meio de abordagem paramétrica (econométrica) ou não paramétrica (programação matemática) (BAPTISTA; TEIXEIRA, 2003). De acordo com Coelli et al. (1998), a abordagem paramétrica é a mais utilizada em análises empíricas, enquanto a não paramétrica é muito utilizada na análise de eficiência produtiva.

Na abordagem paramétrica, é necessário especificar forma funcional. Neste estudo, utilizou-se a forma funcional tipo Cobb-Douglas, para estimar os parâmetros e analisar a elasticidade de produção e retornos à escala.

No estudo, utilizou-se as duas abordagens. A não paramétrica foi utilizada para discriminar os municípios em termos de eficiência e, posteriormente, utilizou-se a abordagem paramétrica para estimar econometricamente uma função de produção para o grupo de carcinicultores eficientes e o total de carcinicultores virtualmente eficientes.

## Eficiência técnica

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

A avaliação da eficiência técnica pode ser feita a partir de duas orientações – aquela que se fundamenta na redução de insumos, denominada insumo-orientada (*input oriented*), e aquela que imprime ênfase no aumento do produto, denominada produto-orientada (*output oriented*). As medidas de eficiência de uma firma, por sua vez, podem ser obtidas a partir da estimativa de

funções de fronteira. Essa estimativa pode ser feita através de diferentes abordagens. Uma abordagem alternativa, não paramétrica, utilizada para esse fim é a análise envoltória de dados – *data envelopment analysis* (DEA), que objetiva discriminar, classificar e caracterizar as firmas (fazendas de camarão) de acordo com o nível das medidas de eficiência relativa. Charnes et al. (1978), baseados nos estudos de Farrel (1957), que, por sua vez, baseou-se nos trabalhos de Koopmans (1951) e Debreu (1951), principiaram os estudos de análises das medidas de eficiência relativa a firmas que utilizavam múltiplos insumos e produtos. Esse modelo ficou conhecido como DEA e consiste num método que compara cada firma individual com a firma ótima. Em suma, a DEA constrói uma fronteira envoltória sobre os dados, de modo que todos os pontos estejam na fronteira ou abaixo desta.

## Modelagem

Os modelos que consideram funções de produção permitem – fazendo uso do conceito de dualidade – modelar a tecnologia com base na função de custos, sob o pressuposto de que os agentes atuam minimizando-os em situação de preços exógenos (BERNDT, 1977; TANSINI; TRIUNFO, 1998). Nesse caso, supõe-se que a modelagem é de longo prazo, pelo que se assume que existe um ajuste instantâneo dos insumos a variações nos seus respectivos preços.

Com base em trabalhos prévios, opta-se pela especificação Cobb-Douglas linearizada, dado que impõe restrições de homogeneidade e permite ser testada estatisticamente. Contudo, é necessário impor homogeneidade de grau 1 em preços para que a função tenha o comportamento tradicional (TANSINI; TRIUNFO, 1998).

Partindo da função de custos através do Lema de Shepard, é possível derivar um sistema de equações de participação nos custos dos distintos fatores de produção a partir do pressuposto de que os preços dos fatores são determinados exogenamente.

## Conceitos da teoria da produção

De acordo com Budría et al. (1998), em qualquer sistema produtivo as quantidades de produtos se relacionam com a dos fatores através de uma função de transformação  $F(X, Y)$ , onde  $X$  representa o vetor de fatores  $\{x_i\}$ , e  $Y$  o vetor dos produtos  $\{y_i\}$ . Assim,  $F(X, Y) \geq 0$  mostra todas as combinações factíveis de  $X$  e  $Y$ , e é dito que os vetores de  $Y$  podem ser produzidos a partir de  $X$ . Dessa forma,  $F(X, Y) = 0$  representa a fronteira de possibilidade de produção.

$$\text{Min}_X \sum_i p_{x_i} x_i; \text{ sujeito à } F(X, Y) \geq 0 \quad (2)$$

A função de custos de longo prazo  $C(P_{x_i}, Y)$  está definida como aquela que representa o mínimo gasto necessário para produzir  $Y$  quando o preço dos fatores for  $P_x$  ( $P_x = \{p_{x_i}\}$ ), e se obtém como solução o seguinte problema de otimização:

$$C(P_x, Y) = \sum_i p_{x_i} x_i^c(P_x, Y) \quad (3)$$

Em geral a solução de (2) se produzirá na fronteira técnica, de forma que quando esta for  $X^c = X^c(P_x, Y)$ , a função de custos poderá se expressar como onde se considera  $Y$  exógeno, isto é, não pode ser afetado por decisões da firma.

Uma propriedade importante da função de custos é o Lema de Shepard, que pode ser usado com o objetivo de introduzir um conjunto adicional de restrições à estimação da função de custos. Essa propriedade diz que a demanda do fator  $i$  no ótimo pode ser calculada como:

$$X_i^c(P_x, Y) = \frac{\partial C(P_x, Y)}{\partial p_{x_i}} \quad (4)$$

## Estimação da função de produção de camarão marinho cultivado

$$Y = A X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} X_4^{\beta_4} \quad (5)$$

Linearizando obtém-se:

$$\ln\left(\frac{y}{x_5}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln\left(\frac{x_1}{x_5}\right) + \beta_2 \ln\left(\frac{x_2}{x_5}\right) + \beta_3 \ln\left(\frac{x_3}{x_5}\right) + \beta_4 \ln\left(\frac{x_4}{x_5}\right) \quad (6)$$

Onde:

$Y = (y/x^5)$  = Produção de camarão, em quilos por hectare por ciclo (ou seja, produtividade);

$X_1 = (x^1/x^5)$  = Quantidade de pós-larvas, em unidades por hectare por ciclo;

$X_2 = (x^2/x^5)$  = Quantidade de ração, em quilos por hectare por ciclo;

$X_3 = (x^3/x^5)$  = Fertilizantes, em quilos por hectare por ciclo;

$X_4 = (x^4/x^5)$  = Quantidade de energia elétrica, em quilowatt-hora por hectare por ciclo;

$x_5$  = Área cultivada, em hectare por ciclo;

Fazem-se as médias geométricas para  $X_3$  e

$X_4$ .

$\bar{X}_i = \sqrt[n]{X_{i_1} \cdot X_{i_2} \cdot X_{i_3} \cdot \dots \cdot X_{i_n}}$ ; onde:  $i$  = os fatores 3 ou 4; e  $n$  = experimentos ( $n = 61$ ).

De acordo com Barbosa (1985), substituindo os valores médios de  $X_3$  e  $X_4$  na função de produção Cobb-Douglas, obtém-se a função de produção reescrita em termos de  $X_1$  e  $X_2$ .

$$Y = A' X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}; \text{ onde: } A = [(\text{antilog } \beta_0) \bar{X}_3^{\beta_3} \bar{X}_4^{\beta_4}] \quad (7)$$

## Estimação da função de custo de camarão marinho em cativeiro

A partir da função de produção em termos dos fatores em questão (7) faz-se lagrangiana:

$$L = p_{x_1} \cdot X_1 + p_{x_2} \cdot X_2 + \lambda (\hat{Y} - A' X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}) \quad (8)$$

Fazem-se as derivadas parciais e encontram-se os valores de  $X_1$  e  $X_2$ . Então multiplica-se os valores encontrados de  $X_1$  e  $X_2$  pelos seus respectivos preços  $p_{x_1}$  e  $p_{x_2}$  e somando-se as duas parcelas obtém-se a função de custo indireta em termos da produção e preços dos fatores em questão.

$$C(P_x, \hat{Y}) = \sum_i p_{x_i} x_i^c(P_x, \hat{Y}); \text{ onde: } i = 1 \text{ e } 2 \quad (9)$$

## Estimação da demanda condicionada dos fatores pós-larvas e ração para o cultivo de camarão marinho em cativeiro

Derivando-se a função de custo de produção indireta em termos da produção e preços dos fatores em questão em relação aos preços dos fatores pós-larva ( $p_{x1}$ ) e ração ( $p_{x2}$ ), obtém-se a função de demanda condicionada para pós-larvas e ração na carcinicultura.

$$X_1^c(P_x, \hat{Y}) = \frac{\partial C(P_x, \hat{Y})}{\partial p_{x1}} \quad (10)$$

$$X_2^c(P_x, \hat{Y}) = \frac{\partial C(P_x, \hat{Y})}{\partial p_{x2}} \quad (11)$$

### Análise dos resultados

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. A Tabela 1 sintetiza os resultados obtidos, separando-se os produtores de acordo com as medidas de eficiência alcançadas.

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 % tem 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

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

Medidas de eficiência	Eficiência técnica com retornos constantes ( $ET_{rc}$ )	
	Número de carcinicultores	Percentual de carcinicultores
0,6  – 0,7	3	4,41
0,7  – 0,8	8	11,76
0,8  – 0,9	19	27,94
0,9  – 1,0	12	17,65
= 1,0	26	38,24
Total	68	100,00
Média		0,907
Mínimo		0,619
Máximo		1,000
Desvio-padrão		0,101

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 1.

O modelo DEA permitiu ainda calcular a quantidade de cada insumo que estava sendo utilizada 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, tornando-se, portanto, ex-ineficientes.

Feita a distinção dos grupos de carcinicultores eficientes, ineficientes e, em seguida, a conversão dos ineficientes em ex-ineficientes, foi possível estimar e analisar as funções de produção para o grupo dos carcinicultores eficientes e o total de carcinicultores virtualmente eficientes. O critério adotado na escolha do grupo eficiente e o total virtualmente eficiente, excluindo os ineficientes, foi o de levar em consideração que, no futuro, apenas prevalecerão carcinicultores tecnicamente eficientes, não fazendo sentido, portanto, para efeito de previsões, trabalhar com produtores de camarão ineficientes.

A função de produção de camarão do tipo Cobb-Douglas apresentou excelente ajustamento nas duas funções estimadas, o que pode ser verificado pelo  $R^2$  de 99,4 % para o grupo de carcinicultores eficientes e 99,5 % para o total de carcinicultores virtualmente eficientes, mostrando que esses fatores conjuntamente explicam em 99,5 % as variações na produção virtualmente eficiente de camarão durante o período em análise, enquanto que 0,5 % dessas variações podem ser explicadas por fatores ou variáveis que não foram considerados no modelo, tais como: características diferentes no solo do viveiro para cada fazenda, diferentes parâmetros físico-químicos da água de cultivo em cada fazenda – ou seja, temperatura, salinidade, pH

(potencial hidrogênico) –; em suma, características edafo-climáticas que têm relevância na produção de camarão em cativeiro e são inerentes a cada fazenda (Tabela 2).

O fato de os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) terem sido bastante elevados é de certo modo óbvio, devido à combinação dos fatores, pós-larva (que é a própria produção futura) mais alimentos (ração e natural) mais condições propícias, que quando somados geram a produção de camarão, ficando, portanto, a diferença para a unidade a cargo da ausência dos fatores não captados pelo modelo e, conseqüentemente, da taxa de sobrevivência, ou melhor, mortalidade nos cultivos, que é normal e tem que ser considerada. Segundo Sousa Júnior (2003), essas mesmas firmas em análise obtiveram, em média, uma taxa de sobrevivência de 72,13 %, sendo que a taxa modal entre esses produtores foi de 80 %. O ajustamento do modelo é ratificado pelo teste F, a 10 % de significância, e ainda pelos critérios de Akaike e Schwarz.

Pode-se observar que, de modo geral, os parâmetros estimados apresentaram resultados satisfatórios, tanto pelo sinal apresentado como pelo valor das elasticidades, sendo, portanto, condizentes com a teoria econômica. Convém lembrar que, pela teoria da biogênese de que “não se cria vida a partir do nada”, são necessários fatores, ou seja, condições necessárias à vida como nutrientes, água, sol (energia) etc. Analo-

**Tabela 2.** Resultado das estimações das funções de produção de camarão em cativeiro para o grupo de carcinicultores eficientes e o total de carcinicultores virtualmente eficientes.<sup>(1)</sup>

Variável	Eficientes			Total Virtualmente Eficiente		
	Coeficiente	P – valor	Desvio padrão	Coeficiente	P – valor	Desvio padrão
C	-1,336998	0,0009	0,356648	-1,289431	0,0000	0,242031
$\beta_1$	0,250502	0,0003	0,059919	0,269921	0,0000	0,046611
$\beta_2$	0,690497	0,0000	0,056504	0,674747	0,0000	0,045673
$\beta_3$	0,021269	0,0807	0,011720	0,009508	0,2551	0,008269
$\beta_4$	0,035410	0,0501	0,017270	0,023363	0,0001	0,005366
$\Sigma b_i$		0,997678			0,977539	
$R^2$		0,994062			0,995341	
$R^2_{ajustado}$		0,993183			0,995008	
Prob. F		0,000000			0,000000	

<sup>(1)</sup> Nível de significância adotado igual a 10 %.

gamente, a teoria econômica elaborada por Koopmans (1957) e Debreu (1959), mais conhecida como *no free lunch*, afirma que “não se pode produzir nada a partir do nada”. No caso da produção de camarão em viveiro, além desses fatores ainda existe o período de desenvolvimento das pós-larvas<sup>2</sup>, estágio em que os futuros camarões são inicialmente estocados no viveiro e à medida que são consumidos o tempo e esses fatores, os camarões vão amadurecendo até chegarem ao tamanho (peso) comercial. Isso explica a razão de o intercepto ser negativo e os regressores serem positivos, pois à medida que o tempo e os fatores são consumidos, a produção de camarão sai de estágio negativo (pós-larval) para um estágio positivo (produção de camarão propriamente dita).

Quanto à análise dos parâmetros estimados, constatou-se que as elasticidades parciais superaram em duas vezes os respectivos desvios-padrão e foram significativas a 10 % de significância, exceto para a elasticidade referente a fertilizante ( $X_3$ ), o que sugere certo problema de multicolinearidade que será discutido mais adiante; porém, devido à importância dessa variável no processo produtivo do camarão, não é prudente excluí-la do modelo.

A soma das elasticidades de produção dos fatores utilizados na produção virtualmente eficiente de camarão indica a elasticidade de produção de longo prazo, isto é, apresenta a natureza dos retornos à escala.

Neste estudo, constatou-se que o valor de 0,997678, calculado para o grupo de carcinocultores eficientes, e 0,977539, para o total de carcinocultores virtualmente eficiente, todos relacionados à soma das elasticidades parciais de produção, são estatisticamente iguais a 1, fato comprovado pelo teste de Wald. Isso indica que

aumentando a utilização de todos os fatores de produção, a produção de camarão aumentará na mesma proporção, caracterizando, assim, retornos constantes à escala.

Pelo teste de Jarque-Bera, aceitou-se a hipótese nula de os erros possuírem distribuição normal.

Os testes para se detectar multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação foram feitos e esses problemas não foram detectados. Para se testar a presença de multicolinearidade, utilizou-se a matriz de correlação, que não apresentou correlação alta entre as variáveis, exceto para correlação entre os fatores pós-larvas ( $X_1$ ) e ração ( $X_2$ ), que foi de  $r_{(X_1;X_2)} = 0,978541$ . Esse fato se deve à forte relação que a ração tem com as pós-larvas e, por sua vez, com a produção. Trata-se do fator de conversão alimentar (FCA) que mensura quantos quilos de ração são necessários para obtenção de 1 kg de biomassa de camarão. De acordo com Sousa Júnior (2003), esses mesmos produtores conseguiram uma taxa de conversão alimentar média de 1,61 kg de ração para obtenção de 1 kg de biomassa de camarão. Porém, a taxa de conversão alimentar mais comum foi de 1,70 kg de ração para 1 kg de camarão ao final do ciclo de produção. Já a correlação entre os fatores pós-larvas ( $X_1$ ) e fertilizante ( $X_3$ ) foi moderado,  $r_{(X_1;X_3)} = 0,606085$ ; no entanto, os fertilizantes são importantes na promoção de alimento natural<sup>3</sup> (plânctons e afins) que também compõe a dieta dos camarões. Para os fatores pós-larvas ( $X_1$ ) e energia elétrica ( $X_4$ ), a correlação foi de  $r_{(X_1;X_4)} = 0,622428$ . Isso se explica pelo fato de a energia elétrica ser *proxy*<sup>4</sup> de uma variável técnica chamada de aeração dos viveiros. Cada aerador, seja da marca que for, corresponde a 2 HP, e sua utilidade consiste em oxigenar a água dos viveiros, proporcionando maior sobrevivên-

<sup>2</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, chamando-se de pós-larvas de 1 dia, 2 dias, expressando-se por  $pl_1$ ,  $pl_2$ , e assim sucessivamente (OGAWA; KOIKE, 1987).

<sup>3</sup> O alimento natural, representado pelo fitoplâncton (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)), perifiton (diz respeito à microflora (algas) que cresce sobre o substrato, como troncos, galhos, folhas etc. (OGAWA; KOIKE, 1987)), zooplâncton (compreende o plâncton animal, composto de animais na maioria microscópicos e se caracterizam por sua pequena ou nenhuma capacidade de natação (OGAWA; KOIKE, 1987)) e perizoo (esse termo é utilizado por alguns autores para se referir às comunidades de animais que estão associados ao perifiton (OGAWA; KOIKE, 1987)), 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; MALA, 1998).

<sup>4</sup> Termo em inglês que significa uma variável aproximada (equivalente).

cia das pós-larvas e possibilitando também aumentar a densidade de estocagem das mesmas, de acordo com o número de aeradores por hectare, conseqüentemente aumentando a produção. A freqüência modal de aeradores foi de 4 HP/ha (SOUSA JÚNIOR, 2003).

Adicionalmente, entre os fatores ração ( $X_2$ ) e fertilizante ( $X_3$ ), a correlação foi de  $r_{(X_2;X_3)} = 0,636560$ . No entanto, como havia sido mencionado anteriormente, a elasticidade referente a fertilizante foi a única não-significativa estatisticamente a 10 %, sugerindo problemas de multicolinearidade; porém, não era prudente excluí-la do modelo, exatamente por ambos fatores estarem relacionados à dieta dos camarões. Segundo Gujarati (2000), pode acontecer o fato de o poder explicativo de um fator ser tão elevado – no caso a ração ( $X_2$ ) –, que sobrepõe o poder explicativo de outro fator, como o fertilizante ( $X_3$ ), tornando-o não-significativo apesar do excelente ajustamento do modelo revelado pelo  $R^2$  ajustado, estatística F e as demais elasticidades significativas, confirmando um cenário típico.

A energia elétrica ( $X_4$ ) também é *proxy* de outra variável técnica chamada de renovação de água dos viveiros. Logo, é óbvio que, por se relacionar à qualidade da água, influencia a sobrevivência das pós-larvas (futuros camarões), devido também a aumentar a oxigenação da água e, dessa forma, melhora a conversão alimentar e o crescimento, e reduz a acumulação de alimentos não ingeridos e a deterioração da água e do fundo dos viveiros, evitando aumentos dos custos de ração ( $X_2$ ) através de desperdício e de tempo para se atingir o tamanho comercial. Portanto, se justifica a correlação de  $r_{(X_2;X_4)} = 0,650674$  entre esses fatores. No entanto, aparentemente não existe relação comum entre os fatores fertilizante ( $X_3$ ) e energia elétrica ( $X_4$ ), dado que seu índice foi  $r_{(X_3;X_4)} = 0,432050$  – portanto, baixo.

Também foi feita uma regressão de cada variável independente em função das demais e comparou-se o coeficiente de determinação de cada uma das estimativas com o coeficiente de determinação da estimativa do modelo total. Esse teste também não detectou a presença de multicolinearidade. Os coeficientes de determinação de cada uma das estimativas foram  $R^2$  (pós-larvas) = 0,958;  $R^2$  (ração) = 0,963;  $R^2$  (fertilizante) = 0,412; e  $R^2$  (energia) = 0,428, todos menores que o coeficiente de determinação do modelo total virtual  $R^2$  (total virtual) = 0,995.

O leitor deve estar questionando a ausência do fator mão-de-obra na estimação de uma função de produção; porém, em primeiro lugar, este estudo foi realizado tendo como base apenas a parte técnica da atividade (combinação ótima dos fatores), sendo excluídos a comercialização e beneficiamento, por se tratar de uma função de produção (em termos de produtividade) de camarão tecnicamente eficiente. Além disso, existem peculiaridades da atividade que devem ser consideradas, pois a mesma tenta reproduzir as condições naturais otimizadas que os camarões encontram na natureza, onde não existem arraçoadores para alimentá-los – basta que encontrem ambiente seguro com alimento adequado em abundância para o seu desenvolvimento. Dessa forma, o que importa é o número de bandejas de ração distribuídas no viveiro e o número de refeições diárias oferecidas<sup>5</sup>, o que pode ser feito por vários arraçoadores ou apenas um. Sousa Júnior (2003) observou, quando analisava a eficiência da produção de camarão, que havia fazendas com um único arraçoador obtendo índices de eficiência iguais ou superiores a fazendas com vários arraçoadores e que, por conseqüência, se refletiam da mesma forma na produtividade, ainda que isso fosse um dos fatores que contribuíam para que 44,12 % dessas mesmas firmas fossem classificadas como

<sup>5</sup> De acordo com Sousa Júnior (2003), 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 e Maia (1998) e Brasil (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 freqüência modal na utilização das bandejas de ração foi de 50 unidades/ha. Já com relação ao arraçoamento, foram encontradas firmas que fovecem ração aos seus camarões três vezes ao dia, assim como registrou-se firmas com o emprego de cinco refeições diárias; no entanto, a maioria dos criadores de camarão contemplados na amostra para o Estado do Ceará preferiu arraçoar três vezes ao dia.

ineficientes, sendo mal dimensionadas em todas as escalas de produção reveladas pela taxa de utilização desse fator, que foi de 1,981 – portanto, bem superior à unidade. Essa situação é análoga à pesca extrativa de lagostas, onde o número de pescadores ou de barcos não é relevante, e sim o número de armadilhas para lagostas (covos) que estes transportam e lançam ao mar, ou seja, a unidade de esforço de pesca<sup>6</sup> é dada em covos-dia, o que é conhecido na literatura pesqueira como pesca passiva (SOUSA JÚNIOR, 2002).

Quanto à presença de heterocedasticidade, foram realizados os testes de Glejser, de Park e de White. Estes não detectaram problema dessa natureza, ou seja, aceitaram a hipótese nula de homocedasticidade. Por estarmos lidando com dados *cross-section*, a presença ou não de autocorrelação não terá importância incisiva. O problema da autocorrelação afetará mais propriamente dados de séries temporais, pois analisam séries derivadas de vários anos, o que não é o caso. Neste trabalho, o teste aplicado foi a estatística Durbin-Watson, a qual resultou no valor de DW = 2,39. Esse teste caiu na região não-conclusiva, a correção não procede. Portanto, aceita-se a hipótese nula de ausência de autocorrelação.

A partir da função de produção de Cobb-Douglas estimada para o cultivo de camarão marinho em cativeiro com as propriedades estatísticas desejáveis, obteve-se a seguinte função de produção reescrita em termos dos fatores que se desejou investigar ( $X_1$  e  $X_2$ ), pós-larvas e ração, respectivamente.

Para o grupo de carcinicultores eficientes:

$$\hat{Y} = 0,3730941 X_1^{0,250502} X_2^{0,690497} \quad (12)$$

Para o total de carcinicultores virtualmente eficientes:

$$\hat{Y} = 0,3415134 X_1^{0,269921} X_2^{0,674747} \quad (13)$$

Do exposto, pode-se derivar a função de custo indireto para a carcinicultura que se segue abaixo:

Para o grupo de carcinicultores eficientes:

$$C(P_x, \hat{Y}) = 0,6260712 Y^{1,0627004} p_{x_1}^{0,2662086} p_{x_2}^{0,7337914} \quad (14)$$

Para o total de carcinicultores virtualmente eficientes:

$$C(P_x, \hat{Y}) = 0,5833249 Y^{1,0585729} p_{x_1}^{0,2857312} p_{x_2}^{0,7142688} \quad (15)$$

De acordo com a teoria, verificou-se a presença de homogeneidade de grau 1 em preços.

Com a obtenção dessa função de custo indireto para o cultivo de camarão marinho em cativeiro, pode-se derivar a função de demanda condicionada para pós-larvas e ração na carcinicultura, a seguir:

Para o grupo de carcinicultores eficientes:

$$X_1^c(P_x, \hat{Y}) = \frac{\partial C(P_x, \hat{Y})}{\partial p_{x_1}} = 0,1666655 \hat{Y}^{1,0627004} p_{x_1}^{-0,7337914} p_{x_2}^{0,7337914} \quad (16)$$

$$X_2^c(P_x, \hat{Y}) = \frac{\partial C(P_x, \hat{Y})}{\partial p_{x_2}} = 0,4594057 \hat{Y}^{1,0627004} p_{x_1}^{0,2662086} p_{x_2}^{-0,2662086} \quad (17)$$

Para o total de carcinicultores virtualmente eficientes:

$$X_1^c(P_x, \hat{Y}) = \frac{\partial C(P_x, \hat{Y})}{\partial p_{x_1}} = 0,1666741 \hat{Y}^{1,0585729} p_{x_1}^{-0,7142688} p_{x_2}^{0,7142688} \quad (18)$$

$$X_2^c(P_x, \hat{Y}) = \frac{\partial C(P_x, \hat{Y})}{\partial p_{x_2}} = 0,4166508 \hat{Y}^{1,0585729} p_{x_1}^{0,2857312} p_{x_2}^{-0,2857312} \quad (19)$$

Conforme o previsto, observou-se a homogeneidade de grau 0 em preços nas funções de demanda condicionada de pós-larvas e ração no cultivo de camarão marinho.

Dadas as funções de demanda condicionada de pós-larvas e ração acima, para atender ao objetivo específico do trabalho, fez-se necessário calcular simulações com base em dados referen-

<sup>6</sup> Esforço de pesca é uma unidade de medida que mensura a intensidade em que está sendo utilizado um determinado apetrecho de pesca sobre um determinado recurso pesqueiro, o qual não deve ultrapassar o ponto de captura máxima sustentável (quantidade máxima de pescado expressa em peso de biomassa que, teoricamente, pode ser capturada em anos sucessivos sem que se produza nenhuma variação na intensidade da pesca), o que levaria a uma sobrepeca desse recurso. Ou ainda, em termos econômicos, representa um índice de insumos (embarcações, motor, tripulação, combustível etc.) que representam a capacidade de uma captura.

tes às seguintes variáveis:  $\hat{Y}$ ,  $P_{x1}$ ,  $P_{x2}$ , relatados pela Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC) e Madrid (2005). Para então substituí-los no modelo outrora descrito para encontrarmos as quantidades dos fatores, condicionalmente demandadas, que minimizam os custos de produção para o carcinicultor.

A Tabela 3 mostra a área cultivada, a produção de camarões e a produtividade da atividade para os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005 oriundas do censo da ABCC. Essas informações terão sua utilidade quando forem feitas simulações das quantidades condicionalmente demandadas dos fatores em análise. Porém, percebe-se que houve uma queda na produtividade a partir de 2003.

Segundo Rodrigues (2005), a carcinicultura marinha que registrou crescimentos elevados e consistentes desde o início de sua produção comercial em 1996 até 2003, confrontou em 2004 problemas que afetaram seu desempenho global (produtividade, produção e exportação). A enfermidade do camarão cultivado ocasionada pelo vírus da mionecrose infecciosa (IMN), cuja primeira manifestação no Brasil ocorreu em fazendas no litoral do Estado do Piauí, no último trimestre de 2003, e que gradualmente se disseminou para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, incidiu com maior intensidade na sobrevivência dos camarões em 2004 e, conseqüentemente, na produtividade e produção nas áreas contaminadas pela doença. Para Rodrigues (2005), o desequilíbrio do ambiente aquático dos estuários ocasionado pelos altos índices pluviométricos ocorridos entre 2003 e 2004, que afetaram a qualidade da água, levou o camarão ao estresse, abrindo caminho para as manifestações mais intensas da enfermidade neste

último ano. O impacto da IMN na carcinicultura do Nordeste (historicamente superior a 90 % da produção nacional) em 2004 resultou de dois efeitos: queda da sobrevivência do camarão nas fazendas e redução da densidade de estocagem (povoamento) como medida profilática contra o estresse do camarão e a conseqüente intensificação da enfermidade.

Por outro lado, ainda de acordo com Rodrigues (2005), a ação antidumping movida pelos pescadores norte-americanos contra o camarão brasileiro, que resultou em julho de 2003 na aplicação de elevadas taxas para sua entrada nos EUA, limitou drasticamente as exportações brasileiras para o referido mercado em 2004. A ameaça de restrição do acesso do nosso produto ao mais importante mercado mundial de camarão obrigou o produtor-exportador brasileiro a redimensionar sua produção.

Esses fatores combinados também afetaram a atividade em 2005, caracterizando, portanto, 2004 e 2005 como anos atípicos.

A Tabela 4 revela os resultados das simulações das quantidades condicionalmente demandadas de pós-larvas ( $X_1^c$ ) e ração ( $X_2^c$ ) por unidade de área (ha) por ciclo de produção quando submetidas aos preços dos fatores observados por Madrid (2005), que atualizou os valores nominais pelo Índice de Preço ao Consumidor (IPCA), o qual é oficialmente utilizado para o cálculo da inflação, tendo usado como base o mês de junho de 2005.

Nessa tabela, pode ser observado que os preços de R\$ 9,09/mil, R\$ 10,71/mil, R\$ 10,46/mil, R\$ 7,85/mil, R\$ 6,03/mil e R\$ 5,70/mil levantados por Madrid implicaram em demandas condicionadas de pós-larvas, dada em mil ou

**Tabela 3.** Evolução da carcinicultura marinha no Brasil no período de 2000 a 2005.

Variáveis Levantadas	Ano					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Área (ha)	6.250	8.500	11.016	14.824	16.598	15.000
Produção (t)	25.000	40.000	60.128	90.190	75.904	65.000
Produtividade (kg/ha/ano)	4.000	4.706	5.458	6.084	4.573	4.333

Fonte: Brasil (2001) e Sousa Júnior (2003).

**Tabela 4.** Demandas condicionadas dos fatores pós-larvas e ração por unidade de área e por ciclo de produção para o Brasil no período de 2000 a 2005.

Demanda condicionada	Ano					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
$X_1^c$ = PLs (mil/ha/ciclo)	331,34	382,68	489,66	654,20	543,16	515,68
$X_2^c$ = RA (kg/ha/ciclo)	4.352,01	5.227,31	5.900,24	6.171,97	4.354,99	4.104,94

Fonte: dados da pesquisa aplicados a preços de Madrid (2005).

“milheiro” de pós-larvas por hectare por ciclo, crescentes ao longo do período em análise, exceto em 2004 e 2005 por motivos supracitados. Adicionalmente, esse crescimento se deu a taxas também crescentes quando comparadas ao ano anterior, imprimindo um ritmo de 13 %, 22 %, 25 %, -20 % e -5 % para 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005, respectivamente.

Convém lembrar que esses valores foram estimados considerando-se o conceito de eficiência, de forma que os mesmos são otimizados e ideais, de acordo com o modelo, no qual parâmetros servirão como coeficientes técnicos para projeções de produções tecnicamente eficientes.

Seguindo o mesmo raciocínio, pode-se observar que a demanda condicionada de ração (cujos preços, segundo o mesmo autor, foram respectivamente R\$ 1,73/kg, R\$ 1,96/kg, R\$ 2,17/kg, R\$ 2,08/kg, R\$ 1,88/kg e R\$ 1,79/kg), dada por quilos por hectare por ciclo, foi crescente ao longo do período exceto nos anos de 2004 e 2005. Porém, o crescimento aqui se deu a taxas decrescentes quando comparadas ao ano anterior, determinando um ritmo de 17 %, 11 %, 4 %, -42 % e -6 % para 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005, respectivamente. Esse padrão de comportamento onde a utilização de pós-larvas por unidade de área e por ciclo de produção é crescente, enquanto que simultaneamente a quantidade de ração por unidade de área por ciclo é decrescente, revela indícios de que a atividade ao longo do período obteve ganhos de tecnologia

e/ou ganhos de eficiência através da experiência, tanto dos técnicos, como dos empresários, caracterizando o chamado aprendizado pela prática – *learning by doing* –, que influi na acumulação de capital, no caso as receitas e patrimônios relacionados à atividade, em virtude da inclusão da variável subjetiva – experiência – como principal componente da taxa de progresso técnico.

Vale a pena ressaltar que o estado do Ceará foi o doador das informações<sup>7</sup> utilizadas nesse estudo por ser o estado modelo para atividade em termos de produtividade e tecnologia, sendo líder nacional nesse indicador no ano de 2002 com 7.249 kg/ha/ano e tendo contribuído para que o Brasil alcançasse a liderança mundial em produtividade no ano seguinte, com 6.080 kg/ha/ano.

Isso exposto, então, Sousa Júnior (2003), ao cruzar as informações, observa 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

<sup>7</sup> A amostra dos carcinicultores cearenses foi estatisticamente significativa. 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.

experiência modal na atividade também foi de 24 meses. No entanto, 76,19 % desses gerentes de engorda receberam algum tipo de treinamento específico (SOUSA JÚNIOR, 2003).

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 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 a atividade.

Quanto aos gerentes de engordas que se afirmaram como semi-analfabetos, a experiência desses profissionais com a carcinicultura variou de 12 a 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 (SOUSA JÚNIOR, 2003).

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 eles no momento em que estão arraçoando<sup>8</sup>, e monetária, fazendo com que tenham 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 (SOUSA JÚNIOR, 2003).

Com relação ao Estado do Ceará, especificamente para o ano de 2002, a simulação das

demandas condicionadas também foi realizada, resultando em 661,24 mil/ha/ciclo e 7.967,70 kg/ha/ciclo. Nota-se que a demanda para o fator pós-larva no Estado do Ceará foi superior àquela simulada para o Brasil no mesmo ano, o que implica que o Ceará usa em seu manejo uma densidade de estocagem acima de 50 pós-larvas por metro quadrado (pls/m<sup>2</sup>), que é maior que o sistema usado no Brasil. Os efeitos dessa prática implicam em uma maior produtividade que os demais estados e numa maior adoção de tecnologia traduzida em número de aeradores. Pressupõe-se que maior densidade de estocagem requer maior quantidade de ração, o que também foi observado no Ceará no mesmo período. De acordo com Sousa Júnior (2003), os carcinicultores contemplados no espaço amostral utilizaram em média uma densidade de estocagem de 51,09 Pls/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 espécimes, foi a de 50 Pls/m<sup>2</sup>.

Nas Tabelas 5 e 6, pode ser observado que houve escassez de pós-larvas no mercado brasileiro nos anos de 2003 e 2004, dado que suas demandas foram superiores às respectivas ofertas, pois foram produzidas no Brasil, segundo a ABCC, 5.026.000.000, 7.723.150.000, 11.428.000.000, 16.400.000.000, 15.645.138.626 e 16.400.000.000 pós-larvas, respectivamente para os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005. A crescente demanda fez com que o número de empresas produtoras de pós-larvas no Brasil também aumentasse, respectivamente: 12, 24, 28, 35, 36 e 30. No entanto, assim como no mercado nacional, o mercado cearense também enfrentou crise no abastecimento de pós-larvas, pois a demanda em 2002 foi de 2.988.789.672 pós-larvas; portanto, superior à sua oferta no mesmo período, que foi de 2.920.000.000, de acordo com a ABCC.

<sup>8</sup> De acordo com Rocha e 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%.

**Tabela 5.** Demandas condicionadas dos fatores pós-larvas e ração para o Brasil de 2000 a 2002.

Demanda condicionada	2000	2001	2002
$X_1^c$ = pós-larvas (Pls/ano)	14.141.692.510	16.505.635.706	10.788.162.556
$X_2^c$ = ração (kg/ano)	54.400.105	88.864.283	129.994.068

Fonte: dados da pesquisa aplicados a preços de Madrid (2005).

**Tabela 6.** Demandas condicionadas dos fatores pós-larvas e ração para o Brasil de 2003 a 2005.

Demanda condicionada	2003	2004	2005
$X_1^c$ = pós-larvas (Pls /ano)	19.395.853.836	18.030.582.726	15.470.435.077
$X_1^c$ = ração (kg/ano)	182.986.616	144.568.384	123.148.309

Fonte: dados da pesquisa aplicados a preços de Madrid (2005).

Se for utilizado o fator de conversão alimentar (FCA) para carciniculturas eficientes encontrado por Sousa Júnior (2003), que foi de 1,53 kg de ração para obtenção de 1 kg de biomassa de camarão, e aplicá-lo a essas quantidades condicionalmente demandadas do fator ração, isso nos remeteria a possíveis produções nacionais de 35.555.624 kg, 58.081.231 kg, 84.963.443 kg, 82.495.718 kg, 119.599.095 kg, 94.489.140 kg e 80.489.091 kg de camarão, respectivamente para os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005. Portanto, sob essas condições, as produções seriam bem superiores às realmente alcançadas, segundo a ABCC, e relatadas previamente na Tabela 3. Talvez essas produções ideais não tenham sido atingidas exatamente pelo déficit de pós-larvas no mercado nacional e também por considerar que nem todas as fazendas no Brasil são plenamente eficientes.

Como era de se esperar, o ritmo de crescimento das demandas anuais seguiu o mesmo padrão daquelas encontradas por unidade de área e por ciclo de produção. No entanto, com magnitudes mais expressivas, para demanda condicionada de pós-larvas, o crescimento se deu a taxas também crescentes quando comparadas ao ano anterior, imprimindo um ritmo de 36 %, 40 %, 44 %, -8 % e -17 % para 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005, respectivamente. Já a demanda condicionada de ração obteve um crescimento a taxas decrescentes, respectivamente a esses mesmos anos, de 39 %, 32 %, 29 %,

-27 % e -17 %. Essa diferença de magnitude das taxas anuais quando comparadas com as taxas por unidade de área por ciclo revela o efeito escala, ou seja, a entrada de novas firmas na atividade, uma expansão da atividade.

## Conclusões

Os valores encontrados através do Lema de Shepard para quantidades condicionalmente demandadas revelam que esses são os que minimizam os custos ao mesmo tempo em que garantem uma alocação eficiente dos recursos destinados aos carcinicultores e ainda, por levarem em consideração o conceito de eficiência, contribuem para projeções racionais da atividade, servindo como coeficientes técnicos, já que foram estimados por unidade de área e por ciclo de produção.

Um outro ponto observado foi que, pelas quantidades demandadas de ração, e de posse de uma conversão alimentar eficiente, poderíamos ter alcançado produções bem superiores do que as realmente registradas nos períodos analisados.

Provavelmente, essas produções ideais não foram de fato alcançadas por também se ter concluído que realmente houve déficit de pós-larva no mercado entre 2001 a 2003, conforme relatado por produtores nas entrevistas realizadas por Sousa Júnior. Porém, na tentativa de suprir a

crescente demanda por esse fator ao longo do período analisado, foi necessária a entrada de novas firmas fornecedoras de pós-larvas, o que equilibrou o mercado.

Pode-se concluir também, de forma indireta, que houve indícios de ganhos de tecnologia e/ou ganho de eficiência através da experiência (*learning by doing*) gerados pela própria acumulação de capital do setor.

Tornou-se evidente, também, a expansão da atividade ao longo do período analisado devido à diferença de magnitude das taxas anuais quando comparadas com as taxas por unidade de área por ciclo, revelando ganhos de escala, ou seja, a entrada de novas firmas na atividade.

Dessa forma, conclui-se que, de acordo com o modelo e suas hipóteses, as quantidades utilizadas de fatores deverão ser eficientes e racionais para que todos os carcinicultores possam minimizar custos, dada uma produção.

Quanto a essa produção, pode-se concluir que sua estimação pode ser obtida pela multiplicação de uma produtividade eficiente (desejada) pela área disponível à carcinicultura; e que, conjuntamente de posse de projeções dos preços dos fatores em questão, é possível dimensionar a demanda por esses fatores auxiliando a formulação de políticas de planejamento do setor – como onde alocar novas firmas fornecedoras desses fatores para que haja desajustes no mercado de fatores, implicando aquém do esperado.

## Referências

- BAPTISTA, A. J. M. S.; TEIXEIRA, E. C. Otimizando a distribuição do crédito rural entre as unidades de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Brasília, DF. **Anais...** Juiz de Fora, MG: SOBER, 2003. v.1. p. 289-304. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, F. H. de. **Microeconomia: teoria, modelos econométricos e aplicações à economia brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA-INPES, 1985. 556 p.
- BERNDT, E. Reconciling alternative estimates of the elasticity of substitution. **Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 58, n.1, p. 59-68, feb. 1977.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de Pesca e Aqüicultura; Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado**. Brasília, DF: MAPA:ABCC, 2001. 276 p.
- BUDRÍA, E. M.; MARRERO, R. M. G.; HERNÁNDEZ, J. J. D. **Análisis económico de las sociedades estatales de estiba y desestiba en España**. Tenerife: Universidad de la Laguna, 1998. (Working Paper, 97/98-1)
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. London: Kluwer Academic, 1998. 275 p.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 2, n. 6, p. 429-444, jul. 1978
- DEBERTIN, D. L. **Agricultural production economics**. New York: Macmillan Publishing Company, 1986.
- DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, Chicago, v. 19, n. 3, p. 273-292, jul.1951.
- DEBREU, G. **Theory of value**. New York: Wiley, 1959.
- FARREL, M. J. A measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v. 120, n. 3, p. 254-290, 1957.
- GOMES, A. P. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital**. 1999. 157 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000. 837 p.
- KOOPMANS, T. C. Analysis of production as an efficient combination of activities. In: KOOPMANS, T. C. (Ed.). **Activity analysis of production and allocation**. New York: Wiley, 1951. p. 33-98.
- KOOPMANS, T. C. **Three essays on of the state of economic science**. New York: McGraw-Hill, 1957. 231 p.
- MADRID, R. M. M. A dança dos preços na carcinicultura brasileira e desafios de competitividade. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, Recife, ano 7, n. 3, p. 52-61, set. 2005.
- OGAWA, M.; KOIKE, J. **Manual de pesca**. Fortaleza, CE: AEPE-CE, 1987. 775 p.
- ROCHA, I. P.; MAIA, E. P. **Desenvolvimento tecnológico e perspectivas de crescimento da carcinicultura marinha brasileira**. In: WORLD AQUACULTURE SOCIETY (WAS) AND Aqüicultura BRASIL, 98.,

1998, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: SIMBRAQ, 1998. v. 1, 213 p.

RODRIGUES, J. F. Carcinicultura marinha: desempenho em 2004. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, Recife, ano 7, n. 2, p. 38-44, abr. 2005.

SOUSA JÚNIOR, J. P. **Análise da eficiência da produção de camarão marinho em cativeiro no estado do Ceará**. 2003. 127 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOUSA JÚNIOR, J. P. Mercado internacional para lagosta brasileira: uma abordagem simultânea para as equações de demanda e oferta externas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Brasília, DF. **Anais...** Passo Fundo, RS: SOBER, 2002. v. 1. 1 CD-ROM.

TANSINI, R.; TRIUNFO, P. **Cambio tecnológico y productividad de las empresas industriales uruguayas**. Montevideo: Department of Economics: School of Social Sciences: Universidad de la República, 1998. (Working Paper, 12/98).