

Caracterização do perfil e análise da eficiência dos produtores cearense de camarão marinho

Technical efficiency of shrimp production in ceará state.

Fellipy Augusto Holanda Chaves

Instituto Federal do Amazonas. Presidente Figueiredo, Amazonas (AM), Brasil

Stalys Ferreira Rocha

Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, Maranhão (MA), Brasil

Kilmer Coelho Campos

Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Ceará (CE), Brasil

Cybele Pinheiro Guimarães

Instituto Federal do Amazonas. Presidente Figueiredo, Amazonas (AM), Brasil

GT03. Evolução, estrutura, competitividade e dinâmica das cadeias agroindustriais

Resumo: A carcinicultura é um dos principais setores do agronegócio cearense. Em 2011, o Ceará tornou-se o maior produtor de camarão do Brasil. Assim, o objetivo desse estudo é estabelecer o perfil dos produtores de camarão e analisar a eficiência técnica das unidades produtivas no Estado do Ceará. Os dados são de natureza primária, coletados por meio de entrevistas e aplicação de questionários. Para estabelecer o perfil dos produtores buscou-se informação sobre: idade, escolaridade, cursos na área, assistência técnica, nível de tecnologia, experiência e cargo. Os dados coletados foram analisados utilizando o modelo matemático não paramétrico de Data Envelopment Analysis (DEA). Os valores observados para o perfil dos produtores mostram que 44% tem idade entre 30 e 50 anos, 75% tem nível superior, entretanto 62% não fizeram qualquer tipo de curso na área e não têm assessoria técnica. Quanto aos resultados sobre eficiência, foi observado que 48,27% das unidades tomadoras de decisão (DMU) foram consideradas ineficientes.

Palavras-chave: Carcinicultura, Eficiência técnica, Ceará.

Abstract: Shrimp farming is one of the main sectors of agribusiness in Ceará. In 2011, Ceará became the largest shrimp producer in Brazil. Thus, the objective of this study is to establish the profile of the shrimp producers and to analyze the technical efficiency of the productive units in the State of Ceará. The data are of primary nature collected through interviews and questionnaires. In order to establish the profile of the producers, information was sought on: age, schooling, courses in the area, technical assistance, level of technology, experience and position. The data collected were analyzed using the non-parametric mathematical model of Data Envelopment Analysis (DEA). The observed values for the producers' profile show that 44% are between 30 and 50 years old, 75% have a higher education level, however 62% did not take any type of course in the area and do not have technical advice. Regarding the efficiency results, it was observed that 48.27% of the decision making units (DMU) were considered inefficient.

Keywords: Shrimp Farming, Technical efficiency, Ceará.

1. Introdução

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2020) o consumo de pescado está em crescimento. O consumo per capita que era de 9 kg, nos anos de 1960, passou para 20,5 kg em 2018. Os dados da FAO (2020) informam ainda que

crescimento populacional foi inferior à taxa de crescimento desde setor no período analisado. No entanto, é importante caracterizar os componentes desta cadeia.

A cadeia de suprimento de pescado é constituída pela pesca extrativista e aquicultura. Esta última, envolve a reprodução e o crescimento de organismos aquáticos, como plantas e animais (peixes, moluscos, crustáceos, anfíbios e répteis) em ambiente aquático controlado ou semicontrolado (por exemplo, em propriedades que criam peixes em lagos e/ou tanques) (Siqueira, 2018).

Em 2009, a pesca extrativista participou com um total de 90 milhões de toneladas de pescados enquanto que o setor aquícola entregou 55,7 milhões de toneladas. Já em 2018, a pesca extrativista produziu 96,4 milhões de toneladas enquanto que a aquicultura 82,1 milhões de toneladas, ou seja, enquanto atividade extrativista cresceu 7,11%, a aquicultura cresceu 47% (FAO, 2020). O reflexo deste fato é que aquicultura mundial já é responsável por mais da metade da produção de pescado para o consumo humano (FAO, 2020). Isto demonstra o potencial dessa atividade como uma alternativa para suprir tanto a crescente demanda internacional por proteínas de origem animal que detenham qualidade e possuam baixo custo, como também para a geração de emprego e renda de forma competitiva em regiões menos desenvolvidas.

No Brasil, a aquicultura produz principalmente peixes (sobretudo, tilápia e o tambaqui) e crustáceos (camarão, *Litopenaeus vannamei*). Especificamente a produção de camarão, é uma indústria consolidada na região Nordeste do país, concentrando os principais produtores, as maiores áreas destinadas a produção e as indústrias de insumos (ABCCAM 2011). Nesse sentido, a carcinicultura encontrou no Nordeste, graças aos fatores ambientais, a região adequada para o seu desenvolvimento. A propósito é nesta região que estão os estados que lideram a produção de camarão: Rio Grande do Norte e Ceará.

Em 2004, o Nordeste concentrava 89% produtores de camarão e em 2018 já eram 95% (IBGE, 2017). Adicionalmente, no contexto nacional, a atividade apresentou, nesse período, um crescimento médio na quantidade de empreendimento de 22,56 %, em menos de uma década (ABCC, 2011). Contudo, esse crescimento não tem constituído ganho de produção.

Nos últimos anos, a carcinicultura (produção de camarões e lagostas) tem apresentado uma produção que oscila entre de altos e baixos. Por exemplo, a produção brasileira de camarão em 2013 foi de 64.669 para 47.610 toneladas em 2018, uma queda de 35,83%, uma crise causada essencialmente pela doença da mancha branca (IBGE, 2019).

Paralelamente, é importante salientar que, em termos de valores monetários, o setor não apresentou queda, mas um crescimento de 44%, alta puxada pelos preços que saltaram de R\$ 12 para R\$ 23 nesse período (IBGE, 2019)

O Ceará já liderou a produção de camarão. Em 2011, foram produzidas mais de 30 mil toneladas e em 2015, 40.718 toneladas, (IBGE 2019). Além disso, o Estado possui a maior área em hectares destinado a carcinicultura, possui o segundo maior número de laboratórios destinados a reprodução e produção de náuplios e pós-larvas e, conseqüentemente, é o segundo maior produtor de pós-larvas do país (ABCCAM 2011).

No Ceará, segundo a ABCC (2017), há 700 fazendas de camarão, contudo a maior parte dessas fazendas, cerca de 78%, são caracterizadas como de micro e pequeno porte. Em 2011, ABCC (2011) identificou que estes produtores ocupavam uma área equivalente a 11% do total de área produtiva. A produção anual de camarão desse grupo corresponde a 12% da produção total que foi de 31.982 toneladas de camarão (ABCCAM, 2011).

Os municípios cearenses de Aracati, Jaguaruana e Itaiçaba concentram 52% do total de produtores (ABCC, 2017). Convém, salientar que os municípios de Jaguaruana e Itaiçaba são, respectivamente, o primeiro e segundo município em número de produtores (ABCC, 2017). Em 2015, estes municípios juntos já chegaram a produzir 44% de todo o camarão cearense (IBGE, 2019). O município de Itaiçaba, apesar da baixa quantidade no número de produtores, ver a carcinicultura como responsável pela criação de emprego e renda.

Os municípios de Aracati, Jaguaruana e Itaiçaba formam um importante centro da indústria camaroeira. Assim, analisar a eficiência técnica é verificar como os produtores estão alocando os seus recursos, ou seja, se eles são eficientes ou não.

Diante desse quadro faz-se necessário caracterizar os produtores e analisar a eficiência técnica das unidades produtoras de camarão no Estado do Ceará. A metodologia utilizada foi o modelo não paramétrico *Data Envelopment Analysis* (DEA) para o ano agrícola de 2015/2016 junto a 29 produtores de camarão do Ceará.

Além da introdução, o artigo é composto por mais cinco seções. Na segunda e terceiras seções, apresenta-se algumas considerações teóricas sobre a eficiência técnica e a fronteira de produção, mas, também, o levantamento da literatura aplicada a análise de eficiência. Na quarta seção, tem-se a metodologia da pesquisa com destaque para a área de estudo, natureza e fonte dos dados. Na quinta seção, os resultados são apresentados e discutidos. Finalmente, na última seção, apresentam-se as considerações finais.

2. Revisão da Literatura

Gunaratne e Leung (1996) relataram que a indústria de produção do camarão-tigre dos países asiáticos encontra-se abaixo da fronteira de produção. Os autores relataram que trabalhando no nível de fronteira os produtores, que foram classificados de acordo com o modelo produtivo, ou seja, foram divididos em extensivo, semi-intensivo e intensivo; teriam um incremento anual de receita de U\$\$ 4.253, U\$\$ 10.830 e U\$\$ 34.000, respectivamente.

Martinez-Cordero & Leung (2004) utilizaram uma amostra de fazendas produtoras de camarão, no sistema semi-intensivo, para os períodos de 1994, 1996 e 1998 no nordeste do México. Eles obtiveram indicadores do desempenho de eficiência ajustados para incorporar impactos ambientais, sobretudo a substituição de uma espécie por outra (de camarão branco para azul) como consequência de uma doença viral. Assim, a eficiência e a produtividade foram medidas e analisadas em correspondência com três eventos: uso de camarão branco ou azul; quebra viral no desempenho da produção; e adaptação de trabalho a uma nova espécie, após 1996. Usando uma abordagem de função distância, com orientação no insumo, foi examinada a Produtividade Total dos Fatores (PTF) e a eficiência técnica, esta última usando as abordagens tradicional e ajustada para o meio ambiente. A PTF foi menor em 1996/1998 em relação a 1994, refletindo o aumento do uso de tecnologia de produção insumo-intensiva. A mudança de espécies implicou aumento do uso de água e de emissões poluentes, apesar do aumento de produtividade.

No Brasil, Souza Júnior (2003) relatou o caso das fazendas produtoras de camarão para o estado do Ceará. O autor trabalhou como Análise Envoltória de Dados (DEA). Analisando as fazendas foi possível constatada que apenas 30 produtores, do total de 68, eram eficientes enquanto que o restante foi classificado como ineficiente. Entretanto, quando se analisou sobre o aspecto de eficiência alocativa de recurso pode-se concluir que, independentemente da sua classificação como produtor, todos foram classificados como ineficiente. O autor constatou que os produtores eficientes tinham adotados uma série de recomendações e manejo técnico para elevar a produção.

Silva e Sampaio (2009) estudaram o caso dos pequenos e médios carcinicultores do Rio Grande do Norte, utilizando os dados coletados do censo da carcinicultura para o ano de 2004. Os autores estimaram três fronteiras; duas delas estavam fundamentadas no DEA a) retornos constantes de escala e b) retornos variáveis de escala; e c) FDH (Free Disposal Hull). Segundo os autores a densidade pode gerar um efeito negativo para o pequeno e médio produtor, pois à medida que a densidade de estocagem aumenta nos viveiros é necessário ter maiores cuidados.

O trabalho dos autores considerou que densidade ideal para o pequeno e médio produtor, em média, deverá ser menor que 50 cam/m².

Oliveira (2009) estudando o cultivo de camarão marinho no Rio Grande do Norte em sistema dulciaquícola analisou a eficiência do cultivo por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). As variáveis independentes consideradas pelo autor são: produção e peso médio final; os inputs considerados foram tempo de cultivo, quantidade de pós-larvas, quantidade de ração ofertada, área do viveiro e a variável exógena é a origem das pós-larvas. Para o autor do total de 115 cultivos analisado apenas 24 foram eficientes e 91 foram considerados ineficientes.

Ao longo do tempo, diversos métodos têm sido empregados para determinar a fronteira de produção, entretanto, os métodos mais utilizados tem sido Data Envelopment Analysis (DEA) e Frontier Analysis. Nesse contexto, a Fronteira de Produção Estocástica é a mais difundida técnica paramétrica utilizada pelos pesquisadores. Dentre as técnicas não paramétricas, destaca-se a Data Envelopment Analysis (DEA). De acordo com Gomes et al. (2001), estimar fronteiras de produção, ao invés de funções que são ajustadas pelas médias, permite que o pesquisador obtenha as unidades de melhor desempenho dentro da amostra analisada, enquanto que as funções de médias fornecem a forma da tecnologia de uma unidade média. Ou seja, a função de produção representará as melhores práticas e, assim, as eficiências das unidades podem ser medidas.

Farrel (1957) foi o primeiro a propor o uso de programação linear para determinar a curva envoltória poliangular linear. Entretanto, Färe *et. al* (1994) relata que só partir de 1966 a programação linear passou a ser usada para resolver problemas.

Para Ferreira e Gomes (2009) o DEA não está preso a nenhuma condição pré-estabelecida. O modelo é baseado em programação linear para estimar a fronteira de possibilidade de produção. Contudo, o método só ganhou interesse a partir do artigo publicada por Charnes, Cooper e Rhodes; os autores criaram a Análise Envoltória de Dados (DEA) com orientação a partir do insumo e retorno constante de escala (Ferreira; Gomes, 2009).

Para Moreira e Fonseca (2005) o DEA e Fronteira Estocástica podem ser utilizados desde que seja respeitada sua característica. O estudo realizado pelos autores, comparou a eficiência técnica ou econômica por meio do DEA e Fronteira Estocástica, o resultado encontrado demonstra que ambos os modelos apresentam fragilidade. Para o DEA, mesmo apresentando um estimador viesado, ainda assim, foi capaz de produz bons resultados desde que a função de produção seja de retorno constante de escala. A Fronteira Estocástica tem a

vantagem de ter uma forma funcional conhecida, contudo, este é prejudicado pelo o tamanho da amostra, caso o tamanho da população seja menor que 30 o modelo fica impossibilitado

Ferreira e Gomes (2009) descrevem dois modelos de DEA que são bem difundidos: CCR criado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) é o modelo de retornos constante e BCC criado por Banker, Charnes e Cooper esse modelo considera o retorno variável.

O modelo CCR considera o retorno constante de escala, logo, qualquer variação nos inputs produzirá uma variação proporcional nos outputs. Contudo, segundo Silva e Sampaio (2009) os resultados encontrados com a aplicação do modelo CCR são influenciados pelo o retorno de escala, ou seja, mesmo que uma Unidade Tomadora de Decisão (DMU) não trabalhe em condições ótimas o resultado encontrado será alterado por causa da escolha do modelo de escala constante.

A orientação do modelo por ocorre de duas formas: orientado pelos inputs, logo se deseja minimizar a utilização dos recursos, insumos; orientado pelos outputs ocorre quando o produtor deseja aumentar a quantidade produzida sem alterar os recursos.

Para cada DMU é maximizada a razão entre a soma ponderada dos produtos e a soma ponderada dos insumos, onde u é um vetor $P \times 1$ dos pesos associados ao produto e v um vetor $I \times 1$ dos pesos associados aos insumos. Os valores de u e v são tratados como incógnitas e calculados de forma a maximizar a eficiência de cada DMU:

$$\begin{aligned} \text{Max } u, v &= (u^T y_i / v^T x_i), \\ \text{Sujeito a } (u^T y_j / v^T x_j) &\leq 1, j = 1, \dots, N, \\ u &\geq 0 \text{ e } v \geq 0. \end{aligned}$$

O modelo mencionado anteriormente apresenta um número infinito de soluções, pois se (u^*, v^*) é uma solução do problema então $(\alpha u^*, \alpha v^*)$ também será. Para resolver esse problema Charnes et al. (1978) propôs impor uma condição $v^T x_i = 1$, desta forma o problema deixou de ser sobre programação matemática e passou a ser sobre um problema de programação linear. A nova forma é conhecida como forma multiplicativa e apresenta um grande número de restrições, não sendo adequada para efeitos computacionais. Adotado a propriedade da dualidade, característico de programação linear, o problema pode assim ser formulado de forma equivalente, contudo possui menos restrições. O problema de programação linear é resolvido N vezes, uma para cada DMU. O valor de Θ é o escore de eficiência e deve satisfazer a condição $\Theta \leq 1$.

3. Metodologia

3.1 Natureza e fonte de dados

Os dados foram coletados por meio de questionários aplicados diretamente aos produtores da mesorregião do Jaguaribe no Estado do Ceará e os entrevistados respondiam perguntas relativas à produção de 2015/2016. O questionário foi dividido em: a) identificação do produtor; b) inventário da fazenda; c) mão de obra anual com a atividade produtiva; d) despesas anuais com a atividade produtiva; e) receita total anual; f) remuneração dos serviços do empresário; g) inovação tecnológica h) caracterização da gestão da empresa e i) políticas públicas e formas de financiamento.

Esta mesorregião é formada pelos os municípios de Aracati, Jaguaruana e Itaiçaba que constituem um polo carcinicultor de grande importância para o Ceará, pois produzem quase 50% do total de camarão e possuem mais de 40% das fazendas do Estado. A proximidade com grandes centros urbanos facilita o escoamento da produção.

A produção do Ceará em 2011 foi de mais 31.000 toneladas de camarão sendo que as cidades analisadas nesse estudo contribuíram com quase 50%, essas cidades produziram em 2011 mais de 15 mil toneladas de camarão (ABCCAM, 2011).

Em Aracati e Jaguaruana, a carcinicultura está consolidada como atividade que gera empregos e renda, entretanto em Itaiçaba, a carcinicultura ainda está se consolidando, portanto, ainda é uma alternativa para a economia local.

As unidades tomadoras de decisão (DMUs) serão as fazendas. Essas seguem a mesma utilização de outputs e inputs, o que será alterado é a intensidade de utilização dos insumos, ou seja, elas produzem o mesmo produto, realizam as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos; portanto, são homogêneas.

A escolha das variáveis que formam a fronteira de produção foi fundamentada no fato de que a fronteira de produção precisa representar a capacidade máxima de outputs, esses são resultados das quantidades ótimas de insumos utilizados no processo de produção (Lins; Caloba, 2006). A quantidade produzida, em toneladas de camarão por hectare (ha), é a variável dependente do modelo. As variáveis explicativas são área, insumos, capital e mão de obra.

A variável área (ha) representa o fator de produção terra, logo, será a área produtiva (área total dos viveiros) utilizada por propriedades em hectares. Os insumos são as quantidades em tonelada usada com ração, fertilizantes, calcário, cal virgem, hipoclorito e pós-larvas.

Já a mão de obra é composta pelo número de trabalhadores, ou seja, os trabalhadores que fazem parte do setor operacional, administrativo e vigilância, além disso, também foram

contabilizados os trabalhadores temporários e os prestadores de consultoria.

A eficiência produtiva é medida pela distância entre o ponto em que a empresa está operando e a sua fronteira tecnológica. A eficiência produtiva pode ser dividida em componentes: técnico e alocativa.

A eficiência técnica é a capacidade de produzir sem haver perdas, ou seja, produzir o quanto os insumos utilizados permitem ou usando o mínimo de insumo possível no processo de produção.

Já a eficiência alocativa refere-se à melhor combinação de insumos e produto dados os preços desses elementos. Neste estudo, será analisada a eficiência técnica diante da utilização dos insumos na formação da quantidade produzida de camarão nos municípios de Aracati, Jaguaruana e Itaiçaba.

No presente trabalho adotou-se o modelo de retorno variáveis (BCC), com isso o modelo de proporcionalidade será substituído. O BCC permite medir a eficiência sem a interferência do retorno em escala constante. Além disso, a orientação escolhida é pelo inputs. O critério utilizado para adotar o modelo BCC está no fato do tamanho das unidades produtivas variarem. A escolha pela orientação inputs partiu do princípio de que o produtor pode ter mais controle sobre os fatores de produção (BCC-I) (Silva; Sampaio, 2009). A extensão do modelo de retornos constante passa a considerar rendimentos variáveis de escala realizada por Banker et al. (1984), adicionando a restrição de convexidade ($\sum \lambda = 1$).

$$\text{Min } \Theta, \lambda \quad \Theta$$

$$\text{Sujeito a } Y\lambda - y_i \geq 0$$

$$\Theta x_i - X\lambda \geq 0$$

$$\sum \lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0 \quad (2)$$

Em que z é um vetor unitário $N \times 1$.

A versão dual do modelo DEA-V, considerando a minimização de insumos é especificada por:

$$\text{Minimizar } Z_0$$

$$\text{Sujeito a}$$

$$\sum Y_{mj} \lambda_j \geq Y_0$$

$$\sum_{i=1}^s X_{ij} \lambda_j - X_0 Z_0 \leq 0$$

$$\sum \lambda_i = 1$$

Para a aplicação em questão, $j=1, \dots, 29$ é o número de produtores na amostra, $m = 1$ representa a produção de cada produtor, $i = 1, \dots, 9$ é o número de inputs incluídos na análise, Z_o é o escore de eficiência relativa do produtor em análise, λ_j são os pesos que serão obtidos na solução dos problemas, e que servirão para compor o(s) produtor (es) de referência para o produtor ineficiente. X_{ij} é o nível do i -ésimo insumo sob o j -ésimo produtor, Y_{mj} é o nível do m -ésimo produto sob o j -ésimo produtor, Y_o é o nível do produto do produtor, e X_o é o vetor de insumos usado por este produtor. Os escores de eficiência resultantes variam no intervalo de 0 a 1 com valores mais próximos de 1 indicando melhor eficiência.

4. Resultados e Discussão dos Resultados

Após a aplicação dos questionários foi possível identificar o perfil dos carcinicultores. Quase 76% dos entrevistados possuíam curso superior, entretanto, a formação acadêmica é heterogênea. Vale ressaltar, contudo, que apesar de ser uma atividade com um nível de escolaridade alto, quase 4% dos entrevistados tinham cursado apenas o ensino primário (Tabela 1). Este dado é interessante, visto que vários estudos sobre a pesca artesanal brasileira, comumente relatam a baixa escolaridade dos pescadores entrevistados (Vieira; Neto, 2006; Harayashiki *et al.*, 2011).

Com relação a idade, 44% dos carcinicultores declararam ter entre 30 e 50 anos; 28% menos de 30 anos; e os outros 28% tinham até 30 anos. Em geral, a idade dos entrevistados não foi alta, o que pode demonstrar a atratividade econômica da aquicultura tanto para os mais jovens, como também para aqueles que apresentam um nível de escolaridade mais elevado.

Tabela 1: Perfil dos produtores de camarão, 2015/2016.

Perfil dos produtores	Descrição	%
Cargo	Administrador	18,0
	Gerente	69,0
	Técnico	5,0
	Encarregado	8,0
Idade	Até 30 anos	28,0
	Entre 30 a 50 anos	44,0
	Mais de 50 anos	28,0
Escolaridade	Curso superior	77,0
	Curso secundário	15,0
	Curso primário	4,0
	Le e escreve	4,0
Curso	Sim	38,0

	Não	62,0
Assistência técnica	Sim	38,0
	Não	62,0
Tecnologia	Nota >7	21,0
	Nota =7	41,0
	Nota <7	38,0
Experiência	Até 2 anos	10,0
	Entre 2 a 6 anos	36,0
	Mais de 6 anos	54,0

Fonte: Resultados da pesquisa.

No questionário há uma pergunta referente ao nível tecnológico empregado nas propriedades, ou seja, de modo subjetivo, o entrevistado daria uma nota para o sistema produtivo empregado, posteriormente, esta foi classificada de três formas: 1º) menor que 7; 2º) igual a 7 e 3º) maior 7. Logo, o que se pretendia saber era se ainda havia possibilidade de melhoria do sistema tecnológico adotado pelo produtor. Neste caso, apesar de cerca de 60% dos produtores declararem que o nível tecnológico das fazendas está igual a 7 ou acima de 7, todos foram unânimes ao afirmarem que ainda há muito o que melhorar.

Quando questionados sobre se tinham feito algum curso no ano 2015/2016, por exemplo, para aumentar a produtividade; mais de 60% dos produtores relataram que não fizeram qualquer curso na área.

Em relação ao tempo de experiência na atividade, mais de 50% relataram ter mais de 6 anos na atividade e quase 7% falaram que tem menos de 2 anos.

A amostra analisada é composta por 29 produtores de camarão. A Tabela 2 mostra as estatísticas descritivas para todas as variáveis utilizadas no modelo de retornos variáveis orientado pelo input, BCC-I. As variáveis selecionadas foram: insumo, energia, probióticos, área, população, ração, aerador, mão de obra e produtividade.

A variável independente insumo representa o somatório do fertilizante, calcário dolomítico, cal virgem e hipoclorito. A área representa o espaço físico realmente utilizado pelos produtores. A população são as pós-larvas (pl's) utilizadas na produção durante o ano.

Tabela 2: Estatística descritiva das variáveis utilizadas no modelo, 2015/2016

Variáveis	Máximo	Média	Mínimo	Desvio padrão
Insumos (ton)	129.230	27.390,48	18	36.097,81
Energia (kwh)	720.000	139.580,7	18.000	161.239,2
Probióticos (kg)	2.000	173,9	0	459,46
Área (ha)	834	57,72	3,8	150,99
População	39.600.000	10.036.565	1.000.000	10.463.583

Ração (ton.)	460.260	72.154,67	2.860	87.585,28
Aerador	151	37,37	11	35,02
Mão de obra	81	14,55	5	14,08
Produtividade (kg/ha)	24.000	4400,00	568,92	4303,9

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados de estatística descritiva mostram a amplitude das variáveis, ou seja, os valores de máximo a mínimo. Vale ressaltar que os valores observados para energia, ração e mão de obra, no sistema produtivo, são os fatores que mais tem relevância. Energia apresentou média de 139.580 kwh; ração, o consumo médio de ração foi de 72.154,67 ton; já a mão de obra teve uma média de 15 trabalhadores.

Os valores observados para o desvio padrão mostram grande disparidade com em relação aos valores médios, contudo isso não reflete nos valores de eficiência, pois o DEA mostra a relação entre os valores observados e o que poderia ser produzido, logo a análise feita é relação a cada DMU.

A eficiência da produção de camarão para o estado do Ceará, considerando o modelo de retorno variáveis orientado pelos inputs (BCC-I) mostra que das 29 fazendas analisadas apenas 15 apresentaram eficiência técnica (escore de eficiência igual a 1), ou seja, 51,72% dos produtores combinam seus recursos de modo a minimizar seu uso sem prejudicar a produção.

A Tabela 3 mostra os resultados encontrados para eficiência dos carcinicultores. A eficiência média dos produtores foi de 0,82, indica que, em média, as unidades produtivas estão trabalhando próximo ao ideal, contudo ainda existe possibilidade de melhorias. Logo, para atingir o máximo de eficiência, os produtores ainda precisariam reduzir 0,18 dos recursos utilizados no processo produtivo, isso sem prejudicar os resultados obtidos com o nível de produção.

Tabela 3: Eficiência técnica dos produtores de camarão do estado do Ceará, em condição de retornos variáveis à escala (BCC-I), 2015/2016

Indicadores	DEA-BCC
Escore máximo	1,00
Escore médio	0,82
Escore mínimo	0,15
DMUs Eficientes	15
% da amostra	51,72

Fonte: Resultados da pesquisa.

As DMUs consideradas ineficientes (aquelas que obtiveram escores inferiores a um) totalizam 14 e correspondem a 48,27% da amostra. A menor eficiência encontrada foi 0,15, logo a DMU em questão para atingir seu objetivo precisa reduzir o uso dos recursos, em média, 0,85, portanto para ser considerada eficiente, essa DMU precisa, além de reduzir seus insumos, manter o mesmo nível de produtividade. Já o maior escore encontrado, dentro das DMUs consideradas ineficientes, foi de 0,96, nesse caso deve reduzir o uso dos inputs em 0,04. Foram verificados os pesos para cada variável e as mais importantes foram: energia, área, ração, população, aerador e mão de obra; logo, um bom produtor será aquele que melhor utilizar a combinação desses fatores de produção.

As benchmarks são DMUs que estão trabalhando no ponto ótimo, ou seja, estão sobre a curva de eficiência. As DMUs mais eficientes são 2 e 9, logo esses produtores poderão ser utilizados como referência por outros produtores quanto ao uso das variáveis independentes de energia, área, população (pl's), ração, aerador e mão de obra (permanente e temporária). A Tabela 4 traz as DMUs ineficientes com os seus respectivos benchmarks.

Tabela 4: Benchmarks para cada DMUs ineficientes, 2015/2016

DMUs ineficientes	Benchmarks	DMUs ineficientes	Benchmarks
1	9	15	2
3	2	17	9
5	4	19	2
6	9	20	11
7	9	23	9
10	9	24	2
12	2	25	9

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os produtores foram distribuídos de acordo com o porte, a classificação dos produtores foi feita segundo o procedimento adotado pelo o Banco do Nordeste (2017), e posteriormente, foi feita uma distribuição de frequência. Os produtores considerados ineficientes foram classificados em mini, pequeno e pequeno-médio produtor. A maior parte dos produtores ineficientes, 66,67%, são classificados com pequenos (Tabela 5).

Tabela 5: Classificação dos produtores e distribuição de frequência, 2015/2016

Classificação do produtor	Frequência absoluta	DMUs ineficientes
Mini	4	1
Pequeno	22	10

Fonte: Resultados da pesquisa

5. Considerações finais

O presente estudo avaliou a eficiência de propriedades produtoras de camarão. Concluiu-se, com a utilização do DEA para amostra pesquisada, que 52% dos produtores trabalham de forma eficiente, logo 48% estão operando de forma ineficiente.

O perfil dos produtores indica que quase 76% possui nível superior, entretanto, mais de 60% não têm assistência técnica e não fizeram qualquer curso no ano de 2015/2016 para melhorar a capacidade produtiva das propriedades rurais.

Os resultados observados, indicam que os produtores não estão alocando seus recursos de forma a encontrar a melhor combinação. A eficiência média das fazendas de camarão foi de 0,82; portanto ainda há espaço para melhorar a alocação de insumos utilizados na atividade.

Por fim, a falta de assistência técnica e cursos voltados para melhorar a capacidade produtiva das fazendas e dos funcionários, demonstraram que provavelmente isso seja um dos entraves para os carcinicultores se tornarem mais eficientes.

Políticas públicas que poderiam ser adotadas seria a ampliação das assistências técnicas e cursos, principalmente, para os pequenos produtores, pois foi onde mais se constatou a ineficiência.

Para pesquisas futuras, sugere-se ampliar o número de variáveis explicativas, abrangendo aspectos da produção, tempo de cultivo, densidade de estocagem, gerenciamento e gestão ambiental. Essas variáveis adicionais permitirão ampliar a compreensão das relações envolvidas na função de produção do camarão cultivado.

Referências

ABCCAM. **Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011.**

Associação Brasileira de Criadores de Camarão, Natal, 2011. Disponível em: <<http://abccam.com.br/site/wpcontent/uploads/2013/12/LEVANTAMENTO-DA-INFRAESTRUTURA-PRODUTIVA.pdf>>. Acesso em: 25 Janeiro 2017.

BNB, 2015. Disponível em: < <https://www.bnb.gov.br/web/guest/programa-de-apoio-ao-desenvolvimento-da-aquicultura-e-pesca-fne-aquipesca>>. Acesso em 10 fevereiro 2017.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture - Opportunities and challenges.** Rome: [s.n.], 2014. 23-35 p.

FAO. **El estado mundail de la pesca y la acuicultura**. Roma, p. 26-28. 2016.

FARRELL, M. J. The Mesasurement of Protuctive Efficiency. **Journal of the Royal Society**, v. 120, n. 20, p. 253-290, março 1957.

FERREIRA, C. M. D. C.; GOMES, P. **Introdução à análise envoltória de dados**. Viçosa: UFV, 2009.

GUNARATNE, L. H. P.; LEUNG, P. S. Asian black tiger shrimp industry: a productivity analysis. In: LEUNG, P.; SHARMA, K. R. **Economics and Management of shrimp and Carp Farming in Asia: A collection of research papers based n the ADB/NACA farm performance Survey**. Bangkok : Network of Aquaculture Centers in Asia Pacific, 1996. p. 55-68.

HARAYASHIKI, C.A. T.; FURLAN, F.M.; VIEIRA, J.P. Perfil sócio - econômico dos pescadores da Ponte dos Franceses, Rio Grande, RS, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 37 (1): 93–101. 2011

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. [Rio de Janeiro, 2018]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

_____. **Produção Agropecuária Municipal**. v. 44. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

KOOPMANS, T. C. **Analysis of production as un efficient combiantion of activities**. Activity analysis of production and allocation, 1951.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic Frontier Analysis**. 2000. Cambridge University Press, Cambridge, 344 p.

LAMPERT, V. D. N. **Produtividade e eficiência de sistema de ciclo completo na produção de bovinos de corte**. 2003. Tese. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010.

LINS, M. P. E.; CALOBA, G. M. **Programação Linear**. Rio de Janeiro : Interciência, 2006.

MARTINEZ-CORDERO, J.; LEUNG, P. Sustainable aquaculture and producer performance: measurement of environmentally adjusted productivity and efficiency of a sample of shrimp farms in Mexico. **Science Direct: Aquaculture**, Sinaloa, v. 241, p. 249-268, Março 2004.

REIS, R. P.; RICHETTI, A.; LIMA, L. R. Eficiência econômica na cultura do café: um estudo no sul de Minas Gerais. **Organizações rurais e agroindústria**, p. 50-59, 2005.

SILVA, J. L. M. da; SAMPAIO, L. M. B. Eficiência, gestão e meio ambiente na carcinicultura do Rio Grande do Norte. **Revista Piracicaba**, São Paulo, v. 47, n. 04, p. 883-902, outubro. 2009.

SIQUEIRA, T. V. de. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. **Revista BNDES**, 25(49), 119 -170. 2018.

SOUZA JÚNIOR, J. P. **Análise da eficiência da produção de camarão marinho em cativeiro no estado do ceará.** 2003. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) -Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 142. 2003.

TORESAN, Luiz. **Sustentabilidade e desempenho produtivo na agricultura: uma abordagem multidimensional aplicada a empresas agrícolas.** Tese (Doutorado) Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998. 133

TUPY, O.; YAMAGUCHI, C. T. Eficiência e produtividade: conceito e medição. **Revista Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 45, p. 39-51, 1998.

VIEIRA, I.M.; NETO, M.D. A. Aspectos da socioeconomia dos pescadores de camarão da Ilha do Pará (PA) e Arquipélago do Bailique (AP). **Boletim do Laboratório de Microbiologia**, 19 :85- 94. 2006.