



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PRÓ-REITORA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL**

FELLIPY AUGUSTO HOLANDA CHAVES

**EFICIÊNCIA TÉCNICA E ECONÔMICA DE PROPRIEDADES
PRODUTORAS DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ**

FORTALEZA

2018

FELLIPY AUGUSTO HOLANDA CHAVES

EFICIÊNCIA TÉCNICA E ECONÔMICA DE PROPRIEDADES PRODUTORAS DE
CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada à
Coordenação do Programa de Pós-
Graduação em Economia Rural do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título
de Mestre. Área de concentração:
Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Kilmer Coelho
Campos.

FORTALEZA
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C438e Chaves, Fellipy Augusto Holanda Chaves.
EFICIÊNCIA TÉCNICA E ECONÔMICA DE PROPRIEDADES PRODUTORAS DE CAMARÃO NO
ESTADO DO CEARÁ / Fellipy Augusto Holanda Chaves Chaves. – 2018.
122 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos.

1. Análise Envoltória de Dados. 2. Avaliação Econômica. 3. . Análise de Risco.. I. Título.

CDD 338.1

FELLIPY AUGUSTO HOLANDA CHAVES

EFICIÊNCIA TÉCNICA E ECONÔMICA DE PROPRIEDADES PRODUTORAS DE
CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada à
Coordenação do Programa de Pós-
Graduação em Economia Rural do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título
de Mestre. Área de concentração:
Economia Aplicada.

Aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Jair Andrade Araújo
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof.^a Dr.^a Eliane Pinheiro de Sousa
Universidade Regional do Cariri– URCA

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos, pela excelente orientação, apoio, paciência e disponibilidade e, principalmente, pelo conhecimento repassado. OBRIGADO!

Ao Prof. Dr. Jair Andrade de Araújo, pela sua valiosa coorientação.

A minha mãe, Ana Abreu Holanda, pelo apoio e incentivo durante a conclusão do Mestrado.

A minha namorada, Cybele Pinheiro Guimarães, que sempre esteve ao meu lado nessa caminhada, apesar das privações que o Mestrado e a dissertação impõem. Por todo o carinho e compreensão dedicada para que eu alcance meu objetivo.

Aos meus amigos do Mestrado, Cícero, Helson, Esteban, Stalys, Marisa e Nayara. Sou imensamente agradecido pela amizade, ajuda nos momentos difíceis e por termos partilhado grandes momentos na nossa vida.

Ao Departamento de Economia Rural, pela oportunidade da realização do Mestrado. Aos professores e funcionários que colaboram com minha formação acadêmica.

Aos membros da Banca examinadora, Prof. Dr. Jair Andrade Araújo e a Prof.a Dr.a Eliane Pinheiro de Sousa, pelas valiosas contribuições.

Ao órgão financiador, CAPES, pelo o apoio financeiro.

RESUMO

Dissertação composta de dois capítulos, o primeiro dos quais é intitulado “Estudo da eficiência da produção de camarão do Estado do Ceará”, que analisa o grau e as principais variáveis responsáveis pela eficiência das fazendas produtoras de camarão. Os dados foram coletados por meio de entrevistas e questionários referentes à produção de camarão (uso dos fatores produtivos) no ano de 2015, com a aplicação de 43 questionários, nos Municípios de Aracati Acaraú, Jaguaruana, Itaiçaba e Itarema. O modelo utilizado para estimar a eficiência foi a metodologia não paramétrico com análise envoltória de dados (DEA). A fim de encontrar os determinantes de eficiência, adotou-se a técnica econométrica Tobit. Os resultados mostram que apenas 36,84% das fazendas podem ser consideradas eficientes pelo modelo de retornos constantes (CCR), no entanto, quando se consideram os retornos variáveis, o número de fazendas eficientes aumenta para 27 unidades (63%). Com aplicação do modelo de eficiência de escala, foi possível constatar que a maior causa da ineficiência das unidades produtoras é a escala de produção. Com o emprego da técnica Tobit, foi possível verificar que as variáveis área, insumo e produção estão associadas à eficiência dos produtores cearenses. Portanto, pode-se concluir que o principal fator responsável pela ineficiência é o tamanho da escala utilizada no emprego da produção de camarão. O segundo capítulo- “Avaliação econômica de fazendas produtoras de camarão do Estado do Ceará”- possui a mesma base de dados do primeiro capítulo. O objetivo desta pesquisa é analisar a eficiência técnica e econômica das fazendas produtoras de camarão em cativeiro no Estado do Ceará. Para isso, utilizou-se a metodologia de fronteira estocástica para estimar os níveis de eficiência; logo em seguida, foi realizada uma classificação para relacionar as classes de eficiência com os indicadores econômicos. Por último, foi feita uma análise de risco, por meio de três simulações. Os resultados mostram que apenas 19,36% dos produtores podem ser considerados tecnicamente eficientes enquanto 80% dos produtores são havidos como ineficientes e, além disso, o nível de produtores mais eficientes apresentou, respectivamente, 77,2%, 67,1% da margem bruta e margem líquida serem superiores aos valores médios; amostrados, com relação ao custo médio de produção, este denotou 0.000% de ser maior do que o preço médio. Portanto, pode-se concluir que, à medida que a eficiência técnica dos produtores aumentava, os riscos associados à atividade diminuía, logo, o sucesso econômico da atividade está vinculado ao ganho de eficiência.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados. Avaliação Econômica. Análise de Risco.

ABSTRACT

dissertation composed of two chapters, the first of which is entitled "Study of the efficiency of shrimp production in the State of Ceará", which analyzes the degree and main variables responsible for the efficiency of shrimp farms. Data were collected through interviews and questionnaires concerning shrimp production (use of productive factors) in the year 2015, with the application of 43 questionnaires in the municipalities of Aracati, Acaraú, Jaguaruana, Itaiçaba and Itarema. The model used to estimate the efficiency was the non-parametric methodology with data envelopment analysis (DEA). In order to find the determinants of efficiency, we adopted the econometric technique Tobit. The results show that only 36.84% of the farms can be considered efficient by the constant returns model (CCR), however, when considering the variable returns, the number of efficient farms increases to 27 units (63%). With the application of the scale efficiency model, it was possible to verify that the biggest cause of the inefficiency of the producing units is the scale of production. With the use of the Tobit technique, it was possible to verify that the variables area, input and production are associated to the efficiency of the producers of Ceará. Therefore, it can be concluded that the main factor responsible for inefficiency is the size of the scale used in shrimp production. The second chapter- "Economic evaluation of farms producing shrimp from the state of Ceará" has the same database as the first chapter. The objective of this research is to analyze the technical and economic efficiency of farms producing shrimp in captivity in the State of Ceará. For this, the stochastic boundary methodology was used to estimate efficiency levels; soon afterwards, a classification was made to relate the efficiency classes to the economic indicators. Finally, a risk analysis was performed through three simulations. The results show that only 19.36% of the producers can be considered technically efficient while 80% of the producers are considered to be inefficient and, moreover, the most efficient producer level was 77,2%, 67,1% respectively. gross margin and net margin are higher than average values; sampled, in relation to the average cost of production, this denoted 0.000% of being higher than the average price. Therefore, it can be concluded that, as the technical efficiency of the producers increased, the risks associated with the activity decreased, so the economic success of the activity is linked to the efficiency gain.

Key words: Data Envelopment Analysis. Economic Evaluation. Risk analysis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Variáveis utilizadas para a determinação da eficiência, 2015.....	23
Tabela 2	Estatística descritiva das variáveis empregadas no modelo DEA, 2015.....	28
Tabela 3	Eficiência das fazendas produtoras de camarão do Estado do Ceará, 2015.....	29
Tabela 4	Valores de eficiências e a natureza dos retornos, 2015.....	30
Tabela 5	Classificação dos produtores, quanto ao tamanho das fazendas, eficiência e ineficiências, 2015.....	31
Tabela 6	Variáveis que, conjuntamente, influenciam a (in)eficiência técnica dos produtores de camarão do Ceará, 2015.....	32
Tabela 7	Variáveis utilizadas para a determinação da eficiência.....	53
Tabela 8	Variáveis utilizadas para a determinação da eficiência e suas respectivas estatísticas descritivas.....	62
Tabela 9	Critério de informação de Akaike para modelo com distribuição assimétrica half-normal e truncada norma.....	63
Tabela 10	Estimação do modelo Cobb-Douglas de produção estocástica com distribuição half-normal.....	65
Tabela 11	Escores de eficiência técnica das propriedades produtoras de camarão, 2015.....	66
Tabela 12	Distribuição dos produtores, por classes de eficiência técnica, 2015...	67
Tabela 13	Relação entre os níveis de eficiência das fazendas e o grau de inovação tecnológica, 2015.....	68
Tabela 14	Distribuição dos indicadores econômicos, 2015.....	68
Tabela 15	Indicadores econômicos da produção de camarão relativamente aos custos, 2015.....	69
Tabela 16	Indicadores econômicos da produção de camarão, 2015.....	70
Tabela 17	Indicadores econômicos da produção desse crustáceos, no que concerne a produção de camarão, 2015.....	71

Tabela 18	Análise de sensibilidade geral das variáveis críticas de renda e custo de produção, 2015.....	72
Tabela 19	Análise de sensibilidade do NÍVEL 1 das variáveis críticas renda e custo de produção, 2015.....	73
Tabela 20	Análise de sensibilidade do NÍVEL 5 das variáveis crítica renda e custo de produção.....	73
Tabela 21	Variáveis, definição e distribuição de probabilidade dos valores que estipulam a renda bruta (RB), o custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT) de produção de camarão no Estado do Ceará, 2015.....	75
Tabela 22	Variáveis, definição e distribuição de probabilidade dos valores que estipulam a renda bruta (RB), o custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT) de produção de camarão das fazendas que foram enquadradas no NÍVEL 1 de eficiência no Estado do Ceará, 2015.....	75
Tabela 23	Variáveis, definição e distribuição de probabilidade dos valores que estipulam a renda bruta (RB), o custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT), de produção de camarão das fazendas que foram enquadradas no NÍVEL 5 de eficiência no Estado do Ceará, 2015.....	76
Tabela 24	Simulações dos indicadores de rentabilidade do grupo total de produtores do camarão cearense, 2015.....	77
Tabela 25	Simulações dos indicadores de rentabilidade para o NÍVEL 1 de eficiência na produção de camarão para o Ceará, 2015.....	79
Tabela 26	Simulações dos indicadores de rentabilidade para o NÍVEL5 de eficiência na produção de camarão para o Ceará, 2015.....	81

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 - ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO DE	12
	CAMARÃO DO ESTADO DO CEARÁ	
1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Eficiência técnica e fronteira de produção	15
2.2	Métodos de análise da eficiência aplicados à carcinicultura	17
2.3	Modelo Tobit	19
3	METODOLOGIA	21
3.1	Área de estudo	21
3.2	Natureza dos dados	21
3.3	Número de produtores e tamanho da amostra	22
3.4	Método de análise	23
3.4.1	Análise Envoltória de Dados	23
3.4.2	Análise pelo Modelo Tobit	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1	Identificação e análise da eficiência dos produtores de camarão	28
4.2	Identificação do(s) determinante(s) da (in)eficiência técnica dos produtores	31
5	CONCLUSÃO	34
	CAPÍTULO 2 - ANÁLISE DE EFICIÊNCIA TÉCNICA, ECONÔMICA E RISCO NA PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ	36
1	INTRODUÇÃO	36
2	REFERENCIAL TEÓRICO	41
2.1	Eficiência técnica	41
2.2	Modelo de fronteira estocástica	42
2.3	Indicadores financeiros da carcinicultura	45
2.4	Análise de risco	46
3	METODOLOGIA	50
3.1	Área de estudo	50
3.2	Número de produtores e tamanho da amostra	50

3.3	Natureza dos dados	51
3.4	Fronteira estocástica	53
3.5	Análise da viabilidade econômica da produção de camarão sob a condição determinística	55
3.5.1	Indicadores de custos e análise da receita de produção	55
3.5.2	Análise dos indicadores econômicos	57
3.5.3	Análise econômica da produção de camarão sob a condições de risco	59
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.1	Estimação da fronteira de produção	62
4.2	Resultados dos indicadores de Rentabilidade	68
4.3	Análise de rentabilidade sob a condição de risco	71
4.3.1	Análise de Sensibilidade	71
4.3.2	Simulação de Valores Aleatórios	74
4.3.3	Distribuição Cumulativa de Probabilidade dos indicadores	76
5	CONCLUSÃO	83
	REFERÊNCIAS	85
	APÊNDICE	94
	ANEXO	116

CAPÍTULO 1

ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO DE CAMARÃO DO ESTADO DO CEARÁ

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de camarão no Brasil começou nos anos de 1970, contudo, foi no início dos anos 1980, com o aumento do investimento e com a introdução de novas espécies, que a atividade começou a despontar (NORÕES, 2017).

Várias espécies exóticas foram introduzidas no País, no entanto, a que melhor se adaptou as condições brasileiras e, principalmente, as características ambientais do Nordeste foi a *Litopenaeus vannamei*, também conhecida como camarão branco do Pacífico. As principais características que permitiram o desenvolvimento da espécie foram: alta produtividade, sendo possível produzir até 3.000 kg há⁻¹ (VALENTI, 2002) e resistência à alta densidade (FRÓES *et al.*, 2013).

Figueiredo Júnior (2006) destaca que o setor da carcinicultura brasileira pode ser dividido em duas fases: a primeira é compreendida dos anos de 1997 a 2003, em que denota rápida expansão de crescimento em área cultivada, número de produtores e produção. Além disso, com a expansão da produção, foi possível exportar o camarão produzido no Brasil para outros países. No segundo momento, período compreendido de 2004 a 2005, ocorre o declínio da atividade. Esse período ficou marcado pela propagação do vírus *Mionecrose Infeciosa* (IMNV). Ademais, o Brasil também foi objeto de uma ação de embargo alfandegário causado pela política comercial protecionista dos EUA e com problemas na taxa de câmbio. Portanto, esse período foi marcado por uma queda das exportações e pelo declínio acentuado da atividade.

O Brasil, no entanto, se encontra em nova fase. Com a valorização da moeda nacional e o aumento da renda dos brasileiros, a demanda interna por camarão aumentou. Com isso, os produtores que já estavam sem perspectivas encontraram um novo horizonte. Logo, o novo período é marcado por uma produção destinada a abastecer, praticamente, toda demanda interna (CONSUMO, 2011).

A carcinicultura brasileira destaca-se no setor do agronegócio em razão do seu rápido crescimento em produção. Em 2015, a produção de camarão foi de 69.860 toneladas, se comparada ao ano de 2014, houve um aumento de quase 7%, portanto a carcinicultura representa um setor em ascensão (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015).

Com relação aos carcinicultores nordestinos, em 2004, havia 883 produtores, já, em 2011, eram 1.199 produtores em operação, um crescimento de 35,79% (ABCC, 2013). O Ceará e o Rio Grande do Norte, os dois maiores produtores de camarão do País, contribuem com 83% da produção nacional. Desde 2011, no entanto, o Ceará lidera a produção de camarão no Brasil com um crescimento médio de 6,82% ao ano (ABCC, 2013).

Particularmente, na região Nordeste (responsável por produzir 99% do camarão brasileiro), a atividade tem grande notoriedade, não somente pela expansão produtiva, como também pela sua importância socioeconômica (IBGE, 2015).

A cadeia produtiva do camarão formada por laboratórios de produção de pós-larvas, fazendas de engorda e unidades de beneficiamento geram empregos diretos e indiretos. Conforme Costa e Sampaio (2004), a cadeia do camarão cria 1,89 empregos diretos e 1,86 empregos indiretos por hectare, ou seja, denota números superiores quando comparada com outras atividades tradicionais do agronegócio.

Vale salientar, também, o comércio internacional. O camarão é uma *commodity* valorizada, com mercado crescente e dinâmico. Em 2014, a produção de camarão movimentou US\$ 25 bilhões em transações comerciais. Então, o Nordeste possui condições ideais para a produção de camarão, pois, ao contrário de outras regiões, o cultivo pode ser realizado durante todo o ano e possui grande disponibilidade de terra que é considerada inadequada para outras atividades (LISBOA FILHO *et al.*, 2016).

O Ceará contribui com 58,28% da produção nacional e possui a maior área destinada ao cultivo de camarão. Em 2011, o Estado se tornou o maior produtor de camarão do País e parte disso decorre do aumento do número de produtores. De 2004 a 2011, houve um crescimento de 70,15% (ABCC, 2013). A adoção de técnicas para aumentar a rentabilidade econômica e a produtividade também teve um importante papel na intensificação da carcinicultura no Estado (LEITÃO *et al.*, 2011). A inovação tecnológica permitiu aos produtores melhorar a eficiência produtiva das fazendas com a utilização de modernas práticas de manejo, reúso de água, adoção da tecnologia de bioflocos (usado para tratar o ambiente de cultivo e fornecer uma alimentação suplementar ao camarão) e a utilização de probiótico (que é a adição de suplementos microbianos) (MELO *et al.*, 2015).

Portanto, o crescimento da carcinicultura cearense só foi possível em razão do aprimoramento da atividade no decorrer dos anos e a utilização de “pacotes” tecnológicos que permitissem produzir animais saudáveis e com o menor custo

(BECERRA-DORAME *et al.*, 2014). A prática do cultivo aliada à utilização de “pacotes” tecnológicos modernos tornou os produtores cearenses mais eficientes. A implantação de algumas dessas medidas, entretanto, representaram alto custo, principalmente para o pequeno produtor (KUBITZA, 2015). Portanto, um jeito de mitigar essa diferença é por meio do estudo de eficiência.

A eficiência técnica é importante meio que consolidaria ainda mais a atividade, pois tornaria os produtores mais eficazes e competitivos no mercado internacional, aumentando consideravelmente à produção das fazendas de engorda (SILVA; SAMPAIO, 2009). A estimação da eficiência é, portanto, um valioso instrumento na tomada de decisão, identificando as diferenças entre o potencial produtivo que uma firma tem e o seu nível atual de produção. Logo, caso o produtor intente alterar sua estratégia para melhorar o desempenho da firma, o ideal é fazer uma análise de eficiência (NORÕES, 2017).

A análise da eficiência técnica da carcinicultura já foi estudada em vários outros países, como no Vietnã (KIET; FISHER, 2014), Bangladesh (BEGUM; HOSSAIN; PAPANAGIOTOU, 2013), Malásia (ISLAM; YEW; NOH, 2014) e Índia (SIVARAMAN *et al.*, 2015). No Brasil, os estudos relacionados à eficiência da produção aquícola são escassos, e os poucos existentes se dedicaram a estudar a produção do Estado do Rio Grande do Norte por meio de métodos não paramétricos; por exemplo, Silva e Sampaio (2009) e Oliveira (2008). No Ceará, somente Souza Júnior (2003) e Norões (2017) estudaram a eficiência da produção de camarão criado em cativeiro, utilizando a metodologia de análise envoltória de dados (DEA) e fronteira estocástica.

Portanto, o estudo ora relatado tem por objetivo avaliar a eficiência técnica da carcinicultura cearense para o ano de 2015. Procura-se, estritamente, estimar a função de produção e comparar a eficiência dos produtores. O modelo utilizado no estudo foi a análise envoltória de dados (DEA) para estimar o nível de eficiência técnica das unidades produtivas. Em seguida, para identificar o(s) determinante(s) da eficiência, utilizou-se o modelo econométrico Tobit.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção trata dos aspectos e metodologias mais utilizadas para mensurar a eficiência técnica e a fronteira de produção das unidades tomadoras de decisão. Em seguida, são relatadas outras pesquisas que utilizaram a análise de eficiência para determinar a fronteira de produção da carcinicultura.

2.1 Eficiência técnica e fronteira de produção

A globalização trouxe novas aflições aos empresários. As unidades produtoras precisavam viabilizar e tornar os processos produtivos mais competitivos. Em razão deste fato, foi necessário incorporar outros conceitos: eficiência e produtividade. Estes termos são na verdade indicadores de desempenho das empresas (MORAIS, 2015).

Há, entretanto, divergências sobre os conceitos de eficiência e produtividade, pois não é raro encontrar o emprego de ambos como sinônimos (TUPY; YAMAGUCHI, 1998). Produtividade, contudo é apenas a relação de quantidade requerida de insumo para produzir determinado produto. Além disso, o crescimento da produtividade é causado, principalmente, pela mudança tecnológica ou decorre da melhora na eficiência.

A eficiência é empregada para aferir os valores observados e os valores ótimos de insumos e produtos, ou seja, é a comparação da quantidade de insumo empregado e o seu mínimo utilizado na produção, dado a quantidade de produto obtido (LOVELL, 1993).

A análise de eficiência é muito utilizada para auxiliar na tomada de decisão (NORÕES, 2017). Segundo Toresan (1998), a análise de eficiência é o meio mais empregado, por fornecer os *benchmarks*. Além disso, identifica as opções de expansão da produção via melhoramento da eficiência. Portanto, quando o intuito for aprimorar a estratégia, o planejamento e a tomada de decisão, é primordial mensurar a eficiência (FERREIRA, 2015).

Pioneiro no estudo sobre eficiência econômica, Farrel (1957) inspirou-se nas ideias de Koopmans (1951). Conceitualmente, eficiência econômica consiste em minimizar os custos da cadeia produtiva, com vistas a fazer a melhor combinação possível dos fatores de produção, dados os seus preços. Logo, o objetivo é produzir o máximo possível de produto com o mínimo de insumos. A eficiência econômica é uma combinação de eficiência técnica (trata da alocação de insumos de modo que a produção

esteja na fronteira de produção) e eficiência alocativa, em que os insumos são empregados na produção de acordo com seus preços (ALMEIDA, 2012).

A eficiência técnica não é algo simples de alcançar. Em decorrência desde fato, muitos produtores agrícolas são tecnicamente ineficientes, logo, nem todos atingem o êxito de utilizar apenas a quantidade mínima de insumos necessária para elaborar determinada quantidade de produto (RIVERA; COSTANTIN, 2007).

Com o avanço metodológico, foi possível elaborar distintas maneiras para obter valores de eficiência. Nesse contexto, as ferramentas de fronteira de produção estocástica e análise envoltória de dados (DEA) ganharam destaque.

As metodologias utilizadas para determinação da eficiência podem ser divididas em dois tipos: paramétrica e não paramétrica. Na abordagem não paramétrica, a ferramenta mais utilizada é a técnica de DEA, que tem como principais características ser um método baseado em programação linear e com a ausência de um modo funcional (HACKBARTH NETO; STEIN, 2003). A análise de eficiência por meio de técnica paramétrica, fronteira estocástica, utiliza a premissa econométrica para a estimação da fronteira de produção (CALLEGARI-JACQUES, 2003). Além disso, a metodologia deve obedecer a um formato funcional adequado ao tipo de tecnologia e, também, deve definir as hipóteses distribucionais sobre o componente do erro (REIS; RICHETTI; LIMA, 2005).

Para Ferreira e Gomes (2009), o modelo DEA é um instrumento de tomada de decisão muito usado para definir as estratégias das distintas organizações empresariais. Para isso, faz-se a comparação de eficiência das diversas unidades operacionais. Cooper *et al.* (2001) conceituam a análise envoltória de dados como uma metodologia para analisar o desempenho de um grupo de unidades, chamada de Unidade Tomadora de Decisão (UTD).

O método não paramétrico expressa a vantagem de indicar ao agricultor quais são os pontos de ineficiências e as unidades que poderão servir como modelo (*benchmarks*) para alterar suas práticas de manejos (TUPY; YAMGUCHI, 2002).

De acordo com Lorenzett *et al.* (2010), outro ponto importante sobre o DEA é a possibilidade de trabalhar com vários *inputs* e *outputs*, sem a necessidade de uma função explícita para relacionar as variáveis.

Clemente, Gomes e Lório (2015) destacam o fato de que outra vantagem do DEA é apresentação individualizada dos produtores sobre as suas eficiências. Sendo assim, é

possível concluir, de modo mais realista, sobre o que realmente está acontecendo no processo produtivo.

Outro ponto em que o DEA tem grande destaque é o fato de não precisar de um grande número de amostra (ou observações) de UTD para atingir um resultado consistente, ao contrário do modelo paramétrico, fronteira estocástica (SCHER, 2015). Para Lins e Meza (2000), os índices de eficiência obtidos por meio do DEA são baseados em dados reais.

A DEA oferece dois modelos clássicos: CCR - desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) - e BCC elaborado por Banker, Charnes e Cooper (1984). O primeiro modelo admite que os retornos sejam constantes de escala, logo, adições proporcionais produzirão aumentos proporcionais do(s) produto(s). O modelo BCC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984), contudo, não assume a proporcionalidade entre os insumos e os produtos, levando em consideração que ocorre uma variação de escala. Nesse caso, a proporcionalidade é substituída pelo axioma da convexidade (GOMES, *et al.*, 2005).

2.2 Métodos de análise da eficiência aplicados à carcinicultura

O estudo sobre eficiência está bastante difundido pelo mundo. Uma análise de eficiência, porém, ainda não é tão usual, principalmente, na aquicultura brasileira. Segundo Norões (2017), no Brasil, ainda são escassos os estudos sobre eficiência técnica, especificamente, a respeito da carcinicultura.

Em outros países, o estudo da eficiência da carcinicultura é usado para melhorar a alocação de recursos e, portanto, tornar a atividade mais competitiva. Na carcinicultura mundial, a avaliação da eficiência técnica realizada por países asiáticos trouxe para a atividade diversos benefícios. Não é somente na Ásia, no entanto, que a análise da eficiência se popularizou, pois países como Estados Unidos e México utilizam bem esse recurso para melhorar sua produção de camarão (GUNARATNE; LEUNG, 1998; MARTINEZ-CORDERO; LEUNG, 2004; BEGUM, HOSSAIN E PAPANAGIOTOU, 2013).

Gunaratne e Leung (1996) relataram que a indústria de produção do camarão-tigre dos países asiáticos encontrava-se abaixo da fronteira de produção. Os autores relataram que se as unidades produtivas estivessem trabalhando no nível de fronteira, os produtores que foram classificados de acordo com o modelo produtivo em extensivo,

semi-intensivo e intensivo teriam um incremento anual de receita de U\$\$4.253, U\$\$10.830 e U\$\$34.000, respectivamente.

No México, Martinez-Cordero e Leung (2004) estudaram as fazendas produtoras de camarão que trabalhavam no sistema semi-intensivo. O objetivo do estudo foi obter indicadores de eficiência que fossem regulados pelos impactos ambientais, sobretudo com a introdução de uma nova espécie. Para isto, foram coletados dados dos períodos de 1994, 1996 e 1998. 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, foram examinadas as produtividades totais dos fatores e a eficiência técnica, esta última usando as abordagens tradicional e ajustada para o meio ambiente. Segundo os autores, o resultado encontrado para TPF mostra que, no período de 1996/98, houve um aumento no emprego da tecnologia e, além disso, a mudança de espécie implicou o aumento do uso de água e na emissão de poluente, no entanto, houve também um aumento da produtividade.

Em Bangladesh, Begum, Hossain e Papanagiotou (2013) estudaram os fatores que influenciam a produção de camarão. Para isto, os autores utilizaram dados coletados de 90 fazendas no ano de 2011. A análise foi feita com a função fronteira estocástica. O resultado encontrado mostra que a média da eficiência técnica dos produtores foi de 82%, logo, o setor trabalha 18% abaixo do nível de fronteira de produção. Os autores identificaram, porém como fatores que causam a ineficiência técnica, o nível de escolaridade, o treinamento e a idade.

Na Malásia, Islam, Yew e Noh (2014) recorreram à abordagem de fronteira estocástica para examinar a eficiência técnica da carcinicultura. O objetivo dos autores, no entanto, era identificar as principais causas da ineficiência do processo produtivo. O modelo foi gerado por meio das variáveis: área das fazendas, número de ciclos de produção, nível de escolaridade, idade e tempo de experiência. Os resultados mostraram que a variável escolaridade e o tempo de experiência têm grande influência sobre a eficiência das produções. Então, se o objetivo dos produtores for alcançar os melhores resultados no sistema produtivo, é necessário investir em educação e funcionários capacitados.

Na Índia, Sivaraman *et al.* (2015), assim como os autores anteriores, aplicaram a técnica de fronteira estocástica para analisar as variáveis causadoras de ineficiência na

produção de camarão nos distritos de Godavari Oriental de Andhra Pradesh. Para isto, foram selecionados 150 produtores da região que respondiam a um questionário previamente formulado. Segundo os autores, são variáveis causadoras de ineficiência: participação em associação de carcinicultores, experiência, escolaridade, idade e tamanho da família. Os resultados encontrados mostram que os produtores com maior tempo de experiência, idade e melhor escolaridade conseguem compreender melhor o papel da tecnologia na produção e tomam decisões apropriadas para manter o cultivo estável.

No Brasil, Souza Júnior (2003) relatou o caso das fazendas produtoras de camarão no Ceará. A pesquisa foi realizada com dados coletados de 68 fazendas no ano de 2002. A avaliação da eficiência, no entanto, foi feita por meio do método não paramétrico, análise envoltória de dados. Analisando as fazendas, foi possível constatar que apenas 30 produtores, do total de 68, eram eficientes tecnicamente. Quando se analisou, entretanto, sobre o aspecto da eficiência alocativa de recurso, pôde-se concluir que, independentemente da classificação como produtor, todos eram ineficientes. O autor constatou que os produtores eficientes tecnicamente tinham adotado uma série de recomendações e manejo técnico para elevar a produção.

Oliveira (2008) estudou o cultivo de camarão marinho no Rio Grande do Norte em sistema dulciaquícola. O autor coletou 115 observações, no período de 2002 a 2005. A análise da eficiência do cultivo foi feita por meio do DEA. As variáveis consideradas são produção e peso médio final e, as variáveis explicativas adotadas foram: tempo de cultivo, quantidade pós-larvas, quantidade de ração ofertada, área do viveiro e as variáveis exógenas estão na origem das pós-larvas. Os resultados demonstram que, do total de 115 cultivos analisados, apenas 24 foram eficientes.

2.3 Modelo Tobit

O modelo Tobit é largamente aplicado para determinar quais variáveis explicativas influenciam a eficiência. No Brasil, o uso do modelo censurado aplicado ao agronegócio está, na maioria das vezes, associado à utilização de um modelo não paramétrico, como, DEA e/ou *Free Disposal Hull* (FDH). Há, contudo, poucos estudos dessa metodologia aplicados à carcinicultura brasileira. O mais conhecido é de Silva e Sampaio (2009).

Apesar de ser um modelo que auxilia na tomada de decisão, o Tobit se destaca, principalmente, na avaliação da agricultura brasileira das regiões Sul e Sudeste. Nesse

contexto, vários autores, como Alvim, Stülp e Kayser (2015), Santos *et al.* (2009) e Clemente, Gomes e Lírio (2015), estudando caso de culturas específicas, já evidenciaram a importância dessa ferramenta para o ganho de eficiência e, conseqüentemente, o aumento da produtividade das lavouras, já que esta metodologia tem como objetivo identificar que variáveis são causadoras de ineficiência.

São poucos os trabalhos realizados no campo da aquicultura e, principalmente, para a carcinicultura, no entanto, vale destacar o ensaio pioneiro realizado por Silva e Sampaio (2009) para a carcinicultura potiguar. Os autores estudaram a produção de camarão relacionando ganho de eficiência, ferramentas da gestão e meio ambiente.

Na carcinicultura, o estudo realizado por Silva e Sampaio (2009) no Rio Grande do Norte utilizou dois métodos não paramétricos para determinação do nível de eficiência- DEA e FDH. Para encontrar os determinantes da eficiência, utilizou-se o modelo Tobit. Os dados usados na pesquisa foram de origem secundária. Os indicadores foram coletados por meio do Censo da Carcinicultura, pela ABCC, em 2004. Os resultados mostram que algumas práticas da gestão ficam relacionadas ao ganho de eficiência. Além disso, foi possível constatar que, para pequenos e médios produtores, o ideal seria operar com uma densidade de estocagem inferior a 50 camarões por m².

3 METODOLOGIA

Esta seção determina e caracteriza a área utilizada na realização da pesquisa de campo. Em seguida, são descritas a natureza e a fonte de dados e, por último, definem-se os métodos de análise dos dados.

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi conduzida nas fazendas produtoras de camarão do Estado do Ceará. As unidades avaliadas tinham como principal atividade a engorda de camarão. Em 2015, segundo o IBGE (2015), o Ceará expressou a maior produção de camarão do País. O Estado, também, possui a maior área destinada à produção do País- 6.580 ha, aproximadamente.

A coleta de dados ocorreu nos Municípios que mais se destacaram na engorda de camarão: Aracati, Acaraú, Itaiçaba, Itarema e Jaguaruana. Quanto à mesorregião, os Municípios de Aracati, Itaiçaba e Jaguaruana constituem a mesorregião do Jaguaribe, enquanto, Itarema e Acaraú estão localizadas na mesorregião do Noroeste Cearense. O Município de Aracati, que produz quase 40% do camarão cearense, lidera a produção no Estado com 12.469 toneladas e 97 produtores, em seguida, está Acaraú, que possui 1.092 hectares destinados à carcinicultura e com uma produção de 4.702 toneladas o que corresponde a 14,70% de tudo que é produzido no Ceará (ABCC, 2013). Jaguaruana, segundo a ABCC (2013), exprime uma produtividade média de 5,36 kg de camarão /m², sendo desta forma um dos dez municípios mais produtivos do Estado; além disso, sua produção contribui com quase 7%. Com relação aos Municípios de Itaiçaba e Itarema apesar de ainda apresentarem uma área destinada ao cultivo pouco representativa, no ano de 2011, registraram uma produtividade média, respectivamente, de 6,67e 6,35 kg de camarão /m², de tal maneira, são municípios que expressam um grande potencial produtivo e, conseqüentemente, de relevância ao Ceará.

3.2 Natureza dos dados

Os dados do estudo são de natureza primária, coletados diretamente de produtores, engenheiros de pesca, diretores e gerentes de produção. A coleta ocorreu por meio de aplicação direta de questionários e entrevistas. Os entrevistados respondiam a perguntas referentes à produção de 2015.

A formulação do questionário seguiu a orientação estabelecida por Campos e Campos (2006) com algumas alterações.

3.3 Número de produtores e tamanho da amostra

Este experimento foi realizado por meio de processo de amostragem probabilística aleatória simples e utilizando o tamanho da população definida no Levantamento da Infraestrutura Produtiva e dos Aspectos Tecnológicos, Econômicos, Sociais e Ambientais da Carcinicultura Marinha no Brasil em 2011 (ABCC, 2013). Logo, o tamanho da amostra foi determinado pelo método descrito por Cochran (1977). Com efeito, se levou em conta o fato de que a proporção “p” será igual a 50%, assim procurou-se considerar o tamanho da amostra máxima, certificando o alto nível de representatividade e erro amostral de 10%. O nível de confiança utilizado foi de 95%, estabelecido sob a curva de distribuição normal padronizada, em que

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

n= tamanho da amostra;

Z=escore sobre a curva de distribuição normal padronizada (1,96);

p=1/2, parâmetro de proporção para “n” máximo;

q= percentagem complementar;

N=tamanho da população;

e= erro de amostragem (10%).

Para a definição do tamanho da amostra, entendeu-se que, no Ceará, existem 325 produtores de camarão (ABCC, 2013), no entanto, a amostra envolveu a aplicação de 42 questionários.

Bezerra, Silva e Mendes (2007) relatam que a escolha das variáveis explicativas da produção de camarão deve ser feita ao considerar a influência sobre as variáveis-respostas. Para tanto, é necessário reconhecer que o tipo de manejo praticado nas fazendas pode alterar o resultado da variável dependente. Segundo Norões (2017), a escolha das variáveis deve ser feita fundamentada no fato de que a variável dependente represente a produção e a variável explicativa caracterize os principais insumos utilizados no processo produtivo.

Em decorrência de tal realidade, a variável escolhida para ser dependente foi a produção de camarão em quilograma (kg), pois, levando em conta que as firmas são

unidades que buscam a minimização dos insumos, esta variável sintetiza o alcance do objetivo. A Tabela 1 resume todas as variáveis, dependentes e independentes, utilizadas para mensurar a eficiência das fazendas produtoras de camarão do Ceará.

Tabela 1 - Variáveis utilizadas para a determinação da eficiência, 2015.

VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	DEFINIÇÃO
Área	Hectares (ha)
Densidade	Camarão/metro ² (cam/m ²)
Pós-larvas	Unidade
Insumos	Quilogramas (kg)
Ração	Quilogramas (kg)
Mão de Obra	Unidades
Viveiros	Unidades
VARIÁVEL DEPENDENTE	
Produção	Quilogramas (kg)

Fonte: Elaboração própria.

3.4 Método de análise

Nesta seção serão formalizados o método de análise de eficiência e o modelo de determinação das variáveis que geram a (in)eficiência.

3.4.1 Análise Envoltória de Dados

Charnes, Cooper e Rhodes (1978) desenvolveram uma metodologia não paramétrica com o intuito de medir a eficiência das unidades tomadoras de decisão (UTD) no uso de insumo para produzir determinado(s) produto(s). De acordo com Santos *et al.* (2009), o resultado do DEA é fornecido por meio de programação matemática.

Ferreira e Gomes (2009) relatam que a eficiência é medida em função da distância das unidades em relação ao nível ótimo de eficiência. Os mesmos autores também destacam as maneiras para a realização do estudo da eficiência, que podem ser: técnica ou alocativa. Na eficiência técnica, o objetivo da firma é obter o máximo de produto com a origem numa determinada cesta de fatores de produção ou produzir uma quantidade de produtos com o mínimo de insumos. Já a eficiência alocativa busca maximizar o lucro, minimizando os custos de produção.

Segundo Alvim, Stülp e Kayser (2015), análise de eficiência é feita por meio da eficiência técnica global (ETG) e/ou eficiência técnica local (ETL). Para os autores, a ETL desconsidera os retornos de escala, portanto, ao mensurar a eficiência, leva-se em consideração apenas a distância da UTD da fronteira. Mesmo, porém, trabalhando na

fronteira, ou seja, uma firma eficiente pode haver espaço para aumentar sua produção apenas alterando a escala de produção. Já na ETG a UTD estaria trabalhando na escala ótima de produção.

Os modelos utilizados no processo de análise dos dados são CCR e BCC. Desse modo, a ETG será feita usando o modelo proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), CCR, que conceitua a eficiência considerando o retorno constante de escala. Já para a análise da ETL, utilizou-se o modelo de Banker, Charnes e Cooper (1984), que considera os retornos variáveis de escala.

O modelo de CCR por ser descrito pela seguinte fórmula matemática:

$$MIN_{\theta, \lambda} \theta \quad (2)$$

Sujeito a: $-y_i + Y\lambda \geq 0$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0 \quad (3)$$

$$\lambda \geq 0;$$

a variável θ representa a eficiência da i -ésima UTD. O valor de θ pode variar de 0 a 1. Caso, os escores encontrados estejam no intervalo de 0,9 a 1, a firma será considerada eficiente, caso contrário, ineficiente. O λ é o vetor de constantes $n \times 1$, em que os valores são calculados para achar a solução ideal. Quando a UTD é eficiente, esse parâmetro exprime valor zero. Caso contrário, os valores obtidos para λ serão pesos usados na combinação linear das outras UTD eficientes que afetam a projeção da UTD ineficiente sobre a fronteira calculada (SANTOS *et al.*, 2009). A variável y_i representa o vetor quantidade de produtos ($m \times 1$) i -ésima UTD. Já o Y corresponde a matriz de produto e X é a matriz de insumos, ambos expressam dimensões de $(n \times m)$ e $(n \times K)$, respectivamente. Para Coelli *et al.*(1998), o problema de programação linear deve ser resolvido n vezes, referindo a sua resolução para cada UTD, já que θ deve ser encontrado para cada UTD.

O modelo de CCR é válido na situação em que todas as firmas estejam operando em escala ótima, o que nem sempre acontece. Portanto, para resolver esse problema, será adotado o modelo BCC. Coelli *et al.*(1998) descrevem que a utilização do modelo BCC possibilita o cálculo da eficiência sem causar problema de eficiência de escala.

Para isso, é necessário refazer o modelo de CCR agora, porém, adicionando uma restrição de convexidade. A equação para retornos variáveis a escala pode ser descrita da seguinte fórmula matemática:

$$MIN_{\theta, \lambda} \theta \quad (4)$$

Sujeito a: $-y_i + Y\lambda \geq 0$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0 \quad (5)$$

$$N_1\lambda = 1 \quad (6)$$

$$\lambda \geq 0; \quad (7)$$

Por meio do cálculo do modelo CCR e BCC, será feita, ainda, uma análise da eficiência considerando a escala empregada no processo produtivo, chamada de eficiência de escala (ES). A ES é indicada pela razão $ES = \frac{CCR}{BCC}$. Portanto, a eficiência de escala será feita pela divisão dos escores de eficiências criados no modelo CCR pelos escores do modelo BCC. Além disso, vale destacar os resultados esperados, caso o escore obtido para ES seja igual a 1 (um), a empresa opera sobre retornos constantes à escala, caso contrário, esta poderá operar sobre retornos crescente ou decrescente.

Quanto à orientação dos modelos, podem ser orientados via *inputs* ou *outputs*. A escolha da orientação foi por meio dos *inputs* dando destaque à redução dos insumos, sem, no entanto, alterar o nível de produção. Com os resultados do DEA, será feita uma estratificação, por tamanho, das empresas, seguindo a classificação feita pela ABCC (2013), Assim, também, será possível constatar quais são os grupos mais eficientes.

3.4.2 Análise pelo Modelo Tobit

Para verificar que elementos influenciam na eficiência, utilizou-se o modelo econométrico Tobit. Assim, o regressando será definido com suporte nos escores de eficiência encontrados para cada carcinicultor. De acordo com Wooldridge (2003), quando se analisa uma variável dependente que opera com valores limitados, não é adequado trabalhar com o método dos mínimos quadrados ordinários. Nesse caso, o indicado é utilizar o modelo Tobit e, além disso, o modelo é utilizado para determinar as variáveis responsáveis pela eficiência do modelo.

Os escores de eficiência utilizados na variável dependente serão os valores obtidos por meio do modelo CCR-I. A escolha desse modelo foi feita seguindo o critério estabelecido por Alvim, Stülp e Kayser (2015). Para esses autores, o modelo de retorno constante é mais restritivo, pois todas as unidades que foram classificadas como

eficientes no modelo CCR serão também classificadas como eficientes no modelo BCC. O inverso, todavia não ocorre.

O modelo Tobit é estimado utilizando a seguinte formulação (GONÇALVES *et al.* 2008):

$$y_i^* = \beta x_i + \mu_i \quad (8)$$

em que y_i^* é a variável dos escores de eficiência dos produtores; x_i o vetor das variáveis explicativas (área, densidade, pós-larvas, insumos, ração, mão de obra, viveiro e produção); e β o vetor dos parâmetros a serem estimados. Além disso, o erro deve possuir média igual a zero e a variância σ^2 .

Esta investigação de teor acadêmico adota um limite de escore igual 1, logo $y^c = 1$. Portanto, os valores observados de y_i deverão obedecer às seguintes condições (ALVIM; STÜLP; KAYSER, 2015):

Para $y_i^* < y^c$ então $y_i = y_i^*$

Para $y_i^* \geq y^c$ então $y_i = y_i^c$

O modelo Tobit será estimado por meio do método de máxima verossimilhança (ML). Conforme Amemiya (1984), a função ML para o modelo Tobit é dada por:

$$L = \prod_{y_i=0} \left[1 - \Phi \left(\frac{x_i \beta}{\sigma} \right) \right] \prod_{y_i>0} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \left[-\frac{1}{2} \frac{(y_i - x_i \beta)^2}{\sigma^2} \right] \quad (9)$$

A função de verossimilhança, no entanto, deve ser logaritimizada para se obter a função de log-verossimilhança.

$$L = \sum_{y_i=0} \ln \left[1 - \Phi \left(\frac{x_i \beta}{\sigma} \right) \right] + \sum_{y_i>0} \left[\ln \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} - \frac{1}{2} \frac{(y_i - x_i \beta)^2}{\sigma^2} \right] \quad (10)$$

Com efeito, na equação, o primeiro termo representa a probabilidade de o evento ser menor do que um. Já o segundo membro representa a densidade do evento ser observado. O valor $\Phi(Z)$ é feito por meio da função:

$$\phi(z) = (2\pi)^{-1/2} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) \quad (11)$$

em que z é dado pela seguinte formula:

$$z = \frac{x\beta}{\sigma} \quad (12)$$

O impacto das variáveis sobre a eficiência do modelo será medido por meio do efeito marginal. Greene (2003) descreve que o efeito marginal deverá ser mensurado da seguinte maneira:

$$EM_x = \frac{\partial E(y_i)}{\partial x_i} = \beta \phi\left(\frac{x_i \beta}{\sigma}\right) \quad (13)$$

O modelo Tobit, de modo similar ao modelo de mínimos quadrados ordinários, deve ser submetido a uma avaliação, isto é, a um teste que deverá ser aplicado para verificar se as variáveis explicativas incluídas no modelo atuam conjuntamente na variável dependente. De acordo com Santos *et al.* (2009), o teste indicado é o de razão de verossimilhança (*LR statistic*). O teste adota a distribuição do qui-quadrado (χ^2), com os graus de liberdade dados pelo número de coeficientes. Finalmente, as considerações a respeito do teste obedeceram à relação $LR > \chi^2$ tabelado, em que, caso isso ocorra, significa que as variáveis regressoras incluídas no modelo causam alteração na variável dependente (SANTOS *et al.*, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção estão descritos os resultados da estimação do modelo de eficiência e o modelo Tobit de indicação da ineficiência.

4.1 Identificação e análise da eficiência dos produtores de camarão

Neste ensaio, as variáveis utilizadas para determinar a eficiência, juntamente com suas estatísticas descritivas, estão representadas na Tabela 2. Nesta estão às características das propriedades (tamanho da propriedade, densidade de estocagem, insumos, ração, número de funcionários, número de viveiros e produção). Vale ressaltar que há grande diferença de amplitude entre as unidades que formam a amostra, principalmente, o desvio-padrão. Nesse quesito, as variáveis que apresentam maiores dispersões são: insumos, ração e produção.

Tabela 2 - Estatística descritiva das variáveis empregadas no modelo DEA, 2015.

Variáveis	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variação
Área (ha)	27,64	30,73	165	2,50	1,11
Pós-larvas (unid)	11372263	10333100	42100000	900000	0,90
Densidade (cam/m ²)	48,67	30,20	116,67	4,24	0,62
Insumos (kg)	28867,15	34594,15	150240	18	1,19
Ração (kg)	57791,46	47110,88	191031	6840	0,81
Mão de obra (unid)	11,73	12,74	35	3,00	1,08
Viveiros (unid)	7,15	4,93	26	2,00	0,69
Produção (kg)	88385,45	72177,32	280000	4500	0,81

Fonte: Elaboração própria.

Os escores de eficiência técnica para as fazendas produtoras de camarão do Estado do Ceará foram obtidos segundo os modelos de retornos constantes (CCR) e retornos variáveis (BCC). Além disso, também foram obtidos os escores de eficiência de escala (ES). Vale salientar que as UTD que tiveram resultados de eficiência acima de 0,9 foram consideradas eficientes. Na perspectiva de Ferreira (2015), essa maleabilidade é para evitar prejuízo à análise, pois algumas unidades podem se destacar mais, e isso ocorre porque esta fazenda é um *outlier* e não em razão da sua eficiência relativa.

Conforme a Tabela 3, são expostos os níveis de eficiência CCR, BCC e ES e as estatísticas descritivas referentes às fazendas.

Tabela 3 - Eficiência das fazendas produtoras de camarão do Estado do Ceará, 2015.

	CCR	BCC	ES
Média	0,69	0,92	0,73
Máximo	1	1	1
Mínimo	0,08	0,38	0,08
Fazendas eficientes	14	27	16
% da amostra	36,84	71,05	42,10

Fonte: Elaboração própria.

É possível observar que, das fazendas analisadas pelo pressuposto do retorno constante, apenas 14 são tecnicamente eficientes, o que corresponde apenas a 36,84% do total de fazendas. Em relação à ineficiência, as firmas denotaram um valor médio de 0,31, ou seja, caso intentem ser tecnicamente eficientes, elas terão que reduzir, em média, a utilização dos fatores produtivos em 31% e se manterem no mesmo nível de produção. Souza Junior (2003), estudando a carcinicultura cearense, relatou que apenas 55% dos produtores amostrados podem ser considerados tecnicamente eficientes. Ele relatou, também, que em média, esses produtores teriam que reduzir a utilização dos insumos em 19,11%.

Para o caso dos retornos variáveis, nota-se um aumento das fazendas tecnicamente eficientes. Considerando o total de fazendas amostradas, tem-se que 71,05% das UTD são eficientes. O escore de eficiência médio mostra que houve um crescimento de 33,33% dos produtores eficientes para o BCC-I. A diferença percentual de 23% entre as médias do CCR e BBC indicam que 71,05% da ineficiência técnica do modelo de retorno constante decorrem da ineficiência de escala. Fica claro, também, que, ao considerar o modelo BCC-I, o número de fazendas eficiente aumentou para 27. Souza Junior (2003) relatou que, considerando o retorno variável, o número de fazendas tecnicamente eficientes aumentava com a adoção do modelo BCC, portanto, foi possível observar um aumento de 28,93% das fazendas consideradas eficientes. Segundo Seiford e Zhu (1999), isso ocorre porque todas as unidades classificadas como eficientes no modelo de CCR-I, também serão caracterizadas como eficientes para o modelo BCC-I; contudo, o inverso não ocorre. Santos *et al.* (2009) relatam que o modelo de retornos variáveis não leva em consideração a existência de ineficiência de escala.

A eficiência de escala, como já relatado, mede a relação entre as medidas de eficiência técnica para os modelos de CCR-I e BCC-I. A firma é classificada como eficiente quando for possível verificar que esta opera em escala ótima de produção. Portanto, de acordo com a Tabela 3, observa-se que 42,10% das fazendas trabalham em escala ótima de produção, número ainda abaixo de 50%.

No que diz respeito aos retornos do modelo CCR ilustrado na Tabela 4, apenas 28,94% das fazendas conseguiram atingir o retorno constante, fato significativo de que essas unidades utilizam de modo equilibrado os *inputs* e *output*, ou seja, desempenham suas atividades produtivas sob condições ótimas.

Conforme Carvalho *et al.* (2016), quando uma UTD chega ao nível constante, em relação ao retorno, esta passa a ser uma unidade referencial, para as demais unidades, portanto esta firma torna-se um modelo sobre como utilizar adequadamente os insumos no processo produtivo. Logo, todas as unidades produtivas que obtiveram escores de eficiência igual a um devem ser consideradas *benchmarks*.

Tabela 4 - Valores de eficiências e a natureza dos retornos, 2015.

Retornos	Eficientes (%)	Ineficientes (%)
Constante	28,94	2,63
Crescente	23,68	42,10
Decrescente	0	2,63
Total	52,62	47,36

Fonte: Elaboração própria.

Em relação às UTD's que demonstraram ineficiências e retornos decrescentes, na equivalência a 2,63%, o processo produtivo só alcançaria a eficiência caso o tamanho da escala de produção fosse reduzido.

As unidades produtoras enquadradas como ineficientes e apontaram retornos crescentes estariam em melhor condição se a escala de produção fosse ampliada. Nesse caso, cabe uma observação: como o número de viveiros é fixo, pois a construção é demorada, só seria possível mudar a escala de produção, de maneira imediata, via mudança da produtividade e, conseqüentemente, alteração do manejo ou emprego de novas tecnologias.

As fazendas classificadas como eficientes e com retornos constantes atingiram a eficiência de escala, caso, no qual além da relação insumo e produto estar equilibrada, não é necessário fazer qualquer alteração na escala produtiva. Há, contudo, uma ressalva: 23,68% das firmas que foram eficientes apontaram retorno crescente, ou seja, há uma diferença significativa com o valor encontrado para eficiência total de escala (na tabela 3). Uma das prováveis explicações para isso seria a ponderação inicial, que considerou eficientes as fazendas com eficiência média acima de 0,90. Para isso, cabe à consideração suscitada anteriormente, em que, apresentando retornos crescentes, o melhor seria ampliar a escala de produção.

Durante a análise dos dados, foi possível verificar diversos tamanhos de firmas. Nesse contexto, segundo a Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (2013), as unidades produtivas são classificadas de acordo com o seu tamanho. A entidade cita que as unidades produtivas podem ser de quatro tipos: micro (unidade com menos de 5 hectares); pequeno (de 5 e 10 hectares); médio (de 10 e 50 hectares) e grande (maior do que 50 hectares). Por meio dessa classificação, foi possível determinar onde ocorre a maior porcentagem de ineficiência. Observando os resultados descritos na Tabela 5, percebe-se que a maior parte da ineficiência se concentra no micro, pequeno e médio produtor, ou seja, 53,64% são ineficientes.

Tabela 5 - Classificação dos produtores, quanto ao tamanho das fazendas, eficiência e ineficiências, 2015.

Classificação	Fazendas (%)	Ineficientes (%)	Eficientes (%)	Média de eficiência (CCR)
Micro	4,87	4,87	0	0,5733
Pequeno	21,95	14,63	7,31	0,7415
Médio	48,78	34,14	14,63	0,7144
Grande	24,39	4,87	19,51	0,8992
Total	100	58,53	41,56	

Fonte: Elaboração própria.

Vale salientar que a média de eficiência dos produtores está em 0,69, para o modelo CCR. Após separar os produtores em classes, no entanto, sobra evidência que o quadro é ainda mais grave para o microprodutor, pois, além de obter o menor valor de escores, não foi possível encontrar nenhuma *benchmarks*. Além disso, o microprodutor dispõe de pouco recurso financeiro para investir em estrutura e mão de obra qualificada, que poderiam auxiliar no aumento da produção. Na consideração da ABCC (2013), o percentual de microprodutores em atividade no ano de 2011 correspondia a 52% do total de produtores do Ceará. Conforme Sousa Junior (2003), os produtores cearenses tecnicamente eficientes adotaram o emprego de níveis tecnológicos mais elevados de modo que estão fora do alcance financeiro para maioria dos micros, pequenos e médios produtores.

4.2 Identificação do(s) determinante(s) da (in)eficiência técnica dos produtores

A tabela 6 mostra os resultados obtidos por meio do modelo Tobit. Os resultados demonstram quais os principais regressores determinantes para explicar a (in)eficiência das propriedades produtoras de camarão no Estado do Ceará.

Antes, porém, de analisar os resultados dos coeficientes, é importante destacar o teste realizado para constatar a eficiência do modelo. O teste LR foi aplicado com o objetivo de averiguar se as variáveis explicativas, conjuntamente, têm efeito sobre a variável dependente, ou seja, se conjuntamente os regressores são importantes para explicar o regressando. Logo, a hipótese nula seria, nesse caso, a inexistência do efeito. O valor do LR mostra que a hipótese nula pode ser rejeitada. Também foi realizado o teste para identificar se os coeficientes são estatisticamente diferentes de zero. O resultado mostra que a hipótese nula pode ser rejeitada a 1%, portanto os coeficientes são diferentes de zero.

Tabela 6 - Variáveis que, conjuntamente, influenciam a (in)eficiência técnica dos produtores de camarão do Ceará, 2015.

Variáveis	Modelo Tobit			Efeito marginal
	Coefficientes	Erro-padrão	Valor-p	Valor-p
Pós-larvas	0,278e-8	2,56e-8	0,287	0,278
Mão de obra	0,024017	0,0404	0,557	0,553
Viveiros	0,074859	0,05022	0,147	0,136
Ração	-0,784e-6	4,60e-6	0,099	0,088
Densidade	0,001661	0,007435	0,825	0,823
Área	0,012473	0,006820	0,077	0,067
Insumos	-0,000034	0,0000162	0,040	0,032
Produção	0,0000133	0,582456	0,013	0,008
	Valor			
LR	22,93			
X ²	0,003			

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados, no entanto, apesar de conjuntamente explicarem a variável dependente, alguns deles não foram significativos, como: pós-larvas, mão de obra, viveiros, densidade. Isso pode ter ocorrido em razão da heterogeneidade da amostra.

Os regressores insumos e produção, estatisticamente, são significativos a 5%. Já as variáveis explicativas, ração e área, são significativas a 10%. Vale ressaltar que os sinais encontrados estão coerentes com o esperado, visto que, para ração e insumos, se estes estiverem sendo usado de modo mais intensivo, tudo mais constante, estes causaram efeitos negativos sobre a eficiência do sistema (SOUZA JUNIOR, 2003). Para área e produção, o aumento dessas, tudo mais constante, tem efeito positivo sobre a eficiência.

Os efeitos marginais que causam alterações na ração e nos insumos indicam que o aumento de 1% dessas variáveis reduz as eficiências, respectivamente, 0,000000784 e

0,000035. Já para área e produção, é possível perceber que o aumento de 1% percentual nessas variáveis é responsável pelo crescimento da eficiência de 0,012474 e 0,000013, respectivamente.

Apesar de grande parte das unidades produtoras de camarão operar de maneira ineficiente, os resultados da Tabela 6 mostram quais são as variáveis que devem ser utilizadas para incrementar a produção de camarão do Estado do Ceará. Nesse aspecto, caso tentem melhorar a eficiência, os produtores devem olhar para as variáveis área e produção. Nesse caso, o aumento da eficiência está fortemente vinculado ao crescimento da área. Assim, se quiserem aumentar a produção esta pode ser feita simplesmente aumentando a área produtiva.

Aumento da produção, no entanto, também possui grande significado no ganho de eficiência, entretanto, esta deve ser observada com atenção, pois o simples aumento do número de camarões não causaria o aumento da produção. Sendo assim, o aumento da produção deve ser acompanhado da melhora de todos os outros fatores. Na inteligência de Silva e Sampaio (2009), a utilização de equipamentos para aeração, o tratamento de solo e a utilização de tanques berçários contribuíram para a redução da ineficiência.

5 CONCLUSÃO

Este estudo sobre a eficiência das fazendas de camarão do Estado do Ceará identificou o fato de que, em média, a eficiência dos produtores está acima de 0,60. Os valores mínimos, contudo, estão muito distantes mesmo dos valores médios.

As firmas que expressaram os melhores resultados, ou seja, as unidades que foram eficientes, quando o modelo analisado foi o CCR, e apontaram retornos constantes, podem ser classificadas como *benchmarks*. Portanto, apenas 28,94% das empresas expressaram equilíbrio na relação *inputs* e *outputs* e, além disso, não exprimem a necessidade de alterar a escala de produção.

Com o modelo de retorno variável, foi possível constatar que o número de firmas eficientes é superior ao modelo CCR. Tal fato ocorre porque as firmas consideradas eficientes no modelo de retornos constantes também são havidas como eficientes no modelo BCC. Além disso, este modelo também leva em conta os diversos tamanhos das firmas. Nesse aspecto, fica evidente que a ineficiência de escala trouxe consequência negativa ao sistema produtivo.

Observando os resultados estratificados por tamanho da unidade produtiva, fica fácil verificar que a maior parte da ineficiência acontece no grupo de micro, pequeno e médio produtor. Esse possui escores médios de ineficiência abaixo do escore geral, 0,76; entretanto, para o micro produtor, foi encontrado um resultado ainda mais alarmante, pois, além de estar muito abaixo do valor médio, este não possui nenhuma unidade referencial.

O modelo Tobit foi utilizado para encontrar que variáveis afetam a eficiência. Os resultados mostram que as variáveis de insumos, área, produção e ração atuam sobre o modelo estimado. Os regressores ração e insumos têm efeito negativo sobre a eficiência. Já as variáveis explicativas, área e produção, têm efeito positivo; contudo, a variável que tem o maior efeito sobre o modelo é a área, a um nível de significância de 10%.

O resultado está coerente, até mesmo, quando se analisam as duas metodologias, conjuntamente, pois, no modelo não paramétrico DEA, foi evidenciado que a ineficiência é causada pelo tamanho da escala de produção. Já em relação ao modelo Tobit ficou claro que qualquer alteração para melhorar a eficiência deve ser feita primeiro na área, pois esta traria uma probabilidade maior de ganho de eficiência.

Contudo, vale ressaltar que alguns pontos devem ser revistos para estudos futuros, por exemplo, o regressor de produção. A produção é influenciada por vários

fatores, dentre os quais: tempo de experiência, nível de escolaridade, assistência técnica, tipo de tecnologia e de sistema. Assim, sugere-se que possam ser englobadas também essas variáveis. Além disso, indica-se, também, que seja realizado o mesmo tipo de análise, porém, levando em consideração os tamanhos das unidades produtivas, bem como é de necessidade aumentar o número de observações. Dessa maneira, será possível identificar quais são os fatores que realmente influenciam cada tipo de produtor.

Por fim, como sugestão para criar outras políticas públicas que visem a melhorar a capacidade produtiva dos produtores, que forem classificados como micro, pequeno e médio produtor; indica-se a instituição de assistência técnica especializada e linhas de créditos, pois esses grupos, além de relatarem os piores resultados, passam por dificuldade para melhorar tecnicamente sua produção. É necessário, no entanto, também atentar para o fato de que este grupo de produtores é responsável por quase metade da produção cearense. Portanto, melhorar a eficiência produtiva desses produtores significa, em linhas gerais, aumentar produção, renda e emprego, tornando o Estado mais competitivo.

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA TÉCNICA, ECONÔMICA E RISCO NA PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Norões (2017), a produção brasileira de camarão mostra uma taxa de crescimento de 10% ao ano. Do ponto de vista econômico, o setor registrou um crescimento, de 2014 a 2015 de 13,65%, portanto, é uma atividade em ascensão (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015). Além disso, o País figura entre os dez maiores produtores de camarão do mundo (*Food and Agriculture of the United Nation*, 2016).

No Brasil, a carcinicultura é uma realidade na maior parte dos estados. Segundo a Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (2013), a produção desse crustáceo é praticada em pelo menos 14 estados brasileiros. Como informa Rocha (2017), a característica edafoclimática confere ao setor, além da possibilidade de uma produção contínua, vantagens competitivas, que se forem utilizadas conscientemente auxiliará o País a alcançar níveis de competitividade internacional.

A Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCC, 2013), no entanto, descreve como heterogênea a composição da participação de cada Estado na produção nacional. Assim, a distribuição espacial da atividade se concentra, predominantemente, na região Nordeste, já que esta é responsável por 99,24% da produção, com ênfase ao Ceará, que responde por 49% do camarão produzido no País (IBGE, 2015).

No Nordeste, ao contrário de outras regiões do País, que também produzem camarão, é possível operar o ano todo, em razão, principalmente, da estabilidade climática. O principal reflexo destas características foi que, no ano de 2003, o camarão se tornou o segundo produto mais exportado da região (ROCHA, 2017). Então, e conforme a ABCC (2013), a carcinicultura auferiu destaque no agronegócio brasileiro, notoriamente no Nordeste, região onde estão os maiores produtores do País, com destaque para o Ceará, o maior produtor desta *commodity* e onde a atividade é desenvolvida por 325 carcinicultores, o que corresponde a 27% do total de produtores do País, empregando diretamente mais de 30% dos trabalhadores aquícolas da região (IBGE, 2015).

Como noticia Souza Junior (2003), o sucesso da atividade no Ceará é consequência das medidas adotadas pelos produtores que utilizam as melhores práticas

de manejos e “pacotes” tecnológicos que visem ao ganho de eficiência (tanto técnica como econômica). Ademais, os produtores, agentes econômicos racionais, sempre buscam aperfeiçoar o seu comportamento com o objetivo de atingir a maximização da produção e/ou reduzir os custos (ALMEIDA, 2012). Portanto, esta meta pode ser alcançada, por meio, também, do ganho de eficiência conferindo ao produto maior qualidade com menor custo econômico e, conseqüentemente, com menor impacto ambiental (FRÓES *et al.*, 2013).

Vale salientar, contudo, o histórico de ações governamentais, pois também este, apesar de pouco efetivo, contribuiu para o desenvolvimento da atividade. No âmbito federal, houve a criação do Ministério da Pesca e Aquicultura, além de haver sido ampliado o crédito para a atividade. Conforme Oliveira (2008), na esfera estadual, nos governos de Tasso Jereissati, Lúcio Alcântara e Cid Gomes, houve, no decurso dos seus mandatos, a criação de vários órgãos e secretarias para coordenar as ações de piscicultura e carcinicultura. O mesmo autor também relata o “Programa de Desenvolvimento do Agronegócio da Aquicultura”, cujo objetivo é expandir, modernizar e, essencialmente, melhorar a produtividade por meio de ações que visem à sustentabilidade econômica e ambiental.

Com efeito, Norões (2017) destaca o fato de que, para os produtores cearenses, ainda há possibilidade do aumento da produtividade, o que seria possível por meio da melhoria de eficiência das unidades produtivas, conseqüentemente, poderia elevar, de modo positivo, o resultado final da produção nacional. Portanto, o êxito da produção de camarão do Estado depende, dentre outros fatores, da estratégia aderida pelo empresário. Assim, Ferreira (2015) descreve a ferramenta de análise de eficiência como a melhor alternativa se o objetivo do produtor for aperfeiçoar o planejamento, a estratégia e a tomada de decisão.

Nesse âmbito como expressa a ABCC (2013), os carcinicultores nordestinos podem ser caracterizados, também, por tamanho das unidades produtivas. Assim, 93% dos produtores são classificados como: micro, pequeno e médio produtor. No Ceará, os microprodutores correspondem a 52% e sua produção é de apenas 1.410 toneladas. Nesse sentido, o aumento da capacidade produtiva no Estado passa, inevitavelmente, por estes produtores.

Para Fróes *et al.* (2013), Silva *et al.* (2013) e Melo *et al.* (2015), diversas tecnologias são desenvolvidas para tornar os sistemas de cultivo de camarão mais competitivos. Os autores citam o sistema de *Biofloc Technology* (BFT) como o principal

método para o aumento da densidade de estocagem e, conseqüentemente, a maximização da produtividade. Joventino (2006), a seu turno, cita que a utilização dessa tecnologia tem sido empregada, principalmente, para melhorar o desempenho técnico dos cultivos, ou seja, tornar os produtores mais eficientes. Otoshi *et al.* (2007) descrevem, no entanto, que o cultivo de camarão marinho em alta densidade utilizando o “pacote” tecnológico BFT só terá viabilidade econômica se o sistema operar com uma densidade de estocagem acima de 1.111 camarões por metro cúbico.

Portanto, conforme Kubitza (2015), o emprego desse tipo de tecnologia, que busca o alto desempenho do sistema, tem custo elevado de implantação, e esta se faz um fator limitante para o crescimento da atividade, pois, nem todos os carcinicultores, com ênfase para micro, pequenos e médios produtores; terão acesso a essa tecnologia ou mesmo ao crédito que poderia proporcionar um incremento da produção. Além disso, em geral, os carcinicultores com recursos financeiros escassos passam pouco tempo na atividade. Isso ocorre, principalmente, em virtude dos resultados insatisfatórios alcançados no início da atividade.

Nesse sentido, a atividade também passa por outros entraves que dificultam o desenvolvimento do setor aquícola. Na sua reflexão Dias (2017) entende que as principais dificuldades enfrentadas pelo empresário que inicia nesse setor, são: a) dificuldade de operacionalização; b) falta de uma avaliação econômica periódica; c) incapacidade de adaptação às mudanças de manejo e as flutuações de preço do mercado. Em vista disto, Igarashi, Gurgel e Carvalho (2000) e Campos e Campos (2006), destacam que as principais causas dessas dificuldades enfrentadas pelos produtores estão na formação profissional, que é incompatível para gerenciar a atividade, e na falta de mão de obra especializada.

Nesse caso, ressalta-se a importância fundamental da ação conjunta de uma avaliação sobre eficiência técnica e econômica, pois ambas auxiliam na tomada de decisão do empresário. Cabe destacar, no entanto, o papel de uma análise econômica na longevidade da empresa. Segundo Dias (2017), a viabilidade das fazendas produtoras de camarão é um retrato positivo dos resultados econômicos, ou seja, uma análise regular dos indicadores econômicos auxilia, também, no planejamento, acompanhamento e na futura mudança de estratégia que poderá ser adotada. Assim, torna-se indispensável, na avaliação da viabilidade da carcinicultura, o cálculo dos indicadores econômicos. De efeito, o conhecimento sobre os fatores produtivos (pós-larvas, ração, salários e demais insumos) e seus custos, bem como a receita gerada pela atividade são essenciais nesse

cálculo. É necessário enfatizar, porém, que sobre essas variáveis paira uma série de incertezas que podem causar alterações no resultado final.

Nesse aspecto, a região Nordeste enfrenta uma sucessão de problemas, como: alterações climáticas (grandes períodos de secas e amplitude térmica), condição social e um quadro severo de enfermidades na produção de camarão. Além disso, os preços dos insumos e da produção também são objeto de alterações, que podem ser: temporárias ou permanentes; configurando outra modalidade de incerteza enfrentada pela atividade.

Assim, como meio para responder às dúvidas causadas pelas incertezas, a análise de risco é um expediente de suma importância. Para isto, esta metodologia demanda avaliar as alterações de cada parâmetro (ou fator) que participa do processo produtivo. Portanto, Dias (2017), descreve que os modelos probabilísticos definem um perfil econômico mais próximo da realidade. Sendo assim, por meio dos diversos cenários gerados pelo método, o gestor terá informações importantes que permitirão uma melhor tomada de decisão.

Assim, o ensaio ora relatoriado têm como objetivo analisar a eficiência técnica e econômica das propriedades produtoras de camarão em cativeiro no Estado do Ceará. Além disso, o estudo busca relacionar a eficiência técnica com a viabilidade econômica da carcinicultura em condições determinísticas e sob circunstância de risco.

Nesse aspecto, os produtores serão analisados quanto à eficiência técnica, segundo o modelo de fronteira estocástica; viabilidade econômica, por meio dos indicadores financeiros. Por último, será efetivado o exame da viabilidade econômica sob condição de risco. Ademais, será precedido um estudo da amostra e depois por estrato, ou seja, com a avaliação da eficiência técnica, os produtores serão alocados em classes de eficiência, de sorte que, a avaliação será feita do pior e do melhor nível de eficiência.

A relevância deste experimento está em determinar o nível de eficiência técnica dos produtores do Ceará e classificá-los em estratos. Assim, utilizando essa taxonomia, será possível mostrar que os produtores que obtiverem os melhores resultados também são aqueles que tiveram os menores custos de produção. Além disso, será possível apontar que o nível de eficiência está associado ao risco da atividade, ou seja, quanto mais eficiente, menor será o risco da atividade.

Esta pesquisa é formada, além da introdução, por mais cinco seções. A segunda é composta por uma revisão de literatura sobre eficiência, fronteira estocástica, indicadores financeiros e o método de Monte Carlo. Na terceira, serão expostos os

dados, as variáveis e os modelos empíricos usados na pesquisa. Logo em seguida, são apontados os resultados e a discussão da análise da fronteira estocástica, indicadores financeiros e análise de risco. A quinta seção trará as conclusões e sugestões para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção cuida dos aspectos metodológicos mais utilizados para mensurar a eficiência técnica, fronteira de produção, indicadores econômicos e análise de risco das unidades tomadoras decisão. Logo, em seguida, são relatadas outras pesquisas que se louvaram nessas metodologias.

2.1 Eficiência técnica

No arcabouço metodológico do estudo de eficiência, os produtores eram considerados plenamente eficientes. Isso acontecia porque o modelo de fronteira era admitido como idealizado e teórico (SILVA, 2007). Farrel (1957), no entanto, em contraposição aos modelos da época, propôs o seu modelo empírico. Com isso, ele inseriu dois novos termos de eficiência: técnica e alocativa.

Nesse âmbito, sugeriram diversos métodos para estimar a eficiência das unidades produtivas, com destaque para as técnicas não paramétricas e paramétricas. As novas metodologias, no entanto, que foram surgindo passaram a ser orientadas pelas ideias propostas de Farrel (1957). Assim, os modelos surgentes passaram a incorporar o conceito de produzir minimizando o uso dos insumos e/ou combinar fatores produtivos para desenvolver determinado produto em razão dos preços.

Os modelos não paramétricos, empregados no estudo de eficiência, não necessitam de uma especificação funcional (HACKBARTH NETO; STEIN, 2003). Dentre os métodos não paramétricos, têm ressaltado os modelos de programação linear desenvolvidos por Charmes, Cooper e Rhodes (1974) e Banker, Charmes e Cooper (1984).

Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Broeck (1977) oferecem o conceito de fronteira estocástica, modelo paramétrico, largamente aplicado como abordagem para mensurar a eficiência das unidades produtivas. Do ponto de vista metodológico, a principal diferença desse modelo econométrico é considerar a influência de erros de medições e outros fatores puramente aleatórios que podem levar o produtor a ter um resultado final menor do que o esperado. Conceitualmente, porém, o cálculo da eficiência da fronteira estocástica é obtido do mesmo modo como o de fronteira determinística, ou seja, pela razão entre a quantidade produzida e a quantidade máxima que pode ser produzida. Para isso a quantidade de insumos utilizados deve permanecer constante (NORÕES, 2017).

A análise de eficiência por meio de técnica fronteira estocástica utiliza a premissa econométrica para a estimação da fronteira de produção (CALLEGARI-JACQUES, 2003). Além disso, a metodologia também deve obedecer a uma maneira funcional adequada ao tipo de tecnologia e devem-se definir as hipóteses distribucionais sobre o componente do erro (REIS; RICHETTI; LIMA, 2005).

Evidencia-se, por ser oportuno, que o modelo de fronteira estocástica expressa algumas inconveniências. Kumbhakar e Lovell (2000) destacam os problemas de tamanho da amostra e erro de especificação da forma funcional. Liu, Laporte e Ferguson (2008) citam que pode haver problema na especificação da distribuição para o termo de ineficiência, pois não há nenhuma razão em particular para a seleção de determinada distribuição. Pode ocorrer também problema na função de produção, principalmente em relação à monotonicidade (REINHARD; LOVELL; THIJSEN, 2000).

A escolha do método paramétrico, todavia, decorre das suas características: *i*) possível realizar testes de hipóteses sobre os parâmetros das variáveis explicativas; *ii*) é possível inserir variáveis de controle para descrever a ineficiência técnica; e *iii*) a unidade tomadora de decisão pode realizar suas atividade na presença de ruídos (COELLI *et al.*, 1998).

A vantagem do modelo de fronteira estocástica está em reconhecer que os desvios em relação à fronteira de produção podem ter origem na ineficiência técnica dos produtores ou são causados por choques aleatórios, logo, estes não estão no alcance do controle dos produtores.

A fronteira estocástica é havida como a técnica mais adequada para determinar a eficiência do setor agrícola, quando comparada a métodos de fronteira determinística e não paramétrica. Além disso, países em desenvolvimento, onde é comum ocorrer erros de medição e os fatores exógenos têm grandes influências, o ideal é trabalhar com o modelo paramétrico, particularmente, fronteira estocástica (COELLI *et al.*, 1998).

Conforme Dey *et al.* (2010) e Almeida (2012), a estimação da eficiência por meio da fronteira estocástica é amplamente utilizada na indústria do agronegócio. No setor aquícola, no entanto, com ênfase na carcinicultura, os estudos ainda são escassos.

2.2 Modelo de fronteira estocástica

O estudo sobre eficiência está bastante difundido, mas, uma análise de eficiência ainda não é tão usual, principalmente, na aquíicultura brasileira. Segundo Norões (2017),

no Brasil, ainda são escassos os estudos sobre eficiência técnica, especificamente, acerca de carcinicultura.

Em outros países, o estudo da eficiência da carcinicultura é usado para melhorar a alocação de recursos e, portanto, tornar a atividade mais competitiva. Na carcinicultura mundial, a avaliação da eficiência técnica realizada por países asiáticos trouxe diversos benefícios, como: identificação das variáveis responsável pela a melhora da eficiência (BEGUM; HOSSAIN; PAPANAGIOTOU, 2013), aumento da rentabilidade da produção de camarão (GUNARATNE; LEUNG,1996) e identificação dos parâmetros responsáveis pela a ineficiência (SIVARAMAN *et al.*, 2015). Não é, porém, apenas somente na Ásia que a análise da eficiência se popularizou Países como Estados Unidos e México utilizam bem esse recurso para melhorar sua produção de camarão.

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 em extensivo, semi-intensivo e intensivo teriam um incremento anual de receita de U\$4.253, U\$10.830 e U\$34.000, respectivamente.

No México, Martinez-Cordero e Leung (2004) estudaram fazendas produtoras de camarão que trabalhavam no sistema semi-intensivo. O objetivo do estudo foi obter indicadores de eficiência que fossem regulados pelos impactos ambientais, sobretudo, com a introdução de uma nova espécie. Para isto, foram coletados dados do período de 1994, 1996 e 1998. 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, foram examinadas a PTF e a eficiência técnica, esta última usando as abordagens tradicional e ajustada para o meio ambiente.

Em Bangladesh, Begum, Hossain e Papanagiotou (2013) estudaram os fatores que influenciam na produção de camarão. Para isto, os autores utilizaram uma amostra de 90 fazendas. A análise foi feita com a função de fronteira estocástica. O resultado encontrado mostra que a média da eficiência técnica dos produtores foi de 82%, logo, o setor trabalha 18% abaixo do nível de fronteira de produção. Os autores identificaram, porém, como fatores que causam a ineficiência técnica o nível de escolaridade, o treinamento e a idade.

Na Malásia, Islam, Yew e Noh (2014) usaram a abordagem de fronteira estocástica para examinar a eficiência técnica da carcinicultura. O objetivo dos autores, no entanto, era identificar as principais causas da ineficiência do processo produtivo. O modelo foi gerado com bases nas variáveis: área das fazendas, número de ciclos de produção, nível de escolaridade, idade e tempo de experiência. Os resultados mostraram que a variável escolaridade e o tempo de experiência têm grande influência sobre a eficiência das produções. Logo, se o objetivo dos produtores for alcançarem melhores resultados no sistema produtivo, é necessário investir em educação e funcionários capacitados.

Na Índia, Sivaraman *et al.* (2015), assim como os autores há pouco mencionados, usaram a técnica de fronteira estocástica para analisar as variáveis causadoras de ineficiência na produção de camarão nos distritos de Godavari Oriental de Andhra Pradesh. Para isto, foram selecionados 150 produtores da região que respondiam a um questionário previamente formulado. Segundo os autores, as variáveis causadoras de ineficiência são: participação em associação de carcinicultores, experiência, escolaridade, idade e tamanho da família. Resultados encontrados mostram que os produtores com maior tempo de experiência, idade e melhor escolaridade conseguem compreender melhor o papel da tecnologia na produção e tomar decisão apropriada para manter o cultivo estável.

No Brasil, Souza Júnior (2003) relatou o caso das fazendas produtoras de camarão no Ceará. A pesquisa foi realizada em 68 fazendas, no entanto, a avaliação da eficiência foi feita por meio do método não paramétrico, análise envoltória de dados (DEA). Analisando as fazendas, foi possível constatar que apenas 30 produtores, do total de 68, eram eficientes tecnicamente. Quando se examinou, entretanto, o aspecto da eficiência alocativa de recurso, pode-se concluir que, independentemente da classificação como produtor, todos eram ineficientes. O autor constatou que os produtores eficientes tecnicamente 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. Os dados foram coletados do Censo da Carcinicultura, do ano de 2004. Os autores estimaram três fronteiras não paramétricas, sendo que duas delas estavam fundamentadas na DEA a 1º) retornos constantes de escala e 2º) retornos variáveis de escala, e FDH (*Free Disposal Hull*). Segundo eles, a densidade pode produzir um efeito negativo para o pequeno e médio produtor, pois, à

medida que se aumenta a densidade de estocagem nos viveiros, é necessário ter maiores cuidados. O experimento dos autores considerou que a densidade ideal para o pequeno e médio produtor, em média, deverá ser menor do que 50 cam/m².

Oliveira (2008) estudou o cultivo de camarão marinho no Rio Grande do Norte, em sistema dulciaquícola. A análise da eficiência do cultivo foi feita por meio do DEA. As variáveis consideradas são: produção e peso médio final, enquanto, e as variáveis explicativas adotadas foram: tempo de cultivo, quantidade pós-larvas, quantidade de ração ofertada, área do viveiro. A variável exógena está na origem das pós-larvas. Os resultados demonstram que, do total de 115 cultivos analisados, apenas 24 foram eficientes.

2.3 Indicadores financeiros da carcinicultura

A análise econômica é elemento fundamental na tomada de decisão. No Brasil, o estudo econômico do agronegócio é expresso como de grande relevância para o desenvolvimento das diversas atividades. Pesquisas de análise econômica de produção e fluxo de comércio, no setor pesqueiro, entretanto, enfatizando a carcinicultura, ainda são poucas. Nesse sentido, Dias (2017) descreve que a utilização integral das informações, com destaque para os indicadores financeiros, torna-se essencial para o crescimento e manutenção das empresas no longo prazo.

A carcinicultura brasileira é uma atividade recente para o agronegócio. Nesse aspecto, o conhecimento sobre a viabilidade econômica da produção de camarão ainda é escasso. Como raciona Dias (2017), o sucesso da atividade passa, preponderantemente, pelo estudo da viabilidade econômica. Adicionalmente, o mesmo autor cita, ainda, a importância desse tipo de estudo para a tomada de decisão, alocação e o uso eficiente dos recursos. Assim, caso os produtores de camarão tenham como meta a maximização do desempenho da atividade, é fundamental uma análise econômica, pois, assim, as firmas poderão destinar de maneira eficiente os recursos utilizados, bem como o empresário poderá ter uma chance maior de sucesso.

A seguir, estão descritos alguns estudos realizados na área da carcinicultura com o objetivo de analisar a viabilidade econômica da atividade.

Brito *et al.* (2005) analisaram a viabilidade econômico-financeira da criação de camarão como meio de negócio para pequenos produtores familiares. Os autores constataram, por meio da análise dos indicadores, que a carcinicultura é expressa como

atividade alternativa para o agricultor. Nesse sentido, eles indicam a importância da inclusão da atividade no Programa de Agricultura Familiar - PRONAF.

Campos e Campos (2006) avaliaram a viabilidade econômica das fazendas de camarão marinho produzido na microrregião do Baixo Jaguaribe, CE, no ano de 2001. Com uma amostra de dez produtores, foi possível determinar que, no curto prazo, as margens brutas, individualizadas por produtores, expressaram resultado satisfatório. Em relação ao lucro, as firmas indicaram uma margem de 27%, ou seja, estas podem ser classificadas como viáveis economicamente. No que diz respeito ao longo prazo, os autores utilizaram os indicadores de renda bruta e lucro operacional para mostrar que a atividade também é viável.

Karim *et al.* (2014) analisaram os dados de 2013, buscaram examinar a viabilidade econômica da produção de camarão *Macrobrachium pantanalense*, espécie encontrada no Pantanal Mato-grossense. No primeiro momento, a pesquisa foi realizada usando fluxo de caixa, determinação dos indicadores de viabilidade econômica, como: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), relação benefício/custo, período de recuperação do capital e avaliação do custo retorno anual. Posteriormente, foi feita uma análise de sensibilidade, utilizando quatro possíveis cenários. Os resultados obtidos, até mesmo na análise de sensibilidade, indicam que a atividade é viável e pode ser considerada de baixo risco para os investidores.

Dias (2017) verificou a situação econômica dos produtores de camarão no Município de Acaraú, CE, para o ano de 2015. Por meio de dados primários, foi possível observar que as firmas, apesar de denotarem perfil heterogêneo, registraram resultados positivos para margem bruta. Nesse caso, sobram recursos para remunerar os custos fixos; a margem líquida exprimem valores positivos, portanto, a renda bruta média é superior ao custo operacional médio. Foi possível concluir, então, que a rentabilidade e os riscos estão dentro de uma margem aceitável.

2.4 Análise de risco

O resultado de uma análise de investimento é considerado em condições de risco, quando a probabilidade de ocorrência de um evento, nesse caso, valor da viabilidade econômica da carcinicultura, é diferente daquela estipulada durante a elaboração do projeto.

Assim, o risco, é visto como um elemento incontrolável, associado a qualquer atividade humana, com destaque para as ações rurais, com ênfase na produção de

camarão, que tem, no fator climático, nível de escolaridade (proprietários e funcionários) e variação dos preços, elementos de extrema influência no resultado final.

Com efeito, o risco pode ser encarado como inerente a qualquer atividade, portanto, o conhecimento deste e a maneira de superá-lo é fundamental para a tomada de decisão, melhoria na eficiência e a alocação dos recursos. Além disso, de acordo com Dias (2017), o risco pode ser dividido em dois tipos- indireto e direto. O primeiro refere-se àquele que o produtor não consegue controlar, como, por exemplo, o clima. Já os riscos diretos são aqueles que estão relacionados à atividade produtiva, ou seja, é o que de algum modo pode ser controlado.

A produção de camarão exprime os dois tipos de riscos, no entanto, os riscos indiretos não alteram tanto a produção ao longo prazo quanto os diretos. Dessa maneira, os aspectos da gestão, custo dos insumos, carência de mão de obra, adoção de “pacotes” tecnológicos e as boas práticas de manejo estão vinculados aos riscos diretos da atividade e exercem grande influência sobre a produção.

Nesta realidade, a estimação do risco pode ser feita por diversos métodos, no entanto, ao considerar o risco na tomada de decisão, Martins (2013) e Dias (2017) aconselham, antes de partir para uma aplicação dos métodos de análise de risco, variar os indicadores utilizados dentro de um limite previamente estabelecido e avaliar quais dos parâmetros têm maior efeito sobre a rentabilidade do projeto. Este procedimento é descrito por Correia Neto (2009) como análise de sensibilidade. Portanto, a avaliação de risco será antecedida por análise de sensibilidade, pois, assim, será possível quantificar a sensibilidade dos resultados do projeto em relação às mudanças em uma variável, *ceteris paribus*, ou seja, mantendo os demais parâmetros inalterados.

Há inúmeras vantagens no emprego da análise de sensibilidade. Para Noronha (1987), no entanto, a mais importante delas é a capacidade do método de identificar as variáveis que melhor respondem às alterações em relação ao valor esperado. Portanto, após realizar a análise de sensibilidade e identificar as variáveis mais importantes, serão avaliados os riscos.

No concerne à caracterização do risco, Martins (2013) descreve que o risco pode ser conceituado como um evento que possui probabilidade de ocorrência conhecida. Sendo assim, por meio do conhecimento sobre a distribuição de frequência a Simulação de Monte Carlo (SMC) torna-se um veículo essencial para simular eventos.

Quando se cuida de análise de risco, a SMC é rotineiramente utilizada, pois, além de identificar a variabilidade dos aspectos pesquisados, é possível quantificar os

riscos associados a determinados eventos (STUART, 2000). Na concepção de Figueiredo *et al.*(2007), a análise da SMC é feita por meio da distribuição do evento ajustado ao método.

Nesse aspecto, vale destacar importante característica do método de “Monte Carlo”, pois, além de operar com grande parte da simulação conhecida, este também realiza simulações de distribuições empíricas, ou seja, a coleta de dados pode ensejar valores observados que não se encaixem em nenhuma distribuição de probabilidade teórica. Desse jeito, Frizzone e Silveira (2000) e Souza (1999) aconselham, inicialmente, adotar modelos de distribuição teórica-padrão, posteriormente, caso os modelos não descrevam o processo de modo adequado, impõe-se utilizar as distribuições empíricas.

Outro fator que favorece a adoção da SMC está em usar ferramentas computacionais sem grandes exigências para simular os cenários futuros estruturados por meio, basicamente, de variáveis que possuem valores gerados aleatoriamente dentro de uma distribuição de probabilidade, seja padrão ou empírica. Assim, por meio de valores estocásticos, é possível mensurar o valor esperado do projeto e seus valores de riscos (DIAS, 2017). Além disso, o método de Monte Carlo é uma ferramenta bastante versátil por usar apenas os equipamentos e *software* disponíveis, assim, desse modo, é possível criar inúmeros cenários, dando ao resultado maior confiabilidade (DIAS, 2017).

Na aquicultura, a análise sobre condições de riscos já está sendo utilizada. Nesse contexto, a metodologia é usada para avaliar as mais diversas situações, como: identificar probabilidade de sucesso financeiro, avaliar quais dos tipos de sistema empregado têm maior chance de sucesso e analisar o risco da atividade, quando exposta a uma determinada situação climática. A seguir, são referenciados alguns estudos sobre a análise de risco, utilizando a Simulação de Monte Carlo na aquicultura brasileira e internacional.

No México, Llamas e Herzberg (2014) avaliaram o risco da produção de camarão em gaiolas flutuantes. Os parâmetros coletados foram: efeito das condições climáticas, oriundo da região, variabilidade estocástica do camarão e alimentos para os animais, preços e parâmetros zootécnicos. Além disso, foi estudado também se os preços mais elevados, após algum evento que se torne feito meteorológico adversos, compensariam o risco. Nesse caso, ao analisar os dados coletados para o período de

2008 a 2010 o resultado mostra que os cultivos não afetados pelas condições climáticas apontaram as maiores receita líquidas.

Oliveira (2015) avaliou os riscos da piscicultura no Estado do Tocantins. A autora coletou dados econômicos e financeiros do cultivo de tambaqui em viveiros escavados. A análise de risco foi feita como complementação dos resultados com o objetivo de identificar quais os principais riscos que alteram o retorno econômico do investimento. A autora destaca o fato de que os projetos destinados à produção de tambaqui, apesar de atraentes sobre as condições determinísticas, se mostram sensíveis aos parâmetros “preços pago pelo o pescado” e ao “preço médio da ração”.

Na carcinicultura, Dias (2017) fez uma avaliação da viabilidade econômica do cultivo de camarão marinho sob a condição de risco para o Município de Acaraú-Ceará. O autor coletou dados da produção para o ano de 2015. O método utilizado na análise do risco foi a simulação de Monte Carlo. O autor identificou o fato de que os produtores expressam baixo risco e rentabilidade superior à esperada. De efeito, concluiu que a atividade denota baixa probabilidade de prejuízo, tanto no curto como no longo prazo.

Rego et al. (2016) analisaram os indicadores financeiros de dois tipos de sistemas usados no cultivo de camarão: sistema de bioflocos e sistema convencional. Os autores coletaram dados referentes à produção pernambucana do ano de 2014. Segundo os autores, em virtude da disseminação de doenças, os produtores buscam opções de produção, porém, há poucos estudos relacionados à avaliação dos riscos e, consequentemente, torna a tarefa de tomada de decisão mais difícil. A conclusão mostra que, avaliando o risco pelo método de Monte Carlo, independentemente do tipo de sistema, ambos mostram ter viabilidade econômica, porém, sobrou constatado o fato de que tanto o BFT como o convencional foram influenciados, negativamente e no longo prazo, pelos preços dos fatores produtivos.

3 METODOLOGIA

Esta seção determina e caracteriza a área utilizada para realizar a pesquisa de campo. Logo, em seguida, são descritas a natureza e a fonte dos dados e, por último, são definidos os métodos de análise dos dados.

3.1 Área de estudo

A coleta de dados para a realização deste estudo foi realizado nas carciniculturas do Estado do Ceará. Além disso, as fazendas pesquisadas teriam que ter como principal atividade a engorda de camarão. Nesse aspecto, o IBGE (2015) descreve o Ceará como o líder na produção de camarão no Brasil. Ademais, o Estado, também, possui a maior área destinada à produção, com 6.580 hectares.

Os dados foram coletados nos Municípios de Aracati, Acaraú, Itaiçaba, Itarema e Jaguaruana. Como certifica a ABCC (2017), a região sul cearense possui como principais produtores de camarão os municípios de Aracati, Itaiçaba e Jaguaruana; emprega diretamente nas fazendas de camarão 2.667 empregados. Além disso, a região possui mais de 6.700 hectares destinados à produção. Já na região norte, o número de empregos gerados foi de 1.263 e a região possui mais 3.600 hectares para a produção de camarão (ABCC, 2017) e seus principais representantes dessa são Acaraú e Itarema.

3.2 Número de produtores e tamanho da amostra

A investigação ora sob relatório foi efetuada por meio de processo de amostragem probabilística aleatória simples, com o emprego do tamanho da população definida no Levantamento da Infraestrutura Produtiva e dos Aspectos Tecnológicos, Econômicos, Sociais e Ambientais da Carcinicultura Marinha no Brasil em 2011 (ABCC, 2013). Logo, o tamanho da amostra foi determinado pelo método descrito por Cochran (1977). Assim, foi considerado o fato de que a proporção “p” será igual a 50%, de modo que se buscou levar em conta o tamanho da amostra máxima, certificando o alto nível de representatividade e erro amostral de 10%. O nível de confiança utilizado foi de 95%, estabelecido sob a curva de distribuição normal padronizada.

Segundo a ABCC (2013), havia 325 produtores de camarão no Estado do Ceará em 2011, no entanto, com o surgimento do *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), a produção cearense de camarão foi objeto de uma queda, chegando, inclusive, a registrar

perda de mais de 50% (TORRES, 2017), com isso, vários produtores entraram em falência.

Equação utilizada para determinar o tamanho da amostra:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (14)$$

em que:

n= tamanho da amostra;

Z=escore sobre a curva de distribuição normal padronizada (1,96);

p=1/2, parâmetro de proporção para “n” máximo;

q= percentagem complementar;

N=tamanho da população;

e= erro de amostragem (10%).

Portanto, o tamanho da amostra ficou definido em 74 produtores, contudo, em razão dos problemas causados pelo WSSV, a produção cearense de camarão foi alvo de considerável perda, conseqüentemente, várias firmas tiveram suas atividades encerradas ou tiveram que fechar suas operações, para iniciar um novo protocolo de produção, em que fosse possível produzir mesmo na presença do vírus da mancha branca. Assim, o tamanho original da amostra deve que ser reduzido para 43 firmas.

O modelo adotado de eficiência, fronteira estocástico, necessita, porém, que as informações obedeçam a modo funcional rígido. Com efeito, apenas 72% dos questionários aplicados foram utilizados, sendo assim, em relação ao número de firmas que a Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (2013) relatou existir no Ceará, a quantidade de questionários analisados neste estudo correspondeu a 10% do total de produtores do Estado.

3.3 Natureza dos dados

Os dados do estudo são de natureza primária, coletados de produtores e responsáveis técnicos (engenheiros de pesca, diretores e gerentes de produção). A coleta ocorreu por meio de aplicação direta de questionários e entrevistas. Os produtores respondiam perguntas referentes à produção de 2015.

A formulação dos questionários foi orientada conforme o modelo utilizado por Campos e Campos (2006). Em razão, porém, das particularidades da atividade, foi necessário fazer algumas alterações. Ao todo, foram aplicados 43 questionários, no entanto, em virtude da presença de *outlier*, as características do modelo utilizadas e

algumas questões que não foram totalmente elucidadas, algumas informações foram retiradas, de sorte que o número de questionários utilizados para estimar o modelo foi de 31 instrumentos.

Bezerra, Silva e Mendes (2007) relatam que as escolhas das variáveis explicativas da produção de camarão devem ser realizadas considerando-se a influência sobre as variáveis-respostas. Para tanto, é necessário reconhecer o tipo de manejo praticado nas fazendas, pois este pode alterar o resultado da variável dependente. Segundo Norões (2017), a escolha das variáveis para a estimação de fronteira estocástica deve ser feita com fundamentos no fato de que a variável dependente represente a produção e os regressores caracterizem os principais insumos utilizados no processo produtivo.

Para a escolha das variáveis independentes do cultivo de camarão, Bezerra (2007) destaca que quantidade de ração ofertada e densidade de estocagem têm influência decisiva sobre a produção. Conforme Norões (2017), Islam, Yew e Noh (2014), a estimação dos modelos de fronteiras estocásticas deve utilizar a variável mão de obra (MO), número de viveiros e área (ha). Para os autores, a variável mão de obra está relacionada com a força do trabalho e é de fundamental importância para a produção das fazendas, ao passo que já a área demonstra o tamanho das fazendas. Além disso, este valor é utilizado para identificar o porte da fazenda.

Ademais, durante a realização das entrevistas, foram identificadas outras variáveis explicativas de fundamental importância na produção insumos e pós-larvas. A quantidade de pós-larvas identifica a quantidade de organismo usado na produção e tem significativa influência sobre o resultado final.

Já o insumo varia de acordo com o manejo utilizado e este exerce, também, influência na produção. Os principais insumos usados na carcinicultura são: fertilizantes, calcário, cal virgem, hipoclorito e probiótico. A quantidade usada de cada um, no entanto, é bem diversificada. Desse modo, foi adotada a variável insumo como o somatório desses produtos.

A variável escolaridade foi aplicada porque segundo Begun, Hossain e Papnagioto (2013), ela é causadora de ineficiência. Assim, o parâmetro escolaridade foi medido por anos de estudos.

Em razão disso, a variável escolhida para ser a dependente foi à produção de camarão em quilograma, pois levando em conto o fato de que as firmas são unidades que buscam a maximização da produção esta variável sintetiza o alcance do objetivo.

Tabela 7 - Variáveis utilizadas para a determinação da eficiência.

VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	DEFINIÇÃO
Pós-larvas	Unidade
Mão de obra	Unidades
Viveiros	Unidades
Ração	Quilograma (kg)
Densidade	Camarão/metro ²
Área	Hectares (ha)
Insumos	Quilograma (kg)
Escolaridades	Anos de estudos
VARIÁVEL DEPENDENTE	
Produção	Quilogramas (kg)

Fonte: Elaboração própria.

3.4 Fronteira estocástica

Antes da estimação do modelo de fronteira estocástico, foi realizada uma análise descritiva das variáveis, observando os valores máximo, mínimo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação. Assim, foi possível verificar como estava a dispersão dos dados da amostra coletada.

O modelo de fronteira estocástico proposto por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) veio para sanar as limitações metodológicas da fronteira determinística. Nesse caso, ao modelo determinístico, foi adicionada a variável erro aleatório, v_i ; logo, a ineficiência passou a ser definida por dois termos. O primeiro refere-se à captação das variações aleatórias da fronteira entre as empresas, bem como se admitem, também, possíveis efeitos de erros de mensuração e choques exógenos que fogem do controle das unidades produtivas. O segundo termo capta as causas referentes à ineficiência da firma em relação à fronteira estocástica.

A determinação da fronteira de produção pode ser feita pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), MQO corrigido e por máxima verossimilhança (ML). O MQO e o MQO corrigido produzem estimadores não viesados relativamente à inclinação dos parâmetros, contudo, há um intercepto negativamente viesado. O método de ML, no entanto, possui as melhores propriedades assintóticas dos estimadores, que são consistentes e eficientes (GREENE, 1980).

Assim, o modelo fronteira estocástica pode ser definido pela seguinte equação:

$$y_i = f(x_i\beta)e^{(v_i-u_i)}, i = 1,2, \dots, n \quad (15)$$

O componente de erro aleatório v_i , possui média igual a zero e variância constante, σ_v^2 , $iid \sim N(0, \sigma_v^2)$; além disso, o termo expressa uma característica de simetria

$(-\infty < v < \infty)$. O termo erro, u_i , está relacionado aos fatores causadores da ineficiência e representa um componente não negativo, além de mostrar um aspecto de eficiência unilateral, com as seguintes características $iid \sim N(0, \sigma_u^2)$. Com relação ao termo de ineficiência, poderão ser adotados quatro tipos de distribuições: half-normal, normal truncado, exponencial e gama. A eficiência da i -ésima unidade produtora é dada da seguinte forma:

$$y_i = \frac{f(x_i\beta)e^{(v_i-u_i)}}{f(x_i\beta)e^{(v_i)}} = e^{-u_i} \quad (16)$$

Dessa maneira, os valores de eficiência ficam definidos de zero a um; e este valor aponta a distância entre os produtos observados da i -ésima firma (y_i^*) e o produto que deverá ser atingido (y_i) utilizando a mesma cesta de consumo caso não houvesse ineficiência (BATTESE; COELLI, 1992). Portanto, o valor de produto observado (y_i) e potencial (y_i^*) está restrito pelos ruídos estatísticos (v_i); detalhando o aspecto da natureza estocástica da função de produção.

A função Cobb-Douglas, formato funcional *a priori* para a realização da fronteira estocástica, é descrita por Norões (2017) e Almeida (2012) como a mais utilizada no estudo de eficiência do setor agrário, por apontar menores problemas de multicolinearidade se comparada com a função Translog.

As vantagens do uso da Cobb-Douglas, segundo Almeida (2012), é mostrar a simplicidade na estimativa dos parâmetros, pois, na sua configuração logarítmica, a forma Cobb-Douglas é linear nos parâmetros. Além disso, os coeficientes estimados da regressão permitem uma avaliação das elasticidades e estes podem ser comparados entre si, pois são independentes das quantidades de produto e fatores. Há, também, conforme Norões (2017), um fator intrínseco da própria função, um grau de liberdade maior, pois este possui menor número de parâmetros. Dessa maneira, o presente estudo adotou a função Cobb-Douglas em sua configuração logarítmica que deverá ter a seguinte forma:

$$\ln prod = \beta_0 + \beta_1 \ln + \beta_2 \ln + \beta_3 \ln + v_i - u_i \quad (17)$$

Apesar de uma série de vantagens da modalidade funcional Cobb-Douglas, será estimada, também, a função Translog. Assim, busca-se encontrar a função que melhor

se ajusta aos dados. Para tanto, será aplicado um teste da razão de verossimilhança (LR) para determinar que o modelo funcional deve ser escolhido.

O teste de razão de verossimilhança (LR) admitiu como, hipótese nula, H_0 : LL Cobb-Douglas, e hipótese alternativa H_1 : LL Translog. O LR é feito pela seguinte equação: $LR = -2 [\ln LL H_0 - \ln LL H_1] \sim \chi^2$; no qual LL é o log-verossimilhança calculado para cada formato funcional. Utilizando os valores críticos mostrados por Kodde e Palm (1986), falha-se em rejeitar H_0 , se $LR < T_{KP}$ (KODDE; PALM, 1986).

Por último, utilizando os resultados de eficiência, será feita uma distribuição dos produtores, ou seja, os carcinicultores serão dispostos em intervalos de classes de eficiência, de sorte que assim, será possível observar, quantitativamente, como ocorre a distribuição da (in)eficiência entre as classes de eficiência. Além disso, será possível, também, por meio dessa classificação, demonstrar que, à medida que o nível de eficiência cresce, os indicadores econômicos e de risco, que estão atrelados à atividade, ficarão melhores.

3.5 Análise da viabilidade econômica da produção de camarão sob a condição determinística

Nesta seção estão descritos os indicadores utilizados para mensurar a viabilidade econômica no curto e longo prazo.

3.5.1 Indicadores de custos e análise da receita de produção

Inicialmente, assim como na análise de eficiência técnica, as variáveis utilizadas para calcular os indicadores também foram tabuladas e analisadas pelo método descritivo, observando os valores de máximo, mínimo, média e coeficiente de variação. Vale salientar que, ao contrário dos parâmetros utilizados para a estimação do modelo de fronteira, onde foram usadas apenas as quantidades em quilogramas, para os indicadores econômicos foram tabulados os valores monetários da produção do ano de 2015. Além disso, os produtores serão analisados como grupo e, posteriormente, classificados seguindo os estratos de eficiência.

Na análise de rentabilidade, é fundamental que os dados de custos e receita estejam disponíveis, pois, por meio desses, será possível realizar uma avaliação que auxiliará os gestores na tomada de decisão.

De efeito, a seguir, está demonstrada a metodologia de Custo Operacional de Produção, proposta por Matsunaga *et al.* (1976) e Martin *et al.* (1998), usada para estimar e determinar as receitas e custos de produção:

a) A renda bruta (RB):

$$RB = \sum_{i=1}^j P_i Q_i \quad (18)$$

em que:

RB= renda bruta da produção para o ano 2015/2016;

P_i = preço do produto ($i=1, 2, \dots, j$);

Q_i = quantidade do produto produzida.

b) Custo Operacional Efetivo (COE) ou Custo Variável Total (CVT)

COE é o somatório das despesas com a produção e mão de obra temporária, ou seja, é o dispêndio feito durante o processo produtivo.

$$COE = \sum_{i=1}^i P_i Q_i + \sum_{j=1}^j P_j Q_j \quad (19)$$

em que:

P_i = preço unitário do insumo i ($i=1, 2, \dots, m$)

Q_i = quantidade do insumo i utilizado

P_j = preço da diária ($j=1,2,\dots,r$)

Q_j =quantidade de mão de obra j .

c) O Custo Operacional Total (COT)

COT é o somatório do COE e de custos operacionais adicionais não desembolsáveis, como as despesas com a mão de obra permanente (encargos) e as depreciações, ou seja, são custos em que o produtor incorre no médio prazo para produzir e para repor seu maquinário (R\$/ano), e ainda continuar produzindo, sendo expresso como:

$$COT = COE + DEP + MOP \quad (20)$$

em que:

DEP= depreciação de máquinas e equipamentos, benfeitorias.

MOP= mão de obra permanente.

d) Custo Total (CT)

Compreende o somatório do COT com outros custos fixos imputados à atividade, visando a remunerar a terra, máquinas e instalações, além de outros custos fixos, como a remuneração dos empresários (R\$/ano), sendo expresso como:

$$CT = COT + J + EMP \quad (21)$$

em que:

CT=custo total.

COT=custo operacional total.

J= remuneração do capital empatado em máquinas, equipamentos e benfeitorias.

EMP= remuneração da capacidade empresarial.

3.5.2 Análise dos indicadores econômicos

a) Margem Bruta (MB)

Representada em valor absoluto ou monetário mostra o quanto uma empresa obtém de retorno das vendas. A margem bruta representa a sobra depois de descontados os custos operacionais efetivos.

$$MB = RB - COE \quad (22)$$

O resultado encontrado para a MB pode ser positivo indicando, que no curto prazo, a atividade está indo bem e ainda terá dinheiro para pagar os custos fixos; obter resultado negativo indica que a atividade enseja prejuízo e que não paga os custos efetivos e a MB pode ser nula, ou seja, no curto prazo, o produtor não resistirá muito tempo na atividade.

b) Margem Líquida (ML)

Indica se uma empresa é lucrativa no curto prazo. O resultado encontrado mostra se os custos fixos e o risco podem ser cobertos. Assim como MB, a margem

líquida também pode trazer três resultados. Caso a ML seja negativa, indica um empobrecimento da empresa; ML positiva mostra que o produtor pode permanecer na atividade em longo prazo e ML nula indica que as depreciações (máquinas, equipamentos e benfeitorias) estão sendo pagas, contudo o capital não está sendo remunerado. A margem líquida é calculada pela diferença entre a Renda Bruta (RB) e o Custo Operacional Total (COT), e mede a lucratividade da atividade em valores monetários, no médio e longo prazos, mostrando as condições financeiras e operacionais da carcinicultura.

$$ML = RB - COT \quad (23)$$

c) Índice de lucratividade (IL)

É a relação percentual entre a margem líquida e a renda bruta. Indica o percentual disponível de renda da atividade, depois do pagamento de todos os custos operacionais.

$$IL = \left(\frac{ML}{RB} \right) \times 100 \quad (24)$$

d) Lucro (L)

É o resultante da diferença entre a Renda Bruta e Custo Total.

$$L = RB - CT \quad (25)$$

O lucro pode ser avaliado segundo os conceitos a seguir.

- a) Se o lucro > 0 , lucro supernormal. Atividade além de pagar todos os fatores de produção ainda há sobra que estará variando de acordo com a produção.
- b) Se o lucro $= 0$, lucro normal. Atividade está remunerando todos os fatores de produção, adicionalmente a mão de obra e o administrativo, a terra e o capital.
- c) Se o lucro < 0 , prejuízo. Nesse caso, é importante destacar que o prejuízo não implica a inviabilidade da atividade desenvolvida pelo produtor,

pois, caso a $ML > 0$ a atividade estará remunerando a mão de obra, as depreciações e, até mesmo, parte do capital empatado.

3.5.3 Análise econômica da produção de camarão sob a condições de risco

O produtor de camarão, comumente, se depara com os riscos do tipo direto e, isso dá ensejo, principalmente, em relação aos custos de produção, um aumento substancial. Assim, Noronha (1987) aconselha, antes de uma análise de risco, realizar uma análise de sensibilidade.

A vantagem desta metodologia está em identificar as variáveis mais sensíveis e que causam as maiores alterações no resultado financeiro da produção. Assim, ao fazer variar estes parâmetros, será possível observar o resultado sobre a rentabilidade prevista para o projeto e, dessa maneira, identificar os riscos ao qual está exposto o projeto.

Portanto, para o estudo da carcinicultura, o tratamento probabilístico da análise de risco envolve as variáveis que forem identificadas como mais sensíveis na análise de sensibilidade e suas distribuições.

O Método de Monte Carlo opera por meio da elaboração de um modelo determinístico, levando em conta os indicadores de rentabilidade por nível de eficiência. Posteriormente, utilizando a distribuição de probabilidade, é possível criar um modelo com as principais incertezas. Além disso, há de se especificar as relações entre as variáveis de entrada. E, como último passo, deve ser realizada a simulação propriamente dita.

Salienta-se, no entanto, que a análise de risco foi feita considerando a amostra como o todo e, posteriormente, por nível de eficiência em que serão avaliados o pior e o melhor cenário.

No modelo, as variáveis de entradas serão: produção, preço pago por quilo produzido; custos de mão de obra, insumos, energia elétrica, depreciação, juros e manutenção praticados pelos produtores do Estado do Ceará.

A distribuição adotada foi a triangular. Para Pouliquen (1970), quando é constatado um baixo grau de informação sobre as variáveis, esta distribuição é a mais indicada, por ser um método que pode envolver apenas valores médio (Md), mínimo (Mn) e máximo (Mx), de modo que:

$$prob(Mn \leq X \leq Mx) = 100\% \quad (26)$$

A simulação dos valores aleatórios foi feita mediante o uso de computador. Desde essa etapa, o processo foi realizado por meio do *software* ALEAXPRJ, programação específica para simular e analisar projetos envolvendo condições de risco (AZEVEDO FILHO, 1988).

Depois de selecionado o valor para cada variável, foram calculados os indicadores de rentabilidade por níveis de eficiência. Repetiu-se o procedimento por meio de 1.000 simulações, de modo que, para cada nível de eficiência simulado tem-se uma estimativa para cada índice analisado.

Sendo assim, como a produção de camarão é um produto comercial cuja renda bruta constitui o aspecto produtivo da atividade, portanto, a renda bruta (RB) pode ser expressa na seguinte equação:

$$RB = PC * Q \quad (27)$$

PC = preço de venda do quilo (R\$/kg)

Q= quantidade produzida de camarão (kg)

Para o ano de 2015, as variáveis aleatórias- custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT) foram estipuladas no programa como:

$$COE = MOP + MOT + INS + ENE \quad (28)$$

MOP= mão de obra permanente (R\$)

MOT= mão de obra temporária (R\$)

INS= insumo (R\$)

ENE= energia (R\$)

$$COT = COE + OCP + DEP \quad (29)$$

OCP= Outros Custos (R\$)

DEP= Depreciação (R\$)

$$CT = COT + JT + JC + RE \quad (30)$$

JT= juros sobre a terra (R\$)

JC= juros sobre o capital (R\$)

RE= remuneração do empresário (R\$)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão descritos os valores obtidos na estimação da fronteira de eficiência, os índices de rentabilidades e a análise de risco.

4.1 Estimação da fronteira de produção

As variáveis utilizadas para estimar o modelo de fronteira estocástica, juntamente com suas estatísticas descritivas, estão expostas na Tabela 8. Vale ressaltar, no entanto, que a estatística descritiva foi composta apenas de 31 questionários, ou seja, os instrumentos efetivamente utilizados para a formulação do modelo econométrico. Os valores das variáveis área e insumo, que possuem, respectivamente, médias iguais a 27,71 ha e 28.867kg, exprimem os maiores valores de coeficiente de variação (CV), ou seja, estes regressores possuem as maiores dispersões relativas. Geralmente, variáveis com maiores CV exprimem assimetrias mais acentuadas. A variável mão de obra e área indicou média de 11,74 27,71, respectivamente, já Norões (2017) destaca que o Censo da Carcinicultura de 2011 para o Ceará encontrou uma média de 16,39 e 2,81.

Tabela 8 - Variáveis utilizadas para a determinação da eficiência e suas respectivas estatísticas descritivas.

Variáveis	Mínimo	Média	Máximo	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Pós-larvas (unid)	900000	11372263	42100000	10333100	0,90
Mão de obra (unid)	3	11,74	35	6,81	0,58
Viveiros (unid)	2	7,15	26	4,98	0,69
Ração (kg)	6840	57791	191031	47743,26	0,82
Densidade (cam/m ²)	4	48,68	117	30,64	0,63
Área (ha)	3	27,71	165	31,14	1,12
Insumo (kg)	18	28867	150240	35058,44	1,21
Produção (kg)	4500	88385	280000	73146,19	0,83
Escolaridade	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Durante a estimação do modelo, no qual os estimadores foram calculados pelo método de máxima verossimilhança, foi necessário averiguar o tipo de distribuição assimétrica do termo de ineficiência.

Para estimar modelo de ineficiência, Coelli *et al.* (1998) relatam que não é possível identificar a *priori* razões que garantam que uma distribuição expressa vantagens em relação a outra. As distribuições podem ser delineadas, de acordo com Pascoe *et al.* (2003), como: exponencial, half-normal, truncada e distribuição gama. A distribuição exponencial e a half-normal tratam as empresas como perfeitamente

eficientes com média zero. Já as distribuições gama e truncada usam dois parâmetros para possibilitar maior variedade de distribuições, contudo, estes são modelos complexos e de manipulação difícil.

O uso da distribuição gama, segundo Ferreira (2015) e, pode ser inviável, já que estimar dois parâmetros na distribuição causa problemas de identificação, além disso, o uso de gama necessita de um conjunto amplo de observações. Portanto e, o máximo da função de log-verossimilhança fica comprometido e, em determinadas situações, pode passar a não existir. Há, porém, a necessidade de selecionar uma distribuição que melhor responda ao conjunto de dados. Com esse fim, adota-se uma abordagem que torne possível esta escolha (PASCOE *et al.*, 2003).

O uso do critério de Informação de Akaike (CIA) possibilita distinguir a melhor distribuição assimétrica. De acordo com Gujarati e Porter (2011), o CIA fixa uma punição mais grave do que R^2 ao acréscimo de regressores. A escolha do modelo é realizada por meio do menor valor do critério de Informação de Akaike.

Na Tabela 9, é possível observar que os valores do teste de hipótese para as distribuições half-normal e truncada normal, no tocante aos resultados das assimetrias dos modelos, se mostraram significativos. Os valores de CIA, no entanto, indicaram resultados diferentes, o valor correspondente à distribuição half-normal (69,899) foi do menor que a truncada normal (70,512), portanto, a distribuição half-normal é a mais adequada para realizar a da estimação das variáveis.

Tabela 9 - Critério de informação de Akaike para modelo com distribuição assimétrica half-normal e truncada normal.

Modelo	Observações	AIC
Half-normal	31	69,899
Truncado normal	31	70,512

Fonte: Elaboração própria.

Realizada a análise da distribuição assimétrica a ser empregada, foi a vez de estimar o modelo de fronteira estocástica no formato funcional Cobb-Douglas utilizando para isso os testes de máxima verossimilhança. O modelo, que traz a característica de uma função de produção bem comportada, foi estimado com 31 observações, que corresponde ao número de unidades produtoras, sob as quais foram realizadas as entrevistas e aplicados os questionários. Com efeito, a Tabela 10 mostra os coeficientes calculados para a função Cobb-Douglas com distribuição half-normal e que foram significativos a um por cento.

Os coeficientes estimados para os dados coletados para o ano de 2015 expressaram, com exceção da área, sinal esperado. Deste modo, mantidas constantes todas as outras variáveis explicativas e variando individualmente os fatores produtivos pós-larvas, mão de obra, quantidade de ração e insumo, estas influenciam positivamente na produção cearense de camarão. Vale ressaltar o caso particular do regressor área que, apesar de obter um sinal contrário ao esperado, ou seja, causando uma redução no valor da produção ainda se mostrou significativo a 1%, indicando, logo, que este parâmetro está sob o pressuposto de retorno decrescente; além disso, outra explicação para esse resultado está no fato de o aumento da área incluir, também, maiores cuidados como: aumento no número de aeradores, controle mais rigoroso dos parâmetros da água e tratamento da água de captação o que nem sempre ocorre. De efeito, os produtores, para reduzirem os custos, optam pelo trabalho com menores densidades, reduzindo a produtividade potencial dos viveiros. Este resultado contraria a conclusão de Norões (2017) que identificou o fato de que, para o ano de 2011, área tem efeito positivo sobre a produção.

Já a variável $\ln pl$, que corresponde ao número de pós-larvas, e mostrou significância a 1%, possui o maior valor de coeficiente (0,507). Nesse caso, como a transformação logarítmica alterou os valores dos coeficientes, que eram medidos em valores absolutos e passou para elásticos (ou elasticidade), isso significa, portanto, que, caso ocorra um aumento de 1% na quantidade de pós-larvas média empregada no processo produtivo, sucederá um aumento de 0,507% na produção de camarão. Esta variável, então, está positivamente relacionada ao nível de produção, mantidas todas as variáveis constantes.

Os fatores produtivos $\ln viv$ (0,493) e $\ln rac$ (0,386) foram significativos também a 1%. Com efeito, mantidas constante as demais variáveis e incrementando em 1% a quantidade de pós-larvas e ração, isso causará um ganho de 0,493% e 0,386% na produção. Os resultados encontrados para número de pós-larvas e quantidade de ração ofertada encontrou-se, também, estão de acordo com Oliveira (2008), ao observar que estas variáveis se relacionam positivamente com a produção.

Tabela 10 - Estimação do modelo Cobb-Douglas de produção estocástica com distribuição half-normal.

Variáveis	Coefficientes	Desvio padrão	Z	P> z
$\beta_1(\ln pl)$	0,507	0,000	4,8e+04	0,000
$\beta_2(\ln mo)$	0,305	0,000	5753,28	0,000
$\beta_3(\ln viv)$	0,493	0,000	2,9e+4	0,000
$\beta_4(\ln rac)$	0,386	0,000	1,8e+4	0,000
$\beta_5(\ln densidade)$	-0,476	0,000	-3,2e+4	0,000
$\beta_6(\ln area)$	-0,446	0,000	-2,5e+4	0,000
$\beta_7(\ln insumo)$	0,104	0,000	2,4e+4	0,000
$\ln \sigma_v^2$	-35,503	488,816	-0,07	0,942
Escolaridade	-1,642	0,573	-3,02	0,002
Const.	0,8101	0,447	1,81	0,070
σ_v	1,95e-8	4,77e-6		

Fonte: Elaboração própria.

Fronteira Estocástica da Produção

Modelo de efeitos de ineficiência Half-normal

Número de observações: 31

Log Verossimilhança: -22,798

ETmédia = 0,525

Prob>Chi2=0,000

A variável $\ln insumo$, significativa a 1%, expressou um coeficiente de 0,104. Destaque, também, é concedido ao sinal que foi o esperado. Nesse caso, havendo aumento de 1% nesta variável, há incremento positivo de 0,104% na produção. No geral, o insumo (fertilizante, calcário, cal virgem, hipoclorito e probiótico) é utilizado para aumentar a produção e/ou manter as características que permitam as unidades produtoras possam continuar operando em alto nível (ABCCAM, 2013). Segundo Sousa Junior (2003), a utilização destes produtos está associada ao ganho de eficiência, considerando que as fazendas mais eficientes tendem a usar quantidades maiores destes produtos, com destaque, principalmente, ao uso defensivo para o controle de predadores.

O coeficiente do logaritmo natural da densidade foi significativo a 1%. O sinal negativo para o regressor era esperado, visto que o aumento da densidade, *ceteris paribus*, causa um efeito negativo sobre a produção, de sorte que, o resultado encontrado corrobora o pensamento de Norões (2017), que identificou a variável densidade como causadora de ineficiência do processo produtivo. Além disso, Silva e Sampaio (2009) verificaram que a densidade configura um fator limitante para os produtores, pois, segundo os autores, o aumento da densidade deve, obrigatoriamente, ser acompanhado de amplo cuidado, como mão de mão de especializada e adoção de “pacotes” tecnológicos mais caros e complexos, que envolvem mudança na alimentação, controle limnológico e melhores práticas da gestão.

Em relação à ineficiência do modelo, a variável escolaridade mostrou significância a 1%. O sinal do coeficiente, que está de acordo com o esperado, mostra que um aumento da escolaridade reduz a ineficiência técnica dos produtores cearenses. Além disso, o resultado corrobora a ideia de Islam, Yem e Noh (2014) os quais identificaram, também, um aumento no nível educacional dos produtores de camarão da Malásia como associado a uma redução do nível de ineficiência dos produtores.

A Tabela 11 descreve o comportamento da eficiência técnica dos produtores de camarão. Os valores de escores de eficiência estão compreendidos de 0,080 a 0,997. O valor médio de eficiência (0,525), contudo, foi similar ao encontrado por Souza Júnior (2003) e Norões (2017). Na perspectiva de Clemente, Gomes e Lírio (2015), a média do escore de eficiência permite formalizar o grau de eficiência das propriedades. Além disso, o resultado médio da eficiência técnica (0,545) mostra que, potencialmente, ainda há muito espaço para melhorias e, conseqüentemente, ganhos de produtividade.

Tabela 11 - Escores de eficiência técnica das propriedades produtoras de camarão, 2015.

Parâmetro	Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão
Eficiência técnica	0,997	0,080	0,525	0,269

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados de escores de eficiência para as unidades produtoras de camarão mostram que não houve produtor eficiente na plenitude, contrariando os resultados encontrados por Sousa Junior (2003) e Silva e Sampaio (2009). Cabe, entretanto, uma ressalva: os autores recorreram a metodologia não paramétrica, especificamente análise envoltória de dados (DEA) e *Free Disposal Hull* (FDH), diferente da adotada nesta pesquisa. Nesse contexto, a técnica não paramétrica DEA e FDH determina uma fronteira de produção com suporte de equações lineares, que produz aproximação inferior, o que causa uma superestimação dos escores de eficiência em comparação com os escores produzidos pela fronteira estocástica (SOUZA, 2003). Os resultados encontrados, no entanto, corroboram os valores encontrados por Norões (2017), ao recorreu à metodologia de fronteira estocástica para encontrar a eficiência técnica dos produtores de camarão do Ceará.

No entendimento de Souza (2003) e de Silva e Sampaio (2009), a eficiência pode ser dividida em classes de eficiência, como na Tabela 12, a qual mostra os produtores como, predominantemente, situados no nível de eficiência 2 (que possui média de eficiência de 0,360) e que, conseqüentemente, há muito espaço para o

crescimento da produção ou, pelo menos, para reduzir a quantidade de insumos utilizados.

Tabela 12 - Distribuição dos produtores, por classes de eficiência técnica, 2015.

Nível de eficiência	Intervalo de classes de eficiência técnica	Número de produtores	Frequência simples (%)	Frequência acumulada (%)	Média das eficiências por grupos
1	0,0 – 0,2	4	12,90	12,90	0,129
2	0,2 – 0,4	9	29,03	41,93	0,360
3	0,4 – 0,6	7	22,58	64,51	0,488
4	0,6 – 0,8	5	16,13	80,64	0,684
5	0,8 – 1,0	6	19,36	100	0,948
	Total	31	100		

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 13 mostra a distribuição, por classes de eficiência, da adoção, por parte dos produtores, de técnicas que buscam o melhoramento tecnológico do processo produtivo. Segundo Verschuere *et al.* (2000) e Decamp, Moriarty e Lavens (2008), o uso de probiótico na carcinicultura possibilita o melhoramento do ambiente de cultivo e favorece o desenvolvimento e o consumo de alimento artificial, além de trazer benefícios aos indicadores zootécnicos, como maior taxa de crescimento e sobrevivência. Em razão disso, fica evidente porque a utilização de probiótico demonstrou o maior resultado (64,5%). O uso de melaço, em geral, está associado à utilização de probiótico, contudo, foi possível constatar que menos da metade dos produtores- 48,39%- utilizam o produto. Entre as classes, é possível observar caso em que não houve a sua utilização.

No pertinente à bacia de sedimentação, 48,38% dos produtores relataram que faziam uso. Como sugere Dias (2017), as bacias são utilizadas para a decantação de dejetos ambientais e/ou do processo produtivo. O mesmo autor descreve que o uso de filtro reduz a utilização da água retirada da natureza, pois este é usado em sistemas de produção fechados e com recirculação de água. Apenas 12,89% dos produtores, porém relataram que utilizavam durante o ano de 2015.

Tabela 13 - Relação entre os níveis de eficiência das fazendas e o grau de inovação tecnológica, 2015.

Nível de eficiência	Classes de eficiência técnica	Número de produtores	Probiótico (%)	Melaço (%)	Bacia de sedimentação (%)	Filtro (%)
1	0,0 – 0,2	4	12,90	12,90	9,68	0,00
2	0,2 – 0,4	9	19,35	16,13	19,35	6,45
3	0,4 – 0,6	7	12,90	9,68	9,68	3,22
4	0,6 – 0,8	5	3,22	0,00	6,45	0,00
5	0,8 – 1,0	6	16,13	9,68	3,22	3,22
	Total	31	64,5	48,39	48,38	12,89

Fonte: Elaboração própria.

4.2 Resultados dos indicadores de Rentabilidade

A Tabela 14 mostra os resultados da estatística descritiva para os valores dos indicadores de custos e de rentabilidade. Nesse sentido, os valores médios por hectare para receita (R\$ 64.941,23), mão de obra temporária (R\$ 533,11), depreciação (R\$ 3.572,37), juros sobre o capital (R\$186,39) e juros sobre a terra (R\$ 3.950,06) apontaram os maiores valores de coeficientes de variação, acima de 1, conseqüentemente, isso implica elevada dispersão dos dados, portanto, as variáveis exprimem, de modo geral, assim como no caso anteriormente descrito, uma assimetria mais acentuada.

Tabela 14 - Distribuição dos indicadores econômicos, 2015.

Indicadores econômicos	Unid	Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão
Receitas	(R\$/ha)	158.760,0	22.500	64.941,23	0,179
Insumos	(R\$/ha)	17.662,50	25.900	14.607,04	0,197
Energia	(R\$/ha)	1.452,15	0,00	1893,28	0,222
Mão de obra permanente	(R\$/ha)	7.092,00	31.393,92	9531,21	0,205
Mão de obra temporária	(R\$/ha)	1080,00	0,00	533,11	0,247
Custo Operacional Efetivo	(R\$/ha)	22.205,68	93.951,84	26.565,23	0,200
Depreciação	(R\$/há)	9.416,17	0,00	3.572,37	0,171
Outros custos	(R\$/ha)	10.123,48	7414,54	5.412,34	0,168
Custo operacional total	(R\$/ha)	32.329,16	112.650,31	31.977,57	0,179
Juros sobre o capital	(R\$/ha)	566,55	0,00	186,39	0,175
Juros sobre a terra	(R\$/ha)	9.000,00	1920,00	3950,06	0,199
Custo total	(R\$/ha)	36.195,71	141.277,70	38.854,34	0,184

Fonte: Elaboração própria.

A variável mão de obra permanente por hectares expressou um custo médio de R\$ 9.531,21, ou seja, isso correspondente a 24,53% do custo médio total.

A tabela 15 foi feita de acordo com os valores de eficiência técnica estimados pela metodologia paramétrica, SF. Assim, foi possível determinar às relações entre os níveis de eficiência e os valores de custos e rentabilidade por quilo de camarão produzido. Na tabela 15 fica evidente que, à medida que o nível de eficiência aumenta, ocorre uma redução dos custos médios. Vale ressaltar, no entanto, o caso dos níveis de eficiência 2 e 3, pois, sucede um aumento de custos operacionais efetivos (COE) e custos operacionais totais (COT), o que foi ocasionado pelo aumento do gasto, predominantemente, com mão de obra permanente (MOper). Entre estes níveis, acontece um aumento de 21,67% no gasto MOper. Além disso, no COE e COT, os aumentos correspondem, respectivamente, 3,45 e 3,81%. Na justificação de Silva (2007), a elevação do custo operacional efetivo é explicada por meio de um aumento na contratação de mão de obra.

Tabela 15 - Indicadores econômicos da produção de camarão em relação aos custos, 2015.

Indicadores econômicos	Unid.	Níveis de eficiência técnica				
		1	2	3	4	5
Custos operacionais efetivos (COE)	(R\$/kg)	20,63	7,33	7,66	5,95	2,53
Custos operacionais totais (COT)	(R\$/kg)	24,07	8,69	8,85	7,45	3,26
Custo total (CT)	(R\$/kg)	27,58	11,46	10,66	9,95	3,86

Fonte: Elaboração própria.

O valor da renda bruta é superior ao custo total na maioria dos casos, exceto, nas classes 1 e 4. No primeiro caso, o resultado negativo, ou seja, a RB menor do que o CT, é fortemente influenciado pelo nível de eficiência. Para a quarta classe, entretanto, o feito superior do custo total sobre a renda é causado não somente pela ineficiência, mas também, por ser uma classe que possui o custo médio de produção (R\$12,41) superior ao preço de venda. Especificamente, nesse último caso, o ganho de eficiência técnica, que visa melhorar a alocação dos insumos usada na produção, poderá reduzir os gastos e, provavelmente, tornar as fazendas desta classe mais competitivas. No entanto, vale destacar, que mesmo sendo classificada como eficiente, tecnicamente, isso não implica que a fazenda seja eficiente sob o prisma econômico.

Os indicadores econômicos, utilizados para facilitar a análise das unidades produtoras de camarão, estão na tabela 16. A margem bruta, índice usado para

determinar a permanência do empresário na atividade no curto prazo, indica uma renda bruta superior ao custo operacional efetivo, ou seja, exceto no nível 1, que apontou a renda bruta menor do que COE, e o nível 4, que indicou RB igual ao COE, todos os outros níveis, há sobra de recursos financeiros para remunerar os custos fixos, inclusive, a remuneração do empresário. O mesmo ocorre para o caso da margem líquida, contudo, o resultado mostra que, além de a renda bruta ser superior ao custo operacional total, a renda, oriunda da venda do camarão, é suficiente para pagar os custos variáveis e ainda os dispêndios com mão de obra permanente e as depreciações (máquinas e equipamento) e benfeitorias, ou seja, o produtor pode permanecer na atividade tanto no curto como no longo prazo.

Tabela 16 - Indicadores econômicos da produção de camarão, 2015.

Indicadores econômicos	Unid.	Níveis de eficiência técnica				
		1	2	3	4	5
Margem bruta	(R\$/kg)	-7,84	6,43	5,47	6,21	10,26
Margem líquida	(R\$/kg)	-11,29	5,06	4,24	4,24	9,53
Renda bruta	(R\$/kg)	12,79	13,75	13,13	5,95	13,45
Lucro	(R\$/kg)	-14,79	2,30	2,47	1,90	8,93
Índice de lucratividade	(%)	-0,00847	0,000273	0,000206	0,000451	0,000218

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados encontrados para os indicadores econômicos da tabela 16 estão de acordo com Campos e Campos (2006). Segundo os autores, a carcinicultura é uma atividade que remunera os custos variáveis e paga o capital e a terra empatados nos projetos aquícolas. De tal maneira, o produtor pode ficar na atividade no curto e longo prazo. Dias (2017) chegou a um resultado semelhante, motivo porque se pode rematar a ideia de que os valores positivos viabilizam a atividade.

Os resultados da tabela 16 mostram que, malgrado do nível de eficiência 2, há margem bruta e líquida positiva, e este ainda possui custo médio por quilo de camarão acima do preço de venda (Tabela 17). Tal fato sucedeu em razão de o COE, COT e, conseqüentemente, CT serem elevados. Todas as outras classes de eficiência, no entanto, expressaram preço médio de venda superior ao custo médio.

Tabela 17 - Indicadores econômicos da produção de camarão em relação à produção de camarão, 2015.

Indicadores econômicos	Unid.	Níveis de eficiência técnica				
		1	2	3	4	5
Custo médio	(R\$/kg)	44,97	16,79	12,68	12,41	6,81
Preço médio de venda	(R\$/kg)	12,65	15,47	13,56	13,30	13,75
Ponto de nivelamento	(Kg)	53806,27	56750,17	85747,13	44406,28	83247,36
Ponto de nivelamento	(%)	354,63	105,87	92,67	94,67	48,07
Taxa de remuneração	(R\$)	-31,62	34,13	48,37	34,57	119,35

Fonte: Elaboração própria.

Os produtores, especificamente dos níveis 1 e 2, caso quisessem operar em níveis ótimos, deveriam ter como metas os pontos de nivelamentos de rendimento de 53.806,27 e 56.750,17 kg, ou seja, significa que estas fazendas deverão trabalhar com 354,63% e 105,87%, respectivamente, acima da capacidade produtiva observada para cobrir seus gastos. Portanto, nos dois níveis observados, 1 e 2, a produção efetiva não foi suficiente para cobrir os custos de produção, porém, nível 5, classe dos produtores mais eficientes, para cobrir o custo total necessita trabalhar com apenas 48,07% da produção. Nesse caso, quanto menor for o ponto de nivelamento, menor será a parcela da produção usada para pagar os custos.

4.3 Análise de rentabilidade sob a condição de risco

Nesta seção estão descritos os resultados sob condição de risco. No entanto, a seção trata, também, da análise de sensibilidade e da simulação de valores aleatórios.

4.3.1 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade precede o exame de risco, de tal modo a ser possível determinar as variáveis que são mais sensíveis e que causam, conseqüentemente, maiores alterações nos resultados econômicos.

Procede-se à análise de sensibilidade com vistas a estipular o grau de certeza dos resultados. Nesse aspecto, a metodologia caracteriza as alterações e determina se a mudança de alguns dos critérios é capaz de modificar o resultado e sua interpretação. Para tanto, foram estabelecidas as mudanças do lucro para cada variável, ou seja, foram realizadas alterações de 1% em cada variável, constatando o peso que cada uma tinha sobre o lucro. Além disso, também foi feita análise considerando o total da amostra e mais duas avaliações considerando o nível de eficiência por grupo. Nesse caso, o

NÍVEL 1 (obteve os piores resultados de eficiência) e o NÍVEL 5 (obteve os melhores resultados de eficiência).

As variáveis críticas são aquelas que motivam as maiores alterações no lucro, e estas foram identificadas e utilizadas no modelo de simulação de Monte Carlo. Na tabela 18, que mostra a análise de sensibilidade total, isto é, inclui todos os produtores da amostra, é possível identificar as variáveis que causaram maiores modificações no lucro: o preço e a quantidade. Com efeito, quando ambas as variáveis foram aumentadas em 1%, isso causou um aumento de 12,43% no lucro. Ademais, todas as variáveis causaram variações negativas ao lucro, entretanto, denotaram baixa influência na variação do resultado.

Tabela 18 - Análise de sensibilidade geral das variáveis críticas de renda e custo de produção, 2015.

Variáveis críticas	Valor médio da amostra (R\$)	Varição no lucro médio (R\$)	%
Preço médio de camarão	13,99	82869,08	12,43
Produção média de camarão	112143,94	82869,08	12,43
Mão de obra permanente	220401,58	2204,02	-0,33
Mão de obra temporária	12327,74	123,28	-0,02
Insumos agrícolas	337789,78	3377,90	-0,51
Energia	43780,47	437,80	-0,07
Outros custos	42547,87	425,48	-0,06
Depreciação	82608,08	826,08	-0,12
Juros sobre a terra	91341,91	913,42	-0,14
Juros sobre o capital	4310,09	43,10	-0,01

Fonte: Elaboração própria.

Para melhor compreensão de como opera a análise de sensibilidade e de sua importância para a identificação das variáveis críticas, foi realizada uma análise por nível de eficiência. Assim, as tabelas 19 e 20 ilustram o caso das unidades produtivas que tiveram o pior e o melhor escore de eficiência.

Na tabela 19, é possível observar que o “Preço Médio do Camarão” e a “Produção Média” já não exercem tanta influência para um aumento do lucro. Todas as outras variáveis, entretanto, causam modificações negativas, assim como relatado anteriormente, porém, agora, uma alteração de 1%, na variável juro sobre o capital causa uma alteração de -16,99% no lucro.

Tabela 19 - Análise de sensibilidade do NÍVEL 1 das variáveis críticas de renda e custo de produção, 2015.

Variáveis críticas	Valor médio da amostra (R\$)	Variação no lucro médio (R\$)	%
Preço médio de camarão	12,65	-275	0,07
Produção média de camarão	25000	-275	0,07
Mão de obra permanente	172099,20	61139,42	-16,54
Mão de obra temporária	9690	62763,52	-16,98
Insumos agrícolas	292403,50	59936,39	-16,21
Energia	41458,50	62445,84	-16,89
Outros custos	27675,45	62583,67	-16,93
Depreciação	58675,45	62273,67	-16,84
Juros sobre a terra	21200	62648,42	-16,95
Juros sobre o capital	3328,63	62827,14	-16,99

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 20 encerra os resultados médios das variáveis críticas das fazendas que foram classificadas no melhor nível de eficiência. Os resultados das variações do lucro, de modo geral, acompanham a tendência dos resultados anteriormente citados, como "preço" e "quantidade produzida", modificando o lucro positivamente e as demais variáveis se alteram negativamente, com destaque para "Juros Sobre o Capital", que mesmo, seguindo os resultados anteriores, agora, contudo, exprime um peso maior sobre a variação negativa do lucro, no caso, um aumento de 1% no juro sobre o capital opera uma variação negativa do lucro de -51,55%.

Tabela 20 - Análise de sensibilidade do NÍVEL 5 das variáveis críticas de renda e custo de produção.

Variáveis críticas	Valor médio da amostra (R\$)	Variação no lucro médio (R\$)	%
Preço médio de camarão	13,75	123230,31	4,46
Produção média de camarão	281637	123230,31	4,46
Mão de obra permanente	229042,78	-2290,43	-0,08
Mão de obra temporária	8290,67	-82,91	0,00
Insumos agrícolas	483844,06	-4838,44	-0,18
Energia	28933,2	-289,33	-0,01
Outros custos	47830,18	-478,30	-0,02
Depreciação	153661,06	-1536,61	-0,06
Juros sobre a terra	63455,20	-634,55	-0,02
Juros sobre o capital	8762,69	-1424927,33	-51,55

Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao preço e à produção, aparentemente, estes demonstram uma tendência de queda, à medida que as unidades produtivas se fazem mais eficientes, no entanto, apenas a classe de eficiência 1 denota resultados opostos, pois, quando comparadas com a classe 2, as variáveis expressaram uma elevação acentuada. No apêndice, estão todas as tabelas referentes à análise de sensibilidade.

4.3.2 *Simulação de Valores Aleatórios*

A análise de risco foi executada mediante a realização de simulações diversas, com alterações de limites inferiores predeterminados (limite mínimo) de valores de margem bruta (MB), margem líquida (ML), lucro (L), índice de lucratividade (IL), custo médio (CMed), ponto de nivelamento de rendimento (PNR) e taxa de remuneração do capital (TRC).

- a) Inicialmente, foi realizada uma simulação considerando a probabilidade da MB, ML, L e IL serem maiores do que zero; em seguida, do CMed e PNR apontarem valores superiores, respectivamente, ao preço médio de venda do camarão (pcam) e valor médio da amostra. Para a TRC, foi verificada a probabilidade de ser maior do que 8,15% a.a.
- b) A segunda simulação foi efetuada levando-se em conta a probabilidade de a Margem Bruta ser superior aos Custos Fixos. Já para ML, calculou-se a probabilidade de esta ser maior do que o limite inferior; nesse caso, foi adotado o valor da variável Outros Custos Fixos (OCF). O Índice de Lucratividade foi estimado na probabilidade de este ser maior do que zero. Para o Custo Médio (CMed), o limite inferior adotado foi o preço médio de venda, de modo que se procurou mensurar a probabilidade de o CMed ser maior que o preço de venda. Para o PNR, o limite inferior considerado foi o valor médio da amostra analisada. Já para o TRC, o valor adotado foi a taxa Selic 14,25% a.a. correspondente ao ano de 2015.
- c) A última simulação foi feita para averiguar a probabilidade de MB, ML, L, PNR serem maiores do que o valor médio da amostra, ou seja, os limites inferiores adotados serão, respectivamente, o valor médio da MB, ML, L, PNR. Para IL, procurou-se determinar a probabilidade de ser maior do que zero e TRC ser maior do Certificado de depósito Bancário (CDB) de 12,50% a.a.

Nesta pesquisa, a renda bruta foi estimada com esteio na produtividade e nos preços de venda do camarão. As duas últimas variáveis obedecem à distribuição “triangular” com valores de médio, mínimo e máximo.

Na verificação dos custos da atividade, todas as variáveis dos custos operacionais efetivos (COE), dos custos operacionais totais (COT), dos custos totais (CT) e do capital médio empatado (CME) foram consideradas como distribuição triangular, conforme está na tabela 21.

Tabela 21 - Variáveis, definição e distribuição de probabilidade dos valores que estipulam a renda bruta (RB), o custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT) de produção de camarão no estado do Ceará, 2015.

Variáveis	Def. de variáveis	Distribuição	Valores (médios, mínimos e máximos)
Pcam	Preço do camarão (R\$)	Triangular	13,99; 10,50; 18,00
Prodcam	Produção de camarão (R\$)	Triangular	112143,94; 4500,00; 1058400
MOperm	Mão de obra permanente (R\$)	Triangular	220401,58; 78484,20; 567360
MOtemp	Mão de obra temporária (R\$)	Triangular	12327,74; 0,00; 86400
INS	Insumo (R\$)	Triangular	337789,78; 64750; 1413000
ENER	Energia (R\$)	Triangular	43780,47; 0,00; 116171
OCP	Outros custos (R\$)	Triangular	42547,87; 12557,57; 152546,40
DEP	Depreciação (R\$)	Triangular	82608,08; 0,00; 753293,97
JST	Juros sobre a terra (R\$)	Triangular	91341,91, 4800,00; 720000
JSC	Juros sobre o capital (R\$)	Triangular	4310,09; 0,00; 45324,09
CME	Capital médio empatado (R\$)	Triangular	1141960,74; 302380; 8153920

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 22 mostra o valor encontrado – médio, mínimo e máximo - em unidades monetárias para o pior nível de eficiência.

Tabela 22 - Variáveis, definição e distribuição de probabilidade dos valores que estipulam a renda bruta (RB), o custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT), de produção de camarão das fazendas que foram enquadradas no NÍVEL 1 de eficiência no estado do Ceará, 2015.

Variáveis	Def. de variáveis	Distribuição	Valores (médios, mínimos e máximos)
Pcam	Preço do camarão (R\$)	Triangular	12,65; 12,00; 13,10
Prodcam	Produção de camarão (R\$)	Triangular	25000; 4500; 600000
MOperm	Mão de obra permanente (R\$)	Triangular	172099,20; 78484; 371620,80
MOtemp	Mão de obra temporária (R\$)	Triangular	9690,00; 180 ; 31260,00
INS	Insumo (R\$)	Triangular	292403,50; 70615,50; 592721,00
ENER	Energia (R\$)	Triangular	41458,50; 6000; 78408,00
OCP	Outros custos (R\$)	Triangular	27535,87; 12557,57; 59459,33
DEP	Depreciação (R\$)	Triangular	58675,45; 24953,03; 106118,78
JST	Juros sobre a terra (R\$)	Triangular	21200; 4800; 54400
JSC	Juros sobre o capital (R\$)	Triangular	3328,63; 1516,24; 5615,31
CME	Capital médio empatado (R\$)	Triangular	863505,00; 343900; 1510530,00

Fonte: Elaboração própria.

Na tabela 23, estão expostos os valores de simulação aleatória para o nível de eficiência 5. Estes serão os valores usados para o cálculo dos custos.

Tabela 23 - Variáveis, definição e distribuição de probabilidade dos valores que estipulam a renda bruta (RB), o custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT), de produção de camarão das fazendas que foram enquadradas no NÍVEL 5 de eficiência no estado do Ceará, 2015.

Variáveis	Def. de variáveis	Distribuição	Valores (médios, mínimos e máximos)
Pcam	Preço do camarão (R\$)	Triangular	13,75;16,80;12,00
Prodcam	Produção de camarão (R\$)	Triangular	281637;28800;1058400
MOperm	Mão de obra permanente (R\$)	Triangular	229042,78;115852,18;353654,40
MOtemp	Mão de obra temporária (R\$)	Triangular	8290,67; 0,00; 18144,00
INS	Insumo (R\$)	Triangular	483844,06; 96582; 1413000
ENER	Energia (R\$)	Triangular	28933,20; 0,00; 60430,80
OCP	Outros custos (R\$)	Triangular	47830,18; 18536,35; 109019,90
DEP	Depreciação (R\$)	Triangular	153661,06; 0,00; 753293,97
JST	Juros sobre a terra (R\$)	Triangular	63455,20; 7968,00; 216000,00
JSC	Juros sobre o capital (R\$)	Triangular	8762,69; 0,00; 45324,09
CME	Capital médio empatado (R\$)	Triangular	2116316,00; 536000; 8153920,00

Fonte: Elaboração própria.

4.3.3 Distribuição Cumulativa de Probabilidade dos indicadores

A tabela 24 expõe os resultados da avaliação dos indicadores de rentabilidade de todos os produtores de camarão. Nesse sentido, é possível detectar o fato de que, mesmo aumentando o limite mínimo dos indicadores, no geral, os riscos não foram tão elevados.

Tabela 24 - Simulações dos indicadores de rentabilidade do grupo total de produtores do camarão cearense, 2015

1° Simulação: MB, ML, lucro e IL>0, CMed>pcam, PNR> valor médio da amostra e TRC>8,15% a.a.				
Indicador	Média	Desvio Padrão	Limite (Li)	P(I>Li)^b
MB	1063883,64	509553,83	0,000	0,995
ML	714274,26	540872,06	0,000	0,955
L	426095,12	553383,81	0,000	0,814
IL	33,531	19,34	0,000	0,955
CMed	10,82	2,88	13,99	0,127
PNR	119599,59	27287,2	66055,55	0,982
TRC	31,05	33,37	0,08	0,955
2° Simulação: MB>CF, ML>OCF; IL>0; CMed>pcam, PNR> valor médio da amostra e TRC>14,25% a.a.				
Indicador	Média	Desvio Padrão	Limite (Li)	P(I>Li)^b
MB	4034533,11	4798340,37	291143,43	0,451
ML	3681263,81	4796963,73	159019,74	0,451
L	3392940,86	4797236,78	603238,32	0,451
IL	9,181	96,66	0,000	0,451
CMed	21,30	18,53	13,99	0,549
PNR	98801,95	23677,68	66055,55	0,939
TRC	188,35	337,64	0,142	0,451
3° Simulação: MB, ML e L>valores médios da amostra; IL>0; CMed>pcam, PNR> valor médio da amostra e TRC>12,50% a.a.				
Indicador	Média	Desvio Padrão	Limite (Li)	P(I>Li)^b
MB	1038846,97	297176,63	887414,01	0,650
ML	692835,96	326581,93	762258,06	0,448
L	399675,30	369506,16	603238,32	0,352
IL	34,79	16,37	0,000	0,990
CMed	10,75	2,49	13,99	0,111
PNR	118385,87	27564,31	66055,55	0,982
TRC	32,02	29,53	0,1250	0,990

Fonte: Elaboração própria.

Inicialmente, foi verificada a probabilidade de a margem bruta (MB), a líquida (ML) e o lucro (L) serem maiores do que zero, que foi de 99,5% 95,5% e 81,4%, respectivamente. As empresas rurais, então, exprimem garantias de pagamento dos custos operacionais efetivos e totais, já que o risco associado à renda bruta é baixo. O índice de lucratividade mostrou 95,50% de chance de ser maior do que zero.

O custo médio (CMed) de produção por quilograma apontou o valor de 12,70% de ser maior do que o preço médio de venda do camarão, que é de R\$ 13,99/kg. Com relação ao ponto de nível de rendimento (PNR), a probabilidade de este ser maior do que valor médio da amostra, 66055,55 kg, foi de 98,2%.

A Taxa de Remuneração do Capital (TRC) usada para comparar empresas de tamanhos diferentes indicou uma probabilidade de 99,5% de ser superior ao custo de oportunidade do capital de 8,15 a.a.

Portanto, para a primeira simulação, a realidade se mostrou favorável para os limites predeterminados de rentabilidade dos indicadores verificados, com ênfase para a renda bruta (RB), pois esta cobre todos os custos operacionais da atividade.

A tabela 25 mostra a simulação do pior nível de eficiência (classe 1). Nesta é possível identificar o fato de que, em todos os casos, a atividade apontou risco elevado.

Na primeira simulação, os indicadores econômicos MB, ML, lucro e IL exprimiram as probabilidades de 20%, 9,2%, 4,8% e 9,2% de serem maiores do que zero. No caso específico da margem bruta, o indicador utilizado para mensurar se a renda bruta consegue cobrir os custos operacionais efetivos no curto prazo, expressou um resultado de probabilidade de sucesso baixa, indicando que a atividade contém um risco.

O custo médio, que possui o limite inferior de R\$ 12,65, mostrou probabilidade de 94,3%, ou seja, a esse nível de eficiência existe uma chance alta do custo médio de produção ultrapassar o valor médio de venda do quilograma do camarão.

O PNR denotou uma probabilidade de 63,8%, ou seja, o produtor pertencente a esse nível de eficiência tem grande chance de obter uma produção de camarão superior ao limite mínimo de 53806,27 kg, caso em que o resultado pode ser interpretado como positivo, porquanto o aumento da produção causa efeito positivo em sobre a renda e, consequentemente, cima do lucro.

A taxa de remuneração do capital com limite inferior de 8,15 exprimiu uma probabilidade de apenas 9,2%, ou seja, o resultado indica que existe baixa chance de o custo oportunidade ser superado.

Tabela 25 - Simulações dos indicadores de rentabilidade para o NÍVEL 1 de eficiência na produção de camarão para o Ceará, 2015

1º Simulação: MB, ML, lucro e IL>0, CMed>pcam, PNR> valor médio da amostra e TRC>8,15% a.a.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Limite (Li)	P(I>Li) ^b
MB	-109664,546	137579,533	0,000	0,200
ML	-206616,578	139258,616	0,000	0,092
L	-236709,506	140438,741	0,000	0,048
IL	-42,512	28,59	0,000	0,092
CMed	18,624	3,11	12,650	0,943
PNR	57687,064	11245,107	53806,270	0,638
TRC	-24,713	18,922	0,081	0,092

2º Simulação: MB>CF, ML>OCF e L>valores médios da amostra; IL>0; CMed>pcam, PNR> valor médio da amostra e TRC>14,25% a.a.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Limite (Li)	P(I>Li) ^b
MB	-329150,07	137016,02	200739,95	0,069
ML	-426379,39	137306,14	87528,63	0,092
L	-457009,00	137214,56	369703,65	0,000
IL	-166,55	53,37	0,00	0,227
CMed	35,73	6,84	12,65	0,812
PNR	55568,20	10717,77	53806,27	0,542
TRC	-50,30	22,34	0,14	0,227

3º Simulação: MB, ML e L>valores médios da amostra; IL>0; CMed>pcam, PNR> valor médio da amostra e TRC>12,50% a.a.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Limite (Li)	P(I>Li) ^b
MB	80901,89	117256,82	195963,70	0,055
ML	-15660,09	118004,23	282175,02	0,000
L	45941,74	118887,03	369703,65	0,000
IL	-2,33	17,66	0,00	0,324
CMed	13,72	2,28	12,65	0,789
PNR	55745,70	9299,29	53806,27	0,532
TRC	-1,85	13,92	0,12	0,319

Fonte: Elaboração própria.

Na segunda simulação, que possui limite inferiores maiores do que a primeira simulação ocorreu piora dos resultados, como já era esperado.

O indicador de margem bruta que possui o limite inferior, R\$ 200.739,95, valor correspondente ao custo fixo médio, demonstrou uma probabilidade de 6,9% de chance de ser superior ao limite da amostra. A margem líquida, usada para ver se, com a renda bruta, é possível pagar os custos operacionais totais no curto prazo, o resultado mostra que a probabilidade é apenas de 9,2%, portanto, no curto prazo, a chance de a ML ser superior a outros custo fixos (OCF) é baixa. O lucro, que possui o limite mínimo igual a R\$ 369.703,65, obteve uma probabilidade 0,00 de ser superior ao lucro médio da amostra.

O custo médio com o limite inferior de R\$ 12,65 exibiu uma probabilidade de 81,2% de chance de obter um resultado superior ao preço de venda por quilograma produzido. O PNR obteve uma probabilidade de 54,2% de ser superior ao limite

mínimo, que, nesse caso, foi igual ao valor médio da amostra. O TRC com o limite inferior de 14,25% apontou uma probabilidade de 22,7% de ser superior ao custo oportunidade.

Na última simulação, buscou-se determinar a probabilidade de os indicadores MB, ML, e L serem maiores do que os valores médios das amostras. Os resultados foram 5,5%, 0,00% e 0,00%, respectivamente.

O índice de lucratividade, com limite inferior igual a zero, indicou uma probabilidade de apenas 32,4% de chance de ser superior ao limite preestabelecido. O CMed trouxe uma probabilidade de 81,2% de ser superior ao preço de venda. O PNR, com limite inferior de 53806,27 kg, expressou uma chance de 53,2% de ser superior ao limite inferior. Além disso, o TRC, que possui o limite inferior de apenas 12,50%, mostra um resultado de 31,9% de obter um resultado superior ao custo oportunidade.

Constata-se, portanto, o fato de que produtores com baixo nível de eficiência estão operando numa situação de alto risco, com ênfase para os indicadores econômicos, que buscam medir os resultados no curto prazo, margem bruta e líquida. Para estes indicadores, foi identificado o fato de que a atividade exprime risco elevado.

Os resultados da tabela 26, para o nível de eficiência 5, expõem uma relação inversa entre a análise de risco, utilizando a simulação de método de Monte Carlo, e o ganho de eficiência, ou seja, à medida que os escores de eficiência aumentam, o risco diminui. Tal acontece, grosso modo, mesmo aumentando o limite inferior.

Na primeira simulação, é possível observar para os valores de margem bruta, margem líquida, lucro e índice de lucratividade, que possuem os limites inferiores iguais a zero, que as probabilidades de essas variáveis serem maiores do que seus limites são 100%, 91,1%, 84,3% e 91,1%, respectivamente. Logo, os produtores desta classificação estão sob baixos riscos, pelo menos para o curto prazo.

O custo médio demonstra o limite inferior de R\$ 13,75, valor que corresponde ao preço médio de venda para esse grupo. No caso, portanto, a probabilidade de o custo médio superar o preço médio de venda é de apenas 16,5%. Com relação ao ponto de nivelamento de rendimento, que possui o limite mínimo de 83.247,35 kg, a probabilidade de superar o limite inferior é de 78,8%.

A TRC, medida utilizada para verificar a eficiência no uso do capital, apontou uma probabilidade de 91% de chance de ser superior ao valor do limite inferior de 8,15%. Esse valor expressa a taxa do custo oportunidade, caso o dinheiro tivesse sido empregado em outro tipo de investimento.

Portanto, conclui-se que, na primeira simulação, a atividade expressou baixo risco para o limite previamente estabelecido dos indicadores de rentabilidade, portanto, a renda dos carcinicultores cobre todos os custos operacionais da atividade.

Tabela 26 - Simulações dos indicadores de rentabilidade para o NÍVEL5 de eficiência na produção de camarão para o Ceará, 2015.

1º Simulação: MB, ML, lucro e IL>0, CMed>pcam, PNR> valor médio da amostra e TRC>8,15% a.a.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Limite (Li)	P(I>Li) ^b
MB	826749.466	280082.090	0.000	1.000
ML	461115.951	347063.789	0.000	0.911
L	347141.945	348601.804	0.000	0.843
IL	25.659	19.521	0.000	0.911
CMed	11.184	2.718	13.75	0.165
PNR	104537.904	25231.779	83247.35	0.788
TRC	17.713	20.002	0.081	0.911

2º Simulação: MB>CF, ML>OCF; IL>0; CMed>pcam, PNR, L> valor médio da amostra e TRC>14,25% a.a.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Limite (Li)	P(I>Li) ^b
MB	8001224.368	4418537.03	325709.13	1.000
ML	7640840.074	4425494.57	124217.89	1.000
L	7528487.66	4424711.72	2712183.69	0.637
IL	78.13	16.514	0.000	1.000
CMed	3.613	2.698	13.750	0.000
PNR	90847.94	19845.420	83247.35	0.616
TRC	259.244	231.743	0.14	1.000

3º Simulação: MB, ML e L>valores médios da amostra; IL>0; CMed>pcam, PNR> valor médio da amostra e TRC>12,50% a.a.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Limite (Li)	P(I>Li) ^b
MB	3807117.53	915771.52	3037892.81	0.772
ML	3446350.29	928302.16	2836401.57	0.671
L	3332161.91	928311.72	2712183.69	0.680
IL	71.44	8.85	0.000	1.000
CMed	4.77	1.40	13.75	0.000
PNR	92881.09	21157.91	83247.35	0.617
TRC	117.97	71.85	0.125	1.000

Fonte: Elaboração própria.

Na segunda simulação demandou-se verificar a probabilidade de os indicadores de MB e ML serem maiores do que seus limites inferiores. Nesse caso, os limites adotados são os valores de custos fixos (CF) e outros custos fixos (OCF), que foram R\$ 325.709,13 e R\$ 124.217,87, respectivamente. Os resultados mostram uma probabilidade de 100% de chance de os limites inferiores serem superados.

O resultado obtido para o lucro, entretanto, apontou queda de 20,6%. Nesse contexto, a probabilidade de esse indicador superar o limite inferior, correspondente à média da amostra, que foi de 63,7%. Já o CMed exibiu um probabilidade nula (0,000%) de superar o preço médio de venda do quilo do camarão.

O PNR, assim como os valores citados anteriormente, também demonstrou uma queda de 17,2%. Portanto, a probabilidade de as fazendas superarem o valor dos limites inferiores (83247,35 kg) é de 61,6%.

Tratando-se da probabilidade de obter uma taxa de remuneração de capital superior ao custo oportunidade do capital, esse valor aumentou, logo, a probabilidade de a TRC ser superior é de 100%.

Desse modo, o resultado obtido para a segunda simulação permite concluir que, mesmo aumentando os limites inferiores e ocorrendo uma queda dos principais indicadores, ainda assim, a atividade denota baixo risco.

Na última simulação, os limites inferiores adotados para MB, ML, L e PNR foram os limites das médias das amostras. No geral, houve queda significativa destes indicadores. No pior caso a margem líquida revelou uma queda de 32,9% em relação ao melhor momento, ocorrido na segunda simulação. O indicador margem bruta expressou uma probabilidade de 77,2% de superar o seu limite. Para margem líquida, que possui um limite inferior de R\$ 2.836.401,57, a probabilidade desse limite ser superado é de 67,1%.

Em relação ao lucro e o PNR que mostram limites inferiores de R\$ 2.712.183,69 e 83.247,35kg, respectivamente, a probabilidade de esses indicadores econômicos superarem seus limites corresponde a 68,0% e 61,7%.

O custo médio e a TRC seguiram os resultados da segunda simulação. O valor do limite inferior, contudo, atribuídos a TRC foi de 12,50%. O custo médio continuou com uma probabilidade nula de superar o preço médio de venda.

A última simulação representou o pior cenário, já que houve queda nos resultados de quase todos os indicadores, contudo mesmo assim, a atividade continuou revelando baixo risco para os produtores que têm como meta o ganho de eficiência.

5 CONCLUSÃO

O modelo de fronteira de produção estocástico proposto neste estudo para avaliar a eficiência técnica das fazendas produtoras de camarão do Estado do Ceará denotou valores de elasticidades da produção esperados, com exceção do parâmetro área. O parâmetro pl (quantidade de pós-larvas) obteve o maior valor de elasticidade observado.

Com relação à variável área, que revelou uma relação negativa com a produção, isso pode ser um indicativo de que ela está numa região de retornos decrescentes, ou seja, mesmo expandindo a área produtiva, *ceteris paribus*, isso já não corresponde em ganho de produção. No caso da densidade, o aumento desta, mantendo tudo mais constante, pode na verdade causar sérios problemas à produção, como queda na taxa de sobrevivência.

A variável escolaridade, usada no modelo para explicar a ineficiência, mostrou uma elasticidade negativa e menor do que uma unidade. Nesse sentido, o aumento no nível de escolaridade está associado negativamente à ineficiência de produção.

O grau médio de eficiência dos produtores foi 0,525 com o valor máximo de 0,997 e mínimo de 0,08. Existe, por conseguinte, potencial de melhoria de eficiência a ser alcançado pelos produtores. Em termos de classificação por nível de eficiência, 41,93% dos produtores estão abaixo da média de eficiência. O resultado encontrado identifica um problema na produção, pois interfere no crescimento e na competitividade do setor e, além disso, retrata que, mesmo existindo tecnologia, esta não está amplamente difundida entre os produtores. Nesse sentido, os produtores entrevistados relataram que, dentre as tecnologias disponíveis para o ganho de eficiência, a mais utilizada foi o probiótico.

Os resultados econômicos mostram uma relação negativa entre a eficiência técnica e os custos de operacionais efetivos, custos operacionais totais, custos médios e custos totais. Já para renda bruta, lucro e quantidade produzida, a relação se mostrou inversa, pois o ganho de eficiência aumenta esses indicadores.

A análise de rentabilidade sob condições de risco revelou dois resultados que corroboram aquilo que já era esperado e um resultado que caracteriza a eficiência como preponderante, quando o objetivo é diminuir os riscos associados à atividade.

A análise do nível de eficiência 1 mostrou um resultado antagônico ao nível 5 de melhor eficiência. Além disso, foi possível verificar que os níveis mais baixos de

eficiência caracterizam a carcinicultura como uma atividade de alto risco, ao passo que, na classe 5, a atividade se mostrou como de baixo risco.

Como sugestão para trabalhos futuros indica-se, aumentar o tamanho da amostra de produtores e buscar trabalhar por grupos estratificados de produtor, ou seja, de acordo com a classificação de tamanho das unidades produtivas ou renda bruta gerada na atividade. Assim será possível uma análise mais específica, objetivando, com isso, averiguar se os parâmetros que determinam a eficiência são os mesmos para cada nicho.

REFERÊNCIAS

- AIGNER, D.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 6, n. 1, pp.21- 37, 1977.
- ALMEIDA, Paulo Nazareno Alves. **Fronteira de produção e eficiência técnica da agropecuária brasileira em 2006**. 2012. 214 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, cap. 1, 2012.
- AMEMIYA, T. Tobit models, a survey, **Journal for Econometrics**, n. 24, pp. 3-61, 1984.
- ALVIM, A.; STÜLP, V. J.; KAYSER, V. H. Análise da eficiência técnica nas lavouras de arroz no Rio Grande do Sul. **Redes**, Santa Cruz Sul, v. 20, n. 2, pp. 158-175, mar. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (Rio Grande do Norte). **Censo da Carcinicultura de 2004**. Disponível em: < http://abccam.com.br/wp-content/uploads/2011/02/TABELAS_CENSO_SITE.pdf >. Acesso em: 12 nov. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). **Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011**. 2013. Disponível em: < <http://abccam.com.br/wp-content/uploads/2013/12/LEVANTAMENTO-DA-INFRAESTRUTURA-PRODUTIVA.pdf> >. Acesso em: 17 abr. 2017.
- AZEVEDO FILHO, A. J. B. V. **ALEAXPRJ**: Sistema para simulação e análise econômica de projetos em condições de risco. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1988.
- BANKER, R. D.; CHARNES, H.; COOPER, W.W. Some models for estimating and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, pp.1078-1092, 1984.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical Economics**, São Paulo, v. 20, pp. 325-332, jun. 1998.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. **The Journal of Productivity Analysis**, Switzerland, n. 3, pp.153-169, 1992.
- BECERRA-DORAME, M. J.; MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M., *et al.* Effect of using autotrophic and heterotrophic microbial-based-systems for the pre-grown of *Litopenaeus Vannamei*, on the production performance and selected haemo-lymph parameters. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 45, n. 5, pp.944-948, 2014.

BEGUM, M. E. A.; HOSSAIN, M. I.; PAPANAGIOTOU, E. Technical efficiency of shrimp farming in Bangladesh: an Application of the Stochastic Production Frontier Approach. **Journal of the World Aquaculture Society**, Malden MA, v. 44, n. 5, pp. 641-654, 2013.

BEZERRA, A. M.; SILVA, J. A. A. da; MENDES, P. de P. Seleção de variáveis em modelos matemáticos dos parâmetros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v. 42, n. 3, pp. 385-391, mar. 2007.

BRITO, S., *et al.* Viabilidade Econômica-Financeira da Carcinicultura: Oportunidade para pequenos produtores familiares. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL*, 43, 2005, Ribeirão Preto. **Anais**. Ribeirão: SOBER, p. 1-20, 2005.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, p. 128, 2003.

CAMPOS, K. C.; CAMPOS, R. T. Alternativa econômica para o novo rural do Nordeste brasileiro. **Informe Gepec**, Toledo, v. 10, n. 2, pp. 40-5, dez. 2006.

CARVALHO, J. B.; MODONESE, V. da S.; SANT'ANA, V. Z.; SABBAG, O. J. Análise de eficiência do Programa Aquisição de Alimentos para o território de Andradina e Noroeste Paulista. **Revista Espacios**, Caracas, v. 37, n. 10, p.1-16, 2016.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal Of Operational Research**, v. 2, n. 6, pp. 429 - 444, nov. 1978 [s.I]. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8). Acesso em: 17 abr. 2017

CLEMENTE, F.; GOMES, M. F. M.; LÍRIO, V. S. Análise da eficiência técnica de propriedades citrícolas do estado de São Paulo. **Economia Aplicada**, Ribeirão preto v. 19, n. 1, pp. 63 - 79, mar. 2015.

COCHRAN, W. G. **Técnicas de amostragem**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1977.

COELLI, T. J.; RAO, D.S.P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. New York: Springer, p. 341, 1998.

CONSUMO: Demanda por camarão aquece mercado local. Fortaleza, Ceará, Brasil, 19 set. 2011. Disponível em: < <http://www.oestadoce.com.br/economia/consumo-demanda-por-camarao-aquece-mercado-local> >. Acesso em: 08 maio 2018.

CORREIA NETO, J. F. **Elaboração e avaliação de projeto de investimento**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2009.

COSTA, E.; SAMPAIO, Y. Geração de empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva do camarão marinho cultivado. **Rev. Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 8, n. 2, pp. 327 - 345, 19 abr. 2004.

COOPER, W. W. *et al.* RAM: a range adjusted measure of efficiency for use with additive models, and relations to other models and mesasure in DEA. **Journal Of Productivity Analysis**, Texas, v. 11, n. 1, p.5-42, 12 maio 2001.

DECAMP, O.; MORIARTY, D. J. W.; LAVENS, P. Probiotics for shrimp larviculture: review of field data from Asia and Latin America. **Aquaculture Research**, Queensland, pp. 334 - 338, jun. 2008.

DEY, M. M.; PARAGUAS, F.J.; KAMBEWA, P.; PEMSL, D. E. The impact of integrated aquaculture-agriculture on small-scale farms in Southern Malawi. **Agricultural Economics**, Malden, MA, v. 41, n. 1, pp. 67 - 79, 2010.

DIAS, Jeronimo Marcelino. **Avaliação econômica da produção de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob a condição de risco no Município de Acaraú - Estado do Ceará**. 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia Rural, Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

FARREL, M. J. A measurement of productive efficiency. **Journal of The Royal Statistical Society**, Series A(General) Malden MA, v. 120, n. 3, pp. 254 - 290, 1957.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). **The state of World fisheries and aquaculture 2016**. Rome, FAO, p. 110, 2016.

FERREIRA, Caliane Borges. **Ensaio sobre produtividade e eficiência agrícola na América Latina, no Brasil e no Vale do São Francisco**. 2015. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, cap. 1, 2015.

FERREIRA, Carlos Mauricio de Carvalho; GOMES, Adriano Provezano. **Introdução à análise envoltória de dados**. Viçosa: Ufv, 2009. 389 p

FIGUEIREDO, R. S.; OLIVEIRA, E. R.; NORONHA, J. F.; SILVA JUNIOR, R. P. Estudo de rentabilidade econômica, sob condição de risco, para três sistemas produtivos de bovinocultura de leite em Piracanjuba-GO, PR. *In*: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, n. 45, 2007. **Anais Londrina**, p. 659, 2007.

FIGUEIREDO JÚNIOR, Carlos Alberto. **A cadeia produtiva do camarão cultivado no Estado do Ceará- uma análise crítica**. 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Economia Rural, Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, cap. 1, 2006.

FRIZZONE, J. A., SILVEIRA, S. F. R. Análise econômica de projetos hidroagrícolas. *In*: SILVA, D. D, PRUSKI, F. F. **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p. 659, 2000.

FRÓES, C.; FÓES, G.; KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L. H.; WASIELESKY JUNIOR., W. Densidade de estocagem na engorda de camarão branco cultivado em

sistema de biofloco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 8, p. 878 - 884, ago. 2013.

GONÇALVES, R. M. L.; VIEIRA, W. da C.; LIMA, J. E.; GOMES, S. T. Analysis of Technical Efficiency of Milk-Producing Farms in Minas Gerais. **Economia Aplicada**, São Paulo, v.12, n. 2, 2008.

GOMES, E.; MANGABEIRA, J.; MELLO, J. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 43, n. 4, dec., 2005.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5 ed. AMGH Editora Ltda: Porto Alegre- RS, 2011.

GUNARATNE, L. H. P.; LEUNG, P. **Asian black tiger shrimp industry: a meta-production frontier analysis**. 1996. Disponível em: <<http://library.enaca.org/NACA-Publications/EconomicsManagement.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2017.

GREENE, W. H. *Econometric analysis*. 5. Ed., **New Jersey**: Prentice Hall, pp. 1026, 2003.

GREENE, W.H. Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v.13, n.1, p. 27 - 56, may, 1980.

HACKBARTH NETO, A. A.; STEIN, C. E. **Uma abordagem dos testes não-paramétricos com utilização do Excel**. 2003. Disponível em: <http://www.mat.ufrgs.br/~viali/estatistica/mat2282/material/textos/artigo_11_09_2003.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

HERNANDE-LLAMAS, Alfredo; ZARAIN-HERZBERG, Martha. Bioeconomic modeling and risk analysis of raising shrimp *Litopenaes vannamei* in floating cages in northwestern Mexico: Assessment of hurricane hazard, stochastic variability of shrimp and feed prices, and zootechnical parameters. **Aquaculture**, [s.i] v.314,n 1-4, pp 261-268, ab.2011. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.02.011>>. Acesso 15 jan. 2017

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v.43, pp. 1 - 49, 2015.

IGARASHI, M. A.; GURGEL, J. J. S.; CARVALHO, R. C. de A. Perspectivas para o desenvolvimento do cultivo do camarão marinho no Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 31, n. 3, pp. 368 - 383, jul., 2000.

ISLAM, G. M. N.; YEW, T. S; NOH, K. M. Technical efficiency analysis of shrimp farming in Peninsular Malaysia: a stochastic frontier production function approach. **Trends In Applied Sciences Research**, San Francisco, v. 18, pp. 325-343, 2014.

JOVENTINO, F. K. P. **A sustentabilidade da carcinicultura no município de Fortim-Ceará, com ênfase nos aspectos sociais, ambientais e tecnológicos**. 2006. 77

f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Prodepa, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006. Cap. 1.

KARIM, M. H. H.; FREITAS J. E. C.; LIMA T. P. C.; NASCIMENTO, M. S.; HAYD, L. A. Viabilidade econômica da produção de camarão do pantanal (*Macrobrachium pantanalense*). **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 103-112, 16 nov., 2014.

KIET, N. T.; FISHER, T. C. G. Efficiency analysis and the effect of pollution on shrimp farms in the Mekong river delta. **Aquaculture Economics & Management**, Amsterdam, v. 9, n. 2, pp. 87 - 103, 2014.

KODDE, D. A.; PALM, F. C. Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. **Econometrica**, Washington, v.54, n.5, pp. 1243 - 1248, set., 1986.

KOOPMANS, T. C. Analysis of production as na eficiente combination of activities. In: _____(Ed.). **Activity analysis of production and allocation: proceedings of a conference**. NewYork: John Wiley & Sons, Inc.; London: Chapman & Hall, Limited, p.83-97, 1951.

KUBITZA, Fernando. Aquicultura no Brasil: principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 150, p. 5 - 20, ago., 2015.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic frontier analysis**. United Kingdom: Cambridge University, p. 311, 2000.

LEITÃO, R. C.; CAVALCANE, R. R. R.; RIBEIRO, E. M.; CLAUDINO, R.L.; MACIEL, N. M.; ROSA, M. de F. Reúso da água da despesca na produção de camarão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, pp. 1314 - 1320, 27 set., 2011.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. **A análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro. COPPE/UFRJ, 2000. 232 p.

LISBOA FILHO, W.; CARLINI, R. J.; LUCENA, H.A de; SILVA, F. S. C. M da. **A Carcinicultura Como uma Viável e Promissora Alternativa Econômica para a Região Nordeste**. 2016. Disponível em: < <http://studylibpt.com/doc/875106/a-carcinicultura-na-região-nordeste--uma-promissora-alter>. >. Acesso em: 01 out. 2017.

LIU, C.; LAPORTE, A.; FERGUSON, B. S. The quantile regression approach to efficiency measurement: insights from Monte Carlo simulations. **Health Economics**, New York, v. 17, n. 9, pp. 1073 - 1087, set., 2008.

LOVELL, C. A. K. **The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications**. New York: Oxford University, p. 415, 1993.

LORENZETT, J. R.; LOPES, A. L.; DE LIMA, M. V. Aplicação de método de pesquisa operacional (DEA) na avaliação de desempenho de unidades produtivas para area de

educação profissional. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, Santa Catarina, v. 3, n. 1, pp. 168 - 190, 2010.

MARTINEZ-CORDERO, F. J.; LEUNG, P. Sustainable aquaculture and producer performance: measurement of environmentally adjusted productivity and efficiency of sample of shrimp farms in Mexico. **Aquaculture**, Honolulu, v. 241, pp. 249 - 268, 28 jul., 2004.

MARTINS, Élica de Aguiar. **Rentabilidade da produção de acerola orgânica sob condições determinística e de risco**. 2013. 88 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, cap. 1, 2013.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema Integrado de Custos Agropecuários – CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, pp. 07-28, jan. 1998.

MATSUNAGA, M. *et al.* Metodologia de Custo de Produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v23, n.1, pp.123-139, 1976.

MEEUSEN, W.; BROECK, J. V. D. Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. **International Economic Review**, [s.l.]v. 18, n. 2, p. 435 - 444, jun., 1977.

MELO, F. P.; FERREIRA, M. G. P.; LIMA, J. P. V de.; CORREIA, E de. S. Cultivo do camarão marinho com bioflocos sob diferentes níveis de proteína com e sem probiótico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, pp. 202 - 210, dez., 2015.

MORAIS, Gabriel Alves de Sampaio. **Ensaio sobre eficiência técnica e produtividade total dos fatores da agricultura dos países do Mercosul e da América do Sul**. 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado em Economia Agrícola), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, cap. 1, 2015.

NORÕES, Alana Kedylla Monteiro. **Eficiência produtiva da carcinicultura nos estados do ceará e rio grande do norte**. 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Economia Rural, Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, cap.1, 2017.

NORONHA, J. F. de. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentação e avaliação econômica**. 2ed. São Paulo: Atlas, 1987.

OLIVEIRA, G. G. **Políticas públicas para aquicultura no Estado do Ceará: uma comparação dos governos estaduais de 1998 a 2008**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Pesca, Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

OLIVEIRA, I. R. **Utilização da análise envoltória de dados (DEA), no diagnóstico da eficiência de cultivo do camarão marinho *litopenaeus vannamei* (Boone,1931)**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biometria e Estatística Aplicada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

OLIVEIRA, Bruna de. **Análise de cadeia global de valor e risco na piscicultura no Tocantins**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Desenvolvimento Regional, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2015.

OTOSHI, C. A.; NAGUWA, S. S.; FALESCH, F. C.; MOSS, S. M. Shrimp behavior may affect culture performance at super-intensive stocking densities. **Global Aquaculture Advocate**, v. 2, pp. 67 - 69, 2007.

PASCOE, S.; KIRKLEY, J. E.; GRÉBOVAL, D.; MORRISON-PAUL, C. J. **Measuring and assessing capacity in fisheries: 2 issues and methods**. FAO Fisheries Technical Paper, n. 432 - 433. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2003.

POULIQUEN, L. Y. **Risk analysis in project appraisal**. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1970.

REGO, M. A. S.; SABBAG, O. J.; SOARES, R.; PEIXOTO, S. Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. **Aquaculture**, Recife, v. 469, pp.67-71, 8 dez. 2016.

REINHARD, S.; LOVELL, C. A. K.; THIJSEN, G. J. Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables estimated with SFA and DEA. **European Journal of Operational Research**, Netherlands, v. 121, pp. 287 - 303, may, 2000.

REIS, R. P.; RICHETTI, A.; LIMA, A. L. R. Eficiência econômica na cultura do café: um estudo no sul de Minas Gerais. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 7, pp. 50 - 59, set., 2005.

RIVERA, E. B. B.; COSTANTIN, P. D. **Produtividade total dos fatores nas principais lavouras de grãos brasileiras: análise de fronteira estocástica e índice de Malmquist**. São Paulo-SP, 2007. 18p. Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2007.

ROCHA, I. **Carcinicultura brasileira tem vantagem competitiva com produção de grãos**. 2017. Disponível em: < <http://abccam.com.br/wp-content/uploads/2011/03/carcinicultura%20brasileira%20-%20revista%20abcc%20-%20janeiro%202011.pdf> >. Acesso em: 01 nov. 2017.

SANTOS, V. F.; VIEIRA, W.C.; RUFINO, J. L. S.; LIMA, J. R. F de. Análise da eficiência técnica de talhões de café irrigados e não-irrigados em Minas Gerais: 2004 - 2006. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Florianópolis, v. 47, n. 03, pp. 677 - 698, out., 2009.

SCHER, Pedro Dias. **Análise de eficiência técnica pelo método DEA na agricultura do Distrito Federal**. 2015. 38 f. TCC (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SEIFORD, L. M.; ZHU, J. An investigation of returns to scale under data envelopment analysis. **Ômega: Internacional Journal of Management Science**, v. 27, n. 1, pp. 1 - 11, 1999.

SILVA, A. F.; LARA, G. R.; BALLESTER, E. C.; KRUMENNAUER, D.; ABREU, P. C.; WASIELESKY JUNIOR, W. Efeito das altas densidades de estocagem no crescimento e sobrevivência de *Litopenaeus vannamei* na fase final de engorda, cultivo em sistema de bioflocos (BFT). **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, pp. 279 - 287, jul., 2013.

SILVA, F. D. V. **Determinação da eficiência técnica e da rentabilidade econômica dos produtores de leite do estado do Ceará: uma aplicação de fronteira estocástica de produção**. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVA, J. L. M.; SAMPAIO, L. M. B. Eficiência, gestão e meio ambiente na carcinicultura do Rio Grande do Norte. **Resr**, Piracicaba, v. 47, pp. 883 - 902, dez., 2009.

SIVARAMAN, I. KRISHNAN, M; ANANTHAN, P S; SATYASAI, KJS; KRISHNAN, L.; HARIBABU, P.; ANANTH, P.N. Technical efficiency of shrimp farming in Andhra Pradesh: estimation and implications. **Current World Environment**, Madhya Pradesh, v. 10, n. 1, pp. 199-205, 05 abr., 2015.

SOUSA JÚNIOR, Josemar Pereira de. **Análise da eficiência da produção de camarão marinho em cativeiro no estado do Ceará**. 2003. 142 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

SOUZA, D. P. H. **Avaliação de métodos paramétricos e não paramétricos na análise da eficiência da produção de leite**. 2003. 136 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

STUDART, T. M. C. **Análise de incertezas na determinação de vazões regularizadas em climas semiáridos**. 2000. 172 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

TORESAN, Luiz. **Sustentabilidade e desempenho produtivo na agricultura: uma abordagem multidimensional aplicada a empresas agrícolas**. 1998. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, cap. 1, 1998.

TORRES, Alessandro. **Doença derruba produção de camarões no Ceará**. 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2017/02/doenca-derruba-producao-de-camaroes-no-ceara.html>>. Acesso em: 07 dez. 2017.

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

VALENTI, W.C. Aquicultura sustentável. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12, Vila Real, Portugal, 2002. **Anais**. Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, pp. 111 – 118, 2002.

VERSCHUERE, L.; ROMBAUT, G.; SORGELOOS, P.; VERSTRAETE, W. Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. **Microbiology And Molecular Biology Reviews**, v. 64, pp. 655 - 671, dez., 2000.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory Econometrics - A Modern Approach** Thomson South-Western, 2003.

APÊNDICE

APÊNDICE A - RECEITAS E CUSTO DE PRODUÇÃO POR PRODUTOR NO
ESTADO DO CEARÁ, 2015.

Fazendas	Receita bruta	Custo operacional efetivo (COE)	Custo operacional total (COT)	Custo total (CT)
1	R\$ 786.000,00	R\$998.481,80	R\$ 1.164.059,89	R\$ 1.344.075,20
2	R\$ 56.250,00	R\$ 244.367,10	R\$ 314.970,83	R\$ 367.509,30
3	R\$ 136.500,00	R\$ 504.528,60	R\$ 575.681,48	R\$ 614.925,98
4	R\$ 300.000,00	R\$ 315.227,30	R\$ 352.737,90	R\$ 431.054,14
5	R\$ 761.400,00	R\$ 456.966,60	R\$ 551.504,57	R\$ 812.897,17
6	R\$ 288.000,00	R\$ 271.692,52	R\$ 305.722,07	R\$ 353.194,26
7	R\$ 2.940.000,00	R\$ 601.033,80	R\$ 720.643,52	R\$ 809.735,77
8	R\$ 511.200,00	R\$ 395.765,24	R\$ 469.008,87	R\$ 622.897,00
9	R\$ 781.200,00	R\$ 684.374,48	R\$ 749.925,66	R\$ 1.507.713,66
10	R\$ 974.400,00	R\$ 584.312,88	R\$ 696.728,36	R\$ 810.982,22
11	R\$ 1.755.000,00	R\$ 1.033.707,28	R\$ 1.223.028,03	R\$ 1.484.220,64
12	R\$ 324.000,00	R\$ 266.185,50	R\$ 306.670,73	R\$ 358.654,94
13	R\$ 950.400,00	R\$ 652.166,96	R\$ 845.444,81	R\$ 974.266,67
14	R\$ 1.485.000,00	R\$ 1.368.732,35	R\$ 1.494.565,73	R\$ 1.600.337,09
15	R\$ 837.540,00	R\$ 575.295,90	R\$ 719.640,96	R\$ 899.156,46
16	R\$ 594.000,00	R\$ 491.004,40	R\$ 579.130,55	R\$ 686.566,48
17	R\$ 2.138.400,00	R\$ 731.683,84	R\$ 840.970,52	R\$ 1.101.148,15
18	R\$ 1.080.000,00	R\$ 896.129,40	R\$ 1.108.269,50	R\$ 1.203.542,50
19	R\$ 941.760,00	R\$ 598.539,80	R\$ 714.554,09	R\$ 872.554,09
20	R\$ 2.808.000,00	R\$ 1.105.279,80	R\$ 1.201.603,75	R\$ 1.659.208,01
21	R\$ 432.000,00	R\$ 527.244,68	R\$ 650.840,44	R\$ 732.399,33
22	R\$ 480.000,00	R\$ 244.659,06	R\$ 281.625,76	R\$ 358.163,49
23	R\$ 676.800,00	R\$ 382.014,68	R\$ 469.110,96	R\$ 551.965,63
24	R\$ 1.031.250,00	R\$ 234.879,60	R\$ 324.715,11	R\$ 466.453,78
25	R\$ 756.000,00	R\$ 378.349,07	R\$ 552.355,47	R\$ 774.192,27
26	R\$ 2.578.018,60	R\$ 668.518,48	R\$ 687.054,83	R\$ 750.854,83
27	R\$ 483.840,00	R\$ 277.483,18	R\$ 339.545,35	R\$ 403.499,04
28	R\$ 2.378.362,50	R\$ 768.252,55	R\$903.191,79	R\$ 998.028,53
29	R\$ 3.807.000,00	R\$ 712.604,00	R\$ 812.096,31	R\$929.508,18
30	R\$ 780.000,00	R\$ 297.351,60	R\$ 381.390,31	R\$ 477.371,24
31	R\$ 12.700.800,00	R\$ 1.776.454,40	R\$ 2.586.333,07	R\$ 2.895.657,16

Fonte: Elaboração própria.

APÊNDICE B - Indicadores econômicos da carcinicultura cearense, 2015.

Margem bruta (MB)	Margem bruta (%)	Margem líquida	Margem líquida %	IL(%)	Lucro
-R\$ 212.481,80	-R\$36,93	-R\$ 378.059,89	-R\$32,48	-R\$ 48,10	-R\$ 558.075,20
-R\$ 188.117,10	-R\$20,99	-R\$ 258.720,83	-R\$ 82,14	R\$ 14,08	-R\$ 311.259,30
-R\$ 368.028,60	-R\$ 150,60	-R\$ 439.181,48	-R\$76,29	R\$ 68,51	-R\$ 478.425,98
-R\$ 15.227,30	-R\$3,76	-R\$ 52.737,90	-R\$ 14,95	-R\$ 321,74	-R\$ 131.054,14
R\$ 304.433,40	R\$96,58	R\$ 209.895,43	R\$38,06	-R\$ 459,95	-R\$ 51.497,17
R\$ 16.307,48	R\$ 4,27	-R\$ 17.722,07	-R\$ 5,80	-R\$ 2,62	-R\$ 65.194,26
R\$ 2.338.966,20	R\$ 511,85	R\$ 2.219.356,48	R\$ 307,97	R\$ 41,33	R\$ 2.130.264,23
R\$ 115.434,76	R\$15,78	R\$ 42.191,13	R\$9,00	R\$ 5,35	-R\$ 111.697,00
R\$ 96.825,52	R\$18,36	R\$ 31.274,34	R\$ 4,17	R\$ 57,21	-R\$ 726.513,66
R\$ 390.087,12	R\$57,00	R\$ 277.671,64	R\$ 39,85	R\$ 26,94	R\$ 163.417,78
R\$ 721.292,72	R\$ 242,57	R\$ 531.971,97	R\$ 43,50	R\$ 30,31	R\$ 270.779,36
R\$ 57.814,50	R\$ 5,23	R\$ 17.329,27	R\$ 5,65	R\$ 51,10	-R\$ 34.654,94
R\$ 298.233,04	R\$ 49,83	R\$ 104.955,19	R\$12,41	R\$ 78,67	-R\$ 23.866,67
R\$ 116.267,65	R\$ 23,68	-R\$ 9.565,73	-R\$ 0,64	-R\$ 0,64	-R\$ 115.337,09
R\$ 262.244,10	R\$ 111,65	R\$ 117.899,04	R\$ 16,38	R\$ 2,50	-R\$ 61.616,46
R\$ 102.995,60	R\$13,41	R\$ 14.869,45	R\$ 2,57	R\$ 62,02	-R\$ 92.566,48
R\$ 1.406.716,16	R\$ 517,76	R\$ 1.297.429,48	R\$ 154,28	R\$ 29,82	R\$ 1.037.251,85
R\$ 183.870,60	R\$11,14	-R\$ 28.269,50	-R\$ 2,55	R\$ 8,25	-R\$ 123.542,50
R\$ 343.220,20	R\$ 5,88	R\$ 227.205,91	R\$31,80	R\$ 60,67	R\$ 69.205,91
R\$ 1.702.720,20	R\$450,04	R\$1.606.396,25	R\$133,69	-R\$ 6,15	R\$ 1.148.791,99
-R\$ 95.244,68	-R\$129,13	-R\$ 218.840,44	-R\$33,62	R\$ 30,69	-R\$ 300.399,33
R\$ 235.340,94	R\$ 88,41	R\$198.374,24	R\$ 70,44	R\$ 11,04	R\$ 121.836,51
R\$ 294.785,32	R\$ 45,20	R\$ 207.689,04	R\$ 44,27	R\$ 24,13	R\$ 124.834,37
R\$ 796.370,40	R\$ 157,84	R\$706.534,89	R\$ 217,59	R\$ 73,35	R\$ 564.796,22
R\$ 377.650,93	R\$ 36,53	R\$203.644,53	R\$ 36,87	R\$ 28,50	-R\$ 18.192,27
R\$ 1.909.500,12	R\$ 614,95	R\$1.890.963,77	R\$ 275,23	R\$4,00	R\$ 1.827.163,77
R\$ 206.356,82	R\$ 52,14	R\$ 144.294,65	R\$42,50	-R\$ 50,66	R\$ 80.340,96
R\$1.610.109,95	R\$580,25	R\$ 1.475.170,71	R\$163,33	R\$ 79,64	R\$ 1.380.333,97
R\$ 3.094.396,00	R\$ 226,08	R\$2.994.903,69	R\$ 368,79	R\$ 75,49	R\$ 2.877.491,82
R\$ 482.648,40	R\$ 67,73	R\$ 398.609,69	R\$104,51	R\$ 27,57	R\$ 302.628,76
R\$ 10.924.345,60	R\$ 717,93	R\$10.114.466,93	R\$391,07	-R\$17,58	R\$ 9.805.142,84

Fonte: Elaboração própria.

APÊNDICE C - Análise do ponto de nivelamento dos produtores cearenses, 2015.

Fazendas	Quantidade produzida (kg)	Preço	PNR (kg)	TRC
1	60.000,00	R\$ 13,10	102.601,16	-25,0283
2	4.500,00	R\$ 12,69	70.855,51	14,42296
3	10.500,00	R\$ 12,50	37.316,30	66,07082
4	25.000,00	R\$ 13,00	47.302,00	-51,3876
5	42.300,00	R\$ 12,50	29.400,74	-34,7302
6	18.000,00	R\$ 12,00	100.295,21	-4,0161
7	280.000,00	R\$ 16,00	22.385,22	50,8287
8	36.000,00	R\$ 18,00	19.925,27	5,730959
9	50.400,00	R\$ 12,00	138.267,33	181,2884
10	69.600,00	R\$ 14,00	55.299,45	62,11326
11	97.500,00	R\$ 18,00	82.456,70	24,92583
12	18.000,00	R\$ 13,00	36.720,86	51,55058
13	63.360,00	R\$ 15,00	61.967,21	186,1194
14	82.500,00	R\$ 18,00	88.907,62	-0,91186
15	66.000,00	R\$ 15,00	45.771,10	2,679277
16	39.600,00	R\$ 13,50	73.928,04	150,3926
17	162.000,00	R\$ 16,80	24.017,80	22,38077
18	90.000,00	R\$ 14,20	43.865,99	5,333898
19	78.480,00	R\$ 13,20	83.420,31	127,3663
20	234.000,00	R\$ 16,00	22.074,64	-4,73628
21	36.000,00	R\$ 12,00	45.997,14	14,56343
22	30.000,00	R\$ 15,00	64.951,11	7,467197
23	56.400,00	R\$ 12,00	72.712,84	17,78241
24	82.500,00	R\$ 12,20	61.545,48	181,6138
25	54.000,00	R\$ 14,00	57.927,30	32,7443
26	112.647,00	R\$ 15,50	97.271,85	3,760743
27	28.800,00	R\$ 12,00	61.033,28	-20,7186
28	176.175,00	R\$ 12,00	241.304,76	124,0442
29	253.800,00	R\$ 10,50	77.117,69	209,2311
30	60.000,00	R\$ 18,00	45.160,95	22,7269
31	1.058.400,00	R\$ 12,00	35.921,18	-15,3352

Fonte: Elaboração própria.

**APÊNDICE D - CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO DA AMOSTRA DE PRODUTORES CEARENSE, 2015,
CENÁRIO 1.**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.99,10.50,18.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[112143.94,4500.00,1058400.00],
11|   MOP:TRIANGULAR[220401.58,78484.20,567360.00],
12|   MOT:TRIANGULAR[12327.74,0.00,86400.00],
13|   INS:TRIANGULAR[337789.78,64750.00,1413000.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[43780.47,0.00,116171],
15|   OCP:TRIANGULAR[42547.87,12557.57,152546.40],
16|   DEP:TRIANGULAR[82608.08,0.00,753293.97],
17|   JST:TRIANGULAR[91341.91,4800.00,720000.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[4310.09,0.00,45324.09],
19|   CME:TRIANGULAR[1141960.74,302380.00,8153920.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:0,ML:2:0,L:2:0,IL:2:0,CMED:2:13.99,PNR:2:66055.55,TRC
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }.
|

```

**APÊNDICE E – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO DA AMOSTRA DE PRODUTORES CEARENSE, 2015,
CENÁRIO 2.**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.99,10.50,18.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[112143.94,4500.00,1058400.00],
11|   MOP:TRIANGULAR[220401.58,78484.20,567360.00],
12|   MOT:TRIANGULAR[12327.74,0.00,86400.00],
13|   INS:TRIANGULAR[337789.78,64750.00,1413000.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[43780.47,0.00,116171],
15|   OCP:TRIANGULAR[42547.87,12557.57,152546.40],
16|   DEP:TRIANGULAR[82608.08,0.00,753293.97],
17|   JST:TRIANGULAR[91341.91,4800.00,720000.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[4310.09,0.00,45324.09],
19|   CME:TRIANGULAR[1141960.74,302380.00,8153920.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:291143.43,ML:2:159019.74,L:2:603238.32,IL:2:0,CMED:2:
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE F – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO DA AMOSTRA DE PRODUTORES CEARENSE, 2015,
CENÁRIO 3.**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.99,10.50,18.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[112143.94,4500.00,1058400.00],
11|   MOP:TRIANGULAR[220401.58,78484.20,567360.00],
12|   MOT:TRIANGULAR[12327.74,0.00,86400.00],
13|   INS:TRIANGULAR[337789.78,64750.00,1413000.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[43780.47,0.00,116171],
15|   OCP:TRIANGULAR[42547.87,12557.57,152546.40],
16|   DEP:TRIANGULAR[82608.08,0.00,753293.97],
17|   JST:TRIANGULAR[91341.91,4800.00,720000.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[4310.09,0.00,45324.09],
19|   CME:TRIANGULAR[1141960.74,302380.00,8153920.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:887414.01,ML:2:762258.06,L:2:603238.32,IL:2:0,CMED:2:
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE G – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 1 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO 1.**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELLIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[12.65,12.00,13.10],
10|   PRcam:TRIANGULAR[25000,4500.00,60000.00],
11|   MOP:TRIANGULAR[172099.20,78484.80,371620.80],
12|   MOT:TRIANGULAR[9690.00,180.00,31260.00],
13|   INS:TRIANGULAR[292403.50,70615.50,592721.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[41458.50,6000.00,78408.00],
15|   OCP:TRIANGULAR[27535.87,12557.57,59459.33],
16|   DEP:TRIANGULAR[58675.45,24953.03,106118.78],
17|   JST:TRIANGULAR[21200,4800.00,54400.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[3328.63,1516.24,5615.31],
19|   CME:TRIANGULAR[863505.00,343900.00,1510530.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:0,ML:2:0,L:2:0,IL:2:0,CMED:2:12.65,PNR:2:53806.27,TRC
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE H – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 1 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO 2.**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ;
2| ANALISTA:FELIPY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[12.65,12.00,13.10],
10|   PRcam:TRIANGULAR[25000,4500.00,60000.00],
11|   MOP:TRIANGULAR[172099.20,78484.80,371620.80],
12|   MOT:TRIANGULAR[9690.00,180.00,31260.00],
13|   INS:TRIANGULAR[292403.50,70615.50,592721.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[41458.50,6000.00,78408.00],
15|   OCP:TRIANGULAR[27535.87,12557.57,59459.33],
16|   DEP:TRIANGULAR[58675.45,24953.03,106118.78],
17|   JST:TRIANGULAR[21200,4800.00,54400.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[3328.63,1516.24,5615.31],
19|   CME:TRIANGULAR[863505.00,343900.00,1510530.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:200739.95,ML:2:87528.63,L:2:-369703.65,IL:2:0,CMED:2:1
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE I – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 1 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO 3.**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ;
2| ANALISTA:FELIPY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[12.65,12.00,13.10],
10|   PRcam:TRIANGULAR[25000,4500.00,60000.00],
11|   MOP:TRIANGULAR[172099.20,78484.80,371620.80],
12|   MOT:TRIANGULAR[9690.00,180.00,31260.00],
13|   INS:TRIANGULAR[292403.50,70615.50,592721.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[41458.50,6000.00,78408.00],
15|   OCP:TRIANGULAR[27535.87,12557.57,59459.33],
16|   DEP:TRIANGULAR[58675.45,24953.03,106118.78],
17|   JST:TRIANGULAR[21200,4800.00,54400.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[3328.63,1516.24,5615.31],
19|   CME:TRIANGULAR[863505.00,343900.00,1510530.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:-195963.70,ML:2:-282175.02,L:2:-369703.65,IL:2:0,CMED:
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE J – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 2 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO 1**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[15.47,10.50,18.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[28000.00,18000.00,75017.78],
11|   MOP:TRIANGULAR[199279.95,104016.00,395071.68],
12|   MOT:TRIANGULAR[8187.11,0.00,34560.00],
13|   INS:TRIANGULAR[301282.19,84079.64,562891.60],
14|   ENER:TRIANGULAR[40829.11,11400.00,72000.00],
15|   OCP:TRIANGULAR[32563.68,16642.46,67521.47],
16|   DEP:TRIANGULAR[69933.14,17235.69,162398.33],
17|   JST:TRIANGULAR[133889.78,10640.00,720000],
18|   JSC:TRIANGULAR[3430.86,832.19,10821.87],
19|   CME:TRIANGULAR[963466.89,302380.00,2134220.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:0,ML:2:0,L:2:0,IL:2:0,CMED:2:15.47,PNR:2:56750.16,TRC:
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE L – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 2 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO 2**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[15.47,10.50,18.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[28000.00,18000.00,75017.78],
11|   MOP:TRIANGULAR[199279.95,104016.00,395071.68],
12|   MOT:TRIANGULAR[8187.11,0.00,34560.00],
13|   INS:TRIANGULAR[301282.19,84079.64,562891.60],
14|   ENER:TRIANGULAR[40829.11,11400.00,72000.00],
15|   OCP:TRIANGULAR[32563.68,16642.46,67521.47],
16|   DEP:TRIANGULAR[69933.14,17235.69,162398.33],
17|   JST:TRIANGULAR[133889.78,10640.00,720000],
18|   JSC:TRIANGULAR[3430.86,832.19,10821.87],
19|   CME:TRIANGULAR[963466.89,302380.00,2134220.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:312484.12,ML:2:207320.64,L:2:172337.52,IL:2:0,CMED:2:1
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE M – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 2 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO 3**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[15.47,10.50,18.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[28000.00,18000.00,75017.78],
11|   MOP:TRIANGULAR[199279.95,104016.00,395071.68],
12|   MOT:TRIANGULAR[8187.11,0.00,34560.00],
13|   INS:TRIANGULAR[301282.19,84079.64,562891.60],
14|   ENER:TRIANGULAR[40829.11,11400.00,72000.00],
15|   OCP:TRIANGULAR[32563.68,16642.46,67521.47],
16|   DEP:TRIANGULAR[69933.14,17235.69,162398.33],
17|   JST:TRIANGULAR[133889.78,10640.00,720000],
18|   JSC:TRIANGULAR[3430.86,832.19,10821.87],
19|   CME:TRIANGULAR[963466.89,302380.00,2134220.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:482154.97,ML:2:379658.15,L:2:172337.52,IL:2:0,CMED:2:1
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE N – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 3 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO 1**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.56,12.00,18.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[107511.43,39600.00,234000],
11|   MOP:TRIANGULAR[327096.55,177772.80,567360.00],
12|   MOT:TRIANGULAR[16589.71,180.00,82400.00],
13|   INS:TRIANGULAR[415094.69,222831.60,856578.75],
14|   ENER:TRIANGULAR[65028.40,33600.00,116171.80],
15|   OCP:TRIANGULAR[55539.73,31433.65,101977.60],
16|   DEP:TRIANGULAR[71898.78,31266.67,110162.50],
17|   JST:TRIANGULAR[123648.57,9120.00,396000.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[3976.81,1604.27,6547.49],
19|   CME:TRIANGULAR[901116.43,554980.00,1277700.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:0,ML:2:0,L:2:0,IL:2:0,CMED:2:13.56,PNR:2:85747.13,TRC
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE O – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 3 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO 2**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.56,12.00,18.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[107511.43,39600.00,234000],
11|   MOP:TRIANGULAR[327096.55,177772.80,567360.00],
12|   MOT:TRIANGULAR[16589.71,180.00,82400.00],
13|   INS:TRIANGULAR[415094.69,222831.60,856578.75],
14|   ENER:TRIANGULAR[65028.40,33600.00,116171.80],
15|   OCP:TRIANGULAR[55539.73,31433.65,101977.60],
16|   DEP:TRIANGULAR[71898.78,31266.67,110162.50],
17|   JST:TRIANGULAR[123648.57,9120.00,396000.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[3976.81,1604.27,6547.49],
19|   CME:TRIANGULAR[901116.43,554980.00,1277700.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:322263.90,ML:2:194825.38,L:2:266026.75,IL:2:0,CMED:2:1
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE P – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 3 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO 3**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.56,12.00,18.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[107511.43,39600.00,234000],
11|   MOP:TRIANGULAR[327096.55,177772.80,567360.00],
12|   MOT:TRIANGULAR[16589.71,180.00,82400.00],
13|   INS:TRIANGULAR[415094.69,222831.60,856578.75],
14|   ENER:TRIANGULAR[65028.40,33600.00,116171.80],
15|   OCP:TRIANGULAR[55539.73,31433.65,101977.60],
16|   DEP:TRIANGULAR[71898.78,31266.67,110162.50],
17|   JST:TRIANGULAR[123648.57,9120.00,396000.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[3976.81,1604.27,6547.49],
19|   CME:TRIANGULAR[901116.43,554980.00,1277700.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34|RESULTADOS[MB:2:588290.64,ML:2:460852.13,L:2:266026.75,IL:2:0,CMED:2:13
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE Q – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 4 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO A 1**

APÊNDICE FN4-1

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÁ;
2| ANALISTA:FELIPIY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.10,12.00,16.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[51780.00,30000,82500],
11|   MOP:TRIANGULAR[137320.03,104299.68,187039.69],
12|   MOT:TRIANGULAR[20768.80,384.00,86400.00],
13|   INS:TRIANGULAR[156320.45,64750.00,223805.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[39020.13,22232.00,56264.00],
15|   OCP:TRIANGULAR[48001.61,16687.95,152546.40],
16|   DEP:TRIANGULAR[54298.53,19721.56,93669.41],
17|   JST:TRIANGULAR[59104.00,15680.00,161280.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[1801.35,556.80,3654.67],
19|   CME:TRIANGULAR[853970.00,327860.00,1426100.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:0,ML:2:0,L:2:0,IL:2:0,CMED:2:13.30,PNR:2:44406.27,TRC:2
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE R – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 4 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO A 2**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELIPY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.10,12.00,16.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[51780.00,30000,82500],
11|   MOP:TRIANGULAR[137320.03,104299.68,187039.69],
12|   MOT:TRIANGULAR[20768.80,384.00,86400.00],
13|   INS:TRIANGULAR[156320.45,64750.00,223805.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[39020.13,22232.00,56264.00],
15|   OCP:TRIANGULAR[48001.61,16687.95,152546.40],
16|   DEP:TRIANGULAR[54298.53,19721.56,93669.41],
17|   JST:TRIANGULAR[59104.00,15680.00,161280.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[1801.35,556.80,3654.67],
19|   CME:TRIANGULAR[853970.00,327860.00,1426100.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:240005.48,ML:2:120905.35,L:2:98575.10,IL:2:0,CMED:2:1
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE S – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 4 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO A 3**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELIPY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.10,12.00,16.00],
10|   PRcam:TRIANGULAR[51780.00,30000,82500],
11|   MOP:TRIANGULAR[137320.03,104299.68,187039.69],
12|   MOT:TRIANGULAR[20768.80,384.00,86400.00],
13|   INS:TRIANGULAR[156320.45,64750.00,223805.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[39020.13,22232.00,56264.00],
15|   OCP:TRIANGULAR[48001.61,16687.95,152546.40],
16|   DEP:TRIANGULAR[54298.53,19721.56,93669.41],
17|   JST:TRIANGULAR[59104.00,15680.00,161280.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[1801.35,556.80,3654.67],
19|   CME:TRIANGULAR[853970.00,327860.00,1426100.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:321780.58,ML:2:219480.45,L:2:98575.10,IL:2:0,CMED:2:13
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE T – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 5 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO A 1**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELIPY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.75,12.00,16.80],
10|   PRcam:TRIANGULAR[281637.00,28800.00,1058400],
11|   MOP:TRIANGULAR[229042.78,115852.18,353654.40],
12|   MOT:TRIANGULAR[8290.67,0.00,18144.00],
13|   INS:TRIANGULAR[483844.06,96582.00,1413000.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[28933.20,0.00,60430.80],
15|   OCP:TRIANGULAR[47830.18,18536.35,109019.90],
16|   DEP:TRIANGULAR[153661.06,0.00,753293.97],
17|   JST:TRIANGULAR[63455.20,7968.00,216000.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[8762.69,0.00,45324.09],
19|   CME:TRIANGULAR[2116316.00,536000,8153920.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:0,ML:2:0,L:2:0,IL:2:0,CMED:2:13.75,PNR:2:83247.35,TRC:2:
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE U- CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 5 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO A 2**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELIPY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.75,12.00,16.80],
10|   PRcam:TRIANGULAR[281637.00,28800.00,1058400],
11|   MOP:TRIANGULAR[229042.78,115852.18,353654.40],
12|   MOT:TRIANGULAR[8290.67,0.00,18144.00],
13|   INS:TRIANGULAR[483844.06,96582.00,1413000.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[28933.20,0.00,60430.80],
15|   OCP:TRIANGULAR[47830.18,18536.35,109019.90],
16|   DEP:TRIANGULAR[153661.06,0.00,753293.97],
17|   JST:TRIANGULAR[63455.20,7968.00,216000.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[8762.69,0.00,45324.09],
19|   CME:TRIANGULAR[2116316.00,536000,8153920.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:325709.13,ML:2:124217.89,L:2:2712183.69,IL:2:0,CMED:2:
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

**APÊNDICE V – CÁLCULO DOS INDICADORES DE RENTABILIDADE EM
CONDIÇÃO DE RISCO PARA A CLASSE 5 DOS PRODUTORES, 2015,
CENÁRIO A 3**

```

1| ANALISE:PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO ESTADO DO CEARÀ;
2| ANALISTA:FELLIPY CHAVES;
3| SIMULACOES:1000;
4| CO:0.063;
5| PERIODOS:0;
6| DATA:05/09/2017;
7| IMPRIME_PROG:LIGADO;
8| VARIAVEIS EXOGENAS TEMPORAIS
9|   Pcam:TRIANGULAR[13.75,12.00,16.80],
10|   PRcam:TRIANGULAR[281637.00,28800.00,1058400],
11|   MOP:TRIANGULAR[229042.78,115852.18,353654.40],
12|   MOT:TRIANGULAR[8290.67,0.00,18144.00],
13|   INS:TRIANGULAR[483844.06,96582.00,1413000.00],
14|   ENER:TRIANGULAR[28933.20,0.00,60430.80],
15|   OCP:TRIANGULAR[47830.18,18536.35,109019.90],
16|   DEP:TRIANGULAR[153661.06,0.00,753293.97],
17|   JST:TRIANGULAR[63455.20,7968.00,216000.00],
18|   JSC:TRIANGULAR[8762.69,0.00,45324.09],
19|   CME:TRIANGULAR[2116316.00,536000,8153920.00];
20| VARIAVEIS EXOGENAS CONSTANTES;
21| VARIAVEIS ENDOGENAS TEMPORAIS;
22| VARIAVEIS ENDOGENAS CONSTANTES
23|   RB,
24|   COE,
25|   COT,
26|   CT,
27|   MB,
28|   ML,
29|   L,
30|   IL,
31|   CMED,
32|   PNR,
33|   TRC;
34| RESULTADOS[MB:2:3037892.81,ML:2:2836401.57,L:2:2712183.69,IL:2:0,CMED
35| {
36|   RB:=Pcam[0]*PRcam[0];
37|   COE:=MOP[0]+MOT[0]+INS[0]+ENER[0];
38|   COT:=COE+OCP[0]+DEP[0];
39|   CT:=COT+JST[0]+JSC[0];
40|   MB:=RB-COE;
41|   ML:=RB-COT;
42|   L:=RB-CT;
43|   IL:=(ML/RB)*100;
44|   CMED:=CT/PRcam[0];
45|   PNR:=CT/Pcam[0];
46|   TRC:=(ML/CME[0])*100;
47|   INDICADORES;
48| }

```

ANEXO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**

ANEXO A - QUESTIONÁRIO PARA CARCINICULTORES/PISCICULTORES - 2015/2016

PARTE I – IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTOR

1. Data da Entrevista: ____/____/____ 2. Fazenda/Município: _____
3. Pessoa Entrevistada: _____ 4. Cargo: _____
5. Idade:
i) Até 30 anos: _____ ii) 30 a 50 anos: _____ iii) mais de 50 anos: _____
6. Grau de Instrução:
i) Não lê nem Escreve: _____ ii) Assina o nome: _____
iii) Lê e Escreve: _____ iv) Curso Primário: _____
v) Curso Secundário: _____ vi) Curso Superior: _____
7. Vc participou de algum treinamento ou capacitação durante o ano de 2015/2016? _____
Que tipo? _____
8. Vc recebeu ou pagou para ter assistência técnica de algum órgão ou profissional especializado durante o ano de 2015/2016? _____ Qual a frequência? _____ Quanto pagou? _____ R\$/mês
9. Que nota você daria para o nível tecnológico de desenvolvimento de sua atividade ou propriedade durante o ano de 2015/2016? (escala de zero a dez) _____
10. Há quanto tempo se dedica à atividade (experiência)?
i) Menos de 2 anos: ____ ii) de 2 a 6 anos: _____ iii) mais de 6 anos: _____

PARTE II – INVENTÁRIO DA FAZENDA

A) INVENTÁRIO DA TERRA

5. Área total da fazenda (ha): _____ 6. Área física total com viveiros (ha): _____
7. Valor da terra nua (R\$/ha): _____ 8. Área de viveiros em utilização (ha): _____

B) INVENTÁRIO DE MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS

ESPECIFICAÇÃO	Idade	Quantidade	Valor Atual (R\$)	Vida Útil Futura (Anos)
- Motobombas				
- Carro de Mão				
- Balanças				
- Freezer				
- Geladeira				
- Carroça				
- Carreta				
- Trator				
- Caminhão				
- Microscópio				
- Oxímetro				
- Refratômetro				
- pHmetro				
- Aeradores até 2 HP				
- Aeradores > 2 HP				
- Tubos/Canos				

- Outras Máquinas				
- Ferramentas Diversas				
- Rede de Pesca				
- Artes de Pesca				
- Caixas de Isopor				
- Gerador				
- Soprador de AR				
- Comedouros				
- Canoas/barco				
TOTAL	xxx	Xxxxx		Xxxxxx

C) INVENTÁRIO DAS BENFEITORIAS UTILIZADAS NA ATIVIDADE

ESPECIFICAÇÃO	Idade	Quantidade	Valor Atual (R\$)	Vida Útil Futura (Anos)
- Poços				
- Tanque Berçário				
- Sistema Aclimação*				
-Infraestrut. Berçário**				
- Viveiros Engorda				
- Canais				
- Abastecimento				
- Drenagem				
- Canal de Cimento				
- Comportas (Entrada)				
- Comportas (Saída)				
- Casa de Bomba				
- Escritório				
- Casa de Empregados				
- Cercas				
- Instalações Elétricas				
- Galpão				
- Depósitos				
TOTAL	xxxx	xxxxxxx		Xxxxxxxx

* Caixa d'água, aerador, sistema de mangueira/tubulação.

** Dormitório de técnicos, minilaboratório, banheiros, caixa de despensa, etc.

D) INVENTÁRIO DE ESTOQUES DE INSUMOS

ESPECIFICAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)	% Utilização na Atividade
- Ração tipo 1				
- Ração tipo 2				
- Fertilizante tipo 1				
- Fertilizante tipo 2				
- Calcário Dolomítico				
- Cal Virgem				
- Hipoclorito/Cloro				
- Correias de Bomba				
- Peças em Geral				
- Telas em Geral				
- Caixas de Isopor				
- Tubos PVC				
- Canos				
- Embalagens				
TOTAL	xxx	Xxxx		Xxxxxx

PARTE III – MÃO DE OBRA ANUAL COM A ATIVIDADE PRODUTIVA (2015/2016)A) PERMANENTE (Inclusive Familiar, se for o caso). **Não incluir o Empresário**

ESPECIFICAÇÃO	No. Pessoas	Salário*	Valor Total Anual (R\$)
1) Setor Administração			
-			
2) Setor Operacional			
-			
3) Setor de Vigilância			
-			
4) Outros			
-			
TOTAL	Xxxxxxx	xxxxxx	

* Inclusive encargos sociais, produtividade, vale transporte, lanche, etc.

B) TEMPORÁRIA EM 2015/2016 (Inclusive Familiar, se for o caso). **Não incluir o Empresário**

ATIVIDADE	No. Pessoas	No. de Diárias	Diária*	Valor Total(R\$)
- Despesa				
- Manutenção de talude				
- Manutenção de Viveiros				
- Assist. Técnica Especial				
- Comercialização				
- Transporte em geral				
TOTAL	xxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	

* Inclusive outros benefícios (Transporte, lanche, refeição, etc.), se for o caso.

PARTE IV – OUTRAS DESPESAS ANUAIS COM A ATIVIDADE PRODUTIVA

Especificação	Unidade	Quantidade	Preço Mínimo/Máximo (R\$/Unid.)	Preço Médio (R\$/Unid.)	Valor Total (R\$)
- Compra de Pós-larvas					
- Ração tipo 1					
- Ração tipo 2					
- Fertilizante tipo 1					
- Fertilizante tipo 2					
- Adubo Orgânico 1					
- Adubo Orgânico 2					
- Calcário Dolomítico					
- Cal Virgem					
- Hipoclorito/Cloro					
- Energia Elétrica					
- Combustível					
- Lubrificantes					
- Análise Química Água					
- Desp. C/Comercialização					
- Desp. de Transportes					
- Desp. de Embalagens					
- Reparos Máquinas					
- Reparos Equipamentos					
- Reparos Benfeitorias					
- Aluguel de Máquinas					
- Outros Alugueis					
- Taxa CIMA/COMPESCAL					
- Outras Taxas					
- Impostos e Encargos					

- ITR					
- FUNRURAL/CESSR					
- FINSOCIAL					
- PIS					
- FGTS					
- INSS					
- ICMS					
- Imp. Renda P Jurídica					
- IBAMA					
- SEMACE					
- DPU (União)					
TOTAL	xxxxx	xxxxx		Xxxxxxxx	

PARTE V – RECEITA TOTAL ANUAL (2015/2016)**A) PRODUÇÃO CONCLUÍDA**

Viveiro	Área (ha)	Ciclos Conduzidos	Produção/Ciclo (kg)	Produção Total* (kg)	Preço** (R\$/kg)	Valor (R\$)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
TOTAL	Xx	Xxx			Xxx	

*Produção total anual, incluindo autoconsumo, doação, pagamentos de empregados e serviços.

** Preço efetivamente recebido pelo produtor. **Identificar o preço mínimo:**

R\$/kg: _____ período _____.

preço máximo:

R\$/kg: _____ período _____.

B) OUTRAS RECEITAS ANUAIS EM 2015/2016

1. Vendas de Pós-larvas R\$ _____
 2. Aluguel de máquinas, aparelhos e equipamentos..... R\$ _____
 3. Aluguel de Berçário R\$ _____
 4. Outros (especificar)R\$ _____
 5. Outros (especificar) R\$ _____
- TOTAL** R\$ _____

PARTE VI - REMUNERAÇÃO DOS SERVIÇOS DO EMPRESÁRIO

A) Caso o Sr. **desistisse** da atual atividade (ou não estivesse envolvido com ela), com o seu treinamento empresarial, com a sua experiência e com as oportunidades de emprego e trabalho vigentes atualmente, **qual seria o valor** de uma remuneração que o Sr. consideraria **NORMAL e POSSÍVEL** de ser obtida pelos os seus SERVIÇOS como empresário ou como produtor? R\$/mês _____; R\$/ano _____.

PARTE VII - INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

1. Sem utilização de tratamento biológico:

Técnicas	Idade	Quantidade	Valor Atual (R\$)	Vida Útil Futura (Anos)
Bacia de sedimentação				
Filtro físico				

Técnicas	Área (m ²)	Custo de instalação (R\$)	Custo total da instalação (R\$)	Custo unitário (R\$/m ²)	Custo total
Uso de geomembranas de PVC					
Uso de telas proteção					

2. Com utilização de tratamento biológico:

Técnicas	Unidade.	Quantidades por ciclo	Custo (unitário)	Custo (total)
Uso de Probióticos				
Uso de melão				

3. Caracterização da gestão/administração das propriedades rurais.

Caracterização da Administração			
Práticas		Valor	
		SIM	NÃO
X ₁	Para iniciar o negócio fez algum projeto	1	0
X ₂	Faz Planejamento da Produção (mensal ou anual)	1	0
X ₃	Faz Exploração do Negócio como Proprietário ¹	1	0
X ₄	Realiza algum tipo de controle de qualidade dos produtos	1	0
X ₅	Registrou a sua Empresa (junta comercial)	1	0
X ₆	Anotação para a Tomada de Decisões (livro caixa, diário, IR, dentre outros)	1	0
X ₇	Utiliza instrumentos para Organização contábil-administrativa ²	1	0
X ₈	Faz Levantamento de Custos	1	0
X ₉	Responsável Pelas Anotações é o Proprietário ³	1	0
X ₁₀	Possui Consultoria externa (advogado, contador, cooperativa)	1	0
X ₁₁	Compra de matéria-prima (insumos) em estabelecimentos especializados ⁴	1	0
X ₁₂	Vende os produtos diretamente no mercado varejista ⁵	1	0
X ₁₃	As despesas particulares são separadas das despesas para a produção	1	0
X ₁₄	Participou de treinamento e capacitação na atividade (cursos e palestras)	1	0
X ₁₅	Contratou assistência técnica particular	1	0

1. Faz exploração com mais de um proprietário, como arrendatário ou meeiro.

2. Utiliza escritório de contabilidade, da cooperativa ou do sindicato ou profissional da área ou familiares.

3. Quem faz anotações são familiares do proprietário e/ou funcionários.

4. Compra de insumos na cooperativa, atravessadores e/ou comércios locais.

5. Vende os produtos na porteira, para o mercado atacadista, cooperativa e/ou atravessadores.

VIII – POLÍTICAS PÚBLICAS E FORMAS DE FINANCIAMENTO

1. Quais **políticas públicas** poderiam contribuir para o aumento da eficiência competitiva dos produtores da região? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Ações de Política	Grau de importância			
Programas de capacitação profissional e treinamento técnico	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhorias na educação básica	(0)	(1)	(2)	(3)
Programas de apoio a consultoria técnica	(0)	(1)	(2)	(3)
Estímulos à oferta de serviços tecnológicos	(0)	(1)	(2)	(3)
Programas de acesso à informação (produção, tecnologia, mercados, etc.)	(0)	(1)	(2)	(3)
Linhas de crédito e outras formas de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Incentivos fiscais	(0)	(1)	(2)	(3)
Programas de estímulo ao investimento (venture capital)	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras (especifique):	(0)	(1)	(2)	(3)

2. Você utilizou crédito agrícola ou outra forma de financiamento para a atividade nos últimos anos?

() Sim () Não

Se **SIM**, Informe (mesmo que o agricultor já tenha pago o empréstimo tomado):

Ano	Custeio/Invest	Montante (R\$)	Pagamentos (R\$)	A Pagar (R\$)

3. Indique os **principais obstáculos que limitam o acesso do produtor as fontes externas de financiamento**: Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Limitações	Grau de importância			
Inexistência de linhas de crédito adequadas às necessidades da empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Dificuldades ou entraves burocráticos para se utilizar as fontes de financiamento existentes	(0)	(1)	(2)	(3)
Exigência de aval/garantias por parte das instituições de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Entraves fiscais que impedem o acesso às fontes oficiais de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras. Especifique	(0)	(1)	(2)	(3)