

RAIMUNDO PIRES NETO

DIFERENÇA NO NÍVEL DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS MUNICÍPIOS CEARENSES
INTENSIVOS NA PESCA DE LAGOSTA E CAMARÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Pós-Graduação em Economia, Mestrado Profissional, da Universidade Federal do Ceará – CAEN/UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia, Categoria Profissional.

Orientação: Prof. Dr. Maurício Benegas

FORTALEZA
2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – CAEN
MESTRADO PROFISSIONAL – MPE

RAIMUNDO PIRES NETO

DIFERENÇA NO NÍVEL DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS MUNICÍPIOS CEARENSES
INTENSIVOS NA PESCA DE LAGOSTA E CAMARÃO

FORTALEZA
2010

RAIMUNDO PIRES NETO

DIFERENÇA NO NÍVEL DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS MUNICÍPIOS CEARENSES
INTENSIVOS NA PESCA DE LAGOSTA E CAMARÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Pós-Graduação em Economia, Mestrado Profissional, da Universidade Federal do Ceará – CAEN/UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia, Categoria Profissional.

Orientação: Prof. Dr. Maurício Benegas

FORTALEZA
2010

RAIMUNDO PIRES NETO

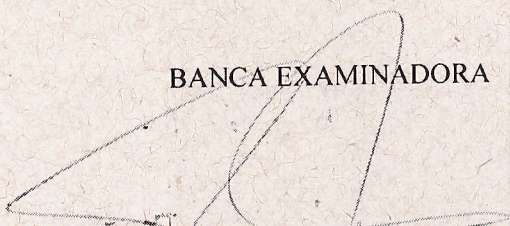
DIFERENÇA NO NÍVEL DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS MUNICÍPIOS CEARENSES
INTENSIVOS NA PESCA DE LAGOSTA E CAMARÃO

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Economia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca do Curso de Pós-Graduação em Economia - CAEN da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita em conformidade com as normas científicas.

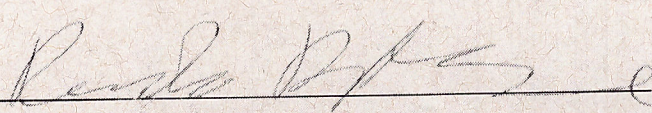
Aprovada em: 26 de fevereiro de 2010

BANCA EXAMINADORA



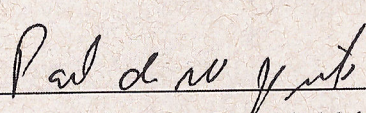
Prof. Dr. Maurício Benegas (Orientador)

UFC/CAEN



Prof. Dr. Ricardo Brito Soares

UFC/CAEN



Prof. Dr. Paulo de Melo Jorge Neto

UFC/CAEN

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro, aquele ser supremo, a quem todos devemos obediência e sabedoria, pela a força de vontade a mim atribuída, no sentido levar avante esse ardoroso intento.

Agradeço a todo corpo de docente do CAEN, Doutores profissionais do mais alto nível de conhecimentos na área de economia, que não mediram esforço no intuito de cumprirem a risca a grade curricular de suas respectivas disciplina. Agradeço em especial ao meu orientador, professor Mauricio Benegas que com paciência de um grande profissional pedagogo, me fez concluir esse projeto.

Agradecimentos a todos meus colegas que direto ou indiretamente contribuíram para realização desse feito. Aos meus familiares que como sempre, estiveram ao meu lado, humorados, incentivando, torcendo, rogando e aplaudindo por tudo aquilo que estava a realizar.

Por fim, agradeço, ainda, com bastante apreço a minha querida companheira, Adriana Barbosa. Que não se hesitou em nenhum momento, de dar seu apoio que tanto contribuiu para que juntos obtivéssemos essa vitória.

RESUMO

O presente estudo estima a eficiência técnica de 5 municípios do Estado do Ceará intensivos em pesca de lagosta e camarão através de suas principais empresas do setor relativo ao período 2002 a 2006. A metodologia empregada, da Análise Envoltória de Dados – DEA (Data Envelopment Analysis), estima a função de produto-orientada e as distâncias que cada empresa se encontra da fronteira e conseqüentemente a eficiência técnica que reflete a habilidade da firma em obter o máximo produto a partir de um dado conjunto de insumos. Os resultados evidenciaram que em 2004 ocorreu o maior nível de eficiência para todos os municípios alcançando uma eficiência média de 0,91 (quanto mais próximo de 1 mais eficiente), e uma posterior queda de eficiência nos anos subsequentes, além disso, o município de Fortim exibiu a maior média de eficiência, seguido de Acaraú.

Palavras-chave: Indústria de Pesca; Produtividade; Eficiência; Análise de Envoltória de Dados - DEA

ABSTRACT

The main purpose of this study is a method for estimating and analyzing the technical efficiency of 5 municipalities (placed in State of Ceará) especially those which are customary characterized by intensive fishing lobster and shrimp. Further, I believe that this work can be best achieved by correlating each aspect with its leading companies. The period is from 2002 to 2006. The methodology was based on Data Envelopment Analysis - DEA which lay down the production function product-oriented and distances that each company is the frontier and hence the technical efficiency reflects the ability of the firm to gain the maximum product from a given set of inputs. The outcomes showed that in 2004 there was nevel the greatest efficiency for all municipalities reaching an average efficiency of 0.91 (the closer to 1 more efficient), and a subsequent narrower efficiency following years. Furthermore, Fortim was best ranked followed Acaraú.

Keywords: Fishing Industry, Productivity, Efficiency, Analysis of Data Envelopment - DEA

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exportação (R\$milhões) e participação de lagosta e camarão no total	14
Tabela 2: Participação dos municípios na receita total	28
Tabela 3: Eficiência técnica dos municípios	30
Tabela 4: Evolução da eficiência técnica	31
Tabela 5: Eficiência das empresas de lagosta e camarão	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Produção de lagosta e camarão no Ceará (em toneladas)	13
Gráfico 2: Participação da produção de lagosta e camarão na produção de pescado.....	13
Gráfico 3: Função Distância e Conjunto de Requerimento de Insumos.....	18
Gráfico 4: Função Distância e Conjunto de Possibilidades de Produção	19
Gráfico 5: Eficiência Técnica e Alocativa Insumo-orientada	20
Gráfico 6: Eficiência Técnica e Alocativa Produto-orientadas	22
Gráfico 7: Medidas de Eficiência Técnica e Retornos de Escala.....	23
Gráfico 8 – Economias de Escala.....	26
Gráfico 9: Trajetória da participação dos municípios na receita total	29
Gráfico 10: Eficiência técnica dos municípios.....	30
Gráfico 11: Evolução da eficiência média nos municípios.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	Eficiência Alocativa
DEA	Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis)
EE	Eficiência Econômica
ES	Eficiência de Escala
RCS	Retorno Constante de Escala
RVS	Retorno Variável de Escala
SEFAZ	Secretaria da Fazenda
TE	Eficiência Técnica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	CARACTERÍSTICAS DO SETOR DE PESCA DA LAGOSTA E CAMARÃO	12
2.1	Revisão da Literatura	14
3	TECNOLOGIAS MULTI-PRODUTO E FUNÇÕES DISTÂNCIA	16
3.1	Processos de Produção Multi-insumos e Multi-produtos	16
3.2	Tecnologias de Produção e Funções Distância	17
3.2.1	Função distância insumo-orientada	17
3.2.2	Função distância produto-orientada.....	18
3.3	Medidas de Eficiência.....	19
3.3.1	Medidas de eficiência insumo-orientadas.....	20
3.3.2	Medidas de eficiência produto-orientadas	21
3.3.3	Diferença entre as medida-insumos e produto-orientadas	23
4	METODOLOGIA	25
4.1	Base de Dados	25
4.2	O Modelo DEA com Retornos Variáveis de Escala (RVS).....	25
4.2.1	Eficiência Técnica e Eficiência de Escala	25
5	RESULTADOS	28
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
	ANEXOS.....	36

1 - INTRODUÇÃO

É crescente o interesse sobre os níveis de eficiência das firmas de qualquer setor da economia. No caso do Estado do Ceará, onde existe uma natural vocação para pesca com um grande número de agentes envolvidos (empresas e trabalhadores) faz-se necessário verificar se os recursos envolvidos são utilizados de maneira eficiente.

Sendo assim, o objetivo desse estudo é investigar os níveis de eficiências de cinco municípios do Estado do Ceará (Acará, Aracati, Camocim, Fortim e Icapui) intensivos na produção de lagosta e camarão, através do modelo de Análise Envoltória de Dados – DEA (Data Envelopment Analysis) que estima a função de produção produto-orientada e as distâncias das firmas que se encontram da fronteira, e conseqüentemente os diferentes níveis de eficiência técnica que reflete a habilidade da firma em obter o máximo produto a partir de um dado conjunto de insumos.

A base de dados utilizado no presente estudo tem como fonte principal a Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ), de onde foram retiradas informações sobre a produção, custos e despesas de 33 firmas dos municípios em análise para o período 2002 a 2006.

Espera-se que o grau de eficiência esteja relacionado com o tamanho da firma, ou seja, empresas com uma produção maior tendem a apresentarem uma organização maior em sua estrutura, além de dispor de maior aparelhagem de embarcações, acondicionamento e distribuição, o que pode gerar ganhos de escala o que acaba gerando ganhos nos níveis de eficiência.

A literatura indica que existe grande margem para ganhos de eficiência entre as diferentes firmas e regiões no setor de pesca, o que de certa forma é esperado pois ainda existe grande parte das firmas que trabalham de maneira quase artesanal assumindo padrões de eficiência bem abaixo das grandes empresas que funcionam como indústrias flutuantes.

Além desta introdução, o presente estudo apresenta 6 seções. A seção 2 apresenta características importantes do setor de crustáceo no Ceará. A seção 3 discute resumidamente alguns estudos empíricos para indústria de pesca que utilizam a metodologia DEA ou fronteira estocástica. A seção 4 faz a construção teórica dos indicadores de eficiência através das tecnologias de produção e funções distância. A metodologia de estimação é apresentada na seção 5. Os resultados e as principais conclusões estão respectivamente nas seções 6 e 7.

2 CARACTERÍSTICAS DO SETOR DE PESCA DA LAGOSTA E CAMARÃO

O Ceará naturalmente se destaca pela pesca, devido sua porção de faixa litorânea ou por sua tradição da pesca artesanal ou mesmo pela pesca industrial. O desenvolvimento do setor no estado se deu a partir de 1955, segundo Fonteles-Filho (1994), caracterizado principalmente pela pesca da lagosta.

As embarcações eram tipicamente artesanais e gozavam de baixa produtiva, devido principalmente as limitações nas capturas da lagosta. A partir da década de 60, ocorreu um desenvolvimento de toda parte de infra-estrutura da pesca, como: modernização dos barcos no beneficiamento da lagosta e os incentivos para a exportação do produto. A modernização de toda cadeia de produção da lagosta proporcionou uma crescente expansão das áreas de exploração.

O cultivo do camarão no Estado do Ceará teve início em 1982, mas somente a partir da década de 90, passou a conferir viabilidade econômica e atualmente o estado conta com 5.645 viveiros. Ao se analisar a Carcinicultura cearense, um dos aspectos que mais chama a atenção é a participação majoritária do pequeno (43,89%) e do médio (43,33%) produtor no número total de empreendimentos (180), enquanto a participação do grande produtor correspondente a apenas 12,78% desse contingente. A produção de camarão marinho, oriunda de capturas, no período de 1996 a 2006 cresceu 2,94% ao ano, enquanto a produção de camarão originada de cultivo apresentou um crescimento médio 12,89% entre 1996 e 2006.

A Carcinicultura brasileira, embora utilize apenas 3,3% do seu potencial, já está consolidada na Região Nordeste (principalmente no Ceará), com viabilidade técnica, econômica, social e ambiental demonstradas. A atividade participa na mitigação dos problemas de pobreza ao gerar negócios, renda e empregos permanentes para trabalhadores sem qualificação.

O gráfico 1 ilustra a participação da produção de lagosta e camarão do total de espécies de pescados no Ceará entre 2002 e 2006. Em 2002 a produção era de 3.435 toneladas e alcançou 3.751 toneladas em 2004, seu maior valor no período de análise. Nos anos seguintes a produção apresentou queda de 10% em 2005 e 25% em 2006.

O Gráfico 2, ilustra a participação da produção de lagosta e camarão na produção total de pescado, onde se percebe claramente uma tendência de queda. Em 2002 a participação era de 73% já em 2006 caiu para 48%.

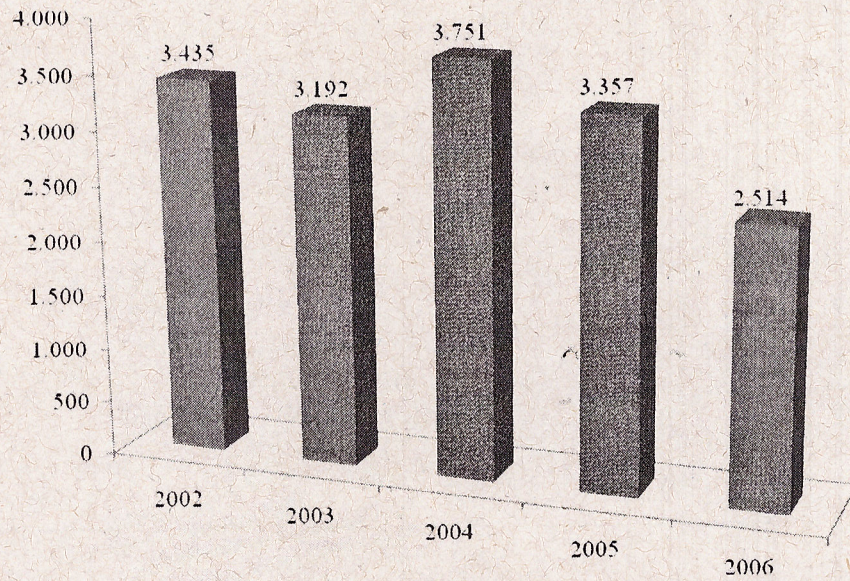


Gráfico 1: Produção de lagosta e camarão no Ceará (em toneladas)
 Fonte: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA 2007).

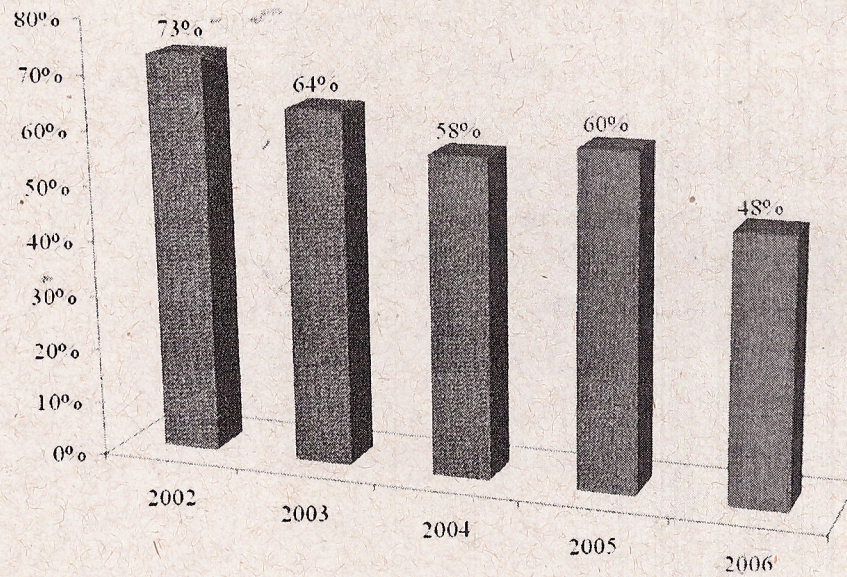


Gráfico 2: Participação da produção de lagosta e camarão na produção de pescado
 Fonte: IPECE 2008.

A tabela 1 expõe a exportação total de lagosta e camarão do Ceará. Como no gráfico 1, o período referente a 2004 apresentou maior valor e nos anos seguintes uma queda do valor exportado. Outra informação é a participação dos crustáceos nas exportações totais, em 2002 representavam metade, todavia em 2006 as exportações de lagosta e camarão representavam apenas 17% do total.

Tabela 1: Exportação (R\$ milhões) e participação de lagosta e camarão no total

	2002	2003	2004	2005	2006
Exportação Camarão e lagosta	232,09	277,40	282,61	239,09	223,19
Participação na exportação total	50%	29%	25%	22%	17%

Fonte: MDIC/SECEX – Adaptada pelo autor (2010)

2.1 Revisão da Literatura

A análise de eficiência técnica é amplamente utilizada em estudos econômicos, porém, pouco aplica no setor de pesca onde o modo de produção sustentável dos recursos e a utilização eficiente dos insumos de produção são os pré-requisitos para a maximização da produção que geram benefícios econômicos da indústria da pesca.

A eficiência técnica (TE) dos navios de pesca gregos estimada no estado baseou-se nos trabalhos de Fousekis e Klonaris (2003), através da metodologia de fronteira estocástica segundo a qual as interações entre os navios, seus respectivos capitães e a produção de peixes de cada navio foram consideradas para o escrutínio. Os resultados empíricos sugerem que existe um potencial de curto prazo para aumentar a produção sem esforços suplementares, apenas equiparando os níveis de eficiência entre os navios.

Num estudo para indústria de pesca espanhola, Pascoe e Herrero (2004) valeram-se da metodologia DEA para calcular um índice composto considerando as principais espécies de peixes que são extraídas. Por esta razão, o indicador encontrado reflete o impacto relativo que as mudanças no estoque de cada espécie têm sobre a medida produção. Essa metodologia permitiu estimativas consistentes de funções de produção, fronteiras e eficiência quando as informações sobre o estoque de peixes não é conhecido.

Tingley, Pascoe e Coglán (2005) estudaram a indústria de pesca do Reino Unido. Os autores utilizaram DEA e fronteira estocástica (SPF) e concluíram que embora os escores sejam afetados por erros aleatórios, os resultados demonstraram que ambas as técnicas são capazes de produzir modelos de eficiência, a análise dos escores de eficiência usando os dois métodos (DEA e SPF), foi coerente, pelo menos em termos de direção do efeito.

A eficiência nos navios pesqueiros da região do Mar Mediterrâneo foi avaliada no estudo realizado por Maravelias e Tsitsika (2008). Os resultados mostraram que os navios de pesca podem potencialmente melhorar os seus lucros em cerca de 20%. No caso de ambientes pobres, como o Mar Mediterrâneo, os modelos de DEA aplicado neste estudo fornecem uma abordagem útil para avaliação da capacidade e eficiência. As medidas quantitativas e de excesso de capacidade obtidos, podem contribuir para a informação valiosa e equilibrar a capacidade produtiva da unidade com a capacidade de captura da frota.

Em suma, a literatura teórica fornece argumentos que evidenciam o papel da eficiência no setor de pesca, apesar da escassez deste tipo de estimação para o caso brasileiro e mais especificamente para a pesca da lagosta e do camarão.

3 TECNOLOGIAS MULTI-PRODUTO E FUNÇÕES DISTÂNCIA

3.1 Processos de Produção Multi-insumos e Multi-produtos

Um processo de produção multi-insumo e multi-produto é chamado de tecnologia de produção, sendo definido pelo conjunto de todos os vetores insumo-produto (x,y) , tal que x pode produzir y , ou seja:

$$S = \{(x, y) : x \text{ pode produzir } y\} \quad (1)$$

De modo que x é um vetor não negativo de insumos ($K \times 1$) e y é um vetor não-negativo de produtos ($M \times 1$).

A tecnologia de produção pode ser definida também usando o conjunto de produção, $P(x)$, o qual representa o conjunto de todos os vetores de produtos, y , que podem ser produzidos usando o vetor de insumos, x . Assim tem-se:

$$P(x) = \{y : x \text{ pode produzir } y\} \quad (2)$$

O conjunto $P(X)$ deve satisfazer as seguintes propriedades:

- (i) $0 \in P(x)$: nada pode ser produzido sem um dado conjunto de insumos;
- (ii) Um nível de produto diferente de zero não pode ser produzido de um nível de insumos zero.
- (iii) Se $y \in P(x)$ e $y^* \leq y$, então y^* pode ser produzido de qualquer $x^* \geq x$.
- (iv) $P(x)$ é fechado,
- (v) $P(x)$ limitado: implausível produzir níveis ilimitados de produto com um dado conjunto de insumos;
- (vi) $P(x)$ é convexo: se duas combinações de níveis de produtos podem ser obtidas com um dado vetor x , então qualquer nível médio de produção entre essas duas combinações também podem ser produzidas, desde que os bens sejam continuamente divisíveis.

3.2 Tecnologias de Produção e Funções Distância

As funções distância são utilizadas para descrever uma tecnologia de produção sem que seja necessário especificar uma função objetivo comportamental (minimização do custo ou maximização do lucro), podendo ser determinada tanto em termos dos insumos quanto dos produtos.

Uma função distância insumo-orientada caracteriza a tecnologia de produção procurando determinar a contração proporcional mínima do vetor de insumos, dado um vetor de produtos. Uma função distância produto-orientada considera a expansão proporcional máxima do vetor de produtos, dado um vetor de insumos.

3.2.1 Função distância insumo-orientada

A função distância insumo-orientada é definida no conjunto de requerimento de insumos, $L(y)$, como:

$$d_i(x, y) = \max\{\rho : (x/\rho) \in L(y)\} \quad (3)$$

Sendo que o conjunto de insumos, $L(y)$, representa todos os vetores de insumos, x , que podem produzir o vetor de produtos, y , ou seja:

$$L(y) = \{x : x \text{ pode produzir } y\} \quad (4)$$

Suas propriedades são:

- (i) é não decrescente em x e crescente em y ;
- (ii) é linearmente homogênea em x ;
- (iii) se $x \in L(y)$ então $d_i(x, y) \geq 1$;
- (iv) $d_i(x, y) = 1$ se x está sobre a fronteira de $L(y)$.

A função distância insumo-orientada pode ser representada utilizando um exemplo em que dois insumos, x_1 e x_2 , são utilizados para produzir o vetor de produtos, y . O valor da função distância para o ponto A é definido pela razão $\rho = \frac{OA}{OB}$ (Gráfico 3).

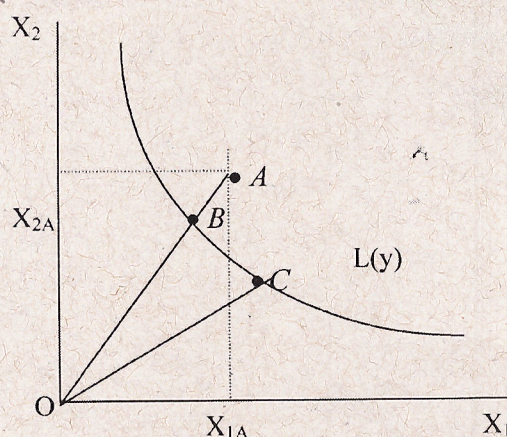


Gráfico 3: Função Distância e Conjunto de Requerimento de Insumos
Fonte: Elaborado pelo autor - 2010

Se $y \in P(x)$, para um conjunto associado de vetor insumo, x , então: $d_1(x, y) = 1/d_0(x, y)$. Isso significa que, sob retornos constantes de escala, a função distância insumo-orientada é o inverso da função distância produto-orientada, para todo (x, y) .

3.2.2 Função distância produto-orientada

Uma função distância produto orientada é definida no conjunto de produtos, $P(x)$, como:

$$d_0(x, y) = \min\{\delta : (y/\delta) \in P(x)\} \quad (5)$$

Suas propriedades são:

- (i) $d_0(x, y)$ é não-decrescente em y e crescente em x ;
- (ii) $d_0(x, y)$ é linearmente homogênea em y ;

(iii) se $y \in P(x)$ então $d_0(x, y) \leq 1$;

(iv) $d_0(x, y) = 1$ se y está sobre a fronteira de $P(x)$.

A função distância produto-orientada mede o inverso do fator pelo qual a produção deve ser aumentada, mantendo-se no conjunto $P(x)$, dado o nível de insumos. Esse conceito pode ser ilustrado usando um exemplo em que os dois produtos, y_1 e y_2 , são produzidos utilizando o vetor de insumos, x . Nos pontos B e C $d_0(x, y) = 1$, enquanto em A, $d_0(x, y) < 1$ (Gráfico 4).

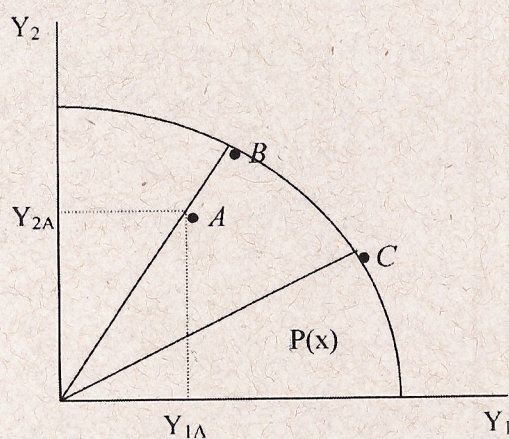


Gráfico 4: Função Distância e Conjunto de Possibilidades de Produção
Fonte: Elaborado pelo autor - 2010

3.3 Medidas de Eficiência

*As medidas de eficiência se propõem a responder as seguintes questões:

- De quanto a quantidade dos insumos pode ser proporcionalmente reduzida sem alterar a quantidade produzida (medida insumo-orientadas)?
- De quanto a quantidade produzida pode ser proporcionalmente expandida sem alterar a quantidade utilizada dos insumos (medida produto-orientada)?

A eficiência da firma pode ser decomposta em:

- (a) Eficiência técnica: reflete a habilidade da firma em obter o máximo produto a partir de um dado conjunto de insumos;
- (b) Eficiência alocativa: reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em uma proporção ótima, dados seus respectivos preços e a tecnologia de produção;
- (c) Eficiência econômica: é a combinação das medidas de eficiência técnica e eficiência alocativa.

3.3.1 Medidas de eficiência insumo-orientadas

Sob a suposição de retornos constantes de escala, utilizando uma isoquanta unitária, representada por SS' , podemos medir a eficiência de uma firma que utiliza a quantidade dos insumos definida pelo ponto P (Gráfico 5).

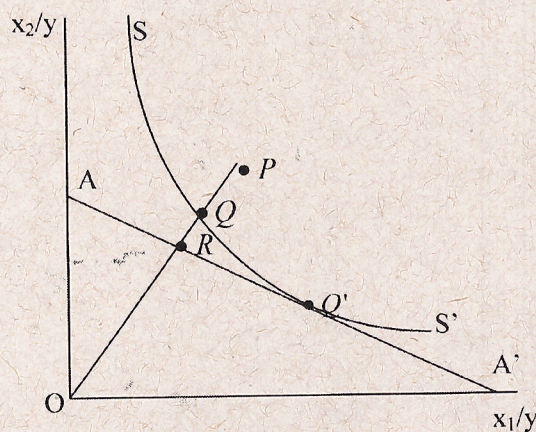


Gráfico 5: Eficiência Técnica e Alocativa Insumo-orientadas
 Fonte: Elaborado pelo autor - 2010

A ineficiência técnica da firma é representada pela distância QP , a qual representa a quantidade pela qual todos os insumos poderiam ser proporcionalmente reduzidos sem reduzir a quantidade produzida.

A eficiência técnica da firma é exatamente igual a função distância insumo-orientada, podendo ser estimada pela razão:

$$TE_i = \frac{OQ}{OP} \quad (6)$$

De modo que $0 \leq TE_i \leq 1$ e o subscrito i indica que a medida é insumo-orientada. O valor $TE_i = 1$ indica que a firma é plenamente eficiente. Por exemplo, no ponto Q a firma é tecnicamente eficiente, pois está sobre a isoquanta.

Se a razão entre os preços dos insumos, representada pela inclinação da isocusto, AA' , também é conhecida, a eficiência alocativa (AE) pode ser calculada para o ponto P como:

$$AE_i = \frac{OR}{OQ} \quad (7)$$

A distância RQ representa a redução nos custos de produção que poderiam ocorrer se o nível de utilização dos insumos fosse Q' (tecnicamente e alocativamente eficiente) ao invés de Q (tecnicamente eficiente).

A eficiência econômica total (EE) é definida por:

$$EE_i = TE_i \times AE_i$$

$$EE_i = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ}$$

$$EE_i = \frac{OR}{OP} \quad (8)$$

3.3.2 Medidas de eficiência produto-orientadas

Considere um processo de produção que envolve dois produtos, y_1 e y_2 , e um único insumo, x . Se a quantidade utilizada de x é fixa em um dado nível, a curva de possibilidades de produção pode ser representada pela curva ZZ' (Gráfico 6).

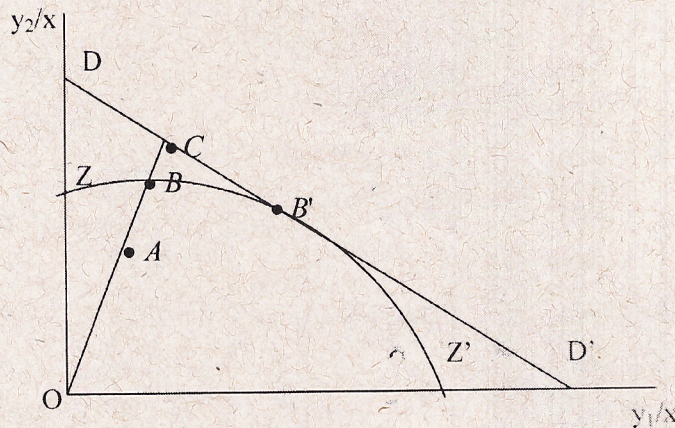


Gráfico 6: Eficiência Técnica e Alocativa Produto-orientada
 Fonte: Elaborado pelo autor - 2010

O ponto A corresponde a uma firma ineficiente, operando abaixo da curva ZZ', que representa o limite superior do conjunto de possibilidades de produção.

A eficiência técnica produto-orientada é exatamente igual a função distância produto-orientada, podendo ser definida pela razão:

$$TE_o = \frac{OA}{OB} \quad (9)$$

Se as informações sobre os preços dos produtos estão disponíveis pode-se estimar a inclinação da linha de isoreceita, DD', e definir a eficiência alocativa por:

$$AE_o = \frac{OB}{OC} \quad (10)$$

A eficiência econômica total (EE) é definida como:

$$EE_o = TE_o \times AE_o$$

$$EE_o = \frac{OA}{OB} \times \frac{OB}{OC}$$

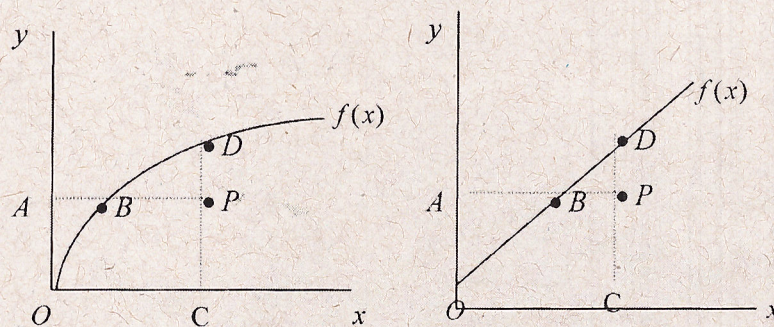
$$EE_o = \frac{OA}{OC} \quad (11)$$

Essas três medidas estão limitadas entre zero e 1.

3.3.3 Diferença entre as medida-insumos e produto-orientadas

A diferença entre as medidas de eficiência insumo e produto-orientadas pode ser ilustrada através de um exemplo em que um único produto, y , é produzido a partir de um único insumo, x (Gráfico 7).

Na Figura 7(a) e 7(b) a tecnologia de produção, $f(x)$, apresenta respectivamente, retornos variáveis e retornos constantes de escala, e uma firma ineficiente operando no ponto P . A medida de eficiência técnica insumo-orientada de Farrell (1957) é definida por $TE_i = AB/AP$, enquanto a eficiência técnica produto-orientada é dada por: $TE_o = CP/CD$. Porém, na figura 7(b) essas duas medidas são equivalentes. Assim, pode-se estabelecer que, sob RCS, $TE_i = TE_o$ (Färe e Lovel, 1978).



(a) Retornos Variáveis de Escala (b) Retornos Constantes de Escala

Gráfico 7: Medidas de Eficiência Técnica e Retornos de Escala

Fonte: Elaborado pelo autor - 2010

Dado que os problemas de programação linear não sofrem de problemas estatísticos como viés de equações simultâneas, a escolha de uma orientação apropriada não é tão crucial como no caso da estimação econométrica.

Em muitos estudos, os analistas têm usado a orientação pelo insumo, pois essa é a variável de decisão primária em muitas indústrias. Porém, em alguns casos a firma pode ter

uma dada quantidade de recursos e procurar produzir o máximo possível. Nesse caso, a orientação pelo produto é mais apropriada. Essencialmente, a orientação deve ser escolhida de acordo com a variável (insumo ou produto) que o administrador pode controlar, pois em alguns casos essa escolha tem pequena influência sobre os escores obtidos (Coelli e Perelman, 1996).

4 METODOLOGIA

4.1 Base de Dados

A amostra é composta de dados anuais de 33 empresas pesqueiras de lagosta e camarão nos municípios do Estado do Ceará: Acaraú, Aracati, Camocim, Fortim e Icapuí. No que diz respeito à amostra, o período se refere a 2002 a 2006. A disponibilidade dos dados estatísticos para os municípios mencionados pela Secretaria da Fazenda do Ceará (SEFAZ-CE) constitui a razão da escolha, isso se aplica também ao período supracitado.

A base de dados utilizada no estudo foi construída exclusivamente a partir da SEFAZ-CE. As variáveis utilizadas no presente estudo são: receita total, custos com insumos, e demais custos e despesas (energia, despesas de pessoal, administrativa etc).

4.2 O Modelo DEA com Retornos Variáveis de Escala (RVS)

A suposição de retornos constantes de escala é apropriada apenas quando todas as firmas estão operando em escala ótima. A competição imperfeita ou mesmo restrições financeiras podem levar a firma a não operar em escala ótima. Nesse caso o modelo DEA deve considerar retornos variáveis de escala (RVS), pois o uso da especificação RCS pode confundir as medidas de TE com a eficiência de escala (ES). O uso da especificação VRS separa os valores da TE do efeito escala ES.

4.2.1 Eficiência Técnica e Eficiência de Escala

Quando se estima uma fronteira de produção sob suposição de RVS, é possível obter uma medida de eficiência de escala para dada firma. Isso é feito resolvendo o problema DEA sob RCS e RVS.

A diferença entre os escores de eficiência técnica CRS e VRS para uma particular firma, indica que a existência de ineficiência de escala. Os escores de eficiência técnica RCS são divididos em dois componentes: ineficiência de escala (ES) e ineficiência técnica pura (eficiência técnica VRS).

O gráfico 8 ilustra a ineficiência de escala usando um exemplo com um produto e um insumo.

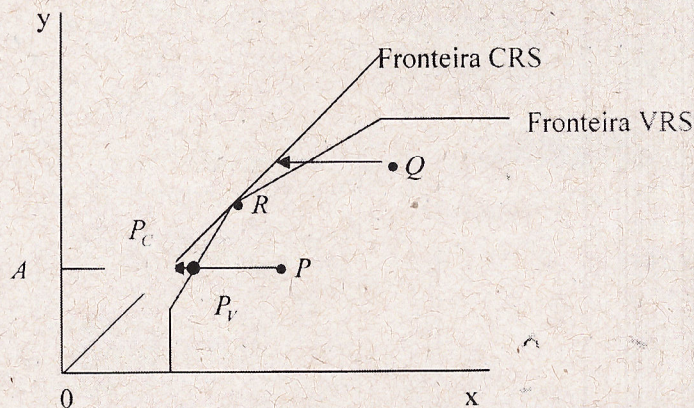


Gráfico 8 – Economias de Escala
 Fonte: Elaboração própria - 2010

As fronteiras DEA-CRS e DEA-VRS são indicadas No gráfico 8 sob RCS, a ineficiência técnica da firma operando no ponto P corresponde à distância PP_C . Sob RVS, essa ineficiência é medida por PP_V . A diferença entre essas duas medidas, $P_C P_V$, ocorre devido a ineficiência de escala. Essas medidas podem ser expressas por:

$$TE_{CRS} = AP_C / AP$$

$$TE_{VRS} = AP_V / AP$$

$$ES = AP_C / AP_V$$

$$TE_{CRS} = TE_{VRS} \times ES$$

Todas essas medidas estão limitadas entre zero e 1.

A medida de eficiência de escala pode ser diretamente interpretada como a razão do produto médio de uma firma operando no ponto P_V e o produto médio da firma operando no ponto de escala ótima, R.

O modelo DEA pode ser estimado com orientação pelo produto, sob as suposições de RCS ou RVS. Para construir esses modelos é imprescindível definir algumas notações:

- (i) Existem K insumos, M produtos para cada uma das N firmas;
- (ii) Os insumos e os produtos para a i-ésima firma são representados pelos vetores colunas x_i e y_i , respectivamente;

- (iii) A matriz de insumos, X , de ordem $(K \times N)$ e a matriz de produtos, Y , de ordem $(M \times N)$ representam todas as firmas.

O modelo DEA VRS produto-orientado é definido por:

$$\max_{\phi, \lambda} \phi$$

Sujeito a:

$$-\phi y_i + Y\lambda \geq 0$$

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

$$N'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

(14)

Sendo que θ é um escalar e λ é um vetor de constantes de ordem $(N \times 1)$ e $0 \leq \phi \leq \infty$ e $\phi - 1$ é o aumento proporcional no produto que pode ser alcançado pela i -ésima firma, dado o nível de insumos. O valor de $1/\phi$ define o escore de eficiência técnica, o qual varia entre zero e 1.

5 RESULTADOS

A tabela 2 mostra a participação dos municípios na receita total do setor de lagosta e camarão dos cinco municípios presentes neste estudo. A participação pode evidenciar se os municípios com maior participação apresentam também os maiores níveis de eficiência técnica, os municípios com grande escala de produção podem se beneficiar por ganhos de escala ou mesmo melhorar a organização estrutural dos mesmos.

O município de maior participação na receita total em 2002 foi Fortim que nos anos seguintes perdeu participação chegando em 2006 com 6% (quarta posição). Por outro lado Aracati que em 2002 detinha 18% (terceira maior) de participação alcançou 55% em 2006 alcançando a primeira posição.

Tabela 2: Participação dos municípios na receita total

Município	2002	2003	2004	2005	2006
Acarauá	13%	15%	12%	10%	11%
Aracati	18%	37%	50%	61%	55%
Camocim	21%	22%	30%	25%	28%
Fortim	40%	23%	8%	4%	6%
Icapuí	8%	4%	1%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaboração própria a partir da base da SEFAZ-CE - 2009

O gráfico 9 ilustra a trajetória da participação dos cinco municípios analisados. Fica fácil visualizar a trajetória descendente de Fortim e a trajetória ascendente de Aracati. Os demais municípios apresentaram trajetórias mais estáveis: Camocim aumentou sua participação de 21% em 2002 para 28% em 2006, enquanto Acarauá reduziu sua participação em 2 pontos percentuais a partir de 2002 chegando a 2006 com 11%; Icapuí apresentou o menor patamar de participação em todo o período, com uma tendência de queda, pois em 2002 tinha 8% e em 2005 sua participação era próxima de zero quando muito zero em 2006.

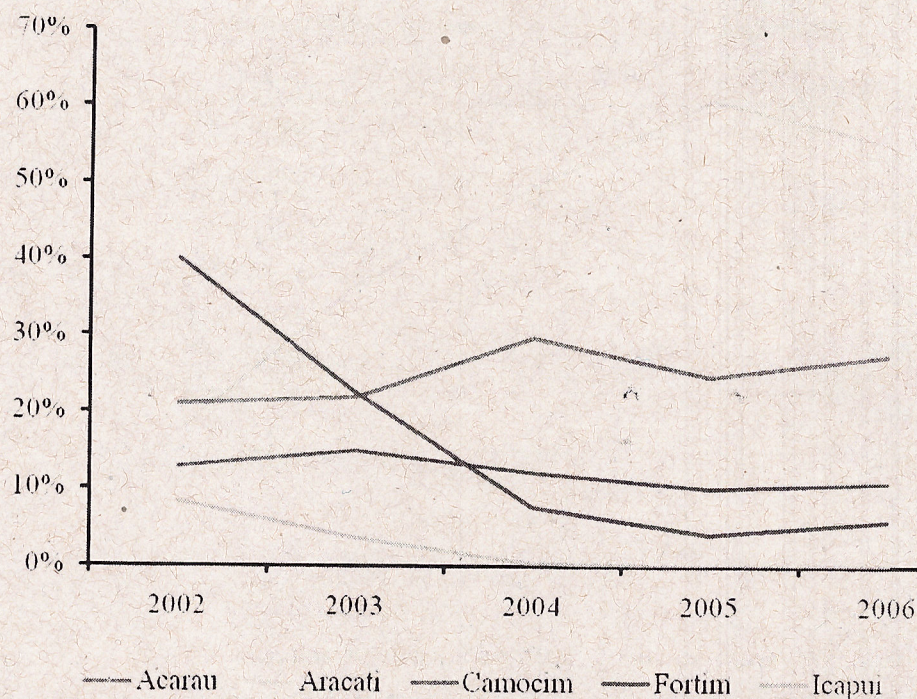


Gráfico 9: Trajetória da participação dos municípios na receita total
 Fonte: Elaboração própria a partir da base da SEFAZ-CE - 2009

O município de Fortim se firmou em termos proporcionais sua participação no setor em 2002 na maior eficiência técnica. De acordo com a tabela 3, a média de eficiência técnica foi de 0,79, lembrando que quanto mais próximo de 1 maior a eficiência técnica. Por outro lado Aracati apresentou o menor nível de eficiência técnica. Ainda em 2002 destaca-se o resultado obtido pelo município de Icapui, embora tenha apresentado a menor participação na receita total alcançara 0,9 de eficiência técnica, a segunda maior, e em 2001 com queda de participação da receita apresentou aumento de eficiência técnica.

Todos os municípios com exceção de Icapui alcançaram o maior nível de eficiência técnica em 2004. Camocim destacou-se por ser mais eficiente obtendo coeficiente igual a 1, nesse ano a eficiência técnica média foi de 0,91 um aumento de 9% em relação ao ano anterior. A partir de 2005 houve redução do nível de eficiência técnica, sendo que a eficiência técnica média chegou a 0,8 com uma redução de 12% em relação ao ano anterior. No final do período de análise, 2006, Acaraú ficou com a maior eficiência técnica 0,81 e a segunda menor participação na receita total.

Tabela 3: Eficiência técnica dos municípios

Município	2002	2003	2004	2005	2006
Acarau	0,80	0,82	0,96	0,76	0,81
Aracati	0,64	0,82	0,93	0,77	0,78
Camocim	0,60	0,90	1,00	0,89	0,58
Fortim	1,00	0,74	0,93	0,91	0,68
Icapui	0,90	0,91	0,73	0,69	0,00
Média	0,79	0,84	0,91	0,80	0,57

Fonte: Elaboração própria a partir do DEAP 2.1 - 2009

O gráfico 10 ilustra a trajetória da eficiência técnica dos municípios além de uma curva que mostra a trajetória média. Conforme dito anteriormente, percebe-se claramente o pico de eficiência técnica dos municípios em 2004, e uma trajetória descendente em 2005 e 2006. Destaca-se o município de Camocim, que em 2002 tinha o segundo menor nível de eficiência técnica, alcançando em 2004 o maior nível entre os demais municípios, em 2006 sua eficiência técnica caiu para o mesmo nível de 2002 porém uma posição acima que detinha no mesmo ano.

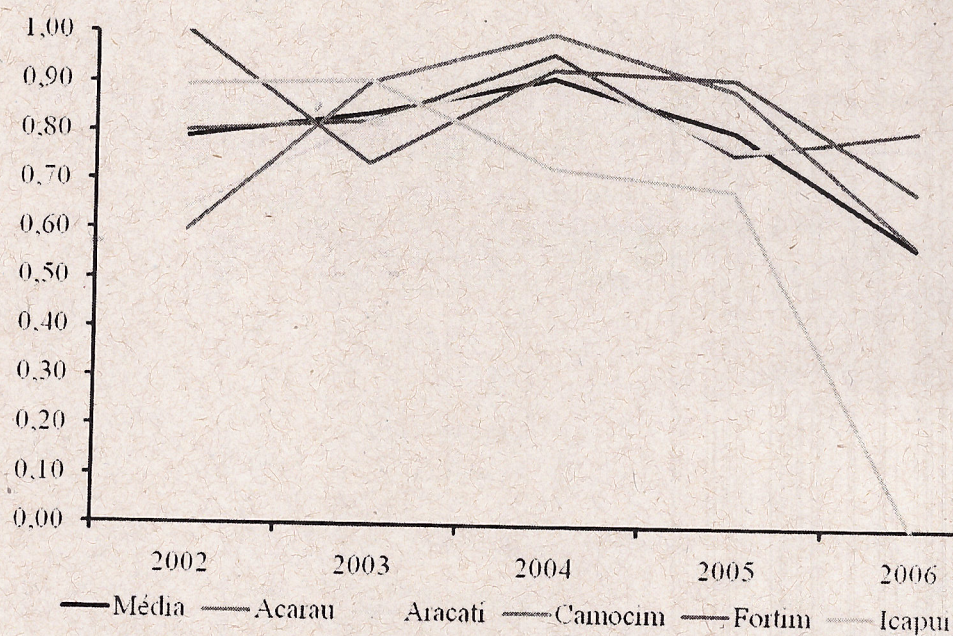


Gráfico 10: Eficiência técnica dos municípios
Fonte: Elaboração própria a partir do DEAP 2.1 - 2009

A Tabela 4 apresenta as taxas de crescimento da eficiência técnica dos municípios analisados além da evolução da eficiência técnica média. Observa-se que nos dois primeiros anos do período de análise ocorreu ganho de eficiência, em média 6%, com destaque para Camocim que apresentou ganhos de eficiência de 50%, por outro a eficiência técnica de Fortim caiu 26%. Em 2004 a eficiência técnica subiu em média 9% e a partir de 2005 todos os municípios reduziram seus respectivos níveis de eficiência técnica. O gráfico 11 ilustra o resultado obtido na tabela 4.

Tabela 4: Evolução da eficiência técnica

Município	2003	2004	2005	2006
Acarau	2%	17%	-21%	6%
Aracati	28%	13%	-17%	1%
Camocim	50%	11%	-11%	-35%
Fortim	-26%	26%	-2%	-25%
Icapui	1%	-20%	-6%	-100%
Média	6%	9%	-12%	-29%

Fonte: Elaboração própria a partir do DEAP 2.1 - 2010

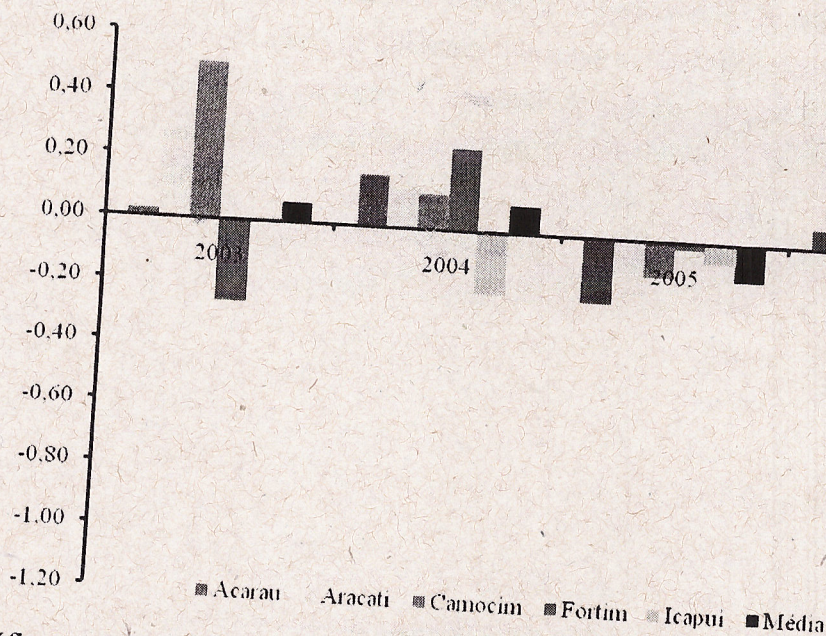


Gráfico 11: Evolução da eficiência média nos municípios
Fonte: Elaboração própria a partir do DEAP 2.1 - 2010

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a indústria pesqueira de lagosta e camarão de cinco municípios do Estado do Ceará utilizando a metodologia Análise de Envoltória de Dados (DEA) e evidenciou o nível de eficiência técnica no processo de produção das empresas destes municípios no período de 2002 a 2006.

O trabalho contribuiu para o entendimento deste setor por meio da estimação a função de produção com retornos variáveis de escala para 33 firmas de pesca de lagosta e camarão de cinco dos principais municípios cearenses que são intensivos nessa, a partir dos dados coletados na Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará.

Uma empresa pesqueira, como qualquer outra, produz bens utilizando várias combinações de insumos físicos (barco, transporte, acondicionamento) e humanos (tripulação, administrativos, etc). A mensuração dos insumos e produtos é feita em forma de fluxo: uma certa quantidade de insumos por período de tempo é usada para produzir uma certa quantidade de produtos por unidade de tempo.

A relação entre a quantidade produzida e a quantidade utilizada de insumos pode ser utilizada como uma medida de performance da empresa. Os maiores valores dessa razão estão associados com as melhores performances (maior produtividade). Essa razão é um conceito relativo, podendo ser utilizada para comparar a performance de uma empresa entre dois períodos de tempo, ou ainda, de diferentes firmas em um dado período.

A eficiência de uma empresa, na dimensão dos insumos, pode ser obtida a partir da estimativa de uma função de fronteira. A função de fronteira é o padrão em relação ao qual será medida a eficiência da firma observada. O montante pelo qual uma firma fica abaixo de suas fronteiras de produção e lucro é considerado como medida de ineficiência técnica.

Tanto a eficiência quanto a produtividade são indicadores de sucesso, medidas de desempenho, por meio das quais as empresas são avaliadas. O desempenho de uma empresa, por sua vez, é função de dois fatores: do estado da tecnologia e do grau de eficiência do seu uso. Sendo que, a tecnologia define a relação de fronteira entre os insumos e os produtos, enquanto a eficiência incorpora os desperdícios e a má alocação de recursos relacionados à esta fronteira.

Nesse sentido a estimação fronteira de produção dos cinco municípios mostrou que o tamanho da produção não foi condição necessária para geração de ganhos de eficiência, pois municípios como Icapui, Camocim e Acaraú foram capazes de manter níveis de eficiência técnica elevadas apesar de terem pequena participação na receita total.

Em síntese, os resultados sugerem que em todos os períodos existiram margem para aumentar a eficiência média dos municípios que teve seu maior nível em 2004 com 0,91, porém nesse mesmo ano Aracati que respondeu por metade da produção apresentou nível de eficiência de 93%. Em 2006 a eficiência média foi de 0,57, sendo que Aracati respondeu por 55% da produção teve nível de eficiência de 0,78. Esse resultado de certa forma confirma a tendência da literatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRIAT, S.N. Efficiency estimation of production functions. **International Economic Review**, Philadelphia, v.13, n.3, p-568-598,1972.
- AIGNER, Dennis J.; CHU, S.F. On estimating the industry production function. **The American Economic Review**, v.58, n.4, p.826-839, set., 1968.
- _____; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, Peter J. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v.6, n.1, p.303-310, july 1977.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v.2, n.6, p.429-444, 1978.
- COELLI, T.; PERELMAN, S. "A Comparison of Parametric and Non-Parametric Distance Functions: with Application to European Railways". **CREPP, Universite de Liege, Working Papers**, n.3/96. pp: 1-16., 1996.
- FARREL, M.J. A measurement of productive efficiency. **Journal of The Royal Statistical Society**, v.120, (Série A), p.254-290, 1957.
- FONTELES-FILHO, Antonio Adauto. A Pesca Predatória de Lagostas no Estado do Ceará: Causas e Conseqüências. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré, v. 2, n. 1. p. 107-131, 1994.
- FORSUND, Finn R.; HJALMARSSON Generalized Farrel measures of efficiency: an application to milk processin in Swedish dairy plants. **Economic Journal**, v.89, p.274-315, 1979.
- _____; JANSEN, E.S. On estimating average and best practice homothetic productions functions via cost functions. **International Economic Review**, Philadelphia, v.18, n.2, p.463-476, 1977.
- _____; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, Peter. A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v.13, n.1, p.5-25, May 1980.
- FOUSEKIS, Panos; Klonaris, Stathis; Technical efficiency determinants for fisheries: a study of trammel netters in Greece. **Fisheries Research**, v.63, p 85-95, 2003.

- GREENE, William H. Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v.13, n.1, p.27-56, May 1980.
- GROSSKOPF, S. Efficiency and productivity. In: **The measurement of productive efficiency**. New York: Oxford University Press, 1993. p.160-194.
- KALIRAJAN, K. P. On measuring yield potential of the high yielding varieties technology at farm level. **Journal Agricultural Economics**, v.33, p.227-236, 1982.
- LOVELL, C. A. K. Production frontiers and productive efficiency. In: **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. New York: Oxford University Press, 1993. p.3-32.
- MARAVELIAS, Christos D.; TSITSIKA, Efthymia V. Economic efficiency analysis and fleet capacity assessment in Mediterranean fisheries. **Fisheries Research**, v.93 p.85-91, 2008.
- MEEUNSEN, Wim; BROEK, Julien Van Den. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International Economic Review**, Philadelphia, USA, v.18, n.2, p.435-444, 1977.
- PASCOE, Sean; Herrero, Ines. Estimation of a composite fish stock index using data envelopment analysis. **Fisheries Research**, v. 69, p.91-105, 2004.
- RICHMOND, J. Estimating the efficiency of production. **International Economic Review**, v.15, n.2, p.515-521, 1974.
- TINGLEY, Diana; PASCOE, Sean ; COGLAN, Louisa. Factors affecting technical efficiency in fisheries: stochastic production frontier versus data envelopment analysis approaches. **Fisheries Research**, v.73, p.363-376, 2005.
- TUPY, Oscar; YAMAGUCHI, Luis C. T. Eficiência e produtividade: conceitos e medição. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.45, n.2, p.39-51, 1998.

ANEXOS

Tabla 5: Eficiência das empresas de lagosta e camarão

Empresa	Município	2002	2003	2004	2005	2006
1	Acaraú	0.85	0.96	0.94	0.50	0.69
2	Acaraú	0.65	1.00	1.00	0.71	0.76
3	Acaraú	1.00	0.91	1.00	0.84	0.98
4	Acaraú	0.37	0.68	0.99	0.71	1.00
5	Acaraú	1.00	0.81	1.00	0.88	0.71
6	Acaraú	0.95	0.58	0.92	0.67	0.57
7	Acaraú	0.00	0.00	0.87	1.00	1.00
8	Acaraú	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
9	Acaraú	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58
10	Aracati	0.43	1.00	1.00	1.00	0.93
11	Aracati	0.17	0.65	0.99	0.52	1.00
12	Aracati	0.50	0.97	1.00	1.00	0.97
13	Aracati	0.89	0.51	0.98	0.69	0.48
14	Aracati	0.00	1.00	1.00	0.79	0.57
15	Aracati	0.76	0.75	0.94	1.00	0.54
16	Aracati	0.78	0.63	0.99	0.61	1.00
17	Aracati	0.76	0.78	0.98	0.79	0.58
18	Aracati	0.88	0.78	1.00	1.00	0.74
19	Aracati	0.00	1.00	0.99	1.00	0.61
20	Aracati	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	Aracati	0.00	0.00	0.22	0.18	0.99
22	Aracati	0.00	0.00	1.00	0.52	0.00
23	Aracati	0.00	0.00	0.96	0.68	0.68
24	Fortim	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
25	Fortim	1.00	1.00	0.99	0.87	0.00
26	Fortim	0.00	0.37	0.91	0.86	0.82
27	Fortim	0.00	0.58	0.82	0.00	0.55
28	Camocim	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
29	Camocim	0.00	0.80	1.00	0.66	0.73
30	Camocim	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
31	Icapui	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00
32	Icapui	1.00	0.91	0.98	0.00	0.00
33	Icapui	0.00	0.00	0.47	0.69	0.00
Média		0.79	0.84	0.91	0.80	0.57

Fonte: Elaboração própria a partir do DEAP 2.1 - 2010