

PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DA FROTA PESQUEIRA ARTESANAL À VELA NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL - UMA ANÁLISE DO ÍNDICE DE MALMQUIST

Lourival Ricardo Marques dos Santos
Engenheiro de Pesca UFC/Pescador Artesanal RGP RJP05933588
lourivalsantos@id.uff.br

RESUMO

Medidas de performance da indústria pesqueira passaram a ter destaque nos primeiros sinais de depleção de estoques pesqueiros marinhos após a II Guerra Mundial. O livro "On the Dynamics of Exploited Fish Populations", de 1957, de Raymond J.H. Beverton e Sidney J. Holt, motivou a produção de literatura direcionada para a condução racional das pescarias marinhas e busca de administração pesqueira eficiente. A pesca extrativista no Brasil é exemplo do problema da propriedade comum dos recursos e do livre acesso aos estoques e representa papel importante na economia do Estado do Ceará. Estudos científicos sobre as performances das frotas pesqueiras cearenses podem fornecer estimativas de eficiência e produtividade e auxiliar as unidades tomadoras de decisão na busca de melhores resultados. Neste artigo é examinada a produtividade da frota artesanal a vela predominante nas pescarias artesanais marinhas do estado. Dados da produção de pesca do Ibama-Estatpesca-Ceara foram utilizados para determinar a evolução da produtividade de jangadas, paquetes, canoas e botes. 128 mil registros de viagens de pesca de anzol e linha, redes de nylon, armadilhas e redes caçoeiras foram utilizados para a construção dos Índices de Malmquist com auxílio da abordagem não paramétrica da Análise Envolvória de Dados. A frota apresentou crescimento negativo médio de cerca de 3,8% ao ano e os menores ganhos de produtividade ocorreram ao longo dos segundo trimestres.

Palavra-chave: Produtividade total dos fatores; Malmquist; Análise de Dados Envelopados; Pesca artesanal.

ABSTRACT

The performance of the fishing industry was highlighted in the first signs of depletion of marine fish stocks after World War II. The book, "On the Dynamics of Exploited Fish Populations", 1957, by Raymond J. Beverton and Sidney J. Holt, motivated the production of literature aimed at the rational conduct of marine fisheries and the search for efficient fisheries management. Extractive fishing in Brazil is an example of the problem of common property of fish resources and free access to stocks and plays an important role in the economy of the state of Ceará. Scientific studies on the performances of the fishing fleets of Ceará can provide estimates of efficiency and productivity and assist the decision-making units in the search for better results. This article examines the productivity of the artisanal sailing fleet prevalent in the state's marine artisanal fisheries. Data from the Ibama-Estatpesca-Ceara fishery were used to determine the evolution of the productivity of rafts, packages, canoes and boats. 128 thousand records of hook and line fishing trips, nylon nets,

traps and fishing nets were used for the construction of the Malmquist Indices using the non-parametric Data Envelopment Analysis approach. The fleet recorded average negative growth of around 3.8% per year and lower productivity gains occurred during the second quarters.

Keywords: Total Factor Productivity; Malmquist; Data Envelopment Analysis; Artisanal Fishing.

Como Citar:

SANTOS, Lourival R. M.; Produtividade total dos fatores da frota pesqueira artesanal à vela no Estado do Ceará, Brasil - uma análise do índice de Malmquist. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA*, 19., 2019, Rio de Janeiro, RJ. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: Centro de Análises de Sistemas Navais, 2019.

INTRODUÇÃO

Estimativas de eficiência e produtividade são indicadores de desempenho e auxiliam as firmas na busca de melhores resultados. Estudos sobre performances técnicas e econômicas da indústria pesqueira começaram a partir dos primeiros sinais de depleção de estoques pesqueiros, notadamente após o término da II Guerra Mundial, e ganharam destaque com a publicação do livro ``On the Dynamics of Exploited Fish Populations`` entre 1949 e 1957, de Raymond J.H Beverton e Sidney J. Holt.

As competições pelos melhores bancos de pesca e o reflexo da pobreza de grande contingente de pescadores frente à riqueza de estoques, o ambiente comercial da indústria, bem como as avaliações das da indústria pesqueira, entre eles, H. Scott Gordon (1954), M. B. Schaeffer (1954 estratégias de manejo das frotas domésticas através de modelos dinâmicos foram investigados por estudiosos), J. A. Gulland (1969), Vernon L. Smith, (1969), Pascoe e Greboval (2003). No Brasil, Melquíades P. Paiva (1986), motivou a literatura da administração eficiente dos recursos pesqueiros marinhos.

De acordo com Paiva (1986), a exploração pesqueira possui certas características que a distinguem da maioria dos outros empreendimentos e cria dificuldades para o estabelecimento de medidas de administração da atividade. A propriedade comum de recursos pesqueiros e o livre acesso à pesca produzem disputas entre as unidades produtivas pelos melhores pesqueiros, desperdícios e pescarias ineficientes promovendo competição entre os participantes de uma pescaria e inter-relações entre os recursos pesqueiros. Assim o esforço de pesca se torna mais complexo nas capturas de múltiplas espécies, quando são utilizados diferentes aparelhos de pesca para a exploração dos mesmos estoques e quando os pescadores operam em uma mesma área e causa dificuldades para adaptar os modelos biológicos e econômicos às situações reais.

Nas atividades de captura, durante o planejamento da viagem, uma lista de tarefas é atribuída pelo mestre de pesca à tripulação. Nesta fase, ainda nos portos de apoio à pesca, ocorre uma busca de informações para definir os recursos materiais necessários para a armação da embarcação. O estado das artes de pesca, do número apropriado de tripulantes, materiais correlatos à navegação, preparação do rancho para cobrir eventuais alongamentos da viagem com alimentação e água potável, quantidade de gelo para atender a conservação das capturas potenciais são levantados durante a fase de planejamento das campanhas de pesca e ocorre uma importante troca de informações entre tripulações e mestres de embarcações que fizeram desembarque de pescado em períodos recentes.

Teoricamente, o esforço de pesca mede a capacidade de configuração da embarcação e equipamentos multiplicada pelo tempo de atuação ou dias de mar. A unidade base de esforço e da produção é a viagem de pesca, e o tempo efetivo é aproximado pelo intervalo entre a saída e o retorno ao porto de apoio. Uma aproximação é o número de barcos, dentro da qual pode haver grande variabilidade no número de viagens, de pescadores e artes empregados. Para Fonteles Filho (1989), a quantificação simples do esforço de pesca em termo efetivo de atuação de um aparelho de pesca não reflete proporcionalmente o efeito que o aparelho de pesca causa à população explorada e, portanto, tem uma aplicabilidade bastante limitada na análise da sua dinâmica.

Para que haja proporcionalidade nas relações de capturas por esforço de pesca, é necessário identificar os parâmetros que determinam variação na eficiência da embarcação, isto porque, a eficiência da frota se desenvolve ao longo do tempo, de acordo com diversos fatores, alguns mensuráveis, outros não, como a presença de guinchos, GPS e a acuidade visual dos mestres de pesca ou de seus proeiros.

Dadas as características das pescarias comerciais, o esforço de pesca tende a se concentrar nas regiões de maior abundância dos estoques. Além disso, o conhecimento bioecológico das espécies alvo é consequência de um processo lento de acumulação de informações pelos pescadores ao longo de suas atividades. Estas características da atividade pesqueira marinha, juntamente com uma perspectiva de que a atividade de captura realiza uma produção conjunta de múltiplos produtos implicam que, uma firma de pesca, em certo momento, pode explorar vários estoques de pescado, em uma situação onde pode ser difícil definir o estoque alvo específico, principalmente em relação à grande diversidade de artes de pesca e as características locais da atividade.

Economia da produção pesqueira é a economia da melhor alocação dos recursos limitados e escassos, da eficiência técnica derivada dos estudos de Farrell (1957) e da produtividade, de acordo com Squires (1992), Dupont et al. (2002), Kirkley et al. (2003) e Pascoe e Greboval (2003). Uma função de produção da atividade pesqueira extrativista caracteriza, grosso modo, a produção de múltiplos produtos com utilização de múltiplos insumos. Estas funções relacionam o nível de insumos (capital, trabalho, materiais, estoques pesqueiros, variáveis ambientais, etc) usados durante o processo produtivo e o nível máximo de produtos resultantes, dado um conhecimento tecnológico.

Vários métodos podem ser utilizados nas estimativas das tecnologias, entre eles a fronteira de produção. A construção destas fronteiras de produção é feita através de técnicas da programação matemática como a Análise Envoltória de Dados (DEA), e métodos econométricos, como a fronteira de produção estocástica. A fronteira determinística é uma desvantagem (Coelli e Perelman, 1999) da DEA, porque os desvios em relação à fronteira são assumidos como sendo ineficiência. Uma desvantagem da fronteira estocástica é a necessidade de impor uma estrutura funcional e de erros na especificação da função de produção. Os indicadores de produtividade podem ser divididos em dois grupos: um índice de produtividade parcial, que considera apenas um fator e o indicador de produtividade total, que envolve vários fatores de produção na análise.

Para Coelli et al (2005), evolução da produtividade é uma medida natural da performance e pode ser definida como uma relação entre produtos e insumos. Os índices de produtividade parciais são obtidos de forma mais simples, mas, apesar do seu uso frequente, podem ter resultados distorcidos.

Este artigo analisa a evolução da produtividade da frota artesanal a vela responsável por 63% em 2003 e 58% em 2005 da produção de pescado marinho e estuarino desembarcada no Estado do Ceará. Entre 2000 e 2005 foram observados decréscimos de 18,7% em relação a 1999, e de 3% em relação a 2004 na produção. De acordo com (Castro e Silva, 2004), estavam ativas cerca de 4.000 embarcações veleiras, como paquetes, jangadas,

canoas e botes, distribuídos pelos 153.000 Km² da plataforma continental cearense, principalmente na captura de peixes, lagostas e camarões. Cerca 3.500 embarcações atuavam na captura da lagosta no litoral brasileiro no fim dos anos 1990 (Castro e Silva, 1998), e metade estava cadastrada no Ceará, a maioria composta por embarcações veleiras de pequeno porte.

O litoral cearense se configura na economia pesqueira com mais de 17.000 pescadores distribuídos entre mais de 100 comunidades localizadas em 20 municípios costeiros onde conta com aproximadamente 113 pontos de apoio. A frota veleira cadastrada em 2006 era composta por 5733 embarcações, predominando os paquetes (3.234), canoas (1607), botes a vela (578) e jangadas (314). Aproximadamente 60.000 pessoas dependem de forma direta e indireta da pesca artesanal marinha no Estado.

Interações entre fatores climáticos e condições do mar determinam as espécies de pescados nos bancos pesqueiros e a grande diversidade de aparelhos e técnicas de pesca. O regime de ventos e os fatores pluviométricos locais afetam bastante a produção da frota veleira. Com velocidades baixas na estação chuvosa (picos nos meses de março e abril) e velocidades mais altas no período de estiagem, entre julho e dezembro, em conjunto, estes fatores determinam a duração das viagens de pesca principalmente entre junho e outubro, em que a velocidade dos ventos e as correntes marinhas são mais fortes e interferem na distribuição dos peixes de acordo com o substrato em que habitam. Nos meses de muito vento há uma maior concentração de peixes sobre o cascalho e nos meses de ventos brandos, sobre substrato de lama. Nestes períodos, a atividade de captura se torna mais arriscada e as pequenas embarcações veleiras realizam viagens de apenas um dia, também denominadas de ida e volta.

O sistema de pesca artesanal cearense mostra grande diversidade específica da zona tropical (Fonteles-Filho, 1989, 1997) com elevado número de espécies e pequena abundância. Estas características trazem como consequência uma generalização dos métodos e aparelhos de pesca e o resultado é o baixo rendimento das pescarias. Moreira (1977) observou que a pesca marinha cearense compreende dois sistemas distintos de produção. O sistema artesanal ocorre ao longo de toda a costa juntamente com a atividade de subsistência e faz uso de tecnologia rudimentar em pequenas embarcações que capturam cardumes próximos à costa.

Esta característica simples de combinar os fatores produtivos no sistema artesanal tem como causas principais a ausência de conhecimentos sobre as áreas onde as espécies ocorrem em maior abundância, o despreparo da mão-de-obra e a utilização de pequenas embarcações de vela e de remo, sem capacidade de acondicionamento do produto em quantidades e condições satisfatórias. O sistema industrial opera com embarcações de maior porte, com aparelhagem e métodos de pesca modernos e seleção de espécies para as capturas.

A ineficiência do instrumental utilizado na modalidade de pesca artesanal responde pelo baixo índice de produtividade do setor, bem como pelos prejuízos advindos do elevado nível de perecibilidade, vindo esses fatores influir no rendimento da atividade pesqueira, além de contribuírem para que o setor permaneça num estágio em que os resultados econômicos não se façam sentir de forma mais significativa. Adicionalmente, a composição da produção por espécie apresenta grande diversificação, não havendo no momento uma ação orientada para a apreensão de espécies de maior valor comercial. Castro e Silva (2004) identificou 124 espécies de peixes ao longo do litoral do Ceará. As capturas são operacionalizadas através de vários tipos de artes de pesca, com destaque para redes de espera e linhas de mão.

O enfoque empírico evidenciado neste trabalho concentra-se na análise da produtividade total, eficiência técnica e progresso tecnológico da pesca artesanal extrativista

marinha do Estado do Ceará entre os anos de 2003 e 2005 e utiliza o índice de produtividade total de Malmquist e o método de programação linear Análise de Dados Envelopados (DEA).

A metodologia DEA deriva uma fronteira de produção que descreve a combinação mais eficiente tecnicamente de produtos dado o estado da tecnologia de pesca, os estoques de pescados e insumos variáveis não restringidos (Dupont et al., 2002).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para Fare et al. (1994), os índices de produtividade estão relacionados com as medidas de eficiência técnica. O índice de produtividade de Malmquist é determinado com base em funções distâncias, e as medidas de eficiência técnica de Farrell (1957) são usadas para calcular o valor destas distâncias. Ganhos ou perdas de produtividade podem ser decompostos em dois componentes mutuamente exclusivos: variação na eficiência técnica e variação tecnológica. As funções distância são definidas em uma estrutura multidimensional e caracterizam a tecnologia pela expansão proporcional do vetor de produtos ou a contração proporcional do vetor de insumos.

Dado um conjunto de j unidades produtivas no período de tempo t que utiliza o conjunto de vetores de n insumos, $x^t \in R_+^N$ para produzir o conjunto de vetores de m produtos $y^t \in R_+^M$. A tecnologia de produção é o conjunto θ^t , onde $\theta^t = \{(x^t, y^t) : x^t \text{ pode produzir } y^t\}$, $t=1,2,\dots,T$. A tecnologia também pode ser modelada pelo conjunto de requerimentos de insumos conforme a equação (1) e denota todos os vetores de insumos x^t tecnicamente capazes de produzir os produtos y^t durante o período t .

$$L^t(y^t) = \{x^t : (x^t, y^t) \in \theta^t\}, t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

É razoável supor que existam restrições para que algumas firmas possam expandir o vetor de produtos e, portanto, utiliza-se a função distância orientada pelo insumo descrita pela equação (2) para caracterizar a tecnologia através da contração proporcional mínima do vetor de insumos, dado o vetor de produtos. Se x^t pertence ao conjunto de insumos de y^t , então, $D_i^t(x^t, y^t) \geq 1$, e se a função distância é igual à unidade, x^t está sobre a fronteira do conjunto de insumos, a isoquanta de y^t , $L^t(y^t)$.

$$D_i^t(x^t, y^t) = \max\{\rho > 0 : (x^t / \rho) \in L^t(y^t)\} \quad (2)$$

A produtividade baseada no índice Malmquist orientado pelo insumo mede a variação da produtividade total dos fatores entre dois pontos dos dados. Conforme Coelli (2005), este índice é expresso em termos de quatro funções distâncias para cada firma da amostra e para cada par de períodos de tempo adjacentes.

A função distância definida em (2), representa a distância entre o ponto observado (x^t , y^t), no período t e fronteira de produção insumo orientada do mesmo período, o mesmo ocorre com a equação (3) para o período adjacente.

$$D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = \max\{\rho > 0 : (x^{t+1} / \rho) \in L^{t+1}(y^{t+1})\} \quad (3)$$

Funções distâncias como as (4) e (5) usam dados de um período e tecnologia de um período adjacente.

$$D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \max\{\rho > 0 : (x^{t+1}, y^{t+1}) \in L^t(y^{t+1})\} \quad (4)$$

$$D_i^{t+1}(x^t, y^t) = \max\{\rho > 0 : (x^t / \rho) \in L^{t+1}(y^t)\} \quad (5)$$

Seguindo Coelli et al (2005), pode-se definir um índice de produtividade orientado pelo insumo de Malmquist baseado na tecnologia do período t+1 conforme a equação (6).

$$M_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (6)$$

Considerando-se que um índice de produtividade análogo pode ser definido para uma tecnologia de outro período t, o índice de Malmquist é definido como a média geométrica de dois índices baseado nas tecnologias dos períodos t e t+1.

O índice de produtividade de Malmquist é dado pela equação (7).

$$M_i(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t)} \otimes \left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right) \quad (7)$$

O primeiro termo do lado direito da igualdade mede a variação na eficiência técnica insumo orientada de Farrell (1957) e o segundo termo mede a variação tecnológica.

A metodologia DEA, envolve o uso de programação linear para construir uma fronteira não paramétrica. Essa superfície de fronteira é construída por uma sequência de problemas de programação linear – uma para cada firma da amostra. Dada uma disponibilidade de n insumos e m produtos para um grupo de j produtores em um período de tempo particular, a medida de eficiência técnica é obtida resolvendo-se um problema de programação que pode ser escrito conforme a equação (8), onde λ é um vetor nx1 de constantes e ρ , um escalar.

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\rho, \lambda} \quad & \rho \\ \text{restrito a} \quad & Y\lambda \geq y_i \\ & \rho x_i \geq X\lambda \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

De acordo com Farrell (1957), o valor de ρ é o escore de eficiência técnica da i-ésima firma. Se esta unidade produtiva é tecnicamente eficiente, então $\rho = 1$. O problema da i-ésima firma é determinar a máxima contração radial do vetor insumo x_i , de modo que permaneça no conjunto de produção factível. A borda inferior desse conjunto é a isoquanta determinada pelos pontos observados de todas as firmas da amostra. A contração radial do vetor insumo, x_i , produz um ponto projetado, $(X\lambda, Y\lambda)$, na superfície dessa tecnologia. Esse ponto projetado representa uma combinação linear dos pontos observados.

As restrições feitas no problema (8) asseguram que o ponto projetado não fique fora do conjunto de produção factível.

A medida de eficiência técnica insumo orientada de Farrell (1957) com tecnologia de retornos constantes de escala para uma firma pode ser expressa em termos da função

distância $D_i^t(y^t, x^t)$, como $[D_i^t(y^t, x^t)]^{-1}$, isto é, o valor da função distância é o valor recíproco da eficiência técnica.

Os escores dentro dos períodos podem ser obtidos através do modelo (9), onde x e y são respectivamente, os vetores de insumos e produtos da firma sob análise no período t , e X e Y são respectivamente, as matrizes de insumos e produtos observados no mesmo período.

O modelo precisa ser resolvido para cada período analisado. Assim devem ser resolvidos quatro problemas de programação linear dados por equações análogas aos modelos (9) e (10) abaixo.

Na equação (9), x^t é um elemento do conjunto de insumos e a função distância assume valor igual ou maior que a unidade. Entretanto, no modelo (10), x^t não precisa ser um membro do conjunto de requerimentos $L^{t+1}(y^t)$, e o valor desta distância pode ser menor do que a unidade. Neste estudo adotou-se o programa de computador DEAP Version 2.1 conforme Coeli (2005) para construir os índices de Malmquist.

$$\begin{aligned} D_i^t[(x^t, y^t)]^{-1} &= \min \rho & (9) \\ \text{st : } \rho_i^t x_i^t - X^t \lambda &\geq 0, \\ -y_i^t + Y^t \lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_i^{t+1}[(x^t, y^t)]^{-1} &= \min \rho & (10) \\ \text{st : } \rho_i^t x_i^t - X^{t+1} \lambda &\geq 0, \\ -y_i^t + Y^{t+1} \lambda &\geq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viagem de pesca é a atividade analisada. Foram observados 128.807 registros de desembarques, onde 409.236 pescadores distribuídos entre 9.427 embarcações ativas durante 261.824 dias de mar produziram 4,7 mil toneladas de pescado entre 2003 e 2005, permitindo construção de um painel de dados balanceados.

Índices de produtividade foram examinados para um conjunto de observações referentes ao tamanho da tripulação em número de pescadores; produção desembarcada em quilogramas por grupo de espécies, duração da viagem de pesca ou dias de mar, como a diferença entre as data de saída e de chegada, acrescidos da unidade para facilitar o cálculo das viagens com duração de apenas um dia, e o número de viagens de pesca realizada no período analisado.

Este conjunto de dados faz parte do ESTATPESCA, implantado e executado no Ceará pelo IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e gentilmente cedidos ao autor.

Foram consideradas informações referentes à produção de embarcações veleiras denominadas jangadas, paquetes, canoas e botes.

Do ponto de vista dos insumos pesqueiros, em alguns dos modelos analisados, adotou-se para cada embarcação e para cada arte de pesca uma aproximação para o estoque de capital físico através da construção de variáveis definidas como a média geométrica das

variáveis dias de mar e número de viagens, enquanto que a média geométrica entre número de pescadores e um índice construído como a somatória simples do número de artes utilizadas resultou em uma variável para o esforço de pesca, isto foi feito no sentido de envolver a relação quantidade de artes de pesca e número de pescadores.

As variáveis utilizadas para especificar a estrutura tecnológica no contexto da fronteira de produção pesqueira foram divididas em dois grupos: produtos e fatores de produção (esforço de pesca) e definidas como: Produtos: (1) Pescados Nobres: formado pela soma simples em kilogramas, das espécies ariacó, biquara, camarão, cavala, guaiúba, pargo, serra e lagosta da *i*-ésima embarcação, na viagem do *t*-ésimo trimestre, ou do ano; e (2) Misturas, formado pela soma simples em kilogramas do pescado desembarcado das espécies, arraias "caíco" e; "outros" e sardinha da *i*-ésima embarcação, considerados pescados de menor valor comercial, mas são bastante utilizados na dieta local ou mesmo utilizados na comercialização de iscas para a captura de outras espécies mais caras, como a lagosta e o pargo.

Os insumos, a partir de agora, representados pelas abreviações: MDO é o número de pescadores por embarcação por viagem de pesca; DM é o número de dias de mar da *i*-ésima embarcação; DMU é o número de embarcações de pesca por tipo de embarcação; VIAG é o número de viagens de pesca no trimestre; Qesf é o índice para esforço de pesca resultante da soma simples do número de artes de pesca utilizadas e, PAC representa pacotes; JAN para jangadas; CAN para canoas e BOC, para botes.

A Tabela 1 mostra valores médios do índice de Malmquist e componentes de variação da eficiência técnica e variação tecnológica para a frota entre 2003 e 2005.

Os registros de desembarque da produção foram estratificados por trimestres para capturar efeitos sazonais. Pode-se observar que a maior perda de produtividade ocorreu do primeiro para o segundo trimestre de 2005 com 36,8%, seguido 31,8%, entre o primeiro e segundo trimestre de 2004, ambos causados principalmente por variação tecnológica negativa e 18,2% entre o primeiro e segundo trimestre de 2003, onde a variação negativa da eficiência técnica teve maior contribuição.

Em média, a queda da produtividade da frota ao longo dos três anos foi de 4%, também promovida por um declínio tecnológico médio de 4%, mas compensado por um ganho médio de 2% na eficiência técnica.

Isto pode estar relacionado com uma puxada para baixo da frota parcial de botes veleiros, resultados de análises individuais de cada frota parcial, que mostraram as maiores perdas de produtividade, sendo 57,9% nos dois segundo trimestres de 2004 e 2005 e 19,6% no segundo trimestre de 2003, causados por variação tecnológica negativa.

Essa queda de produtividade nos segundos trimestres dos anos analisados mostra que aliado às expectativas de melhores capturas devido à entrada da safra da lagosta a partir do mês de maio após o período do defeso, e época de chuvas na região, teoricamente contribuiriam com aumentos nas capturas, mas o efeito negativo do crescimento da quantidade de embarcações em atividade para captura da lagosta e possivelmente da fraca recuperação dos estoques deste recurso.

A frota de canoa apresentou perda de produtividade de 60,2%, 26,9% e 29%, respectivamente nos segundos trimestres de 2003, 2004 e 2005. Em média, a perda de produtividade foi de 6,0%, 4,9%, 4,0% e, 2,3% respectivamente para botes, canoas, jangadas e pacotes. Quando a análise é feita no conjunto das quatro frotas, os resultados diferem pouco, isto é, queda de 5,3%, 3,7%, 4,5% e 2,3% para botes, canoas, jangadas e pacotes, respectivamente.

Tabela 1. Variação da PTF por trimestre e por tipo de embarcação da frota veleira do Ceará, entre os anos 2003 a 2005, para as legendas das embarcações: PAC=pacotes; JAN=

jangadas; CAN= canoas e BOC= botes, e os componentes da PTF: VET=variação na eficiência técnica; VTEC=variação tecnológica e PTF=produtividade total dos fatores.

Trimestres	VET	VTEC	PTF
T2-2003	0.847	0.966	0.818
T3-2003	1.172	0.780	0.914
T4-2003	1.122	0.823	0.923
T1-2004	0.953	1.623	1.547
T2-2004	0.988	0.690	0.682
T3-2004	0.948	0.948	0.899
T4-2004	1.153	0.837	0.965
T1-2005	0.970	1.339	1.299
T2-2005	0.939	0.673	0.632
T3-2005	0.953	1.090	1.039
T4-2005	1.025	1.163	1.192
Médias	1.002	0.959	0.96

Firma	VET	VTEC	PTF
JAN	1.009	0.947	0.955
PAQ	0.998	0.979	0.977
CAN	1.000	0.963	0.963
BOC	1.000	0.947	0.947
Médias	1.002	0.959	0.960

A Tabela 2 mostra os resultados da configuração de um modelo obtido pela exclusão das embarcações denominadas botes (BOC) da amostra analisada. A primeira coluna da tabela são as diferentes combinações de tipo de embarcação com artes de pesca, isto resultou em uma frota parcial composta por 12 firmas representadas por quatro tipos de armações para jangadas, armadas com caçoeiras, manzuás, linhas e redes, o mesmo se dá para paquetes e canoas, e que atuaram na temporada pesqueira. Em média, a produtividade total teve um crescimento positivo de 4%. Observa-se ainda que, os valores de crescimento da produtividade nos primeiros trimestres de 2004 e 2005, e nos terceiro e quarto trimestres de 2005, foram positivos, mas esta performance não contribuiu para o crescimento da produtividade da frota como um todo. Deve ser destacado que estes crescimentos ocorreram em períodos da quadra chuvosa, onde os melhores resultados da produção são esperados. Entre 2004 e 2005 a frota parcial de botes aumentou em cerca de 200% o número de viagens com caçoeiras, contra um crescimento de cerca 72% na produção do produto nobre, no caso, composto exclusivamente por lagosta. A frota de jangadas manteve o mesmo número de viagens no período com este tipo de arte de pesca e o resultado foi uma queda de 50% na produção do crustáceo. Este tipo de comportamento da frota de botes levou à construção de um modelo para avaliar a produtividade dos outros tipos de embarcações.

Infelizmente, o modelo determinístico não captura efeitos de substituição para melhor avaliar os impactos das compensações entre os diversos produtos e insumos.

Tabela 2. Variação da PTF de um mix tipo de embarcação e tipo de arte de pesca da frota veleira do Ceará, entre os anos 2003-2005, excluídas as embarcações tipo bote(BOC).

(JANcac = mix jangadas e caçoeiras; CANman = mix canoas e manzuás; JANlin = mix jangadas e linhas; CANred = mix canoa e redes).

firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
JANcac	1.000	0.901	1.000	1.000	0.901
JANman	1.117	0.995	1.151	0.971	1.112
JANlin	1.000	0.870	1.000	1.000	0.870
JANred	1.037	0.903	1.000	1.037	0.937
PAQcac	0.980	0.978	0.974	1.007	0.959
PAQman	1.077	0.928	1.068	1.008	0.999
PAQlin	1.064	0.938	1.000	1.064	0.998
PAQred	1.465	1.396	1.443	1.015	2.044
CANcac	1.049	0.900	1.044	1.005	0.944
CANman	1.446	0.910	1.341	1.079	1.317
CANlin	1.000	0.942	1.000	1.000	0.942
CANred	1.000	0.834	1.000	1.000	0.834
mean	1.093	0.950	1.076	1.015	1.038

A Tabela 3 abaixo apresenta valores médios e desvio padrão de produtos e insumos utilizados nas temporadas de pesca analisadas no estudo. Para os paquetes pode-se observar tendência de crescimento para os dois produtos e para todos os insumos, o mesmo ocorrendo com os desvios padrão.

Tabela 3. Médias anuais (Kg) de insumos e produtos da frota veleira do Estado do Ceará.

	PAQUETES		JANGADAS		CANOAS		BOTES	
	2003	2005	2003	2005	2003	2005	2003	2005
Produtos								
Nobres	43838	61039	34257	28860	44279	37234	30679	37031
Σ	4069	9888	9366	6206	15018	12328	4831	10957
Mistura	35043	55556	30033	28984	140101	150027	7612	8050
Σ	2892	7352	7287	4054	87601	23184	1643	1157
Insumos								
DM	7748	10812	3888	3716	7344	7396	1700	2346
Σ	1479	2987	364	839	922	1450	147	618
MDO	10387	16886	3963	5433	14519	16186	1400	2240
Σ	2314	5021	111	1464	2605	1988	302	836
DMU	336	478	132	145	217	244	42	65
Σ	51	94	11	12	27	54	3	13
VIAG	4510	7171	944	1372	3601	3802	246	631
Σ	919	2148	28	341	572	606	54	293

Fonte: estimativa do autor; números em negrito são desvios padrão (Σ) das variáveis.

Uma série de testes-t bicaudais para duas amostras diferentes (presumindo variâncias diferentes), foi realizada para verificar se os valores médios para os dois anos são iguais. A t-estatística da amostra é calculada através da diferença entre as médias dos dois anos (2003 e

2005), e o resultado é dividido pelo desvio padrão conjunto estimado da população. O grau de liberdade é igual a três. Ocorreram mudanças significantes (ao nível de 5%) para a frota parcial de paquetes tanto na utilização de insumos quanto nos produtos obtidos entre os dois anos. As médias em 2005 são estatisticamente superiores às médias de 2003. Pode-se notar que os valores dos desvios padrão destas médias cresceram bastante entre os dois períodos e refletem grande variabilidade do esforço de pesca dos paquetes.

Deve ser levado em consideração que, neste período se deu início a um esforço de instituições públicas e privadas em busca da limitação do esforço de pesca e das atividades consideradas predatórias por todo o litoral do Estado do Ceará e que incentivou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Ibama) a partir de 2004, a promover reuniões do Grupo Estadual de Gestão do Uso Sustentável da Lagosta, formado pelo Banco do Nordeste, Secretaria Estadual de Agricultura, Federação dos Pescadores do Estado do Ceará, e outras instituições relacionadas com o setor pesqueiro cearense e tem como um dos objetivos imediatos a “proibição” do uso de redes caçoeira, já partir de 2005.

CONCLUSÃO

Não obstante o esforço das instituições em reduzir o excesso de poder de pesca sobre os estoques pesqueiros, embora estes estoques sejam precisamente desconhecidos na prática da Administração Pequieira Nacional, com resultados de temporadas de pesca cada vez menos volumosas e, dadas condições da crescente população de pescadores artesanais nos ambientes costeiros, tornar-se importante, de um ponto de vista do debate científico, se esta queda na produção é devida a fatores relacionados com a sobrepesca ou excesso de capacidade praticada por uma frota específica, como a frota parcial de botes ou de paquetes, por exemplo, ou se combinam outros fatores, sejam tecnológicos a disposição dos armadores de pesca ou outros fatores que precisam ser analisados. A literatura pesqueira nacional deixa uma ausência de motivação econômica nos resultados encontrados em análises da pesca extrativa, em particular, a pesca artesanal marinha. Em geral, grande maioria dos estudos nacionais da pesca marinha no litoral brasileiro descreve resultados de operações de captura e distribuição dos rendimentos físicos ou composição por espécies de uma pescaria particular através de ferramentas e técnicas avançadas da estatística matemática, mas dentro de uma visão bioecológica apenas, e a aplicabilidade econômica dos resultados pode ser insuficiente para a pesquisa operacional na indústria em tais circunstâncias. A metodologia empregada neste estudo mostrou-se bastante apropriada para o setor em questão, permitindo uma perspectiva da estrutura interna da frota veleira do Estado do Ceará.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEVERTON, R. J. H., HOLT, J.H. On the Dynamics of Exploited Fish Populations. Springer Science, 1993.

CASTRO e SILVA, S. M. M. Pescarias de lagostas no estado do Ceará: Características e rendimentos. Fortaleza, CE. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará, 1998.

CASTRO e SILVA, S. M. M. Caracterização da pesca artesanal na costa do Estado do Ceará. São Carlos, SP. Originalmente apresentada como tese de doutoramento, Universidade Federal de São Carlos, 2004.

COELLI, T.; E. PERELMAN, S. A comparison of parametric and non-parametric distance functions: With application to European railways. *European Journal of Operational Research*, v. 117, p. 326-339, 1999.

COELLI, J. T. et al. An Introduction to efficiency and productivity analysis. USA. SPRINGER, 2005.

DUPONT, D. P. et al. Capacity utilization measures and excess capacity in multi-product privatized fisheries. *Resource and Energy Economics*. v. 24, p. 193-210, 2002.

FÄRE, R. et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, v. 84, n. 1, p. 66-83, 1994.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. v. 120, n. 3, 1957.

FONTELES-FILHO, A. A. Recursos pesqueiros: Biologia e dinâmica populacional, Fortaleza, 1989.

FONTELES FILHO, A. A. Diagnóstico e perspectiva do setor pesqueiro artesanal do Estado do Ceará. In: Workshop internacional sobre a pesca. Fortaleza, CE. Universidade Federal do Ceará, 1997.

GORDON, H. S. The economic theory of a common-property resource: The Fishery. *The Journal of Political Economy*. v. 62, n. 2, p. 124-142, 1954.

GULLAND, J. A. Manual of methods for fish stock assessment. Part. 1. Roma. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1969.

KIRKLEY, J. E. et al. Excess capacity and asymmetric information in developing countries: The Malaysian purse seine fishery. *American Journal of Agricultural Economics*. V. 85, n. 3, p. 647-662, 2003.

MOREIRA, M.N.R. A pesca no Ceará: Oportunidades de investimento no setor pesqueiro. Secretaria de Planejamento e Coordenação. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 1977.

PAIVA, M. P. Administração Pesqueira no Brasil. Brasília, DF: EDITERRA, 1986.

PASCOE, S.; GRÉBOVAL, D. (Eds.) Measuring capacity in fisheries. FAO Fisheries Technical Paper n. 445. Roma. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2003.

SMITH, V. L. On models of commercial fishing. *Journal of Political Economy*. v. 77, n. 2, p. 181-198, 1969.

SQUIRES, D. Productivity measurement in common property resource industries: An application to the Pacific coast trawl fisheries. RAND Journal of Economics. V.23, n2, pp. 221-236, 1992.