

ANÁLISE BIOECONÔMICA DA PESCA DE LAGOSTAS NO NORDESTE DO BRASIL⁽¹⁾

Carlos Tassito Corrêa Ivo⁽²⁾
Carlos Geminiano Nogueira Coelho
Celeste Dalva Vasconcelos da Silva⁽³⁾

Laboratório de Ciências do Mar
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza — Ceará — Brasil

Desde o seu início, em 1955, até 1968, quando atingiu 1.845 toneladas de caudas desembarcadas, a pesca de lagostas apresentou uma tendência crescente de captura. A partir de 1969 o desembarque anual das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille) esteve sempre superior a 2.200 toneladas, tendo atingido o máximo de 3.302 toneladas em 1978.

Por outro lado, a captura por unidade de esforço apresentou consideráveis decréscimos no período de 1965 (0,449 kg/covo-dia) a 1981 (0,084 kg/covo-dia). Tal redução teve como causa principal o exagerado aumento do esforço, já que a captura manteve-se praticamente estável nesse período. Em outras palavras, houve apenas a distribuição da biomassa disponível, suposta constante, por um maior número de unidades de esforço de pesca.

O incremento do esforço de pesca implica no aumento dos custos da ativi-

dade, principalmente em consequência da elevação dos custos variáveis: isca, material de pesca, combustíveis e gratificações, entre outros. O aumento dos custos de produção deve ser programado de modo a produzir maior incremento de receita do que despesas, assim produzindo maiores lucros. Como o aumento do esforço de pesca da lagosta não resultou em aumento proporcional na produção, é de se esperar que ocorra uma redução nos lucros.

A indústria lagosteira nordestina tem apresentado sucessivas crises econômicas, como consequência do sempre crescente esforço de pesca aplicado às populações de lagostas, que têm sua biomassa capturável limitada a 3.000 toneladas de cauda por ano.

No presente trabalho, são feitas análises bioeconômicas preliminares da pesca de lagostas, com o objetivo de oferecer subsídios a uma melhor administração do recurso.

ANÁLISE BIOECONÔMICA

Considerando-se o processo biológico envolvido, a relação entre captura por unidade de esforço (c/f) e esforço de pesca (f) produz uma curva côncava negativa, resultante do fato de que o

(1) Pesquisa financiada pelo Banco do Brasil S/A, através do Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica (FIEPEC), e pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

(2) Pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq.

(3) Engenheira de Pesca, graduada pela Universidade Federal do Ceará.

aumento do esforço de pesca implica num aumento proporcional da taxa de mortalidade total média e , conseqüentemente, do coeficiente de mortalidade total médio Z (Fox, 1970). Ainda que excessivamente alto, o esforço de pesca não levaria a população a extinção, mas reduziria a c/f a um nível crítico que forçaria as empresas a se ausentarem da pesca comercial, dado o elevado custo de produção.

Considerando-se as premissas acima, a relação entre c/f e f , seria representada por

$$c/f = A \cdot e^{-Bf} \quad (1)$$

Multiplicando-se a expressão (1) por f e sabendo-se que

$$c/f \cdot f = C \quad (2)$$

onde $C =$ captura total, tem-se que

$$C = Af \cdot e^{-Bf} \quad (3)$$

expressão que representa a curva logística de produção do Fox, onde A e B são constantes.

Logaritimizando-se a expressão (1) tem-se a reta

$$\ln c/f = \ln A - Bf \quad (4)$$

através da qual, utilizando-se o método dos mínimos quadrados, estima-se os valores de $\ln A = a$ e B . O antilogaritmo de a será uma estimativa de A .

Fazendo-se a derivada primeira da expressão (3) igual a zero (Ricker, 1975), temos

$$0 = (1 - Bf) A \cdot e^{-Bf} \quad (5)$$

e como $A \cdot e^{-Bf} \neq 0$, tem-se que $1 - Bf = 0$; assim, o máximo da função (esforço de pesca ótimo) será dado por

$$f_s = \frac{1}{B} \quad (6)$$

Substituindo-se (6) em (3) estima-se a captura correspondente a f_s (captura máxima sustentável)

$$C_s = \frac{A}{Be} = \frac{e^a - 1}{B} \quad (7)$$

A captura por unidade de esforço, no ponto de captura e esforço máximos, será

$$(c/f)_s = \frac{C_s}{f_s} = e^a - 1 \quad (8)$$

Usando-se apenas informações sobre custos de produção e receita, é possível proceder-se à análise econômica da pesca, com base na curva logística de produção (Anderson, 1977).

Custo de produção

Utilizando-se dados da indústria, onde são disponíveis informações sobre custo de operação (isca, combustível, reparos e prêmios), despesas fixas (depreciação, juros e salários), além de retorno do capital e trabalho, é possível chegar-se a uma estimativa do custo total de produção por barco, o qual representa seu custo de oportunidade (K). Incluindo-se todas as variáveis de custo, o pescador deve obter, no mínimo, o equivalente ao custo de oportunidade; caso contrário, seria mais vantajoso a paralisação simples da pesca. Assim, o custo total (CT) pode ser expresso como uma função do esforço médio em covos-dia:

$$CT = Kf \quad (9)$$

Receita

Multiplicando-se a expressão da curva logística de produção (3) pelo preço médio de venda do pescado (\bar{r}), tem-se a curva de receita total (RT):

$$RT = \bar{r} f A \cdot e^{-Bf} = G f \cdot e^{-Bf} \quad (10)$$

A interseção das curvas de RT e CT, mostradas na figura 1, determina o ponto de equilíbrio no livre acesso, onde receita e despesa são iguais, não existindo, portanto, lucros. O valor do esfor-

ço neste ponto (f_E) será determinado igualando-se as expressões de RT e CT, donde

$$f_E = \frac{\ln G - \ln K}{B} \quad (11)$$

Substituindo-se f_E em (9) ou (10), determina-se o ponto de equilíbrio em que receita total e custo total são equivalentes.

Igualando-se as derivadas primeiras de CT e RT, obtém-se o ponto de máxi-

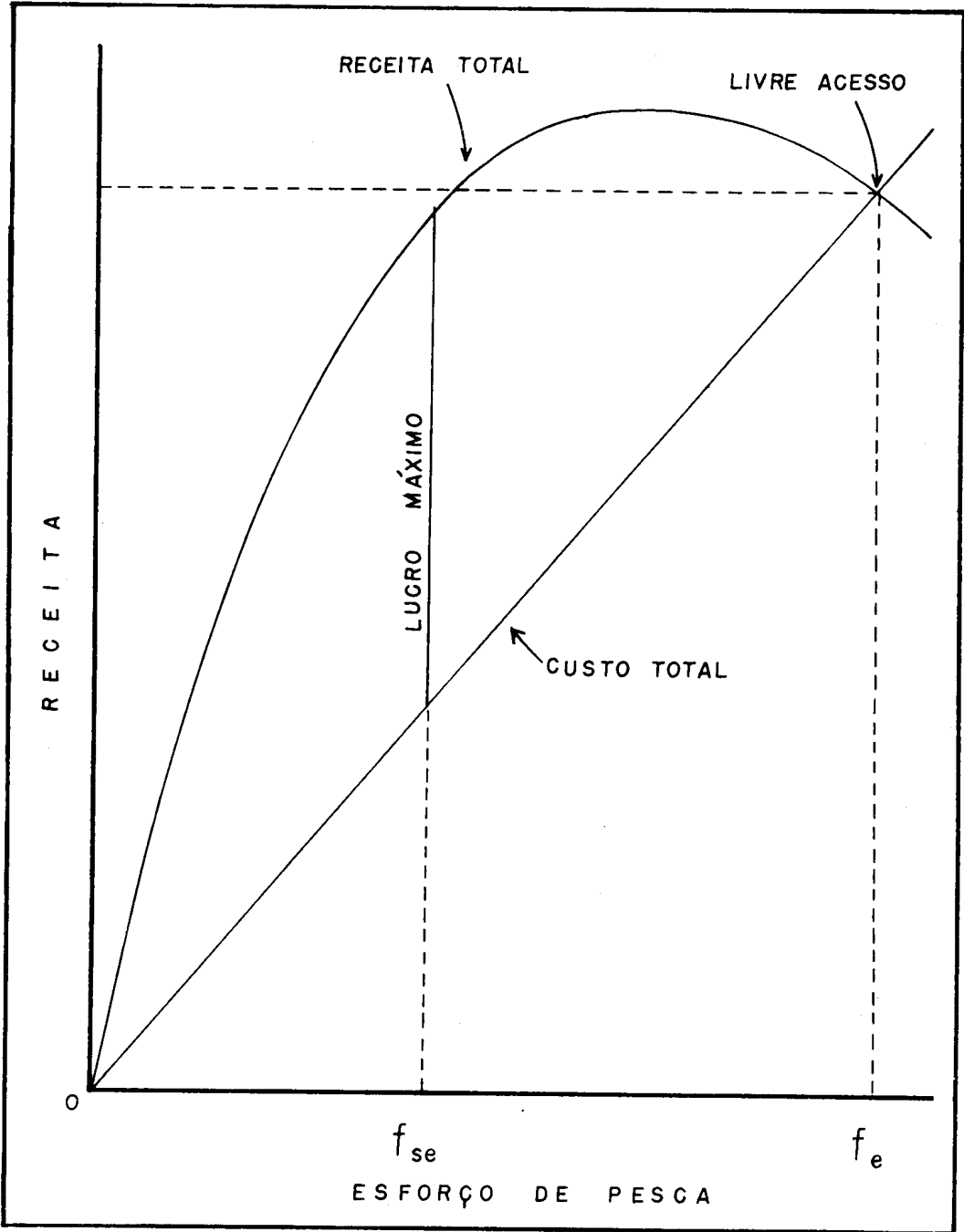


Figura 1 — Curva bioeconômica para populações aquáticas.

mo rendimento econômico do esforço, f_{SE} .

MATERIAL E MÉTODO

Os dados necessários à realização da análise bioeconômica da pesca de lagostas no Nordeste do Brasil, foram obtidos através de *mapas de bordo* fornecidos pela Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), e de entrevistas nas empresas de pesca sediadas em Fortaleza, Ceará.

Utilizando-se os *mapas de bordo*, calculou-se o esforço de pesca controlado, na unidade covô-dia, e a produção correspondente, em quilos de cauda de lagostas. A divisão da produção pelo esforço de pesca controlado resulta na estimativa da captura por unidade de esforço (c/f), na unidade kg/covô-dia. Conhecida a c/f é possível estimar-se o esforço total (f), com base na produção total. Na tabela I, são mostrados os valores anuais estimados de c/f e f .

Os dados referentes a c/f e f foram ajustados, pelo método dos mínimos quadrados, à expressão 4, estimando-se

daí os valores de $A = 0,37322$ e $B = -0,04701$, com coeficiente de correlação $r = -0,958$, significativa ao nível $\alpha = 0,05$. Assim, tem-se que

$$\ln c/f = -0,98560 - 0,04701 f \quad (12)$$

ou, segundo a expressão (3):

$$C = 0,37322 f \cdot e^{-0,04701 f} \quad (13)$$

Das entrevistas realizadas nas indústrias pesqueiras chegou-se à conclusão de que três custos de produção podem ser considerados:

Produção própria

Quando a pesca é realizada em barcos da própria empresa, sendo controlados os seguintes itens de despesa: mão-de-obra (salários e adicionais, parceria e obrigações patronais), custos diretos de armação (rancho, combustível e lubrificantes, isca e covos), custos indiretos de armação (peças e material de manutenção, serviços prestados por terceiros e serviços diversos), depreciação e seguros. Por não serem disponíveis, as

TABELA I

Dados relativos a produção, esforço de pesca e captura por unidade de esforço para as lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laeviscauda* (Latreille) capturadas no Nordeste do Brasil.

Ano	Produção (ton.)	Esforço de pesca (10 ⁶ covô-dia)	CPUE (kg/covô-dia)
1965	1.169	2,604	0,449
1966	1.298	3,886	0,334
1967	1.286	5,206	0,247
1968	1.845	6,566	0,281
1969	2.608	14,251	0,183
1970	2.793	14,936	0,187
1971	2.391	16,957	0,141
1972	2.845	24,110	0,118
1973	2.632	30,253	0,087
1974	3.077	26,991	0,114
1975	2.226	22,040	0,101
1976	2.317	24,135	0,096
1977	2.767	27,949	0,099
1978	3.302	30,860	0,107
1979	3.112	26,373	0,118
1980	2.674	33,012	0,081
1981	2.908	34,619	0,084

estimativas de retorno do capital (juros) e trabalho não são incluídas na estimativa do custo de operação. Um total de 7 embarcações, com comprimento variando entre 16,0 m e 24,0 m foram controladas no ano de 1981, sendo que cada uma permaneceu, em média, 250 dias de mar, realizando cerca de 4 viagens.

A soma dos custos de armação das 7 embarcações acima referidas, durante as viagens realizadas no ano, resultou em Cr\$ 92.066.224,78, tendo sido capturados cerca de 72.696 kg de cauda de lagosta. Com base nestes dados é possível estimar-se que a produção de 1 kg de cauda de lagosta custou Cr\$ 1.266,45, naquele ano.

Produção de terceiros

Além da produção própria, as empresas de pesca compram o produto de armadores independentes, não se conhecendo seu custo de captura, o qual, neste caso, está sendo considerado como o custo de compra pela empresa. No ano de 1981, o preço médio de compra foi de Cr\$ 1.525,00, por kg de cauda de lagosta.

Produção ponderada

Considerando-se os valores dos custos e das produções própria e de terceiros, é possível estimar-se o custo ponderado de produção, o qual, para 1981, foi estimado em Cr\$ 1.447,34 por kg de cauda de lagosta.

O custo de oportunidade (K) para o covo será determinado com base na captura por unidade de esforço (K = custo de 1 kg de cauda de lagosta vezes c/f). Sabendo-se que a c/f em 1981 foi de 0,084 kg/covo-dia (tabela 1), foram estimados 3 custos de oportunidade: (1) para produção própria = Cr\$ 106,38; (2) para produção de terceiros = Cr\$ 128,10; e (3) produção ponderada = Cr\$ 121,58.

Sendo a lagosta um produto de exportação, o preço de venda a ser consi-

derado será aquele do mercado externo. Neste caso, ao custo de oportunidade do covo devem ser acrescidos aqueles relativos a administração e beneficiamento, ou seja, 27% do custo de produção (Ceará. CEPA, 1978), resultando as seguintes curvas de custo total da:

Produção própria

$$CT = 145,73 f \quad (14)$$

Produção de terceiros

$$CT = 175,48 f \quad (15)$$

Produção ponderada

$$CT = 166,54 f \quad (16)$$

Cada uma das curvas de custo total acima é considerada para a estimativa do lucro, como se cada uma delas fosse responsável pela produção total de lagostas desembarcadas.

A curva de receita total (RT) foi estimada multiplicando-se a expressão (12) pelo preço médio de venda do quilo de cauda de lagosta em 1981: Cr\$ 1.795,85 (CACEX do Banco do Brasil, em Fortaleza), resultando na expressão:

$$RT = 670,25 f e^{-0,04701 f} \quad (17)$$

RESULTADOS

Com base nas expressões (6) e (7) foram estimados o esforço máximo sustentável de $21,27 \times 10^6$ covos-dia para a população de lagosta no Nordeste do Brasil, o que resultará numa produção máxima sustentável de 2.921 toneladas de cauda. A aplicação do esforço ótimo sustentável resultará numa captura por unidade de esforço de cerca de 0,137 kg/covo-dia.

Considerando-se a expressão da receita total (17) e as expressões de custo (14), (15) e (16), foram obtidos os valores f_E e f_{SE} abaixo (em 10^6 covo-dia), a partir do que foi possível estimar-se a

receita total ainda com base na expressão (17), para:

Produção própria

$$f_E = 32,46 \text{ (RT = Cr\$ 4,730 bilhões)}$$

$$f_{SE} = 12,82 \text{ (RT = Cr\$ 4,703 bilhões)}.$$

Produção de terceiros

$$f_E = 28,51 \text{ (RT = Cr\$ 5,002 bilhões)}$$

$$f_{SE} = 11,64 \text{ (RT = Cr\$ 4,513 bilhões)}.$$

Produção ponderada

$$f_E = 29,62 \text{ (RT = Cr\$ 4,932 bilhões)}$$

$$f_{SE} = 11,98 \text{ (RT = Cr\$ 4,572 bilhões)}.$$

O custo do esforço no ponto de máximo rendimento econômico (f_{SE}) foi calculado com base nas expressões (14), (15) e (16) tendo-se estimado respectivamente os seguintes valores: Cr\$ 1,868 bilhões, Cr\$ 2,042 bilhões e Cr\$ 1,995 bilhões, para produção própria, produção de terceiros e produção ponderada.

Subtraindo-se CT de RT no ponto de máximo rendimento econômico tem-se respectivamente os seguintes lucros (L), para:

Produção própria

$$L = \text{Cr\$ 2,835 bilhões}$$

Produção de terceiros

$$L = \text{Cr\$ 2,471 bilhões}$$

Produção ponderada

$$L = \text{Cr\$ 2,577 bilhões}$$

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi realizado sob as seguintes condições:

1 — Os juros sobre o capital (custo de oportunidade do capital) e a remuneração do corpo dirigente das empresas (trabalho) não foram incluídas na estimativa do custo de oportunidade do covão-dia.

2 — Utilizou-se o preço subsidiado do óleo diesel (70% do preço de venda ao consumidor) como parte do custo de oportunidade do covão.

3 — Não foram incluídos os incentivos fiscais relativos a produtos da pesca destinados a exportação, e isenções fiscais previstas em projetos aprovados pela SUDEPE.

4 — Para o cálculo da curva de receita total foi utilizado o preço de exportação da lagosta. Deste modo, para melhor representar o lucro, foram acrescentadas ao custo de oportunidade do covão as despesas relativas a administração e beneficiamento.

As reduções de custos decorrentes dos incentivos fiscais não considerados nas nossas análises, se incluídos, causariam um deslocamento da curva de custo total para a direita, provocando portanto, um aumento do esforço no livre acesso, o que causaria um aumento nos lucros. Situação inversa deveria ocorrer se incluíssemos as despesas com juros e trabalho. Assim, o efeito da não inclusão dos incentivos fiscais, dos juros e do trabalho são fatores que, pelo menos em parte, se anulam, tornando válidas nossas análises.

Considerando-se as premissas inclusas neste trabalho, a análise bioeconômica da pesca de lagostas no Nordeste do Brasil nos permite as seguintes conclusões.

1 — O esforço de pesca aplicado às populações de lagostas no Nordeste do Brasil em 1981 ($34,62 \times 10^6$ covos-dia) supera o esforço máximo sustentável ($21,27 \times 10^6$ covos-dia) em 62,8%.

2 — Apesar do elevado esforço aplicado em 1981, a produção de caudas na região considerada (2.908 toneladas) não superou a produção máxima sustentável (2.981 toneladas).

3 — A redução do esforço atual para o nível de máximo sustentável provocará o aumento da captura por unidade de esforço de 0,084 kg/covão-dia, observada em 1981, para 0,137 kg/covão-dia.

4 – No livre acesso, considerando-se o custo total para produção própria, de terceiros e ponderada, o esforço de pesca no ano de 1981 apresentou-se superior ao valor estimado, respectivamente, em 6,6%, 21,4% e 16,9%.

5 – O rendimento máximo econômico seria obtido aos níveis de esforço de: (a) $12,82 \times 10^6$ covos-dia (RT = Cr\$ 4,703 bilhões e CT = Cr\$ 1,868 bilhões) para produção própria; (b) $11,64 \times 10^6$ covos-dia (RT = Cr\$ 4,513 bilhões e CT = Cr\$ 2,042 bilhões) para produção de terceiros; e (c) $11,98 \times 10^6$ covos-dia (RT = Cr\$ 4,572 bilhões e CT = Cr\$ 1,995 bilhões) para produção ponderada.

6 – A pesca realizada aos níveis de esforço máximo econômico resultaria num lucro líquido de Cr\$ 2,835 bilhões, Cr\$ 2,471 bilhões e Cr\$ 2,577 bilhões, respectivamente para produção própria, de terceiros e ponderada.

A redução do esforço de pesca ao nível de produção máxima sustentável produzirá uma receita total única de Cr\$ 5,245 bilhões e custos totais de Cr\$ 3,099 bilhões, Cr\$ 3,732 bilhões e Cr\$ 3,542 bilhões, respectivamente para produção própria, de terceiros e ponderada, resultando, assim, em lucro de Cr\$ 2,146 bilhões, Cr\$ 1,513 bilhões e Cr\$ 1,703 bilhões.

Na tabela II encontram-se resumidos os parâmetros bioeconômicos para a pesca de lagostas no Nordeste do Brasil.

Dos resultados acima apresentados, verifica-se que o esforço de pesca aplicado para a exploração das lagostas no Nordeste do Brasil encontra-se em níveis superiores àqueles determinados para o livre acesso. Assim, sugere-se uma redução no esforço de pesca de modo a melhor proteger os estoques e, mais importante, tornar a pesca mais rentável economicamente.

Um decréscimo de 63% no nível de esforço verificado no ano de 1981, reduziria o esforço para o nível máximo sustentável, possibilitando, ainda, que a empresa trabalhe em nível econômico excelente.

Com vistas principalmente à proteção dos estoques, e também para reduzir o esforço de pesca, algumas medidas de regulamentação foram tomadas para a pesca de lagosta no Nordeste do Brasil. Tais medidas referem-se a limitação do tamanho mínimo de captura, proteção dos estoques em reprodução, entrada de novas embarcações para a pesca e temperada de pesca, sendo ainda mais recentemente implementado o sistema de cotas, em substituição a temporada de pesca. Estas medidas, ao que nos parece, mos-

TABELA II

Sumário dos parâmetros bioeconômicos estimados para a pesca de lagostas no Nordeste do Brasil.

Custos	Parâmetros bioeconômicos									
	f_E	RT = CT	F_{SE}	RT	CT	L	f_S	RT	CT	L
Produção própria	32,46	4,730	12,82	4,703	1,868	2,835	21,27	5,245	3,099	2,146
Produção de terceiros	28,51	5,002	11,64	4,513	2,042	2,471	21,27	5,245	3,732	1,513
Produção ponderada	29,62	4,932	11,98	4,572	1,995	2,577	21,27	5,245	3,542	1,703

Observações: (1) f_E = esforço de equilíbrio no livre acesso; f_{SE} = esforço no ponto de máximo rendimento econômico; f_S = esforço máximo sustentável; RT = receita total; CT = custo total e L = lucro.

(2) esforço em covos-dia $\times 10^6$ e RT, CT e L em bilhões de cruzeiros.

traram-se eficientes na proteção dos estoques, haja visto não se ter observado grandes variações na captura total anual desembarcada, mas não causaram nenhum resultado no sentido de reduzir o esforço, que tem mostrado a mesma tendência crescente. Deste modo, sua redução para o nível de máximo sustentável, que produzirá excelentes resultados econômicos, terá que ser feita com medidas que visem ao controle direto do esforço.

SUMMARY

English title: Bioeconomic analysis of the spiny lobster fishery off Brazilian Northeast.

Fishing for the spiny lobsters, *Panulirus argus* (Latreille) and *Panulirus laeviscauda* (Latreille), in the Brazilian Northeastern coast showed a great development since it started in 1955, but in the latest years it has exhibited successive economical crises which would be caused by the large amount of fishery effort applied to catching the species. In spite of it, the total annual landings has been ranged around 3,000 metric tons, that is the maximum sustainable yield for the spiny lobster fishery off Brazilian coast.

In this paper we analyse the bioeconomic aspects of the spiny lobster fishery off Brazil. Our analyses are based on the surplus production model by Fox (1970) from which we estimated the total revenue. As in Anderson (1977) we assume that the total cost is proportional to the fishery effort.

Considering the particular characteristics of the spiny lobster fishery in the region, three different opportunity cost were estimated as to the fishing gear (trap). First, we assumed that the whole catch is provided by boats which belong to the industry itself; in this case, data on expenses to maintain a boat were made available to us by the industry. Second, as the industry buy part of their production from independent

fishermen, we assumed that the buying price is the trap opportunity cost. Finally, we used the weighed two previous prices to estimate a new opportunity cost. As a result of those assumptions, three cost curves, in *cruzeiros*, were estimated:

1— For the fishery industry catch

$$CT = 145.73 f$$

2 – For independent fishermen

$$CT = 175.48 f$$

3 – Weighed costs

$$CT = 166.54 f$$

The expression for total revenue in the present analyses can be written as

$$RT = 670.25 f e^{-0.04701 f}$$

The results of the present analyses can be summarized as follows:

1 – At the optimum fishing effort ($f_s = 21.27 \times 10^6$ trap-day) the maximum sustainable yield would be 2,931 ton.

2 – The open-access equilibrium yield will occur at 32.46×10^6 trap-day, 28.51×10^6 trap-day and 29.62×10^6 trap-day, respectively as we consider the whole catch being a result of the own industry fishery from independent fishermen or from the weighed value of the catch.

3 – The maximum economic yield will be achieved at 12.82×10^6 trap-day, 11.64×10^6 trap-day and 11.98×10^6 trap-day, when we consider the fishery industry, independent fishermen and weighed catches, respectively.

As the optimum fishing effort will produce excellent economic results with revenues of Cr\$ 2.146 billion, Cr\$ 1.513 billion and Cr\$ 1.703 billion, when we consider the whole catch being a result of the own fishery industry, from the independent fishermen or from the weighed value of the catch, and as it will also permit the best population protection, we suggest that the fishery effort should be reduced to that value of 21.27×10^6 trap-day.

To achieve this goal it is necessary to improve regulations which would affect the total amount of fishing effort by reducing it.

AGRADECIMENTOS

Para a estimativa de f_{SE} , com base no método de Newton para iterações, foi utilizado um programa para computador, preparado pelo Professor João Batista Ferreira Gomes Neto, do Departamento de Estatística e Matemática Aplicada da Universidade Federal do Ceará, a quem os autores apresentam os melhores agradecimentos.

BIBLIOGRAFIA

Anderson, L. G. — 1977 — *The economics of fisheries management*. The Johns Hopkins University Press, 213 pp., London.

Ceará. CEPA — 1978 — *Plano Estadual de Desenvolvimento da Pesca no Ceará 1978-83*, 125 pp., Fortaleza.

Fox, W. W. — 1970 — An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish population. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, Lawrence, 99 (1) : 80-88.

Ricker, W. E. — 1975 — Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, 191 : 382 pp.