

*Exploração de recursos pesqueiros no Brasil **

Maria Lúcia D'Apice Paez

Economista Rural, Ph.D., Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — Embrapa

Resumo

A superação do desafio de elevar a produção e a produtividade da agropecuária, sem provocar a degradação dos recursos naturais, no Brasil está associada aos avanços dos conhecimentos científico e tecnológico que suportem o delineamento de políticas de gestão racional desses recursos. Procura-se, neste trabalho, ilustrar o exemplo de problemas associados à exploração de recursos pesqueiros, tendo em vista suas características de recurso renovável, de propriedade comum e acesso livre. Os objetivos são sumarizar os conceitos econômicos básicos aplicados à exploração desse recurso, a partir dos modelos biológicos de dinâmica da população, e analisar suas consequências para a administração sustentável da pesca no Brasil.

Palavras-chave:

- rendimento de equilíbrio em acesso livre
- rendimento econômico máximo
- aquicultura

* Apresentado no XVII Simpósio Nacional de Gestão da Inovação Tecnológica, realizado em São Paulo de 26 a 28 de outubro de 1992.

INTRODUÇÃO

Ante à previsão de crescentes déficits alimentares, o Brasil defronta-se com os desafios de elevar a produção e a produtividade da agropecuária e, simultaneamente, de evitar a degradação de seus recursos naturais e a redução da capacidade de recuperação dos ecossistemas para futuras gerações. A superação desses desafios está intimamente ligada aos avanços dos conhecimentos científico e tecnológico que suportem o delineamento de políticas adequadas à gestão racional dos recursos naturais e do meio ambiente. Isso implica levar em conta o estado de equilíbrio sustentável para a determinação de sistemas de uso e manejo que evitem ou eliminem as causas potenciais de esgotamento.

Sob tal perspectiva, utiliza-se o caso da exploração de recursos pesqueiros para introduzir os problemas da sobrepesca e da ineficiente alocação dos insumos produtivos. Estes problemas tiveram implicações fundamentais na maneira como a pesca comercial desenvolveu-se historicamente, em decorrência das características dos estoques de peixes, não só como recurso natural renovável interativo, mas também como recurso natural de propriedade comum e acesso livre.

Como recurso renovável interativo, as populações de peixes mantêm rendimento sustentável na natureza, com a magnitude dos estoques determinada pela interação entre condições biológicas e ambientais e intensidade da pesca imposta pelo homem. As perdas (ocasionadas pela mortalidade natural) são contrabalançadas pelos ganhos (representados pela reprodução e pelo crescimento natural), de forma a manter o equilíbrio dinâmico do estoque. Enquanto a intensidade da pesca permaneceu reduzida, a captura tinha efeito não-significativo sobre a magnitude dos estoques disponíveis para renovação em períodos subsequentes. A partir do final do século passado, com o aparecimento de embarcações movidas a vapor e, posteriormente, a *diesel*, além de instrumental aperfeiçoado de captura, começaram a se manifestar os efeitos predatórios da pesca sobre os estoques de peixe, até então considerados como recursos naturais inesgotáveis.

Como recurso de propriedade comum e acesso livre, a exploração dos estoques pesqueiros assume contornos indesejáveis sob o ponto de vista da sociedade como um todo, pois, além de incentivar a sobrepesca, introduz elementos de ineficiência econômica no uso dos recursos produtivos. Uma vez que nenhum pescador detém o direito exclusivo de propriedade sobre tal recurso, e não pode evitar sua exploração por outrem, as embarcações competem entre si para capturar o maior volume possível. Manifesta-se, assim, a tendência de sobrepesca, rompendo-se o equilíbrio entre as taxas de exploração e

renovação dos estoques. O **esforço de pesca**, representado pelo conjunto de insumos produtivos, tende a ultrapassar não só o limite de máximo rendimento físico sustentável, mas também o de máximo rendimento econômico. Unidades excedentes de esforço são utilizadas e a renda econômica, como a atribuível a um recurso de propriedade privada (terra de uso agrícola), é dissipada entre os barcos da frota que, em conjunto, participam da exploração comercial de determinado estoque. Enquanto a receita total auferida for maior do que o custo total de captura, pescadores estarão motivados a intensificar o esforço de pesca e/ou a entrar em atividade. Nessas condições, o equilíbrio competitivo estável de exploração desse recurso de propriedade comum e acesso livre será atingido quando for exaurida a renda econômica.

Assim, a captura, afetando o fluxo futuro dos recursos pesqueiros, suscita a necessidade de se conhecer qual a taxa **sustentável** de exploração, tanto do ponto de vista biológico como do econômico, e em que medida as forças de mercado teriam condições de mantê-la. Este é um problema cuja solução implica considerar as propriedades bioeconômicas da pesca comercial, incluindo a análise dos volumes de captura **sustentáveis** em diferentes níveis de esforço de pesca e respectivos valores monetários de receita e de custos, incorridos na atividade pesqueira.

OBJETIVOS

Considerando as características destacadas, os objetivos neste trabalho são sumarizar os conceitos econômicos básicos aplicados à exploração comercial dos recursos pesqueiros, a partir dos modelos biológicos que explicam a dinâmica da população, e analisar suas conseqüências para a administração **sustentável** da pesca comercial.

Especificamente, objetiva-se:

- determinar os níveis de esforço de pesca que permitem a captura, em bases sustentáveis do estoque, sob o enfoque bioeconômico;
- demonstrar como o esforço de pesca de equilíbrio tende a exceder os limites de máximos rendimentos físico sustentável e econômico;
- discutir as aplicações analisadas para a administração das atividades de pesca no Brasil e as possibilidades tecnológicas de suplementar a produção extrativa através da privatização dos meios de produção, via aquacultura.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A análise da exploração comercial dos recursos pesqueiros dos oceanos examina a interação entre a população ou o estoque de uma dada espécie de peixe e as embarcações possuidoras de potencial para explorar tal estoque (Anderson, 1977).

O estudo do crescimento e do comportamento dos estoques, sob o ponto de vista estritamente biológico, fundamenta-se na teoria da dinâmica da população. As variáveis fundamentais a serem consideradas são o volume total ou a biomassa dos estoques e a sua respectiva taxa de crescimento. Os modelos biológicos desenvolvidos para explicar a dinâmica da população de peixes têm especial interesse econômico, na medida que possibilitam a caracterização da função de produção pesqueira ou da função de rendimento sustentável.

Com relação às embarcações, o esforço total aplicado à pesca, a captura resultante e os respectivos custos e receitas incorridos na atividade são as correspondentes variáveis cruciais de análise. Dependendo do recurso pesqueiro considerado, o esforço de pesca pode ser expresso em termos de número de embarcações existentes, respectivas tonelagem e potência, tempo dedicado à pesca, número de covos, número de lances de rede etc.

Função de rendimento sustentável

Quanto às atividades de pesca, a correspondente função de produção, ou função de rendimento sustentável, pode ser entendida como a relação existente entre o esforço aplicado pela frota pesqueira (**insu- mos**) e a resultante captura (**produção**).

O volume total da biomassa disponível para captura depende, basicamente, da biologia reprodutiva do estoque. Entre os modelos disponíveis que explicam a dinâmica da população, destaca-se o desenvolvido por Schaefer (1954), provavelmente o mais simples deles*. Embora de natureza estática, tem sido de grande utilidade prática para a compreensão das relações entre esforço de pesca e resultante nível de captura na maioria dos estoques de peixes marinhos.

Partindo da informação disponível quanto à captura e ao esforço de pesca da tuna na região Nordeste Tropical do Oceano Pacífico, Schaefer desenvolveu um modelo matemático, do tipo **logístico**, no qual são estimados a proporção eliminada de biomassa de determinado estoque por unidade de esforço de pesca, a habilidade intrínseca de crescimento do estoque e o volume máximo que este pode atingir sob condições ambientais médias. A partir de tais estimativas, torna-se possível avaliar o nível máximo de captura que o estoque pode suportar em bases sustentáveis.

Na formulação de Schaefer, a biomassa do estoque de uma determinada espécie de peixe, quando

inexplorado pelo homem, tende a assumir uma curva de crescimento da forma:

$$N_t = \frac{N^*}{1 + b e^{-at}} \quad (1)$$

Sendo:

- N_t = biomassa total de um estoque de peixe no período t , expressa em peso agregado.
- N^* = volume máximo atingido pela biomassa do estoque N , ou equilíbrio natural do estoque.
- e = base do logaritmo natural.
- a, b = parâmetros.
- t = período de tempo.

A equação 1, representada graficamente na figura 1 [a], mostra o crescimento da biomassa (N) através do tempo (t), a diferentes taxas, até alcançar o volume máximo (N^*) que, uma vez atingido, permanece estável, se forem constantes os fatores ambientais vitais como salinidade, temperatura, correntes marítimas, radiação solar, hábitos alimentares de outras espécies, fotossíntese, taxas de reposição dos elementos minerais etc.

A cada tamanho de população corresponde uma taxa instantânea de crescimento natural, que pode ser determinada pela diferenciação da equação 1 em relação a t , ou:

$$\frac{d N_t}{dt} = a N_t - \frac{a}{N^*} N_t^2 \quad (2)$$

Sendo:

- $\frac{d N_t}{dt}$ = taxa instantânea de crescimento da biomassa de um estoque N , expressa em peso agregado.

O comportamento dessa taxa de crescimento pode ser assim explicado. Para volumes de N_t inferiores a $1/2 N^*$ a taxa é crescente, desde que o efeito líquido do recrutamento e do crescimento individual exceda o relativo à mortalidade natural. Em volumes de N_t superiores a $1/2 N^*$ a mortalidade natural passa a superar o recrutamento e o crescimento individual, originando taxa decrescente, embora ainda positiva. O nível de **equilíbrio natural do estoque** (N^*) é eventualmente atingido quando o efeito da mortalidade natural iguala-se aos efeitos do crescimento individual e do recrutamento, tornando essa taxa negativa (figura 1 [b]).

Se a captura imposta pelo homem for introduzida no modelo, novo equilíbrio deverá ser atingido quando o aumento líquido devido ao recrutamento e ao crescimento individual igualar-se ao decréscimo líquido relacionado não só à mortalidade natural, mas também à imposta pela pesca.

* Podem ser considerados como modelos alternativos, entre outros, o GEMPROD, desenvolvido por Pella & Tomlinson (1969) — do qual o modelo de Schaefer é um caso particular —, e o modelo dinâmico de Beverton & Holt (1975).

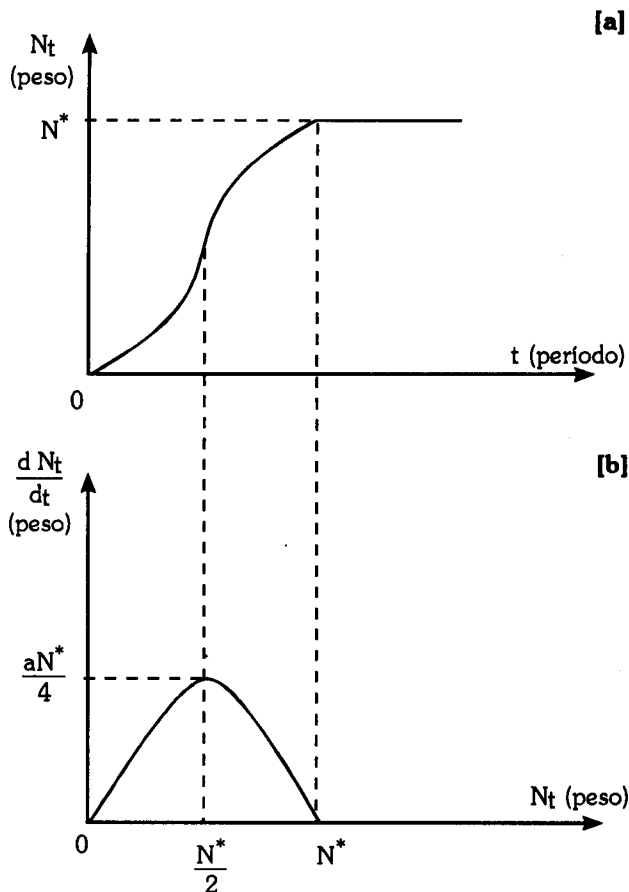


Figura 1: [a] Função Logística de Crescimento da Biomassa do Estoque N

[b] Relação Entre a Taxa de Crescimento do Estoque e a Biomassa desse Estoque

A fração da biomassa total eliminada do estoque através da pesca é representada pelo volume de peixe capturado no período t . Este volume de captura é função do volume total da biomassa (N_t) no período t e do esforço de pesca (E_t) no mesmo período t , ou:

$$C_t = K E_t N_t \quad (3)$$

Sendo:

C_t = volume capturado de um determinado estoque no período t .

E_t = unidades físicas de esforço de pesca no período t .

K = constante, coeficiente técnico de produção.

Assim, o novo equilíbrio dinâmico da população pode ser representado pela igualdade entre as expressões 2 e 3, ou seja:

$$\frac{dN_t}{dt} = C_t \quad (4)$$

ou

$$[a N_t - \frac{a}{N^*} N_t^2] - [K E_t N_t] = 0 \quad (5)$$

Se a função de captura dada pela equação 3 for expressa, alternativamente, em termos de N_t , obtém-se o quociente:

$$N_t = \frac{C_t}{K E_t} \quad (6)$$

que, substituído na equação 5, dá origem à expressão:

$$[a (C_t/K E_t) - a/N^* (C_t/K E_t)^2] - [K E_t (C_t/K E_t)] = 0 \quad (7)$$

A partir dessa igualdade deriva-se a função de produção sustentável de um determinado estoque de peixe, considerando-se a captura como variável dependente do esforço de pesca, na forma:

$$C_t = (K N^*) E_t - \left(\frac{N^* K^2}{a}\right) E_t^2 \quad (8)$$

ou, simplificadamente,

$$C_t = A E_t - B E_t^2 \quad (9)$$

Sendo:

$A = (K N^*)$ = parâmetros.

$B = \left(\frac{N^* K^2}{a}\right)$ = parâmetros.

Essa função de produção de pesca é denominada função de rendimento sustentável, por assumir sua derivação que o volume capturado deva ser exatamente compensado pela taxa de crescimento natural da biomassa total do estoque. Demonstram-se, assim, as quantidades de peixe que podem ser produzidas em diferentes níveis de esforço de pesca, em bases sustentáveis.

Na figura 2 [a] é representada, graficamente, a função de rendimento sustentável. Com o aumento do esforço de pesca (E_t), a captura tende inicialmente a crescer, passando a decrescer em seguida, após atingir um máximo de produção sustentável (C_{max}) em determinado nível de esforço de pesca (E_{max}). Se os parâmetros são conhecidos, E_{max} e C_{max} podem ser estimados, igualando-se a zero a primeira derivativa da equação 9, ou:

$$\frac{dC_t}{dE_t} = A - 2B E_t = 0 \quad (10)$$

$$E_{max} = \frac{A}{2B} \quad (11)$$

$$C_{max} = \frac{A^2}{4B} \quad (12)$$

Note-se que C_{max} corresponde ao ponto máximo da curva da taxa instantânea de crescimento da biomassa total, expressa através da equação 2 (figura 1 [b]).

A partir da função de rendimento sustentável determinam-se as funções de rendimento médio sustentável (C_t/E_t), ou captura por unidade de esforço de pesca, e de rendimento marginal sustentável (dC_t/dE_t) (figura 2 [b]). O rendimento médio tende a decrescer continuamente com a intensificação do esforço de pesca, igualando-se a zero em nível de esforço (E_4) quando o rendimento sustentável também é nulo. O rendimento marginal decresce de maneira contínua, igualando-se a zero no nível de esforço (E_{max}) em que também o ponto máximo da função rendimento sustentável é atingido.

Assim, demonstra-se que, ultrapassando o limite de C_{max} , unidades adicionais de esforço de pesca originarão decréscimos na captura total e, eventualmente, poderão causar o esgotamento do estoque quando o nível de esforço atingir E_4 .

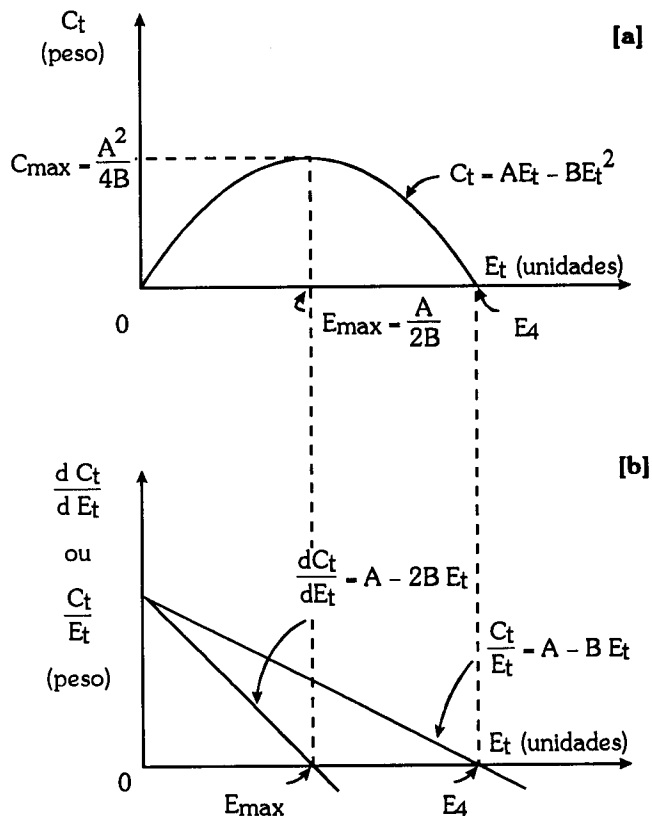


Figura 2: [a] Função de Rendimento Sustentável

[b] Função de Rendimento Médio Sustentável e Função de Rendimento Marginal Sustentável

Funções de receita e custo

O objetivo neste tópico é demonstrar o mecanismo de determinação do esforço de pesca de equilíbrio bioeconômico em nível do mercado de fatores de produção, convertendo a função de rendimento sustentável (equação 9) em valores de receita e o esforço de pesca em valores de custo.

Para simplificar a exposição, assumir-se-á ser a oferta do esforço pela frota pesqueira perfeitamente elástica ao custo \bar{P}_e e a demanda pelo produto também perfeitamente elástica ao preço \bar{P}_p . Esta hipótese constitui uma aproximação da realidade, pois a produção do mercado de produtos pesqueiros provém da venda de pescado por numerosos pescadores, abastecendo grande número de consumidores, sem que a expansão do esforço de pesca afete sensivelmente o custo dos fatores de produção.

Sendo, portanto, constantes \bar{P}_p e \bar{P}_e , a resultante função de receita total sobrepõe-se à função de rendimento sustentável e a função de custo total é representada por uma linha de inclinação constante com origem zero (figura 3 [a]).

A função de receita total (RT_t) fica representada pela expressão:

$$RT_t = C_t \bar{P}_p \quad (13)$$

Substituindo C_t da equação 10 na 13 tem-se, alternativamente:

$$RT_t = (A E_t - B E_t^2) \bar{P}_p \quad (14)$$

A função de custo total (CT_t) fica representada pela expressão:

$$CT_t = E_t \bar{P}_e \quad (15)$$

A partir das funções de receita e custo total assim definidas, as funções de receita marginal e média e as de custo marginal e médio podem ser derivadas, respectivamente, sendo representadas na figura 3 [b].

A função de receita marginal (MR_t) tende a decrescer continuamente, uma vez que o rendimento marginal sustentável por unidade de esforço diminui com as unidades adicionais de esforço de pesca:

$$MR_t = \frac{d RT_t}{d E_t} = \frac{d C_t}{d E_t} \bar{P}_p \quad (16)$$

Note-se que a função de receita marginal iguala-se a zero em nível de esforço E_{max} , que corresponde ao ponto máximo da função de receita total (RT_{max}) e da função de rendimento sustentável (C_{max}) (figuras 2 e 3).

A função da receita média (AR_t) é decrescente, pois o rendimento médio sustentável diminui com unidades adicionais de esforço de pesca:

$$AR_t = \frac{RT_t}{E_t} = \frac{C_t}{E_t} \bar{P}_p \quad (17)$$

Deve também ser observado que essa função de receita média assume o valor zero em **E4**, correspondendo ao ponto em que são nulas as funções de receita total e de rendimento sustentável (figuras 2 e 3).

A função de custo marginal (**MC_t**) é representada por uma linha reta, paralela ao eixo horizontal. Sendo constante o custo do esforço de pesca **P_e**, o custo marginal (**MC_t**) e o custo médio (**AC_t**) são iguais e constantes em qualquer nível de esforço de pesca:

$$MC_t = \frac{dCT_t}{dE_t} = \bar{P}_e = AC_t \quad (18)$$

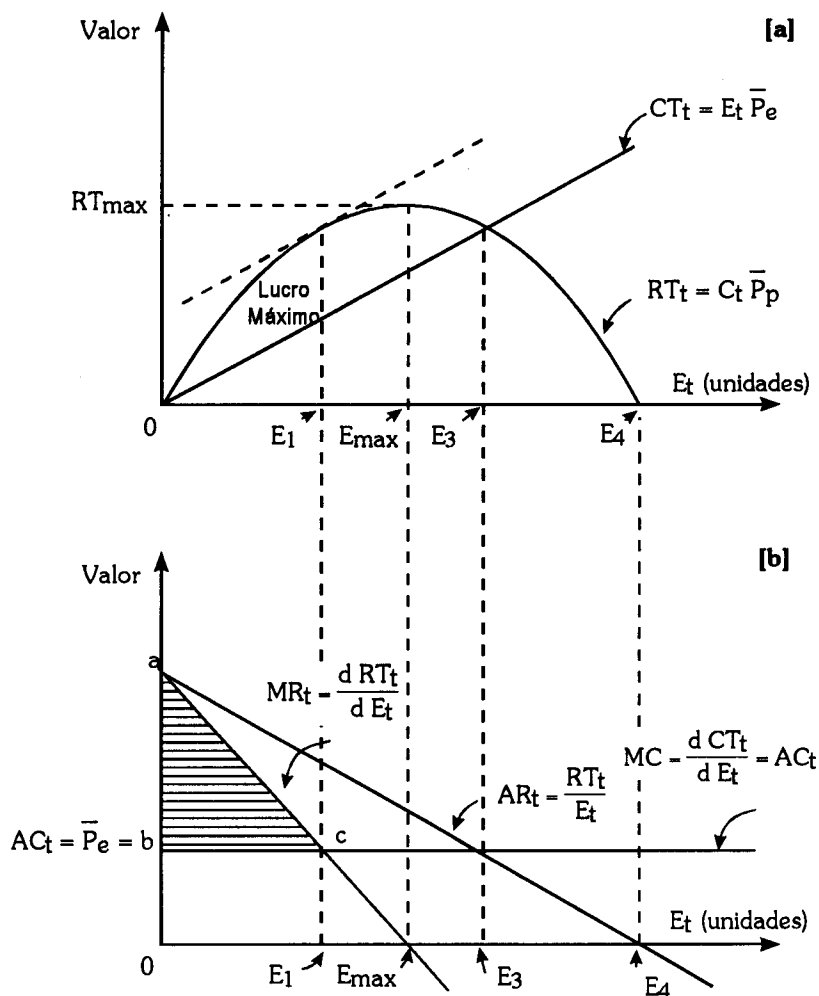


Figura 3: [a] Curva de Receita Total e Custo Total a Preços Constantes

[b] Curva de Receita Média, Receita Marginal e Custo Médio Marginal

Posição de equilíbrio

Na ausência de direitos de propriedade sobre determinado estoque, o esforço de pesca de equilíbrio estável será atingido em nível **E3**, com **RT_t** igual a **CT_t** (figura 3 [a]) ou, alternativamente, quando **AR_t** iguala-se a **AC_t** ou **P_e** (figura 3 [b]).

Em níveis de esforço inferiores a **E3**, a receita total excede ao custo total, possibilitando a existência de renda econômica na atividade de pesca. Essa situação não só encoraja os barcos em atividade a expandir seu esforço de pesca, como também pode incentivar a entrada de novos no processo de exploração de um dado recurso pesqueiro. O oposto verifica-se em níveis de esforço superiores a **E3**. Tal posição de equilíbrio estável é o que se

convencionou chamar de equilíbrio bioeconômico do esforço de pesca de determinado estoque de peixe, quando explorado sob a forma de propriedade comum e acesso livre.

É evidente que tal posição de equilíbrio em **E3** se contrapõe ao nível de esforço atingido em **E1**, quando a renda econômica auferida pela frota pesqueira é máxima (figura 3 [a]) ou, alternativamente, quando **RM_t** iguala-se a **MC_t** (figura 3 [b]).

Em qualquer nível de esforço acima de **E1**, volumes adicionais são capturados a custos mais elevados do que o valor que os consumidores estão dispostos a pagar pelo produto. O oposto é verificado em níveis de esforço inferiores a **E1**. Assim, **E1** unidades de esforço de pesca representam o nível ótimo de alocação dos fatores de produção de pesca. O valor atribuído pela sociedade à última unidade de peixe capturado (receita marginal) é igual ao custo de **produzir** essa unidade do produto (custo marginal), situação que propicia renda econômica máxima ao recurso de pesca, representada pelo triângulo **a, b, c** da figura 3 [b].

A posição em **E1** difere do nível de equilíbrio bioeconômico em **E3**. Comparativamente, unidades excedentes de esforço de pesca são utilizadas, caracterizando-se uma situação de ineficiência econômica na alocação dos recursos produtivos aplicados na captura.

As características do recurso pesqueiro de propriedade comum e acesso livre redundam, também, em externalidade tecnológica, assim considerada por

não deter cada barco, individualmente, o controle sobre sua produtividade. É tecnológica porque a produtividade de cada barco decresce com o aumento indiscriminado do esforço total de pesca da frota.

APLICAÇÃO PARA UMA ADMINISTRAÇÃO RACIONAL DOS RECURSOS

Considerando-se as conseqüências da propriedade comum e do acesso livre sobre a exploração de recursos pesqueiros, este é um setor produtivo em que se configuram inevitáveis condições de ineficiência econômica. Tais condições traduzem-se pelo excessivo uso dos fatores de produção em nível de captura, além daquele ótimo que permitiria à frota pesqueira operar auferindo renda máxima e à sociedade como um todo alocar seus recursos produtivos no melhor uso alternativo possível (Gordon, 1954).

Portanto, torna-se evidente que, do ponto de vista econômico, programas destinados à administração racional dos recursos pesqueiros deveriam objetivar, fundamentalmente, a realocação dos fatores de produção para maximizar o valor líquido da produção pesqueira (Scott, 1955).

Nos termos do modelo básico exposto, tal realocação seria obtida através da redução induzida do esforço de pesca, do equilíbrio bioeconômico (**E3**) para o de renda máxima (**E1**) (figura 3).

Com efeito, a maioria dos programas de administração dos recursos pesqueiros tem sido orientada para limitar a **habilidade** da frota pesqueira em produzir esforço, de forma a propiciar um **correto** volume de captura, pelo menos sob o enfoque de sustentabilidade biológica do estoque. Tal orientação justifica-se pela necessidade de preservar o estoque de peixe da destruição, especialmente quando o equilíbrio bioeconômico ocorre acima do nível de esforço de pesca que permite obter o máximo rendimento sustentável (**E_{max}**).

Nesse sentido, destacam-se entre os tipos de regulamentação mais utilizados:

- suspensão da pesca em determinadas áreas ou estações do ano;
- limitação no tamanho mínimo do peixe capturado;
- seletividade imposta ao uso dos implementos de pesca;
- imposição de quotas de captura;
- limitação no número de barcos;
- cobrança de taxas e licenças de pesca.

Cada um desses métodos regulatórios tem vantagens e desvantagens, sendo impossível estabelecer *a priori* qual o mais apropriado para as condições específicas de um determinado recurso de pesca. A partir das estimativas da função de rendimento sustentável, o critério a ser considerado na escolha do método é o de que seja o custo de instituir e cumprir

tal regulamentação inferior ou igual ao valor potencial de seus benefícios.

Como forma alternativa de controle, destacam-se os programas executados para complementar a oferta dos produtos da pesca, via aquacultura. É o caso em que determinadas espécies de peixes são **cultivadas** sob condições ambientais artificiais e tecnologia apropriada e, à semelhança das empresas agrícolas tradicionais, caracterizam-se pela privatização dos meios de produção. Em nível mundial, a aquacultura tem se concentrado principalmente na produção de camarão, piramutaba, ostras, salmão, truta, carpa, tilápia, mariscos e mexilhões.

Adicionalmente, a proliferação da extensão da jurisdição sobre águas territoriais no limite das 200 milhas marítimas tem proporcionado condições aos países costeiros de impor um controle na exploração de recursos pesqueiros por outras nações. Caso os países costeiros não tenham capacidade de produzir esforço de pesca, podem **vender** o direito de exploração de seus recursos pesqueiros, com benefícios adicionais para a geração de divisas.

Enfatizou-se, até este ponto, que o rendimento econômico máximo da pesca deve ser o objetivo básico de sua administração. Entretanto, a sociedade pode escolher sacrificar essa eficiência em detrimento de objetivos nacionais mais importantes como, por exemplo, manutenção do equilíbrio no balanço de pagamentos, redução no desemprego estrutural etc. Nesse caso, a estimativa do rendimento econômico máximo pode ser usada como ponto-de-partida para avaliar **ganhos** potenciais advindos com a **perda** de eficiência na exploração do recurso pesqueiro. O decréscimo na renda econômica poderia ser encarado como o **preço** pago pela sociedade para alcançar outros objetivos alternativos, ao invés de melhor alocar seus fatores produtivos.

RECURSOS PESQUEIROS — O CASO BRASILEIRO

Pesca extrativa

O Brasil possui limitada potencialidade de expandir a produção pesqueira através da pesca extrativa. A despeito da extensão do litoral brasileiro, suas águas territoriais são pobres em nutrientes, levando a estimar que a produção de recursos pesqueiros marinhos e estuarinos poderá, no máximo, dobrar seus níveis atuais, alcançando volumes de captura entre 1400 e 1700 toneladas (Neiva, 1990). A potencialidade produtiva dos recursos pesqueiros nas águas interiores brasileiras é pouco conhecida. Na bacia amazônica, das mais de duas mil espécies já identificadas, apenas 20 são exploradas comercialmente, sendo seu potencial pesqueiro estimado em cerca de 200 mil toneladas (Neiva, 1990).

Por outro lado, a produção pesqueira no país, embora duplicada no período de 1962 a 1979, registrando crescimento médio anual de 4,4% (Paez, 1982), estabilizou-se em torno de 700 a 800 mil toneladas no final da década de 80, com acentuada ociosidade do parque industrial instalado (Infofish International, 1991).

À exceção da região Norte, nas demais regiões as espécies tradicionalmente capturadas, como lagosta, camarão, corvina, sardinha, pescada, merluza e tainha, entre outras, têm sido exploradas em níveis próximos do máximo rendimento sustentável, em alguns casos ocorrendo sobrepesca.

Como exemplo típico de sobrepesca, destaca-se o caso da sardinha. Os desembarques totais na região Sudeste apresentaram tendência ascendente, atingindo um máximo de 228 mil toneladas em 1973, para gradativamente declinarem até chegar, em 1990, ao menor volume de toda história da pesca dessa espécie pelágica, como pode ser observado na tabela a seguir.

Desembarques de Sardinha (*Sardinella Brasiliensis*) na Região Sudeste do Brasil de 1964 a 1990

Ano	Desembarque (Toneladas)	Ano	Desembarque (Toneladas)
1964	38.772	1978	144.686
1965	50.777	1979	149.499
1966	59.553	1980	146.201
1967	80.371	1981	116.379
1968	75.671	1982	98.875
1969	113.877	1983	139.377
1970	135.400	1984	136.200
1971	160.925	1985	123.961
1972	170.706	1986	126.180
1973	228.448	1987	91.241
1974	200.714	1988	65.139
1975	184.167	1989	78.107
1976	93.899	1990	32.080
1977	145.576		

Fonte: Supes/Ibama

Caracteriza-se, nesse caso, uma situação de sobrepesca e de ociosidade, tanto em nível da frota como da indústria, acentuando-se a dependência das importações de sardinha para manter o setor em atividade e abastecer o mercado interno. Os prejuízos causados são evidentes e ocorrem a despeito das normas regulatórias existentes, fiscalizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

As regulamentações da pesca da sardinha, que atualmente incluem o controle da frota, de períodos defesos e de tamanho mínimo de captura foram es-

tabelecidas de acordo com recomendações emanadas de estudos realizados pelo próprio Ibama sobre a dinâmica dos estoques da sardinha. Estimativas da Sudepe (1981) já apontavam, em 1981, 200 mil toneladas como o volume máximo de rendimento sustentável para a sardinha, indicando que ultrapassado esse limite as capturas decresceriam, como de fato aconteceu a partir de 1973-1974, quando tal nível foi atingido.

Assim, a natureza da propriedade comum do recurso, aliada ao conflito gerado pelo desempenho simultâneo do Ibama nas atividades de pesquisa e fiscalização, além da carência de recursos humanos e financeiros necessários a uma fiscalização mais eficiente, situam-se entre as causas que têm contribuído para dificultar o controle da pesca da sardinha, ocasionando o colapso quase total da espécie nos mares brasileiros.

Sendo essa a situação encontrada para a maioria das espécies capturadas comercialmente, as possibilidades de expansão efetiva e potencial da produção pesqueira brasileira são reduzidas. Dependem da diversificação e da racionalização de tal atividade, o que exige vultosos investimentos em pesquisa, fiscalização e controle.

Aquacultura

Como formas alternativas de reduzir a pressão da pesca sobre os estoques disponíveis, destacam-se os programas que visam a complementar a oferta de pescado, via aquacultura. Presentemente, a aquacultura já responde por 12% da produção mundial de pescado (situada em torno de 100 milhões de toneladas, em 1989), esperando-se que no ano 2000 essa participação chegue a atingir 25% (Saint-Paul, 1991).

A aquacultura apresenta vantagens, tanto sobre a pesca extrativa quanto com relação a agricultura e pecuária. Relativamente à pesca extrativa, a aquacultura permite ao empresário exercer controle sobre a produtividade, alocando eficientemente seus recursos produtivos de forma a obter a máxima renda econômica, através da privatização dos meios de produção. Garante-se ainda a oferta em volumes predeterminados, conforme exigidos pelo mercado, com padrões de qualidade e uniformidade difíceis de serem atingidos pela pesca extrativa. A aquacultura destaca-se como fonte adicional de renda e emprego na empresa agrícola, especialmente quando consorciada à criação de outros animais e às culturas em áreas irrigadas e regiões improdutivas para outros cultivos e usos.

Na criação de peixes, a taxa de conversão de alimentos em carne situa-se em nível inferior ao das demais carnes. Essa proporção é, em média, de 1,5:1, enquanto para bovinos, suínos e aves é, respectivamente, de 10:1, 4:1 e 2,5:1 (Shang, 1981).

Em conseqüência, o custo de produção de peixe em cativeiro tende a ser inferior ao de bovinos, suínos e aves, considerando ter a maioria das espécies seu crescimento sustentado por nutrientes oriundos do próprio ambiente aquático e de dejetos de outros animais. A criação de peixes pode produzir três toneladas por hectare/ano, enquanto na pecuária bovina a produção máxima é de 500 a 700 quilos (Shang, 1981).

A menção dessa ordem de vantagens justificaria, por si só, a necessidade de intensificar a produção de peixe em cativeiro no Brasil, à semelhança de outros países da Ásia e da América Latina. Considerando as condições ambientais favoráveis no país, a aquicultura é alternativa viável de produção de proteína de alta qualidade para a população brasileira e de, simultaneamente, atendimento às crescentes exigências da demanda internacional.

Entre outros estudos realizados, os de Morimoto (1975), Paez (1981), Alves (1982) e Anderson & Wessels (1990) indicam que a demanda de pescado tende a ser elástica com relação a preço e/ou renda. Em conseqüência, é previsível que a oferta de pescado, se não for complementada pela aquicultura, originará déficits de abastecimento, pois a taxa de crescimento da produção extrativa tende a ser inferior à do crescimento do consumo.

Essa situação ocorreu no Brasil quando da vigência do **Plano Cruzado**. Com o aumento da renda e o congelamento de preços, a demanda por pescado elevou-se e somente pôde ser atendida por aumentos nas importações e decréscimos nas exportações. Enquanto as importações em 1985 corresponderam ao valor-CIF de US\$ 47,8 milhões, equivalentes a 38,4 mil toneladas, em 1986 elas quase triplicaram, atingindo US\$ 139,7 milhões e, respectivamente, 101,3 mil toneladas (Paez, 1988). Também em termos qualitativos houve mudança na composição dos produtos importados. A tradicional participação do bacalhau salgado no valor total das importações reduziu-se de 73%, em 1985, para 57% no período, deixando lugar para a elevação das importações de pescado resfriado e congelado, caracterizadas por atenderem a padrões mais altos de consumo. Em contrapartida, o valor-FOB das exportações brasileiras declinou. De US\$ 174,3 milhões em 1985, correspondentes a 61,5 mil toneladas, passou em 1986 para US\$ 153,8 milhões, equivalentes a 49,6 mil toneladas, sendo a exportação composta basicamente por camarão, lagosta e pargo (Paez, 1988). Fatores conjunturais, como os expostos, salientam a possibilidade de colapso no abastecimento doméstico ante a ausência de importações e demonstram evidente demanda reprimida do mercado interno.

Por outro lado, é relevante destacar as potencialidades de colocação no mercado internacional do pescado brasileiro, especialmente o camarão. Estu-

dos, como os de Rackwove (1983) e do International Trade Centre (1986), indicam o crescimento da demanda desse crustáceo nos três maiores mercados consumidores — Japão, EUA e Mercado Comum Europeu —, a qual só poderá ser atendida através de importações. Entretanto, a produção mundial de camarão manteve-se estável, próxima do nível máximo sustentável, tornando difícil a existência de excedentes que supram as necessidades futuras de importação desses mercados.

Sob tal ângulo, são amplas as possibilidades de expansão das exportações brasileiras de camarão baseadas na captura dos estoques ainda disponíveis, especialmente os da região Norte, e na oferta adicional que possa ser suprida pela carcinicultura. Porém, iniciativas de cultivo de camarão são ainda modestas no Brasil, a despeito de sua potencialidade produtiva. Na América Latina, o Equador ocupava em 1990 a liderança no Hemisfério Ocidental e a quarta posição em termos mundiais, após a China, a Indonésia e a Tailândia, tendo exportado um total de US\$ 437 milhões e produzido 73 mil toneladas de camarão em cativeiro (Infotish International, 1991).

Outra alternativa emergente para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil, além do de espécies exóticas como a tilápia, corresponde ao cultivo de *Colossoma*, espécies nativas da Amazônia: tambaqui, piratinga e pacu. Saint-Paul (1991) estima que o rendimento médio dessas espécies na região Amazônica, em regime de monocultura semi-extensiva, possa atingir três toneladas por hectare/ano, suprida apenas por subprodutos da agricultura. Uma área de 0,2 hectares seria suficiente para atender aos requisitos protéicos diários de dez pessoas.

Há, ainda, tendência do crescimento de consumo decorrente de fatores não-dependentes de preço ou renda, como a mudança de hábitos alimentares. A consciência de que a carne de pescado proporciona vantagens para a saúde, por conter baixo teor de gordura — o ácido- ω 3 (reduzidor do colesterol) — e alta concentração de vitamina B, tem incentivado seu consumo em detrimento das carnes vermelhas. Recentes inovações tecnológicas no processamento de produtos pesqueiros têm também propiciado o aumento de seu consumo sob a forma de alimentos pré-preparados. Nos EUA, embora seja ainda reduzida sua participação no orçamento familiar, de 1967 a 1990 os gastos com pescado sofreram aumento da ordem de 130%, enquanto as despesas com carne bovina decresceram 24% e as com carne de aves elevaram-se em 40% (Wellmann, 1990). O Departamento de Agricultura dos EUA estima que, até o ano 2000, o consumo médio *per capita* de pescado deverá crescer 44%, em comparação ao das carnes bovina, suína e de aves, cujos aumentos previstos situam-se em torno de 30%, 12% e 7%, respectivamente (Short, 1987).

Levando-se em conta, portanto, as limitações da oferta da pesca extrativa em contraste com as crescentes exigências da demanda, seja doméstica ou internacional, há motivos evidentes para o Brasil incentivar a produção de pescado através da aquicultura, com a participação conjunta dos setores público e privado.

A ciência e a tecnologia assumem papel fundamental nesse contexto. Postergar investimentos em pesquisa para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil poderá:

- colocar em risco a existência de estoque para futuras gerações, em face da inerente tendência de

exaustão dos recursos pesqueiros e dos altos custos associados ao controle da sobrepesca;

- reduzir as possibilidades de tornar essa atividade uma fonte de divisas altamente rentável;
- dificultar o oferecimento de proteína indispensável para a elevação dos padrões nutricionais da população brasileira;
- aumentar a dependência de importação de pescado;
- evitar a melhoria da renda dos produtores rurais e a utilização das potencialidades de produção no país;
- acentuar a atual ociosidade da frota e do parque industrial instalado.

Abstract

Meeting the challenge to raise agricultural yields and productivity without degradation of Brazilian natural resources has been associated with the scientific and technological knowledge that has supported the design of rational managerial policies. This paper exemplifies problems involving the exploration of fishery resources taking into consideration the characteristics of renewable resources, their common property and open access. The objective aims at the summarizing of economic concepts which applied to this resource through population dynamic models and the analysis of consequences for sustainable fishery management in Brazil.

Uniterms:

- open access equilibrium yield
- maximum economic yield
- aquaculture

Referências Bibliográficas

- ALVES, D.O. *Demand for food in Brazil*. New Haven, Connecticut, 1982. Tese (Doutorado) — Yale University.
- ANDERSON, J.L. & WESSELS, C.R. *The state of the art in demand analysis and market research in fisheries and aquaculture*. [Apresentado na 5. Conferência do International Institute of Fisheries Economics and Trade] Santiago, Chile, Dec. 1990.
- ANDERSON, L.G. *The economics of fisheries management*. Baltimore, The John Hopkins University Press, 1977.
- BEVERTON, R.J.H. & HOLT, S.J. *On the dynamics of exploited fish populations*. London, Her Majesty's Stationery Office, 1957.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Superintendência do Desenvolvimento da Pesca, Brasília, 1981. *Relatório do Encontro do Grupo de Trabalho e Treinamento sobre Avaliação dos Estoques*, 2., Brasília, Sudepe, 1981.
- FISHERY commodity review and outlook — 1990-1991. *Infofish International*, n.2, p.13-18, Mar./Apr. 1991.
- GORDON, H.S. The economic theory of a common property resource. *Journal of Political Economics*, v.62, p.124-142, Apr. 1954.
- INTERNATIONAL TRADE CENTRE. *Shrimp: a survey of the world market*. Geneva, UNCTAG-GATT, 1986.
- MORIMOTO, P.T. *Demanda de pescado da Grande São Paulo*. Viçosa, 1975. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Viçosa.
- NEIVA, G.S. *Subsídios para a política pesqueira nacional*. Santos, Terminal Pesqueiro, 1990.
- PAEZ, M.L.A. *An economic analysis of some factors associated with the international trade of frozen groundfish blocks*. Corvallis, 1981. Tese (Doutorado) — Oregon State University.
- _____. An overview of Brazilian foreign trade in seafood products. INTERNATIONAL SEAFOOD TRADE CONFERENCE, Anchorage, Alaska, Sept. 1982. *Proceedings*. Alaska, University of Alaska, 1983. p.381-403. [Alaska Sea Grant Report, 83-2]
- _____. An analysis of factors effecting international trade of seafood products: the Brazilian case. BIENNIAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF FISHERIES ECONOMICS AND TRADE, 4., Esbjerg, 1988. *Proceedings*. Esbjerg, University Centre of South Jutland, 1990. p.425-454.
- PELLA, J.J. & TOMLINSON, P.K. A generalized stock production model. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, n.13, p.421-458, 1969.
- RACKWOVE, R. *The international market for shrimp*. Kuala Lumpur, FAO, 1983. [Infofish Market Studies, 3]
- SAINT-PAUL, V. The potential for Colossoma culture in Latin America. *Infofish International*, n.2, p.49-53, Mar./Apr. 1991.
- SCHAEFER, M.B. Some aspects of the dynamics of population important to the management of commercial marines fisheries. *American Tropical Tuna Bulletin*, n.1, p.27-56, 1954.
- SCHANG, Y.C. *Aquaculture economics: basic concepts and methods of analysis*. Boulder, Westview, 1981.
- SCOTT, A. The fishery: the objectives of sole ownership. *Journal of Political Economics*, n.63, p.116-124, 1955.
- SHORT, D.J. *Targeting emerging seafood market*. Kuala Lumpur, FAO, 1987. [Infofish Marketing Digest, 3]
- WELLMANN, K.F. *Chicken of the sea? The U.S. consumer retail demand for fish products*. [Apresentado na 5. Conferência do International Institute of Fisheries Economics and Trade] Santiago, Chile, Dec. 1990.

Recebido em novembro/92