

A EFICIÊNCIA DA PESCA

[The fishing efficiency]

Edison Pereira dos SANTOS^{1,2}

RESUMO

Este trabalho apresenta, através de um modelo teórico, conceitos relacionados ao esforço de pesca e uma metodologia para a análise da eficiência da pesca.

PALAVRAS-CHAVE: esforço de pesca, poder de pesca

ABSTRACT

This paper presents, by means of a theoretical model, concepts related to fishing effort and a methodology for the fishing efficiency analysis.

KEY WORDS: fishing effort, fishing power

1. INTRODUÇÃO

O objetivo fundamental da Análise da Pesca é a otimização dessa pesca, através da maximização de sua eficiência e da otimização de sua intensidade. A otimização da inten-

sidade é feita através da ANÁLISE DE RENDIMENTO (SANTOS, 1978 e 1992). Este trabalho faz uma análise teórica dessa eficiência.

2. O MODELO

2.1. ESFORÇO DE PESCA

Na pesca comercial, as capturas são feitas, geralmente, com redes de arrasto, de emalhar (de espera), anzóis, armadilhas como covos, etc. Esses aparelhos são agrupados em 3 categorias:

- 1) pesca de arrasto
- 2) pesca de procura
- 3) pesca de espera

No arrasto e na procura o aparelho se desloca (pesca ativa). Na espera, o aparelho fica parado e os indivíduos explorados é que se deslocam, por migração natural ou pela atração das iscas (pesca passiva).

Um barco que arrasta uma rede, durante um certo tempo (T), captura (pelo menos em parte) os indivíduos da população explorada, que se encontram numa sub-região retangular de área:

$$a = bd$$

onde: a = ÁREA DE VARREDURA,

b = largura da boca da rede e

d = distância percorrida.

Se a velocidade do barco for v tem-se:

$$v = \frac{d}{T} \text{ e } a = bvT$$

Supondo b e v constantes tem-se: $a \propto T$ onde: α = proporcional

No caso das traineiras, um dos pescadores, denominado "olheiro" consegue ver os cardumes, até uma certa distância b do barco, e T é o TEMPO DE PROCURA com velocidade v :

$$a = 2bvT \propto T \text{ (para } b \text{ e } v \text{ constantes)}$$

Uma isca atrai os indivíduos ao seu redor, até uma certa distância. Se ela permanecer no local o TEMPO DE ESPERA T e se a veloci-

(1) Bolsista do CNPq junto à Divisão de Pesca Marítima - Instituto de Pesca - CPA/SAA
(2) Endereço/Address: Av. Bartholomeu de Gusmão, 192 - CEP 11030-906 - SANTOS-SP

dade média de deslocamento dos indivíduos for v :

$$a = \pi r^2 \text{ (área de um círculo com raio } r)$$

onde: r = distância máxima que um indivíduo pode percorrer com velocidade v , isto é: $v = r/T$, resultando:

$$a = \pi v^2 T^2 \propto T^2 \text{ (para } v \text{ constante)}$$

No caso das redes de espera:

$$a = bvT \propto T \text{ (para } b \text{ e } v \text{ constantes)}$$

onde: b = comprimento da rede,

v = velocidade de deslocamento dos indivíduos e

T = tempo de espera.

Seja:

A = área ocupada pela população explorada,

a = pequena em relação a A , para evitar sobreposições e

Σa = ÁREA TOTAL DE VARREDURA para a frota, durante o intervalo de tempo Δt ,

$\Sigma a = fa_u$ = INTENSIDADE DE PESCA onde a_u = ÁREA UNITÁRIA DE VARREDURA (valor de a para $T = 1$) e f = ESFORÇO DE PESCA $\propto \Sigma a$

isto é, f é um valor proporcional à intensidade de pesca, como, por exemplo, T .

2.2. PODER DE PESCA

Seja, num determinado instante (t):

$$D_N = \frac{N_t}{A} \quad D_w = \frac{W_t}{A}$$

onde: D_N = densidade da população, em número de indivíduos,

D_w = idem, em peso,

N_t = número total de indivíduos da população, e

W_t = peso total desses indivíduos.

Como nem todos os indivíduos disponíveis a um aparelho de captura, são capturados, devido à seletividade e evitação (SANTOS, 1978), este trabalho define:

$$Y^* = \frac{y_t}{a_u D_w} \quad C^* = \frac{N_t}{a_u D_N}$$

onde Y^* = RAZÃO DE CAPTURA em peso (relação entre o peso do capturado e do disponível),

y_t = captura em peso (produção) por unidade de esforço,

C^* = RAZÃO DE CAPTURA em número de indivíduos, e

N_t = número de indivíduos capturados por unidade de esforço.

PODER DE PESCA (P_p) é o produto:

$$P_p = a_u C^*$$

PODER RELATIVO DE PESCA (P_r) de um barco qualquer (i) em relação a um barco de referência é:

$$P_r = \frac{y_{ti}}{y_{tr}} = \frac{D_w a_{ui} C_{ti}^*}{D_w a_{ur} C_{tr}^*} = \frac{P_{pi}}{P_{pr}}$$

2.3. CAPTURABILIDADE

Em Investigação Pesqueira, é muito importante a relação (SANTOS, 1978):

$$F(\Delta t) = q(\Delta t)f$$

onde: $F(\Delta t)$ = coeficiente de mortalidade por pesca, no intervalo de tempo Δt e

$q(\Delta t)$ = capturabilidade,

Seja:

$$C_c^*(\Delta t) = \frac{C(\Delta t)}{N_t} \quad Q = \frac{a_u C^*}{A} \quad C_p^*(\Delta t) = Qf$$

onde N_t = número total de indivíduos da população, no instante t , início de Δt ,

$C(\Delta t)$ = número de indivíduos capturados,

$C_c^*(\Delta t)$ = expectativa de morte por pesca e

$C_p^*(\Delta t)$ = probabilidade de morte por pesca.

resultando:

$$\frac{C(\Delta t)}{f} = \frac{C_p^*(\Delta t)}{f} \quad N_i = p(\Delta t)N_i$$

$$\frac{C_p^*(\Delta t)}{F(\Delta t)} = \frac{p(\Delta t)C_p^*(\Delta t)}{QF(\Delta t)} = \frac{p(\Delta t)}{q(\Delta t)} \quad q(\Delta t) = \frac{F(\Delta t)}{C_p^*(\Delta t)}$$

onde: $p(\Delta t)$ = proporção entre a captura em número de indivíduos por unidade de esforço e o tamanho da população.

Relações importantes:

$$\frac{C_p^*(\Delta t)}{f} = Q \quad \frac{C_p^*(\Delta t)}{f} = p(\Delta t) \quad \frac{F(\Delta t)}{f} = q(\Delta t)$$

$$\frac{C_p^*(\Delta t)}{F(\Delta t)} = \frac{Q}{q(\Delta t)} \quad \frac{C_p^*(\Delta t)}{F(\Delta t)} = \frac{p(\Delta t)}{q(\Delta t)} \quad \frac{C_p^*(\Delta t)}{C_p^*(\Delta t)} = \frac{p(\Delta t)}{Q}$$

2.4 HOMOGENEIDADE DA FROTA

Se a distribuição espacial desses indivíduos for randômica em A, o número de indivíduos por unidade de área tem distribuição de probabilidade de Poisson (SANTOS, 1972), onde a média é igual à variância.

Este trabalho define:

$$I_h = \frac{\sigma^2}{\bar{N}_i} \quad \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n |N_{fi} - \bar{N}_i|^2}{n - 1}$$

onde: I_h = ÍNDICE DE HOMOGENEIDADE DA FROTA,

$\bar{N}_i$ = N_i médio e

n = número de observações,

que pode ser testado estatisticamente,

com (THOMAS, 1951):

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^n |N_{fi} - \bar{N}_i|^2}{\bar{N}_i}$$

para $\chi^2 \leq \chi^2_{\alpha}$ ($gl = n - 1$), há homogeneidade.

Essa homogeneidade depende, portanto, do tipo de distribuição espacial da população e da igualdade dos poderes de pesca.

2.5. CONCENTRAÇÃO DE ESFORÇO ou DE PESCA

A pesca pode distribuir-se homogeneamente na região (A) ocupada pela população ou concentrar-se mais em determinados locais. Denomina-se "ÍNDICE (I_c) DE CONCENTRAÇÃO DE ESFORÇO" à expressão (GULLAND, 1969; SANTOS & COELHO, 1974):

$$I_c = \frac{n \sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{f_i} \sum_{i=1}^n f_i}$$

onde: Y_i = captura em peso na sub-região i, durante um certo intervalo de tempo,

f_i = esforço aplicado nessa sub-região i, e

n = número de sub-regiões em que a região foi dividida.

Para $I_c = 1 \rightarrow$ distribuição espacial homogênea do esforço,

$I_c > 1 \rightarrow$ esforço concentrado nas sub-regiões mais densamente povoadas, e

$I_c < 1 \rightarrow$ idem, menos densas.

Este trabalho apresenta o seguinte índice:

$$I_c = \frac{Y - y_m f}{y_m f - y_m f} \quad \text{em produção ou} \quad \frac{L_s - L_{sm}}{L_{sm} - L_{sm}} \quad \text{em lucro}$$

$$\text{onde: } Y = \sum_{i=1}^n y_i \quad f = \sum_{i=1}^n f_i$$

y_m = produção mínima por unidade de esforço, nessas sub-regiões,

y_M = idem, máxima,

L_s = lucro obtido (valor econômico da produção menos despesas que variam com a distância da sub-região ao local de desembarque),

L_{sm} = lucro mínimo, quando todo o esforço é aplicado na sub-região, economicamente menos interessante, devido à produtividade e à distância, e

L_{SM} = idem, máximo.

A vantagem deste índice é variar de 0 (todo o esforço concentrado na sub-região menos produtiva ou lucrativa) a 1 (idem, na mais produtiva).

SANTOS & YAMAGUTI (1965) e VAZZOLER & SANTOS (1965) determinaram, para a pesca-

da-foguete *Macrodon ancylodon*:

$$L = 30 + 1,7 \cos[30(m - 1,5)]$$

e para a corvina *Micropogon furnieri*:

$$L = 31 + 1,8 \cos[30(m - 2,0)]$$

onde: L = latitude com a maior produção por unidade de esforço e m = mês do ano.

3. CONCLUSÕES

A eficiência da pesca (E_p) depende:

$$E_p = E(P_p, I_c)$$

onde: P_p = poder de pesca,

I_c = índice de concentração de esforço e

O poder de pesca (P_p) depende:

$$P_p = P(a_u, Y')$$

onde: a_u = área unitária de varredura (abran- gida por unidade de esforço) e

Y' = razão de captura (relação entre o peso dos indivíduos capturados e dos disponíveis em a_u)

A área unitária (a_u) depende:

$$a_u = a(b, v)$$

onde: b = tamanho da boca da rede ou distân- cia visual do olheiro,

v = velocidade do aparelho ou dos indiví- duos capturados.

A razão de captura (Y' ou C') depende da seletividade e da evitação dos aparelhos de captura. Na seletividade, alguns indivíduos

capturados, escapam, e na evitação, alguns evitam a captura, ativa ou passivamente.

O índice de concentração de esforço (I_c) depende da distribuição espacial da popula- ção explorada.

A homogeneidade da frota é estabelecida através do índice I_h (de homogeneidade). Aparelhos de pesca diferentes estrutural e operacionalmente, com o mesmo poder de pesca, são equivalentes.

Só se pode somar esforços de pesca, de aparelhos equivalentes, caso contrário é ne- cessário ponderar esses esforços com os res- pectivos poderes de pesca. Esse esforço deve estar "dirigido" para a espécie, mas nem sem- pre a "intenção" do pescador é suficiente para caracterizar esse "direcionamento de esfor- ço".

A capturabilidade [$q(\Delta t)$] é proporcional ao poder de pesca (P_p).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTALANFFY, L. von 1957 Quantitative laws in metabolism and growth. *The Quarterly Review of Biology*, Baltimore, 32(3): 217-31.
- BEVERTON, R.J.H. & HOLT, S.J. 1957 On the dynamics of exploited fish populations. *U. K. Min. Agr. Fish. Fish. Invest. Ser.*, 2(19), 533p.
- GULLAND, J.A. 1969 *Manual of methods for fish stock assessment*. Part 1. Fish population analysis. FAO Manuals in Fisheries Science nº 4: 154p.
- RICKER, W.E. 1958 Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, Ottawa, 119, 300p.
- SANTOS, E.P. dos 1972 Populational distribution II: the simulation and the Poisson analytical model. *An. Acad. Brasil. Ciên.*, Rio de Janeiro, 44(1): 155-58.
- _____. 1978 *Dinâmica de populações aplicada à pesca piscicultura*. São Paulo, HUCITEC-EDUSP, 129p.
- SANTOS, E.P. dos 1992 Um modelo matemático em dinâmica de populações I. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 19(único): 97-102.
- _____. & COELHO, R.R. 1974 Sobre a análise eco- nômica da pesca do pargo, *Lutjanus purpureus* Poey, no nordeste brasileiro. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, 14(2): 129-30.
- _____. & YAMAGUTI, N. 1965 Migração da pes- cada-foguete, *Macrodon ancylodon*. *Boln. Inst. oceanogr.*, São Paulo, 14: 129-31.
- THOMAS, M. 1951 Some tests for randomness in plant populations. *Biometrika*, Cambridge, 38: 102-11.
- VAZZOLER, A.E.A. de M. & SANTOS, E.P. dos 1965 Migração da corvina, *Micropogon furnieri*, na costa sul do Brasil. *Boln. Inst. oceanogr.*, São Paulo, 14: 125-28.