

## \*SÔBRE A DINÂMICA QUANTITATIVA POPULACIONAL\*

E. P. DOS SANTOS \*\*

### SYNOPSIS

The purpose of this paper is the analysis of the stability of the equilibrium of biological populations by means of graphical methods, and the application of this analysis in projects of preservation or eradication of natural populations.

### INTRODUÇÃO

Seja  $N(t)$  o tamanho de uma população biológica, no instante  $t$ . Depois do intervalo de tempo  $\Delta t$ , esse tamanho será  $N(t + \Delta t)$ . Podemos escrever:

$$N(t + \Delta t) = N(t) + R(\Delta t) - M(\Delta t)$$

onde:

$R(\Delta t)$  = número de indivíduos que nasceu em  $\Delta t$ ,

$M(\Delta t)$  = número de indivíduos que morreu em  $\Delta t$ .

Essa expressão é denominada "expressão da dinâmica quantitativa". Dinâmica quantitativa é, portanto, a variação do tamanho da população, em função do tempo. A população estará:

- em equilíbrio, se  $N(t + \Delta t) = N(t)$  e, portanto,  $R(\Delta t) = M(\Delta t)$ ;
- em crescimento, se  $N(t + \Delta t) > N(t)$  e, portanto,  $R(\Delta t) > M(\Delta t)$ ;
- em declínio, se  $N(t + \Delta t) < N(t)$  e, portanto,  $R(\Delta t) < M(\Delta t)$ .

A relação  $R(\Delta t) = f [N(t), \Delta t]$  é denominada "curva de reprodução" (Ricker, 1958) e a relação

$$M(\Delta t) = f [N(t), \Delta t],$$

"curva de mortalidade". Santos et al. (1971a) mostraram que, para o camarão sete barbas, a curva de reprodução tem o aspecto apresentado na Fig. 1a. Santos et al. (1971b) mostraram que, para essa mesma espécie, a curva de mortalidade tem o aspecto apresentado na Fig. 1b.

O objetivo deste trabalho é mostrar, didaticamente, a importância do estudo do equilíbrio da dinâmica quantitativa, nos projetos de preservação e de erradicação de populações naturais.

### MÉTODO

Suponhamos uma população com reprodução periódica e que os indi-

\* Realizado com a colaboração do Instituto de Pesca, da Sec. da Agricultura do Estado de S. Paulo, e da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE).

\*\* Instituto de Biociências — U.S.P. — C.P. 8.105

vídus se reproduzam apenas uma vez em toda a vida. Seja  $N$  o número de indivíduos que estão se reproduzindo, numa determinada época de reprodução, e  $R$  o número de indivíduos que nascem dessa reprodução. Esses  $R$  indivíduos produzirão os  $N$  indivíduos da reprodução seguinte. A relação  $R=f(N)$  é a curva de reprodução dessa população e a relação  $N=f(R)$  é a curva de sobrevivência, que depende da curva de mortalidade. Suponhamos que essas curvas tenham os aspectos apresentados na Fig. 1 e façamos uma sobreposição delas, como mostra a Fig. 2 (Beverton & Holt, 1957). Nessa figura,  $N_1$  indivíduos dão origem a  $R_1$ , de acordo com a curva de reprodução  $R=f(N)$ . Desses  $R_1$  indivíduos, sobrevivem  $N_2$  para a reprodução seguinte, de acordo com a curva de sobrevivência  $N=f(R)$ . O valor  $N_e$  dá origem a  $R_e$ , dos quais sobrevivem  $N_e$ ; é o ponto de equilíbrio da população.

A Fig. 3a mostra que se um fator qualquer (exploração pelo homem, poluição, variação das condições ambientais, etc.) diminuir o tamanho da população de  $N_e$  para  $N_a$ , se esse fator deixar de existir, a população volta ao ponto de equilíbrio. O mesmo acontece se o tamanho for aumentado de  $N_e$  para  $N_b$  (Fig. 3b). Neste caso dizemos que o equilíbrio é estável.

Na fig. 4 temos um caso de equilíbrio instável. Uma vez perturbada, a população não volta mais ao

equilíbrio e se auto-destroi, mesmo se o fator for eliminado.

Na Fig. 5 temos oscilação no tamanho da população.

Na Fig. 6 temos uma dinâmica quantitativa com dois pontos de equilíbrio, um estável ( $N_e$ ) e outro instável ( $N_i$ ). Enquanto o tamanho da população se mantiver no intervalo ( $N_i, N_j$ ), há uma tendência de voltar ao equilíbrio  $N_e$ , porém se  $N$  cair abaixo de  $N_i$  ou acima de  $N_j$ , a população se auto-destruirá.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho analisamos a estabilidade do equilíbrio da dinâmica quantitativa de uma população com reprodução periódica e com os indivíduos se reproduzindo uma única vez na vida.

Se existir um único ponto de equilíbrio e se esse equilíbrio for estável (Fig. 3), a população estudada não poderá ser destruída (se levarmos em consideração apenas a estabilidade), nem pela exploração nem por um projeto de erradicação.

Se esse único ponto de equilíbrio for instável (Fig. 4), a população não deve existir na natureza, pois qualquer variação ambiental, que certamente ocorre, destruiria essa população.

Em certos casos (Fig. 5), a população se mantém em oscilação constante.

Se, em vez de um, tivermos dois pontos de equilíbrio, um estável e outro instável, como mostra a Fig. 6, existe um intervalo  $(N_1, N_2)$  dentro do qual há tendência para o equilíbrio. Para preservarmos uma população com essa característica, temos que manter o seu tamanho nesse intervalo. Por exemplo, a exploração pelo homem não pode re-

duzir esse tamanho a valores menores que  $N_1$ ; se isso for feito, mesmo eliminando a exploração, a população se auto-destruirá. Se, por outro lado, estivermos interessados na erradicação dessa população, nós só a conseguiremos se diminuirmos esse tamanho a valores menores que  $N_1$ .

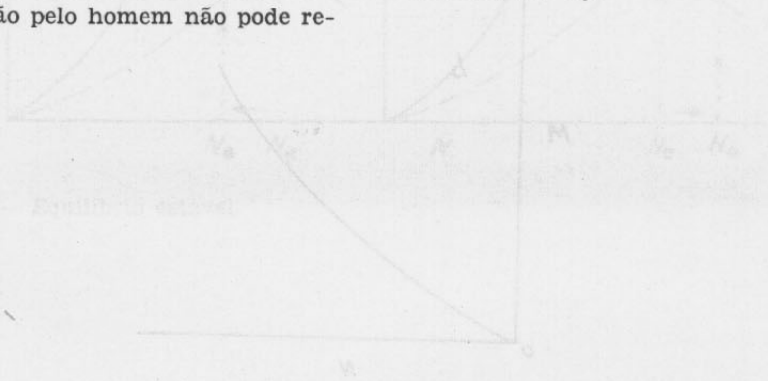


Fig. 1 — Aspectos das curvas de reprodução e de mortalidade segundo Santos et al. (1971) e de Al = 1.

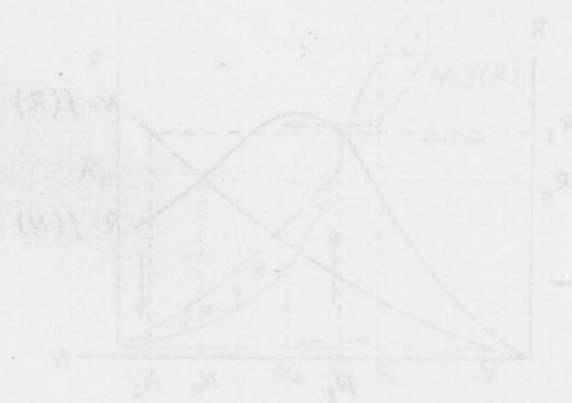


Fig. 2 — Sobreposição das curvas de reprodução e de mortalidade.

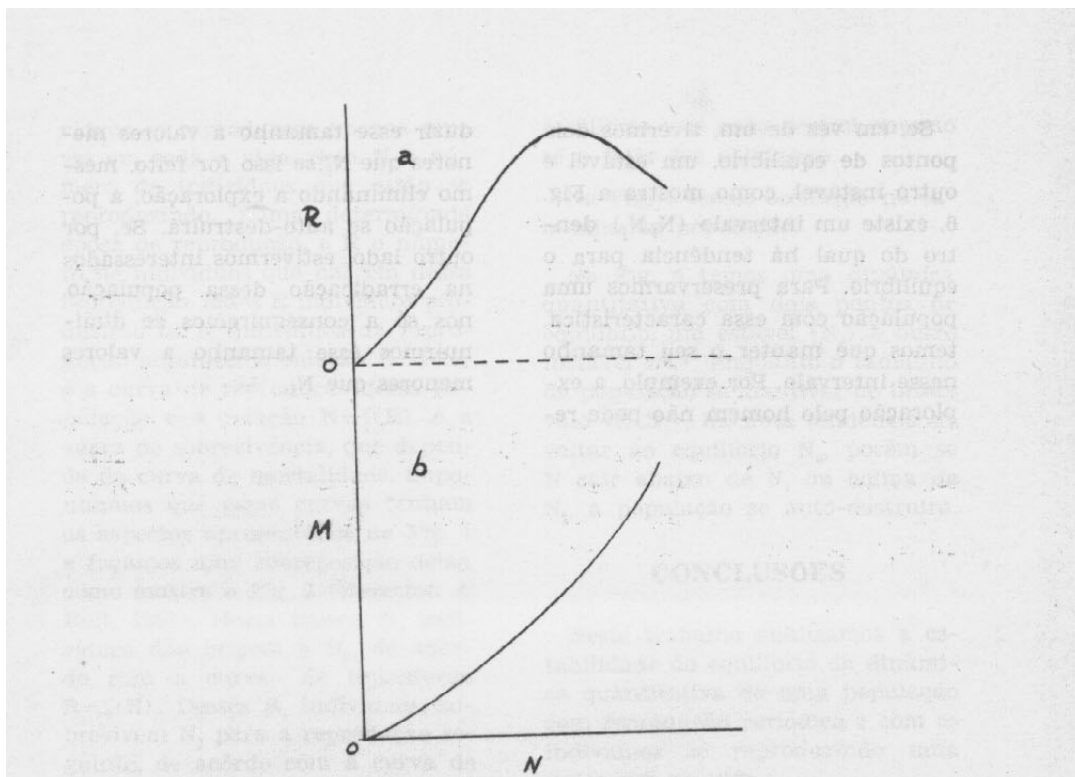


Fig. 1 — Aspectos das curvas de reprodução e de mortalidade segundo Santos et al. (1971 a e b).  $\Delta t = 1$ .

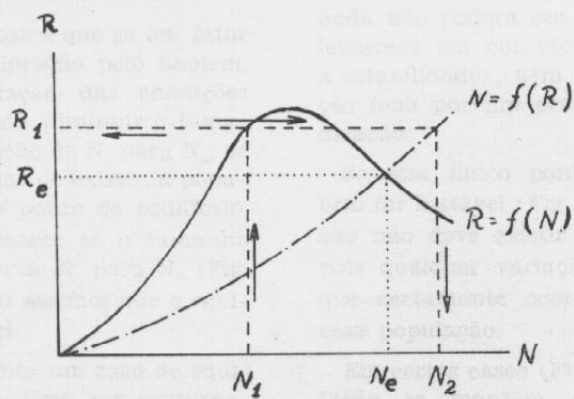


Fig. 2 — Sobreposição das curvas de reprodução e de sobrevivência.

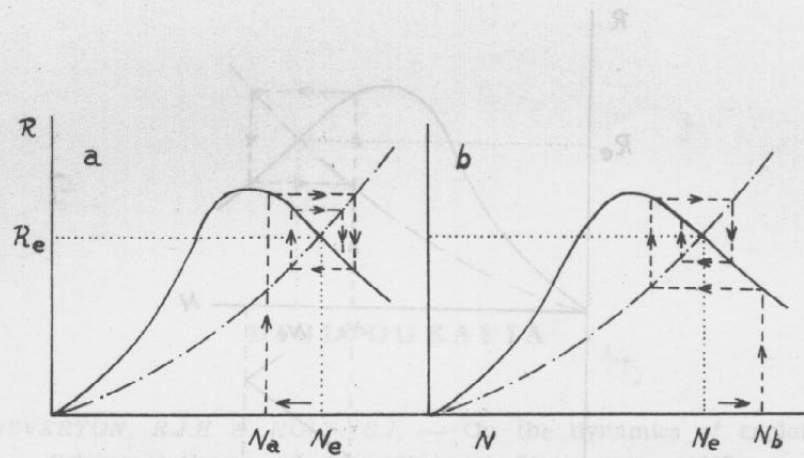


Fig. 3 — Equilíbrio estável.

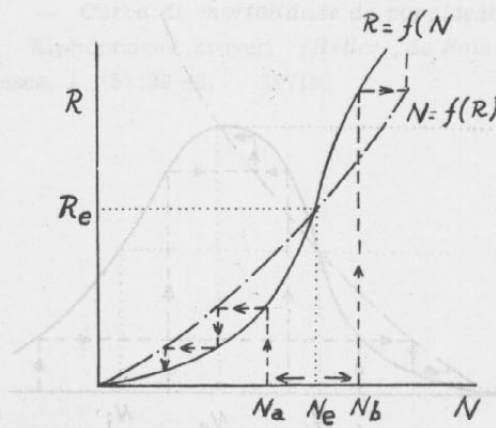


Fig. 4 — Equilíbrio instável.

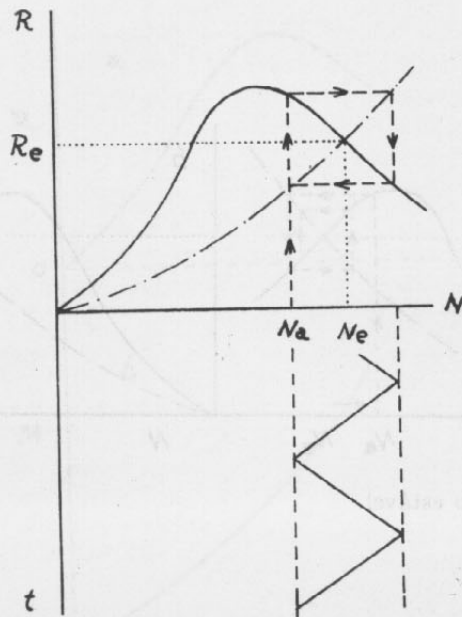


Fig. 5 — Oscilação no tamanho da população.

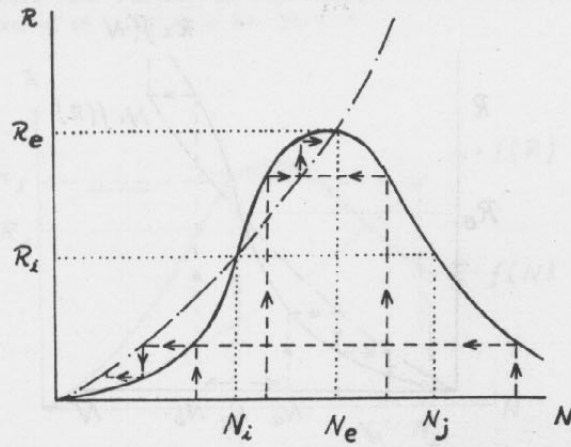


Fig. 6 — Dois pontos de equilíbrio, um estável ( $N_e$ ) e outro instável ( $N_i$ ).

## BIBLIOGRAFIA

- 1) BEVERTON, R.J.H & HOLT, S.J. — On the dynamics of exploited fish populations. London, Majesty's Stationery, 1957.
- 2) RICKER, W.E. — Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd Can. (119). 1958.
- 3) SANTOS, E.P. dos, NEIVA, G.S. & VALENTINI, H. — Curva de reprodução da população de camarão sete-barbas, *Xiphopeneus kroyeri* (Heller), da Baía de Santos. Inst. Pesca, 1 (3):15-22. 1971a.
- 4) \_\_\_\_\_ . — Curva de mortalidade da população de camarão sete-barbas, *Xiphopeneus kroyeri* (Heller), da Baía de Santos. Bol. Inst. Pesca, 1 (5):39-46. 1971b.