

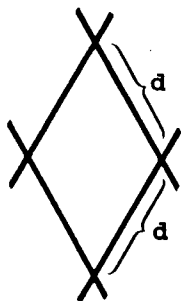
6 SELECTIVIDADE DA ARTE

Nos vários métodos discutidos no Capítulo 4 parece que o completo intervalo de comprimentos (ou intervalo de idades) de peixes ou crustáceos de um manancial nem sempre é totalmente explorado. A maioria das artes de pesca, por exemplo, redes de arrasto, são selectivas para tamanhos maiores, enquanto que algumas artes (redes de emalhar) são selectivas somente para um certo intervalo de comprimento, excluindo assim a captura de peixes muito pequenos e muito grandes. Esta propriedade da arte de pesca é chamada "selectividade da arte" e é necessário ter em conta, quando queremos estimar a real composição de tamanhos dos peixes na área de pesca. Ao mesmo tempo, é uma importante ferramenta para os gestores das pescas que, através da regulamentação dos tamanhos da malha utilizada pela frota pesqueira, podem mais ou menos determinar o tamanho mínimo da espécie a capturar, para uma certa pescaria. A selectividade da arte está fortemente relacionada com a mortalidade total estimada, Z , com as análises de dados de arrastos de investigação em comparação com as pescarias comerciais e com a previsão de futuras capturas (Thompson e Bell, ver Capítulo 8). Uma recente edição da "Fisheries Research" oferece uma visão geral do problema das selectividades das artes de pesca, de bastante utilidade (MacLennan, 1992).

Como é conceptualmente mais fácil, primeiro discute-se a selectividade das artes de arrasto e depois a das redes de emalhar ou artes similares.

6.1 ESTIMAÇÃO DA SELECTIVIDADE DA REDE DE ARRASTO

Uma completa descrição da rede de arrasto é dada na Secção 13.1. A parte final da rede com malhas finas, onde o peixe é retido, é chamada saco. Parece ser o "tamanho de malha" do saco que determina, em grande parte, a selectividade do arte de arrasto.



O "tamanho de malha" é normalmente definido como o comprimento da malha esticada. O comprimento da malha da rede mostrada aqui é $2*d$, onde d é o comprimento entre dois nós.

Para uma detalhada discussão das definições de tamanho e técnicas de medição de malha, ver FAO (1978b).

É possível determinar a quantidade e o tamanho dos peixes que escapam através das malhas do saco, cobrindo-o com um saco maior de malha menor, conforme ilustrado na Fig. 6.1.1. A selectividade da arte pode ser determinada comparando o tamanho dos peixes retidos no saco com os retidos no duplo saco. O "método do duplo saco" foi descrito por Pope et al., 1975 e Jones, 1976.

Exemplo 21: Experiência com o duplo saco, *Nemipterus japonicus*, Mar Sul da China

A experiência refere-se ao falso besugo *Nemipterus japonicus*, capturado com rede de arrasto com um saco de malha de 4 cm e um duplo saco com malha bem menor. A captura típica de um lance é dada na Tabela 6.1.1, para o saco e

para o duplo saco, na forma de duas tabelas de frequências de comprimento respectivamente (colunas B e C). A fracção da captura total que foi retida pelo saco pode então ser calculada e é apresentada como a fracção retida (exemplo $1/7 = 0.14$) de cada classe de comprimento. Quando a fracção retida é marcada, num sistema de eixos, contra o ponto médio da classe de comprimento correspondente, os pontos parecem seguir uma linha sigmoideal, que atinge o valor 1.00 (100% de retenção) para os comprimentos maiores e aproxima-se de 0.00 (0% de retenção) para os comprimentos menores. Esta curva sigmoideal é chamada "ogiva de selectividade da arte" e assemelha-se a uma distribuição normal acumulada.

A expressão matemática mais fácil de descrever a ogiva de selectividade é a chamada "curva logística":

$$S_L = \frac{1}{1 + \exp(S_1 - S_2 * L)} \quad (6.1.1)$$

onde $S(L) = \frac{\text{número de peixes de comprimento } L \text{ no saco}}{\text{número de peixes com comprimento } L \text{ no saco mais os no duplo saco}}$

e L é o ponto médio (comprimento médio) do intervalo de comprimento. S1 e S2 são constantes (Paloheimo e Cadima, 1964; Kimura, 1977, e Hoydal et al., 1982).

A Eq. 6.1.1 pode ser reescrita como

$$\ln(1/S_L - 1) = S_1 - S_2 * L \quad (6.1.2)$$

que representa uma recta, onde $S_1 = a$ e $S_2 = b$. Assim, a observação das fracções retidas (coluna E) pode ser usada para determinar a curva logística que se ajusta às observações. A curva logística estimada ($S_{L\text{est}}$) pode então ser usada para calcular as fracções que correspondem à curva (coluna H na Tabela 6.1.1).

Pode ser visto que se $S_L = 0$ ou se $S_L = 1$ a expressão na Eq. 6.1.2 não é definida.

Aplicando-se algumas manipulações algébricas, observa-se que existe uma correspondência entre S1 e S2 e L25%, L50% e L75%, os comprimentos nos quais 25%, 50% e 75% dos peixes são retidos, respectivamente, no saco. O intervalo de comprimentos compreendido entre L25% a L75%, que é simétrico em torno de L50%, é chamado "intervalo de selecção" (ver Fig. 6.4.3.1).

As fórmulas para calcular L25%, L50% e L75% são

$$L25\% = (S_1 - \ln 3) / S_2 \quad (6.1.3)$$

$$L50\% = S_1 / S_2 \quad (6.1.4)$$

$$L75\% = (S_1 + \ln 3) / S_2 \quad (6.1.5)$$

S1 e S2 podem ser calculados de L75% e L50% usando as seguintes fórmulas:

$$S_1 = L50\% * \ln(3) / (L75\% - L50\%) \quad (6.1.6)$$

$$S_2 = \ln(3) / (L75\% - L50\%) = S_1 / L50\% \quad (6.1.7)$$

A análise de regressão é feita para um intervalo de comprimentos entre a retenção zero (0) e a retenção total (1), excluindo assim os intervalos de comprimentos onde nenhuma retenção, ou a retenção total, é obtida, bem como todos os valores além destes pontos, mesmo que eles se encontrem entre 0 e 1.

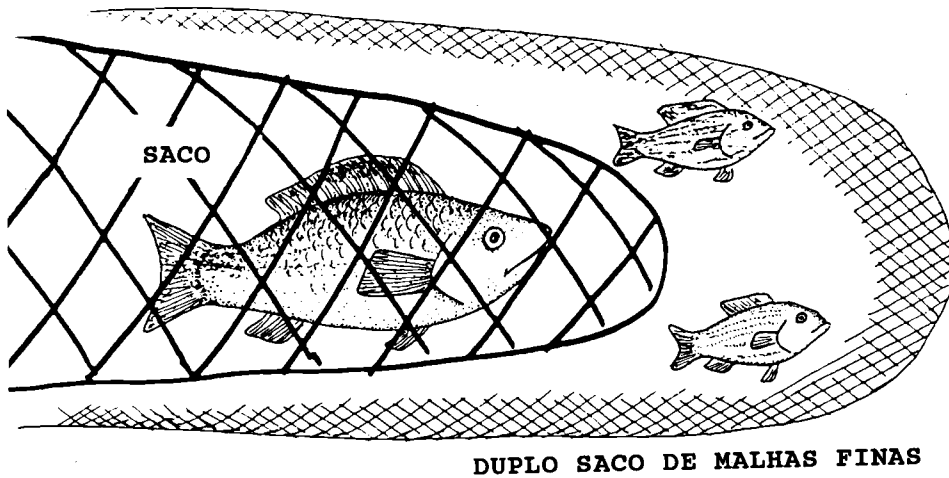


Fig. 6.1.1 Experiência com o duplo saco

Para o *Nemipterus japonicus* a regressão fornece os seguintes resultados, conforme apresentados na Tabela 6.1.1 e Fig. 6.1.2:

$$a = S1 = 9.4875 \text{ e } -b = S2 = 0.7193,$$

que resulta

$$\begin{aligned} S_{L \text{ est}} &= 1/(1 + \exp(9.4875 - 0.7193*L)) \\ L_{25\%} &= (9.4875 - \ln 3)/0.7193 = 11.7 \text{ cm} \\ L_{50\%} &= 9.4875/0.7193 = 13.2 \text{ cm} \\ L_{75\%} &= (9.4875 + \ln 3)/0.7193 = 14.7 \text{ cm} \end{aligned}$$

Como a probabilidade de um peixe escapar através da malha depende da sua forma, e, em particular, da relação entre a altura do corpo e o tamanho da malha, é natural assumir uma proporcionalidade entre $d_{50\%}$ (altura do corpo na qual 50% dos peixes são retidos) e o tamanho da malha:

$$d_{50\%} = A*(\text{tamanho da malha}) \quad (6.1.8)$$

onde A é uma constante. Como a altura do corpo é aproximadamente proporcional ao comprimento do corpo (cf. Secção 2.4), aplica-se uma expressão similar da Eq. 6.1.8 ao comprimento do peixe:

$$L_{50\%} = SF*(\text{tamanho da malha}) \quad (6.1.9)$$

onde SF é chamado "factor de selecção".

No caso do nosso exemplo (Tabela 6.1.1), encontramos $L_{50\%} = 13.2$ cm para um tamanho de malha de 4 cm e o factor de selecção é

$$SF = 13.2/4 = 3.3$$

Este factor de selecção pode agora ser usado para determinar $L_{50\%}$ para diferentes tamanhos de malha. Por exemplo, o $L_{50\%}$ do *Nemipterus japonicus* quando se utilizar malhas de 3 cm de comprimento será:

$$L_{50\%} = 3.3*3 = 9.9 \text{ cm}$$

Mais aplicações do $L_{50\%}$ e do SF serão discutidas no Capítulo 8.

Tabela 6.1.1 Estimação da ogiva de selectividade das artes de pesca para *Nemipterus japonicus* a partir de uma experiência com duplo saco (de Jones, 1976, compare Fig. 6.1.2)

A	B	C	D	E	F	G	H
interv. de comp. L1-L2	nº no saco	nº no duplo saco	nº total	fracção retida S_{Lobs}	$\ln(1/S(L)-1)$ (y)	comp.médio $(L1+L2)/2$ (x)	fracção retida S_{Lest}
9-10	0	1	1	0	-	-	-
10-11	1	6	7	0.14	1.82	10.5	0.13
11-12	2	7	9	0.22	1.27	11.5	0.23
12-13	2	4	6	0.33	0.71	12.5	0.38
13-14	7	5	12	0.58	-0.32	13.5	0.56
14-15	30	13	43	0.70	-0.85	14.5	0.72
15-16	61	8	69	0.88	-1.99	15.5	0.84
16-17	27	3	30	0.90	-2.20	16.5	0.91
17-18	7	0	7	1.00	-	17.5	0.96
18-19	4	1	5	0.80	-	18.5	0.98

intersecção = a = S1 = 9.4875 -declive = -b = S2 = 0.7193
 L50% = S1/S2 = 13.2 cm L75% = (S2 + ln 3)/S2 = 14.7 cm
 $S_{Lest} = 1/(1 + \exp(9.4875 - 0.7193*L))$
 (usada para calcular a curva na Fig. 6.1.2)

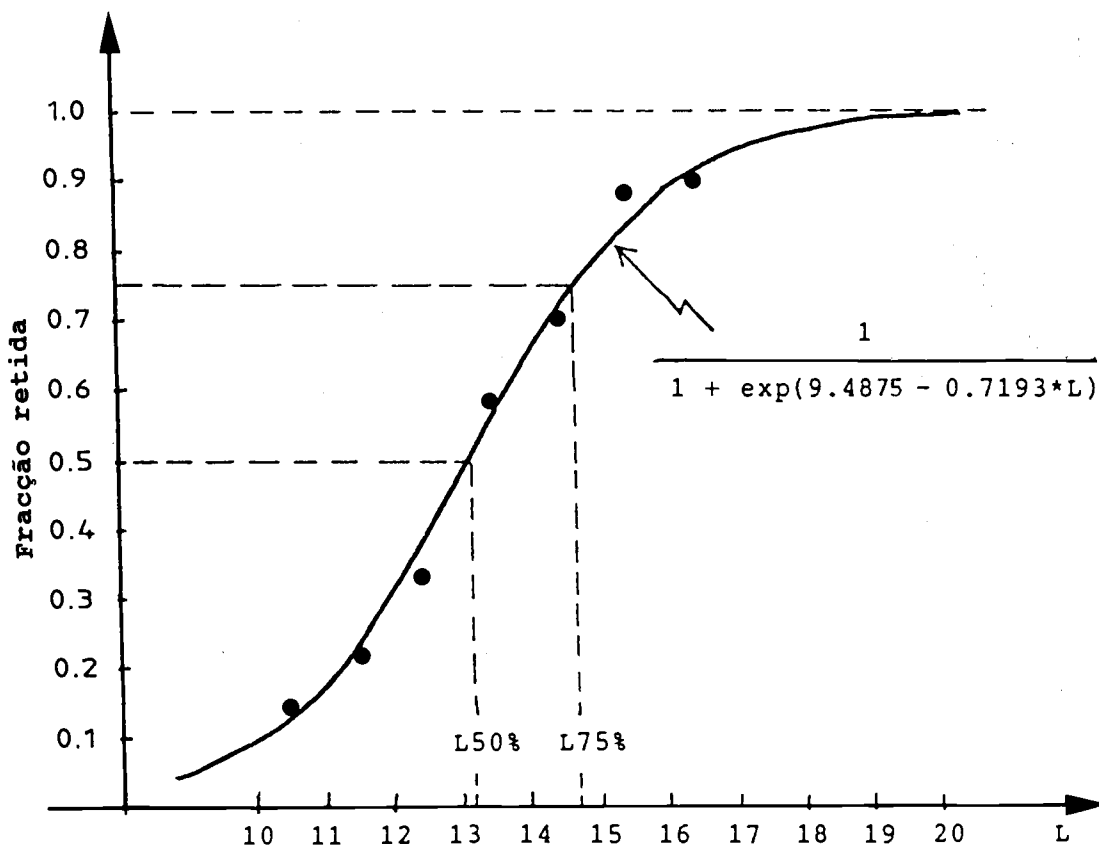


Fig. 6.1.2 Ogiva de selectividade para *Nemipterus japonicus*, capturado por uma rede de arrasto de tamanho de malha do saco de 4 cm (Jones, 1976)

6.2 ESTIMATIVA DA SELECTIVIDADE DA REDE DE EMALHAR

6.2.1 Curvas de selectividade simétricas

Basicamente, as redes de emalhar são redes rectangulares onde a parte superior, o cabo mestre, possui flutuadores, enquanto que o cabo inferior possui pesos. As redes de emalhar (de deriva ou fixas) frequentemente são compostas por diversas redes com diferentes tamanhos de malha. Para descrições adicionais de redes de emalhar ver FAO (1978b), Nédélec (1982) ou Karlsen e Bjarnason (1986).

As propriedades de selectividade das redes de emalhar são revistas em Hamley (1975) e pode-se encontrar discussões sobre selectividade de redes de emalhar, por exemplo em Baranov (1948), McCombie e Fry (1960), Gulland e Harding (1961), Regier e Robson (1966), Hamley e Regier (1973) e Jensen (1986).

As redes de emalhar são "artes passivas", isto é, os peixes têm que nadar para dentro da rede para serem capturados. Teoricamente, isto implica que peixes que se movam rapidamente têm uma maior probabilidade de encontrar as artes passivas, do que os peixes que se movam lentamente. Sabe-se ainda que peixes maiores movem-se mais rapidamente que os peixes menores da mesma espécie. A velocidade de natação pode ser aproximada por uma constante vezes uma função potência do comprimento:

$A \cdot L^B$, onde A e B são constantes (Yates, 1983).

Rudstam, Magnuson e Tonn (1984) incluíram a velocidade de natação (com $B = 0.8$ para o coregono, *Coregonus artedii*, de Wisconsin, USA) num modelo para a selectividade da rede de emalhar. Eles consideraram a selectividade como o produto de duas probabilidades:

(selectividade) = (probabilidade de encontro) * (probabilidade de ser capturado dado esse encontro)

Contudo, devemos lidar em seguida somente com o último factor, a probabilidade de ser capturado dado um encontro.

Para redes de emalhar simples, a curva de selectividade tem (ao contrário da curva de selectividade da rede de arrasto) uma inclinação descendente no seu lado direito. Os peixes pequenos podem passar através das malhas, tal como para a rede de arrasto, mas os peixes grandes também podem evitar serem capturados numa rede de emalhar porque as suas cabeças são tão grandes que eles não podem ser emalhados. Esta é a teoria simples que fundamenta a selectividade em redes de emalhar. Contudo, o quadro torna-se um tanto mais complicado quando são consideradas outras maneiras pelas quais os peixes podem ser presos numa rede de emalhar. Karlsen e Bjarnason (1986) reconhecem quatro maneiras do peixe ser capturado pela rede, como indicado na Fig. 6.2.1.1.

- a. "Pegado", quando a malha prende o peixe logo atrás do olho.
- b. "Emalhado", quando a malha prende o peixe logo atrás da abertura branquial
- c. "Entalado", quando a malha prende o peixe perto da barbatana dorsal
- d. "Enredado", quando o peixe se prende na rede pelos dentes, maxilares, barbatanas ou outras saliências, sem necessariamente ter penetrado na malha.

Modelo de Holt para dois tamanhos de malha

Para as três primeiras maneiras do peixe ser capturado, citadas acima, foi sugerido (Holt, 1963) que as curvas de selectividade tenham a forma de sino

e podem ser descritas por uma distribuição normal (cf. Secção 2.2 e Fig. 6.2.2.2).

Assim, quando o peixe está pegado, emalhado através das brânquias e ou entalado até às barbatanas dorsais, usamos o seguinte modelo:

$$S_L = \exp\left[-\frac{(L-L_m)^2}{2*s^2}\right] \quad (6.2.1.1)$$

onde L_m é o "comprimento óptimo para ser capturado" e s é o desvio padrão da distribuição normal. O factor " $n*dL/(s*\sqrt{2\pi})$ " que aparece na expressão para a distribuição normal (Eq. 2.2.1) não é utilizado aqui. Omitindo este factor, S_L torna-se numa fracção, ou seja, $0 < S_L \leq 1$.

Holt (1963) sugeriu uma experiência para estimar L_m e s pelo uso de duas redes de emalhar com tamanhos de malha diferentes, m_a e m_b . Os dois tamanhos de malha devem ser escolhidos de modo que as suas curvas de selectividade se sobreponham. As duas redes são utilizadas para pescar na mesma área e ao mesmo tempo; as observações retiradas são o número de peixes capturados por classe de comprimento, para cada rede e os pressupostos que fundamentam este método são:

1. O comprimento óptimo L_m (o topo da curva de selectividade em forma de sino) é proporcional ao tamanho de malha ($L_m = SF*m$, onde SF é o factor de selecção, cf. Secção 6.1)
2. As duas curvas de selectividade têm o mesmo desvio padrão
3. As duas artes têm o mesmo poder de pesca. Isto implica que, quando caladas, devem ter o mesmo comprimento e a mesma altura.

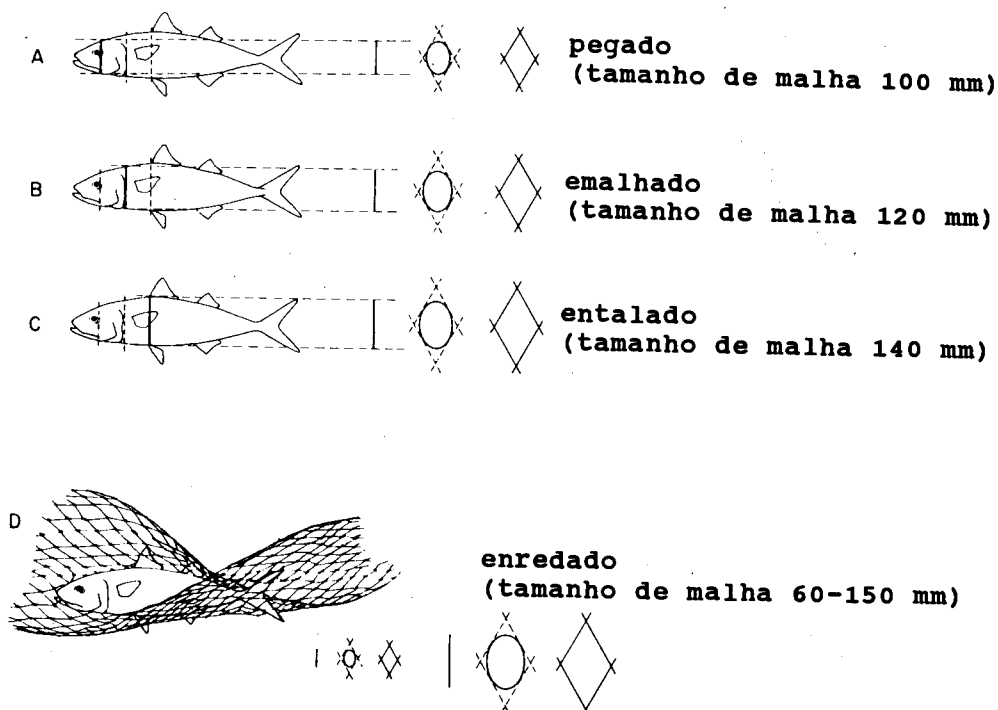


Fig. 6.2.1.1 Selectividades da rede de emalhar (de Karlsen e Bjarnason, 1986)

Exemplo 22: Estimativa das curvas de selectividade da rede de emalhar, Tilápia, Lago Victória

A Tabela 6.2.1.1 mostra um exemplo da experiência em *Tilapia esculenta* do Lago Victória. A coluna B contém as capturas, Ca, por classes de comprimento para a rede de malha menor (ma = 8.1 cm), e a coluna C contém as capturas correspondentes, Cb, para a rede de malha maior (mb = 9.1 cm). Os parâmetros a serem estimados são:

Lma: Comprimento óptimo para a rede de malha menor

Lmb: Comprimento óptimo para a rede de malha maior

s: O desvio padrão comum

Os dados de entrada para a análise, são os números capturados por classe de comprimento para cada rede, Ca e Cb, e os dois tamanhos de malha ma e mb. Os cálculos matemáticos são longos e são aqui omitidos.

Tabela 6.2.1.1 Cálculo das ogivas de selectividade das redes de emalhar para a *Tilapia esculenta*, Lago Victória (Garrod, 1961).

A	B	C	D
ponto medio do intervalo de comprimento L (x)	número de peixes capturados com a malha de 8.1 cm Ca	número de peixes capturados com a malha de 9.1 cm Cb	$\ln \frac{C_b}{C_a}$ (Y)
18.5	7	0	não utilizado
19.5	90	1	lizado
20.5	199	9	-3.096
21.5	182	53	-1.234
22.5	119	290	0.891
23.5	29	357	2.510
24.5	17	225	-
25.5	3	82	não utilizado
26.5	0	19	lizado
27.5	0	10	-

ordenada na origem = -41.907, declive = 1.894

$$Lma = \frac{-2*(-41.907)*8.1}{1.894*(8.1+9.1)} = 20.8 \text{ cm}$$

$$Lmb = 20.8*9.1/8.1 = 23.4 \text{ cm}$$

$$s = \sqrt{\frac{-2*(-41.907)*(9.1-8.1)}{1.894^2*(8.1+9.1)}} = 1.17$$

Passo 1: Calcular as razões logarítmicas

$$y = \ln(Cb/Ca)$$

para cada classe de comprimento (coluna D da Tabela 6.2.1.1). Somente os comprimentos onde as frequências se sobrepõem podem ser utilizados.

Passo 2: Fazer uma análise de regressão dos log das razões ($y = \ln(Cb/Ca)$, coluna D) contra o ponto médio do intervalo ($x = L$, coluna A) e determinar a e b :

$$\ln(Cb/Ca) = a + b \cdot L \quad (6.2.1.2)$$

Passo 3: Os resultados são obtidos substituindo os valores de a , b , ma e mb nas seguintes expressões.

O factor de selecção é estimado de

$$SF = \frac{-2 \cdot a}{b \cdot (ma + mb)} \quad (6.2.1.6)$$

O comprimento óptimo para as dois tamanhos de malha é $Lma = SF \cdot ma$ e $Lmb = SF \cdot mb$. O desvio padrão comum é determinado pela variância

$$s^2 = \frac{-2 \cdot a \cdot (mb - ma)}{b^2 \cdot (ma + mb)} = SF \cdot \frac{mb - ma}{b} \quad (6.2.1.6a)$$

Passo 4: Os pontos da curva de selectividade são determinados dando valores a L , na Eq. 6.2.1.1:

$$Sa(L) = \exp \left[- \frac{(L - Lma)^2}{2 \cdot s^2} \right]$$

$$Sb(L) = \exp \left[- \frac{(L - Lmb)^2}{2 \cdot s^2} \right]$$

Passo 5: Dos pontos obtidos e das capturas $Ca(L)$ e $Cb(L)$ é estimado um índice do número de indivíduos na população, para cada malha:

$$Na(L) = Ca(L) / Sa(L) \quad (6.2.1.6b)$$

$$Nb(L) = Cb(L) / Sb(L)$$

Os índices Na e Nb são, em princípio, iguais para o mesmo L , excepto quando há erros de amostragem. Estes, devem ser calculados somente, para classes de comprimento onde há um número fiável de indivíduos nas capturas da rede em questão. Se a suposição básica, da curva de selectividade seguir uma normal, não for cumprida, o número estimado da população deve ser restricto à zona da curva em que a suposição é cumprida quase na sua totalidade.

Os resultados estão apresentados na Tabela 6.2.1.2 e Figs. 6.2.1.1a e 6.2.1.2. Ao marcar os dados para a análise de regressão, Fig. 6.2.1.1a verifica-se que as curvas de captura são assimétricas, provavelmente devido ao efeito do enredado: os peixes maiores estão sobre representados em ambas as curvas. A estimativa foi restricta aos 4 pontos que se encontravam numa linha recta, que tem um número adequado de indivíduos. $Na(L)$ e $Nb(L)$ estão em acordo com os 4 pontos usados na regressão, no entanto, para os peixes maiores o ajuste é duvidoso devido à curva de captura ser assimétrica. É necessário um grande número de tamanhos de malha para cobrir a larga amplitude de tamanhos da estrutura da população.

Tabela 6.2.1.2 Estimativa da curva de selectividade da rede de emalhar para a *Tilapia esculenta*, Lago Vict6ria (Garrod, 1961)

ponto m6dio do intervalo de comprimento L (x)	n6mero capturado		$\ln \frac{Cb(L)}{Ca(L)}$ (y)	selectividade		N6 estimado	
	ma = 8.1 Ca(L)	mb = 9.1 Cb(L)		Sa(L)	Sb(L)	Na(L)	Nb(L)
18.5	7	0	-	0.1333	0.0001	52	-
19.5	90	1	-4.500	0.5164	0.0036	174	(282)
20.5	199	9	-3.096	0.9583	0.0443	208	203
21.5	182	53	-1.234	0.8519	0.2611	214	203
22.5	119	290	0.891	0.3627	0.7373	328	393
23.5	29	357	2.510	0.0739	0.9970	392	358
24.5	17	225	2.583	0.0072	0.6458	(2492)	348
25.5	3	82	3.308	0.0003	0.2003	(8881)	409
26.5	0	19	-	0.0000	0.0304		(638)
27.5	0	10	-	0.0000	0.0021		(4721)

$\ln (Cb(L)/Ca(L)) = a + b \cdot L; a = -41.907; b = 1.894$
 $SF = \frac{-2 \cdot a}{b \cdot (ma + mb)} = \frac{-2 \cdot (-41.907)}{1.894 \cdot (8.1 + 9.1)} = 2.573$
 $L_{ma} = SF \cdot ma = 20.84 \text{ cm}$
 $L_{mb} = SF \cdot mb = 23.41 \text{ cm}$
 $s^2 = SF \cdot \frac{mb - ma}{b} = 2.573 \cdot \frac{9.1 - 8.1}{1.894} = 1.3584$
 $s = 1.1655$

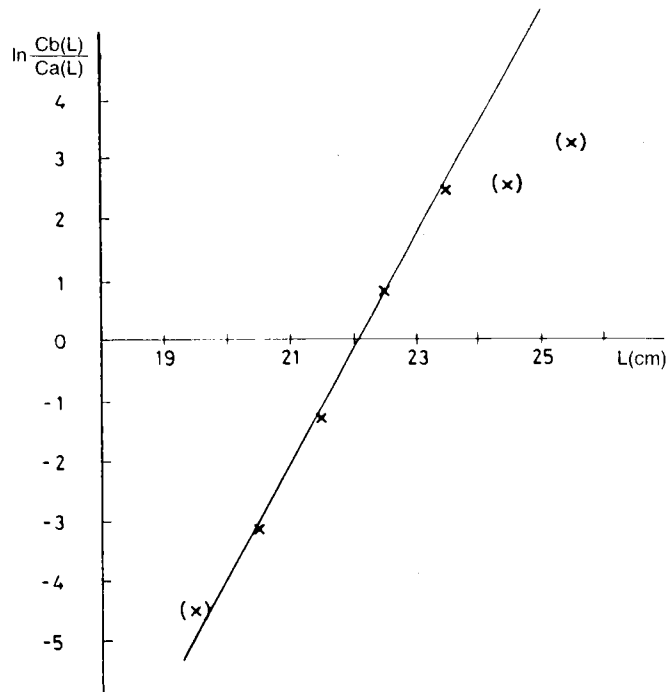


Fig. 6.2.1.1a *Tilapia esculenta*. Regress6o do $\ln(Cb(L)/Ca(L))$ contra o comprimento do peixe (Eq. 6.2.1.2)

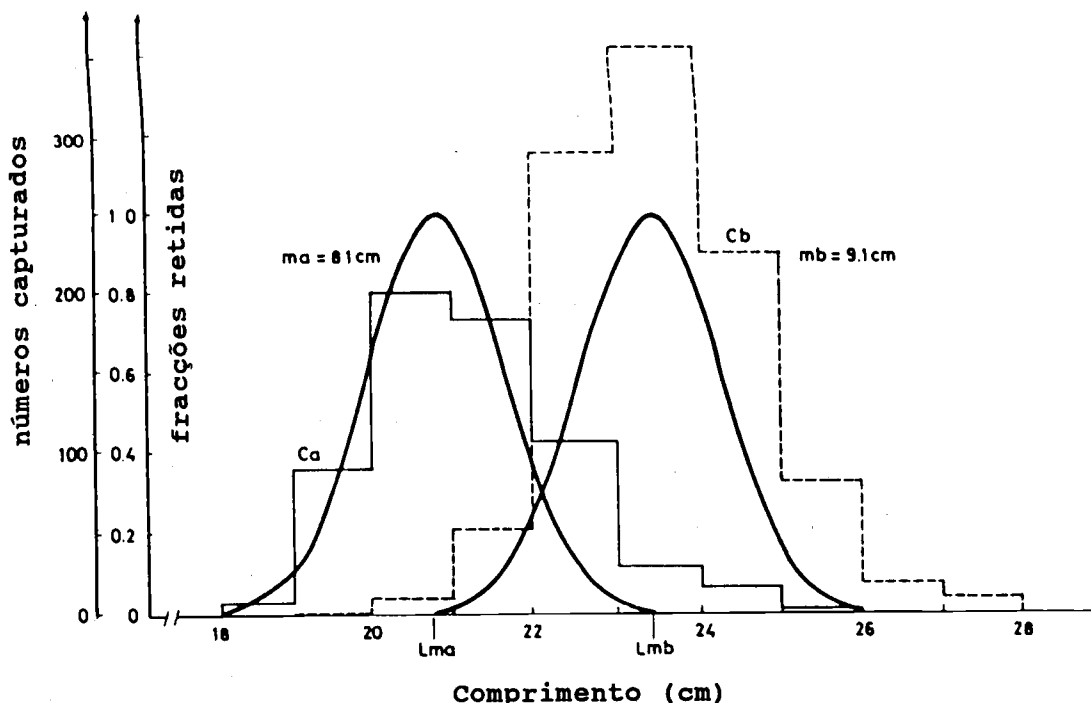


Figura 6.2.1.2 Curvas de selectividade para a *Tilapia esculenta* em redes de emalhar com tamanhos de malha de 8.1 cm e 9.1 cm, Lago Vict6ria (Garrod, 1961)

Modelo para v6rios tamanhos de malha

Quando h6 n tamanhos de malha, usados todos juntos em redes do mesmo tamanho, existe n-1 declives, b, e ordenadas na origem, a, estimados de acordo com a Eq. 6.2.1.2, obtendo como resultado

$$[a(1), b(1)], [a(2), b(2)], \dots, [a(n-1), b(n-1)]$$

correspondendo aos tamanhos da malha:

$$[m(1), m(2)], [m(2), m(3)], \dots, [m(n-1), m(n)]$$

Cada grupo de dados (correspondendo a cada tamanho de malha) foi utilizado duas vezes para gerar as estimativas: para estimar a(1) e b(1), empregou-se o primeiro grupo com o segundo, e este novamente com o terceiro para estimar a(2) e b(2) e assim sucessivamente. Origina-se, assim, uma certa correla76o entre pares consecutivos de a(i) e b(i) que 6 dif6cil de avaliar, mas pode ser importante quando apenas se disp6e de informa76o para poucos tamanhos de malha. Mantendo esta problem6tica em mente e reordenando a Eq. 6.2.1.5 d6 uma recta que passa pela origem:

$$-2*a(i)/b(i) = SF*[m(i)+m(i+1)], \quad i = 1, 2, \dots, n-1 \quad (6.2.1.7)$$

do qual o factor de selec76o 6 estimado como o declive. Com $y(i) = -2*a(i)/b(i)$ e $x(i) = m(i)+m(i+1)$ temos da Eq. 2.4.13:

$$SF = \Sigma[x(i)*y(i)]/\Sigma x(i)^2$$

A variância comum é estimada como a média das estimativas individuais para cada par consecutivo de tamanho da malha:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{SF(i) * m(i+1) - m(i)}{b(i)} \right] \quad (6.2.1.9a)$$

O comprimento óptimo para cada tamanho de malha, i , é obtido por:

$$Lm(i) = SF * m(i) \quad (6.2.1.10)$$

De seguida, calcular os pontos na curva de selectividade $S_i(L)$ para cada classe de comprimento. Somar os pontos obtidos a cada classe de comprimento para todos os tamanhos de malha e ajustar uma normal reduzida ao intervalo $|0,1|$, para obter uma curva de selectividade composta. Este último passo efectua-se dividindo os valores das somas pelo valor determinado mais alto.

Uma curva uniforme sobre uma grande gama de comprimentos indica que todas as classes de comprimento dessa gama foram amostrados uniformemente, de tal modo que a soma das capturas para cada classe de comprimento $C_i(L)$ pode ser usado directamente como um índice do número de indivíduos da população. Se a soma das curvas de selectividade produz picos e depressões acentuadas, o número de indivíduos por classe de comprimento, tem que ser estimado dividindo as capturas originais pela probabilidade de retenção (≤ 1), determinada para cada respectiva classe de comprimento da curva de selectividade normal reduzida. No entanto, deve-se considerar do mesmo modo que pode haver classes de comprimento que não servem para calcular o índice do número de indivíduos da população.

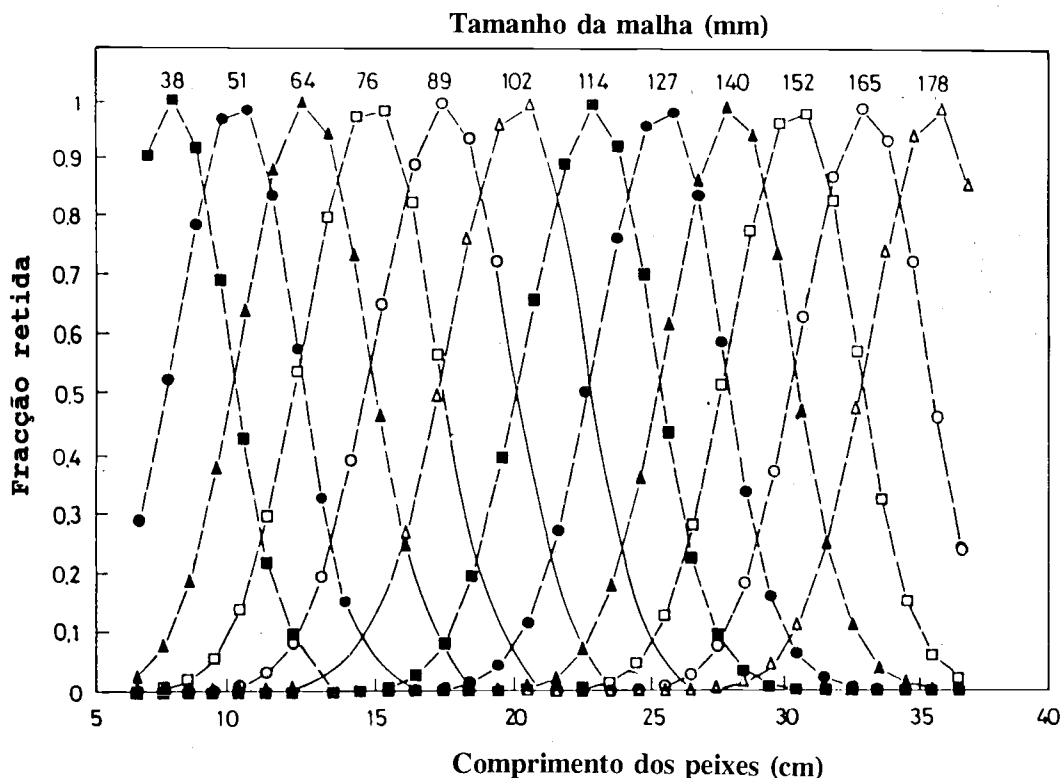


Fig. 6.2.1.2a Curvas de selectividade para um ciclídeo *Serranochromis codringtoni* no lago Kariba, África Sudeste, com redes de emalhar de 12 tamanhos de malha. Adaptado de: Zambia/Zimbabwe SADC Fisheries Project, Project Report Nº 26, 1993

Exemplo 22a: Estimativa da curva de selectividade para várias redes de emalhar, para *Serranochromis codringtoni*, no Lago de Kariba

As Figs. 6.2.1.2a e 6.2.1.2b mostram curvas de selectividade para um ciclídeo dum lago de África, onde 21000 indivíduos foram capturados num conjunto de 12 redes de emalhar com tamanhos de malha variando entre 38 e 178 mm. As curvas foram estimadas como acima descrito. Depois de somar e reduzir ao intervalo $[0,1]$, pode ser visto que a curva de selectividade resultante é achatada no topo para peixes com comprimento entre 11 e 31 cm. Assim, a captura total obtida com os 12 tamanhos de malha dá um índice bastante fiável da composição de tamanhos da população. O incremento na retenção observado no lado esquerdo da ampla curva, assemelha-se à curva de selectividade do arrasto (Fig. 6.1.2); a diminuição do lado direito não se observa nos resultados, pois não há peixes de tamanho tão grande, ou seja estimou-se um $L_{\infty} = 27$ cm. Convém não esquecer que os dados provém de pesca experimental e a pesca comercial no lago é principalmente com rede de emalhar de um só tamanho de malha. Portanto, é de esperar que a mortalidade por pesca não se mantenha com um valor máximo a partir de um certo tamanho e maior, tal como na pesca comercial.

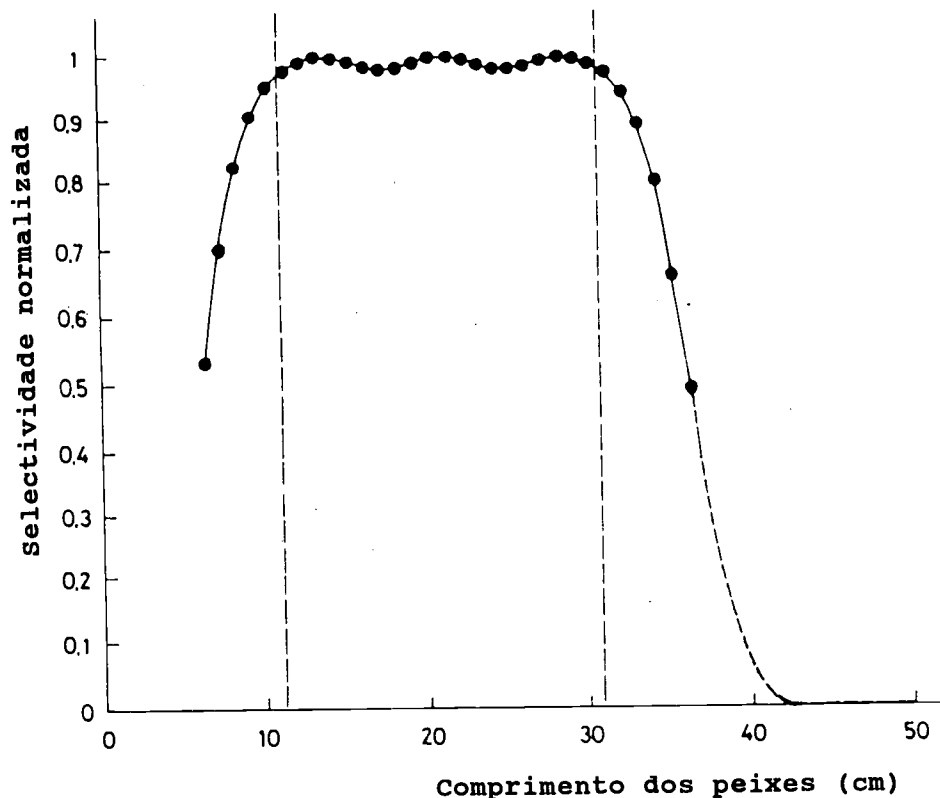
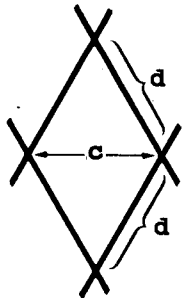


Fig. 6.2.1.2b Curvas de selectividade da Fig. 6.2.1.2a somada e reduzida ao intervalo $[0,1]$. Adaptado de: Zambia/Zimbabwe SADC Fisheries Project, Project Report Nº 26, 1993

Coefficiente de retenção

A selectividade da rede de emalhar é dependente duma variedade de factores para além do tamanho, tais como: construção da rede, visibilidade e elasticidade da rede, material da rede e forma e comportamento do peixe (Hamley, 1975). O enredado, mais do que o entalado e o emalhado, (cf. Fig. 6.2.1.1) é afectado pela construção da rede. A probabilidade de um peixe ficar enredado depende da chamada "razão de retenção" ou "coeficiente de retenção" que é definido segundo (FAO, 1978b):



$$\frac{\text{comprimento do cabo mestre}}{(\text{n}^\circ \text{ de malhas}) * (\text{tamanho da malha})}$$

ou (ver figura):

$$\text{coeficiente de retenção} = \frac{c}{2*d} \quad (6.2.1.11)$$

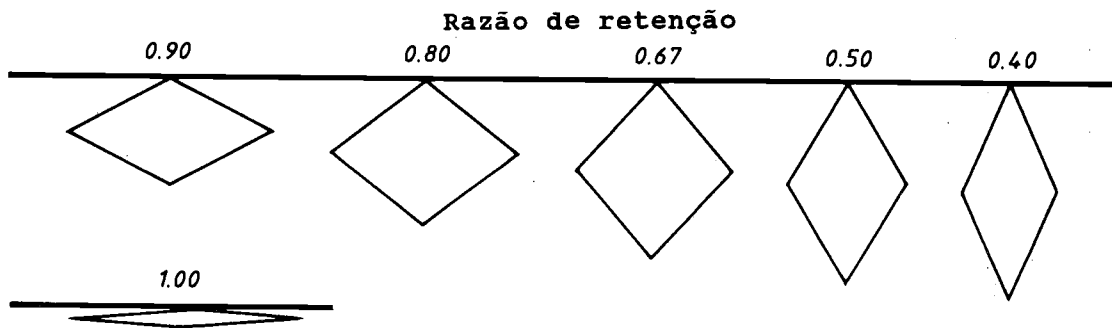


Fig. 6.2.1.3 Configuração de malhas com vários coeficientes de retenção para a rede de emalhar (FAO, 1978b)

Deste modo, para uma malha quadrada ($d = c/\sqrt{2}$) temos o coeficiente de retenção $\sqrt{2}/2 = 0.707$ que representa a abertura máxima. Os coeficientes de retenção, estão de um modo geral, no intervalo de 0.2 a 0.7 (ver Fig. 6.2.1.3). Quanto menor o coeficiente de retenção maior a probabilidade do peixe ficar enredado. Isto é demonstrado por Riedel (1963), que referiu capturas de *Tilapia mossambica* com redes de emalhar com 10 cm de tamanho de malha com três coeficientes de retenção diferentes:

coeficiente de retenção	numero médio capturado/dia	Porcente enredado	intervalo de tamanho captura
0.707	9.3	0	18-23 cm
0.36	29.5	24	13-23 cm
0.24	81.0	80	8-22 cm

6.2.2 O produto de duas curvas logísticas

Se o enredo é um factor importante, o método da distribuição normal descrito acima não é aplicável. Uma maneira de se estimar a curva de selectividade seria comparar as capturas das redes de emalhar às de uma arte não selectiva, por exemplo, às capturas da rede de arrasto. As capturas de uma arte não selectiva exerceriam o mesmo papel que a captura total no duplo saco e no saco de uma rede de arrasto quando operada segundo descrito na Secção 6.1. O mesmo processo utilizado na Tab. 6.1.1 pode ser aplicado. Neste caso necessitamos de uma curva de selectividade não simétrica do tipo mostrado na Fig. 6.2.2.1. Uma expressão matemática para este tipo de curva pode ser obtida multiplicando as duas curvas logísticas (Hoydal et al., 1982). A parte ascendente da curva é dada pela curva logística comum (cf. Eq. 6.1.1). Esta parte da curva reflecte a probabilidade de o peixe ser emalhado ou "entalado", e chama-se "SL", onde "L" representa "o lado esquerdo da curva de selectividade":

$$SL_L = 1/(1 + \exp(S1 - S2*L)) \quad (6.2.2.1)$$

Este tipo de selectividade é a dominante até ao comprimento A (ver Fig. 6.2.2.1). Para comprimentos maiores que B a selectividade é o efeito combinado do emalhado, o "entalado" e o "enredado". Esta parte da curva é exemplificada pela "curva logística inversa" e chama-se "SR" onde "R" representa o "lado direito da curva de selectividade":

$$SR_L = 1/(1 + \exp(D1 - D2*L)) \quad (6.2.2.2)$$

Os parâmetros na função SR, D1 e D2, são números negativos, enquanto que os parâmetros na função SL, S1 e S2, são números positivos. Os comprimentos correspondendo a 50% e 75% da selectividade, D50% e D75%, estão relacionados com D1 e D2 pelas mesmas expressões matemáticas utilizadas para S1, S2, L50% e L75% (cf. Eqs. 6.1.4 a 6.1.7):

$$D50\% = D1/D2 \quad \text{e} \quad D75\% = (D1 + \ln 3)/D2$$

$$D1 = D50\% * \ln(3) / (D75\% - D50\%) \quad \text{e} \quad D2 = D1/D50\%$$

Multiplicando a curva ascendente, SL, pela curva descendente SR, obtemos o tipo desejado de curva, S. Quando SL é ascendente SR é "neutra" (ou seja, aproximadamente igual a 1.0), e quando SR é descendente SL é "neutra":

$$S_L = SL_L * SR_L = \frac{1}{1 + \exp(S1 - S2*L)} * \frac{1}{1 + \exp(D1 - D2*L)} \quad (6.2.2.3)$$

A expressão S_L , supostamente, toma o valor máximo, 1.0, para pelo menos um valor L. Por conseguinte, a expressão da Eq. 6.2.2.3 (assim como a distribuição normal na Eq. 6.2.1.1) deve ser normalizada de forma ao valor máximo ser igual a 1.

Na prática isto é obtido da seguinte maneira. Seja $S(i)$ o ponto na curva de selectividade que representa a classe de comprimento nº i (estimado pela Eq. 6.2.1.1 ou 6.2.2.3) e seja $\text{MAX}\{S(j)\}$ o valor máximo de $S(j)$ entre todas as classes de comprimento, então a normalização é feita substituindo o valor de $S(i)$ pelo valor:

$$\frac{S(i)}{\text{MAX}\{S(j)\}}$$

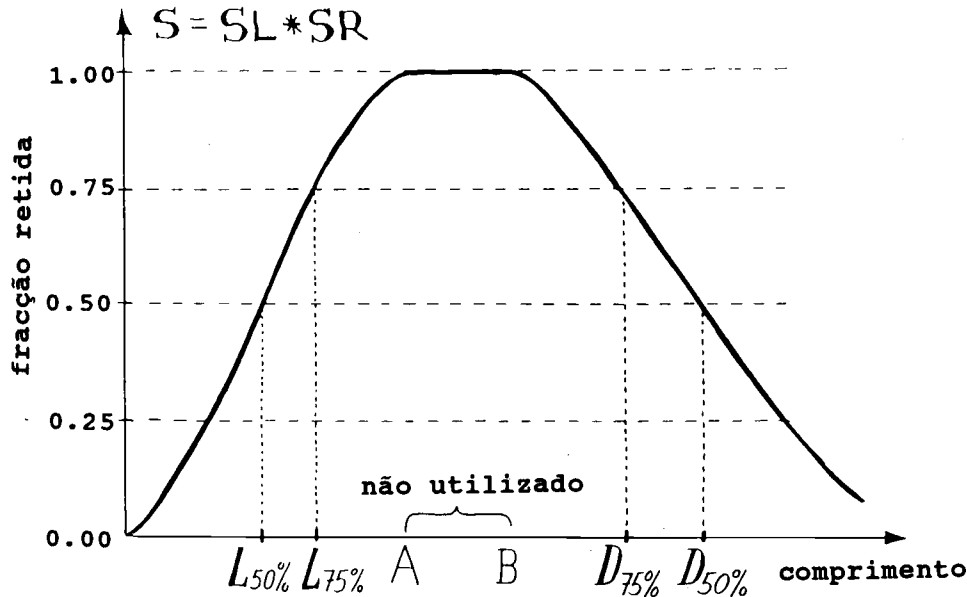


Fig. 6.2.2.1 Curva de selectividade assimétrica

Os parâmetros podem ser estimados tal como os parâmetros da ogiva de selectividade de rede de arrasto (cf. Secção 6.1). Para estimar S1 e S2 utilizar apenas as classes de comprimento abaixo de A (ver Fig. 6.2.2.1) e efectuar a análise de regressão:

$$\ln(1/S - 1) = S1 - S2*L \quad (6.2.2.4)$$

onde a variável independente, $y = \ln(1/S - 1)$, é calculada por comparação com a arte não selectiva:

$$S(i) = \frac{Cg(i)/Cn(i)}{\text{MAX}_j\{Cg(j)/Cn(j)\}} \quad (6.2.2.5)$$

onde

$$\frac{Cg(i)}{Cn(i)} = \frac{\text{nº peixes da classe de comprimento } i \text{ capturados na rede de emalhar}}{\text{nº peixes da classe de comprimento } i \text{ capturados pela arte não selectiva}}$$

O denominador na Eq. 6.2.2.5, " $\text{MAX}\{Cg(j)/Cn(j)\}$ ", é o valor máximo da razão Cg/Cn entre todas as classes de comprimento com valores diferentes de zero de Cg e Cn. Assim S(i), tal como definido pela Eq. 6.2.2.5, assume valores entre 0 e 1 (incluindo 1).

A Eq. 6.2.2.5 é baseada na hipótese de que os números Cn são capturados por uma arte, que não é selectiva para todas as classes de comprimento capturadas pela rede de emalhar. Se não for o caso, a Eq. 6.2.2.5 deve ser substituída por:

$$S(i) = \frac{[Cg(i)/Cn(i)]*Sn(i)}{\text{MAX}_j\{(Cg(j)/Cn(j))*Sn(j)\}} \quad (6.2.2.6)$$

onde Sn(i) é a curva de selectividade para a "outra arte".

O lado descendente da curva de selectividade (lado direito) é estimado utilizando os mesmos cálculos e as correspondentes observações às utilizadas para o lado esquerdo. Desta maneira, utilizamos os dados para as classes de comprimento acima do ponto B (ver Fig. 6.2.2.1) e procedemos à análise de regressão linear:

$$\ln(1/S - 1) = D1 - D2*L \quad (6.2.2.7)$$

O método dado acima, baseado no produto de duas curvas logísticas, é uma generalização que inclui a ogiva de selectividade da rede de arrasto (Eq. 6.1.1) e a curva simétrica (Eq. 6.2.1.1) como casos especiais. Designando os valores $D1 = -\infty$ e $D2 = 0$, fazemos o factor $1/(1 + \exp(D1 - D2*L))$ na Eq. 6.2.2.3 igualar a 1 para todos os valores de L e então a Eq. 6.2.2.3 é igual à Eq. 6.2.1.1. Se a curva é simétrica estimamos os parâmetros de forma que:

$$L50\% + D50\% = L75\% + D75\%$$

mas não temos que fazer suposições prévias.

A curva simétrica criada pelo produto das duas curvas logísticas pode não ser a mesma, tal como a curva de distribuição normal. O produto das duas curvas logísticas pode assumir o valor máximo (1) para uma intervalo de valores (na Fig. 6.2.2.1 A a B), contudo, pode também aproximar-se muito à distribuição normal como foi mostrado para o exemplo da Fig. 6.2.2.2.

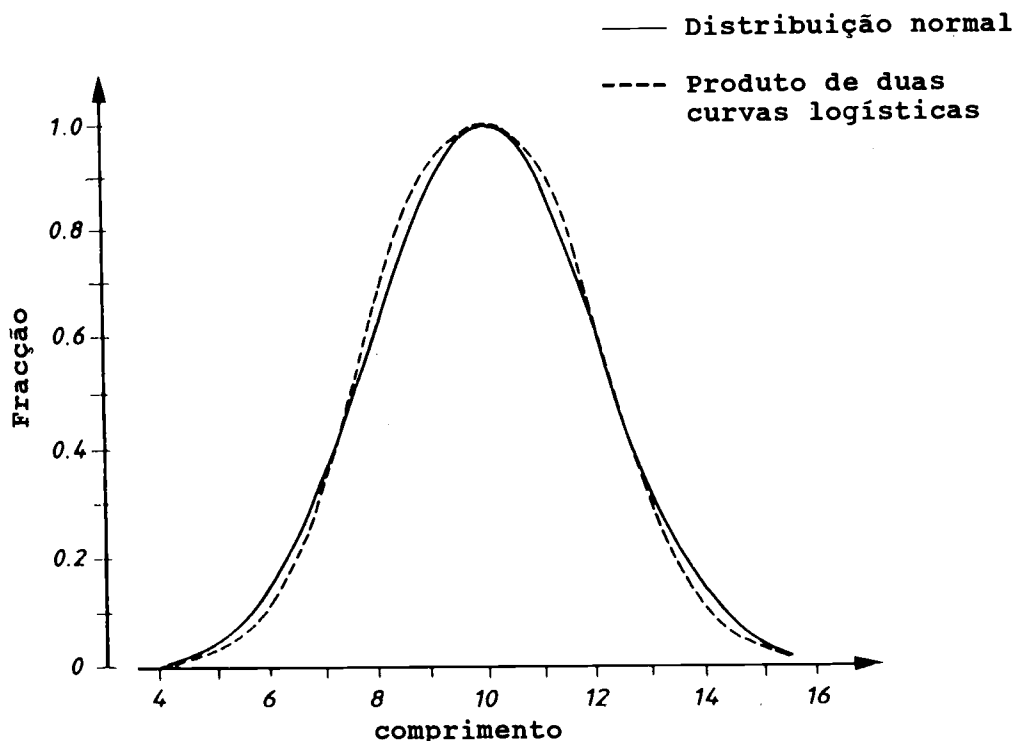


Fig. 6.2.2.2 Produto de duas curvas logísticas, que é quase idêntico à distribuição normal. Os parâmetros são:
Distribuição normal: $Lm = 10$ e $s = 2$
Produto das duas curvas logísticas:
 $L50\% = 7.645$ $L75\% = 8.483$
 $D50\% = 2*Lm - L50\%$ $D75\% = 2*Lm - L75\%$

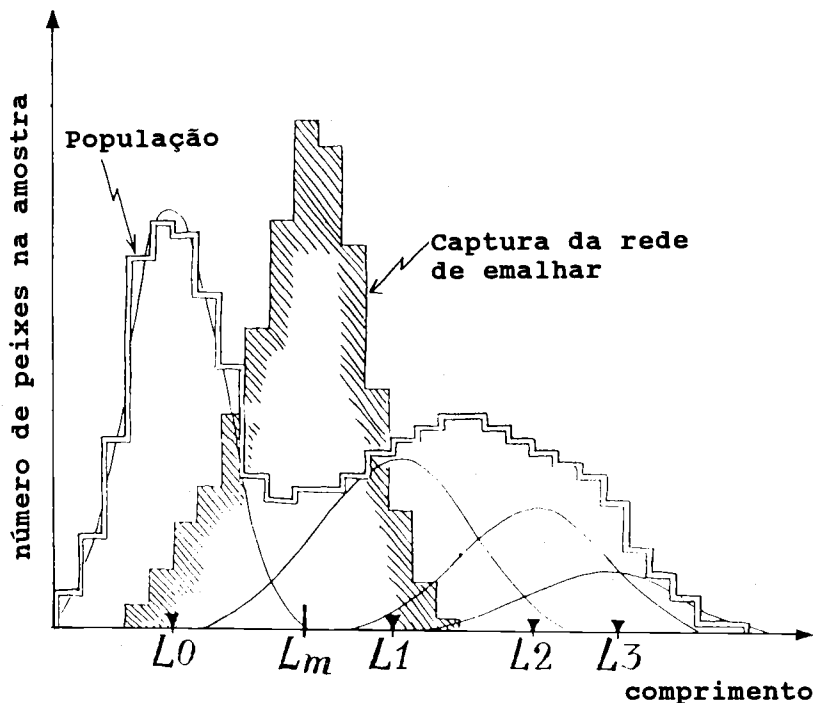


Fig. 6.2.2.3 Exemplo hipotético para ilustrar problemas de erro quando se usa dados da rede de emalhar para estimar os parâmetros de crescimento e as taxas de mortalidade

Sendo assim, se os dados para uma arte não selectiva (ou uma arte com curva de selectividade conhecida) são disponíveis, não há realmente necessidade de se usar o modelo tradicional, a distribuição normal, pois a mesma curva pode ser obtida como um caso especial da função logística (Eq. 6.2.2.3). Além do mais, esta última é versátil e fácil de lidar de um ponto de vista de cálculos. Utilizando o produto das duas curvas logísticas não somos forçados a fazer as hipóteses questionáveis de que as curvas de selectividade são distribuídas normalmente com um desvio padrão comum.

Finalmente, deve ser mencionado que os dados colhidos das capturas de redes de emalhar são difíceis de se utilizar para estimar os parâmetros de crescimento ou taxas de mortalidade. Isto é ilustrado na Fig. 6.2.2.3 como exemplo hipotético, consideramos uma amostra de frequências de comprimento representando a população (linha dupla), isto é uma amostra de uma arte não selectiva, e uma amostra representando as capturas da rede de emalhar (linha sombreada). A população contém quatro componentes ou coortes (distribuições normais), enquanto que a amostra da rede de emalhar parece conter apenas uma componente com valor médio L_m , que não coincide com nenhum dos quatro comprimentos médios das coortes (L_0 , L_1 , L_2 e L_3). Portanto, a amostra da rede de emalhar não dá nenhuma informação que possa ser utilizada para a separação das coortes e estimação dos comprimentos à idade.

As amostras colhidas durante todo o ano também dariam, mais ou menos, o mesmo quadro. Ou seja, somando uma série temporal durante um ano não daria uma curva muito diferente da curva de capturas da rede de emalhar da Fig. 6.2.2.3. Utilizando o declive descendente desta curva para estimar a mortalidade total a partir da análise da curva de capturas baseada em comprimentos, levaria a uma sobrestimação de Z . Antes de utilizar quaisquer dados da rede de emalhar para estimar os parâmetros de crescimento ou taxas de mortalidade, eles devem ser examinados criticamente. O resultado de tal exame pode resultar em, os dados não poderem ser usados ou poderem ser usados somente após ajustados para a selectividade das artes, como descrito na Secção 6.7.

6.3 DISCUSSÃO DA SELECTIVIDADE PARA OUTRAS ARTES

As duas secções anteriores trataram da selectividade de redes de arrasto (artes activas) e redes de emalhar (artes passivas). A literatura científica que trata da selectividade tem se preocupado principalmente com estas artes porque é relativamente fácil conduzir experiências para estimar as suas curvas de selectividade. Outros tipos de artes são também mais ou menos selectivas e o padrão de selectividade pode ser modificado por ajustes apropriados da arte. Acredita-se que tanto o modelo de selectividade baseado na curva logística (Eq. 6.1.1) como o modelo baseado no produto de duas curvas logísticas (Eq. 6.2.2.3) são versáteis o suficiente para descrever a curva de selectividade de qualquer tipo de arte.

Segue-se abaixo uma discussão resumida das propriedades de selectividade de dois tipos de artes passivas: anzóis e armadilhas, e de um tipo de arte activa: rede de cerco.

Parece conhecer-se muito mais sobre a selectividade das redes de arrasto e redes de emalhar do que das pescarias de anzol. Para a pesca à linha e anzol, alguns autores relatam que a curva de selectividade possui uma forma de sino, do tipo da rede de emalhar, dependente do tamanho do anzol, enquanto outros optam por um tipo de selectividade semelhante à da rede de arrasto. A ideia básica do uso da curva de selectividade em forma de sino é que um peixe pequeno não pode abrigar um anzol grande na boca e que um peixe grande não é retido com segurança por anzóis pequenos.

Uma discussão sobre selectividade de anzol pode ser encontrada em Ralston (1982), que observou um tipo de selectividade da rede de arrasto para a pesca à linha à mão do mar alto havaiano. De um experiência onde quatro tamanhos de anzóis foram usados para capturar lucianos e garoupas, o autor encontrou que pequenos anzóis foram quase tão eficientes quanto anzóis grandes na captura de peixes grandes. Para a parte esquerda ascendente da curva de selectividade (do peixe pequeno) encontrou uma curva sigmóide. Pope *et al.* (1975) sugeriram a utilização do tipo de selectividade da rede de emalhar para a pesca de anzóis, embora citem vários trabalhos que mostram o tipo de selectividade da rede de arrasto.

Pope *et al.* (1975) sugerem o tipo de selectividade da rede de arrasto para armadilhas argumentando que as armadilhas comportam-se como sacos na retenção do peixe. Munro (1974, 1983) discute a selectividade e outros aspectos da operação de armadilhas portáteis de peixes nas Antilhas. Estas armadilhas de 3 m de comprimento são feitas de arame para galinheiro com dois funis, em cujas bases estão as aberturas da entrada. São utilizadas para capturar peixes de recifes de coral. Munro (1974) desenvolveu um modelo para a capturabilidade das armadilhas como uma função do tempo de submersão (o tempo em que a armadilha está deixada na área de pesca).

A selectividade das armadilhas é complicada porque depende do peixe movimentar-se activamente para dentro dela. Para armadilhas pequenas (como as armadilhas mencionadas das Antilhas) pode-se esperar que apenas um indivíduo de uma espécie territorial possa ser capturado, mas o peixe apreendido pode ter sido substituído por outro antes da armadilha ser içada. Num outro extremo temos os peixes predadores, como os carapaus (Carangidae) que numa pesca de recifes de coral que abrange uma grande área num curto período de tempo e, portanto, tornam-se sobre representados nas capturas de armadilhas. Se um predador grande é capturado na armadilha ele pode manter potenciais peixes presas longe da entrada da armadilha. Se as espécies presas já estão dentro da armadilha, podem actuar como isco vivo e atrair grandes predadores, que por sua vez podem comer a presa antes da armadilha ser içada.

As capturas com armadilhas dependem da duração do tempo em que estas estão submersas (Munro, 1974). Há sempre uma possibilidade de que um peixe capturado encontre a abertura de entrada e escape através dela. Existem diferenças consideráveis entre as espécies. Algumas espécies saem das

armadilhas com grande facilidade (Munro, 1983). Assim, a selectividade da armadilha pode não ser apenas uma função do tamanho da malha utilizada na armadilha, por exemplo, o tamanho da abertura da entrada e o tempo de submersão podem ser importantes. A composição das espécies na área de pesca onde a armadilha é colocada também pode influenciar a selectividade, contudo, para o escape através das malhas, parece razoável assumir o tipo de ogiva de selectividade da rede de arrasto. Quando se considera a média das capturas de um grande número de armadilhas, algumas das complicações acima mencionadas podem desaparecer, isto é podem acabar sendo "interferências casuais" em torno da curva de selectividade.

Em princípio uma rede de cerco deve operar dum modo semelhante a uma rede de arrasto no que diz respeito à selectividade. No entanto, é mais difícil lidar com redes de cerco porque este tipo de arte é comumente utilizado para capturar cardumes de peixes, tais como sardinhas, cavalas e atuns. Estas espécies têm uma tendência a formar cardumes que consistem em peixes do mesmo tamanho. Assim sendo, devemos considerar um cardume como sendo uma unidade amostral (em vez de um único peixe).

6.4 OUTROS ASPECTOS DA SELECTIVIDADE DAS ARTES

6.4.1 Selectividade fio da navalha

A Fig. 6.4.1.1 mostra duas curvas de selectividade. A curva A tem um intervalo de selectividade de 3 cm e a curva B, a linha vertical grossa, tem um intervalo de selectividade de 0 cm. A curva B é a chamada "curva de selectividade fio da navalha" (Beverton e Holt, 1957). A selectividade fio da navalha deve ser considerada um modelo hipotético, pois na verdade nunca descreve uma situação real. No entanto, a selectividade fio da navalha é muitas vezes usada como uma aproximação da ogiva de selectividade. Para comprimentos abaixo de L50% os números seleccionados são subestimados e para comprimentos acima de L50% os números são sobrestimados. Estas duas fontes de erro têm sinais opostos e como as duas áreas "a" e "b" (ver Fig. 6.4.1.1) são simétricas compensam-se, apesar de os peixes da área "a" pesarem mais do que os da área "b", pois o peso de um peixe corresponde ao cubo do seu comprimento.

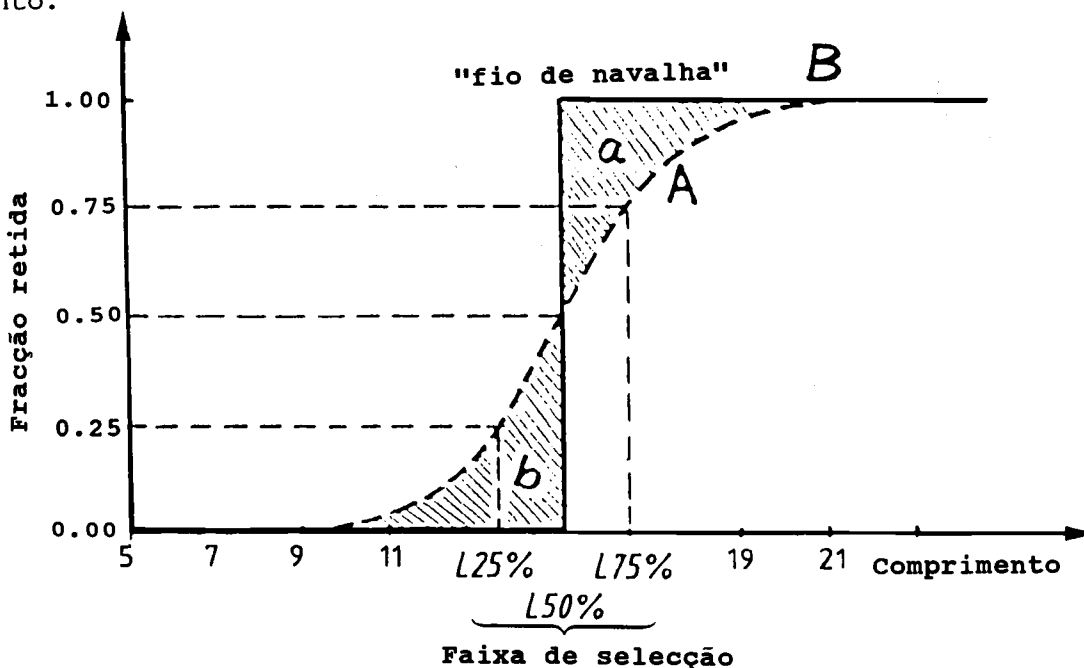


Fig. 6.4.1.1 Curva de selectividade de arrasto em função do comprimento do corpo. Uma ilustração dos conceitos de selectividade fio de navalha e intervalo de selectividade

6.4.2 Recrutamento e selectividade

O recrutamento dos peixes à área de pesca, que ocorre quando eles saem das áreas de desova e de crescimento para a área de pesca, é também dependente do tamanho, da mesma maneira que a curva de selectividade do arrasto. Isto significa que todos os tamanhos de peixes não estarão totalmente representados nas áreas de pesca, e, assim, quando há uma pescaria para os intervalos de comprimento que não estão ainda totalmente recrutados, a probabilidade de um peixe vir a ser retido pelo arte de pesca é de facto o produto de duas probabilidades:

1. A probabilidade de o peixe estar presente (tenha sido recrutado) na área de pesca.
2. A probabilidade de o peixe ser retido pelas malhas uma vez que tenha entrado na arte.

A Fig. 6.4.2.1 ilustra estes pontos. A curva R é a "curva de recrutamento", a curva G é a "curva de selectividade da arte" e a curva S a "curva resultante".

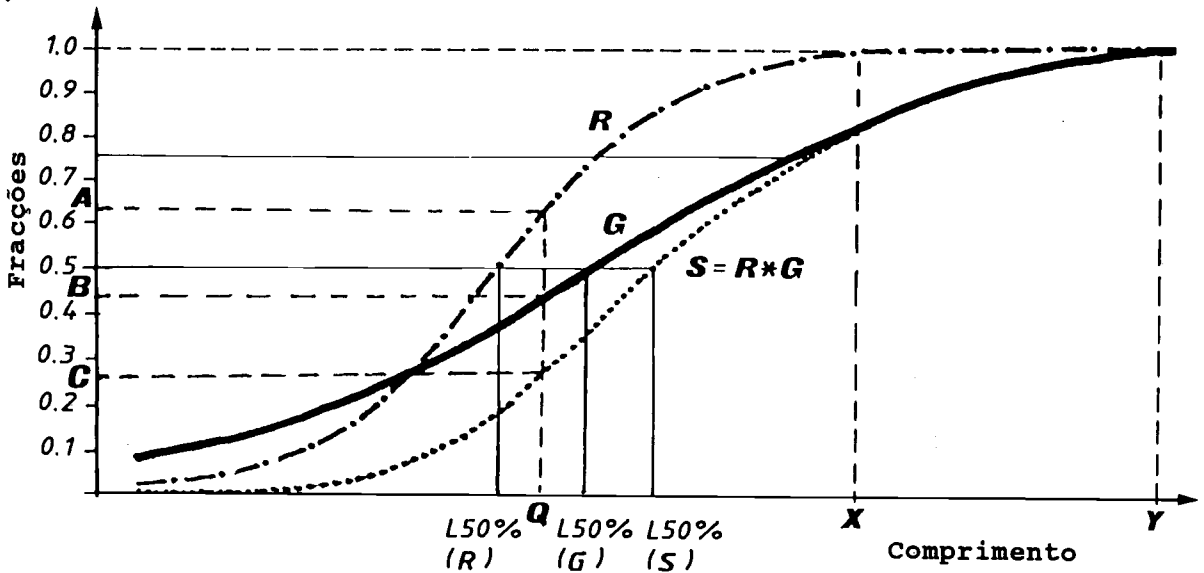


Fig. 6.4.2.1 Curvas representando: recrutamento à área de pesca (R), selectividade da arte (G), e a resultante ($S = R * G$) (ver também o texto)

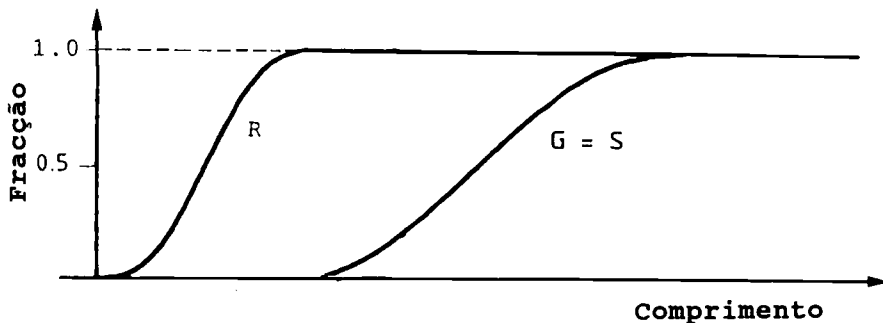


Fig. 6.4.2.2 Exemplo da igualdade entre a curva de selectividade da arte (G) e a curva resultante (S)

A probabilidade de um peixe de certo tamanho ser capturado é o produto da probabilidade do recrutamento e da selectividade. A probabilidade pode, portanto, ser descrita por uma "curva resultante", S, onde $S = R \cdot G$ (ver Fig. 6.4.2.1).

O L50% para as três curvas, R, G e S, é diferente conforme indicado na Fig. 6.4.2.1. A probabilidade de captura dum peixe de comprimento Q é o produto da probabilidade A, relativa à curva de recrutamento, e da probabilidade B, relativa à curva de selectividade da arte, e o resultado é a probabilidade C.

Neste exemplo $A \cdot B = C$ ou $R(Q) \cdot G(Q) = S(Q)$ ou $0.62 \cdot 0.42 = 0.26$. No comprimento X praticamente todos os peixes foram recrutados à área de pesca, mas alguns são ainda bastante pequenos para escapar através das malhas. No comprimento Y a retenção da malha é completa e nenhum peixe escapa.

Quando as malhas são suficientemente grandes de forma a não haver sobreposição da curva de recrutamento com a da selectividade podemos ignorar o recrutamento. A curva resultante é então determinada apenas pela selectividade, ver Fig. 6.4.2.2.

6.4.3 Selectividade em função da idade

Até agora a selectividade foi considerada como função do comprimento. Outro exemplo de curva de selectividade S_L é dado na Fig. 6.4.3.1. Os valores de S1, S2, L50% e L75% correspondentes a esta curva são os seguintes:

$$S1 = 15 \cdot \ln(3) / (18 - 15) = 5.4930 \text{ e } S2 = \ln(3) / (18 - 15) = 0.3662$$

$$L50\% = 5.4930 / 0.3662 = 15 \text{ cm e}$$

$$L75\% = (5.4930 + \ln 3) / 0.3662 = 18 \text{ cm}$$

O intervalo de selectividade é $2 \cdot (18 - 15) = 6 \text{ cm}$

Usando a equação de crescimento de von Bertalanffy podemos expressar o comprimento em função da idade, e expressar S em função da idade, t:

$$S_t = \frac{1}{1 + \exp[S1 - S2 \cdot L_\infty \cdot (1 - \exp(-K \cdot (t - t_0)))]} \quad (6.4.3.1)$$

O gráfico desta expressão é aproximadamente igual ao gráfico equivalente à Eq. 6.1.1 baseada em idades, e definida por:

$$S_t = \frac{1}{1 + \exp(T1 - T2 \cdot t)} \quad (6.4.3.2)$$

que pode ser reescrita na forma linear:

$$\ln(1/S_t - 1) = T1 - T2 \cdot t \quad (6.4.3.3)$$

onde:

$$T1 = t_{50\%} \cdot \ln(3) / (t_{75\%} - t_{50\%}) \quad (6.4.3.4)$$

$$T2 = \ln(3) / (t_{75\%} - t_{50\%}) = T1 / t_{50\%} \quad (6.4.3.5)$$

(cf. Eqs. 6.1.6 e 6.1.7)

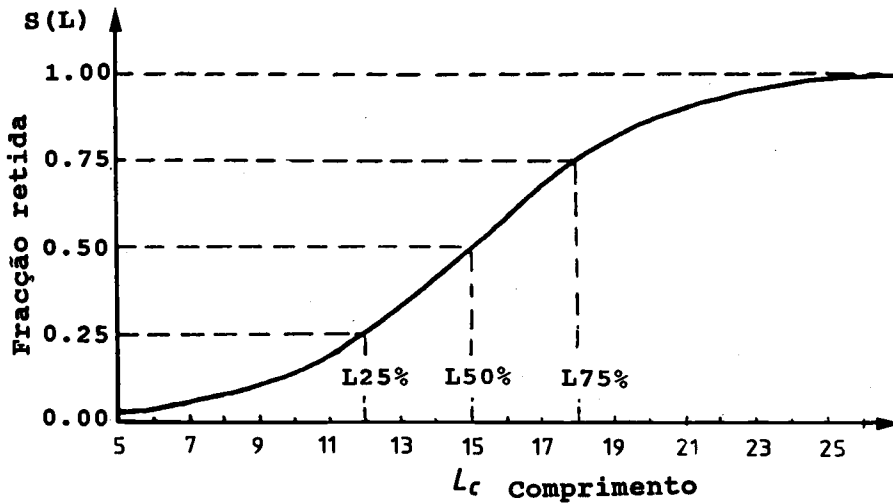


Fig. 6.4.3.1 A curva de selectividade referida no texto

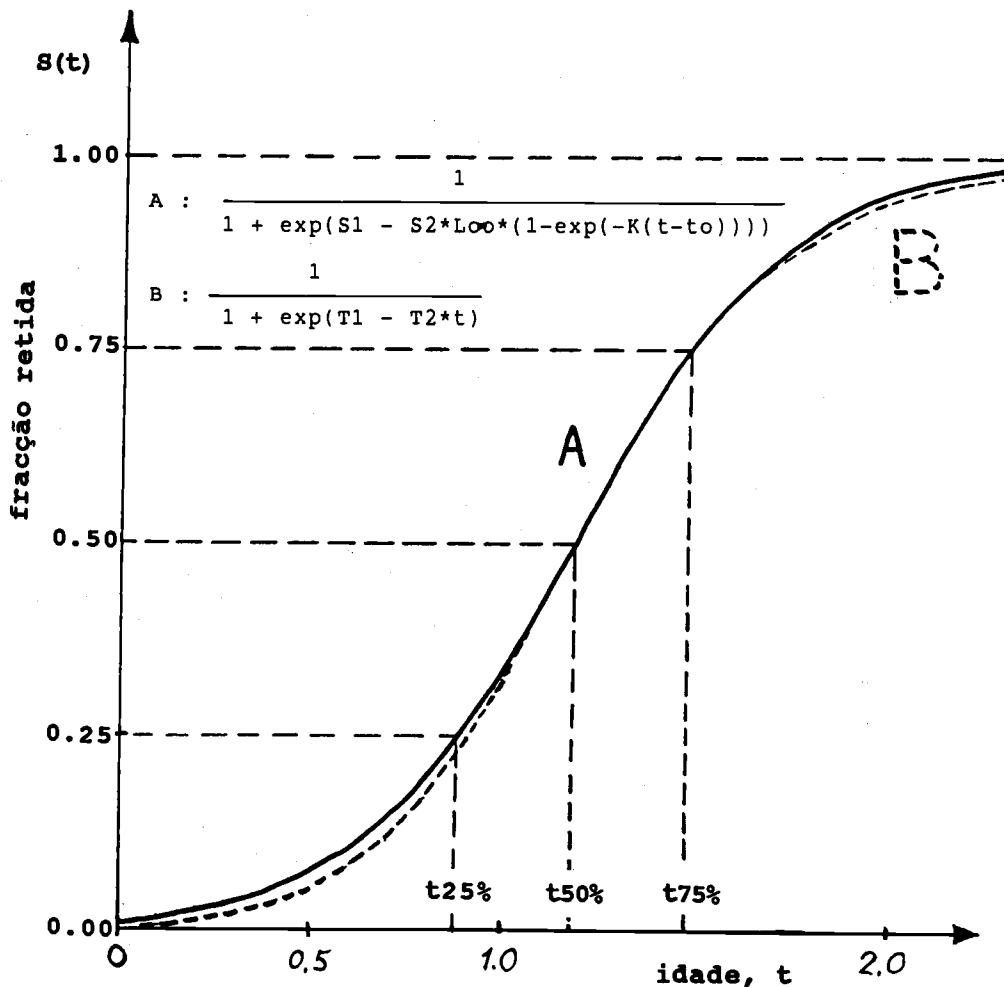


Fig. 6.4.3.2 A: Ogiva de selectividade exacta transformada para idades (Eq. 6.4.3.1)
 B: Ogiva de selectividade aproximada (Eq. 6.4.3.2)

As fórmulas para t50% e t75% são:

$$t_{50\%} = T1/T2 \quad (6.4.3.6)$$

$$t_{75\%} = (T1 + \ln 3)/T2 \quad (6.4.3.7)$$

(cf. Eqs. 6.1.4 e 6.1.5)

A Fig. 6.4.3.2 mostra as duas curvas de selectividade baseadas em idades. A curva A é baseada na transformação exacta de acordo com a Eq. 6.4.3.1, enquanto a curva B é a ogiva de selectividade aproximada, baseada na Eq. 6.4.3.2 e nas equações relacionadas 6.4.3.4. a 6.4.3.7.

É também possível expressar t50% e t75% em comprimentos e vice-versa, expressar L50% e L75% em idades, usando as seguintes fórmulas:

$$t_{50\%} = t_o - (1/K) \cdot \ln(1 - L_{50\%}/L_{\infty}) \quad (6.4.3.8)$$

$$t_{75\%} = t_o - (1/K) \cdot \ln(1 - L_{75\%}/L_{\infty}) \quad (6.4.3.9)$$

e

$$L_{50\%} = L_{\infty} \cdot [1 - \exp(K \cdot (t_o - t_{50\%}))] \quad (6.4.3.10)$$

$$L_{75\%} = L_{\infty} \cdot [1 - \exp(K \cdot (t_o - t_{75\%}))] \quad (6.4.3.11)$$

Assumindo que $L_{\infty} = 50$ cm, $t_o = 0$ ano e $K = 0.3$ por ano para o manancial de peixes associado à curva de selectividade baseada em comprimentos da Fig. 6.4.3.1, então:

$$t_{50\%} = 0 - (1/0.3) \cdot \ln(1 - 15/50) = 1.1889$$

$$t_{75\%} = 0 - (1/0.3) \cdot \ln(1 - 18/50) = 1.4876$$

$$T1 = 4.3727 \quad e \quad T2 = 3.6779$$

Os correspondentes L50% e L75% são:

$$L_{50\%} = 50 \cdot [1 - \exp(0.3 \cdot (0 - 1.1889))] = 15.0 \text{ cm}$$

$$L_{75\%} = 50 \cdot [1 - \exp(0.3 \cdot (0 - 1.4876))] = 18.0 \text{ cm}$$

que são os mesmos resultados obtidos para a curva de selectividade baseada em comprimentos.

6.5 ESTIMAÇÃO DA CURVA RESULTANTE A PARTIR DA CURVA DE CAPTURA

Quando se usa uma curva de captura linearizada para estimar a mortalidade (por exemplo Fig. 4.4.5.1) é também necessário desprezar o lado esquerdo da curva porque os peixes jovens não são totalmente explorados ou não são totalmente recrutados. Uma maneira conceptualmente simples de se estimar quantos peixes estão a faltar em cada idade é extrapolar da recta, da qual o coeficiente de mortalidade total Z é estimado, a fim de encontrar o número de juvenis que "têm que existir", (ver Fig. 6.5.1). As diferenças entre os números "esperados" e os reais deve dar a curva resultante do efeito combinado do recrutamento e da selectividade da malha. Como é mostrado abaixo, os cálculos são facilmente realizáveis. O problema é que é feita uma hipótese importante e, provavelmente, não realista, que a taxa de mortalidade total, $Z = F+M$, é a mesma para todas as idades. O F , isoladamente, não é constante porque tem que ser menor na fase de selectividade da malha e o M , por sua vez, é provável que seja maior para os peixes pequenos do que para os adultos. Por isso é possível que Z permaneça aproximadamente constante, embora até agora ninguém tenha provado. Todavia, o método tem alcançado uma popularidade considerável e portanto é aqui mencionado.

Exemplo 23: Estimação da curva de selectividade resultante de uma curva de captura, dados hipotéticos

Para explicar este método (Pauly, 1984a), é utilizado o exemplo da Tabela 6.5.1. As colunas A-E contêm os dados de entrada e os cálculos para uma análise da curva de captura partindo de dados convertidos de comprimentos (cf. Secção 4.4.5). Neste caso calculamos a mortalidade total anual $Z = 1.0$ a partir dos parâmetros de crescimento, $L_{\infty} = 50$ cm, $K = 0.3$ por ano (ver Fig. 6.5.1). O resultado da análise de regressão é:

$$\ln \frac{C}{\Delta t} = 9.208 - 1.0 * t$$

Em contraste ao exemplo discutido na Secção 4.4.5 agora temos uma utilidade para a intersecção ($a = 9.208$).

Sob a hipótese da mortalidade ser constante esperamos que os valores $\ln(C/\Delta t)$ estejam na recta de regressão $\ln(C/\Delta t) = a - Z * t$. Assim, é esperado que a verdadeira frequência hipotética, o número total da população no mar, CT , preencha a equação:

$$\ln(CT/\Delta t) = a - Z * t. \tag{6.5.1}$$

A ideia básica deste método é que o número de peixes no mar seja proporcional ao número capturado, ou seja

$$\frac{C}{CT} = \frac{\text{número na captura}}{\text{número total da população no mar}}$$

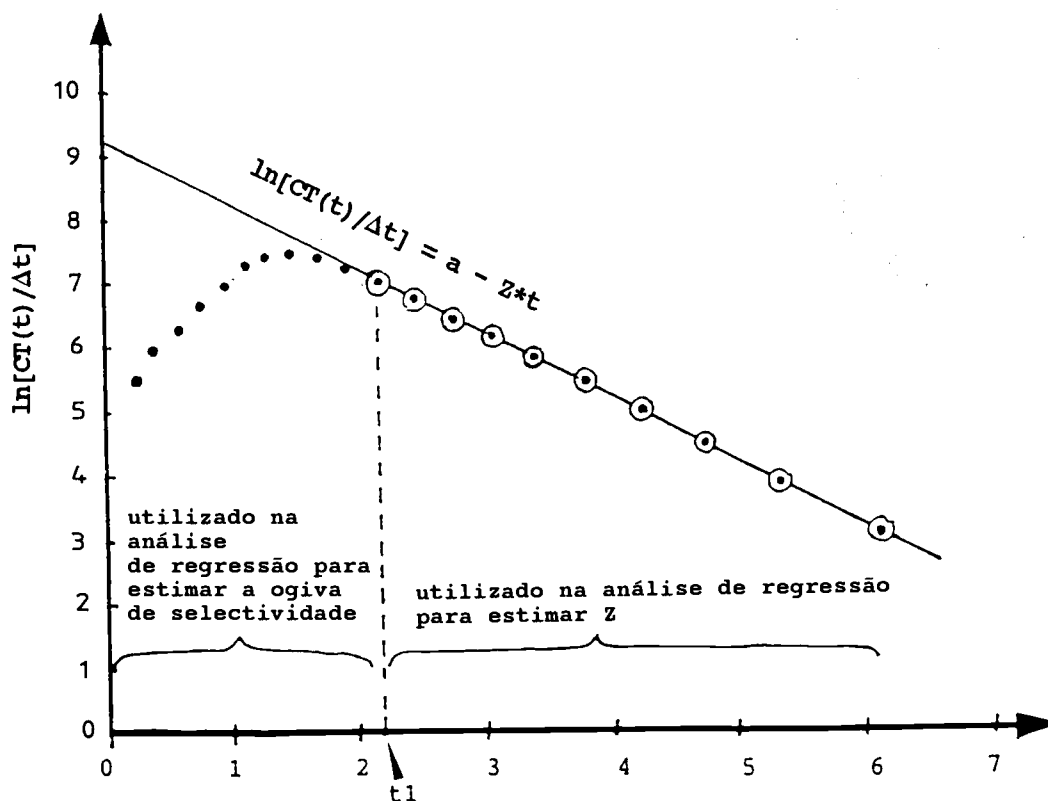


Fig. 6.5.1 Estimação da curva resultante a partir da análise da curva de capturas com os dados convertidos para comprimentos, na Tabela 6.5.1

Tabela 6.5.1 Exemplo para ilustrar a estimação da ogiva de selectividade de uma curva de captura (cf. Fig. 6.1.2.1). $L_{\infty} = 50$ cm, $K = 0.3$ por ano, $t_0 = 0$. (Os mesmos dados foram usados na Tabela 4.5.4.1)

A	B	C	D	E	F	G	H
L1-L2	t (x)	Δt (L1,L2)	C(L1,L2)	\ln (C/ Δt) (y')	S_t obs.	\ln (1/S-1) (y)	S_t est.
3- 5	0.278	0.145	37	5.54	0.034	3.35	0.03
5- 7	0.426	0.151	56	5.92	0.057	2.81	0.06
7- 9	0.581	0.159	86	6.29	0.097	2.23	0.10
9-11	0.744	0.167	129	6.65	0.163	1.64	0.16
11-13	0.915	0.176	188	6.97	0.267	1.01	0.27
13-15	1.095	0.186	258	7.23	0.416	0.42	0.42
15-17	1.286	0.196	319	7.39	0.590	-0.37	0.59
17-19	1.487	0.208	352	7.43	0.750	-1.10	0.75
19-21	1.703	0.222	351	7.37	0.870	-1.90	0.87
21-23	1.933	0.238	324	7.22	0.943	-2.80	0.94
23-25	2.180	0.257	283	7.00	(0.976)	-	0.98
25-27	2.447	0.278	239	6.76	-	-	0.99
27-29	2.734	0.303	196	6.47	-	-	1.00
29-31	3.054	0.334	158	6.16	-	-	1.00
31-33	3.406	0.371	123	5.80	-	-	1.00
33-35	3.798	0.417	93	5.41	-	-	1.00
35-37	4.243	0.477	69	4.97	-	-	1.00
37-39	4.757	0.557	48	4.46	-	-	1.00
39-41	5.365	0.669	31	3.84	-	-	1.00
41-43	6.109	0.838	18	3.04	-	-	1.00
43-45	7.068	1.122	10	2.19	-	-	1.00
45-47	8.419	1.702	3	0.57	-	-	1.00

as colunas contém, respectivamente

- A classe de comprimento em cm
- B $t(L1+L2)/2$, idade correspondente ao ponto médio do intervalo (cf. Eq. 3.3.3.2), (x) em ambas as regressões
- C $\Delta t(L1,L2) = t(L2) - t(L1) = \frac{1}{K} \ln \frac{L_{\infty} - L1}{L_{\infty} - L2}$ (Eq. 4.4.5.1)
- D $C(L1,L2)$ = captura em números por classe de comprimento
- E $\ln(C/\Delta t)$, variável dependente na análise de regressão da curva de captura (y')
- F $S_t \text{ obs.} = C / [\Delta t \cdot \exp(a - Z \cdot t)]$, ogiva de selectividade observada (a = 9.208, Z = 1.0, obtida da curva de captura linearizada convertida de comprimentos (Eq. 4.4.5.3), pela regressão linear das colunas B(x) e E(y'), para as intervalos de comprimento de 23 a 43 cm
- G $\ln(1/S - 1)$, variável dependente na análise de regressão para a ogiva (estimada) de selectividade (y). A regressão linear de $x = t$ e $y = \ln(1/S - 1)$ resulta $T1 = a$ e $T2 = b$ (Eq. 6.4.3.3.)
- H $S_t \text{ est.} = 1 / [1 + \exp(T1 - T2 \cdot t)]$, ogiva de selectividade estimada (teórica)

Seja t_1 a idade correspondendo à primeira classe de comprimento que supõe-se estar totalmente representada nas capturas e portanto é a utilizada na regressão da curva de captura (no caso da Tabela 6.5.1, temos $t_1 = 2.180$, ver Fig. 6.5.1). Para idades acima de t_1 , CT_t deve ser aproximadamente igual às frequências observadas, uma vez que a probabilidade de captura é 1, pois supostamente, a selectividade e o recrutamento já foram concluídos antes daquela idade. Mas para as idades abaixo de t_1 esperamos que a população no mar seja maior que a representada nas capturas, isto é:

$$\ln(CT_t/\Delta t) > \ln(C_t/\Delta t)$$

Como CT_t é proporcional ao número da população, a razão

$$C_t/CT_t$$

é a probabilidade estimada de um peixe de idade t estar na área de pesca e ser retido, se ele encontrar a arte, ou seja C_t/CT_t pode ser usado como a curva resultante estimada S_t .

CT pode ser previsto pela Eq. 6.5.1 modificada:

$$CT_t = \Delta t \cdot \exp(a - Z \cdot t) \quad (6.5.2)$$

Assim, a curva pode ser estimada por:

$$S_t = \frac{C_t}{CT_t} = \frac{C_t}{\Delta t \cdot \exp(a - Z \cdot t)} \quad (6.5.3)$$

As fracções retidas da curva de selectividade observada são representadas na coluna F da Tabela 6.5.1. De forma a se obter a ogiva de selectividade teórica (estimada), a expressão para S_t dada como Eq. 6.4.3.3, é usada na forma linear:

$$\ln(1/S_t - 1) = T_1 - T_2 \cdot t \quad (6.5.4)$$

A Eq. 6.4.3.3 possibilita estimar os parâmetros T_1 e T_2 por regressão linear. As colunas B (x) e G (y) da Tabela 6.5.1 contêm os dados de entrada para esta regressão. (Colunas C, D e E contêm o resultado da análise da curva de capturas utilizada para calcular a variável dependente, y, coluna G). A coluna H contém a curva de selectividade estimada. Apenas os valores de $S(t)$ (coluna F) menores que 1 podem ser usados na expressão $\ln(1/S-1)$ (coluna G). Procedendo à análise de regressão vem:

$$a = T_1 = 4.396 \quad e \quad -b = T_2 = 3.701$$

que resulta, usando-se as Eqs. 6.4.3.6, 6.4.3.7, 6.4.3.10 e 6.4.3.11, em:

$$\begin{aligned} t_{50\%} &= T_1/T_2 &&= 1.1877 \text{ ano} \\ t_{75\%} &= (T_1 + \ln 3)/T_2 &&= 1.4846 \text{ ano} \\ L_{50\%} &= 50 \cdot (1 - \exp(-0.3 \cdot (1.1877 - 0))) &&= 15.0 \text{ cm} \\ L_{75\%} &= 50 \cdot (1 - \exp(-0.3 \cdot (1.4846 - 0))) &&= 18.0 \text{ cm} \end{aligned}$$

O exemplo da Tabela 6.5.1 é hipotético, construído para dar os resultados das Figs. 6.4.3.1 e 6.4.3.2. Como os dados são ideais, há uma concordância perfeita entre as fracções de retenção observadas (coluna F da Tabela 6.5.1) e as fracções de retenção teóricas (coluna H).

O exercício proporciona um controle da adequabilidade da escolha dos pontos utilizados na análise de regressão para estimar Z . A conclusão da Tab. 6.5.1 é que o primeiro grupo de idade utilizado para estimar Z devia ter sido 27-29 cm, pois este grupo é o primeiro sob exploração total. Contudo, uma vez que a curva logística nunca alcança o valor 1, o conceito de "exploração total" é determinado pelo número de decimais na tabela.

Levando em conta que a curva logística é uma aproximação da curva real de selectividade, não se pode esperar obter uma estimacão precisa para o primeiro comprimento sob exploração total. Se conseguirmos valores "próximo à vizinhança" de 1, a escolha do grupo do primeiro comprimento na regressão de captura estará suficientemente boa.

Como assinalado na introdução desta secção, os resultados do método descrito devem ser tratados com uma certa reserva.

(Ver **Exercício(s)** na Parte 2).

6.6 SELECTIVIDADE E MÉTODOS DE VPA

6.6.1 Selectividade da arte e mortalidade por pesca

A mortalidade por pesca, F , está claramente relacionada com a curva de selectividade. Quando $S_L = 0$ a mortalidade por pesca deve ser zero e quando $S_L = 1$ a mortalidade por pesca está no seu nível mais alto. A relação óbvia entre a mortalidade por pesca e a selectividade é:

$$F_L = F_m * S_L \quad (6.6.1.1)$$

onde F_m é a "mortalidade por pesca máxima". Assim, F , sendo uma função do comprimento tem a mesma forma de S , mas tem um nível diferente (ver Fig. 6.6.1.1A).

Na Eq. 6.6.1.1 consideramos F uma função contínua do comprimento, L . Na prática, no entanto, é muitas vezes conveniente substituir a função contínua por uma função por degraus como mostrado na Fig. 6.6.1.1B, onde se assume que F permanece constante dentro de cada classe de comprimento.

A curva de selectividade contínua S_L também pode ser aproximada a uma função por degraus, $S(j)$, na qual o valor para a classe de comprimento, j é $S((L_1+L_2)/2)$, onde L_1 e L_2 são os limites inferior e superior da classe de comprimento, j . Quando usamos o índice da classe de comprimento, j , como argumento antes do comprimento L , podemos escrever um modelo da função por degraus para a mortalidade total, Z :

$$Z(j) = M + F_m * S(j) \quad (6.6.1.2)$$

onde M é o coeficiente de mortalidade natural (assumido aqui como sendo constante para todos as classes de comprimento), $S(j)$ é a função por degraus da curva de selectividade e F_m a mortalidade por pesca máxima. Se Z , M e F_m são conhecidos, a selectividade pode ser estimada por (Pope et al., 1975 e Hoydal et al., 1982):

$$S(j) = F(j) / F_m \quad (6.6.1.3)$$

onde $F(j) = Z(j) - M$.

A Fig. 6.6.1.2 mostra $F(j)$, $Z(j)$ e $S(j)$ como uma função do comprimento. Quando trabalhamos com uma função por degraus em vez da curva logística contínua, a selectividade é dada por uma matriz de valores de S , que pode substituir a expressão matemática (Eq. 6.6.1.1) ou pode ser aplicada para estimar os parâmetros da curva logística. Na verdade, uma matriz de valores de S é uma forma mais versátil de apresentar a curva de selectividade, já que nenhuma suposição tem que ser feita sobre a expressão matemática subentendida (cf. discussão de chaves de idade/comprimento versus equação de crescimento na Secção 3.2.1).

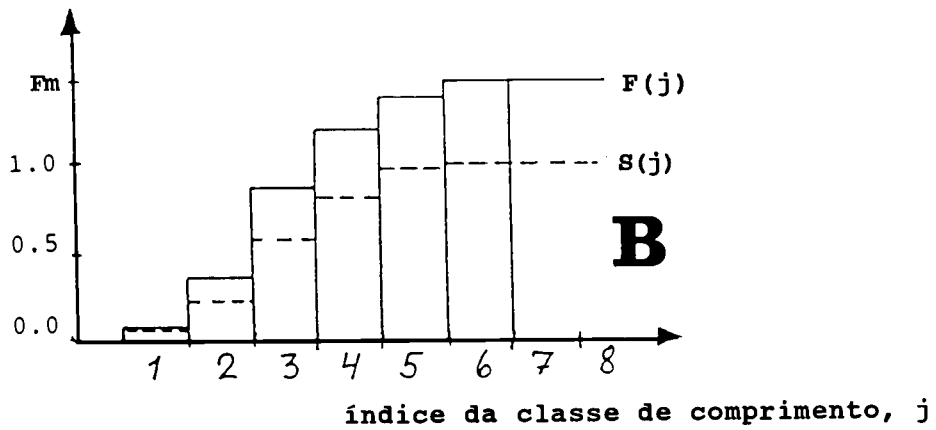
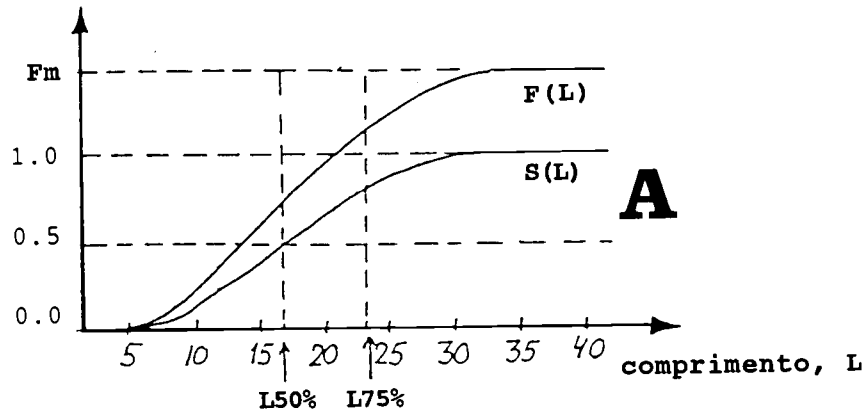


Fig. 6.6.1.1 Relação entre a curva de selectividade e a mortalidade por pesca.
 A: Funções contínuas
 B: Funções-degrau correspondendo a A

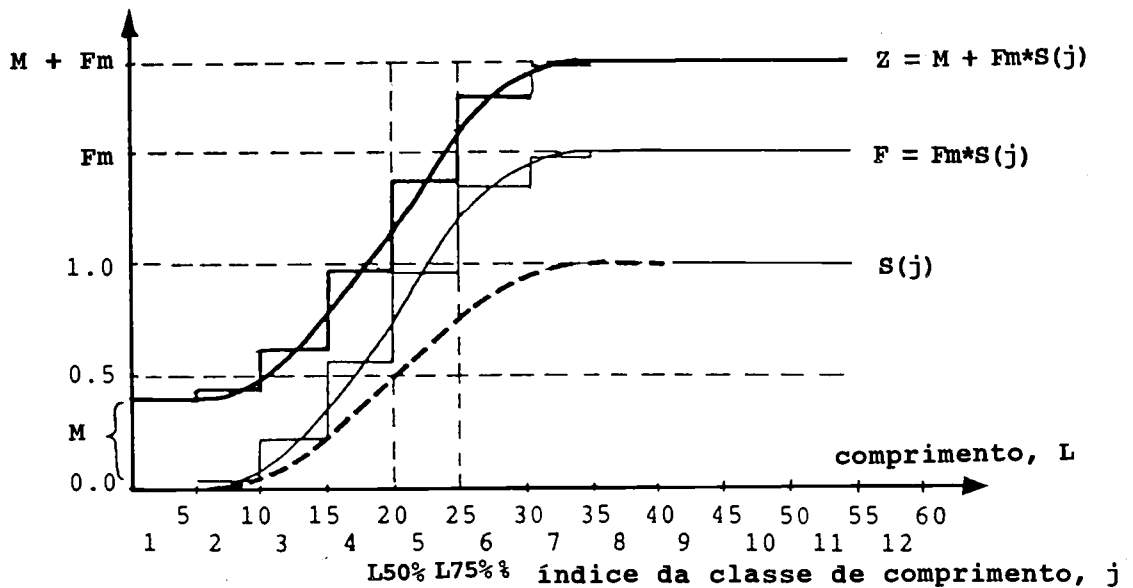


Fig. 6.6.1.2 Relação entre a mortalidade e a curva de selectividade (para mais explicação ver o texto)

6.6.2 Estimação de curvas de selectividade a partir da análise de coortes

Os vários tipos de análise de coortes (Capítulo 5) produzem uma série de estimações do coeficiente F (o chamado "padrão de pesca"), por grupos de idade ou por classes de comprimento. Estes valores F oferecem dados para uma curva de selectividade da arte/recrutamento que é obtida por:

$$S(i) = \frac{F(i)}{\text{MAX}\{F(j)\}} \quad (6.6.2.1)$$

onde $F(i)$ é a mortalidade por pesca para os grupos de idade, i , ou comprimento e $\text{MAX}\{F(j)\}$ é o valor máximo da mortalidade por pesca entre todos os grupos de idade e comprimentos (cf. Eq. 6.6.1.3). A Eq. 6.6.2.1 aplica-se a qualquer arte ou qualquer combinação de artes com qualquer curva de recrutamento (Hoydal, *et al.* 1980 e 1982). O método não faz suposições quanto ao tipo de arte ou a como o peixe é capturado. Sendo assim, a curva de selectividade pode ser estimada apenas a partir dos dados da captura. A Eq. 6.6.2.1 dá os resultados reais das operações de pesca e portanto é chamada o "tamanho de malha efectivo", isto é, os parâmetros de recrutamento/selectividade observados. O conceito de "tamanho de malha efectivo" também se aplica a artes sem malha, tais como o anzol e linha.

Esta abordagem possui um número de vantagens sobre as curvas de selectividade calculadas a partir das características das artes, por exemplo, o tamanho da malha. Ao considerar por exemplo a rede de arrasto e se assumir (como é frequentemente feito) que a curva de selectividade é determinada apenas pelo tamanho da malha no saco, então dois navios de pesca utilizando artes com o mesmo tamanho de malha deveriam ter a mesma curva de selectividade. No entanto, é provável que só se verifique se os dois navios operarem as artes exactamente da mesma maneira. Por exemplo, se um dos navios realiza arrastos de 5 horas de duração e o outro opera com arrastos de apenas uma hora, as propriedades selectivas podem ser diferentes por causa do entupimento da rede pela própria captura. A velocidade de arrasto também pode influenciar a selectividade. Uma velocidade maior pode fazer com que as malhas fiquem mais alongadas e causar um factor de selecção menor.

6.7 UTILIZAÇÃO DE UMA CURVA DE SELECTIVIDADE PARA AJUSTAR AMOSTRAS DE FREQUÊNCIAS DE COMPRIMENTO

Quando se analisa uma amostra de frequências de comprimento, (isto é quando se procede à análise de Bhattacharya, Secção 3.4.1) a selectividade pode criar erros nos resultados. Como exemplo, vejamos a primeira parte da Tabela 3.2.1.1. Na coluna B da Tabela 6.7.1 mostra-se a amostra. Na verdade, a coluna B é a primeira componente estimada pela análise de Bhattacharya, como pode ser visto na coluna H da Tabela 3.4.1.1, que foi baseada nos mesmos dados. Estes dados hipotéticos representam uma amostra aleatória da população. Assim, no caso da Tabela 3.2.2.1 assumimos artes não selectivas. Se a amostra tivesse sido tomada com artes selectivas os resultados teriam sido diferentes.

Suponha agora que se utiliza uma arte com uma curva de selectividade do tipo da rede de arrasto, com $L_{50\%} = 15$ cm e $L_{75\%} = 18$ cm. Neste caso teríamos observado as frequências mostradas na coluna C da Tabela 6.7.1 e não as da coluna B. (Os valores na coluna C são hipotéticos e são calculados pelo produto da coluna B e da coluna D). As frequências da coluna C produzem um comprimento médio e um desvio padrão estimados errados, como pode ser visto nas duas últimas linhas da Tabela 6.7.1. No entanto, se a curva de selectividade é conhecida, é possível estimar a amostra não viciada, isto é, estimar a coluna B, que se obtém dividindo as frequências observadas (coluna C) pelas fracções retidas. Este processo de aumento dá a coluna E. Como poderia ser esperado, existem problemas com as frequências pequenas (comprimentos de 12-14 cm). O método não pode ser utilizado para aumentar uma frequência zero e não é fiável para pequenas frequências.

Tabela 6.7.1 Exemplo para ilustrar a estimação de uma amostra aleatória a partir de uma amostra viciada por selectividade (cf. Fig. 6.7.1)

A	B	C	D	E
classe de comprimento cm	amostra observada não viciada (Tabela 3.2.1.1)	amostra viciada por selectividade	curva estimada S_L	amostra não viciada estimada C/D
12-13	1	0	0.30	0
13-14	4	1	0.37	3
14-15	11	5	0.45	11
15-16	24	13	0.55	24
16-17	38	24	0.63	38
17-18	42	30	0.71	42
18-19	33	26	0.78	33
19-20	20	17	0.84	20
20-21	7	6	0.88	7
21-22	2	2	0.92	2
Total	182	124		180
L médio	17.3	17.6		17.3
s	1.69	1.60		1.64

As colunas contém respectivamente

- A classe de comprimento em cm
- B amostra não viciada da população (da Tabela 3.2.1.1)
- C amostra como teria sido obtida com uma rede de arrasto com uma curva de selectividade com $L50\% = 15$ cm e $L75\% = 18$ cm
- D ogiva de selectividade estimada (fracção retida)
 $S_L = 1/(1 + \exp(S1 - S2*L))$ Eq. 6.1.1 onde
 $S1 = L50\% * \ln(3)/(L75\% - L50\%)$ (Eq. 6.1.6) e $S2 = S1/L50\%$ (Eq. 6.1.7).
- E amostras não viciadas estimadas corrigidas para a selectividade, frequências da amostra viciada dividida pela fracção retida (C/D) (compare com a coluna B).

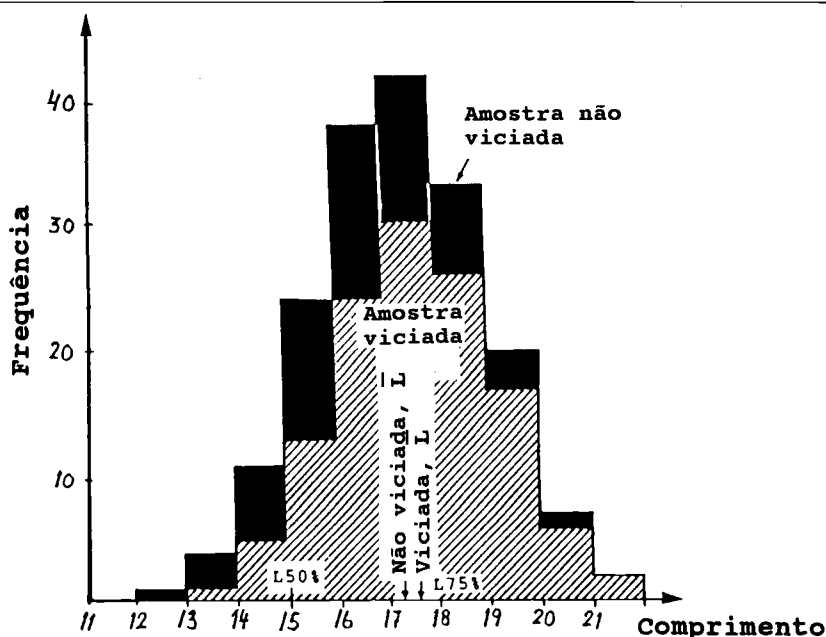


Fig. 6.7.1 Erro criado pela selectividade

Em geral, o efeito da selectividade de rede de arrasto é:

1. Sobrestimação do comprimento médio
2. Sobestimação do desvio padrão
3. Sobestimação do tamanho da coorte

O erro causado pela selectividade é ilustrado pela Fig. 6.7.1.

A correcção dos erros deve ser feita preferencialmente através das curvas de selectividade determinadas por experiências, como o arrasto com o duplo - saco (Secção 6.1) ou pela análise da matriz de mortalidades por pesca fornecida pela análise de coortes (Secção 6.6). Às vezes, podem ser utilizadas curvas de selectividade, para espécies intimamente relacionadas, com formas semelhantes.

Quando tais dados não são disponíveis, pode-se estimar a curva de selectividade talvez a partir de uma curva de captura linearizada (Secção 6.5). No entanto, fazendo de tal modo encontramos um problema lógico porque a estimação da selectividade é a última parte da análise da curva de capturas e portanto baseada em parâmetros estimados com erros devido aos efeitos da própria selectividade. Para iniciar a correcção e, felizmente, é possível assim proceder, a sequência da análise pode ser como se segue:

Passo 1: Estimar L_{∞} pelo método de Powell-Wetherall.

Passo 2: Corrigir as frequências de comprimento para a selectividade usando o valor 1.0 para o parâmetro de curvatura, K , e a estimação de L_{∞} obtida na Passo 1.

Passo 3: Utilizar o método de Bhattacharya (Secção 3.4.1) na distribuição de frequências de comprimento corrigidas, para separar as componentes.

Passo 4: Usar os valores estimados dos comprimentos médios das componentes na análise de progressão modal para estimar os parâmetros de crescimento K e L_{∞} (Secção 3.4.2).

Passo 5: Estimar Z usando a análise da curva de capturas com comprimentos convertidos com os novos parâmetros de crescimento estimados (Secção 4.4.5).

Este processo é aplicável porque a curva de selectividade estimada não é sensível à escolha do parâmetro de curvatura, K .

Exemplo 24: Utilização da curva de selectividade para ajustar a amostra de frequências de comprimento da Tabela 6.5.1

Aplicando o método de Powell-Wetherall para os dados na Tabela 6.5.1 coluna D (números capturados) encontramos $L_{\infty} = 49.7$ cm (cf. Tabela 4.5.4.1 que usa os mesmos dados de entrada para estimar L_{∞} (pelo método de Powell-Wetherall)). Refazendo os cálculos da Tabela 6.5.1 com $K = 1.0$ obtemos os resultados apresentados na Tabela 6.7.2.

A ogiva de selectividade estimada, $S_{t\text{est}}$, na Tabela 6.7.2, calculada com $K = 1.0$ por ano e $L_{\infty} = 49.7$ cm é quase idêntica à apresentada na Tabela 6.5.1, calculada com $K = 0.3$ por ano e $L_{\infty} = 50$ cm. Os valores de $L_{50\%}$ e $L_{75\%}$ são 14.8 cm e 17.8 cm respectivamente com $K = 1.0$, enquanto que foram de 15.0 e 18.0 cm respectivamente com $K = 0.3$.

Table 6.7.2 Exemplo para ilustrar o uso de uma curva de selectividade para ajustar uma amostra de frequências de comprimento para a selectividade, usando os mesmos dados de frequências de comprimento apresentados na Tabela 6.5.1, com $L_{\infty} = 49.7$ cm (estimado pelo metodo de Powell-Wetherall), $K = 1.0$ por ano e $t_0 = 0$

A L1-L2	B t $\frac{(L1+L2)}{2}$ (x)	C Δt (L1,L2)	D C (L1,L2) obs	E ln (C/ Δt) (y')	F S_t obs	G ln (1/S-1) (y)	H S_t est	I C (L1,L2) est
3-5	0.084	0.044	37	6.74	0.03	3.35	0.03	1121
5-7	0.129	0.046	56	7.11	0.06	2.81	0.06	1000
7-9	0.176	0.048	86	7.49	0.10	2.22	0.10	887
9-11	0.225	0.050	129	7.85	0.17	1.61	0.17	777
11-13	0.276	0.053	188	8.17	0.27	0.99	0.27	689
13-15	0.331	0.056	258	8.44	0.42	0.32	0.43	604
15-17	0.389	0.059	319	8.59	0.60	-0.40	0.61	526
17-19	0.450	0.063	352	8.63	0.76	-1.14	0.77	459
19-21	0.515	0.067	351	8.56	0.88	-1.98	0.88	398
21-23	0.585	0.072	324	8.41	0.95	-2.97	0.95	342
23-25	0.660	0.078	283	8.20	0.98	-3.94	0.98	289
25-27	0.741	0.084	239	7.95	1.00		0.99	241
27-29	0.829	0.092	196	7.66			1.00	197
29-31	0.925	0.102	158	7.35			1.00	158
31-33	1.032	0.113	123	6.99			1.00	123
33-35	1.152	0.128	93	6.59			1.00	93
35-37	1.289	0.146	69	6.16			1.00	69
37-39	1.446	0.171	48	5.64			1.00	48
39-41	1.634	0.207	31	5.01			1.00	31
41-43	1.865	0.261	18	4.23			1.00	18
43-45	2.166	0.355	10	3.34			1.00	10
45-47	2.598	0.554	3	1.69			1.00	3

$T1 = 4.428$ $T2 = 12.492$
 $t_{50\%} = T1/T2 = 0.3545$ ano $t_{75\%} = (T1 + \ln 3)/T2 = 0.4424$ ano
 $L_{50\%} = 49.7 * (1 - \exp(-1 * (0.3545 - 0))) = 14.8$ cm
 $L_{75\%} = 49.7 * (1 - \exp(-1 * (0.4424 - 0))) = 17.8$ cm

A última coluna da Tabela 6.7.2 contém os resultados do Passo 2 do processo, as frequências de comprimento corrigidas para a selectividade. Uma comparação com os dados observados (coluna D) mostra imediatamente que um grande número de peixes não foram considerados no exemplo. O próximo passo (3), o método de Bhattacharya, será portanto bem diferente do aplicado aos dados originais.

Em princípio, o método supracitado pode ser aplicado a qualquer tipo de curva de selectividade das artes, porém quanto mais estreito o intervalo de comprimentos selecionado pelas artes, mais difícil é estimar as frequências de comprimento que se teria conseguido com artes não selectivas.

Para redes de emalhar ou quaisquer outras artes com uma curva de selectividade em forma de sino, é preciso ser cuidadoso na interpretação de amostras de frequências de comprimento. A moda observada (é comum haver somente uma moda para este tipo de artes) pode ter pouca relação com a coorte, mas pode reflectir primariamente a curva de selectividade da arte (cf. Secção 6.2).

(Ver **Exercício(s)** na Parte 2).