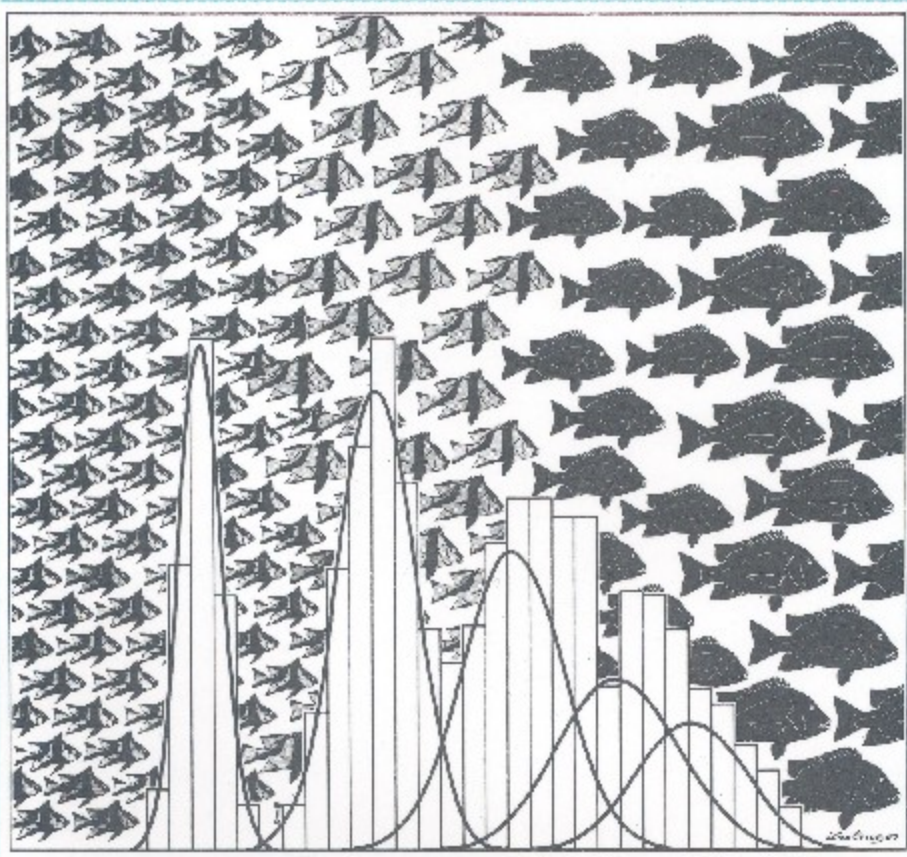


Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais

Parte 2 - Exercícios

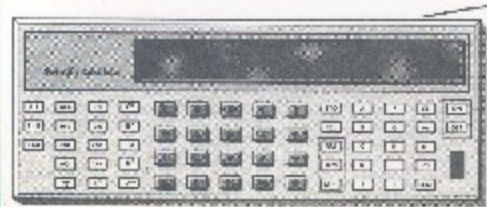
FAO
DOCUMENTO
TÉCNICO
SOBRE AS
PESCAS

306/2
Rev. 2



DANIDA

Organização
das
Nações
Unidas
para a
Alimentação
e a
Agricultura



$$N_2 = N_1 \frac{1/X - F/Z}{X - F/Z}$$

Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais

Parte 2 - Exercícios

FAO
DOCUMENTO
TÉCNICO
SOBRE AS
PESCAS

306/2
Rev. 2

por

Per Sparre

Instituto Dinamarquês de Investigação Pesqueira

Charlottenlund Slot

DK-2920 Charlottenlund

Dinamarca

e

Siebren C. Venema

Gestor de Projecto GCP/INT/575/DEN

Departamento de Pescas da FAO

Roma, Itália

Organização
das
Nações
Unidas
para a
Alimentação
e a
Agricultura



Roma, 1997

As definições empregadas e a apresentação do material nesta publicação não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura relativamente à situação jurídica de quaisquer países, territórios, cidades ou áreas ou das respectivas autoridades ou relativamente à delimitação das suas fronteiras ou limites.

M-43
ISBN 92-5-903996-7

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, total ou parcialmente, por quaisquer métodos ou processos, sejam eles eletrônicos, mecânicos, de cópia fotostática ou outros, sem a autorização escrita do possuidor da propriedade literária. Os pedidos para tal autorização, especificando a extensão do que se deseja reproduzir e o seu objetivo, deverão ser dirigidos ao Diretor da Divisão de Publicações, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Viale delle Terme di Caracalla, 00100, Roma, Itália.

© FAO 1997

PREPARAÇÃO DESTE DOCUMENTO

A primeira edição do manual "Introdução à avaliação de mananciais pesqueiros" foi preparada pelo projecto FAO/DANIDA "Formação em avaliação de mananciais pesqueiros e planeamento de investigação pesqueira" (GCP/INT/392/DEN), para uso em uma série de cursos de formação, a nível regional e nacional, em avaliação de mananciais de peixes.

Em 1984 o autor Per Sparre, a serviço do Instituto Dinamarquês de Pesca e Investigação Marinha (DIFMAR), Charlottenlund, Dinamarca, foi solicitado para escrever este manual com base em notas de conferências e estudos de casos preparados pelo grupo de instrutores, que leccionaram os cursos.

A primeira edição foi publicada em Julho de 1985, em Manila, Filipinas, e distribuída pelo projecto através da Rede de Cientistas de Pescarias Tropicais do Centro Internacional de Gestão dos Recursos Aquáticos Vivos, ICLARM e cursos de formação.

Em 1989 o manual foi revisto por Mr. P. Sparre, Dr. E. Ursin, cientista chefe da DIFMAR, e Mr. S. C. Venema, gestor do projecto, GCP/INT/392/DEN. Por razões práticas os exercícios e as suas soluções foram colocados num volume à parte. Esta versão foi publicada em 1989 na "FAO Fisheries Technical Paper 306.1 e 306.2" e foi largamente distribuída e utilizada em cursos de formação.

Infelizmente, cedo se tornou evidente que havia bastantes erros e imperfeições no texto, tabelas e figuras, o que se revela bastante aborrecedor quando o manual é utilizado para fins didácticos. Entretanto começou-se a tradução para Espanhol, Português e Indonésio e os tradutores, leitores, participantes dos cursos e numerosos utilizadores assinalaram erros e imperfeições. No início de 1991, quando a versão Inglesa esgotou, decidiu-se fazer uma nova revisão principalmente para fins didácticos e baseada no texto revisto pelos tradutores.

O manual original está estreitamente relacionado com o pacote de programas LFSA (Length Frequency Stock Assessment), produzido por Mr. Sparre, e com o pacote COMPLEAT ELEFAN, produzido pela ICLARM. Estes dois pacotes são substituídos pelo FISAT (FAO/ICLARM Stock Assessment Tools) e as referências no texto aos programas de computador foram adaptadas para este novo pacote de programas.

Apesar de não listarmos os nomes do grande número de cientistas que forneceram correcções e comentários, agradecemos a sua contribuição.

As figuras foram parcialmente revistas no Chile por Dr. P. Arana e Mr. Alvara Nuñez e o processamento do texto por Ms. J. Ugilt na Dinamarca.

Uma primeira versão em português foi efectuada no Brasil e utilizada num curso de formação em 1991. Depois de algumas revisões uma nova tradução foi realizada na Universidade do Algarve e revista por técnicos de avaliação de mananciais. Assim sendo, este texto deve reflectir a terminologia portuguesa adoptada neste campo.

Sparre, P.; Venema, S.C.
Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais.
Parte 2. Exercícios.
FAO Documento Técnico sobre as Pescas. No. 306/2. Rev.2.
Roma, FAO. 1997. 94p.

RESUMO

Na Parte 1, o Manual, uma seleção de métodos de avaliação de mananciais é descrita com pormenor, com exemplos de cálculos. É dada ênfase especial a métodos aplicados a pescarias tropicais, isto é, aos baseados em análises de distribuição de frequências de comprimento. Depois de uma curta introdução à estatística, é feita uma abordagem da estimação dos parâmetros de crescimento e taxas de mortalidade, métodos de população virtual (incluindo métodos baseados em comprimentos e idades), selectividade de métodos de pesca, modelo de capturas por recruta de Beverton e Holt, estimação da captura máxima sustentável usando modelos de produção geral, problemas de múltiplas espécies e frotas, avaliação de mananciais migratórios, uma discussão da relação manancial/recrutamento e a condução de levantamentos com arrasto de fundo. É explicada, ainda, a relação entre este manual e o pacote de software "Length Frequency Stock Assessment" (LFSA) para microcomputadores. Finalmente o manual apresenta uma lista extensiva de referências incluindo material para futura leitura.

Na Parte 2, Exercícios, é dado um número de exercícios com soluções. Os exercícios estão directamente relacionados com os diferentes capítulos e secções do manual.

Distribuição:

DANIDA

Participantes dos cursos em Avaliação de Mananciais Pesqueiros organizados pelo projectos GCP/INT/392/DEN e GCP/INT/575/DEN

Membros da Rede ICLARM de Cientistas de Pescarias Tropicais

Institutos Especializados em Avaliação de Mananciais de Peixes Tropicais

Institutos de Educação Pesqueira

Organizações Nacionais e Internacionais Interessadas

Seleccionadores Marinhos e de Águas Interiores

Departamentos das Pescas da FAO

ÍNDICE

		<u>Página</u>
17	EXERCÍCIOS	1
18	SOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS	55

LISTA DE SÍMBOLOS

Secção

A. Símbolos usados nas fórmulas de avaliação de mananciais

A	taxa de atrito	11.5
a	área varrida (área efectivamente coberta pelo arrasto)	13.5
ASP	soma dos picos disponíveis (ELEFAN)	3.5
b	constante na relação peso/comprimento $W = q * L^b$	2.6
B	biomassa	8.6
Bv	biomassa virgem (não explorada)	8.3, 9.1
B/R	biomassa por recruta	8.2
C	captura em número (VPA)	5.0
C(t,∞)	captura acumulada (da idade t até à idade máxima)	4.4
C	amplitude (0-1) (ELEFAN)	3.5
C _o	custos fixos de um programa de amostragem	7.2
CPUA	captura por unidade de área	13.6
CPUE	captura por unidade de esforço	4.3, 9.0, 9.5
D	número de mortes por causas naturais (VPA)	5.0
D50%	comprimento no qual 50% <u>não</u> é capturado, não seleccionado	6.2
dL	amplitude do intervalo de classe	2.1
E	esforço de pesca	7.4
E	taxa de exploração (F/Z)	4.2,
ESP	soma dos picos explicáveis (ELEFAN)	3.5
f	esforço de pesca	4.3
F	coeficiente ou taxa instantânea de mortalidade (por unidade de tempo)	4.2
F _m	mortalidade máxima por pesca	6.6
F-matriz	matriz de F por idade e padrão de pesca	5.1
F-factor	factor de multiplicação de F (Thompson e Bell), X	8.6
G	factor de mortalidade natural na análise de coortes de Pope	5.2
H	factor de mortalidade natural na análise de coortes de Jones baseada em comprimentos	5.3
I	índice de separação	3.5
K	parâmetro de curvatura	3.1
KO	índice da taxa metabólica de um peixe	3.4
L	comprimento	geral
L1-L2	classe de comprimento	geral
L1,L2	do comprimento L1 ao comprimento L2	geral
L _∞ ou L _∞	L infinito, comprimento assintótico (comprimento médio de peixes muito velhos)	3.1
L'	comprimento no qual todos os peixes daquele comprimento e maiores estão totalmente explorados (limite inferior do intervalo de classe correspondente)	4.5
\bar{L}_C	comprimento médio da captura total	4.5
L _c ou L50%	comprimento no qual 50% dos peixes são retidos pela arte de pesca	4.5
L75% ou L75	comprimento no qual 75% dos peixes são retidos pela arte de pesca	6.1
L _m	tamanho óptimo de captura	6.2
m	= K/Z	8.4
M	coeficiente de mortalidade natural ou taxa instantânea de mortalidade natural ou taxa natural de mortalidade (por unidade de tempo)	4.1, 4.7
MSE	rendimento económico máximo sustentável (Maximum Sustainable Economic Yield)	8.7
MSY	captura máxima sustentável (Maximum Sustainable Yield)	1.1, 4.5, 8.2, 9.1-9.7, 13.7

		<u>Secção</u>
N	número de sobreviventes (VPA)	4.1, 5.0
N(t)	número de sobreviventes de uma coorte que atingiram a idade t	4.1
$\underline{N}(\text{Tr})$	número de recrutas à área de pesca	4.1
\bar{N}	número médio de sobreviventes de uma coorte	4.1
ϕ'	(phi linha), $\ln K + 2 \cdot \ln L_{\infty}$	3.4
q	factor de condição, constante na relação peso/comprimento	2.6, 3.1
q	coeficiente de capturabilidade	4.3, 4.6, 9.2
R	recrutamento $\underline{N}(\text{Tr})$	4.1
S	taxa anual de sobrevivência	4.2
S_L ou S(L)	curva logística (selectividade da arte baseada em comprimentos)	6.1
S_t ou S(t)	curva logística (selectividade da arte baseada em idades)	6.4
S1 e S2	constantes na fórmula da curva logística baseada em comprimentos	6.1
SF	factor de selecção	6.1
SR	curva logística invertida	6.2
S/R	relação manancial/recrutamento	12.0
t	tempo (geralmente em anos)	geral
t'	idade a partir da qual os peixes daquela idade, ou mais velhos, são totalmente explorados	4.5
\bar{t}	idade média de todos os peixes de idade t' e mais velhos	4.5
T	temperatura ambiente em °C	4.7
Tc	idade de primeira captura (início da fase explorada)	4.1
Tm	longevidade (idade máxima)	4.7
Tm50%	idade de maturação em massa (50% da população é madura)	4.7
t ₀	t-zero, parâmetro de condição inicial (em anos)	3.1
Tr	idade de recrutamento à área de pesca	4.1
ts	ponto-verão (0-1) (ELEFAN)	3.5
tw	ponto-inverno (0-1) (ELEFAN)	3.5
t50%	idade na qual 50% dos peixes são retidos na arte de pesca (Thompson e Bell)	6.4
T1 e T2	constantes na fórmula da curva logística baseada em idades	6.4
\bar{U}	$1 - L_c / L_{\infty}$	8.4
\bar{V}	preço médio (Thompson e Bell)	8.6
v	rendimento (Thompson e Bell)	8.6
VPA	análise de população virtual	5.0
w	peso (normalmente de um indivíduo)	geral
W_{∞} ou W_{∞}	peso infinito, peso assintótico, (W infinito, peso médio de peixes muito velhos)	3.1
X	factor de multiplicação de F (Thompson e Bell)	8.6
Y	idade (normalmente em forma de um índice)	8.6
Y/R	captura por recruta (Beverton e Holt)	8.2
(Y/R)'	captura relativa por recruta (Beverton e Holt)	8.4
Z	coeficiente de mortalidade total, taxa instantânea de mortalidade total ou taxa de mortalidade total (por unidade de tempo)	4.2

B. Notação matemática (geral)

*	sinal de multiplicação
/	sinal de divisão
ln	logarítmo natural (base e= 2.7182818)
log	logarítmo na base 10
exp(x) ou e^x	função exponencial, $\exp(x) = e^x$
$\sum_{i=1}^n X(i)$	soma de todos os valores de X(i), para i variando de 1 até n; soma = X(1)+X(2)+...+X(n)
$\sqrt{\quad}$ or $\sqrt{\quad}$	raiz quadrada
∞	infinito
Δx	delta x, um pequeno incremento na variável x
MAX{X(j)} j	máximo valor entre os elementos do conjunto {X(j)} = {X(1), X(2), ..., X(j), ...}
\bar{x}	valor médio de x
x(i, j)	i, j índices de x (geralmente impresso como $x_{i,j}$)
π	pi = 3.14159
a < b	a menor que b
a > b	a maior que b
a => b	a maior ou igual a b
tanh	tangente hiperbólica

C. Notação Estatística

ϵ	(epsilon) erro relativo máximo
f	graus de liberdade
F	frequência observada
Fc	frequência calculada ou teórica
n	número de observações ou tamanho da amostra
s	desvio padrão
s^2	variância (VAR)
s/\sqrt{n}	erro padrão
s/\bar{x}	desvio padrão relativo ou coeficiente de variação
\bar{x}	valor médio de x
$y = a+b*x$	regressão linear
a	ponto de intersecção da regressão simples
a'	ponto de intersecção da regressão funcional
b	declive da regressão simples
b'	declive da regressão funcional
r	coeficiente de correlação
sa	erro da intersecção (a)
sa^2	variância da intersecção (a)
sb	erro do declive (b)
sb^2	variância do declive (b)
s_x	desvio padrão da variável independente (x)
s_x^2	variância da variável independente (x)
s_{xy}	covariância
s_y	desvio padrão da variável dependente (y)
s_y^2	variância da variável dependente (y)
t	quantil na distribuição-t ou de Student
VAR	variância
x	variável independente
y	variável dependente

17 EXERCÍCIOS

Os exercícios são numerados de acordo com os números das secções relevantes do manual.

Exercício 2.1 Valor médio e variância

Neste exercício, usa-se parte dos dados da distribuição de frequências da truta coral (*Plectropomus leopardus*) apresentados na Fig. 3.4.0.2. As frequências de comprimento usadas para este exercício estão na Fig. 17.2.1. Somente os dados do intervalo de comprimento 23-29 cm são usados e assumidos como pertencendo a uma coorte.

Tarefas:

Ler as frequências, $F(j)$ da Fig. 17.2.1 e completar a folha de exercícios. Calcular a média, a variância e o desvio padrão.

Folha de exercícios 2.1

j	$L(j)-L(j)+dL$	F(j)	$\bar{L}(j)$	$F(j)*\bar{L}(j)$	$\bar{L}(j)-\bar{x}$	$F(j)*(\bar{L}(j)-\bar{x})^2$
1	-				-2.968	
2	-				-2.468	
3	-				-1.968	
4	-				-1.468	
5	-				-0.968	
6	-				-0.468	
7	-				0.032	
8	26.5-27.0	6	26.75	160.50	0.532	1.698
9	27.0-27.5	2		54.50	1.032	2.130
10	27.5-28.0	2		55.50	1.532	4.694
11	28.0-28.5	2		56.50	2.032	8.258
12	28.5-29.0	1		28.75	2.532	6.411
somas		$\Sigma F(j)$ 31		$\Sigma F(j)*\bar{L}(j)$		$\Sigma F(j)*(\bar{L}(j)-\bar{x})^2$
$\bar{x} =$		$s^2 =$			$s =$	

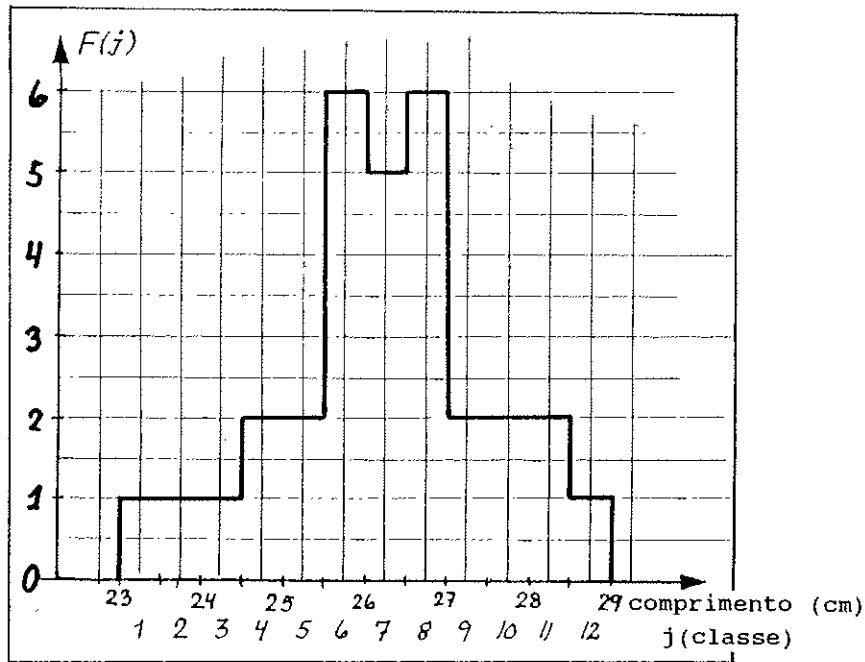


Fig. 17.2.1 Amostra de frequências de comprimento

Exercício 2.2 Distribuição normal

Este exercício consiste em ajustar uma distribuição normal à amostra de frequências de comprimento do Exercício 2.1 aplicando a expressão:

$$F_c(x) = \frac{n \cdot dL}{s \cdot \sqrt{2\pi}} * \exp[-(x-\bar{x})^2 / (2s^2)] \quad (\text{Eq. 2.2.1})$$

para um número suficiente de valores de x que permitam traçar a curva em forma de sino.

Para sua maior conveniência, introduzir os símbolos auxiliares:

$$A = \frac{n \cdot dL}{s \cdot \sqrt{2\pi}} \quad \text{e} \quad B = -1 / (2s^2)$$

de modo que a fórmula acima possa ser escrita

$$F_c(x) = A \cdot \exp(B \cdot (x-\bar{x})^2)$$

Como A e B não dependem de L, e como vamos usá-los várias vezes, é conveniente calculá-los separadamente.

Tarefas:

- 1) Calcular A e B

$$A = \frac{n \cdot dL}{s \cdot \sqrt{2\pi}} = \text{-----} =$$

$$B = -1 / (2s^2) =$$

2) Calcular $F_c(x)$ para os seguintes valores de x :

Folha de exercícios 2.2

x	$F_c(x)$	x	$F_c(x)$
22.0		26.0	
22.5		26.5	
23.0		27.0	
23.5		27.5	
24.0		28.0	
24.5		28.5	
25.0		29.0	
25.5		29.5	

3) Traçar a curva em forma de sino na Fig. 17.2.1

Exercício 2.3 Limites de confiança

Tarefas:

Calcular, o intervalo de confiança ao nível de 95%, para o valor médio estimado no Exercício 2.1.

Exercício 2.4 Análise de regressão linear simples

É comum observar-se que, quanto maior for o número de barcos que participa numa pescaria, menor será a captura por barco. Isso não é de admirar, quando se considera o manancial pesqueiro como um recurso limitado que tem que ser repartido entre todos os barcos. No Capítulo 9 tratamos da teoria pesqueira que sustenta esse modelo.

Os dados na folha de exercícios abaixo são da pesca de camarões do Pasquistão (Van Zalinge e Sparre, 1986).

Tarefas:

- 1) Traçar o diagrama de dispersão.
- 2) Calcular o ponto de intersecção e a declive (usar folha de exercícios).
- 3) Traçar a recta de regressão no diagrama de dispersão.
- 4) Calcular ao nível de 95% os limites de confiança dos parâmetros a e b .

Folha de exercícios 2.4

ano	i	número de barcos x(i)	x(i) ²	captura por barco/ano y(i)	y(i) ²	x(i)*y(i)
1971	1	456		43.5		19836.0
1972	2	536		44.6		23905.6
1973	3	554		38.4		21273.6
1974	4	675		23.8		16065.0
1975	5	702		25.2		17690.4
1976	6	730	532900	30.5	930.25	
1977	7	750	562500	27.4	750.76	
1978	8	918	842724	21.1	445.21	
1979	9	928	861184	26.1	681.21	
1980	10	897	804609	28.9	835.21	
Total		7146		309.5		211099.5

$$\bar{x} =$$

$$\bar{y} =$$

$$\frac{1}{n} * (\Sigma x)^2 = \Sigma x^2 - \frac{1}{n} * (\Sigma x)^2 =$$

$$\frac{1}{n} * (\Sigma y)^2 = \Sigma y^2 - \frac{1}{n} * (\Sigma y)^2 =$$

$$\frac{1}{n} * \Sigma x * \Sigma y =$$

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1} * [\Sigma x^2 - \frac{1}{n} * (\Sigma x)^2] = \quad s_x =$$

$$s_y^2 = \frac{1}{n-1} * [\Sigma y^2 - \frac{1}{n} * (\Sigma y)^2] = \quad s_y =$$

$$s_{xy} = \frac{1}{n-1} * [\Sigma xy - \frac{1}{n} * \Sigma x * \Sigma y] =$$

$$\text{declive: } b = \frac{s_{xy}}{s_x^2} = \quad \text{intersecção: } a = \bar{y} - b * \bar{x} =$$

variância de b:

$$s_b^2 = \frac{1}{n-2} * [(s_y/s_x)^2 - b^2] = \quad s_b =$$

variância de a:

$$s_a^2 = s_b^2 * (\frac{n-1}{n} * s_x^2 + \bar{x}^2) = \quad s_a =$$

distribuição de Student: $t_{(n-2)} =$

limites de confiança:

$$b - s_b * t_{n-2}, \quad b + s_b * t_{n-2} = [\quad , \quad]$$

$$a - s_a * t_{n-2}, \quad a + s_a * t_{n-2} = [\quad , \quad]$$

Exercício 2.5 Coeficiente de correlação

No Exercício 2.4, faz sentido o coeficiente de correlação da regressão das capturas por barco contra o número de barcos? Avaliar qual das duas variáveis é considerada naturalmente a variável independente. Podemos (em princípio) decidir antecipadamente os valores de uma delas?

Tarefas:

Independentemente da escolha na primeira parte do exercício calcular os limites de confiança do r ao nível de 95%.

Exercício 2.6 Transformações lineares de distribuições normais, utilizadas como um instrumento para separar duas distribuições normais sobrepostas (método de Bhattacharya).

A Fig. 17.2.6A mostra a distribuição de frequências resultante de duas distribuições normais sobrepostas "a" e "b". Assumimos que as frequências apresentadas na Fig. 17.2.6B também são uma combinação de duas distribuições normais. O exercício visa separar estas duas componentes. O tamanho total da amostra é 398. Assumir que cada componente tem 50% do total, ou seja 199. Assumir ainda que as frequências do lado esquerdo da distribuição são inteiramente representativas da componente "a", enquanto que as do lado direito são inteiramente representativas da componente "b".

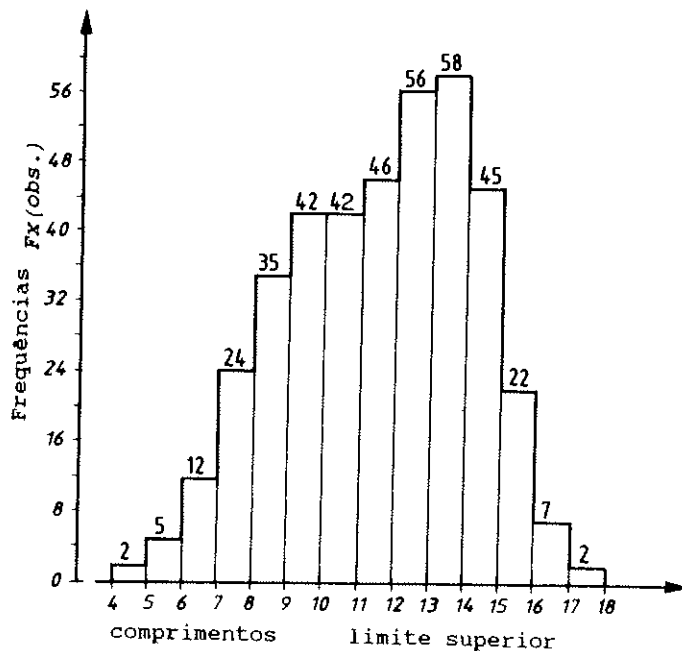
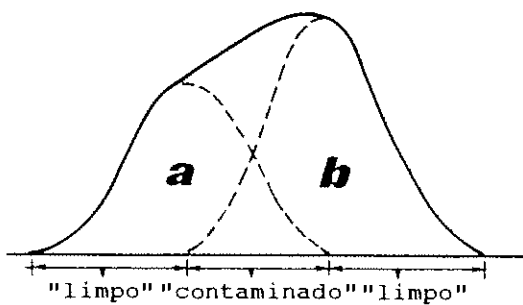


Fig. 17.2.6A Distribuição combinada de duas distribuições normais sobrepostas

Fig. 17.2.6B Amostra de frequências de comprimento (assume-se que consta de duas distribuições normais)

Tarefas:

- 1) Completar a folha de exercícios 2.6a.
- 2) Graficar $\Delta \ln F(z) = y'$ contra $x + dL/2 = z$ e decidir quais os pontos que estão em linhas rectas com declives negativos (ver Fig. 2.6.5).
- 3) Com base na opção anterior escolher os pontos a utilizar para as regressões lineares. (Evitar áreas sobrepostas e pontos baseados em muito poucas observações). Fazer as duas regressões lineares e determinar a e b.
- 4) Calcular $\bar{x} = -a/b$, $s^2 = -1/b$ e $\sqrt{s^2}$ para cada componente.
- 5) Traçar as duas rectas que representam cada distribuição em forma linear.
- 6) Queremos agora converter as linhas rectas nas correspondentes distribuições (calculadas) teóricas normais. Usando a Eq. 2.2.1, calcular $F_c(x)$ de ambas as distribuições normais para um número suficiente de valores de x permitindo-lhe traçar as duas curvas em forma de sino sobrepostas na Fig. 17.2.6B. Assumir $n = 199$ para ambas as componentes (utilizar o mesmo método apresentado no Exercício 2.2) e completar a folha de exercícios 2.6B.

Folha de exercícios 2.6a

intervalo	x	F(x)	ln F(x)	$\Delta \ln F(z)$	$z = x+dL/2$
4- 5	4.5	2	0.693		
				0.916	5
5- 6	5.5	5	1.609		
				0.875	6
6- 7	6.5	12			7
7- 8	7.5	24			
8- 9	8.5	35			
9-10	9.5	42			
10-11	10.5	42			
11-12	11.5	46			
12-13	12.5	56			
13-14	13.5	58			
14-15	14.5	45			
15-16	15.5	22	3.091		
				-1.145	16
16-17	16.5	7	1.946		
				-1.253	17
17-18	17.5	2	0.693		

Folha de exercicios 2.6b

Primeira componente

Segunda componente

A = _____

A = _____

B = _____

B = _____

\bar{x} = _____

\bar{x} = _____

$$F_c(x) = A \cdot \exp[B \cdot (x - \bar{x})^2]$$

x	Fc(x) primeira	Fc(x) segunda	x	Fc(x) primeira	Fc(x) segunda
1.5			11.5		
2.5			12.5		
3.5			13.5		
4.5			14.5		
5.5			15.5		
6.5			16.5		
7.5			17.5		
8.5			18.5		
9.5			19.5		
10.5			20.5		

Exercício 3.1 Equação de crescimento de von Bertalanffy

Os seguintes parâmetros de crescimento do luciano (Lutjanus malabaricus) do Mar de Aráfurá foram reportados por Edwards (1985):

$$\begin{aligned} K &= 0.168 \text{ por ano} \\ L_{\infty} &= 70.7 \text{ cm (comprimento padrão)} \\ t_0 &= 0.418 \text{ ano} \end{aligned}$$

Edwards também estimou a relação peso/comprimento padrão para Lutjanus malabaricus:

$$W = 0.041 * L^{2.842} \text{ (peso em g e comprimento padrão em cm)}$$

bem como a relação comprimento padrão (S.L.) e comprimento total (T.L.):

$$T.L. = 0.21 + 1.18 * S.L.$$

Tarefas:

Completar a folha de exercícios e traçar as três curvas seguintes:

- 1) Comprimento padrão em função da idade
- 2) Comprimento total em função da idade
- 3) Peso em função da idade

Folha de exercícios 3.1

idade anos	compr. padrão cm	comprim. total cm	peso do corpo g	idade anos	compr. padrão cm	comprim. total cm	peso do corpo g
0.5				8			
1.0				9			
1.5				10			
2				12			
3				14			
4				16			
5				(não usar idades superior a 16 no gráfico)			
6							
7				20			
				50			

Exercício 3.1.2 Equação de crescimento de von Bertalanffy baseada em pesos

Pauly (1980) determinou os seguintes parâmetros para o peixe-pónei (Leiognathus splendens) da Indonésia:

$$L_{\infty} = 14 \text{ cm}$$
$$q = 0.02332$$

$$K = 1.0 \text{ por ano}$$
$$t_0 = -0.2 \text{ ano}$$

Tarefas:

Completar a folha de exercícios e traçar o comprimento e o peso convertidos das curvas de crescimento de von Bertalanffy.

Folha de exercícios 3.1.2

idade t	comprimento L(t)	peso w(t)	idade t	comprimento L(t)	peso w(t)
0			0.9		
0.1			1.0		
0.2			1.2		
0.3			1.4		
0.4			1.6		
0.5			1.8		
0.6			2.0		
0.7			2.5		
0.8			3.0		

Exercício 3.2.1 Dados de leitura de idades e composição por comprimentos
(chave idade/comprimento)

Considerar a Tabela 3.2.1.1 (chave idade/comprimento) e supor que capturámos um total de 2400 peixes da espécie em questão, durante o cruzeiro no qual esta chave idade/comprimento foi obtida, e que somente 439 indivíduos da Tabela 3.2.1.1 foram amostrados para a idade. Do restante foi medido o comprimento total. Para reduzir o trabalho de processamento dos dados, utilizou-se somente uma parte da amostra (386 peixes) desta distribuição de frequências de comprimentos que é mostrada na folha de exercícios.

Tarefas:

Estimar quantos destes 386 peixes pertenciam a cada uma das seis coortes listadas na Tabela 3.2.1.1, completando a folha de exercícios.

Folha de exercícios 3.2.1

coorte intervalo de compr.	1982	1981	1981	1980	número na amos- tra de comprim.	1982	1981	1981	1980
	p	o	p	o		p	o	p	o
	chave					números por coorte			
35-36	0.800	0.200	0	0	53	42.4	10.6	0	0
36-37	0.636	0.273	0.091	0	61	38.8	16.7	5.6	0
37-38					49				
38-39					52				
39-40					70				
40-41					52				
41-42	0.222	0.444	0.222	0.111	49	10.9	21.8	10.9	5.4
					total	386	187.2	133.8	

Exercício 3.3.1 Diagrama de Gulland e Holt

Randall (1962) fez a marcação e recaptura de peixes-cirurgião (Acanthurus bahianus) próximo às Ilhas Virgens. Dados de 11 dos peixes recapturados são mostrados na folha de exercícios. Os comprimentos ao libertarem os peixes estão na coluna B; os comprimentos na recaptura, na coluna C e o tempo decorrido entre a libertação e a recaptura está na coluna D.

Tarefas:

- 1) Estimar K e L_{∞} do peixe-cirurgião (Acanthurus bahianus) usando o diagrama de Gulland e Holt.
- 2) Calcular os limites de confiança de K, ao nível de 95%.

Folha de exercícios 3.3.1

A	B	C	D	E	F
número do peixe	L(t) cm	L(t+Δt) cm	Δt dias	$\frac{\Delta L}{\Delta t}$ cm/ano (y)	$\frac{L(t)+L(t+\Delta t)}{2} = \bar{L}(t)$ cm (x)
1	9.7	10.2	53		
2	10.5	10.9	33		
3	10.9	11.8	108		
4	11.1	12.0	102		
5	12.4	15.5	272		
6	12.8	13.6	48		
7	14.0	14.3	53		
8	16.1	16.4	73		
9	16.3	16.5	63		
10	17.0	17.2	106		
11	17.7	18.0	111		

a (intersecção) =

b (declive) =

K =

L_{∞} =

$$sb^2 = \frac{1}{n-2} * [(sy/sx)^2 - b^2] =$$

sb =

$t_{(n-2)} =$

intervalo de confiança K =

Exercício 3.3.2 Diagrama de Ford-Walford e o método de Chapman

Postel (1955) apresentou a seguinte relação peso/comprimento para o albacora (Thunnus albacares) da Costa do Senegal:

idade (anos)	comprimento furcal (cm)
1	35
2	55
3	75
4	90
5	105
6	115

Tarefas:

Estimar K e L_{∞} usando o diagrama de Ford-Walford e o método de Chapman.

Folha de exercícios 3.3.2

Marcar no grafico	FORD-WALFORD		CHAPMAN
t	L(t+Δt) (y)	L(t) (x)	L(t+Δt)-L(t) (y)
1			
2			
3			
4			
5			
a (intersecção)			
b (declive)			
$sb^2 = \frac{1}{n-2} * [(sy/sx)^2 - b^2]$			
t_{n-2} limite de confiança de b			
K			
L_{∞}			

Exercício 3.3.3 Diagrama de von Bertalanffy

Cassie (1954) apresentou uma amostra de distribuição de frequências de 256 douradas australianas (*Chrysophrys auratus*) conforme a figura abaixo. O autor decompôs esta amostra em componentes com uma distribuição normal (semelhante à Fig. 3.2.2.2) usando o método de Cassie (cf. Secção 3.4.3), e encontrou os seguintes comprimentos médios para quatro grupos de idade (cf. Fig. 17.3.3.3):

A	B	C	D
grupo de idade	comp. médio (pol.)	$\Delta L/\Delta t$	\bar{L}
0	3.22	2.11	4.28
1	5.33	2.29	6.48
2	7.62	2.12	8.68
3	9.74		

Nota: Num diagrama de Gulland e Holt resulta (cf. Colunas C e D): $K = -0.002$ e $L_{\infty} = -950$ polegadas, o que não faz qualquer sentido.

Tarefas:

- 1) Estimar K pelo diagrama de von Bertalanffy.
- 2) Porque não faz sentido fazer uma estimação de t_0 ?

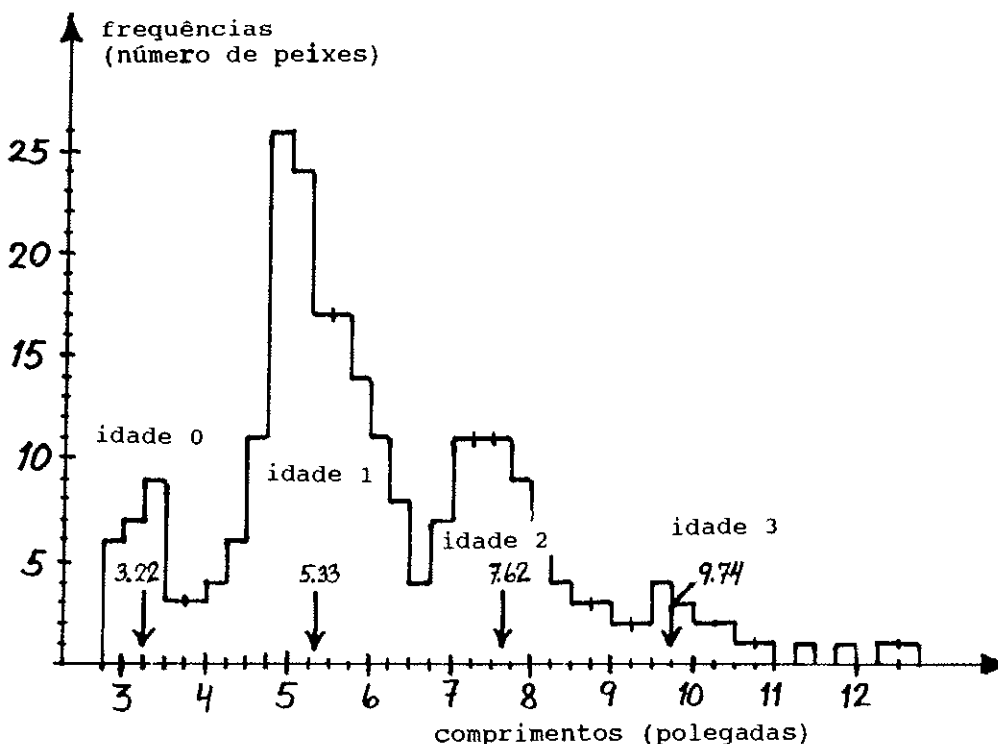


Fig. 17.3.3.3 Distribuição de frequências de comprimento de 256 douradas australianas. As setas indicam comprimentos médio por grupos de idade determinado por Cassie (1954)

Exercício 3.4.1 Método de Bhattacharya

Weber e Jothy (1977) apresentaram a amostra de distribuição de frequências de comprimento de 1069 falsos-besugos (*Nemipterus nematophorus*) mostrada na Fig. 17.3.4.1A. Estes peixes foram capturados durante um cruzeiro realizado entre 29 de Março a 1 de Maio de 1972, no mar do Sul da China ao longo da costa de Sarawak. As medidas tomadas são do comprimento total, do focinho à extremidade do lóbulo inferior da barbatana caudal.

As Figs. 17.3.4.1B e 17.3.4.1C mostram o diagrama de Bhattacharya para os dados da Fig. 17.3.4.1A, onde B é baseado nos dados originais com intervalos de comprimento de 5 mm e C nos mesmos dados reagrupados em intervalos de 1 cm. Deve-se utilizar a Fig. C por duas razões: 1) parece ser mais fácil visualizar uma estrutura na Fig. C do que visualizar na Fig. B, e 2) porque o número de cálculos é menor.

Tarefas:

- 1) Decompor a amostra de frequências de comprimentos (classes de 1 cm, Fig. C) em componentes normalmente distribuídos e estimar, a partir daí, o comprimento médio e o desvio padrão para cada componente. Usar as quatro folhas de exercícios e traçar as rectas de regressão.
- 2) Estimar L_{∞} e K usando o diagrama de Gulland e Holt. Traçar o gráfico.
- 3) Pensar se a análise poderia obter melhores resultados usando a Fig. B (classes de comprimento de 5 mm) em vez da Fig. C (classes de 1 cm)?

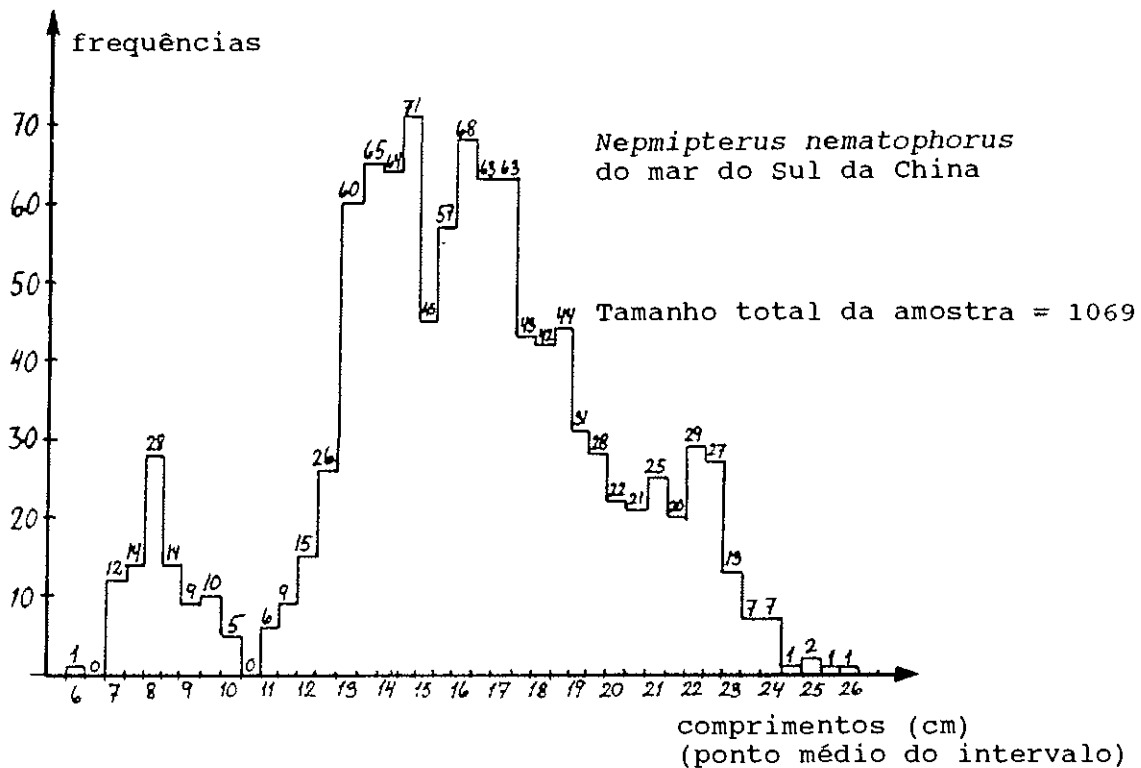


Fig. 17.3.4.1A Amostra da frequências de comprimentos dos falsos-besugos. Fonte de dados: Weber e Jothy, 1977

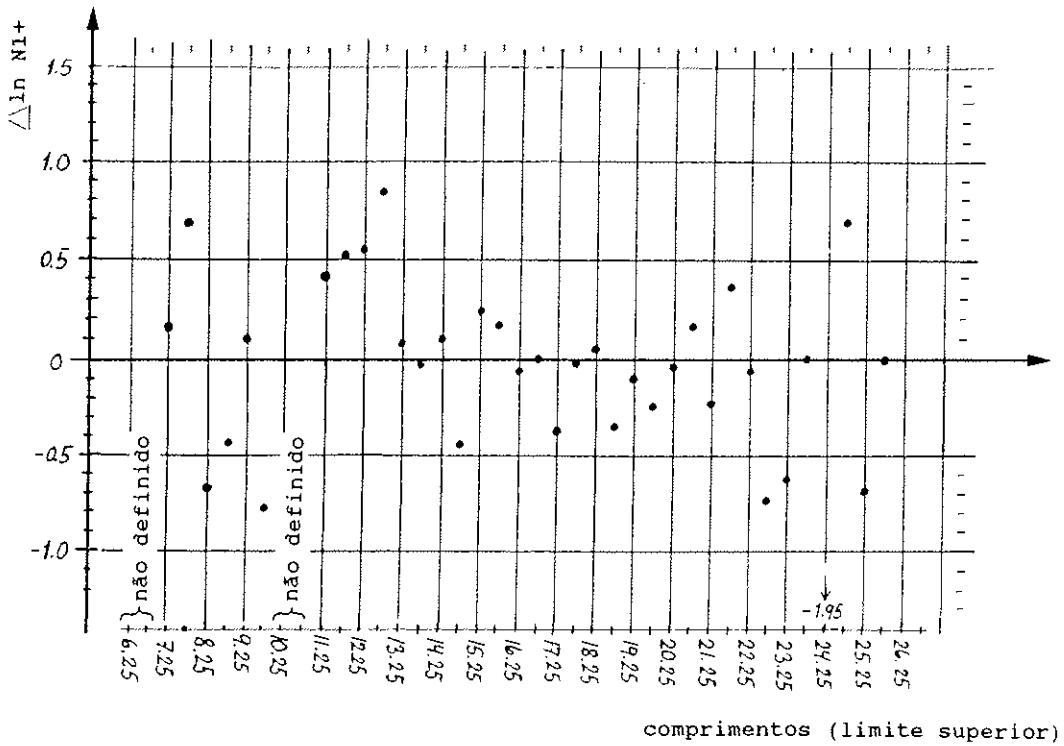


Fig. 17.3.4.1B Diagrama de Bhattacharya dos dados da Fig. 17.3.4.1A baseada nos dados originais, intervalo de comprimento 5 mm

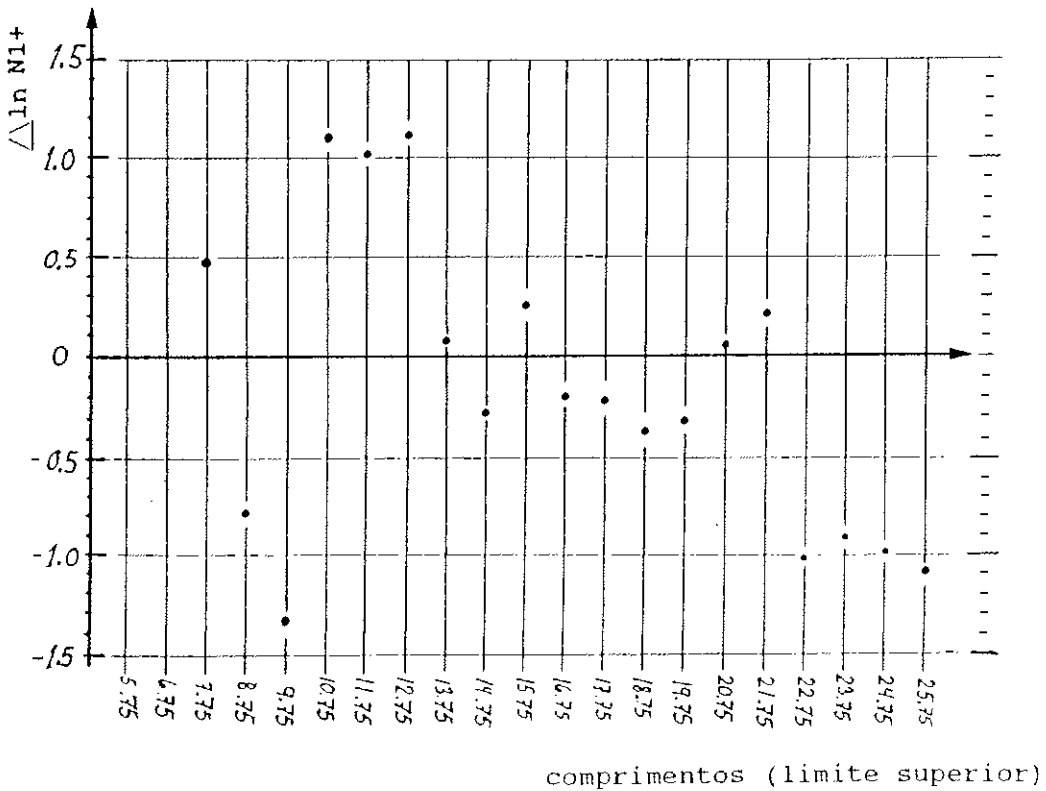


Fig. 17.3.4.1C Diagrama de Bhattacharya dos dados da Fig. 17.3.4.1A baseada nos dados reagrupados em intervalos de comprimento de 1 cm (utilizados no exercício)

Folha de exercícios 3.4.1a

A	B	C	D	E	F	G	H	I
intervalo de com- primento (cm)	N1+	ln N1+	$\Delta \ln N1+$ (y)	L (x)	$\Delta \ln N1$	ln N1	N1	N2+
5.75- 6.75	1	0	-	-	-	-	1	0
6.75- 7.75	26	3.258	(3.258)	6.75	1.262	-	26	0
7.75- 8.75	42#	3.738#	0.480	7.75	0.354	3.738#	42#	0
8.75- 9.75	19	2.944	-0.793	8.75	-0.554	3.183	19	0
9.75-10.75	5			9.75				
10.75-11.75	15			10.75				
11.75-12.75	41			11.75				
12.75-13.75	125			12.75				
13.75-14.75	135			13.75				
14.75-15.75	102			14.75				
15.75-16.75	131			15.75				
16.75-17.75	106			16.75				
17.75-18.75	86			17.75				
18.75-19.75	59			18.75				
19.75-20.75	43			19.75				
20.75-21.75	45			20.75				
21.75-22.75	56			21.75				
22.75-23.75	20			22.75				
23.75-24.75	8			23.75				
24.75-25.75	3			24.75				
25.75-26.75	1			25.75				
Total	1069							

a (intersecção) =

b (declive) =

$\bar{L}(N1) = -a/b =$

$s(N1) = \sqrt{-1/b} =$

Folha de exercícios 3.4.1b

A	B	C	D	E	F	G	H	I
intervalo	N2+	ln N2+	$\Delta \ln N2+$	L	$\Delta \ln N2$	ln N2	N2	N3+
5.75- 6.75								
6.75- 7.75				6.75				
7.75- 8.75				7.75				
8.75- 9.75				8.75				
9.75-10.75				9.75				
10.75-11.75				10.75				
11.75-12.75				11.75				
12.75-13.75				12.75				
13.75-14.75				13.75				
14.75-15.75				14.75				
15.75-16.75				15.75				
16.75-17.75				16.75				
17.75-18.75				17.75				
18.75-19.75				18.75				
19.75-20.75				19.75				
20.75-21.75				20.75				
21.75-22.75				21.75				
22.75-23.75				22.75				
23.75-24.75				23.75				
24.75-25.75				24.75				
25.75-26.75				25.75				

Total

a (intersecção) =

b (declive) =

$\bar{L}(N2) = -a/b =$

$s(N2) = \sqrt{-1/b} =$

Folha de exercícios 3.4.1c

A	B	C	D	E	F	G	H	I
intervalo	N3+	ln N3+	$\Delta \ln N3+$	L	$\Delta \ln N3$	ln N3	N3	N4+
5.75- 6.75								
6.75- 7.75				6.75				
7.75- 8.75				7.75				
8.75- 9.75				8.75				
9.75-10.75				9.75				
10.75-11.75				10.75				
11.75-12.75				11.75				
12.75-13.75				12.75				
13.75-14.75				13.75				
14.75-15.75				14.75				
15.75-16.75				15.75				
16.75-17.75				16.75				
17.75-18.75				17.75				
18.75-19.75				18.75				
19.75-20.75				19.75				
20.75-21.75				20.75				
21.75-22.75				21.75				
22.75-23.75				22.75				
23.75-24.75				23.75				
24.75-25.75				24.75				
25.75-26.75				25.75				

Total

a (intersecção) =

b (declive) =

$\bar{L}(N3) = -a/b =$

$s(N3) = \sqrt{-1/b} =$

Folha de exercícios 3.4.1d

A	B	C	D	E	F	G	H	I
intervalo	N4+	ln N4+	$\Delta \ln N4+$	L	$\Delta \ln N4$	ln N4	N4	N5+
5.75- 6.75								
6.75- 7.75				6.75				
7.75- 8.75				7.75				
8.75- 9.75				8.75				
9.75-10.75				9.75				
10.75-11.75				10.75				
11.75-12.75				11.75				
12.75-13.75				12.75				
13.75-14.75				13.75				
14.75-15.75				14.75				
15.75-16.75				15.75				
16.75-17.75				16.75				
17.75-18.75				17.75				
18.75-19.75				18.75				
19.75-20.75				19.75				
20.75-21.75				20.75				
21.75-22.75				21.75				
22.75-23.75				22.75				
23.75-24.75				23.75				
24.75-25.75				24.75				
25.75-26.75				25.75				

Total

a (intersecção) =

b (declive) =

$\bar{L}(N4) = -a/b =$

$s(N4) = \sqrt{-1/b} =$

Exercício 3.4.2 Análise de progressão modal

Fig. 17.3.4.2A mostra uma série temporal de doze meses do peixe-pónei (*Leiognathus splendens*) da Baía de Manila, Filipinas, 1957-58. (Dados de Tiews e Caces-Borja, 1965; figura adaptada de Ingles e Pauly, 1984). Os números à direita do diagrama de barras indicam o tamanho da amostra, enquanto que a altura das barras representa a percentagem do número total por classe de comprimento.

Fig. 17.3.4.2B mostra uma série temporal de seis amostras de cavala do índico (*Rastrelliger kanagurta*) de Palawan, Filipinas, 1965 (dados da Divisão de Investigação, BFAR, Manila; figuras adaptadas de Ingles e Pauly, 1984).

Tarefas:

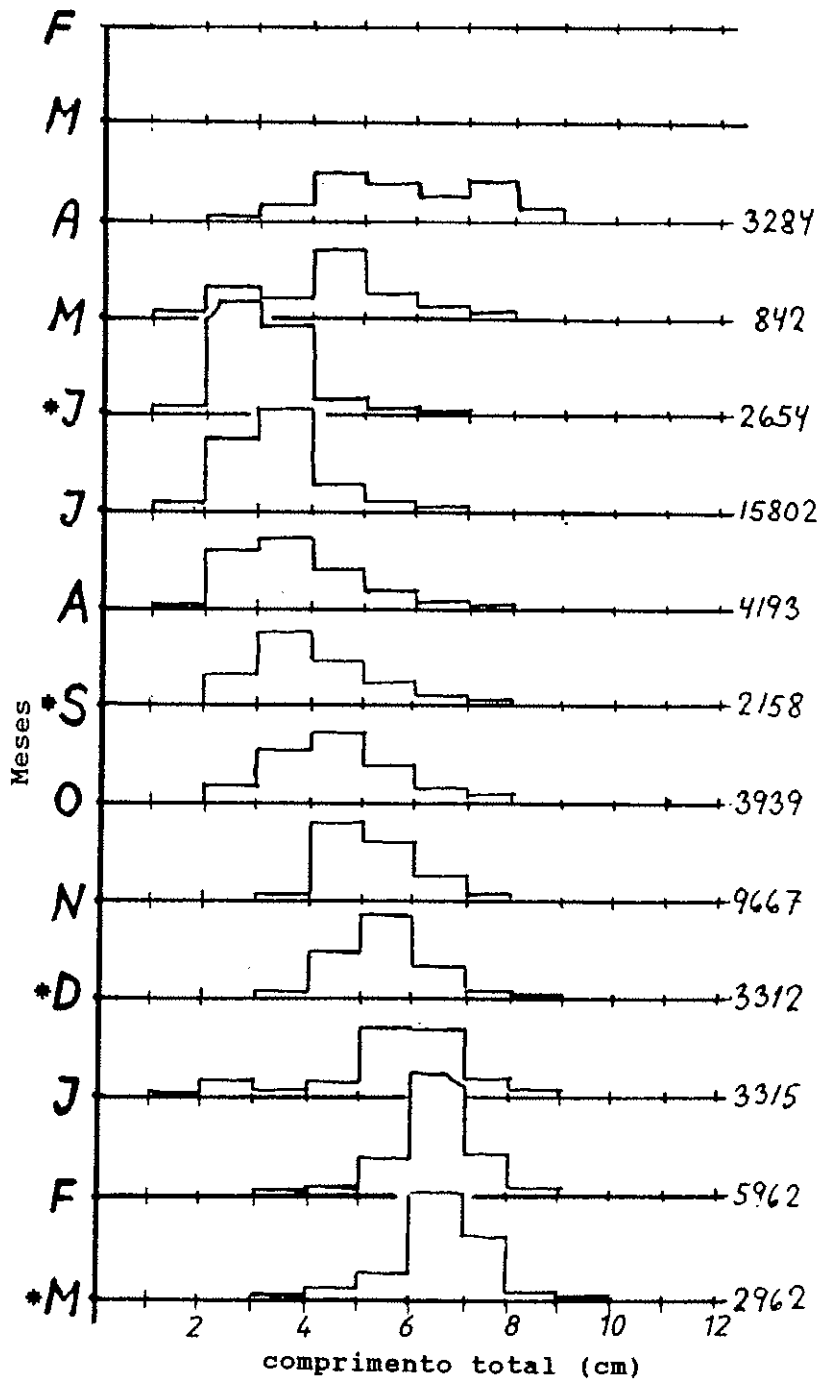
- 1) Ajustar a olho curvas de crescimento a estas duas séries temporais, tentando seguir a progressão modal (como realizado na Fig. 3.4.2.6). Começar por ajustar uma recta e depois ir provocando alguma curvatura nela, mas sem muita pretensão de obter um óptimo resultado. (Na verdade o correcto seria aplicar o método de Bhattacharya ou uma análise similar para cada amostra, mas devido à quantidade de trabalho envolvido neste tipo de procedimento, utilizamos o mais fácil, porém menos confiável, o ajuste a olho. Este exercício tem apenas por objectivo ilustrar o princípio da análise de progressão modal - não o exacto procedimento).
- 2) Ler na curva de crescimento, ajustada a olho, pares de $(t, L) = (\text{tempo da amostra, comprimento})$, e usar o diagrama de Gulland e Holt para estimar K e L_{∞} . Assumir que todas as amostras foram realizadas no dia 1 de cada mês. Para o *Leiognathus splendens* ler os comprimentos somente para as amostras indicadas por "*" na Fig. A, já que a figura é muito reduzida para uma leitura precisa em cada mês. Usar a folha de exercícios.
- 3) Usar o diagrama de von Bertalanffy para estimar t_0 .

Folha de exercícios 3.4.2

Leiognathus splendens:

DIAGRAMA GULLAND E HOLT				DIAGRAMA VON BERTALANFFY	
data de amostragem	L(t)	$\Delta L/\Delta t$	\bar{L}	t	$-\ln(1-L/L_{\infty})$
1 Junho	_____	_____	_____	_____	_____
1 Setembro	_____	_____	_____	_____	_____
1 Dezembro	_____	_____	_____	_____	_____
1 Março	_____	_____	_____	_____	_____
a (intersecção)					
b (declive, -K ou K)					
-a/b	$L_{\infty} =$			$t_0 =$	

$L(t) = [1 - \exp(- (t -))]$



* / ler comprimentos

Fig. 17.3.4.2A Série temporal de frequências de comprimento do peixe-pónei.
Fonte de dados: Tiews e Caces-Borja, 1965

Rastrelliger kanagurta:

		DIAGRAMA GULLAND E HOLT		DIAGRAMA VON BERTALANFFY	
data da amostragem	L(t)	$\Delta L/\Delta t$	\bar{L}	t	$-\ln(1-L/L_{\infty})$
1 Fever.					
1 Março					
1 Maio					
1 Junho					
1 Julho					
1 Agosto					

a (intersecção)
b (declive, -K ou K)
-a/b $L_{\infty} =$ $t_0 =$

$$L(t) = [1 - \exp(- (t - t_0) / a)] L_{\infty}$$

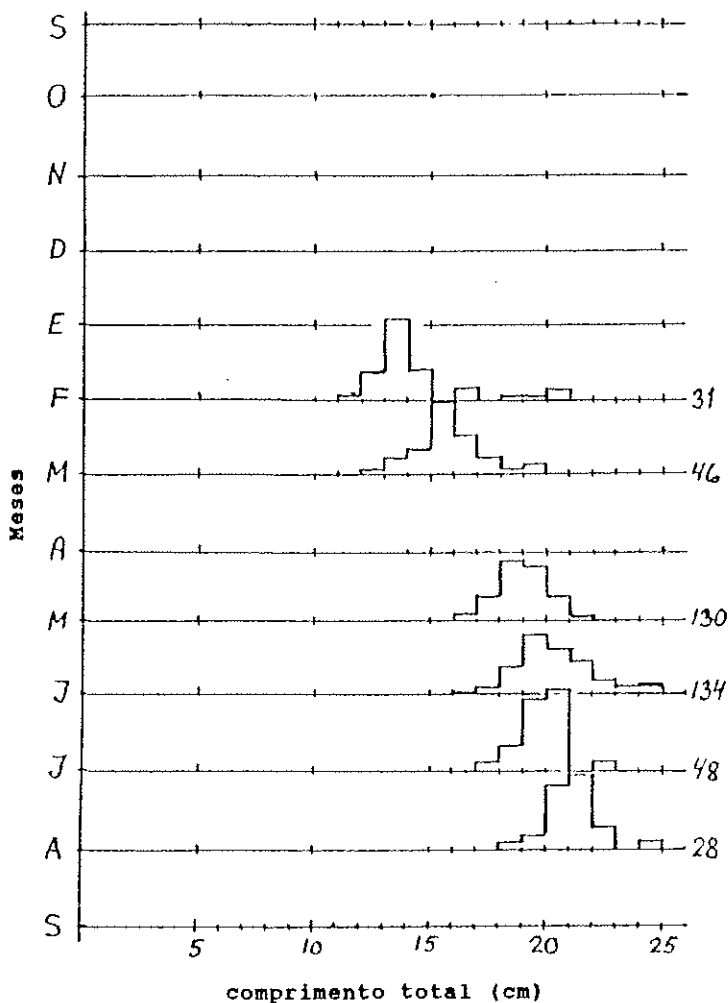


Fig. 17.3.4.2B Série temporal de frequências de comprimento da cavala-do-Índico. Fonte de dados: BFAR, Manila

Exercício 3.5.1 ELEFAN I

Este exercício tem por objectivo explicar os pormenores do processo de reestruturação das frequências de comprimento. A Fig. 17.3.5.1A apresenta uma amostra de distribuição de frequências (hipotética) onde a linha contínua mostra a média móvel. A tabela da folha de exercícios mostra os cálculos e alguns resultados. Outras explicações são dadas abaixo para cada passo do processo.

Tarefas:

- 1) Completar os espaços vazios na tabela da folha de exercícios.
- 2) Traçar o diagrama de barras dos dados reestruturados na figura da folha de exercícios (B).

Folha de exercícios 3.5.1

REESTRUTURAÇÃO DA AMOSTRA DE FREQUÊNCIAS DE COMPRIMENTO								
comp. médio	freq. orig.	PASSO 1	PASSO 2	PASSO 3	PASSO 4a	PASSO 4b	PASSO 5	PASSO 6
L	FRQ(L)	MA(L)	FRQ/MA	FRQ/MA -1 M	zeros	desacentu- tuar	pontos	pontos pos. mais altos
5	4	4.6 a)	0.870	-0.197 h)	2	-0.197	-0.109 p)	
10	13	4.6			2	0.966 k)		0.966 s)
15	6	4.8 b)	1.250 e)		1	0.123 l)	0.123	
20	0	4.0	0	-1.000	1		0	
25	1		0.714	-0.341 i)	3	-0.341	-0.188	
30	0	0.4	0	-1.000	2			
35	0	1.0 c)	0 f)		1	0	-1.000	
40	1		1.000	-0.077	2	-0.077		
45	3			1.770 j)	2	1.062 m)	1.062	
50	1				1		-0.127 q)	
55	0		0	-1.000	1	-1.000	0 r)	
60	1	0.4 d)			3	0.523 n)		
		$\Sigma =$				$SP =$		
		$(\Sigma/12) = M =$	1.083 g)				$SN =$	$ASP =$
$-SP/SN = R = 0.552 o)$								

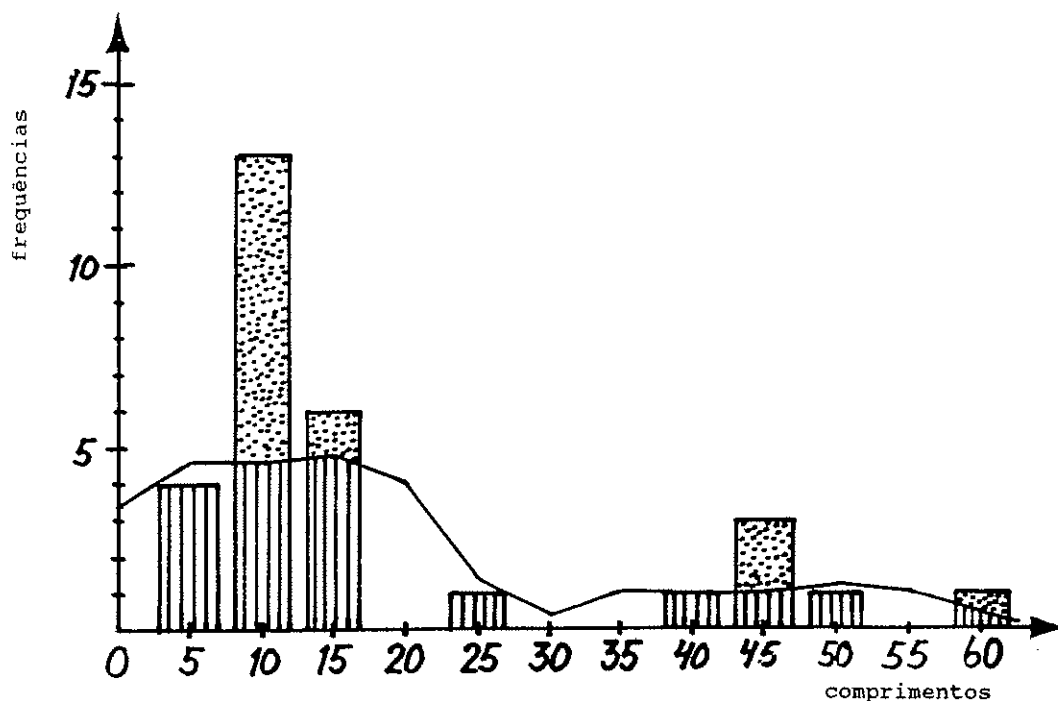


Fig. 17.3.5.1A Amostra hipotética de frequências de comprimentos. A linha indica a média móvel para 5 dados vizinhos

Passo 1: Calcular a média móvel, $MA(L)$ para 5 dados vizinhos.

Exemplos: (ver Fig. 17.3.5.1A e a tabela da folha de exercícios)

$$\begin{aligned} MA(5) &= (0+0+4+13+6)/5 = 4.6 & a) \\ &\text{(foram adicionados 2 zeros no começo da amostra)} \\ MA(15) &= (4+13+6+0+1)/5 = 4.8 & b) \\ MA(35) &= (1+0+0+1+3)/5 = 1.0 & c) \\ MA(60) &= (1+0+1+0+0)/5 = 0.4 & d) \end{aligned}$$

Passo 2: Dividir as frequências originais, $FRQ(L)$, pela média móvel (MA) e calcular os seus valores médios, M :

Exemplos:

$$\begin{aligned} 6/4.8 &= 1.25 & e) \\ 0/1 &= 0 & f) \end{aligned}$$

$$\sum_L \frac{FRQ(L)}{MA(L)} = 12.993$$

$$\frac{1}{12} \sum \frac{FRQ(L)}{MA(L)} = M = 12.993/12 = 1.083 \quad g)$$

(12 = número de intervalos de comprimento)

Passo 3: Dividir FRQ/MA por M e subtrair 1

Exemplos:

$$\begin{aligned} 0.870/1.083-1 &= -0.197 & h) \\ 0.714/1.083-1 &= -0.341 & i) \\ 3.000/1.083-1 &= 1.770 & j) \end{aligned}$$

Passo 4a: Contar o número de "zero-vizinhos" entre os quatro dados vizinhos (dois zeros adicionados a cada extremidade de amostra)

Passo 4b: Desacentuar os valores positivos isolados: para cada "zero-vizinho" o ponto isolado deve ser reduzido de 20%:

Se $\frac{FRQ/MA}{M} - 1 > 0$ e se existem "zero-vizinhos" então multiplique este valor por $[1 - 0.2 * (\text{número de zeros})]$

Exemplos:

$$\begin{aligned} 1.610 * (1 - 0.2 * 2) &= 0.966 \quad \text{k)} \\ 0.154 * (1 - 0.2 * 1) &= 0.123 \quad \text{l)} \\ 1.770 * (1 - 0.2 * 2) &= 1.062 \quad \text{m)} \\ 1.308 * (1 - 0.2 * 3) &= 0.523 \quad \text{n)} \end{aligned}$$

Note: Na versão mais recente (Gayanilo, Soriano e Pauly, 1988) a desacentuação tem sido mais marcada pelo uso do factor:

$$\frac{1}{(\text{número de zeros})} \quad \text{em vez de } [1 - 0.2 * (\text{número de zeros})]$$

Passo 4c: Calcular a soma, SP, das FRQs positivas (reestruturadas) e calcular a soma, SN, das FRQs negativas (reestruturadas) e calcular a razão $R = -SP/SN$

Exemplo:

$$\begin{aligned} SP &= 0.966 + 0.123 + 1.062 + 0.523 = 2.674 \\ SN &= -0.197 - 1 - 0.340 - 1 - 1 - 0.076 - 0.230 - 1 = -4.845 \\ R &= -SP/SN = 2.674 / 4.845 = 0.552 \quad \text{o)} \end{aligned}$$

Passo 5: Se $\frac{FRQ/MA}{M} - 1 \Rightarrow -1$ mas < 0 então multiplique este valor por R. Valores > 0 não são modificados.

Exemplos:

$$\begin{aligned} -0.197 * 0.552 &= -0.109 \quad \text{p)} \\ -0.231 * 0.552 &= -0.123 \quad \text{q)} \\ FRQ(55) &= 0 \quad \text{r)} \end{aligned}$$

Marcar os pontos no diagrama (Fig. 17.3.5.1B).

Passo 6: Calcular ASP (soma dos picos disponíveis). Identificar o ponto mais alto em cada sequência de intervalos com pontos positivos (uma "sequência" pode consistir de um único intervalo).

Exemplos:

$$\begin{aligned} 0.966 &\text{ é o ponto mais alto na sequência positiva 10-15 cm } \quad \text{s)} \\ 1.062 &\text{ é o ponto mais alto na sequência positiva 45-45 cm} \\ 0.523 &\text{ é o ponto mais alto na sequência positiva 60-60 cm} \end{aligned}$$

$$ASP = 0.966 + 1.062 + 0.523 = 2.551$$

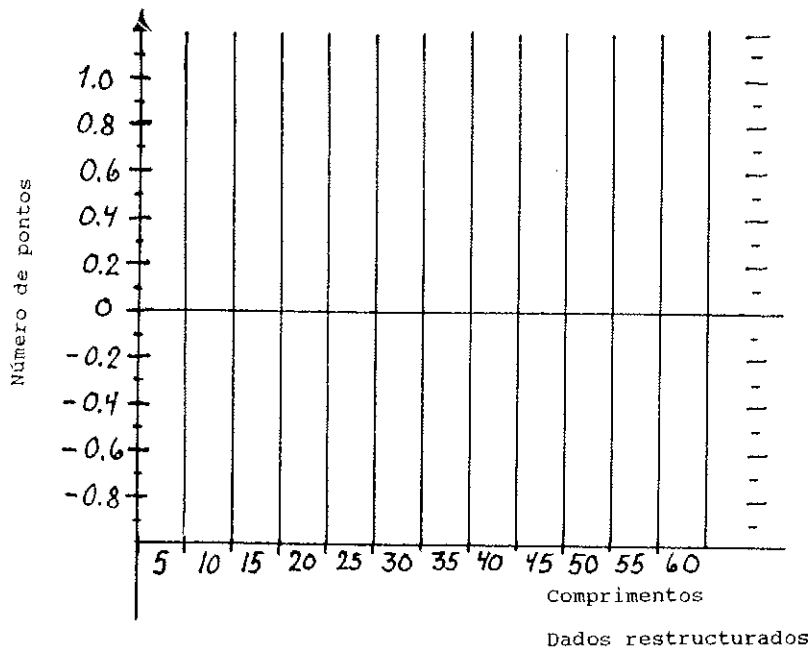


Fig. 17.3.5.1B Diagrama para marcar os pontos obtidos após o Passo 5 (ver texto)

Exercício 3.5.1a ELEFAN I, continuação

Este exercício visa ilustrar a importância da escolha do tamanho do intervalo de comprimento (cf. Exercício 3.4.1).

Fig. 17.3.5.1C1 mostra uma amostra de frequências de comprimento (de Macdonald e Pitcher, 1979) de 523 lúcius do lago Heming, Canadá, que foram agrupados em intervalos de 2 cm de comprimento. Há 5 coortes, determinadas com base em idades a partir da leitura de escamas cujos comprimentos médios são mostrados na seguinte tabela:

idade anos	compr.médio cm	desvio padrão cm
1	23.3	2.44
2	33.1	3.00
3	41.3	4.27
4	51.2	5.08
5	61.3	7.07

Estes dados permitem-nos testar o ELEFAN I.

Fig. 17.3.5.1C2 mostra as componentes distribuídas segundo normais, derivadas da leitura de escamas, e a Fig. C3 mostra os dados reestruturados.

Com exceção dos peixes maiores, o ELEFAN I consegue colocar as ASPs (indicadas por setas) próximo de onde estão os verdadeiros comprimentos médios das coortes, porém, como outros métodos, o ELEFAN I tem dificuldade em lidar com os peixes maiores (mais velhos).

Tarefas:

Repetir a reestruturação usando a folha de exercícios (3.5.1a) com base em intervalos de 4 cm (ver Fig. na folha de exercícios) em vez de intervalos de 2 cm. Comparar os resultados com os apresentados nas Figs. 17.3.5.1C1 e C2.

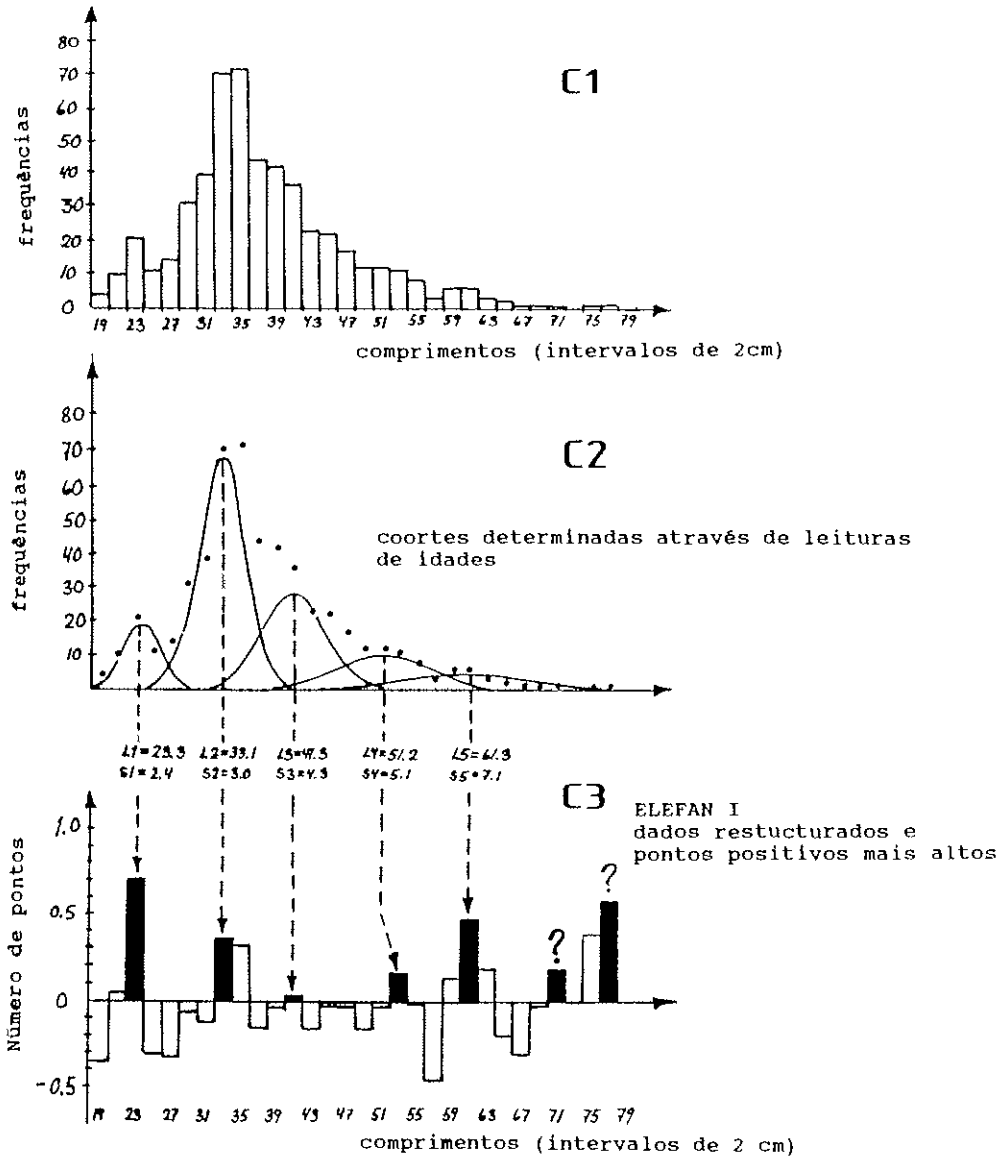


Fig. 17.3.5.1C Amostra de frequências de comprimentos de 523 lúcius (C1), coortes derivadas da leitura de idades (C2) e dados reestruturados de ELEFAN I (C3) para intervalos de comprimento de 2 cm. Fonte de dados: Macdonald e Pitcher, 1979

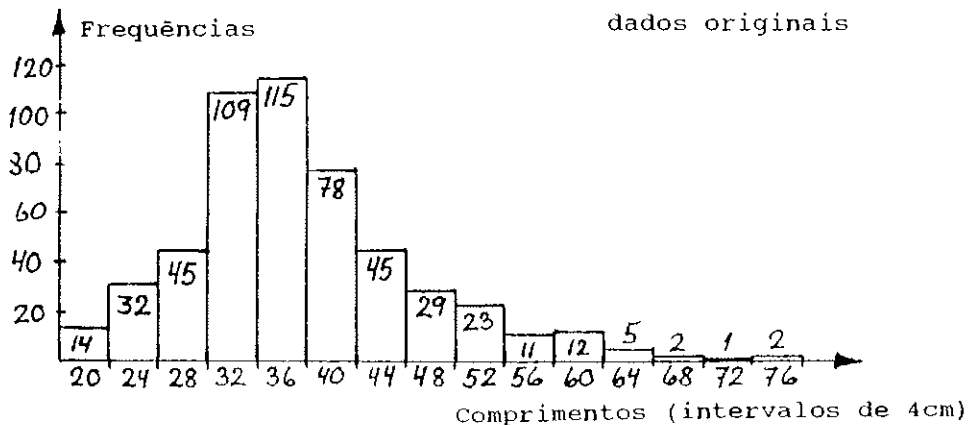


Fig. 17.3.5.1D Dados de frequências de comprimentos reagrupados, intervalos de comprimento de 4 cm (ver Fig. 17.3.5.1C)

Folha de exercícios 3.5.1a

REESTRUTURAÇÃO DA AMOSTRA DE FREQUÊNCIAS DE COMPRIMENTOS (ver Fig. 17.3.5.1D)

comp. freq médio orig L	PASSO 1 MA(L)	PASSO 2 FRQ/MA	PASSO 3 FRQ/MA M	PASSO 4a -1 zeros	PASSO 4b desacen- tuar	PASSO 5 pontos	PASSO 6 pontos pos. mais altos
20	14						
24	32						
28	45						
32	109						
36	115						
40	78						
44	45						
48	29						
52	23						
56	11						
60	12						
64	5						
68	2						
72	1						
76	2						

Σ

SP =

$(\Sigma/15) = M =$

SN =

ASP =

$-SP/SN = R =$

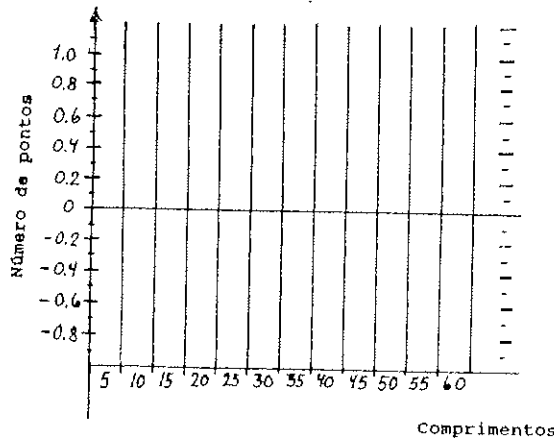


Fig. 17.3.5.1E Diagrama para marcar os pontos obtidos após o Passo 5 usando dados da Fig. 17.3.5.1D

Exercício 4.2 A dinâmica de uma coorte (modelo exponencial decrescente com Z variável)

Considerar uma coorte de peixes demersais com recrutamento na idade t , que é arbitrariamente assumida como zero. Assim, o recrutamento é $N(0) = 10000$.

Tarefas:

- 1) Calcular, usando a folha de exercício, para os primeiros dez períodos de meio ano, o número de sobreviventes no início de cada período e o número capturado, quando as taxas de mortalidade forem as apresentadas abaixo:

idade (anos) t_1-t_2	mortal. natural M	mortal. por pesca F	Observações
0.0-0.5	2.0	0.0	Coorte ainda nas áreas de maternidade expostas a alta predação devido ao pequeno tamanho dos indivíduos
0.5-1.0	1.5	0.0	
1.0-1.5	0.5	0.2	Coorte em migração para os bancos de pesca. Alguns peixes escapam através das malhas
1.5-2.0	0.3	0.4	
2.0-2.5	0.3	0.6	Coorte em plena exploração Pressão de predação reduzida
2.5-3.0	0.3	0.6	
3.0-3.5	0.3	0.6	
3.5-4.0	0.3	0.6	
4.0-4.5	0.3	0.6	
4.5-5.0	0.3	0.6	

Recrutamento: $N(0) = 10000$

- 2) Dar uma representação gráfica dos resultados.

Folha de exercícios 4.2

t_1-t_2	M	F	Z	$e^{-0.5Z}$	$N(t_1)$	$N(t_2)$	$N(t_1)-N(t_2)$	F/Z	$C(t_1,t_2)$
0.0-0.5	2.0	0.0							
0.5-1.0	1.5	0.0							
1.0-1.5	0.5	0.2							
1.5-2.0	0.3	0.4							
2.0-2.5	0.3	0.6							
2.5-3.0	0.3	0.6							
3.0-3.5	0.3	0.6							
3.5-4.0	0.3	0.6							
4.0-4.5	0.3	0.6							
4.5-5.0	0.3	0.6							

Exercício 4.2a A dinâmica de uma coorte (fórmula para o número médio de sobreviventes, Eq. 4.2.9)

Tarefas:

Calcular o número médio de sobreviventes durante os últimos 3 anos para a coorte tratada no Exercício 4.2 usando a expressão exacta (Eq. 4.2.9) e a aproximação demonstrada na Fig. 4.2.3, ou seja, calcular $N(2.0,5.0)$.

Exercício 4.3 Estimação de Z a partir de dados de CPUE

Supor que os dados da Tabela 3.2.1.2 são números de indivíduos capturados por hora de arrasto de fundo em 15 de Outubro 1983.

Tarefas:

Estimar a mortalidade total para o manancial, assumindo a hipótese do recrutamento ser constante, usando a Eq. 4.3.0.3:

$$Z = \frac{1}{t_2 - t_1} * \ln \frac{CPUE(t_1)}{CPUE(t_2)}$$

Folha de exercícios 4.3

coorte	idade t2	CPUE	1982 O	1982 P	1981 O	1981 P	1980 O	1)
			111	67	40	24	15	

coorte	idade t1	CPUE						
1983 P	0.64	182						
1982 O	1.14	111	—					
1982 P	1.64	67	—	—				
1981 O	2.14	40	—	—	—			
1981 P	2.64	24	—	—	—	—		

1) O = Outono, P = Primavera

Exercício 4.4.3 A curva de captura linearizada com base nos dados de composição por idades

Usar os dados apresentados na Tabela 4.4.3.1 do badejo do Mar do Norte (1974-1980).

Tarefas:

Estimar Z a partir das capturas da coorte de 1974 e após traçar a curva de captura. Calcular os limites de confiança do Z estimado.

Folha de exercícios 4.4.3

idade (anos) t (x)	ano Y	C(y,t,t+1)	ln C(y,t,t+1) (Y)	comentários
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7	1981	-	-	

declive: $b =$ $sb^2 = [(sy/sx)^2 - b^2] / (n-2) =$
 $sb =$ $sb * t_{n-2} =$ $Z =$ \pm

Exercício 4.4.5 A curva de captura linearizada a partir dos dados de composição por comprimentos

Os dados de frequências de comprimentos, de Ziegler (1979) para o falso-besugo (Nemipterus japonicus) de Manila, são fornecidos na folha de exercícios abaixo, onde $L_{\infty} = 29.2$ cm, $K = 0.607$ por ano.

Tarefas:

- 1) Realizar a análise da curva de captura convertida para comprimentos, usando a Folha de exercícios.
- 2) Traçar a curva de captura.
- 3) Calcular os limites de confiança para cada Z estimado.

Folha de exercícios 4.4.5

L1-L2	C(L1, L2)	t(L1)	Δt	$t\left(\frac{L1+L2}{2}\right)$	$\ln \frac{C(L1, L2)}{\Delta t}$	Z	observações
		a)	b)	(x) c)	(y)	(declive)	
7 -8	11						não usado, não está sob plena exploração
8 -9	69						
9-10	187						
10-11	133						?
11-12	114						?
12-13	261						?
13-14	386						?
14-15	445						?
15-16	535						?
16-17	407						?
17-18	428						?
18-19	338						?
19-20	184						?
20-21	73						?
21-22	37						?
22-23	21						?
23-24	19						?
24-25	8						?
25-26	7						?
26-27	2						próximo demais de L_{∞}

Pormenores das análises de regressão:

grupo comp. L1-L2	decli- ve Z	número de observ. n	distrib. Student t_{n-2}	variância declive sb^2	desvio pa- drão declive sb	limites de conf. de Z $Z \pm (t_{n-2}) * sb$

Fórmulas a utilizar:

a) Eq. 3.3.3.2 b) Eq. 4.4.5.1 c) Eq. 4.4.5.2

Exercício 4.4.6 A curva de captura acumulada com base nos dados de composição por comprimento (método de Jones e van Zalinge)

Dados de frequências de comprimento de Ziegler (1979) para o falso besugo (*Nemipterus japonicus*) de Manila são fornecidos na folha de exercícios abaixo, onde $L_{\infty} = 29.2$ cm, $K = 0.607$ por ano.

Tarefas:

- 1) Determinar Z/K pelo método Jones e van Zalinge usando a folha de exercícios. (Começar a acumulação na classe de comprimento maior).
- 2) Traçar a "curva de captura".
- 3) Calcular os limites de confiança ao nível de 95% para cada estimativa de Z (Folha de exercícios).

Folha de exercícios 4.4.6

L1-L2	C(L1,L2)	$\Sigma C(L1, L_{\infty})$ acumulado	$\ln \Sigma C(L1, L_{\infty})$ (y)	$\ln(L_{\infty} - L1)$ (x)	Z/K (declive)	observações
7- 8	11					não usado,
8- 9	69					não está sob
9-10	187					plena
10-11	133					exploração
11-12	114					?
12-13	261					?
13-14	386					?
14-15	445					?
15-16	535					?
16-17	407					?
17-18	428					?
18-19	338					?
19-20	184					?
20-21	73					?
21-22	37					?
22-23	21					?
23-24	19					?
24-25	8					?
25-26	7					?
26-27	2					próximo demais de L_{∞}

Pormenores das análises de regressão:

grupo comp.	declive *K	número de observ.	distrib. Student	variância declive	desvio padrão declive	limites de confiança de Z
L1-L2	Z	n	t_{n-2}	sb^2	sb	$Z \pm K * t_{n-2} * sb$

Exercício 4.4.6a Método de Jones e van Zalinge aplicado ao camarão

Dados de frequências de comprimento da carapaça de fêmeas de camarão (*Penaeus semisulcatus*) de águas do Kuwait, 1974-1975, de Jones e van Zalinge (1981), são apresentados na folha de exercícios abaixo. $L_{\infty} = 47.5$ mm (comprimento da carapaça). Os dados de entrada são os desembarques totais em milhões de camarões por ano, realizados pela indústria da pesca do camarão daquele país.

Nota: Neste caso, os intervalos de comprimento têm tamanhos diferentes, uma vez que as classes de comprimento foram derivados de classes de tamanhos comerciais, que por sua vez, são dados em número de caudas por libra (1 kg = 2.2 libras).

Tarefas:

- 1) Determinar Z/K pelo método de Jones e van Zalinge.
- 2) Traçar a "curva de captura".
- 3) Calcular, ao nível de 95%, os limites de confiança para cada estimativa de Z/K.

Folha de exercícios 4.4.6a

comprim. carapaça (mm)	nº desembarco/ano (milhões)	nº acumulado/ano (milhões)	$\ln \Sigma C(L1, L_{\infty})$	$\ln(L_{\infty} - L1)$	Z/K	observ.
L1-L2	C(L1, L2)	$\Sigma C(L1, L_{\infty})$	(y)	(x)	(declive)	
11.18-18.55	2.81					
18.55-22.15	1.30					
22.15-25.27	2.96					
25.27-27.58	3.18					
27.58-29.06	2.00					
29.06-30.87	1.89					
30.87-33.16	1.78					
33.16-36.19	0.98					
36.19-40.50	0.63					
40.50-47.50	0.63					

Pormenores das análises de regressão:

comp. infe-rior	declive	número de obs.	distrib. Student	variância declive	desvio padrão de-clive	limites de confiança de Z
L1	Z/K	n	t_{n-2}	sb^2	sb	$Z/K \pm t_{n-2} * sb$

Exercício 4.5.1 A equação-Z de Beverton e Holt baseada em dados de comprimento (aplicado ao camarão)

Os mesmos dados do exercício 4.4.6a (de Jones e van Zalinge, 1981), do camarão Penaeus semisulcatus, são apresentados na folha de exercícios abaixo. $L_{\infty} = 47.5$ mm (comprimento da carapaça).

Tarefas:

Estimar Z/K usando a equação-Z de Beverton e Holt (Eq. 4.5.1.1) e a folha de exercícios (começar a acumulação na classe de comprimento maior).

Folha de exercícios 4.5.1

A	B	C	D	E	F	G	H
comprim. carapaça (mm)	nº desembarque/ano (milhões)	capt. acumulado	comp. médio	*)	*)	*)	*)
$L' = L1 - L2$	$C(L1, L2)$	$\Sigma C(L1, L2)$	$\frac{L1+L2}{2}$	$C * \frac{L1+L2}{2}$	$\Sigma C * \frac{L1+L2}{2}$	\bar{L}	Z/K
11.18-18.55	2.81						
18.55-22.15	1.30						
22.15-25.27	2.96						
25.27-27.58	3.18						
27.58-29.06	2.00						
29.06-30.87	1.89						
30.87-33.16	1.78						
33.16-36.19	0.98						
36.19-40.50	0.63						
40.50-47.50	0.63						

*) Coluna E: captura por classe de comprimento * comprimento médio
 Coluna F: acumulação da coluna E
 Coluna G: coluna F dividida pela coluna C
 Coluna H: $Z/K = \frac{L_{\infty} - \bar{L}}{\bar{L} - L'}$

Exercício 4.5.4 Método de Powell-Wetherall

A distribuição do comprimento furcal (em %), do roncadador de listras azuis (*Haemulon sciurus*) capturado em armadilhas nos recifes de Port Royal da Jamaica durante levantamentos em 1969-1973, é dada na folha de exercícios abaixo (de Munro, 1983, Tabela 10.35 p. 137).

Tarefas:

- 1) Completar a folha de exercícios, de baixo para cima.
- 2) Fazer o gráfico de Powell-Wetherall e decidir os pontos a incluir na análise de regressão.
- 3) Estimar Z/K e L_{∞} (em comprimento furcal).
- 4) Quais são as suposições básicas do método?

Folha de exercícios 4.5.4

A	B	C	D *)	E *)	F *)	G *)	H *)
$L' = L_1 - L_2$ (x)	$C(L_1, L_2)$ (% captura)	$\frac{L_1 + L_2}{2}$	$\Sigma C(L', \infty)$ (% acumulada)	$\frac{L_1 + L_2}{2} * C$	$\Sigma \frac{L_1 + L_2}{L'} * C(L_1, L_2)$	\bar{L}	$\bar{L} - L'$ (y)
14-15	1.8	14.5					
15-16	3.4	15.5					
16-17	5.8	16.5					
17-18	8.4	17.5					
18-19	9.1	18.5					
19-20	10.2	19.5					
20-21	14.3	20.5					
21-22	13.7	21.5					
22-23	10.0	22.5					
23-24	6.3	23.5					
24-25	6.4	24.5					
25-26	5.3	25.5					
26-27	3.3	26.5					
27-28	1.8	27.5					
28-29	0.3	28.5					

- *) Coluna D: soma da coluna B (de baixo para cima)
 Coluna E: coluna B * coluna C
 Coluna F: soma da coluna E (de baixo para cima)
 Coluna G: divisão da coluna F pela coluna D
 Coluna H: coluna G - coluna A ($L' = L_1$)

Exercício 4.6 Graficar Z contra o esforço (estimação de M e q)

Na folha de exercícios abaixo são apresentados os dados do esforço de pesca por rede de arrasto no golfo de Tailândia (milhões de horas de arrasto) e comprimento médio, para o fura vasos (Priacanthus tayenus), no período de 1966 a 1974, obtidos de Boonyubol e Hongskul (1978) e do Programa de Desenvolvimento da Pesca Marítima do Mar Sul da China (1978) ($L_{\infty} = 29.0$ cm, $K = 1.2$ por ano, $L_c = 7.6$ cm).

Tarefas:

- 1) Calcular Z, usando a folha de exercícios.
- 2) Traçar Z contra o esforço e determinar M (intersecção) e q (declive).
- 3) Calcular ao nível de 95% os limites de confiança para M e q estimados.

Utilizar os dois conjuntos de dados de entrada abaixo (anos):

- a) Anos de 1966-1970
- b) Anos de 1966-1974

e comentar os resultados.

Folha de exercícios 4.6

ano	esforço a)	compr. médio \bar{L}_C cm	$Z = K \frac{L_{\infty} - \bar{L}_C}{\bar{L}_C - L_c}$ (Eq. 4.5.3.1)
1966	2.08	15.7	1.97
1967	2.80	15.5	
1968	3.50	16.1	
1969	3.60	14.9	
1970	3.80	14.4	
1971	- sem dados -	-	-
1972	- sem dados -	-	-
1973	9.94	12.8	
1974	6.06	12.8	

a) em milhões de horas de arrasto

Exercício 5.2 Análise de coortes baseada em idades (análise de coortes de Pope).

As Tabelas 5.1.1 e 4.4.3.1 contêm dados de captura por grupos de idade do badejo do Mar do Norte (ICES, 1981a).

Tarefas:

- 1) Calcular a mortalidade por pesca para a coorte de 1974 (dados das capturas apresentados na Tabela 5.1.1 e $M = 0.2$ por ano) através da análise de coortes de Pope, para as duas diferentes hipóteses de F , no grupo dos mais velhos de idade:

$F_6 = 1.0$ por ano

$F_6 = 2.0$ por ano

- 2) Traçar F contra a idade para os dois casos acima, bem como para o caso da Tabela 5.1.1, onde

$F_6 = 0.5$ por ano

- 3) Discutir o significado da escolha de F (F_6) terminal. Qual das três alternativas prefere? (Baseie a sua decisão na solução do Exercício 4.4.3, que trata do mesmo conjunto de dados).

Exercício 5.3 Análise de coortes de Jones baseada em comprimentos

Tal como nos Exercícios 4.4.6a e 4.5.1, usaremos os desembarques das fêmeas de *Penaeus semisulcatus* das coortes de 74/75, procedentes de águas do Kuwait (Jones e van Zalinge, 1981). Esses dados foram obtidos a partir do número total de camarões processados em cada uma das dez categorias de mercado (cf. Folha de exercícios 5.3).

Tarefas:

- 1) Usando a folha de exercícios 5.3 e as fórmulas abaixo, estimar a mortalidade por pesca e o número de indivíduos no manancial através da análise de coortes de Jones, usando os seguintes parâmetros:

$K = 2.6$ por ano

$M = 3.9$ por ano

$L_{\infty} = 47.5$ mm (comprimento de carapaça)

- 2) Dê a sua opinião sobre a escolha de $F/Z (= 0.1)$ terminal.
- 3) A análise de coortes é um método confiável neste caso? (O valor de M é uma estimativa assumida).

Folha de exercícios 5.3

classe de comprimento g) L1-L2	factor mort. natur. a) H(L1,L2)	captura em número (milh.) C(L1,L2)	número de sobre- vivos b) N(L1)	taxa de exploração c) F/Z	mortali- dade por pesca d) F	mortal. total e) Z
11.18-18.55		2.81				
18.55-22.15		1.30				
22.15-25.27		2.96				
25.27-27.58		3.18				
27.58-29.06		2.00				
29.06-30.87		1.89				
30.87-33.16		1.78				
33.16-36.19		0.98				
36.19-40.50		0.63				
40.50-47.50		0.63	f)	0.1		

a) $H(L1, L2) = \left[\frac{L_{\infty} - L1}{L_{\infty} - L2} \right]^{M/2K}$

b) $N(L1) = [N(L2) * H(L1, L2) + C(L1, L2)] * H(L1, L2)$

c) $F/Z = C(L1, L2) / [N(L1) - N(L2)]$

d) $F = M * (F/Z) / (1 - F/Z)$

e) $Z = F + M$

f) $N(\text{último } L1) = C(\text{último } L1, L_{\infty}) / (F/Z)$

g) comprimento da carapaça em mm correspondente às categorias de mercado (número de caudas por libra) n^o/lb):

n ^o /lb:	400	110	70	50	40	35	30	25	20	<15
L1	: 11.18	18.55	22.15	25.27	27.58	29.06	30.87	33.16	36.19	40.5
L2	: 18.55	22.15	25.27	27.58	29.06	30.87	33.16	36.19	40.5	47.5

Exercício 6.1 Modelo matemático para a ogiva de selectividade

Tarefas:

Traçar uma curva de selectividade usando os parâmetros:

$L50\% = 13.6 \text{ cm}$ e $L75\% = 14.6 \text{ cm}$

Usar a curva logística $S(L) = 1/[1 + \exp(S1 - S2 * L)]$

Exercício 6.5 **Estimação da ogiva de selectividade a partir da curva de captura**

Dados de capturas por classe de comprimento de Upeneus vittatus foram retirados da Tabela 4.4.5.1. com $K = 0.59$ por ano, $L_{\infty} = 23.1$ cm, $t_0 = -0.08$ ano.

Tarefas:

- 1) Estimar a curva logística $S(t) = 1/[1+\exp(T1-T2*t)]$
- 2) Estimar $L50\% = L_{\infty}*[1-\exp(K*(t_0-t50\%))]$ e $L75\%$
- 3) Avaliar a escolha do primeiro intervalo de comprimento dado na Tabela 4.4.5.1.

Folha de exercícios 6.5

A	B	C	D	E	F	G	H	I
classe compr. L1-L2	t (x)	Δt a)	C (L1,L2)	ln (C/ Δt) b)	S(t) obs. c)	ln (1/S-1) (y) d)	S(t) est. e)	observ.
6- 7	0.56	0.102	3	3.38				(não usado)
7- 8	0.67	0.109	143	7.18				
8- 9	0.78	0.116	271	7.76				
9-10	0.90	0.125	318	7.86				
10-11	1.03	0.134	416	8.04				
11-12	1.17	0.146	488	8.11				
12-13	1.32	0.160	614	8.25				
13-14	1.49	0.177	613	f) 8.15				usado na
14-15	1.67	0.197	493	f) 7.83				análise
15-16	1.88	0.223	278	f) 7.13				para estimar
16-17	2.12	0.257	93	f) 5.89				Z (ver Tabela
17-18	2.40	0.303	73	f) 5.48				4.4.5.1)
18-19	2.74	0.370	7	f) 2.94				
19-20	3.15	0.473	2	f) 1.44				
20-21	3.70	0.659	2	1.11				
21-22	4.53	1.094	0	-				
22-23	6.19	4.094	1	-1.40				
23-24	-	-	1	-				

- a) $t[(L1+L2)/2]$, idade correspondente ao meio do intervalo
- b) $\ln(C/\Delta t)$, variável dependente na análise de regressão da curva de captura
- c) $S(t)_{obs.} = C/[\Delta t * \exp(a-Z*t)]$, ogiva de selectividade observada
 $Z = 4.19$ e $a = 14.8$ (da Tabela 4.4.5.1)
- d) $\ln(1/S-1)$, variável dependente na regressão
- e) $S(t)_{est.} = 1/[1+\exp(T1-T2*t)]$, ogiva de selectividade teórica (estimada)
- f) pontos usados na análise da curva de captura (cf. Tabela 4.4.5.1)

Exercício 6.7 Uso da curva de selectividade para ajustar amostras de captura

Tarefas:

1) Ajustar as frequências de comprimento para Upeneus vittatus (dos dados da Tabela 4.4.5.1), usando os resultados do Exercício 6.5:

L50% = 13.6 cm e L75% = 14.6 cm

S1 =

S2 =

S(L) =

2) Desenhar um histograma das frequências originais e das ajustadas excluindo as que (estimações não viciadas), segundo o seu critério, não tenham sido estimadas com segurança.

Folha de exercícios 6.7

classe compr. L1-L2	ponto médio	amostra observada viciada	ogiva de selectiv. S(L)	amostra estimada não viciada
6- 7		3		
7- 8		143		
8- 9		271		
9-10		318		
10-11		416		
11-12		488		
12-13		614		
13-14		613		
14-15		493		
15-16		278		
16-17		93		
17-18		73		
18-19		7		
19-20		2		
20-21		2		
21-22		0		
22-23		1		
23-24		1		

Exercício 7.2 Amostragem aleatória estratificada versus amostragem aleatória simples e amostragem proporcional

Este exercício ilustra o ganho em precisão obtido a partir da estratificação. Usar a Tabela 7.2.2.

Tarefas:

- 1) Usando as folhas de exercícios, estimar a variância do desembarque médio \bar{Y} obtido pelos três métodos diferentes de amostragem, quando o tamanho total da amostra é de $n = 20$.
 - a) Amostragem aleatória simples
 - b) Amostragem proporcional: uma amostra de 20% de cada estrato

Folha de exercícios 7.2 para a) e b)

estrato j	s(j)	s(j) ²	N(j)	$\sum_i Y(j,i)^2$	$\sum_i Y(j,i)$
1 grande					
2 médio					
3 pequeno					
Total:					

$$\text{Total } s^2 = \frac{\sum \sum Y(j,i)^2 - (1/N) * [\sum \sum Y(j,i)]^2}{N-1} =$$

_____ =

conforme definido pela Eq. 2.1.3.

a) Amostragem aleatória simples

$$\text{VAR}_{\text{ran}}(\bar{Y}) = \frac{s^2}{n} * \frac{N-n}{N} =$$

b) Amostragem proporcional

$$\text{VAR}_{\text{prop}}(\bar{Y}) = \frac{1}{N^2} * \sum_{j=1}^3 \frac{N(j) * [N(j) - n(j)]}{n(j)} * s(j)^2 =$$

c) Amostragem estratificada óptima

$$\text{VAR}_{\text{opt}}(\bar{Y}) = \frac{1}{N^2} * \sum_{j=1}^3 \frac{N(j) * [N(j) - n(j)]}{n(j)} * s(j)^2 =$$

Folha de exercícios 7.2 para c)

estrato	$s(j) \cdot N(j)$	$\frac{s(j) \cdot N(j)}{\sum s(j) \cdot N(j)}$	$n \cdot \frac{s(j) \cdot N(j)}{\sum s(j) \cdot N(j)} = n(j)$
---------	-------------------	--	---

1 grande

2 médio

3 pequeno

total:

1.00

n = 20

2) Calcular os desvios padrão e comparar as repartições por estrato

	aleatória	proporcional	ótima
$s = \sqrt{\text{VAR}}$			
repartições por estrato			
1 grande			
2 médio			
3 pequeno			

Exercício 8.3 Modelo de captura por recruta de Beverton e Holt
(captura por recruta, biomassa por recruta como uma
função de F)

Pauly (1980) determinou os seguintes parâmetros para a espécie Leiognathus splendens (cf. Exercício 3.1.2). $W_{\infty} = 64$ g, $K = 1.0$ por ano, $t_0 = -0.2$ ano, $Tr = 0.2$ ano, $M = 1.8$ por ano.

Tarefas:

- 1) Traçar as curvas Y/R e B/R. Usar três valores diferentes de T_c :
 $T_c = Tr = 0.2$ ano, $T_c = 0.3$ ano e $T_c = 1.0$ ano.

Folha de exercícios 8.3

F	$T_c = Tr = 0.2$		$T_c = 0.3$		$T_c = 1.0$	
	Y/R	B/R	Y/R	B/R	Y/R	B/R
0.0						
0.2						
0.4						
0.6						
0.8						
1.0						
1.2						
1.4						
1.6						
1.8						
2.0						
2.2						
2.4						
2.6						
2.8						
3.0						
3.5						
4.0						
4.5						
5.0						
100.0						

- 2) Tentar explicar porque MSY aumenta quando T_c cresce (sem uso de matemática). A afirmação acima é uma regra geral, ou seja, ela vale para qualquer aumento de T_c ?
- 3) Ler os valores (aproximados) de F_{MSY} e MSY/R da folha de exercícios. Comentar as conclusões supondo que o valor do F actual é 1.0.

Exercício 8.4 Conceito do captura relativa por recruta de Beverton e Holt

Berkeley e Houde (1980) determinaram os seguintes parâmetros para o espadarte (Xiphias gladius) da Flórida:

$L_\infty = 309$ cm, $K = 0.0949$ por ano e $M = 0.18$ por ano

Tarefas:

Traçar a curva de captura relativa por recruta, (Y/R') em função de E , para dois valores diferentes do comprimento de 50% de retenção:

$L_c = 118$ cm e $L_c = 150$ cm.

Folha de exercícios 8.4

E	$L_c = 118$ cm (Y/R')	$L_c = 150$ cm (Y/R')	(F)
0			0
0.1			0.020
0.2			0.045
0.3			0.077
0.4			0.120
0.5			$M = 0.180$
0.6			0.270
0.7			0.42
0.8			0.72
0.9			1.62
1.0			∞

Exercício 8.6 Modelo de projecção baseado em idades (análise de Thompson e Bell)

No exemplo (hipotético) apresentado na tabela abaixo, um manancial de peixes é explorado por duas artes de pesca diferentes, ou seja, cerco para a praia e redes de emalhar, estas duas artes respondem pela captura total do manancial. Foi levado a cabo, no período de 1975-1985, um programa de amostragem para estimar o total dos indivíduos capturados por grupo de idade e por arte de pesca.

Com base no total de indivíduos capturados foi realizada uma VPA e os valores estimados de F , para o último ano de dados (1985), foram separados numa componente do cerco para a praia FB e numa componente de rede de emalhar FG (cf. Eq. 8.6.1). O recrutamento médio (número de peixes do grupo de idade 0), para os anos de 1975 a 1985, foi estimado, a partir da VPA, em 1 000 000 de peixes. Supõe-se que a mortalidade natural tem valores específicos para as idades. Esses dados são apresentados na parte "a" da folha de exercícios.

Tarefas:

Usar a folha de exercícios 8.6a para resolver os seguintes problemas:

- 1) Na hipótese de que a mortalidade por pesca permanece igual a 1985, e que o recrutamento é de tamanho médio, estimar (com base na hipótese de equilíbrio):
 - 1.1) O número de sobreviventes por grupos de idade (número no manancial).
 - 1.2) Número capturado por grupos de idade para cada arte de pesca.
 - 1.3) Captura de cada arte de pesca.

Usar a folha de exercícios 8.6b para resolver os seguintes problemas:

- 2) Assumir que o esforço de pesca da rede de emalhar permanece igual a 1985, porém a pesca de cerco para a praia encontra-se fechada (e com um recrutamento em 1986 de tamanho médio), estimar conforme realizado nos itens anteriores (1.1, 1.2 e 1.3).
- 3) Baseando-se nos resultados dos exercícios 1) e 2), recomendaria um tempo de defeso da pesca do cerco para a praia?

Folha de exercícios 8.6

a. Não houve mudança no esforço de pesca

gr. ida- de	peso médio (g)	mort. cerco praia	mort. rede emalh.	mort. nat. M	mort total Z	nº mana- cial N*10 ⁻³	capt. cerco praia CB	capt. rede de emalh. CG	capt. peso cerco praia YB	capt. peso rede emalh. YG	capt. peso total YB+YG
0	8	0.05	0.00	2.00		1000					
1	283	0.40	0.00	0.80							
2	1155	0.10	0.19	0.30							
3	2406	0.01	0.59	0.20							
4	3764	0.00	0.33	0.20							
5	5046	0.00	0.09	0.20							
6	6164	0.00	0.02	0.20							
7	7090	0.00	0.00	0.20							

Total

$$Z = FB+FG+M \quad N(t+1) = N(t) \cdot \exp(-Z)$$

$$CB = FB \cdot N \cdot (1 - \exp(-Z)) / Z \quad CG = FG \cdot N \cdot (1 - \exp(-Z)) / Z$$

$$YB = CB \cdot \bar{w} \quad YG = CG \cdot \bar{w}$$

b. Tempo de defeso da pesca de cerco para a praia

gr. ida- de	peso médio (g)	mort. cerco praia	mort. rede emalh.	mort. nat. M	mort total Z	nº mana- cial N*10 ⁻³	capt. cerco praia CB	capt. rede de emalh. CG	capt. peso cerco praia YB	capt. peso rede emalh. YG	capt. peso total YB+YG
0	8										
1	283										
2	1155										
3	2406										
4	3764										
5	5046										
6	6164										
7	7090										

Total

Exercício 8.7 Modelo de projecção baseado na composição por comprimentos (análise de Thompson e Bell)

Neste exercício, usa-se um exemplo hipotético:

M = 0.3 por ano, K = 0.3 por ano, $L_{\infty} = 60.0$ cm

$\bar{w} = q * \left[\frac{L1+L2}{2} \right]^b$, onde q = 0.01 g/cm³ e b = 3

Recrutamento, N(10,15) = 1000

classe comprim.	mortalidade por pesca	peso médio do corpo g	preço por kg	factor mort.nat.
L1-L2	F(L1,L2)	$\bar{w}(L1,L2)$	(L1,L2)	H(L1,L2) a)
10-15	0.03	19.5	1.0	1.05409
15-20	0.20	53.6	1.0	1.06066
20-25	0.40	113.9	1.5	1.06904
25-30	0.70	207.9	1.5	1.08012
30-35	0.70	343.3	2.0	1.09544
35-40	0.70	527.3	2.0	1.11803
40- L_{∞}	0.70	767.7	2.0	-

a) $H(L1,L2) = ((L_{\infty}-L1)/(L_{\infty}-L2))^{M/2K}$

Tarefas:

Fazer a análise de Thompson e Bell baseada em comprimentos para o exemplo.

Folha de exercícios 8.7

classe comp.	F(L1,L2)	N(L1)	N(L2)	biomassa média	captura	capt. peso	rendim.
L1-L2		a)	a)	* Δt b)	C(L1,L2) c)	(L1,L2) d)	(L1,L2) e)
10-15	0.03	1000					
15-20	0.20						
20-25	0.40						
25-30	0.70						
30-35	0.70						
35-40	0.70						
40- L_{∞}	0.70			f)			
Total							

- a) N(L1) de uma classe de comprimento é equivalente ao N(L2) da classe de comprimento anterior
 $N(L2) = N(L1) * [1/H(L1,L2) - E(L1,L2)] / [H(L1,L2) - E(L1,L2)]$
 onde $E(L1,L2) = F(L1,L2) / Z(L1,L2)$
- b) biomassa média * $\Delta t = N_{\text{médio}}(L1,L2) * \Delta t * \bar{w}(L1,L2)$
 onde $N_{\text{médio}}(L1,L2) * \Delta t = [N(L1) - N(L2)] / Z(L1,L2)$
- c) $C(L1,L2) = F(L1,L2) * N_{\text{médio}}(L1,L2) * \Delta t$
- d) captura (L1,L2) = C(L1,L2) * $\bar{w}(L1,L2)$
- e) rendimento (L1,L2) = captura(L1,L2) * preço(L1,L2)
- f) biomassa média do último grupo de idade = $N(40) * \bar{w}(40, L_{\infty}) / Z(40, L_{\infty})$

Exercício 8.7a Modelo de projecção baseado na composição por comprimentos (curva de capturas, análise de Thompson e Bell)

Tarefas:

- 1) Fazer o mesmo exercício do Exercício 8.7 porém com o pressuposto de um aumento de 100% no esforço de pesca (Folha de exercícios 8.7a).

Folha de exercícios 8.7a

classe comp. L1-L2	F(L1,L2)	N(L1) a)	N(L2) a)	biomassa média *Δt b)	captura C(L1,L2) c)	capt. peso (L1,L2) d)	rendim. (L1,L2) e)
10-15		1000.00					
15-20							
20-25							
25-30							
30-35							
35-40							
40-L _∞				f)			
Total							

- a) N(L1) de uma classe de comprimento é equivalente ao N(L2) da classe de comprimento anterior

$$N(L2) = N(L1) * [1/H(L1,L2) - E(L1,L2)] / [H(L1,L2) - E(L1,L2)]$$
 onde $E(L1,L2) = F(L1,L2) / Z(L1,L2)$
- b) biomassa média * Δt = Nmédio (L1,L2) * Δt * $\bar{w}(L1,L2)$
 onde $Nmédio (L1,L2) * Δt = [N(L1) - N(L2)] / Z(L1,L2)$
- c) $C(L1,L2) = F(L1,L2) * Nmédio(L1,L2) * Δt$
- d) captura (L1,L2) = C(L1,L2) * $\bar{w}(L1,L2)$
- e) rendimento (L1,L2) = captura(L1,L2) * preço(L1,L2)
- f) biomassa média do último grupo de idade = $N(40) * \bar{w}(40, L_{\infty}) / Z(40, L_{\infty})$

- 2) Usar o resultado de 1) combinado com a solução de Exercício 8.7 e com os resultados dados na tabela abaixo para traçar as curvas de captura e rendimento.

factor-F X	capt. peso	biomassa média *Δt	rendim.
0.0	0.00	1445.41	0.00
0.2	116.38	865.89	226.11
0.4	154.48	585.63	296.49
0.6	165.12	426.42	312.70
0.8	164.75	326.87	307.56
1.0			
1.2	153.25	213.94	277.35
1.4	146.23	180.15	260.38
1.6	139.37	154.84	244.14
1.8	132.95	135.40	229.10
2.0			

MSY = 165.8 para X = 0.69 biomassa para MSY = 378.8
 MSE = 312.9 para X = 0.61 biomassa para MSE = 405.7

Exercício 9.1 Modelo de Schaefer e modelo de Fox

Na folha de exercícios 9.1 são apresentados dados de captura total e esforço total em dias de barco padrão, para os anos de 1969 a 1978, para a pesca do camarão no mar de Arafura. As capturas são compostas principalmente por cinco espécies: Penaeus merguensis, Penaeus semisulcatus, Penaeus monodon, Metapenaeus ensis e Parapenaeopsis sculptilis (Naamin e Noer, 1980).

Tarefas:

- 1) Calcular Y/f (kg por barco/dia) e $\ln(Y/f)$ e traçar sobre o esforço.
- 2) Estimar MSY e f_{MSY} pelo modelo de Schaefer.
- 3) Estimar MSY e f_{MSY} pelo modelo de Fox.
- 4) Marcar as capturas sobre o esforço e traçar as curvas de capturas estimadas pelos dois métodos.

Folha de exercícios 9.1

ano	capturas (toneladas) sem cabeça $Y(i)$	esforço $f(i) *$ (x)	Schaefer $Y/f **$ (y)	Fox $\ln(Y/f) ***$ (y)
1969	546.7	1224		
1970	812.4	2202		
1971	2493.3	6684		
1972	4358.6	12418		
1973	6891.5	16019		
1974	6532.0	21552		
1975	4737.1	24570		
1976	5567.4	29441		
1977	5687.7	28575		
1978	5984.0	30172		

valor médio

desvio padrão

intersecção (Schaefer: a, Fox: c)

declive (Schaefer: b, Fox: d)

*) em barco dias, **) kg por barco dia, ***) ln kg por barco dia

continuação da Folha de exercícios 9.1

	Schaefer	Fox ****)
variância da declive		
$sb^2 = [(sy/sx)^2 - b^2] / (10-2)$		
desvio padrão do declive, sb limites de confiança do declive limite superior, $b + t_{n-2} * sb$ limite inferior, $b - t_{n-2} * sb$		
variância da intersecção		
$sa^2 = sb^2 * [sx^2 * (n-1) / n + \bar{x}^2]$		
desvio padrão da intersecção distribuição Student, $t_{(n-2)}$ limite de confiança da inter- secção limite superior, $a + t_{n-2} * sa$ limite inferior, $a - t_{n-2} * sa$		
MSY Schaefer $-a^2 / (4b)$ MSY Fox $-(1/d) * \exp(c-1)$		
$f(MSY)$ Schaefer $-a / (2b)$ $f(MSY)$ Fox $-1/d$		

****) a,b foram substituídos por c e d no modelo de Fox.

Folha de exercícios 9.1a (para traçar as curvas de capturas)

f	capturas	capturas
barco dias	de Schaefer	de Fox
	(toneladas)	(toneladas)
5000		
10000		
15000		
20000		
25000		
f_{MSY}		
30000		
35000		
f_{MSY}		
40000		
45000		

Exercício 13.8 Método da área varrida, precisão da estimação da biomassa, estimação de MSY e repartição óptima dos lances

Os dados para este exercício foram retirados do relatório nº 8 do PROJECTO KEN/74/023: "Pesquisa de Arrasto Oceânico", que trata da avaliação de mananciais dos recursos demersais do Quênia, estudados no período de 1979-81. Utilizou-se um conjunto modificado de dados de capturas do roncador de manchas pequenas Pomadasyx opercularis, capturas em peso por hora de arrasto, para 23 arrastos, cobrindo dois estratos (Folha de exercícios 13.8). São fornecidas também as velocidades do barco e da corrente, ambas em nós (nm por hora), bem como a abertura da rede de arrasto (R*X2).

Tarefas:

- 1) Aplicar a Eq. 13.5.3 para calcular a distância, D, coberta por hora e a Eq. 13.5.1 para calcular a área varrida, a, por hora em cada lance. Calcular a captura por unidade de área para cada lance usando a Eq. 13.6.2 (dados da folha de exercícios, 1 milha náutica (nm) = 1852 m).
- 2) Calcular para cada estrato a estimação da captura média por unidade de área e os limites de confiança dessas estimações (usando a Eq. 2.3.1). Com o uso das Eqs. 13.7.5 e 13.6.3, calcular uma estimação da biomassa média para a área total, quando A1 = 24 milhas náuticas quadradas (sq.nm) e A2 = 53 sq.nm e assumir o valor de 0.5 para X1 (capturabilidade).
- 3) Estimar o MSY usando a fórmula de Gulland (Eq. 9.2.1), com M = Z = 0.6 por ano (isto é, assumir um manancial virgem).
- 4) Construir um gráfico mostrando o erro máximo relativo para a captura média por área contra o número de lances para cada um dos dois estratos. Definimos (cf. Secção 7.1, Fig. 7.1.1)

$$\epsilon = (\text{erro máximo relativo}) = \frac{s \cdot t_{n-1}}{\bar{C}_a \cdot \sqrt{n}}$$

onde s é o desvio padrão da estimação da captura em peso por unidade de área:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (C_a(i) - \bar{C}_a)^2}$$

- 5) Assumir que tem recursos financeiros para fazer 200 lances. Repartir esses 200 lances entre os dois estratos a fim de obter uma amostragem estratificada óptima (ver Secção 7.2).

Folha de exercícios 13.8

ESTRATO 1:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
nº lance i	CPUE Cw/t kg/h	BARCO veloc. em nós VS	rumo graus dirV	ARRASTO abertura da boca R*X2	CORRENTE veloc. em nós CS	dir. graus dirC	DIST nm. D	ÁREA varrida sq.nm a	CPUA Cw/a = Ca kg/sq.nm
1	7.0	2.8	220	18	0.5	90			
2	7.0	3.0	210	16	0.5	180			
3	5.0	3.0	200	17	0.3	135			
4	4.0	3.0	180	18	0.4	230			
5	1.0	3.0	90	17	0.5	270			
6	4.0	3.0	45	18	0.4	160			
7	9.0	3.5	25	18	0.4	200			
8	0.0	3.0	210	18	0.3	300			
9	0.0	3.5	0	18	0.4	0			
10	14.0	2.8	45	18	0.6	0			
11	8.0	3.0	120	18	0.3	300			
									$\overline{Ca} =$

ESTRATO 2:

12	42.0	4.0	30	17	0.5	160			
13	98.0	3.3	215	17	0.4	90			
14	223.0	3.9	30	17	0.0	0			
15	59.0	3.8	35	17	0.3	180			
16	32.0	3.5	210	17	0.5	270			
17	6.0	2.8	210	17	0.5	330			
18	66.0	3.8	45	17	0.5	30			
19	60.0	4.0	30	18	0.5	180			
20	48.0	4.0	210	18	0.5	180			
21	52.0	3.8	20	18	0.4	180			
22	48.0	4.0	30	18	0.5	190			
23	18.0	3.0	210	18	0.3	190			
									$\overline{Ca} =$

Folha de exercícios 13.8 (continuação)

limites de confiança de \bar{Ca}

estrato	número de lances n	\bar{Ca}	desvio padrão de Ca s	s/\sqrt{n}	distrib. de Student t_{n-1}	limites de confiança para \bar{Ca} $\bar{Ca} \pm t_{n-1} * s/\sqrt{n}$
1						
2						

Folha de exercícios 13.8a (para traçar o gráfico do erro máximo relativo)

número de lances n	distrib. de Student t_{n-1}	estrato 1 ϵ a)	estrato 2 ϵ a)
5	2.78		
10	2.26		
20	2.09		
50	2.01		
100	1.98		
200	1.97		

a) $\epsilon = \frac{s * t_{n-1}}{\bar{Ca} * \sqrt{n}}$

Folha de exercícios 13.8b (repartição óptima)

estrato	desvio padrão de Ca s	A	A*s	A*s/ $\Sigma A*s$	200*A*s/ $\Sigma A*s$
1					
2					
Total					