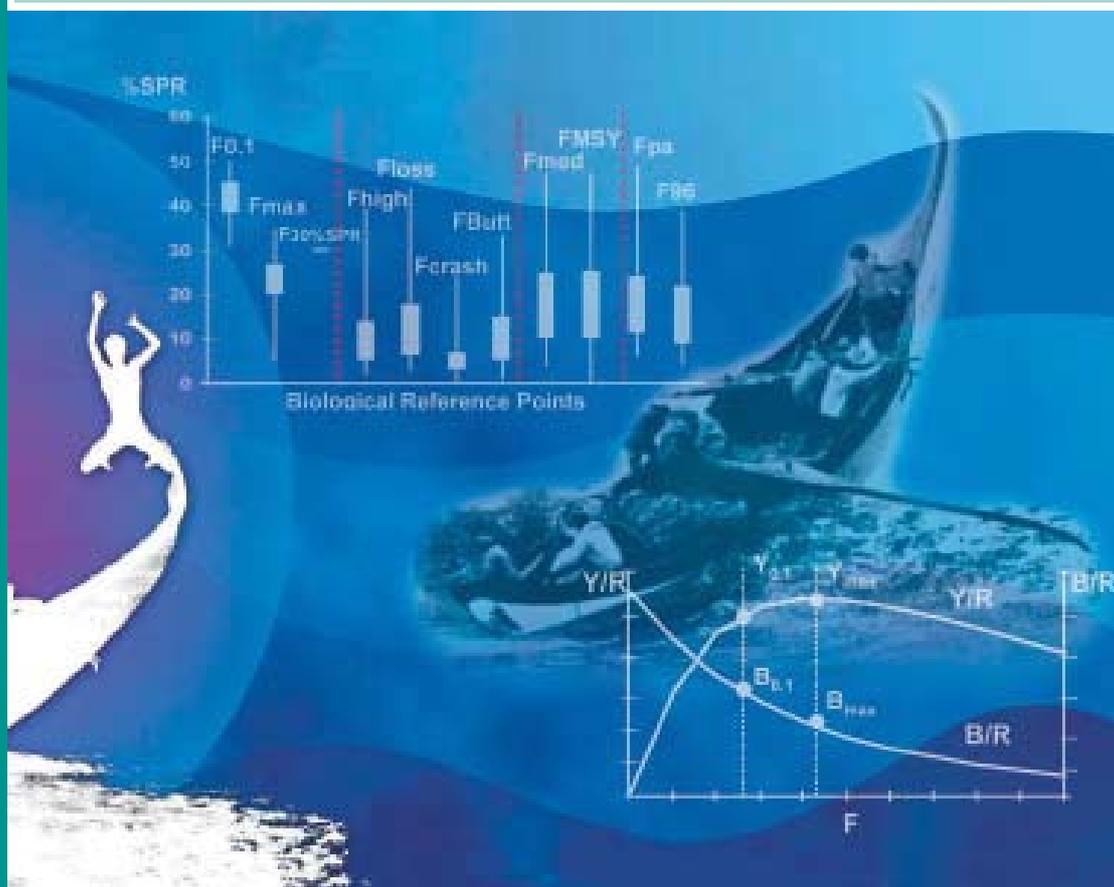


Manual de avaliação de recursos pesqueiros

FAO
DOCUMENTO
TÉCNICO
SOBRE AS
PESCAS

393



DANIDA

Organização
das
Nações
Unidas
para a
Alimentação
e a
Agricultura



MANUAL DE AVALIAÇÃO DE RECURSOS PESQUEIROS

FAO
DOCUMENTO
TÉCNICO
SOBRE AS
PESCAS

393

por

Emygdio L. Cadima
Consultor
FAO – Departamento
de Pesca

DANIDA

**Organização
das
Nações Unidas
para a
Alimentação
e a
Agricultura**

Roma, 2000

PREPARAÇÃO DESTE DOCUMENTO

O autor Emygdio Cadima, foi cientista da FAO no Serviço de Recursos Marinhos até 1974, ano em que regressou ao Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR) em Portugal tendo sido também Professor da Universidade do Algarve até 1997. Actualmente encontra-se aposentado. Realizou em finais de 1997 um Curso de Avaliação de Recursos Pesqueiros no IPIMAR que serviu de base para a preparação deste manual que lhe foi solicitado e que conta com o apoio do Projecto FAO/DANIDA GCP/INT/575/DEN.

Este manual pretende proporcionar a jovens investigadores, estudantes pós-graduados, recém-licenciados ou alunos de licenciatura, conhecimentos básicos na problemática e nos métodos de avaliação de recursos pesqueiros. Esta é uma área científica em constante desenvolvimento, onde são aplicados conhecimentos de biologia pesqueira de modo a que seja feita uma exploração racional e sustentada dos recursos da pesca.

O “Manual de Avaliação de Recursos Pesqueiros” preocupa-se principalmente com os aspectos teóricos dos modelos que são mais usados na avaliação dos recursos pesqueiros. A aplicação prática é considerada como parte complementar que facilita a compreensão dos assuntos teóricos tratados, sendo os exercícios práticos resolvidos com uma folha de cálculo.

Este manual tem por base notas e apontamentos de cursos de Avaliação de Recursos Pesqueiros realizados em diversos locais do mundo, em especial na Europa, America Latina e África. Nestes cursos colaboraram activamente cientistas pesqueiros de todo o mundo, em especial portugueses, que também são co-responsáveis pela orientação, pelos temas dados e muito particularmente pela elaboração dos exercícios e pelo trabalho editorial.

A revisão para a edição do manuscrito deve-se a Siebren Venema, gestor do projecto GCP/INT/575/DEN e Ana Maria Caramelo, cientista do Serviço de Recursos Marinhos da FAO.

Distribuição:

DANIDA
Institutos de Educação Pesqueira
Institutos de Investigação Marinha
Organizações Nacionais e Internacionais
Interessadas
Universidades
Departamento da Pesca da FAO

Cadima, E.L.

Manual de avaliação de recursos pesqueiros

FAO Documento Técnico sobre as Pescas. No. 393. Roma, FAO. 2000. 162p.

RESUMO

O manual é apresentado na ordem em que foi leccionado ao longo do último curso no IPIMAR (Novembro/Dezembro de 1997). Começa por uma introdução aos modelos matemáticos aplicados à avaliação dos recursos pesqueiros e por considerações sobre a importância das pescas. Em seguida evidencia-se a necessidade da gestão racional dos recursos pesqueiros, indispensável para uma exploração adequada, garantindo-se a sua conservação. As suposições básicas de um modelo e os conceitos de diferentes taxas de variação de uma característica em relação ao tempo (ou a outras características) são apresentadas, salientando-se os aspectos mais importantes dos modelos linear simples e exponencial que serão largamente utilizados nos capítulos seguintes. Após algumas considerações sobre o conceito de coorte, desenvolvem-se modelos para a evolução no tempo do número e do peso dos indivíduos que compõem a coorte, incluindo modelos para o crescimento individual da coorte. No capítulo sobre o estudo do manancial define-se padrão de pesca e seus componentes, apresentam-se os modelos mais usados para a relação manancial-recrutamento, bem como as projecções de um manancial a curto e a longo prazo. No que respeita à gestão dos recursos pesqueiros, discutem-se os pontos de referência biológica (pontos alvos, pontos limites e pontos de precaução) e medidas de regulamentação das pescarias. O último capítulo da apresentação e discussão de modelos teóricos de avaliação de recursos pesqueiros, trata dos modelos de produção (também designados por modelos de produção geral) e das projecções de capturas e biomassas a longo e a curto prazo. Finalmente descrevem-se os métodos gerais de estimação de parâmetros e apresentam-se alguns métodos de estimação dos parâmetros mais importantes, com relevância para as análises de coortes por idades e por comprimentos. Apresentam-se à continuação os enunciados dos exercícios resolvidos no último curso leccionado no IPIMAR, pelo autor e pela investigadora Manuela Azevedo, com uma solução possível.

AOS PRIMEIROS MESTRES E SAUDOSOS AMIGOS DE SEMPRE

**Ray Beverton
John Gulland
Gunnar Sætersdal**

PREFÁCIO

Este trabalho é essencialmente orientado para apresentar uma introdução aos modelos matemáticos aplicados à avaliação dos recursos pesqueiros.

Há vários tipos de cursos sobre os métodos utilizados na avaliação dos recursos pesqueiros. Salientam-se os seguintes dois tipos:

Um primeiro tipo considera como aspecto principal do curso a sua aplicação prática, incluindo o uso de programas de computadores. Os aspectos teóricos são referidos e tratados como complementares.

Um segundo tipo preocupa-se principalmente com os aspectos teóricos dos modelos que são mais usados na avaliação. A aplicação prática é considerada como parte complementar que facilita a compreensão dos assuntos teóricos tratados.

Neste trabalho adoptou-se o segundo tipo de curso para o qual se prepararam fichas de exercícios que se destinam a ser resolvidas com uma folha de cálculo: a folha de cálculo usada foi o Excel do Windows. O índice indica as fichas de exercícios correspondentes a cada tema.

Este manual resulta de uma série de cursos de Avaliação de Recursos Pesqueiros realizados em diversos locais entre os quais se mencionam, em Portugal, o Instituto de Investigação das Pescas e do Mar - IPIMAR (ex-INIP) de Lisboa, a Faculdade de Ciências de Lisboa, a Universidade do Algarve e o Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar do Porto. Destacam-se ainda os cursos realizados no Instituto de Investigação das Pescas de Cabo Verde, no Centro de Investigação Pesqueira de Angola, no Instituto de Investigação das Pescas de Moçambique, no Centro de Investigação Pesqueira - CIP de Cuba, no Instituto do Mar e da Pesca - IMARPE do Perú, no Instituto Espanhol de Oceanografia - IEO (Vigo e Málaga), e a colaboração em cursos realizados em vários países e organizados pela FAO, pela SIDA (Suécia), pela NORAD (Noruega) e ainda pela ICCAT.

Nestes cursos colaboraram activamente outros cientistas pesqueiros portugueses que também são co-responsáveis pela orientação, pelos temas dados e muito particularmente pela elaboração das fichas de exercícios e pelo trabalho editorial. Deste modo aqui fica a lista provisória, estabelecida sem nenhum critério particular, dos colaboradores a quem se expressa

o agradecimento e o reconhecimento: Ana Maria Caramelo, Manuel Afonso Dias, Pedro Conte de Barros, Manuela Azevedo Lebre, Raúl Coyula, Renato Guevara.

Lisboa, Dezembro de 1997
E. Cadima

ÍNDICE

	Pag.
Glossário de termos técnicos usados no manual	xi
Referências Bibliográficas	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Importância das pescas	1
1.2 Gestão dos recursos pesqueiros	1
1.3 Investigação dos recursos pesqueiros	3
1.4 Avaliação dos recursos pesqueiros	3
2. MODELOS E TAXAS	5
2.1 Modelos	5
2.2 Taxas	7
2.3 Modelo linear simples	11
2.4 Modelo exponencial	14
3. COORTE	17
3.1 Coorte – Introdução	17
3.2 Evolução em número de uma coorte, num intervalo de tempo	18
3.3 Captura em número num intervalo de tempo	22
3.4 Crescimento individual	24
3.5 Biomassa e captura em peso, no intervalo T_i	31
3.6 Coorte durante toda a vida explorável	32
3.7 Simplificação de Beverton & Holt	34
4. MANANCIAL	37
4.1 Manancial durante um ano	37
4.2 Padrão de pesca durante um ano	40
4.3 Projecções do manancial a curto prazo (CP)	41
4.4 Projecções do manancial a longo prazo (LP)	41
4.5 Relação manancial-recrutamento (S-R)	45
4.6 Relação entre R e \bar{B} resultante (Relação R-S)	49
5. PONTOS DE REFERÊNCIA BIOLÓGICA E MEDIDAS DE REGULAMENTAÇÃO	53
5.1 Pontos de referência biológica para a gestão e conservação dos recursos pesqueiros	53

ÍNDICE

	Pag.
5.2 Pontos alvo de referência biológica (F_{max} , $F_{0.1}$ e F_{med})	55
5.3 Pontos limite de referência biológica (B_{loss} , MBAL, F_{crash} e F_{loss})	62
5.4 Pontos de referência de precaução - F_{pa} , B_{pa}	63
5.5 Medidas de regulamentação das pescarias	64
6. MODELOS DE PRODUÇÃO	67
6.1 Suposição básica sobre a evolução da biomassa de um manancial não-explorado	67
6.2 Manancial explorado	67
6.3 Aproximação da taxa instantânea, $tir(B_i)$, pela taxa média, $tmr(\bar{B}_i)$ no intervalo T_i	68
6.4 Projecções a longo prazo (LP) – Condições de equilíbrio	69
6.5 Índices de biomassa e de nível de pesca	69
6.6 Pontos-alvos de referência biológica (TRP)	70
6.7 Tipos de modelos de produção	71
6.8 Projecções a curto prazo (CP)	77
7. ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS	83
7.1 Regressão linear simples - Método dos mínimos quadrados	83
7.2 Modelo linear generalizado - Regressão linear múltipla - Método dos mínimos quadrados	86
7.3 Modelo não-linear - Método de Gauss-Newton - Método dos mínimos quadrados	89
7.4 Estimação de parâmetros de crescimento	93
7.5 Estimação de M - coeficiente de mortalidade natural	94
7.6 Estimação de Z - coeficiente de mortalidade total	97
7.7 Estimação dos parâmetros da relação manancial-recrutamento (S-R)	103
7.8 Estimação da matriz $[F]$ e da matriz $[N]$ – Análise de coortes - AC e LCA	104
8. EXERCÍCIOS	113
8.1 Revisão Matemática	113
8.2 Taxas	115
8.3 Modelo linear simples	116
8.4 Modelo exponencial	117
8.5 Coorte - Evolução em número	118

8.6	Coorte - Captura em número	119
8.7	Crescimento individual em comprimento e peso	121
8.8	Coorte durante toda a vida - biomassa e captura em peso	124
8.9	Coorte durante a vida - Simplificação de Beverton & Holt	126
8.10	Manancial - Projecções a curto prazo	127

ÍNDICE

	Pag.	
8.11	Manancial - Projecções a longo prazo	129
8.12	Relação manancial-recrutamento	131
8.13	F_{max}	132
8.14	$F_{0.1}$	133
8.15	F_{med}	134
8.16	MBAL e B_{loss}	136
8.17	F_{loss} e F_{crash}	137
8.18	Modelos de produção (equilíbrio) - Schaefer	139
8.19	Modelos de produção (equilíbrio) – Índices de abundância e de nível de pesca	140
8.20	Modelos de produção – Projecção a curto prazo	142
8.21	Regressão linear simples - Estimacção dos parâmetros da relação W-L e parâmetros de crescimento (Ford-Walford), Gulland e Holt e Stamatopoulos e Caddy)	143
8.22	Modelo linear múltiplo - Revisão de matrizes - Estimacção dos parâmetros do modelo integrado de Fox (IFOX)	145
8.23	Regressão não linear - Estimacção dos parâmetros de crescimento e da relação S – R (método de Gauss-Newton)	148
8.24	Estimacção de M	149
8.25	Estimacção de Z	151
8.26	Análise de coortes por idades (AC)	153
8.27	Análise de coortes por comprimentos (LCA)	157
8.28	Exame- Parte escrita (Lisboa, Dez. 1997)	159

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS USADOS NO MANUAL

Biomassa (B) - Peso de um indivíduo ou de um grupo de indivíduos contemporâneos de um manancial.

Biomassa desovante ou **adulta (BD)** - Parte do manancial (ou de uma coorte) que já desovou pelo menos uma vez.

Biomassa virgem (Bv) - Biomassa do manancial não explorada.

Capacidade de sustento (k) - Capacidade do meio ambiente para manter o manancial que nele habita. É, teoricamente, o limite da biomassa não explorada (vide taxa intrínseca de crescimento da biomassa, r).

Captura em peso (Y) - Biomassa do manancial retirada pela pesca. A captura não corresponde necessariamente ao *peso desembarcado*. A diferença entre os dois valores, captura em peso e desembarque, é devida em grande parte às *rejeições ao mar* de parte da captura que, por qualquer motivo (preço, qualidade, dificuldades de espaço ou legais), não interessou desembarcar.

Captura em número (C) - Número de indivíduos capturados.

Coefficiente de capturabilidade (q) - Fração da biomassa que é capturada por unidade de esforço de pesca .

Coefficiente de crescimento individual (K) - Taxa instantânea de diminuição de uma função do peso individual, w , isto é, $H(w_\infty) - H(w)$, onde w_∞ é o *peso individual assintótico* e $H(w)$ uma função de w (frequentemente uma função potência, incluindo a função logarítmica que se pode considerar como uma função limite da potência). Os modelos adoptados para a função $H(w)$ contêm duas constantes, w_∞ e K . Alguns modelos introduzem mais um parâmetro, $1/b$, que serve para obter uma relação geral que inclua as relações de crescimento individual mais comuns . K tem a dimensão física de (peso) e α tem a dimensão de (peso)⁻¹. Alguns modelos introduzem mais um parâmetro, c , que serve para obter uma relação geral que inclua as relações mais comuns.

Coorte - Conjunto dos indivíduos de um recurso pesqueiro nascidos de uma mesma época de desova.

Índice de abundância (U) - Característica relacionada com a biomassa disponível do recurso, de preferência proporcional a esta. A captura por unidade de esforço, **cpue** (em especial quando o esforço é expresso em unidades apropriadas) pode ser uma dessas características. (note que o símbolo U também é usado para definir uma função auxiliar para a determinação de $F_{0,1}$).

Manancial - Conjunto dos sobreviventes das coortes de um recurso pesqueiro, num certo instante ou período de tempo. Pode referir-se à biomassa ou ao número de indivíduos.

Manancial-Recrutamento (S-R) - Relação entre o manancial parental (biomassa desovante) e o recrutamento resultante (normalmente o número de Recrutas à fase explorável). Os modelos adoptados para a relação contêm duas constantes, α e K .

Modelos de produção - Modelos que consideram a biomassa do manancial na sua globalidade, i.e., não tomam em consideração a estrutura do manancial por idades ou tamanhos. Estes modelos só se aplicam a análises que considerem mudanças do nível de pesca e, portanto, não permitem analisar os efeitos nas capturas e biomassas de mudanças do padrão relativo de exploração.

Modelos estruturais - Modelos que consideram a estrutura do manancial por idades ou tamanhos. Estes modelos permitem analisar os efeitos nas capturas e biomassas, de mudanças do nível de pesca e também do padrão relativo de exploração.

Nível Mínimo Aceitável de Biomassa (MBAL) - Ponto Limite de Referência Biológica indicando um nível de biomassa desovante abaixo do qual as biomassas observadas durante um período de anos são reduzidas e os recrutamentos associados são menores do que o recrutamento médio ou mediano .

Número de indivíduos de uma coorte ou do manancial (N) - Número de indivíduos sobreviventes num certo instante ou intervalo de tempo.

Número total de mortos (D) - Número total de indivíduos que morrem durante um dado período de tempo .

Padrão de exploração de uma arte (s) - Fracção de indivíduos de um dado tamanho disponível à arte que é capturada. Também é designado por *Selectividade* ou *recrutamento parcial*.

Ponto de precaução de Referência Biológica (PaRP) - Pontos de referência biológica, estabelecido de acordo com o princípio de precaução e indicando níveis de biomassa (**Bpa**) e de pesca (**Fpa**), no que respeita à garantia de reprodução do manancial tendo em vista a conservação dos recursos e à determinação da captura possível. Salienta-se que a apresentação das suposições e métodos usados para a determinação dos PaRPs é indispensável.

Ponto de Referência Biológica (PRB) - É um valor, normalmente de **F** ou de **B**, destinado à gestão de uma pescaria, tomando em consideração a *melhor captura possível* e/ou assegurando a *conservação* do recurso pesqueiro. Há PRB estabelecidos com base nas projecções a longo prazo (LP), PRBs estabelecidos com base nos valores observados durante um certo período de anos e PRBs estabelecidos com base nos dois critérios anteriores. Os PRBs podem ser *Pontos-alvos (TRP)*, *Pontos-Limites (LRP)*, e *Pontos-de precaução (PaRP)*. Neste manual são referidos os seguintes pontos de referência biológica: **F_{max}**, **F_{0.1}**, **F_{alto}**, **F_{med}**, **F_{M_{SY}}**, **F_{loss}**, **F_{crash}**, **B_{max}**, **B_{0.1}**, **B_{med}**, **B_{M_{SY}}**, **B_{loss}**, **MBAL**. Outros pontos de referência biológica que são usados para a gestão, tal como, **F_{30%SPR}**, não são mencionados neste manual.

Ponto-Alvo de Referência Biológica (TRP) - Ponto de referência biológica indicando *objectivos* ou alvos), a longo prazo, para a gestão de uma pescaria, tomando em consideração a *melhor captura possível* e assegurando a conservação do recurso.

Ponto-Limite de Referência Biológica (LRP) - Ponto de referência biológica indicando *limites* para a exploração pesqueira, no que respeita à garantia da auto-reprodução do manancial, visando assim a conservação do recurso.

Princípio de precaução - Este princípio estabelece que lacunas de informação não justificam a ausência de medidas de gestão. Pelo contrário, o estabelecimento de medidas de gestão torna-se mais imperativo tendo em vista a conservação dos recursos. Salienta-se que a apresentação das suposições e métodos usados para a determinação da base científica das medidas de gestão é indispensável.

Quota (Q) - Cada uma das fracções em que o TAC foi repartido.

Quota Individual (QI) - Quota atribuída a uma embarcação.

Quotas Individuais Transferíveis (ITQ) - Sistema de gestão de pescarias caracterizado por se venderem, em leilão, as quotas individuais, i.e., quotas anuais de pesca de cada embarcação.

Recrutamento à fase explorável (R) - Número de indivíduos de um manancial, que em cada ano entram pela primeira vez na área da pescaria.

Recrutamento parcial - (vide Padrão relativo de exploração)

Selectividade - (vide Padrão relativo de exploração)

Stock - (vide Manancial).

Taxa anual de Sobrevivência (S) - Taxa média anual de sobrevivência dos indivíduos de uma coorte durante um ano e relativamente ao número inicial.

Taxa de Exploração (E) - Razão entre o número de indivíduos que são capturados e o número de indivíduos que morrem, num certo período de tempo, i.e., $E = C/D$.

Taxa instantânea absoluta de variação de y, $tia(y)$ - Velocidade da variação da função $y(x)$, no instante x .

Taxa instantânea de mortalidade natural (M) ou Coeficiente de mortalidade natural - Taxa instantânea relativa da variação do número de sobreviventes que morrem devido a todas as causas excepto as devidas à pesca.

Taxa instantânea de mortalidade por pesca (F) ou Coeficiente de mortalidade por pesca - Taxa instantânea relativa da variação do número de sobreviventes que morrem devido à pesca.

Taxa Instantânea de mortalidade total (Z) ou Coeficiente de mortalidade total - Taxa instantânea relativa da variação do número de sobreviventes que morrem devido a todas as causas. Z , F e M estão relacionados pela seguinte expressão: $Z=F+M$.

Taxa instantânea relativa de variação de y, $tir(y)$ - Velocidade da variação da função $y(x)$ relativa ao valor de y no instante x .

Taxa intrínseca de crescimento da biomassa (r) - Constante dos *modelos de Produção* que representa a taxa instantânea de diminuição da função $H(K)-H(B)$, onde B é a biomassa, $H(B)$ é um função da biomassa total (frequentemente função-potência, incluindo a função logarítmica que se pode considerar como uma função limite da potência) e k é a **capacidade de sustento** do meio ambiente. Alguns modelos introduzem mais um

parâmetro, p , que serve para obter uma relação geral que inclua as relações mais comuns

Taxa média absoluta de variação de y , $tma(y)$ - Velocidade média da variação da função $y(x)$, durante um certo intervalo de x .

Taxa média relativa de variação de y , $tmr(y)$ - Velocidade média da variação da função $y(x)$ relativa a um valor de y , durante um certo intervalo de x .

Total Autorizado de Captura (TAC) - Medida de gestão que limita o total de captura anual de um recurso pesqueiro visando limitar indirectamente a mortalidade por pesca O TAC pode ser repartido por *Quotas* (Q) usando critérios diferentes tais como países, regiões, frotas ou embarcações.

SÍMBOLOS

Símbolos	Indicativos de:
a	Constante do modelo linear simples (ordenada na origem)
α	Constante das relações Manancial-Recrutamento (valor limite de R/S quando $S \rightarrow 0$)
b	Constante do modelo linear simples (taxa absoluta da variação da característica)
B	Biomassa
BD	Biomassa Desovante
C	Captura, em número
c	Constante das relações Manancial-Recrutamento (generaliza os modelos)
D	Número total de mortos
E	Taxa de Exploração
F	Coefficiente de mortalidade por pesca (taxa instantânea de mortalidade por pesca)
C_{const}	Constante não definida
C_{te}	Constante não definida
H	Função genérica
ITQ	Quotas Individuais Transferíveis
K	Constante dos modelos de crescimento individual (tia do que "falta" crescer com a idade)
k	Constante das relações Manancial-Recrutamento

Símbolos	Indicativos de:
k	Constante dos modelos de produção (Capacidade de sustento)
l	Comprimento total de um exemplar
L	Comprimento total de um exemplar
MBAL	Nível Mínimo Aceitável de Biomassa (ponto limite de referência biológica)
M	Coefficiente de mortalidade natural (taxa instantânea de mortalidade natural)
man	Relativo a manancial
N	Número de indivíduos de uma coorte
p	Constante dos modelos de produção (generaliza os modelos)
q	Coefficiente de capturabilidade
r	Constante dos modelos de produção (taxa intrínseca de crescimento da biomassa)
r²	Coefficiente de determinação
R	Recrutamento à fase explorável
S	Taxa anual de sobrevivência
S	Biomassa adulta ou total (na relação S-R)
s	Padrão relativo de exploração (selectividade)
SQ	Soma de Quadrados de desvios
S-R	Relação de Manancial – Recrutamento
t	Instante de tempo
T	Intervalo de tempo entre 2 instantes
TAC	Total Autorizado de Captura
tma(y)	Taxa média absoluta de variação de y
tia(y)	Taxa instantânea absoluta de variação de y
tmr(y)	Taxa média relativa de variação de y
tir(y)	Taxa instantânea relativa de variação de y
TRP	Ponto-alvo de referência biológica
U	Índice de abundância
U	Função auxiliar para a determinação de F_{0,1}
W	Peso individual
Y	Captura em peso

Símbolos	Indicativos de:
Z	Coeficiente de mortalidade total (taxa instantânea de mortalidade total)

SUBSCRITOS

As características deste glossário aparecem normalmente com índices e, por isso, considerou-se necessário apresentar os significados desses subscritos.

Subscritos Indicativos de:

\$	Valor económico da respectiva característica da coorte
λ	Idade máxima
0.1	Valor de F (e de outras características da coorte) onde a tia da biomassa é 10% da tia da biomassa virgem
c	Recrutamento à pesca
crash	Valor de F que a longo-prazo correspondente ao valor de colapso da biomassa desovante
E	Valor das características da coorte correspondente a um ponto de equilíbrio quando se considera a relação manancial - recrutamento, com R não constante
i	Idade
infl	Valor da característica correspondente a um ponto de inflexão de qualquer relação entre essa característica e outra variável
l	Comprimento
lim	Valor de B (e de F) correspondente a um ponto-limite de referência biológica
loss	Valor de B (e de F associado) correspondente à mínima biomassa desovante observada
max	Valor de F (e de outras características da coorte) onde a captura em peso por recruta é máxima
med	Valor de F que a longo-prazo produzirá uma biomassa desovante por recruta igual ao valor mediano das biomassas desovantes por recruta observadas durante um certo período de anos
MSY	Valor de F (e de outras características do manancial) onde a captura total (em peso) a longo-prazo será máxima
r	Recrutamento á fase explorada

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertalanffy, L. Von (1938). A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10 (2): 181-213.
- Beverton, R.J.H. & Holt, S.J. (1957). On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Min. Agric. Fish., *Fish. Invest* (Ser. 2) 19: 533 p.
- Caddy, J.F. & Mahon, R. (1995). Reference points for fishery management. *FAO Fish. Tech. Pap.* 349: 80p.
- Cadima, E. (1991). Some relationships among biological reference points in general production models. *ICCAT, Coll. Vol. Sc. Papers*, (39):27-30.
- Cadima, E. & Pinho, M.R. (1995). Some theoretical consideration on non equilibrium production models. *ICCAT, Coll. Vol. Sc. Papers*, (45):377-384.
- Cadima, E. & Palma, C. (1997). Cohort analysis from annual length catch compositions. WD presented to the Working Group on the assessment of the Southern Shelf Demersal Stocks. Copenhagen, 1-10 September, 1997.
- Cadima, E. & Azevedo, M. (1998). A proposal to select reference points for long term fishery management objectives. ICES,C.M. 1998/T:9, 18p.
- Cardador, F. (1988). Estratégias de exploração do stock de pescada, *Merluccius merluccius* L., das águas Ibero-Atlânticas. Efeitos em stocks associados. Dissertação apresentada para provas de acesso à categoria de Investigador Auxiliar. IPIMAR (*mimeo*)
- CE (1994). Report of the southern hake task force. Lisbon, 10-14 October, 1994.
- Clark, W.G. (1991). Groundfish exploitation rates based on life history parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 734-750.
- Clark, W.G. (1993). The effect of recruitment variability on the choice of target level of spawning biomass per recruit. pp 233-246 In: Kruse, G.; Eggert, D.M.; Marasco, R.J.; Pautzke, C. & Quinn, T.J. (eds.). Proceedings of the International Symposium on Management Strategies for Exploited Fish Populations. *Alaska Sea Grant College Program Report* N° 93-02, Fairbanks, University of Alaska.
- Cushing, D.H. (1996). Towards a science of recruitment in fish populations. In: Excellence in Ecology, Book 7, Ecology Institut, Oldendorf/Scuhe, Germany.
- Deriso, R.B. (1980). Harvesting strategies and parameter estimation for an age-structured model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 268-282.
- Duarte, R; Azevedo, M. & Pereda, P. (1997). Study of the growth of southern black and white monkfish stocks. *ICES J. mar. Sci.*, 54: 866-874.
- FAO (1995). Code of Conduct for Responsible Fisheries, Rome, FAO, 41 p.
- FAO (1996). Precautionary approach to fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.* 350 (2): 210p.

- Ford, E. (1933). An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924-1933. *J. Mar. Biol. Assoc., N.S.*, 19: 305-384.
- Fox, W.W.Jr. (1970). An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish Soc.*, 99: 80-88.
- Garrod, G.J. (1969). Empirical assessment of catch/effort relationships in the North Atlantic cod stocks. *Res. Bull ICNAF*, 6: 26-34.
- Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Phil. Trans. Royal Society*, 115 (1): 513-585.
- Gulland, J.A.(1959). Fish Stock Assessment: A manual of basic methods. FAO/Wiley series, 223 p.
- Gulland, J.A. & Boerema, L.K (1973). Scientific advice on catch levels. *Fish.Bull.* 71 (2): 325-335
- Gulland, J.A. & Holt, S.J. (1959). Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Cons. ICES*, 25 (1): 47-49.
- Gunderson, D.R. (1980). Using r-K selection theory to predict natural mortality. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 37: 2266-2271.
- Hilborn, R. & Walters, C.J. (1992). *Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty*. New York, Chapman and Hall, 570 p.
- ICES (1996). Report of the Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group. Bergen, 23-29 April 1996. ICES CM 1996/Assess:14
- ICES (1997a). Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Demersal Stocks. Copenhagen, 3-12 September 1996. ICES CM 1997/ASSESS:5
- ICES (1997b). Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. Copenhagen, 13-22 August 1996. ICES CM 1997/ASSESS:3
- ICES (1997c). Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Demersal Stocks. Copenhagen, 3-12 September 1996. ICES CM 1997/ASSESS:5
- ICES (1997d). Report of the Comprehensive Fishery Evaluation Working Group. Copenhagen, 25 June - 04 July 1997. ICES CM 1997/ASSESS:15.
- ICES (1998a). Report of the Study Group on the Precautionary Approach to Fisheries Management. Copenhagen, 3-6 February 1998. ICES CM 1998/ACFM: 10
- ICES (1998b). Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. Copenhagen, 9-18 September 1997. ICES CM 1998/ASSESS:6
- ICES (1998c). Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Demersal Stocks. Copenhagen, 1-10 September 1997. ICES CM 1998/ASSESS:4
- ICES (1998d). Report of the Working Group on the Assessment of Northern Shelf Demersal Stocks. Copenhagen, 16-25 June 1997. ICES CM 1998/ASSESS:1

- Jones, R. (1961). The assessment of the long term effects of changes in gear selectivity and fishing effort. *Mar. Res. Scot.*, 2, 19p.
- Jones, R. & van Zalinge, N.P. (1981). Estimates of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. *Kuwait Bull. Mar. Sci.*, 2: 273-288.
- Lotka, A.J. (1925). *The Elements of Physical Biology*. Baltimore, Williams and Wilkins.
- Marquardt, D.W. (1963). An algorithm for least squares estimation of non-linear parameters. *J. Soc. Ind. Appl. Math.*, 2: 431-441.
- Mattos e Silva, G.O. (1995). Aplicação de modelos de produção geral em condições de não-equilíbrio para a avaliação do manancial de gamba *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) da costa sul portuguesa. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Estudos Marinhos e Costeiros. UAL, Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos, Faro, 96 p.
- Megrey, B. (1989). Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 6: 8-48.
- Paloheimo, J.E. (1961). Studies on estimation of mortalities. Comparison of a method described by Beverton and Holt and a new linear formula. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 18 (5): 645-662.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 39: 175-192.
- Pella, J.J. & Tomlinson, P.K. (1969). A generalized stock production model. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*, 13: 419-496.
- Pestana, G. (1989). Manancial Ibero-Atlântico de sardinha, *Sardina pilchardus*, Walb., sua avaliação e medidas de gestão. Dissertação original para provas de acesso à categoria de Investigador Auxiliar. IPIMAR, 192 p. (*mimeo*).
- Pope, J.G. (1972). An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Res. Bull. ICNAF*, 9: 65-74.
- Prager, M.H. (1994). A nonequilibrium surplus-production model. *Fish. Bull.* 92 (2): 372-389
- Prager, M.H. (1995). User's Manual for ASPIC: a stock-production model incorporating covariates, program version 3.6x. Miami Lab. Doc. MIA-92/93-55
- Richards, F.J. (1959). A flexible growth function for empirical use. *J. Exp. Bot.*, 10: 290-300.
- Ricker, W.E. (1954). Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 11: 559-623.
- Ricker, W.E. (1958). Handbook of computation for biological statistical of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 119: 300p.
- Ricker, W.E. (1969). Effects of size-selective mortality and sampling bias on estimates of growth, mortality, production and yield. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 26: 479-541.

- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 191: 382p
- Rikhter, J.A. & Efanov, V.N. (1976). On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish population. *ICNAF 76/VI/8*, 12 p.
- Rosenberg, A.A.; Kirkwood, G.P.; Crombie, J.A. & Beddington, J.P. (1990). The assessment of stocks of annual squid species. *Fish. Res.* 18:335-350.
- Sættersdal, G. (1984). Investigação, gestão e planificação pesqueiras. *Revista de Investigação Pesqueira*, 9. Instituto de Investigação Pesqueira. Maputo. R.P.M.: 167-186.
- Schaefer, M. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.*, 1 (2): 27-56.
- Shepherd, J.G. (1982). A versatile new stock-recruitment relationship for fisheries, and the construction of sustainable yield curves. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 40 (1): 67-75.
- Sparre, P. & Venema, S.C. (1997). Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. *FAO Doc. Téc.Pescas*, 306/1 Rev 2. (Parte 1 & 2): 404 & 94 pp.
- Stamatopoulos, C. & Caddy, J.F. (1989). Estimation of Von Bertalanffy growth parameters: a versatile linear regression approach. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 45: 200-208.
- Tanaka, S. (1960). Studies on the dynamics and the management of fish populations. *Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab.*, 28: 1-200.
- Volterra, V. (1928). Variations and fluctuations of the number of individuals in animal species living together. *J. Cons. Int. Expl. Mer*, 3 (1): 3-51.
- Yoshimoto, S.S. & Clarke, R.P. (1993). Comparing dynamic versions of the Schaefer and Fox production models and their application to lobster fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 181-189.
- Walford, L.A. (1946). A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole*, 90: 141-147.