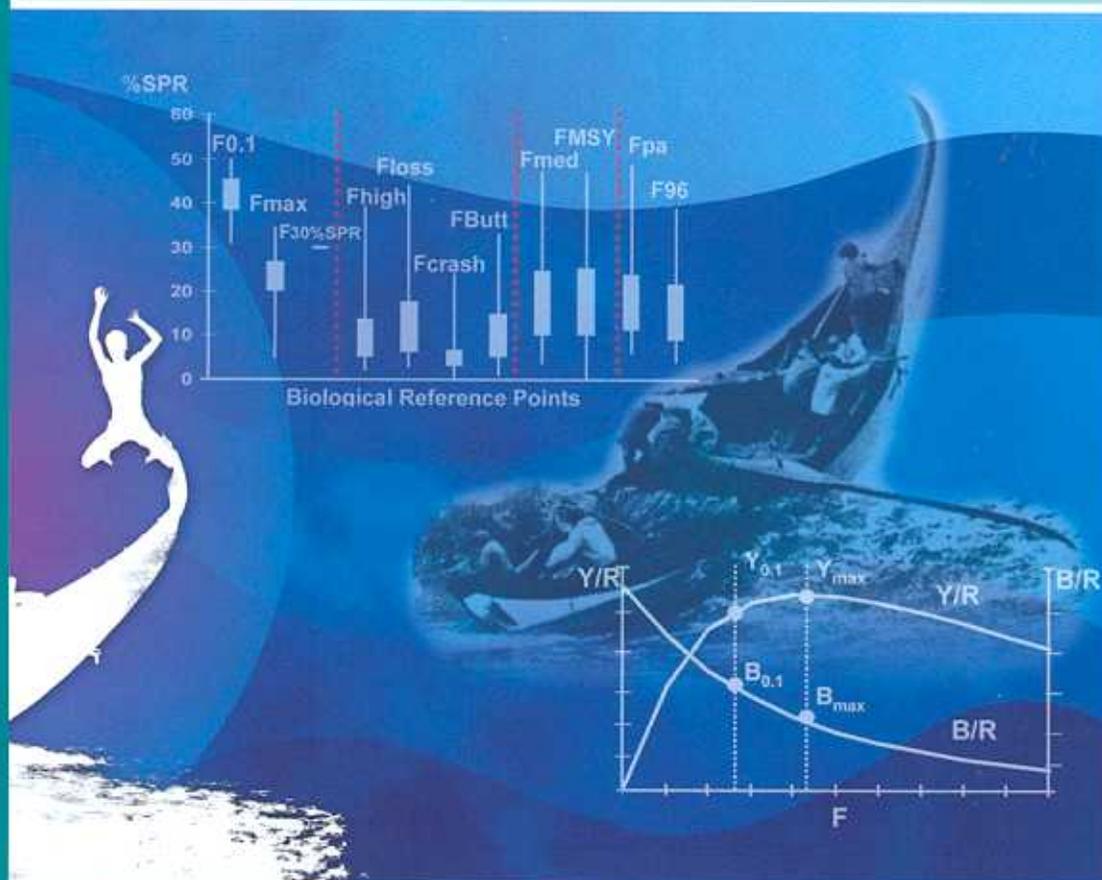


Manuel d'évaluation des ressources halieutiques

FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE
SUR
LES PÊCHES

393



DANIDA

Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture



Manuel d'évaluation des ressources halieutiques

FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE
SUR
LES PÊCHES

393

par
Emygdio L. Cadima
Consultant
Département des pêches de la FAO

Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture



Rome, 2002

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

ISBN 92-5-204505-8

Tous droits réservés. Les informations ci-après peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au Chef du Service des publications et du multimédia, Division de l'information, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie ou, par courrier électronique, à copyright@fao.org

© FAO 2002

PREPARATION DU DOCUMENT

L'auteur, Emygdio Cadima, a été chercheur à la FAO au Service des ressources marines jusqu'en 1974, année au cours de laquelle il est retourné à l' «Instituto de Investigação das Pescas e do Mar - IPIMAR» au Portugal et fut professeur à l'Université de l'Algarve jusqu'en 1997. Actuellement il est à la retraite. Il a réalisé à la fin de l'année 1997 un cours d'évaluation des ressources halieutiques à l'IPIMAR qui a servi de base à la préparation de ce manuel souvent sollicité et qui a l'appui du projet FAO/DANIDA GCP/INT/575/DEN.

Ce manuel prétend apporter aux jeunes chercheurs, élèves de hautes études, jeunes licenciés ou étudiants en licence, les connaissances de base sur les problèmes et les méthodes d'évaluation des ressources halieutiques. Il s'agit d'un domaine scientifique en développement constant, où les connaissances de biologie des pêches sont appliquées afin qu'une exploitation rationnelle et soutenue des ressources de la pêche soit faite.

Le "Manuel d'évaluation des ressources halieutiques" se soucie principalement des aspects théoriques des modèles plus communément utilisés dans l'évaluation des ressources halieutiques. L'application pratique est considérée comme une partie complémentaire qui facilite la compréhension des sujets théoriques abordés, les exercices pratiques étant résolus à l'aide d'une feuille de calcul.

Ce manuel a pour base les notes et annotations de divers cours d'évaluation des ressources halieutiques réalisés dans plusieurs parties du monde, tout spécialement en Europe, Amérique latine et Afrique. Plusieurs chercheurs en sciences halieutiques du monde entier ont participé activement à ces cours, tout spécialement les Portugais, qui sont aussi co-responsables pour l'orientation, pour les thèmes développés et plus particulièrement pour l'élaboration des exercices et pour le travail éditorial.

La révision pour l'édition du manuscrit est due à Siebren Venema, administrateur du projet GCP/INT/575/DEN et à Ana Maria Caramelo, chercheur au Service des ressources marines de la FAO.

Distribution:

DANIDA
Instituts d'éducation des pêches
Instituts de recherche marine
Organisations nationales et internationales
intéressées
Universités
Département des pêches de la FAO

Cadima, E.L.

Manuel d'évaluation des ressources halieutiques.

FAO Document technique sur les pêches. No. 393. Rome, FAO. 2002. 160p.

RESUME

Ce manuel est présenté selon l'ordre du dernier cours donné à l'IPIMAR (novembre/décembre 1997). Il commence par une introduction aux modèles mathématiques appliqués à l'évaluation des ressources halieutiques et par quelques considérations sur l'importance des pêches au Portugal. Ensuite, la nécessité d'une gestion sensée des ressources halieutiques, indispensable pour une exploration convenable assurant sa conservation, est mise en évidence. Les suppositions de base d'un modèle et les différents concepts de taux de variation d'une caractéristique par rapport au temps (ou à d'autres caractéristiques) sont présentés en exposant les aspects les plus importants des modèles linéaire simple et exponentiel qui seront largement utilisés dans les chapitres suivants. Après quelques considérations sur le concept de cohorte, des modèles pour l'évolution dans le temps du nombre et du poids des individus qui composent la cohorte sont développés, ainsi que des modèles pour la croissance individuelle de la cohorte. Dans le chapitre sur l'étude du stock, le régime de pêche et ses composants sont définis, les modèles les plus utilisés pour la relation stock-recrutement sont exposés, de même que les prévisions d'un stock à court et à long terme. En ce qui concerne la gestion des ressources halieutiques, la discussion tourne autour des points de référence biologique (points-cible, points limites et points de précaution) et des mesures réglementaires des pêches. Le dernier chapitre de présentation et discussion des modèles théoriques d'évaluation des ressources halieutiques est consacré aux modèles de production (également désignés modèles de production généralisée) et aux prévisions de captures et biomasses à long et à court terme. Finalement, les méthodes générales d'estimation de paramètres sont décrites et quelques méthodes d'estimation des paramètres plus importantes sont introduites, mettant en relief ceux qui sont utilisés pour les analyses de cohortes par âge et par longueur. Dans la deuxième partie on trouve les énoncés des exercices corrigés pendant le dernier cours donné à l'IPIMAR, par l'auteur et le chercheur Manuela Azevedo, avec une solution possible.

AUX PREMIERS MAITRES ET AMIS DE TOUJOURS

**Ray Beverton
John Gulland
Gunnar Sætersdal**

AVANT-PROPOS

Ce travail est essentiellement orienté vers la présentation d'une introduction aux modèles mathématiques appliqués à l'évaluation des ressources halieutiques.

Il existe divers types de cours sur les méthodes utilisées pour l'évaluation des ressources halieutiques. À noter les deux types suivants:

Le premier type considère comme aspect principal du cours son application pratique, en incluant l'utilisation de logiciels informatiques. Il est fait référence aux aspects théoriques qui sont traités comme étant complémentaires.

Le deuxième type se soucie surtout des aspects théoriques des modèles plus communément utilisés en évaluation. L'application pratique est considérée comme une partie complémentaire qui facilite la compréhension des sujets théoriques traités.

Ce travail a pour base le deuxième type de cours où des fiches d'exercices ont été préparées pour être résolues sur feuilles de calculs : la feuille de calcul utilisée est l'Excel pour Windows. La Table des Matières indique les fiches d'exercices correspondantes à chaque thème.

Ce manuel est le résultat d'une série de cours d'Évaluation des Ressources Halieutiques réalisés en divers endroits parmi lesquels nous citons, au Portugal, l'«Instituto de Investigação das Pescas e do Mar - IPIMAR (ex-INIP)» de Lisbonne, la Faculté des Sciences de Lisbonne, l'Université de l'Algarve et l'«Instituto de Ciências Biomédicas» de Abel Salazar de Porto. À noter également les cours réalisés à l'«Instituto de Investigação das Pescas» de Cabo Verde, au «Centro de Investigação Pesqueira» de l'Angola, à l'«Instituto de Investigação das Pescas» du Mozambique, au «Centro de Investigação Pesqueira - CIP» de Cuba, à l'«Instituto do Mar e da Pesca - IMARPE» du Pérou, à l'«Instituto Espanhol de Oceanografia - IEO» (Vigo et Málaga), et la collaboration à des cours réalisés dans plusieurs pays et organisés par la FAO, la SIDA (Suède), la NORAD (Norvège) et par l'ICCAT.

Ces cours ont aussi eu la collaboration active d'autres chercheurs en sciences halieutiques portugais qui sont également responsables de l'orientation, des thèmes abordés et tout particulièrement de l'élaboration des fiches d'exercices et du travail éditorial. Voici donc la liste provisoire, établie sans aucun critère particulier, des collaborateurs à qui je veux exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance : Ana Maria Caramelo, Manuel Afonso Dias, Pedro Conte de Barros, Manuela Azevedo Lebre, Raúl Coyula, Renato Guevara.

Lisbonne, décembre 1997
E. Cadima

TABLE DES MATIERES

	Page
Glossaire des termes techniques utilisés dans le manuel	xi
Références bibliographiques	xvii
1. INTRODUCTION	1
1.1 L'importance des pêches	1
1.2 Gestion des ressources halieutiques	1
1.3 Recherche en ressources halieutiques	3
1.4 Évaluation des ressources halieutiques	3
2. MODELES ET TAUX	5
2.1 Modèles	5
2.2 Taux	7
2.3 Modèle linéaire simple	11
2.4 Modèle exponentiel	14
3. COHORTE	17
3.1 Cohorte – Introduction	17
3.2 Évolution en nombre d'une cohorte, dans un intervalle de temps	18
3.3 Capture en nombre dans un intervalle de temps	22
3.4 Croissance individuelle	23
3.5 Biomasse et capture en poids, dans l'intervalle T_i	31
3.6 Cohorte pendant toute la vie exploitable	32
3.7 Simplification de Beverton et Holt	34
4. STOCK	37
4.1 Stock pendant une année	37
4.2 Régime de pêche pendant un an	40
4.3 Prévisions du stock à court terme (CT)	41
4.4 Prévision du stock à long terme (LT)	41
4.5 Relation stock-recrutement (S-R)	45
4.6 Relation entre R et \bar{B} résultante (Relation R-S)	49
5. POINTS DE REFERENCE BIOLOGIQUE ET MESURES DE REGLEMENTATION	52
5.1 Points de référence biologique pour la gestion et la conservation des ressources halieutiques	52
5.2 Points-cible de référence biologique (F_{max} , $F_{0.1}$, F_{med} et F_{MSY})	54
5.3 Points limite de référence biologique (B_{loss} , $MBAL$, F_{crash} et F_{loss})	61
5.4 Points de référence de précaution - F_{pa} , B_{pa}	62
5.5 Mesures de réglementation des pêches	63

TABLE DES MATIERES

	Page
6. MODELES DE PRODUCTION	66
6.1 Supposition de base pour l'évolution de la biomasse d'un stock non exploité	66
6.2 Stock exploité	66
6.3 Approximation du taux instantané, $tir(B_i)$, par le taux moyen, $tmr(\bar{B}_i)$ dans l'intervalle T_i	67
6.4 Prévisions à long terme (LT) – Conditions d'équilibre	68
6.5 Indices de biomasse et de niveau de pêche	68
6.6 Points-cible de référence biologique (TRP)	69
6.7 Types de modèles de production	70
6.8 Prévisions à court terme (CT)	76
7. ESTIMATION DE PARAMETRES	82
7.1 Régression linéaire simple – Méthode des moindres carrés	82
7.2 Modèle linéaire multiple – Régression linéaire multiple – Méthode des moindres carrés	85
7.3 Modèle non-linéaire – Méthode de Gauss-Newton – Méthode des moindres carrés	88
7.4 Estimation de paramètres de croissance	92
7.5 Estimation de M – coefficient de mortalité naturelle	93
7.6 Estimation de Z – coefficient de mortalité total	96
7.7 Estimation des paramètres de la relation stock-recrutement (S-R)	102
7.8 Estimation de la matrice $[F]$ et de la matrice $[N]$ – Analyse de cohortes – AC et LCA	103
8. EXERCICES	112
8.1 Révision mathématique	112
8.2 Taux	114
8.3 Modèle linéaire simple	115
8.4 Modèle exponentiel	116
8.5 Cohorte – Évolution en nombre	117
8.6 Cohorte – Capture en nombre	118
8.7 Croissance individuelle en longueur et en poids	120
8.8 Cohorte durant toute la vie – Biomasse et capture en poids	123
8.9 Cohorte durant toute la vie – Simplification de Beverton et Holt	125
8.10 Stock – Prévisions à court terme	126

TABLE DES MATIERES

	Page
8.11 Stock – Prévisions à long terme	128
8.12 Relation stock-recrutement	130
8.13 F_{\max}	131
8.14 $F_{0.1}$	132
8.15 F_{med} et F_{MSY}	133
8.16 MBAL et B_{loss}	135
8.17 F_{loss} et F_{crash}	136
8.18 Modèles de production (équilibre) – Schaefer	138
8.19 Modèles de production (équilibre) – Indices d'abondance et de niveau de pêche	139
8.20 Modèles de production – Prévisions à court terme	140
8.21 Régression linéaire simple – Estimation des paramètres de la relation W-L et paramètres de croissance (Ford-Walford, Gulland et Holt et Stamatopoulos et Caddy)	141
8.22 Modèle linéaire multiple – Révision de matrices – Estimation des paramètres du modèle intégré de Fox (IFOX)	143
8.23 Régression non linéaire – Estimation des paramètres de croissance et de la relation S-R (méthode de Gauss-Newton)	146
8.24 Estimation de M	147
8.25 Estimation de Z	149
8.26 Analyse de cohortes par âges (AC)	151
8.27 Analyse de cohortes par longueur (LCA)	155
8.28 Examen – Partie écrite	157

GLOSSAIRE DES TERMES TECHNIQUES UTILISÉS DANS LE MANUEL

- Biomasse (B)** – Poids d'un individu ou d'un groupe d'individus contemporains d'un effectif.
- Biomasse de ponté ou adulte (SS)** - Partie du stock (ou d'une cohorte) qui a pondu au moins une fois.
- Biomasse vierge (Bv)** – Biomasse du stock non exploité.
- Capacité de soutien (k)** – Capacité de l'environnement pour maintenir le stock qui y habite. Théoriquement, c'est la limite de la biomasse non exploitée (voir taux intrinsèque de croissance de la biomasse, r).
- Capture en nombre (C)** – Nombre d'individus capturés.
- Capture en poids (Y)** – Biomasse du stock retirée par la pêche. La capture peut ne pas correspondre au *poids débarqué*. La différence entre les deux valeurs, capture en poids et débarquement, est due en grande partie aux *rejets à la mer* d'une partie de la prise qui, pour quelque motif (prix, qualité, difficultés d'espace ou juridiques), n'intéresse pas pour débarquer.
- Coefficient de capturabilité (q)** – Fraction de la biomasse qui est capturée par unité d'effort de pêche.
- Coefficient de croissance individuelle (K)** – Taux instantané de diminution d'une fonction du poids individuel, w , soit, $H(w_\infty)-H(w)$, où w_∞ est le *poids individuel asymptotique* et $H(w)$ une fonction de w (fréquemment une fonction puissance, incluant la fonction logarithmique qui peut être considérée comme une fonction limite de puissance). Les modèles adoptés pour la fonction $H(w)$ contiennent deux constantes, w_∞ et K . Quelques modèles introduisent un autre paramètre, b , qui sert à obtenir une relation générale qui inclut les relations de croissance individuelles plus communes.
- Cohorte** – Ensemble des individus d'une ressource halieutique nés d'une même époque de ponté.
- Effectif d'une cohorte ou d'un stock (N)** – Nombre d'individus survivants dans un certain moment ou intervalle de temps.
- Indice d'abondance (U)** – Caractéristique en rapport avec la biomasse disponible de la ressource, de préférence proportionnelle à celle-ci. La capture par unité d'effort, **cpue** (spécialement quand la capture est exprimée dans les unités appropriées) peut être une de ces caractéristiques.
- Modèles de production** – Modèles qui considèrent la biomasse du stock dans sa généralité, c'est-à-dire qu'ils ne tiennent pas compte de la structure du stock par âges ou longueurs. Ces modèles ne s'appliquent qu'à des analyses qui considèrent des changements du niveau de pêche et, par conséquent, ne permettent pas d'analyser les effets de changement du régime d'exploitation dans les captures et biomasses.
- Modèles structuraux** – Modèles qui considèrent la structure du stock par âges ou longueurs. Ces modèles permettent l'analyse des effets de changement du niveau de pêche et aussi du régime d'exploitation dans les captures et biomasses.
- Niveau Minimum Acceptable de Biomasse (MBAL)** – Point Limite de Référence Biologique qui indique un niveau de biomasse de ponté au-dessous duquel les

biomasses observées pendant une période d'années sont réduites et les recrutements associés sont inférieurs au recrutement moyen ou médian.

Nombre total de morts (D) – Nombre total d'individus qui meurent pendant une certaine période de temps.

Point de précaution de Référence Biologique (PaRP) – Point de référence biologique, établi en accord avec le principe de précaution et qui indique des niveaux de biomasse (**B_{pa}**) et de pêche (**F_{pa}**), en ce qui concerne la garantie de reproduction du stock ayant comme finalité la conservation des ressources et la détermination de la capture possible. À noter que la présentation des suppositions et des méthodes utilisées pour la détermination des PaRPs est indispensable.

Point de Référence Biologique (PRB) – C'est une valeur, normalement de **F** ou de **B**, destinée à la gestion d'une pêcherie, en prenant en considération la *meilleure capture possible* et/ou garantissant la *conservation* de la ressource halieutique. Il y a des PRB établis sur des prévisions à long terme (LT), des PRBs établis sur des valeurs observées pendant une certaine période d'années et des PRBs établis sur les deux critères antérieurs. Les PRBs peuvent être des *Points-cible (TRP)*, des *Points-Limites (LRP)*, et des *Points-de précaution (PaRP)*. Dans ce manuel les points de référence biologique suivants sont cités: **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**. D'autres points de référence biologique utilisés dans la gestion, comme **F_{30%SPR}**, ne sont pas mentionnés dans ce manuel.

Point-Cible de Référence Biologique (TRP) – Point de référence biologique qui indique des *objectifs* ou cibles, à long terme, pour la gestion d'une pêcherie, en tenant compte de la *meilleure capture possible* et en garantissant la conservation de la ressource.

Point-Limite de Référence Biologique (LRP) – Point de référence biologique qui indique des *limites* pour l'exploitation des pêches en ce qui concerne la garantie d'auto-reproduction du stock, visant ainsi la conservation de la ressource.

Principe de précaution – Ce principe établi que des lacunes d'information ne justifient pas l'absence de mesures de gestion. Bien au contraire, l'établissement de mesures de gestion est plus impératif quand il s'agit de la conservation des ressources. À noter que la présentation de suppositions et de méthodes utilisées pour la détermination de la base scientifique des mesures de gestion est indispensable.

Quota (Q) – Chacune des fractions en quoi le TAC est divisé.

Quota Individuel (QI) - Quota attribuée à un bateau.

Quotas Individuels Transférables (ITQ) – Système de gestion des pêches caractérisé par la vente aux enchères des quotas individuels, c'est-à-dire les quotas individuels de chaque bateau.

Recrutement à la phase exploitable (R) – Effectif des individus d'un stock qui chaque année entrent pour la première fois dans l'aire de pêche.

Recrutement partiel - (voir Régime d'exploitation)

Régime d'exploitation d'un engin (s) – Fraction d'individus d'une certaine longueur disponibles pour l'engin qui les capturent. Aussi mentionné comme *Sélectivité* ou *recrutement partiel*.

Sélectivité - (voir Régime d'exploitation)

Stock – Ensemble des survivants des cohortes d’une ressource halieutique, dans un certain espace ou période de temps. Peut vouloir dire biomasse ou nombre d’individus.

Stock-Recrutement (S-R) – Relation entre le stock parental (biomasse de ponte) et le recrutement qui en résulte (normalement le nombre de recrues à la phase exploitable). Les modèles adoptés pour la relation contiennent deux constantes, α et k . k a la dimension physique de (poids) et α a la dimension de (poids)⁻¹. Quelques modèles introduisent un autre paramètre, c , qui permet d’obtenir une relation générale qui inclut les relations les plus communes.

Taux annuel de Survie (S) – Taux annuel moyen de survie des individus d’une cohorte pendant un an et par rapport à l’effectif initial.

Taux d’exploitation (E) – Raison entre le nombre d’individus qui sont capturés et le nombre d’individus qui meurent, pendant un certain temps, soit $E = C/D$.

Taux instantané absolu de variation de y, tia(y) – Vitesse de variation de la fonction $y(x)$, à l’instant x .

Taux instantané de mortalité naturelle (M) ou Coefficient de mortalité naturelle – Taux relatif instantané de la variation du nombre de survivants qui meurent pour d’autres causes que la pêche.

Taux instantané de mortalité par pêche (F) ou Coefficient de mortalité par pêche – Taux relatif instantané de la variation du nombre de survivants qui meurent pour toutes les causes de la pêche.

Taux Instantané de mortalité totale (Z) ou Coefficient de mortalité totale – Taux relatif instantané de la variation du nombre de survivants qui meurent dû à toute les causes. Z , F et M ont pour relation l’expression suivante: $Z=F+M$.

Taux intrinsèque de croissance de la biomasse (r) - Constante des *modèles de Production* qui représente le taux instantané de diminution de la fonction $H(K)-H(B)$, où B est la biomasse, $H(B)$ est une fonction de la biomasse totale (fréquemment une fonction-potence, incluant la fonction logarithmique qui peut être considérée comme une fonction limite de potency) et k est la **capacité de soutien** de l’environnement. Quelques modèles introduisent un autre paramètre, p , qui sert à obtenir une relation générale qui inclus les fonctions plus communes.

Taux moyen absolu de variation de y, tma(y) – Vitesse moyenne de variation de la fonction $y(x)$, durant un intervalle de x .

Taux moyen relatif de variation de y, tmr(y) – Vitesse moyenne de variation de la fonction $y(x)$ relative à une valeur de y , durant un intervalle x .

Taux relatif instantané de variation de y, tir(y)- Vitesse de la variation de la fonction $y(x)$ relativement à la valeur de y à l’instant x .

Total Autorisé de Capture (TAC) – Mesure de gestion qui limite le total de capture annuel d’une ressource halieutique visant limiter indirectement la mortalité par la pêche. Le TAC peut être réparti par *Quotas (Q)* en utilisant des critères différents comme pays, régions, flottilles ou bateaux.

SYMBOLES

Symboles	Indicatifs de:
a	Constante du modèle linéaire simple (ordonnée à l'origine)
b	Constante du modèle linéaire simple (taux absolu de variation de la caractéristique)
B	Biomasse
SS	Biomasse de ponte
C	Capture, en nombre
C	Constante des relations Stock-Recrutement (généralise les modèles)
C_{const}	Constante non définie
C_{te}	Constante non définie
D	Nombre total de morts
E	Taux d'exploitation
F	Coefficient de mortalité par pêche (taux instantané de mortalité par pêche)
H	Fonction générique
ITQ	Quotas Individuels Transférables
K	Constante des modèles de croissance individuelle
K	Constante des relations Stock-Recrutement
K	Constante des modèles de production (Capacité de soutien)
L	Longueur totale d'un exemplaire
L	Longueur totale d'un exemplaire
M	Coefficient de mortalité naturelle (taux instantané de mortalité naturelle)
MBAL	Niveau Minimum Acceptable de Biomasse (point limite de référence biologique)
N	Effectif d'une cohorte
P	Constante des modèles de production (généralise les modèles)
Q	Coefficient de capturabilité
R	Constante des modèles de production (taux intrinsèque)
R	Recrutement à la phase exploitable
r²	Coefficient de détermination
S	Taux annuel de survie
S	Biomasse adulte ou totale (dans la relation S-R)
S	Régime d'exploitation (sélectivité)
SQ	Somme des Carrés des écarts

Symboles	Indicatifs de:
S-R	Relation Stock-Recrutement
T	Instant de temps
T	Intervalle de temps
TAC	Total Autorisé de Capture
Tia(y)	Taux instantané absolu de variation de y
Tir(y)	Taux instantané relatif de variation de y
tma(y)	Taux moyen absolu de variation de y
tmr(y)	Taux moyen relatif de variation de y
TRP	Point-cible de référence biologique
U	Indice d'abondance
V	Fonction auxiliaire pour la détermination de F_{0,1}
W	Poids individuel
Y	Capture en poids
Z	Coefficient de mortalité totale (taux instantané de mortalité totale)
A	Constante des relations Stock-Recrutement (valeur limite de R/S quand S → 0)

CARACTERES EN INDICE

Les caractéristiques de ce glossaire apparaissent souvent comme index, ainsi, il a été jugé nécessaire de présenter les définitions de ces souscrits.

Caractères en indice	Indicatifs de:
\$	Valeur économique de la caractéristique respective de la cohorte
λ	Âge maximal
0.1	Valeur de F (et d'autres caractéristiques de la cohorte où le taux instantané absolu de la prise par recrue est 10% du taux maximum – stock non exploité)
C	Recrutement à la pêche
crash	Valeur de F qui à long terme correspond à la valeur de chute de la biomasse de ponte
E	Valeur des caractéristiques de la cohorte correspondant à un point d'équilibre quand on considère la relation stock-recrutement, avec R non constant
i	Âge
infl	Valeur de la caractéristique correspondant à un point d'inflexion de quelque relation entre cette caractéristique et une autre variable
l	Longueur
lim	Valeur de B (et de F) correspondant à un point-limite de référence biologique
loss	Valeur de B (et du F associé) correspondant à la biomasse de ponte minimum observée
man	Relatif au stock
max	Valeur de F (et d'autres caractéristiques de la cohorte) où la capture en poids par recrue est maximale.
med	Valeur de F qui à long terme produira une biomasse de ponte par recrue égale à la valeur médiane des biomasses de ponte par recrue observée pendant une certaine période d'années.
MSY	Valeur de F (et d'autres caractéristiques du stock) où la capture totale (en poids) à long terme sera maximale.
r	Recrutement à la phase exploitée

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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.