

# **MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS**

## **MODELO BÁSICO DE GESTÃO DE UM RECURSO NATURAL RENOVÁVEL**

**Manuel Pacheco Coelho**

**ISEG/UL**

**2015/2016**

# MODELO BÁSICO DE GESTÃO DE UM RECURSO NATURAL RENOVÁVEL

Exemplo : Pescas

## Questões

- Que razões explicam a exploração excessiva dos recursos? Inevitabilidade?
- Que características específicas do funcionamento do mercado justificam a situação?
- A “Mão Invisível” não funciona? Que razões explicam que o mercado, em condições de livre concorrência, não conduza a uma solução de equilíbrio socialmente eficiente?
- Qual a influência do regime de propriedade e decisão?
- Qual o nível optimal de utilização dos recursos ao longo do tempo?
- O Estado deve intervir? Como? Vantagens /desvantagens das alternativas de regulação?

# LEI DO CRESCIMENTO NATURAL / PAPEL DOS MODELOS BIOLÓGICOS

## Importância do modelo biológico:

- potência explicativa do modelo básico
- eficácia/informação

**Lei do Crescimento Natural:** forma específica segundo a qual cada espécie ou recurso se regenera.

## Cada espécie é afectada por:

- + características biológicas (tx de natalidade, mortalidade, composição etária,etc)
- + características de carácter ambiental ( abundância de nutrientes, temperatura/habitat, existência e eficiência dos predadores, etc)

• Interessante avaliar todos os factores, mas difícil»»»»simplificações»»»»

Duas ABORDAGENS:

**Beverton/Holt (cohorts)**

**MACROBIOLÓGICA ( “de produção geral”; “à Schaefer” ) :**  
características de crescimento da espécie estudadas em termos de crescimento da biomassa total da espécie.

Hipótese: Considere-se uma dada espécie; não há alterações no ambiente natural (homem-predador não intervem)

Formulação mais simples:

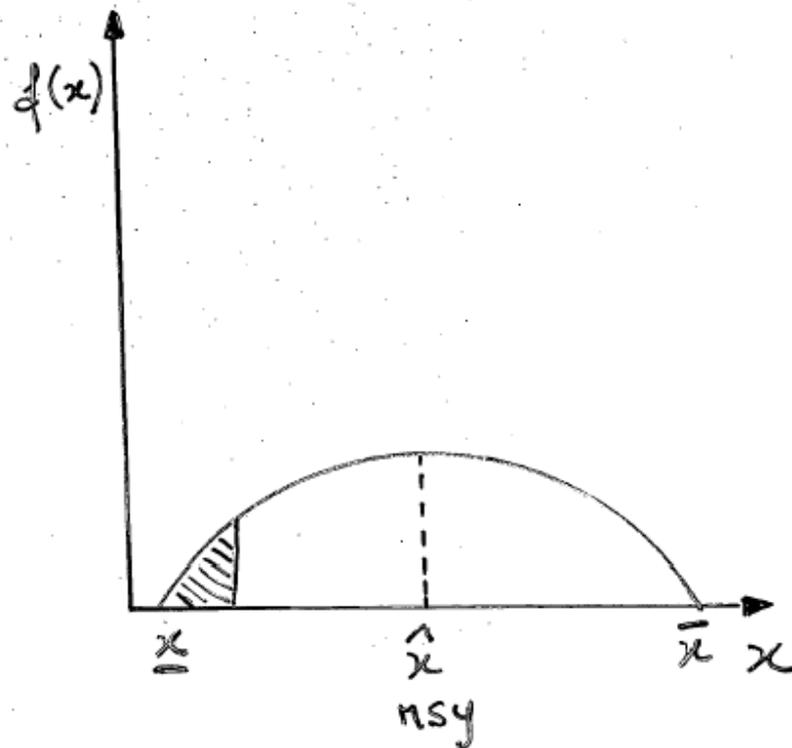
A lei do crescimento natural pode ser explicada apenas pela dimensão do stock em cada momento»»»» o saldo fisiológico é proporcional à dimensão da população.

$x_t$ - dimensão do stock no momento  $t$

Lei Cresc. Natural » Equação diferencial  $\frac{dx_t}{dt} = f(x)$

$f(x)$ - capacidade de regeneração associada a cada nível de stock

## Propriedades



# LEGENDA

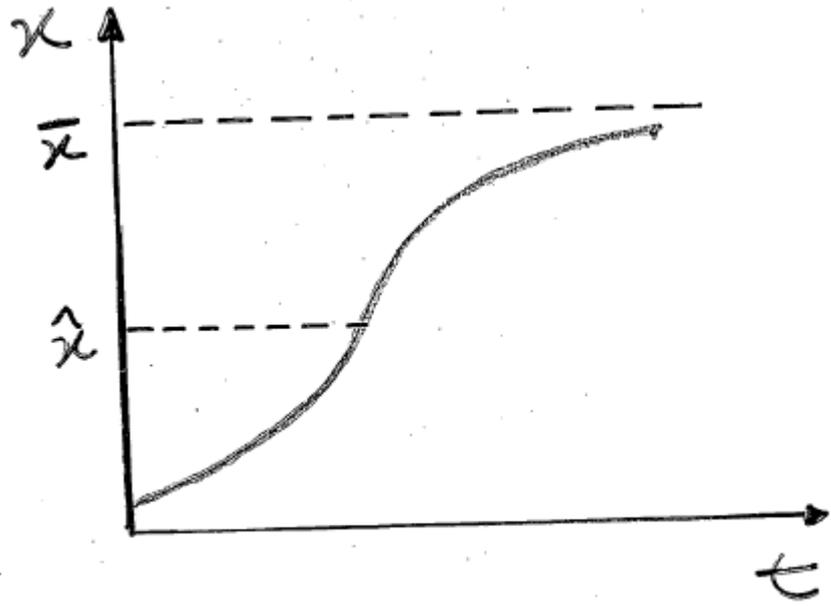
– stock mínimo abaixo do qual a espécie está condenada à extinção.

## Zona Crítica

- Máxima Produção Sustentada (MSY)
- Capacidade de carga (carrying capacity)

$f(x)$  : habitualmente, funções quadráticas  
do tipo  $f(x) = ax - bx^2$

Quando integradas »»»»» CURVA LOGÍSTICA DE  
**LOTKA-VOLTERRA**

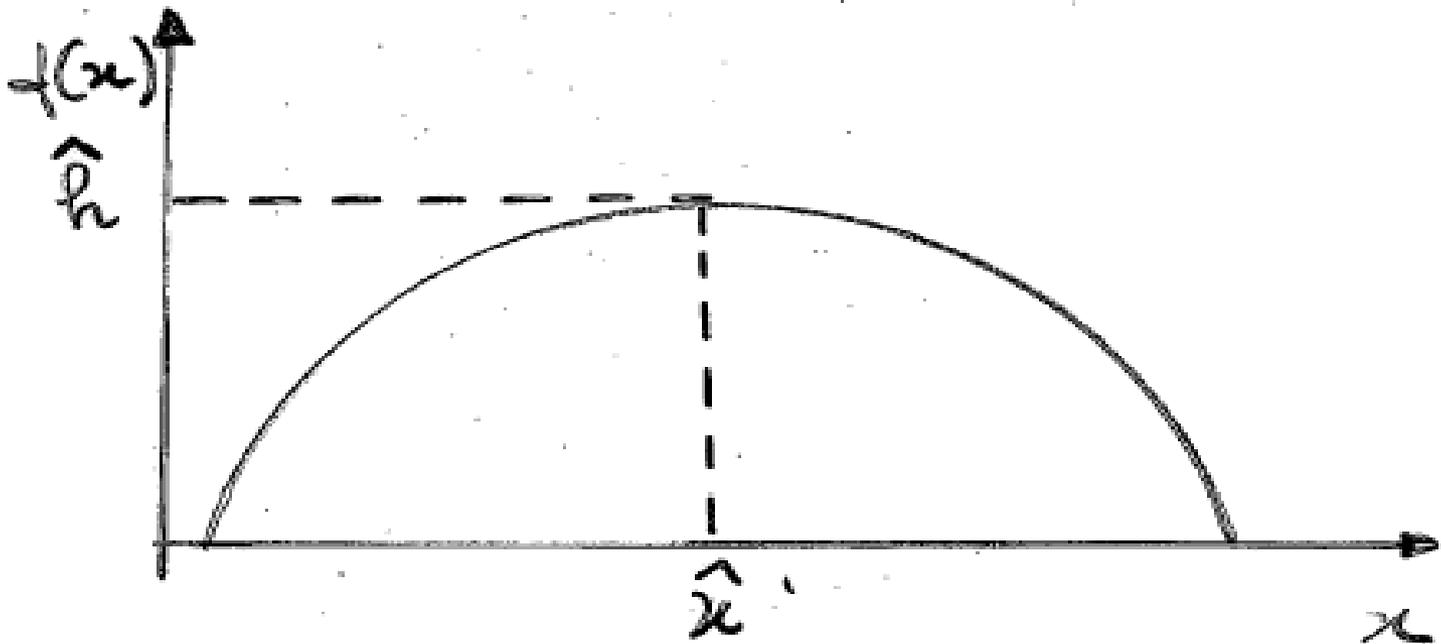


Introdução da captura:

$$dx/dt = f(x) - h(x)$$

$$0 = dx/dt \gg \gg \gg f(x) = h(x)$$

Princípio da Máxima Produção Sustentada



# MODELO GORDON – SCHAEFER

## Função Crescimento

$$F(x) = r x (1 - x/K)$$

r- taxa “intrínseca” de crescimento

k – capacidade de carga

## Função de Produção

$$h(E,x)$$

$$h = qEx$$

E – Esforço de pesca

q – coeficiente de capturabilidade (constante)

## Função Custo

$$C = c E$$

c – custo por unidade de esforço

## Introduzindo a actividade da pesca

$$dx/dt = F(x) - h$$

Como  $h$  é função de  $E$  pode estabelecer-se uma relação entre o rendimento sustentado ( $Y$ ) e o nível de esforço,

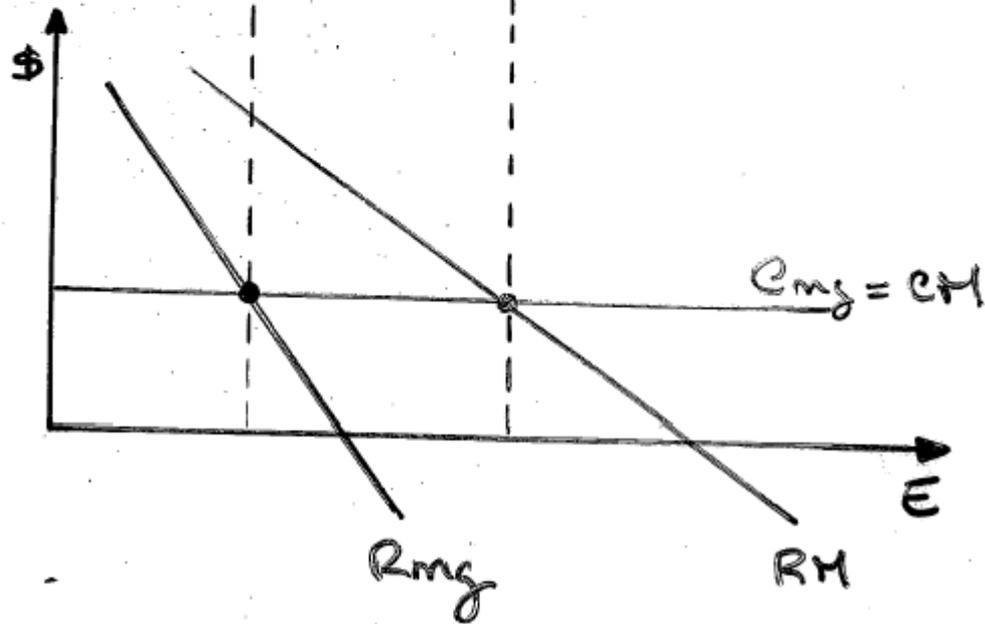
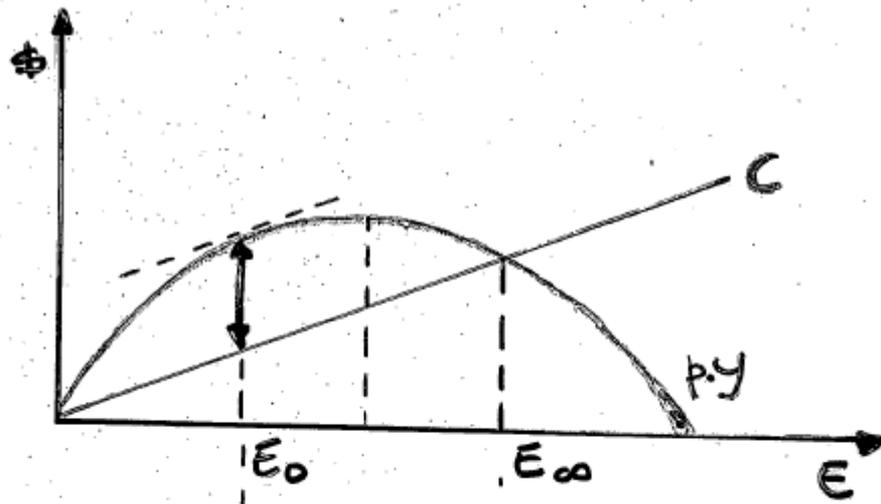
$$Y = \alpha E - \beta E^2$$

$$\text{Com } \alpha = q \cdot K \quad \text{e} \quad \beta = q^2 K / r$$

$Y$ - rendimento sustentado

$p$ - preço unitário de venda do pescado

$pY$  – receita sustentada (é também uma quadrática)



**Ótimo Económico (“Sole Owner”)  $R_{mg} = C_{mg}$**   
**“Bionomic Equilibrium”  $RM = C_{mg} = CM$**

## **Conclusões**

**“BIONOMIC EQUILIBRIUM”**

**Sobreexploração dos recursos**

**Sobrecapacidade**

**“falha de mercado”**

**Externalidades**

**“Propriedade Comum”**

**A “Mão Invisível não funciona: o mercado , em situação de concorrência, conduz à sobreexploração dos recursos; a afectação de recursos não é eficiente na óptica da sociedade.**

**Possibilidade de extinção das espécies quando o custo unitário de captura é muito reduzido face ao preço de venda**

# Dinamização do modelo

Conduzir ao Óptimo Económico?

Reduzir a pescaria para  $E_0$ .

Mas:

renovação dos stocks não é imediata

custos sociais de ajustamento

## Análise Dinâmica – Consumo Intertemporal

“O problema da conservação requer uma formulação dinâmica. A justificação económica da conservação é semelhante à utilizada para qualquer investimento – a não utilização hoje permite esperar que a utilização no futuro aumente. É necessário atingir o óptimo mas este deve considerar as interacções entre tx de captura, dinâmica de crescimento natural e tx económica de preferência pelo tempo”

GORDON (1956)

# TEORIA DO CONTROLE ÓPTIMO

## Natureza do problema:

- . biomassa constitui a variável de estado (a que se pretende controlar)
- . aquela, pode ser controlada ao longo do tempo por ajustamento da taxa de captura/esforço (variável de controle)

## Objectivo:

Maximizar o valor actualizado dos benefícios líquidos da pesca ao longo do tempo

Fluxo de rendimentos líquidos

$$\Pi(x,h) = [p - c(x) ] h$$

## Objectivo Funcional do Problema

$$PV = \int_0^{\infty} e^{-\partial t} \Pi(x,h) dt$$

## Problema:

Max PV

sa:  $dx/dt = F(x) - h(t)$  Condição de estado

$x(t) \geq 0$

$0 \ll h(t) \ll h_{max}$

## Problema de Controle Ótimo Linear.

- Construir Hamiltoniano

Utilizar o Princípio do Máximo (PONTRYAGIN)

DORFMAN (1969); CLARK (1990)

Das condições de optimalidade:

$$e^{-\rho t} [p - c(x)] = \lambda(t) \quad \lambda - \text{preço sombra do recurso}$$

## Interpretação Económica:

No óptimo económico o benefício marginal actualizado de se extrair mais uma unidade do recurso iguala o preço dual do recurso, i.e. , o preço que a sociedade está disposta a pagar para manter essa unidade suplementar do recurso

## **A) Investigar a Solução Singular:**

Determinar o nível optimal de x

**Regra de Ouro Modificada**

$$f'(x^*) - [c'(x^*) f(x^*)] / [p - c(x^*)] = \partial$$

Corresponde à regra de determinação da forma como a sociedade deve investir/desinvestir no recurso ao longo do tempo.

### **Interpretação Económica:**

“O ganho marginal imediato que resulta do aumento actual da captura tem de igualar o valor actualizado das rendas futuras perdidas em função desta utilização presente”

## **B) Natureza da aproximação ao estado estacionário**

Com que velocidade deve a sociedade investir /desinvestir no recurso para se aproximar do caminho de equilíbrio? Hip:  $x(0) \neq x^*$

Problema Linear »»» **Solução de tipo “bang – bang”**

**A aproximação deve ser o mais rápida possível:**

- Se o nível da biomassa for superior ao nível óptimo  $x^*$  a captura deve ser máxima,
- Inversamente,  $h = 0$  (Moratória)

**Nota:**

**A própria lógica económica (*do modelo*) pode favorecer a EXTINÇÃO das espécies, se a taxa de desconto intertemporal for maior que a capacidade de renovação das espécies (Ver caso das Baleias)**