Predação

Definições

1. Ocorre predação quando um organismo mata outro com o objectivo de se alimentar dele

2. Ocorre predação quando indivíduos de uma espécie comem matéria viva de outra espécie

3. Predação é um processo pelo qual uma população beneficia às custas de outra

4. Predação é qualquer processo ecológico em que energia e matéria fluem de uma espécie para outra.

Reprodutores contínuos

X = densidade populacional da presa

$$\frac{dX}{dt} = f(X)$$ Crescimento da presa sem predador

Y = densidade populacional do predador

Quantidade de presa consumida por 1 predador: $F(X,Y)$

F(X) *Resposta funcional do predador*

Equação geral da presa

$$\frac{dX}{dt} = f(X) - \overbrace{F(X)\,Y}^{\text{Impacto global do predador}}$$

Impacto de 1 predador

Equação geral do predador

Crescimento do predador

Quantidade de presa

Abundância do predador

$$\frac{dY}{dt} = \overbrace{\underbrace{G(X,Y)}_{\text{Crescimento de 1 predador}}\;Y}^{\text{Crescimento da pop. predadora}}$$

Resposta numérica do predador

Sistema presa-predador geral

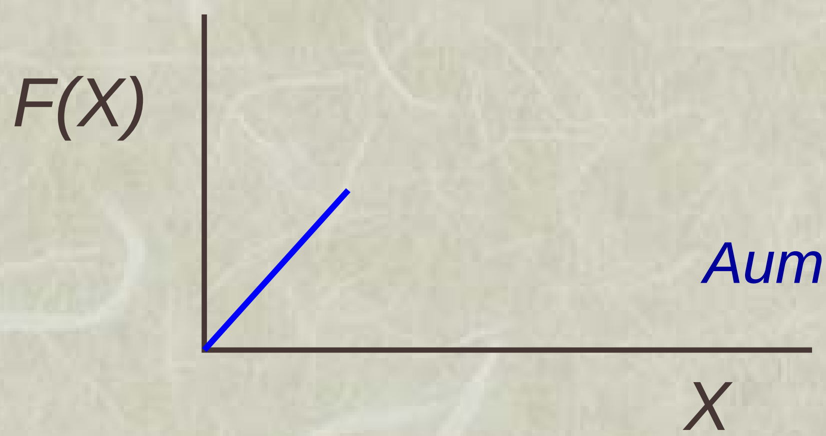
$$\frac{dX}{dt} = f(X) - F(X)Y$$

$$\frac{dY}{dt} = G(X,Y)Y$$

Resposta funcional

Abundância (número, peso...) de presas que, em média, é consumida por 1 predador por unidade de tempo.

Quando presa é pouco abundante:



Aumento linear de F(X)

Condicionantes da resposta funcional

Requisitos metabólicos por unidade tempo → saciamento

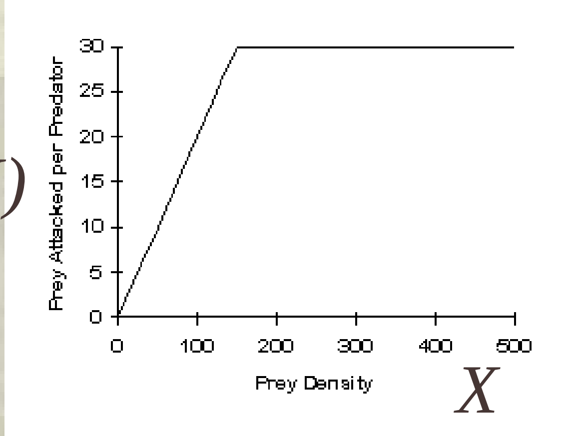
Tempo para capturar / matar / comer / digerir / repousar ... etc

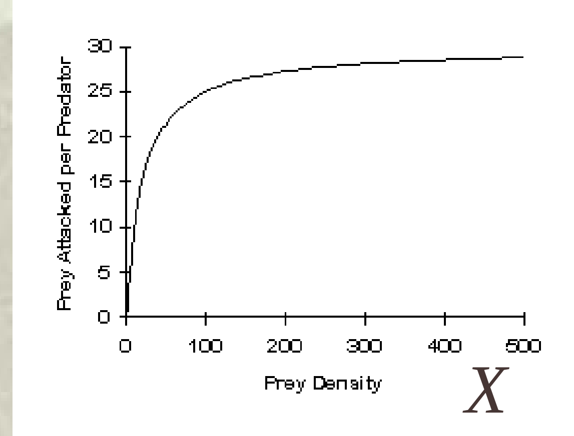
Como evolui F(X) com o aumento de X ?

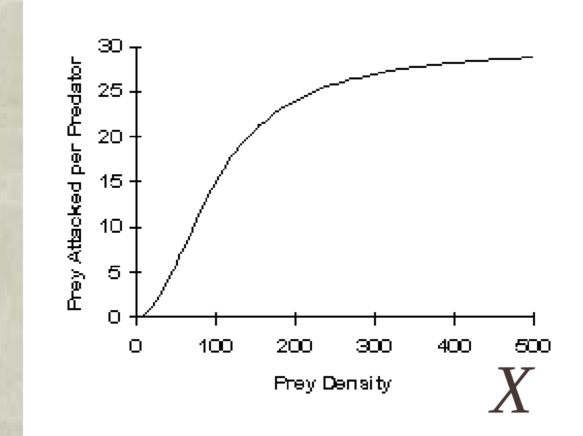
Holling, C.S. 1959. The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European pine sawfly. *Canad. Entomol.* **91**: 293-320.
Holling, C.S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canad. Entomol.* **91**: 385-398.

Tipos de resposta funcional, Holling 1959

F(X)



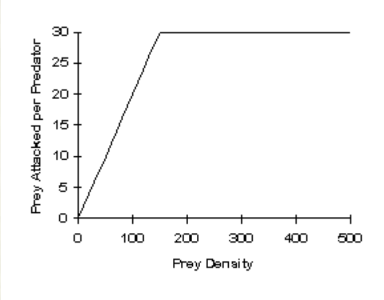




Tipo I
Linear

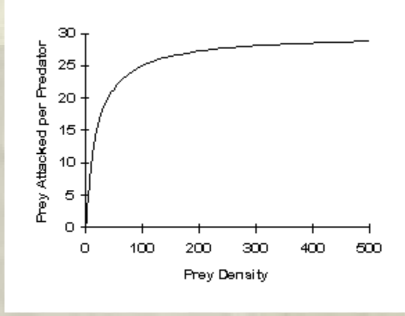
Tipo II
"disk equation"

Tipo III
"S-shaped"



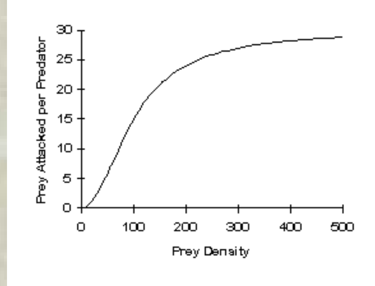
Comum em predadores passivos

$$\frac{F(X)}{X} = Constante \text{ (até ao patamar)}$$



Comum em muitos *taxa*

$$\frac{F(X)}{X} \quad \text{Diminui com } X$$



Predadores que mudam
Predadores que "aprendem"

$$\frac{F(X)}{X} \quad \text{Inicialmente aumenta}$$

Maior capacidade p/ regular a presa

Resposta numérica

Crescimento da população de predadores, por predador, por unidade de tempo.

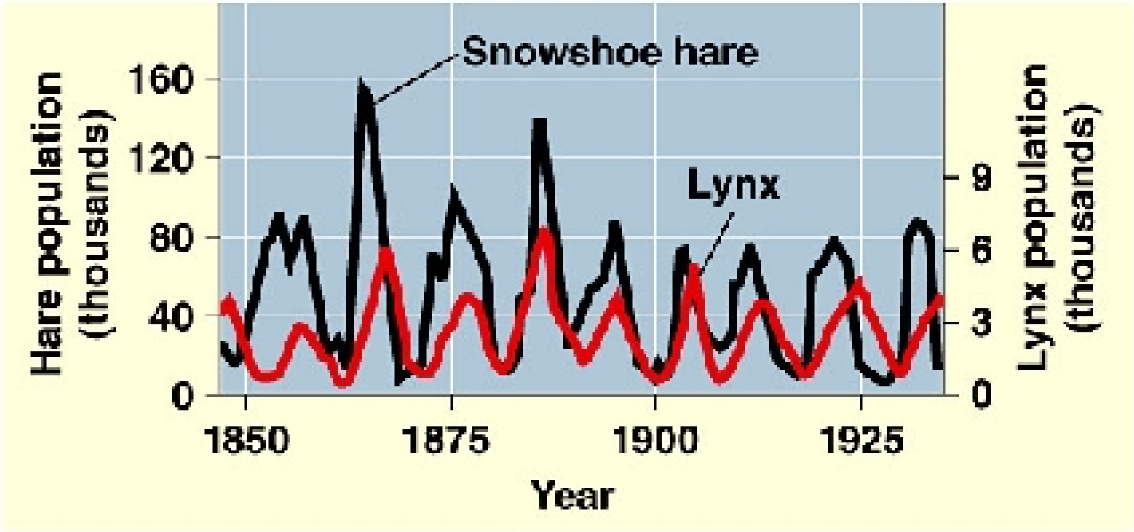
$$G(X,Y) = -d + hF(X)$$

Na ausência de presa, o predador morre c/ taxa constante

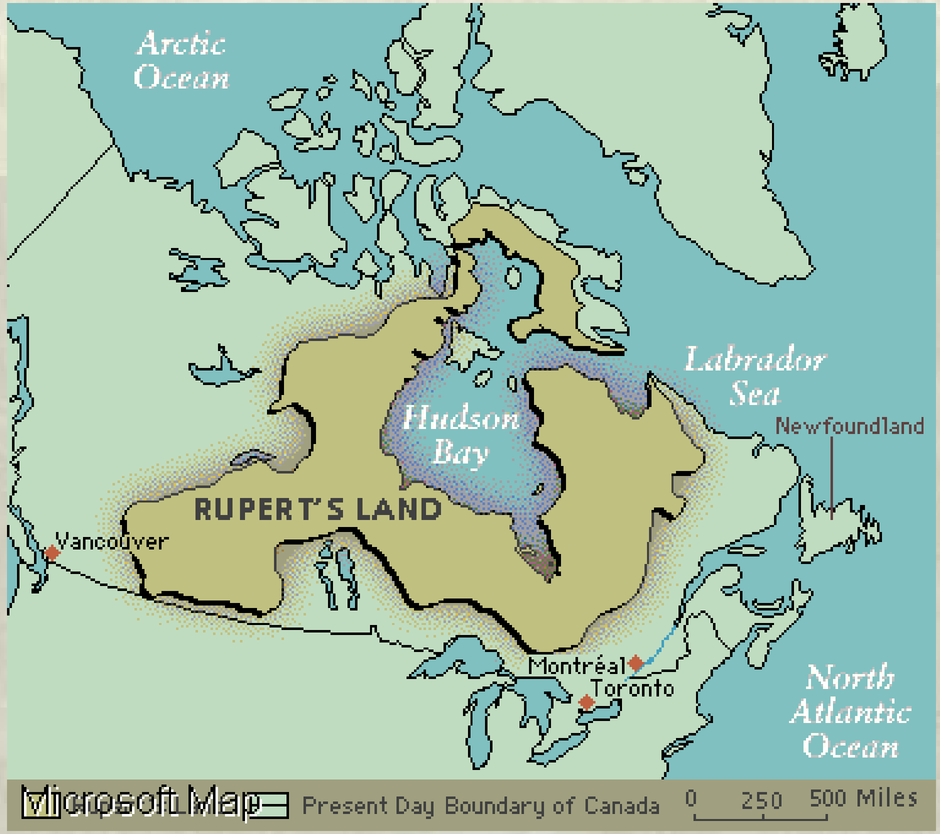
Taxa de conversão de presa consumida em crescimento de predador

Eq. do predador: $$\frac{dY}{dt} = [-d + hF(X)]Y$$

Ciclos presa-predador



Território atribuído à Hudson Bay Cª, 1670, por Carlos II de Inglaterra



Distribuição geográfica do lince

Os nossos modelos conseguem reconstituir estes ciclos ?

Um sistema presa-predador simples

$$\frac{dX}{dt} = f(X) - F(X)Y$$

$$\frac{dY}{dt} = G(X,Y)Y$$

$$f(X) = rX$$

Crescimento exponencial da presa

$$F(X) = \mu X$$

Resposta funcional Tipo I

$$G(X) = -d + h\mu X$$

Sistema presa-predador de Lotka-Volterra

$$\frac{dX}{dt} = rX - \mu XY$$

$$\frac{dY}{dt} = -dY + h\mu XY$$

Lotka, A. J. 1925. *Elements of physical biology*. Baltimore: Williams & Wilkins Co.
Volterra, V. 1926. Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. *Mem. R. Accad. Naz. dei Lincei. Ser. VI, vol. 2.*

Dedução das nulclinas (= isoclinas)

$$\frac{dX}{dt} = rX - \mu XY$$

$$\frac{dY}{dt} = -dY + h\mu XY$$

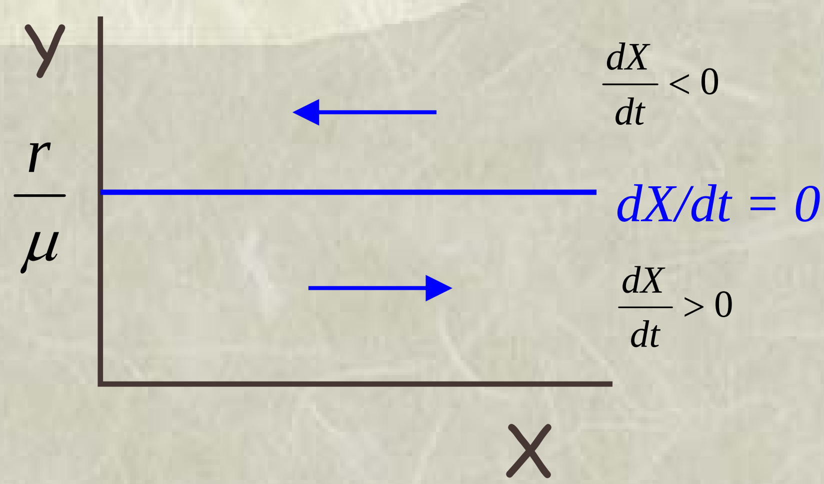
$$\frac{dX}{dt} = 0 \quad \text{se} \quad rX - \mu XY = 0 \Rightarrow \boxed{Y^* = \frac{r}{\mu}}$$

Nulclina de X

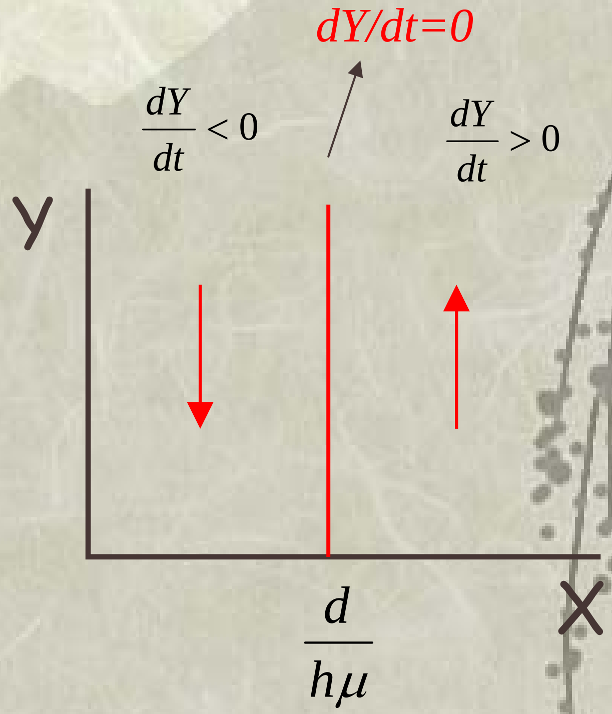
$$\frac{dY}{dt} = 0 \quad \text{se} \quad -dY + h\mu XY = 0 \Rightarrow \boxed{X^* = \frac{d}{h\mu}}$$

Nulclina de Y

Nulclinas em espaço de fase

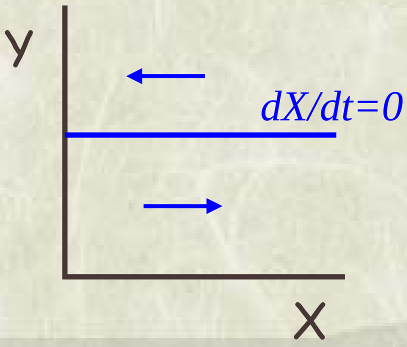


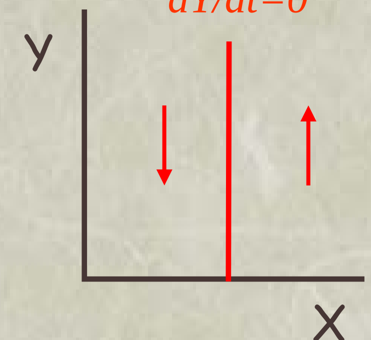
nulclina da presa

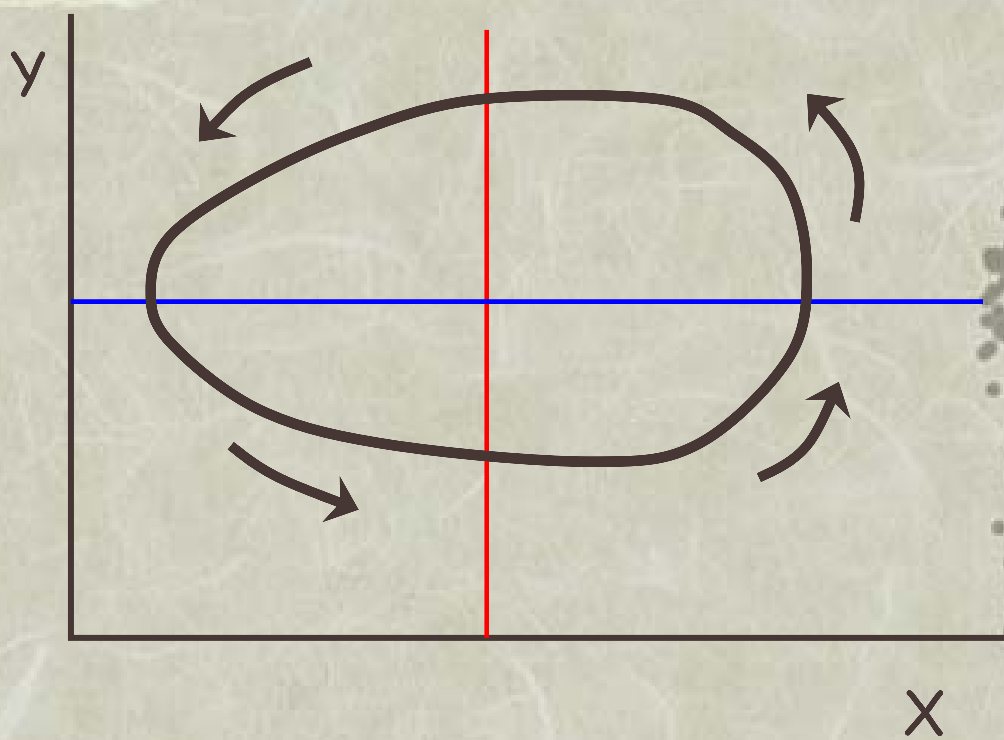


nulclina do predador

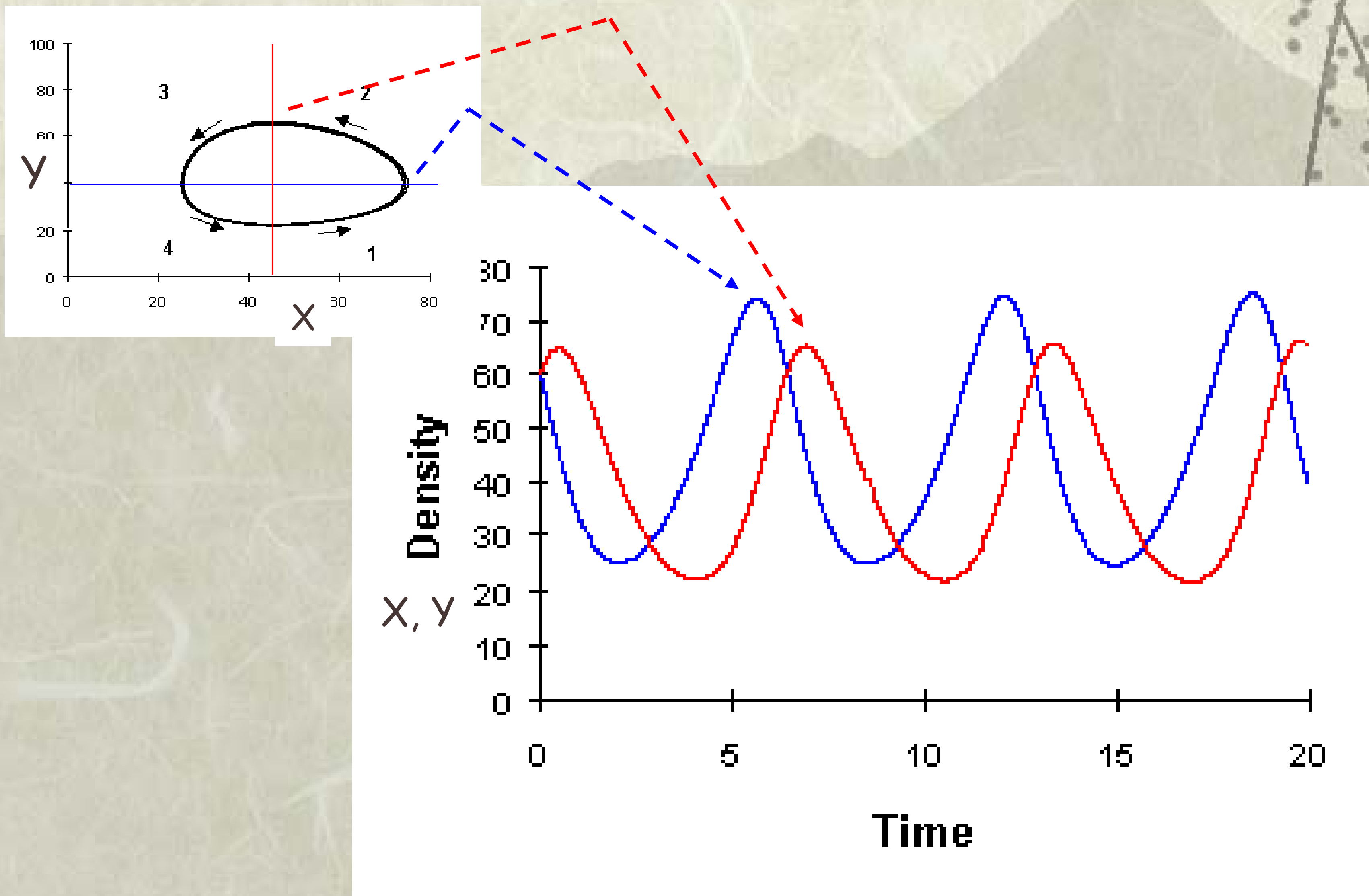
Análise gráfica



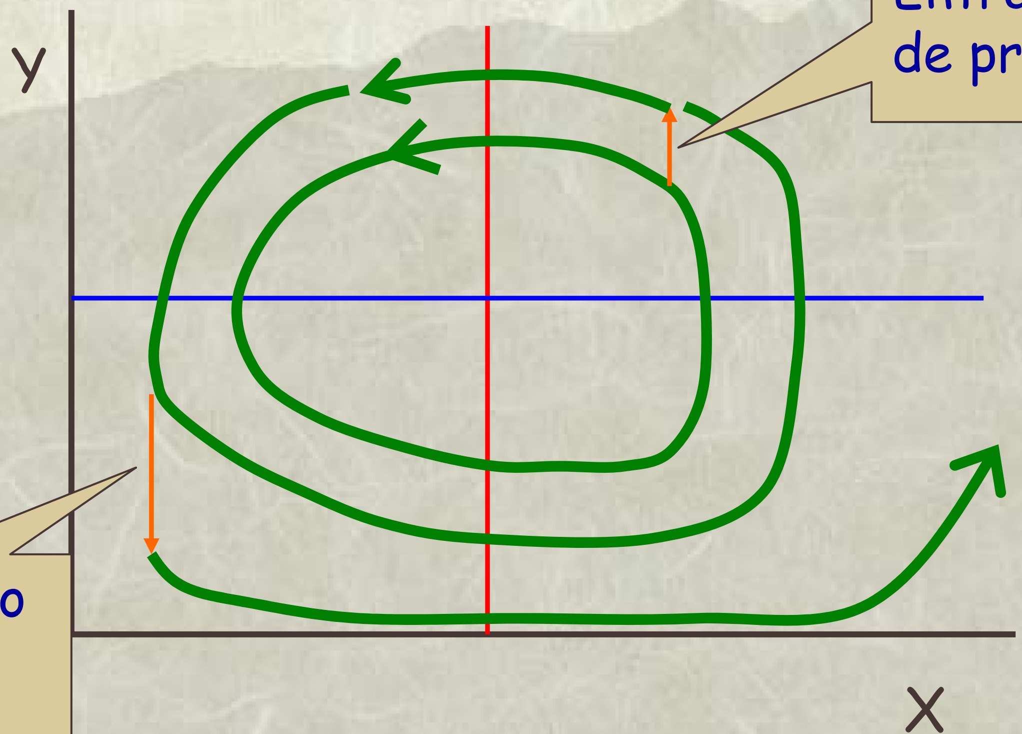




Oscilações na série temporal



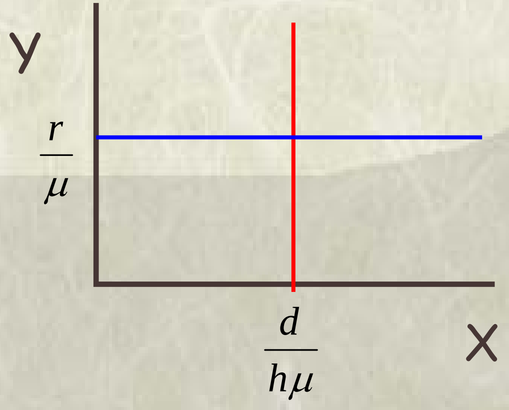
Ciclo neutralmente estável



Perturbação nº 1: Entrada dum grupo de predadores

Perturbação nº 2: saida dum grupo de predadores

Efeito de Volterra



Densidade média da presa, $X_m = \frac{d}{h\mu}$

Densidade média predador, $Y_m = \frac{r}{\mu}$

Efeito dum insecticida generalista: $d \uparrow$ $r \downarrow$

A prazo: X aumenta, Y diminui !

A presa autoregula-se

$$\frac{dX}{dt} = f(X) - F(X)Y$$

$$\frac{dY}{dt} = G(X,Y)Y$$

$$f(X) = rX\left(1 - \frac{X}{K}\right)$$

Eq. logistica da presa

$$F(X) = \mu X$$

Resposta funcional Tipo I

$$G(X) = -d + h\mu X$$

Lotka-Volterra com regulação da presa

$$\frac{dX}{dt} = rX\left(1 - \frac{X}{K}\right) - \mu XY$$

$$\frac{dY}{dt} = -dY + h\mu X$$

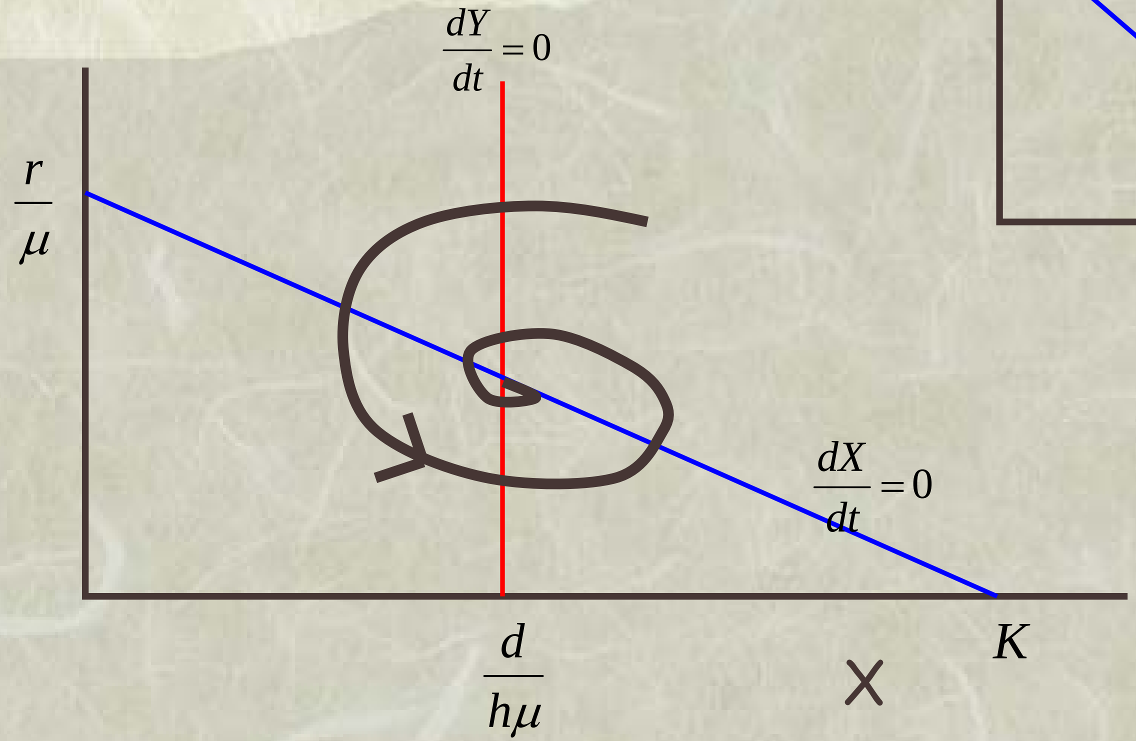
$$r X\left(1 - \frac{X}{K}\right) = \mu XY \quad \therefore \quad Y^* = \frac{r}{\mu} - \frac{r}{\mu K} X$$

Nulclina de X

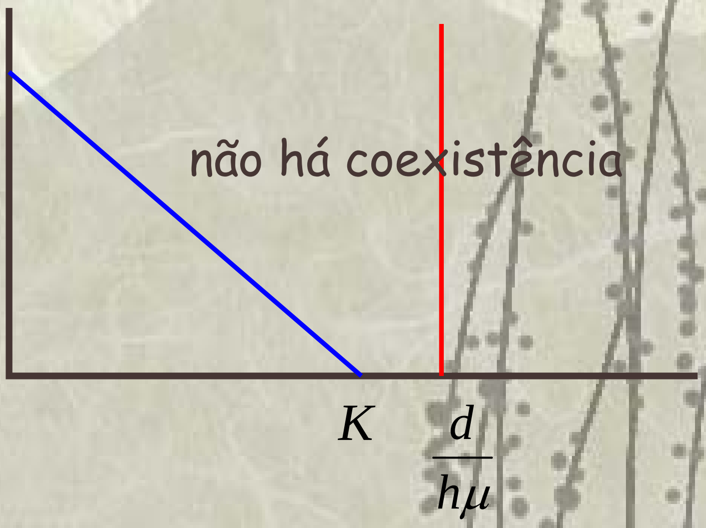
$$\frac{dY}{dt} = 0 \quad se \qquad X^* = \frac{d}{h\mu}$$

Nulclina de Y

Análise gráfica



Se K < $\frac{d}{h\mu}$



Conclusões e aperfeiçoamentos

- Estreita ligação entre dinâmica de presa e predador
  => grande propensão para oscilações sincronizadas

- X^* e Y^* dependem de parâmetros da outra população
  => consequências contraintuitivas (e.g. Efeito de Volterra, "paradoxo do enriquecimento")

Estabilização da interação com:

Introdução de resposta funcional mais realista
Interferência entre predadores, i.e., F(X, Y) em vez de F(X)
Heterogeneidade espacial (modelos complexos)

Resposta funcional mais realista

$$\frac{dX}{dt} = f(X) - F(X)\,Y$$

$$\frac{dY}{dt} = G(X,Y)\,Y$$

$$f(X) = r\,X\left(1 - \frac{X}{K}\right)$$

Eq. logistica da presa

$$F(X) = \cancel{\mu\,X}$$

Resposta funcional mais realista

$$G(X) = -d + h\mu\,X$$