

Ecologia – BIE210

Populações:
Padrões espaciais e temporais II
Dinâmica Populacional

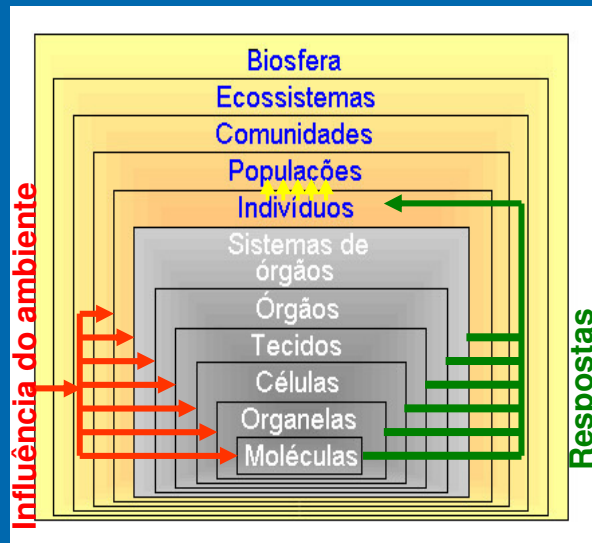


Populações

População – Conjunto de indivíduos de uma determinada espécie que coexistem **em uma dada área geográfica** (= conjunto determinado de padrões ambientais)

Por que estudar populações?

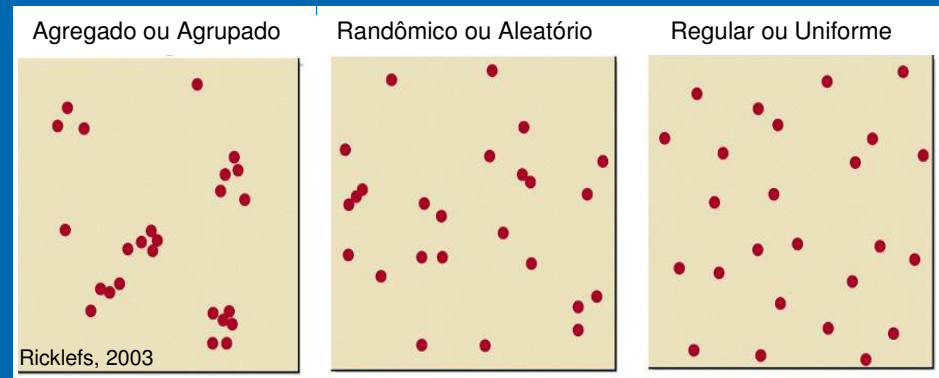
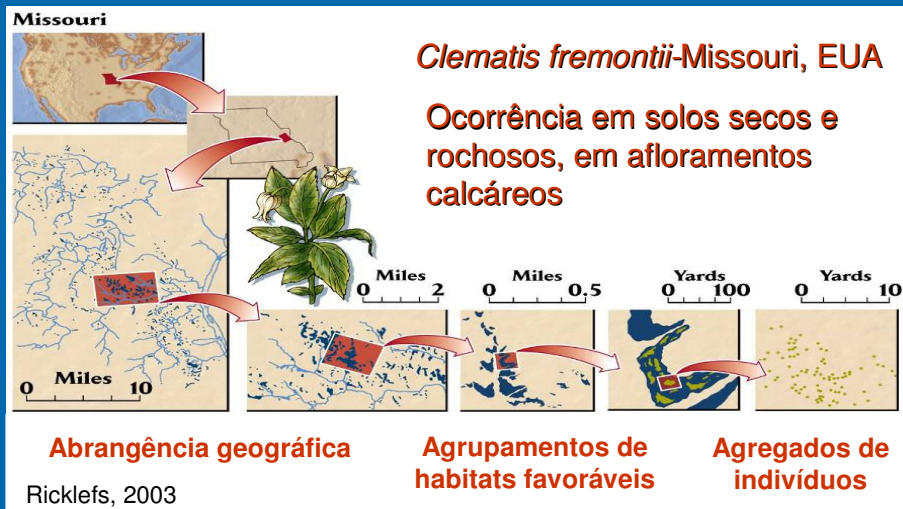
- **Principal objetivo da Ecologia:** Descrever e explicar a **distribuição e abundância** dos organismos.
- **População** = Nível de organização no qual é possível avaliar o efeito dos agentes do ambiente sobre os indivíduos de uma espécie.
- Contribuição para a compreensão da estrutura e funcionamento de níveis de organização mais compostos (comunidades, ecossistemas, paisagens).
- Subsídios para a avaliação de atividades humanas relacionadas a modificações no ambiente (avaliação de impactos ambientais, programas de conservação e/ou restauração, exploração de estoques naturais, cultivo).



Padrões espaciais

Padrões definidos de acordo com a escala de observação

Padrão de distribuição de indivíduos em um habitat/micro-habitat



Refletem características biológicas da espécie

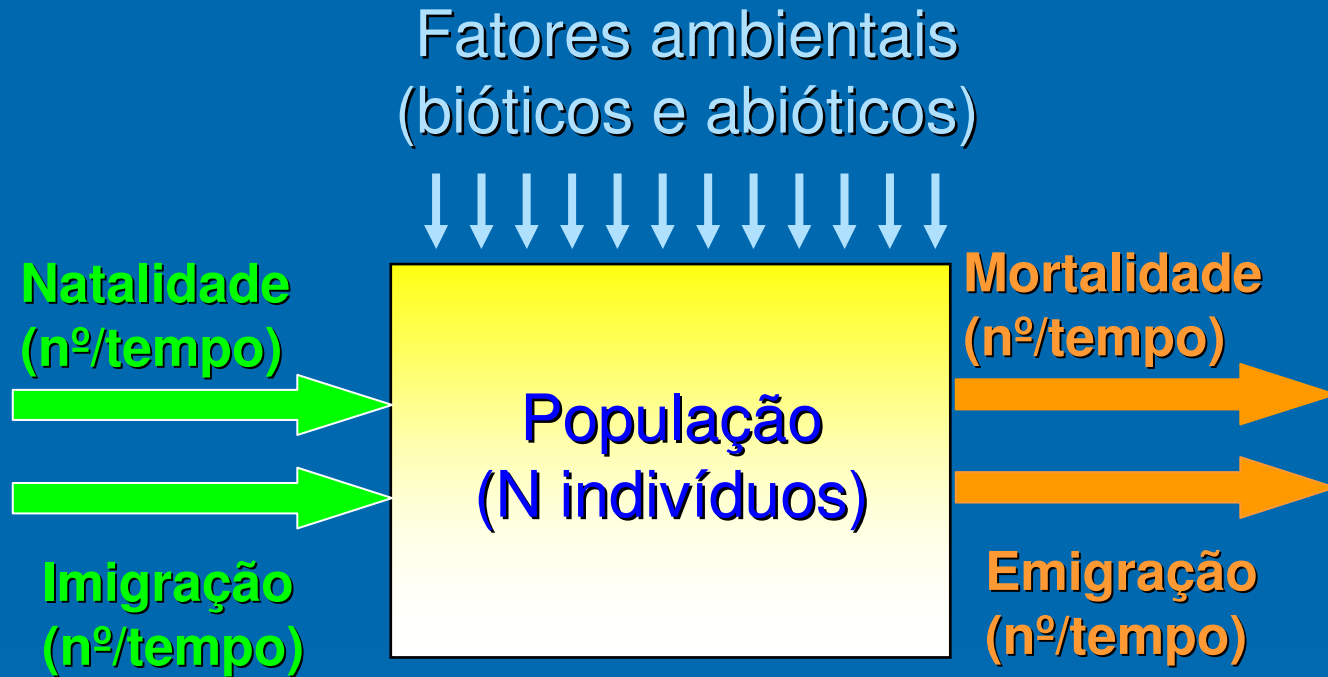
Dentro da abrangência geográfica de uma população, apenas habitats/micro-habitats apropriados são ocupados

Hábitat = Local sob um conjunto peculiar de condições ambientais, comumente ocupado por grupos característicos de organismos.

Ex.: Florestas, savanas, campos; rios, lagos, oceanos; margens, praias, costões.

Micro-hábitat = fração do habitat com peculiaridades locais de condições ambientais, onde é muito provável a ocorrência de determinadas espécies.

Padrões temporais



O tamanho de uma população é resultante do balanço entre as taxas de inclusão e exclusão de indivíduos, sob ação de fatores do ambiente.

Padrões temporais

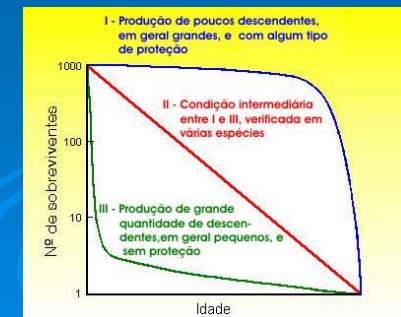
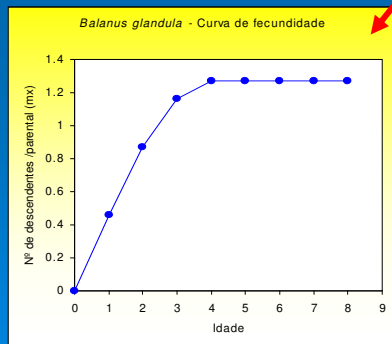
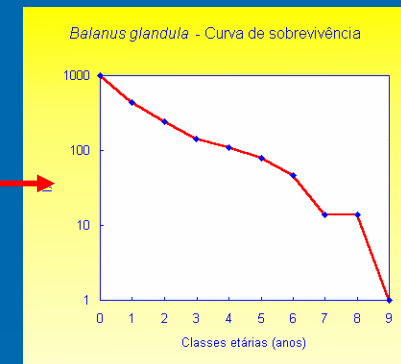
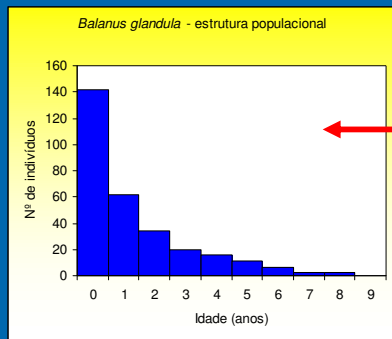
Influência do ambiente x Resposta do organismo

Abundância

- Nº de indivíduos
- Biomassa

+

Processos biológicos que condicionam os estados desses atributos



Aspectos abordados

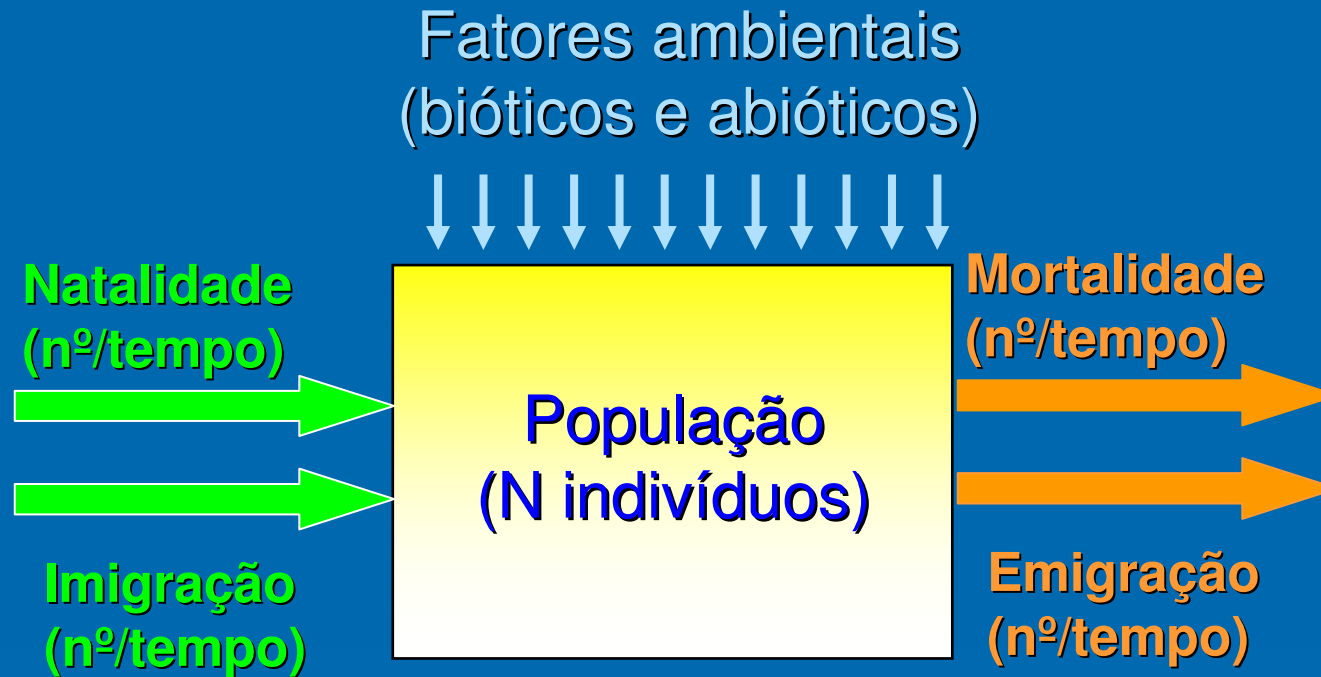
- Estrutura etária (ou por tamanho)
- Padrões de sobrevivência/mortalidade
- Reprodução
- Tempo de vida dos indivíduos

Dinâmica populacional

Padrão de ciclo vital (história de vida)

Variação da abundância ao longo do tempo

Populações: Variação temporal da abundância



Dinâmica de populações

Variação no número de indivíduos da população, sob a ação de um conjunto de fatores ambientais (bióticos e abióticos).

Dinâmica de populações

Parâmetros populacionais (propriedades emergentes)

b – natalidade (indivíduos/tempo)

d – mortalidade (indivíduos/tempo)

i – imigração (indivíduos/tempo)

e – emigração (indivíduos/tempo)

r = taxa intrínseca ou potencial de crescimento populacional

$$r = (b + i) - (d + e)$$

$$r = b - d$$

$r > 0$: população cresce

$r = 0$: população com tamanho constante

$r < 0$: população decresce

Dinâmica de populações

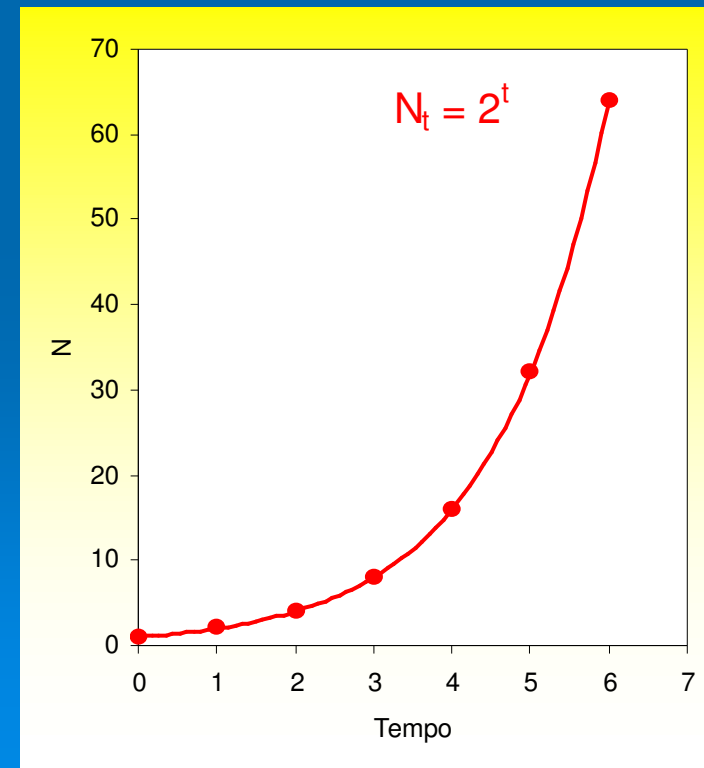
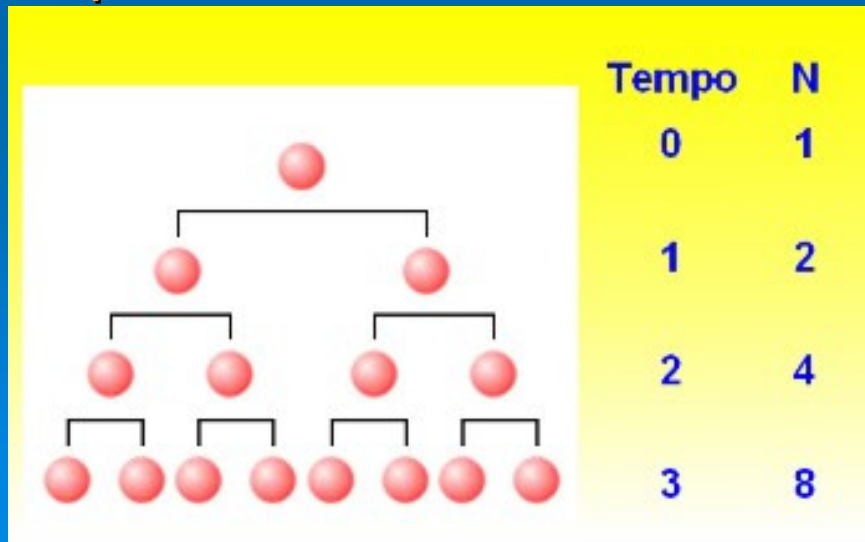
Crescimento populacional

Natalidade (b)

Mortalidade (d)

$r = b - d =$ Taxa intrínseca de crescimento de uma população

1 parental \rightarrow 2 descendentes



Dinâmica de populações

Crescimento populacional

Natalidade (b)

Mortalidade (d)

$r = b - d =$ Taxa intrínseca de crescimento de uma população

Modelo de crescimento exponencial

1 parental → 2 descendentes

1 parental → 3 descendentes

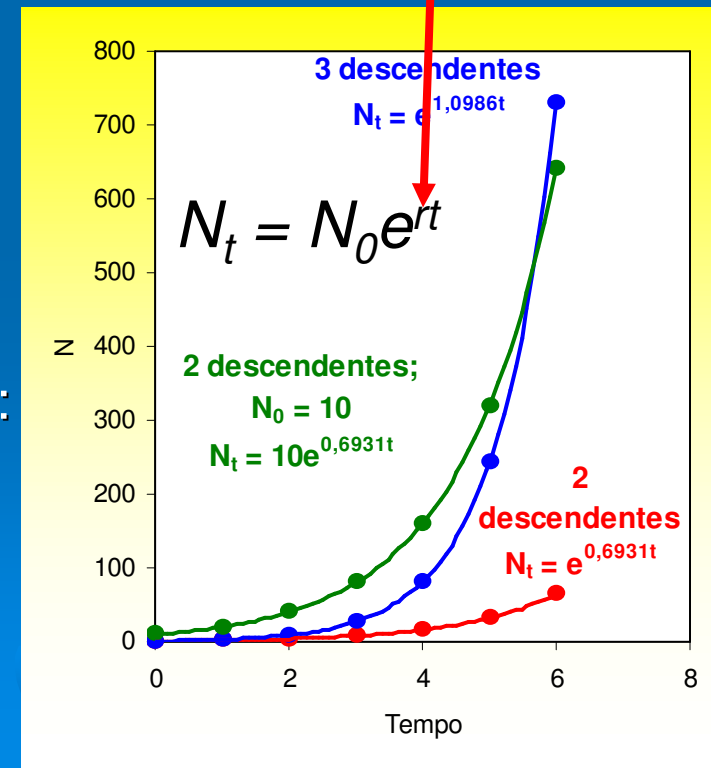
10 parentais → 2 descendentes

O padrão de crescimento populacional depende:

- Do número inicial de indivíduos (N_0);
- Da contribuição individual na produção de descendentes (relacionado a r).

$$\text{Base} = e^r$$
$$\ln(\text{Base}) = \ln(e^r)$$

$$r = \ln(\text{Base})$$

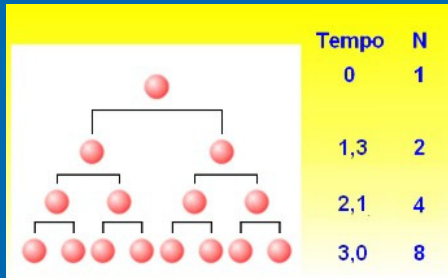


Dinâmica de populações

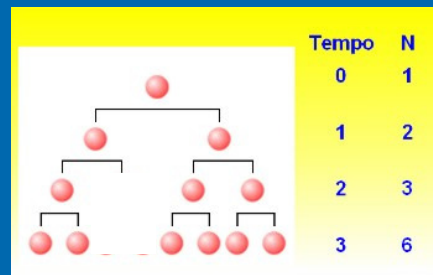
Crescimento populacional

Modelo de crescimento exponencial $N_t = N_0 e^{rt}$

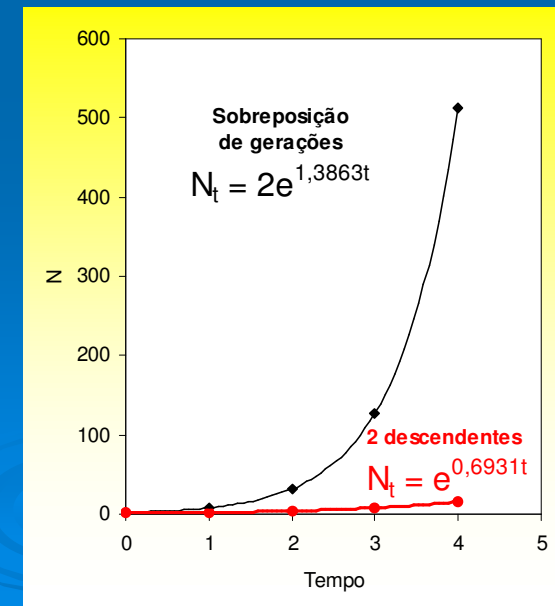
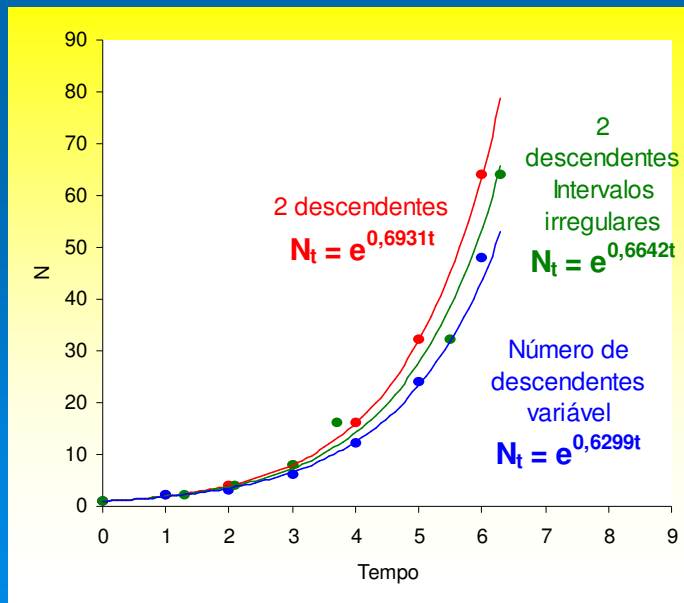
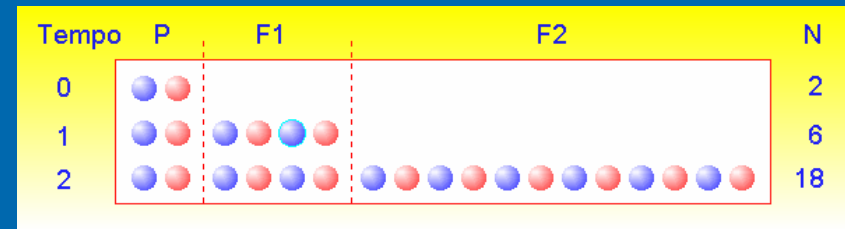
Intervalos irregulares de reprodução



Nº variável de descendentes produzidos



Reprodução sexuada, cada casal produz 2 casais e permanece na população até o ciclo reprodutivo seguinte



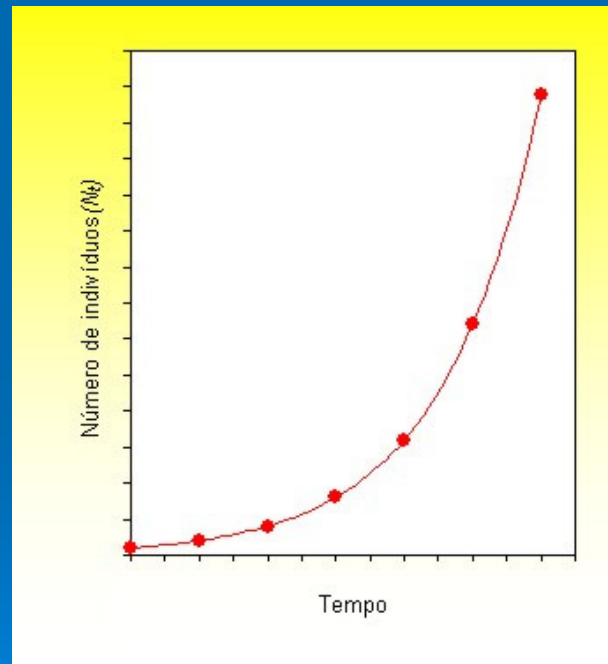
Dinâmica de populações

Crescimento populacional

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

Taxa de crescimento populacional



Situação representada:

- População cresce de acordo com o seu **potencial biótico**, em situação de **recurso ilimitado**
- Crescimento populacional é **independente da densidade**

O crescimento populacional (variação de N em relação a t) depende de:

- Número (médio) de descendentes produzidos . tempo⁻¹. indivíduo⁻¹ (relacionado a r);
- Número inicial de indivíduos (N_0)

Dinâmica de populações

Crescimento populacional: Modelo exponencial

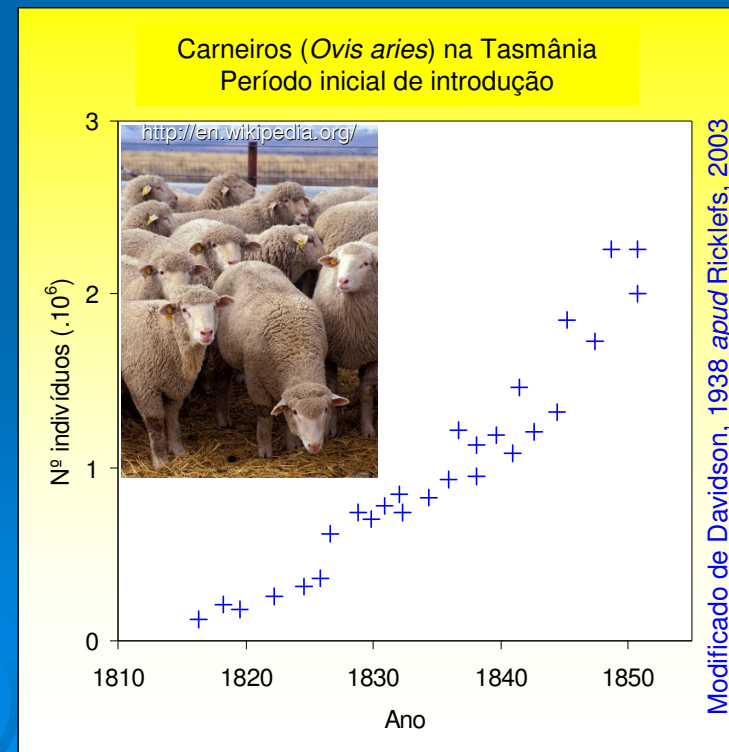
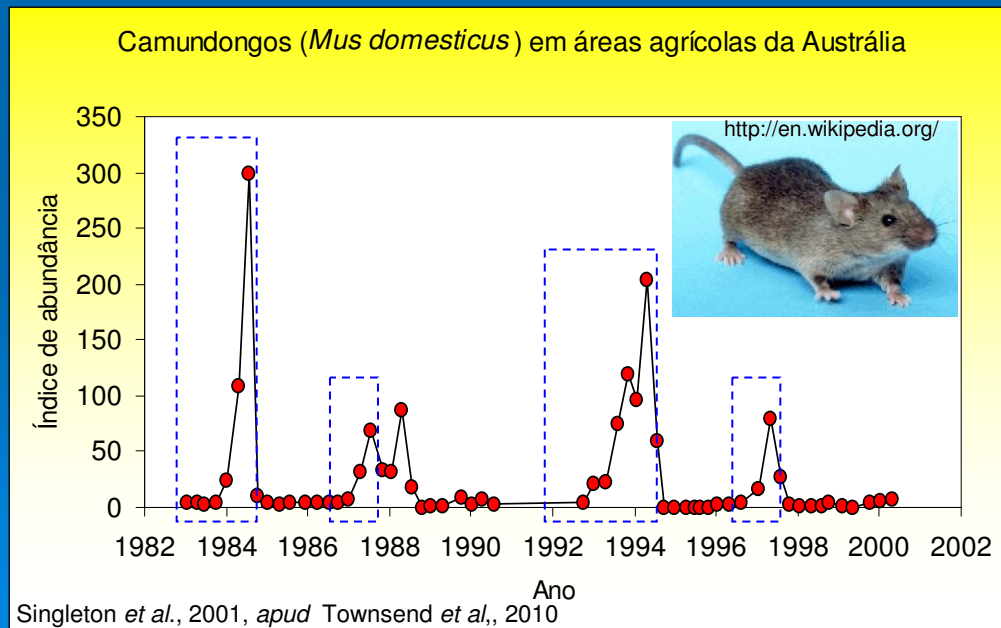
$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

Na natureza a tendência de crescimento exponencial pode ser observada durante um período específico e restrito...

Espécies com ciclos de vida curto

Início de colonização ou recrutamento



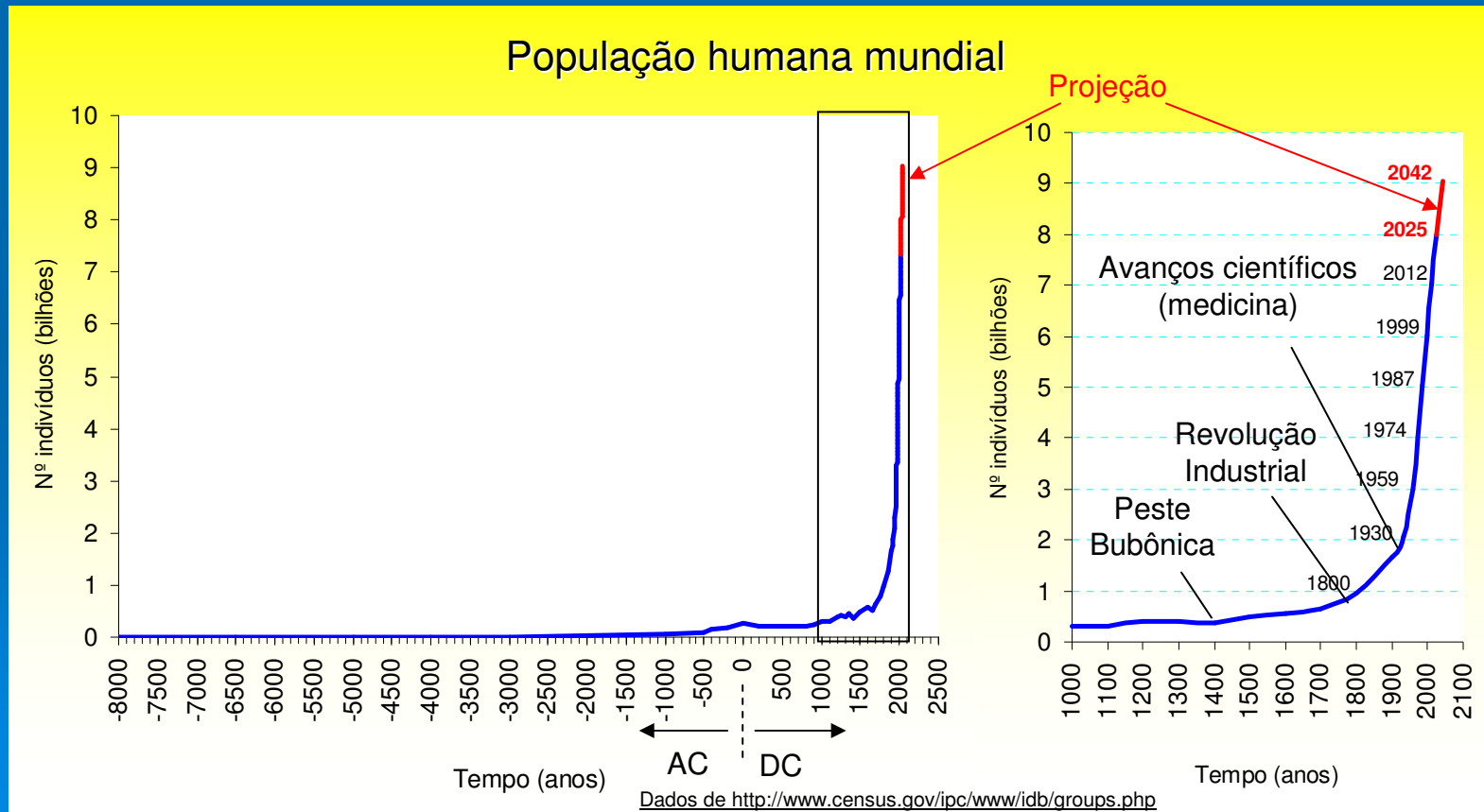
Dinâmica de populações

Crescimento populacional: Modelo exponencial

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

...ou, em casos excepcionais, mantendo-se por períodos longos.



Dinâmica de populações

Crescimento populacional

Modelo exponencial:

População crescendo em condições de **recurso ilimitado**

||

Crescimento populacional **independente da densidade**

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$\frac{dN}{dt} = Nr$$

Em situações reais

A atuação de fatores limitantes (restrição na aquisição de recursos) → populações raramente crescem de acordo com o seu **potencial biótico**.

Modelo mais realista:

População crescendo em condições de **recurso limitado**

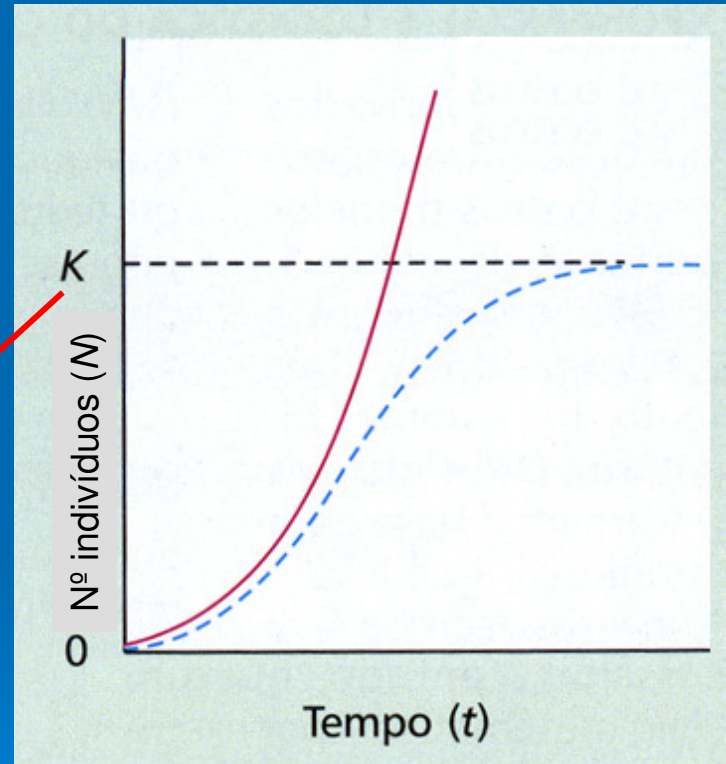
||

Crescimento **variando em função (dependente) da densidade**

Dinâmica de populações

Crescimento populacional

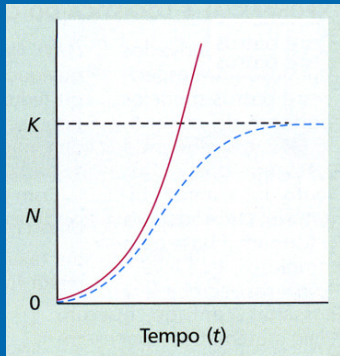
Independente da densidade → dependente da densidade



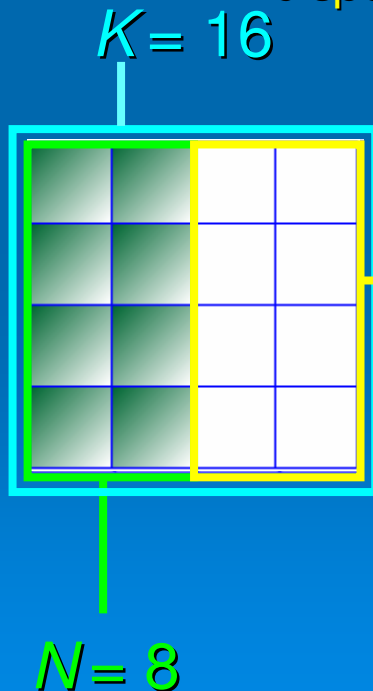
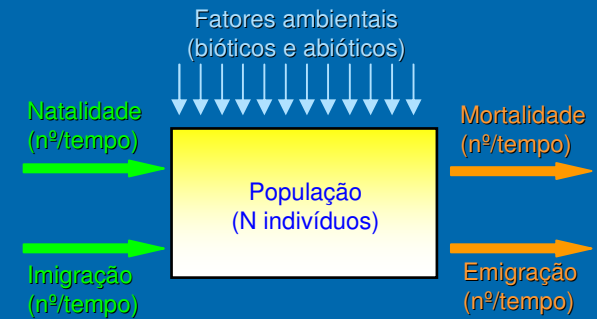
$K (=N_{\text{máximo}})$ = Capacidade de suporte = número máximo de indivíduos que pode ser mantido pelos recursos do ambiente → Medida de disponibilidade total de recursos.

Dinâmica de Populações

Crescimento populacional



$K (=N_{\text{máx}})$ = Capacidade de suporte = número máximo de indivíduos que pode ser mantido pelos recursos do ambiente → Medida de disponibilidade de recursos.

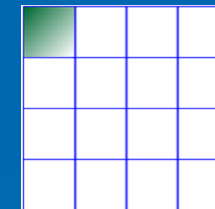


Recursos não utilizados:

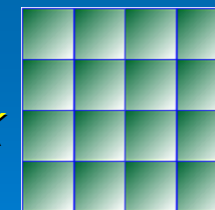
Quantidade
 $K - N = 8$

Proporção
 $\frac{K - N}{K} = 0,5$

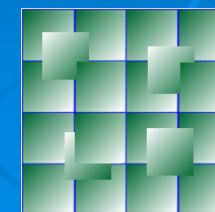
~ 1 se $N \ll K$
 0 se $N = K$
 < 0 se $N > K$



$$\frac{K - N}{K} = \frac{15 - 16}{16} = 0,94$$



$$\frac{K - N}{K} = \frac{0 - 16}{16} = 0$$



$$\frac{K - N}{K} = \frac{-4 - 16}{16} = -0,25$$

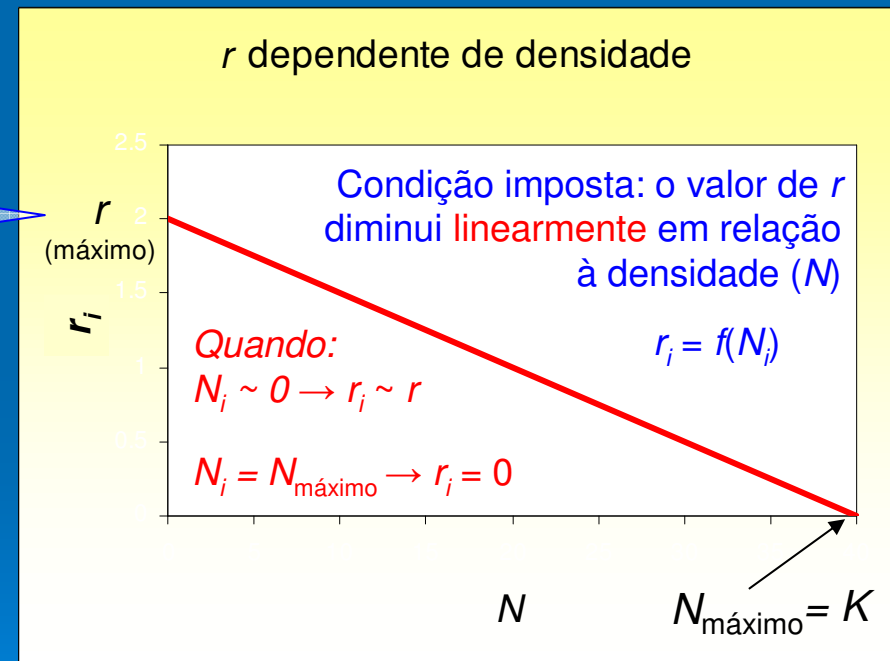
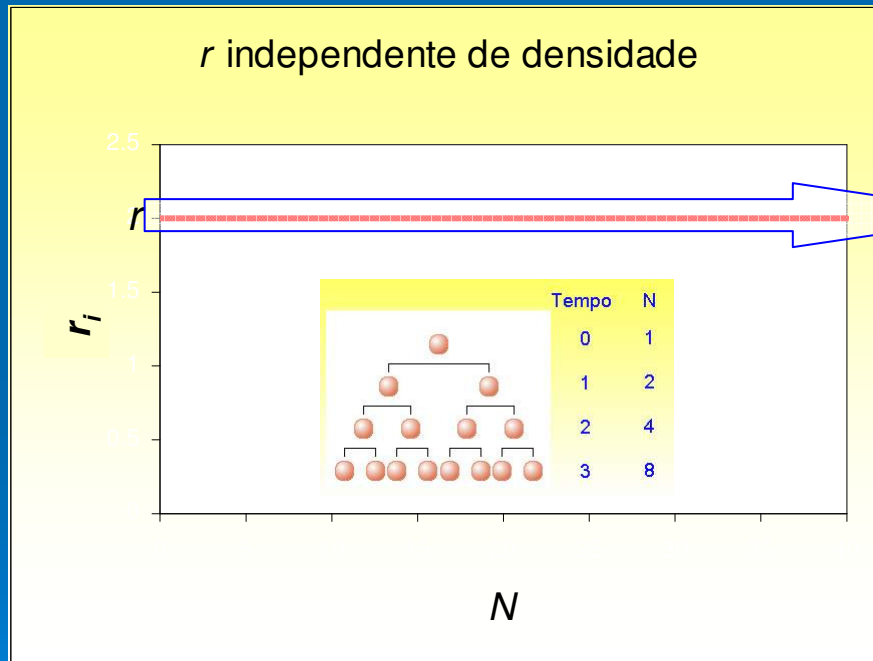
Dinâmica de populações

Crescimento populacional

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$\frac{dN}{dt} = Nr \text{ Modelo exponencial}$$

Modelo de crescimento com restrição de recursos



r é independente da densidade, isto é, mantém o mesmo valor para qualquer número de indivíduos (N)

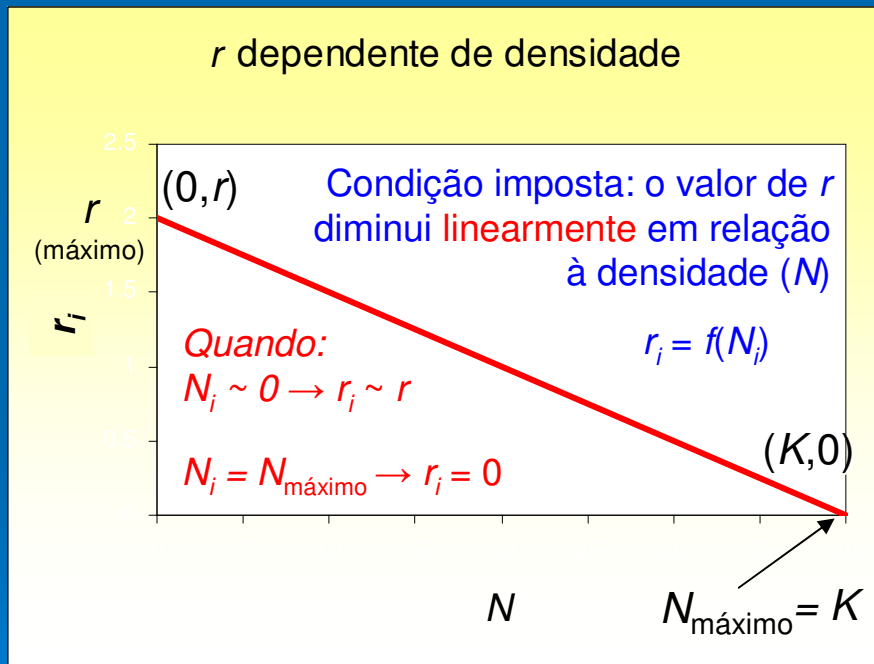
$N_{\text{máximo}} = K =$ Capacidade de suporte = Número máximo de indivíduos que pode ser mantido pelos recursos disponíveis

Dinâmica de populações

Modelo de Crescimento com restrição de recursos

Relação linear
 $Y = a + bX$

$$r_i = r + bN$$



b = inclinação da reta (razão de variação de r em relação a N)

$$b = \frac{\Delta r_i}{\Delta N_i} = \frac{0 - r}{K - 0} = -\frac{r}{K}$$

$$r_i = r - \frac{r}{K}N$$

$$r_i = r \left(1 - \frac{N}{K}\right) \quad \text{ou} \quad r_i = r \left(\frac{K - N}{K}\right)$$

r relacionado com o nº de indivíduos N

Dinâmica de populações

Modelo de Crescimento com restrição de recursos

r relacionado com o nº de indivíduos N

$$r_i = r \left(1 - \frac{N}{K} \right) \quad \text{ou} \quad r_i = r \left(\frac{K - N}{K} \right)$$

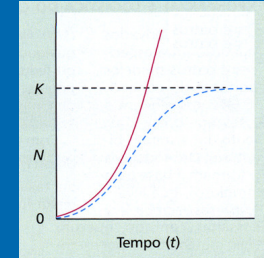
Introduzindo r_i na fórmula da taxa de crescimento exponencial: $\frac{dN}{dt} = rN$

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right) \quad \text{ou} \quad \frac{dN}{dt} = rN \left(\frac{K - N}{K} \right)$$

Taxa de crescimento do modelo logístico
(crescimento com restrição de recursos)

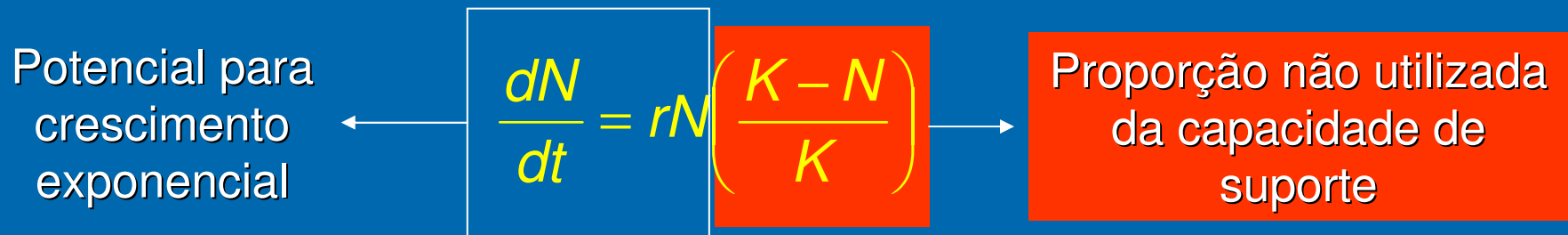
Dinâmica de populações

Crescimento populacional: Modelo logístico



O crescimento sofre o efeito limitante da disponibilidade finita de recursos

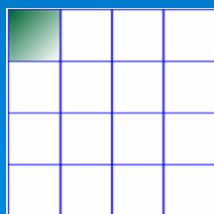
Taxa de crescimento populacional



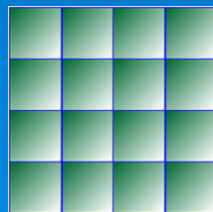
$N \ll K \longrightarrow dN/dt \sim rN$ (~ crescimento exponencial)

$N = K \longrightarrow dN/dt = 0$ (crescimento cessa)

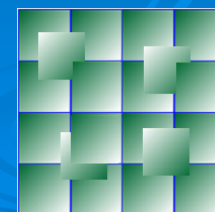
$N > K \longrightarrow dN/dt < 0$ (população decresce)



$$\frac{K - N}{K} = 15/16 = 0,94$$



$$\frac{K - N}{K} = 0/16 = 0$$



$$\frac{K - N}{K} = -4/16 = -0,25$$

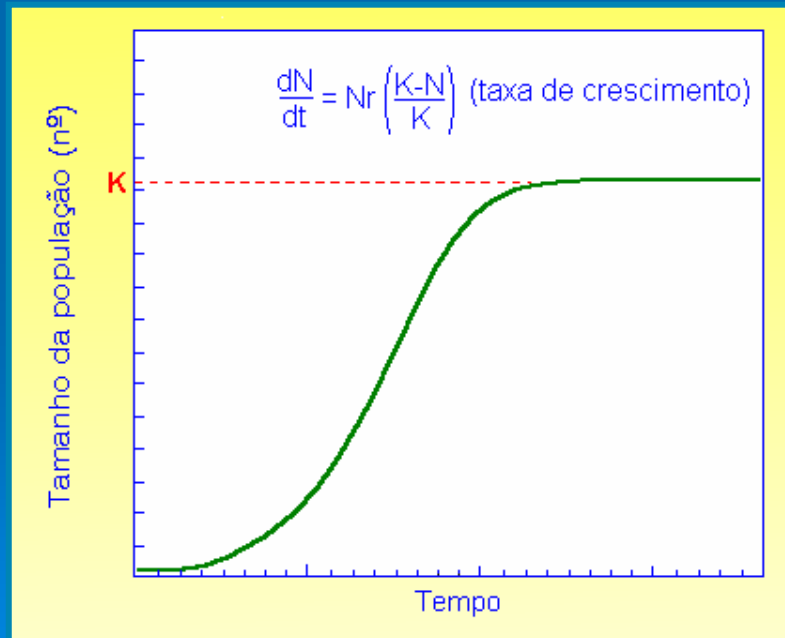
Dinâmica de populações

Crescimento populacional

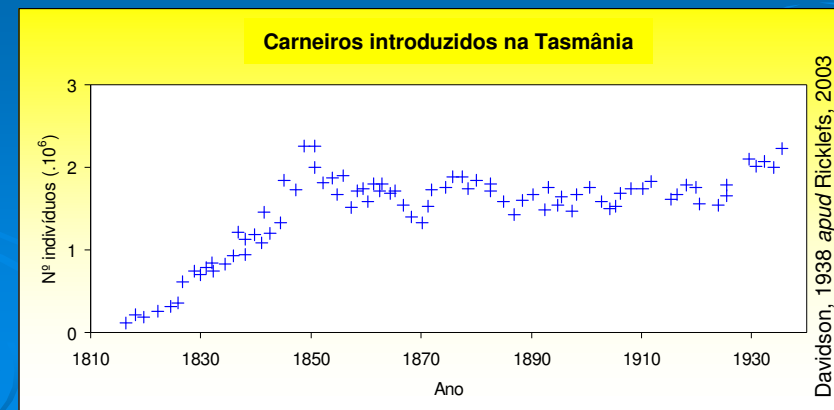
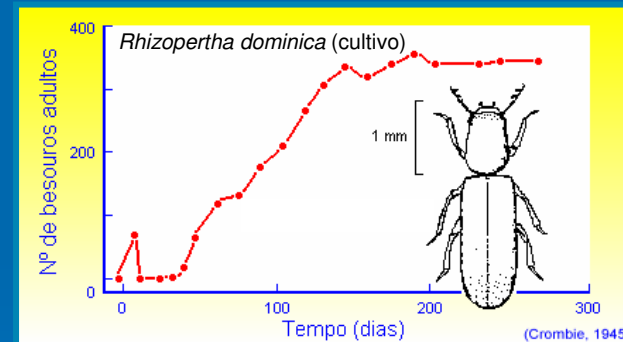
Modelo logístico:

Situação representada:

População crescendo em um ambiente em que os recursos estão disponíveis em **quantidades constantes**, porém **limitadas** (com **ação limitante do ambiente**).



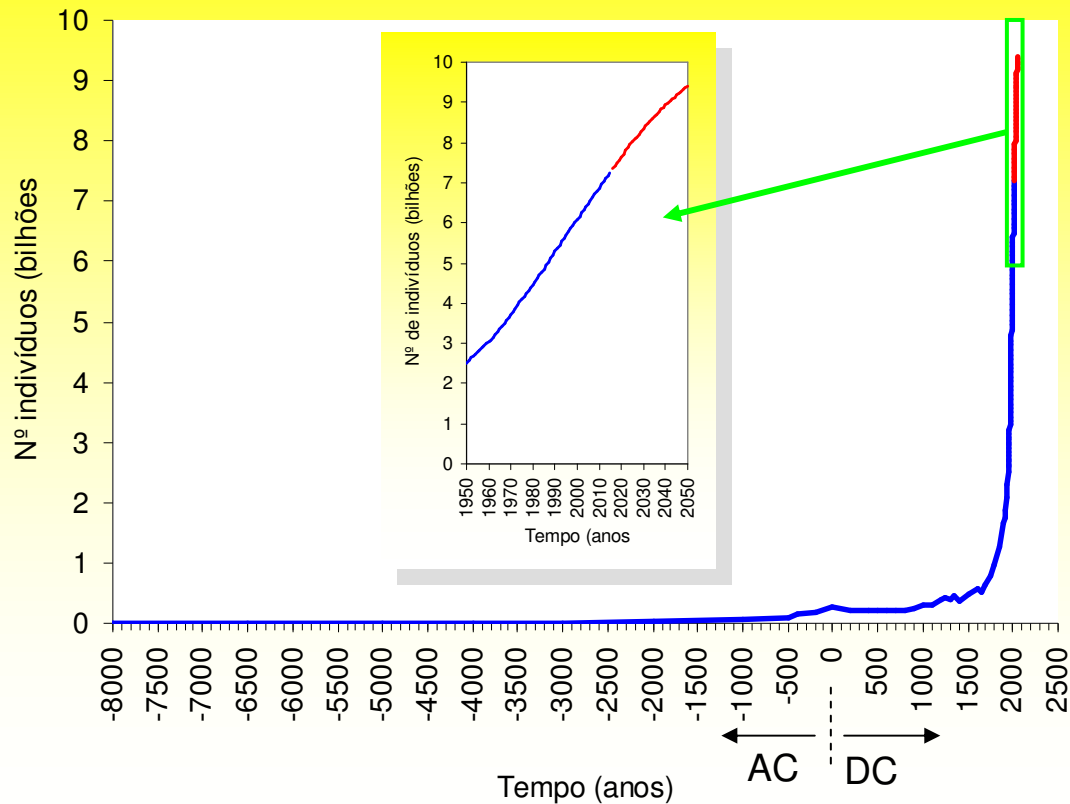
K = Capacidade de suporte



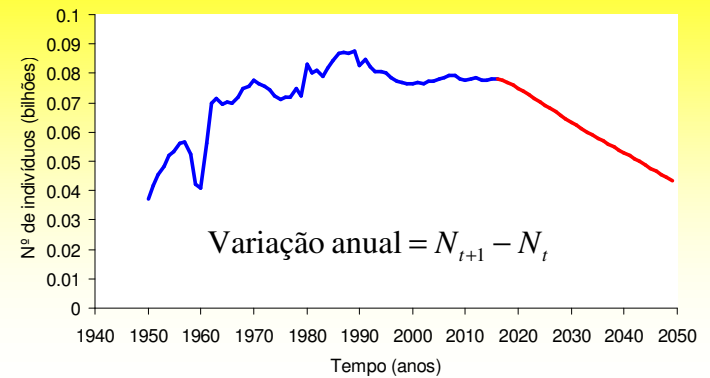
Dinâmica de populações

Crescimento da população humana
Modelo Exponencial? Logístico?

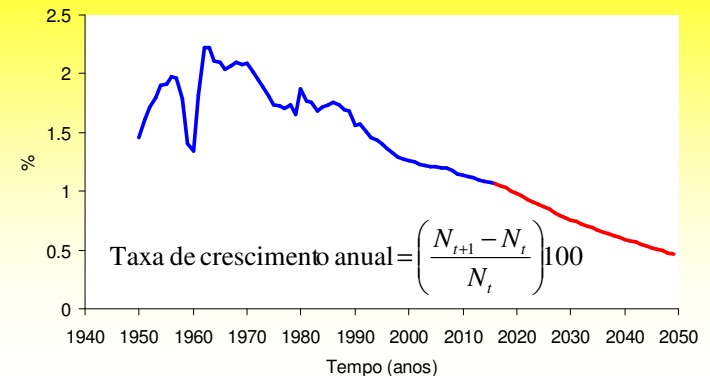
População humana mundial



Varição anual da população



Taxa de crescimento anual da população



* Dados de <http://www.census.gov/ipc/www/idb/groups.php>

Dinâmica de populações

Crescimento populacional

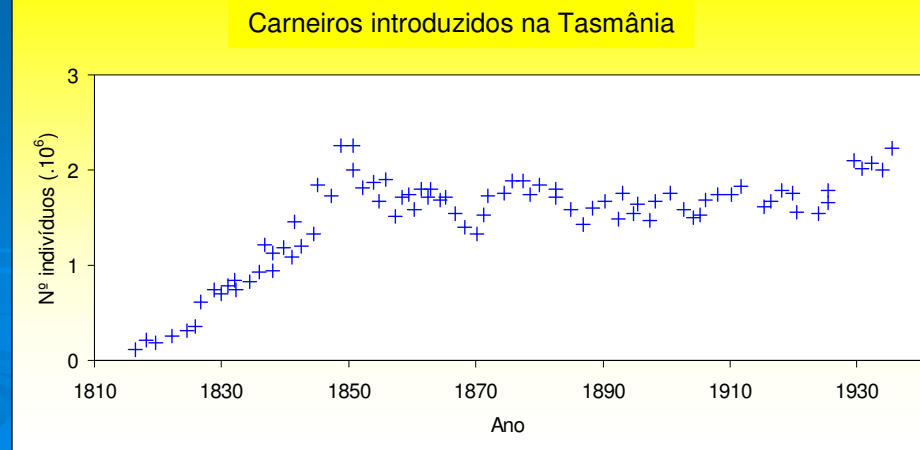
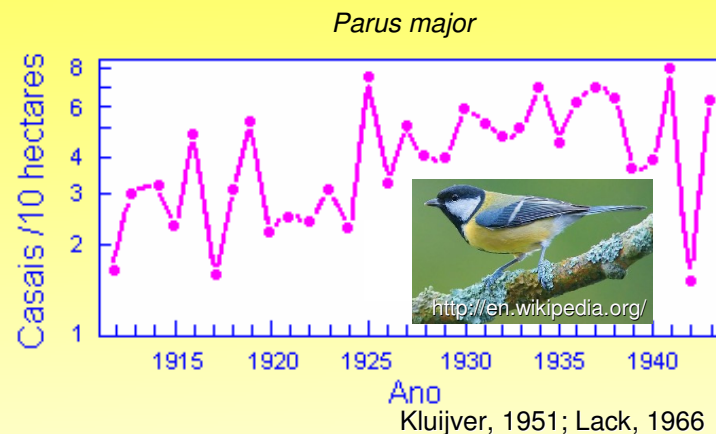
Na natureza: **flutuações no nº de indivíduos não previstas pelos modelos**

A disponibilidade de recursos (restritos ou não) e/ou as condições ambientais dificilmente são constantes.

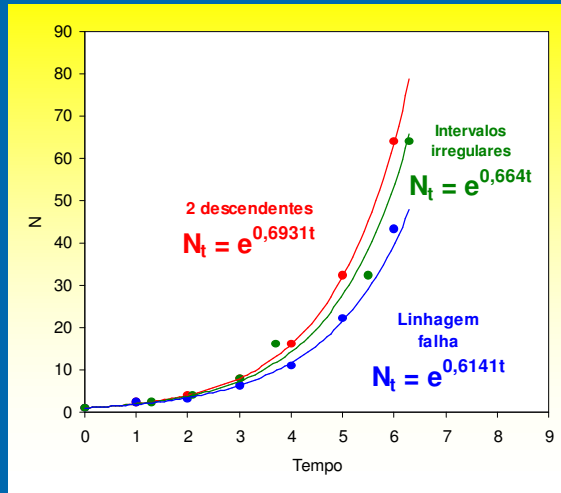
Variações de fatores ambientais podem ser cíclicas ou irregulares; padrões de variação podem ser acompanhados ou não pelos organismos.

Os indivíduos não são idênticos entre si, conforme os pressupostos dos modelos.

Necessidade de detalhamentos nos estudos dos fatores ou da avaliação adequada da escala temporal de observações.

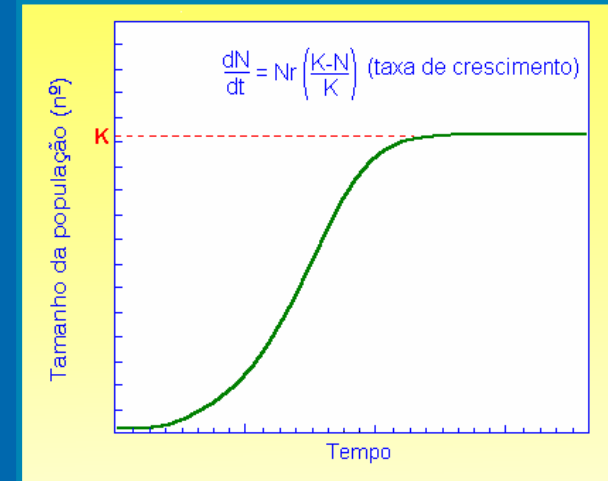


Importância dos modelos



$$\frac{dN}{dt} = rN$$

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(\frac{K - N}{K} \right)$$



- Referência para estudos que visam compreender processos naturais.
- Simulação das tendências principais de situações reais, dentro de contextos mais simplificados, sob controle do pesquisador.
- Avaliações do efeito de várias causas (modificação nas equações).
- Análise rápida dessas tendências, evitando longas mensurações na natureza ou de experimentos complexos, nem sempre viáveis

Dinâmica de populações: Influência de fatores ambientais

Fatores ambientais
(bióticos ou abióticos)

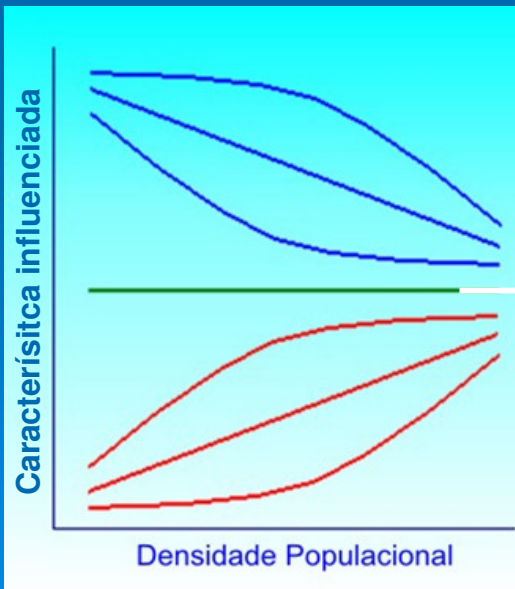
Tamanho Populacional

Intensidade do efeito

Dependente de densidade
(varia de acordo com N)

Independente da densidade
(semelhante para qualquer N)

Promove **regulação** da população = **controle intrínseco** do seu tamanho



Tipo de Efeitos

Exemplos (**tendências gerais**)

Inversamente dependente

Sobrevivência, fecundidade

Independente

Conseqüências de eventos catastróficos

Diretamente dependente

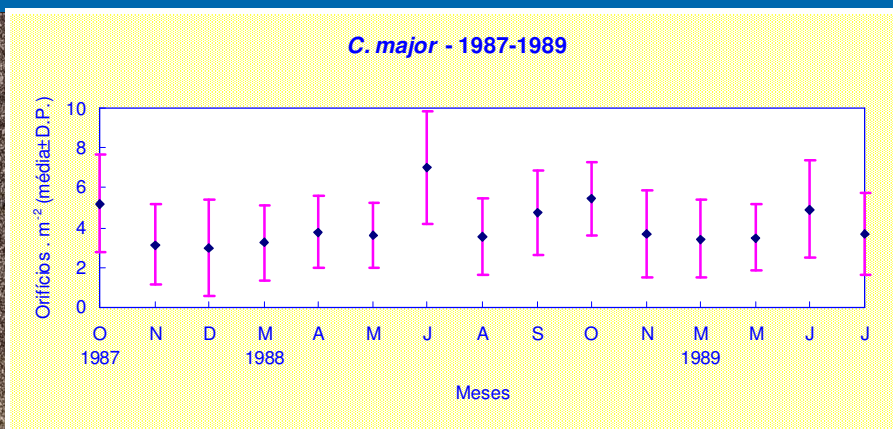
Mortalidade, risco de sofrer efeitos negativos de interações (competição, predação, parasitismo)

Dinâmica de populações: Influência de fatores ambientais

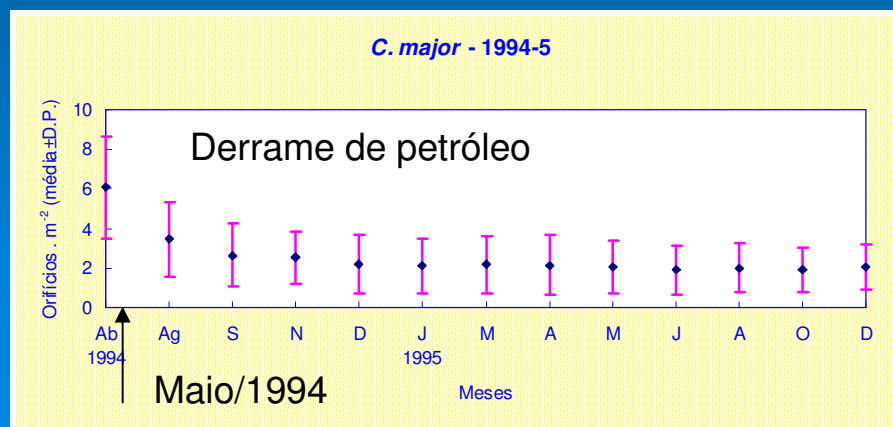
Efeitos independentes de densidade – decorrentes de fatores de ocorrência irregular, não previsível (não periódico)

CAO

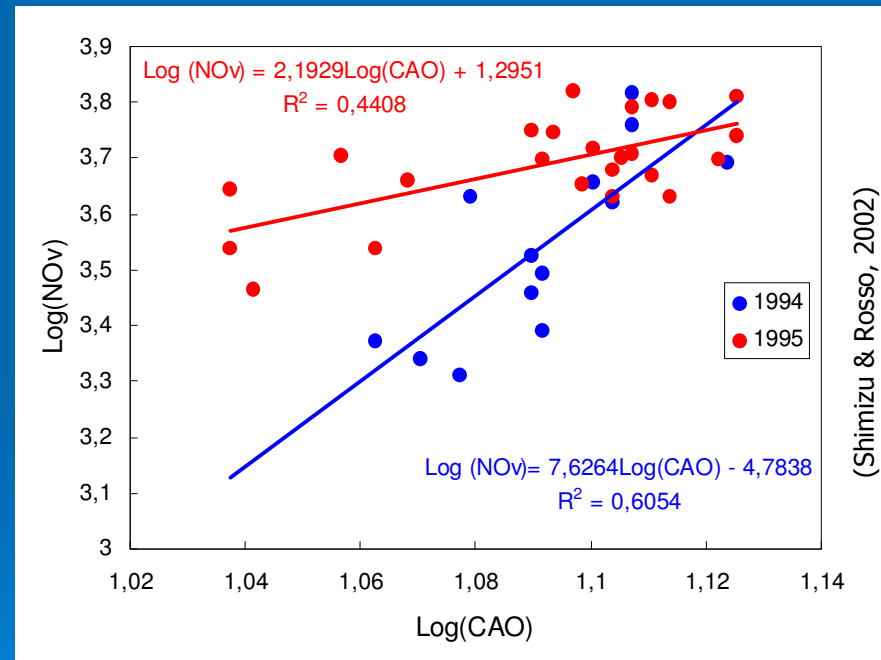
Callinectes major - Praia de Barequeçaba, São Sebastião, SP



(Shimizu & Rosso, 2000)



Fecundidade x Tamanho individual



CAO = Comprimento da área oval da carapaça

NO = Número de ovos incubados

Dinâmica de populações: Influência de fatores ambientais

Efeitos dependentes de densidade – promovem **regulação** da população = **controle intrínseco** do seu tamanho

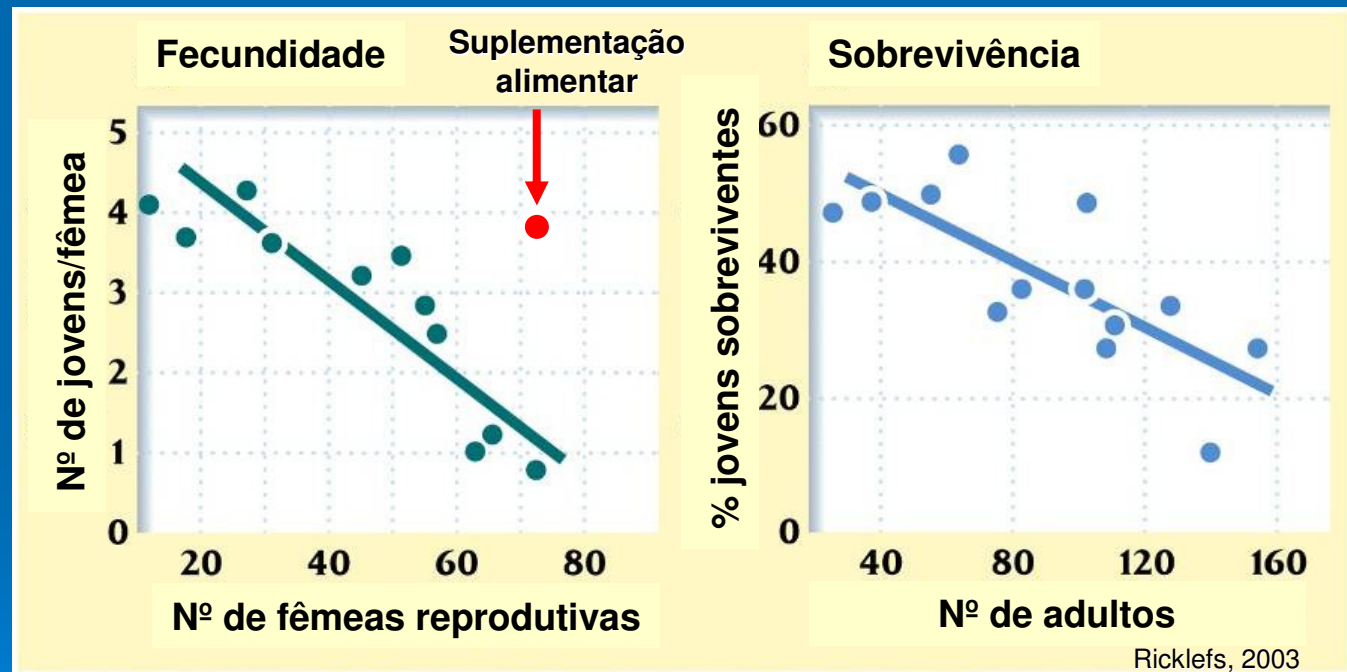
Melospiza melodia



Aumento da
densidade



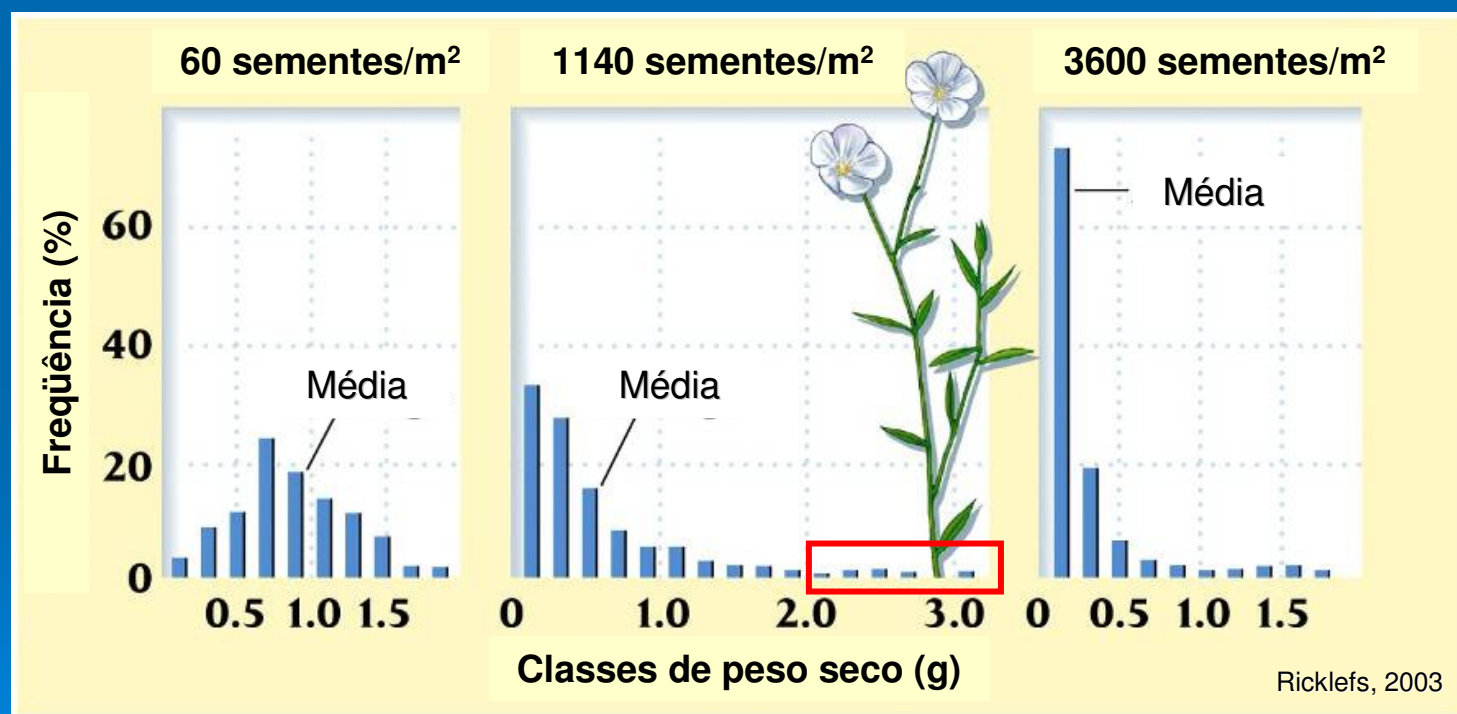
Decréscimo no
suprimento
alimentar (recurso)
por indivíduo



Dinâmica de populações: Influência de fatores ambientais

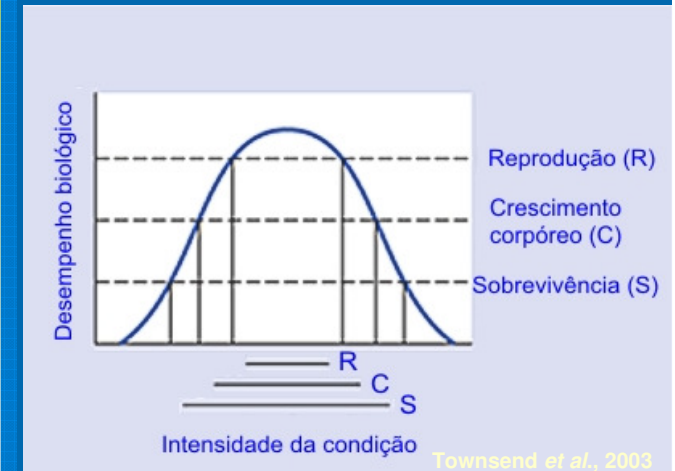
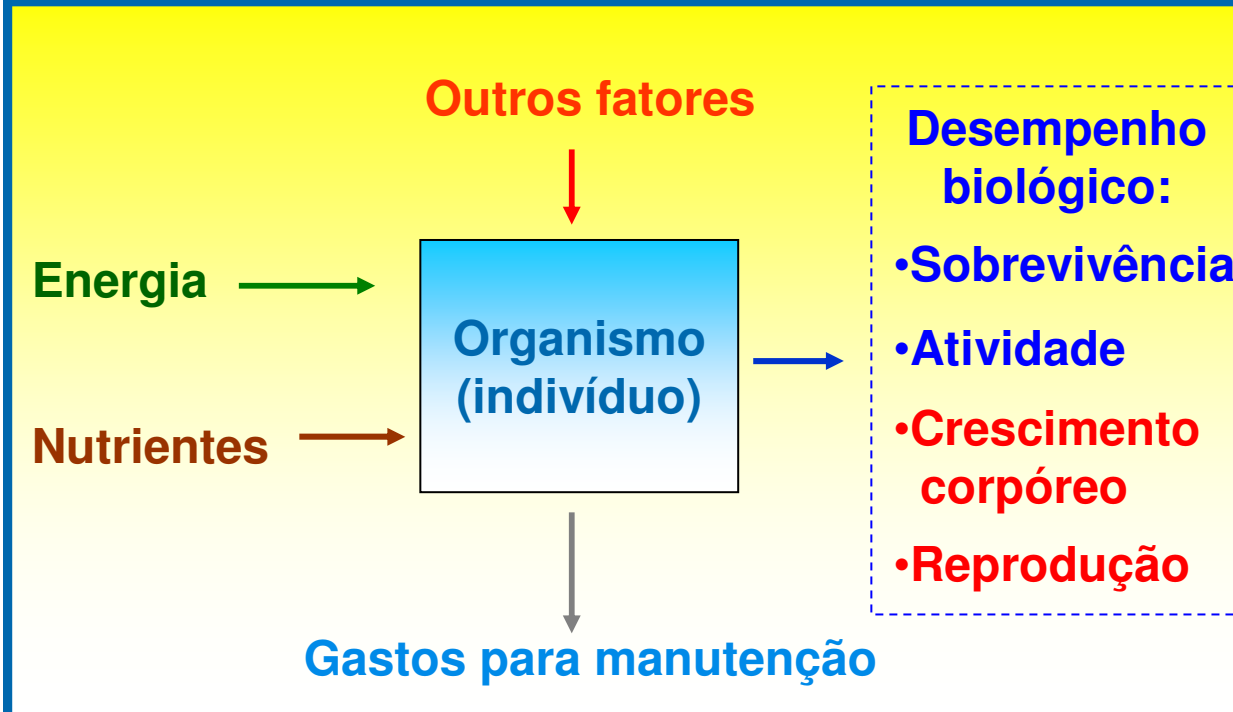
Efeitos dependentes de densidade – promovem **regulação** da população = **controle intrínseco** do seu tamanho

Linum sp – cultivos experimentais, com diferentes densidades iniciais de sementes:



Crescimento individual **em geral** decresce com a densidade...
...mas existem exceções!

Dinâmica de populações: Influência de fatores ambientais



Populações na natureza: Variações temporais resultantes da combinação do potencial biótico da espécie com a ação de fatores com efeitos dependentes e independentes da densidade

↓

Padrões de ciclos vitais

$\frac{dN}{dt} = rN \left(\frac{K-N}{K} \right)$ Estratégias de ciclos vitais

Estratégia r

Ambiente que impõe estresses físicos ou que é sujeito a perturbações com intensidades e frequência variáveis, ocorrendo de forma irregular (imprevisíveis)

Tamanho populacional influenciado principalmente por **efeitos independentes de densidade** (efeitos catastróficos)

Alocação de recursos em **reprodução**

Adultos com maturação e reprodução precoce e rápida

Propágulos pequenos e numerosos

Indivíduos pequenos, numerosos, com ciclo de vida curto

Abundância pode variar amplamente e de forma irregular

Estratégia K

Ambiente com baixa probabilidade de estresses físicos; variação de condições pequena e/ou periódica (previsível)

Tamanho populacional **regulado** por **efeitos dependentes de densidade** (interações negativas)

Alocação de recursos em **crescimento/sobrevivência**

Adultos com maturação e reprodução tardia e lenta

Propágulos grandes e pouco numerosos

Indivíduos grandes, pouco numerosos, com ciclo de vida longo

Abundância varia pouco, com tendência à constância

“Populações – Padrões temporais”

Abordagens

- Estrutura etária (ou por tamanho)
- Padrões de sobrevivência/mortalidade
- Reprodução
- Tempo de vida dos indivíduos

Dinâmica populacional

- Modelo de crescimento exponencial
- Modelo de crescimento logístico
- Influência de fatores ambientais – Efeitos dependentes e independentes de densidade

Estratégias de ciclos vitais



Ecologia – BIE210

Próxima aula:

Prova I

Na seguinte:

**“Interações entre populações I
(competição)”**

