

# Ecologia de populações

## Fatores limitantes

Giuliano M. Locosselli

Apoio: Dr. Maurício Lamano Ferreira



# Nicho

*“... é o conjunto de relações que cada espécie mantém com o ambiente em que vive, ou seja, trata-se do conjunto de condições físicas, químicas e biológicas necessárias para que um indivíduo cresça e se reproduza.”*

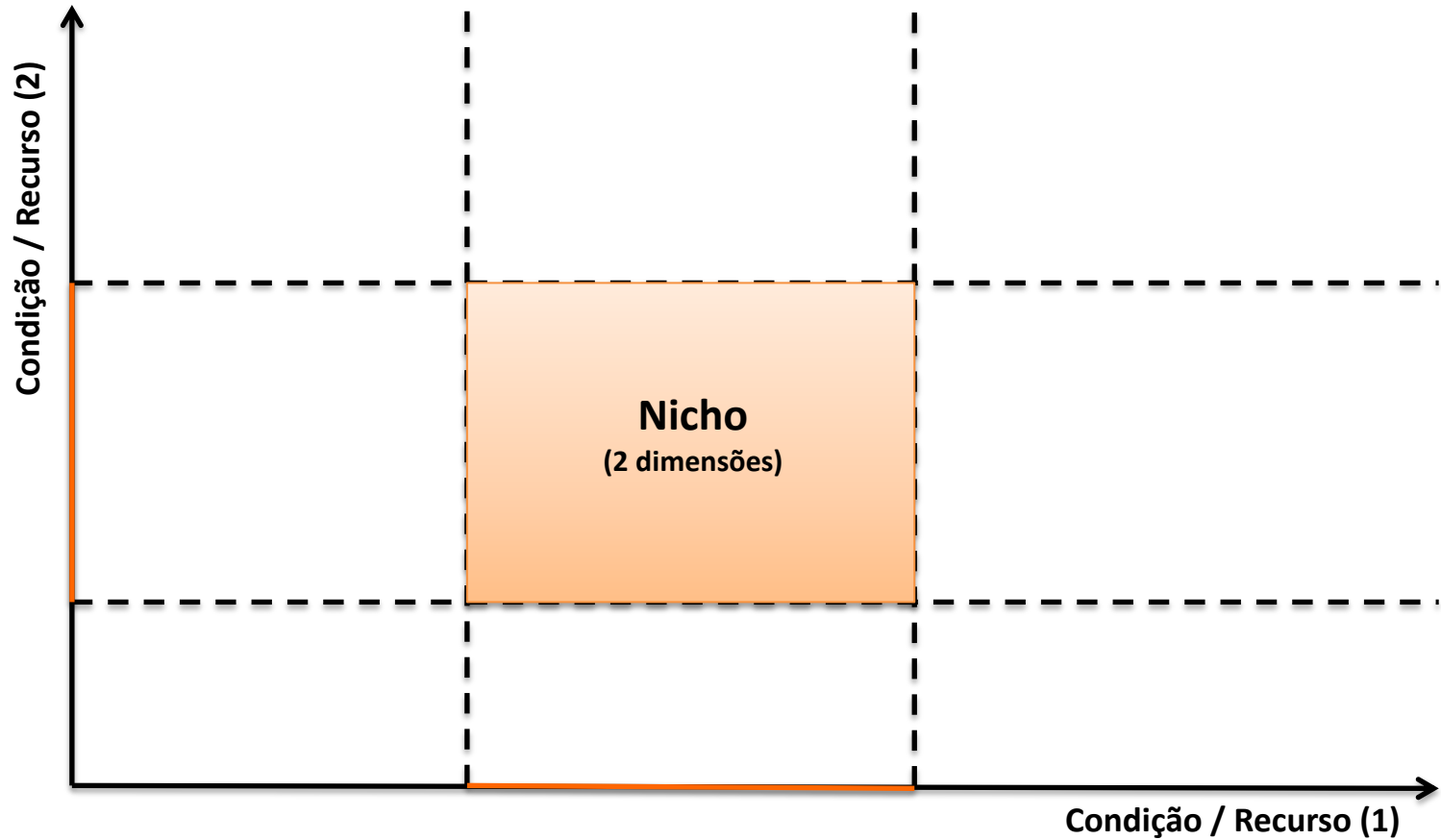
- O conceito de nicho ecológico tem sido bastante discutido na comunidade científica e engloba desde a maneira pela qual uma espécie se alimenta até suas condições de reprodução, tipo de moradia, hábitos, inimigos naturais, estratégias de sobrevivência, dentre outros;
- O nicho ecológico inclui não apenas o espaço físico ocupado por um organismo (ou habitat), como também o seu papel funcional na comunidade (p. ex.: sua posição na cadeia trófica) e a sua posição em gradientes ambientais de temperatura, umidade, pH, solo e outras condições de existência (Odum, 1983).

## Existem três aspectos do nicho ecológico:

- **Nicho espacial:** lugar onde organismo vive (ou habitat\*).
- **Nicho trófico:** posição que o organismo ocupa na cadeia trófica.
- **Nicho multidimensional ou de hipervolume:** fatores ambientais afetando o organismo.

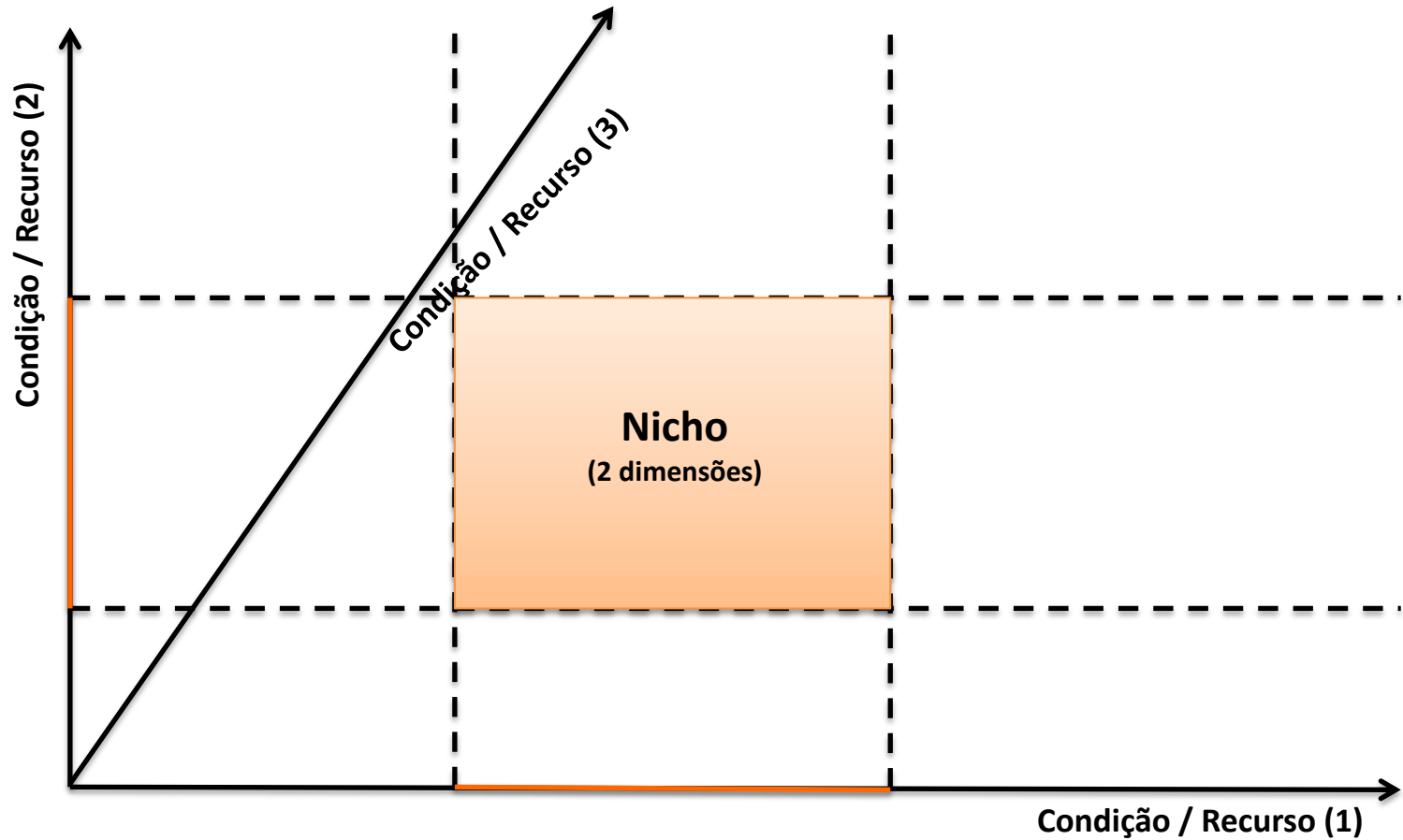
# Nicho

*“... é o conjunto de relações que cada espécie mantém com o ambiente em que vive, ou seja, trata-se do conjunto de condições físicas, químicas e biológicas necessárias para que um indivíduo cresça e se reproduza.”*



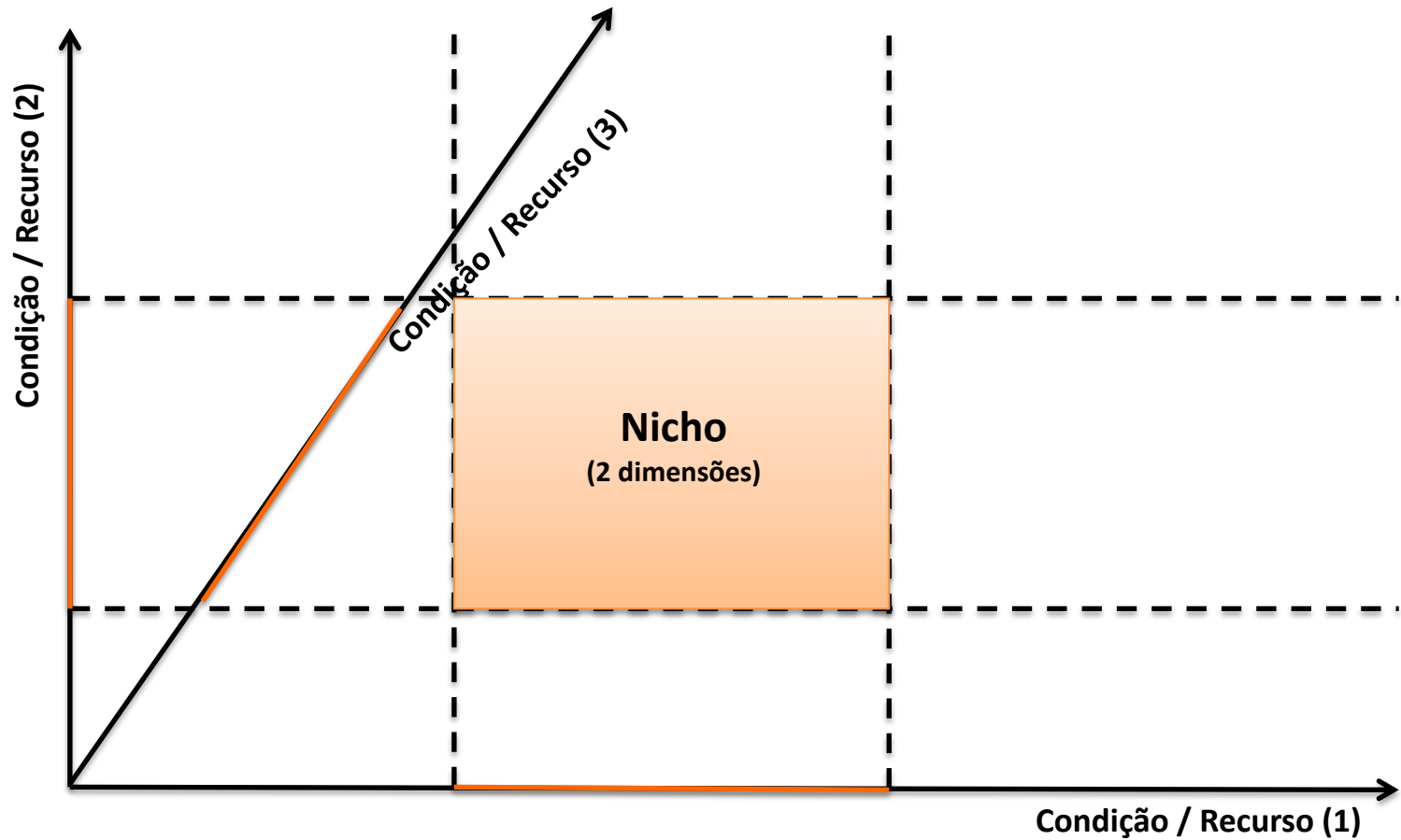
# Nicho

“... é o conjunto de relações que cada espécie mantém com o ambiente em que vive, ou seja, trata-se do conjunto de condições físicas, químicas e biológicas necessárias para que um indivíduo cresça e se reproduza.”



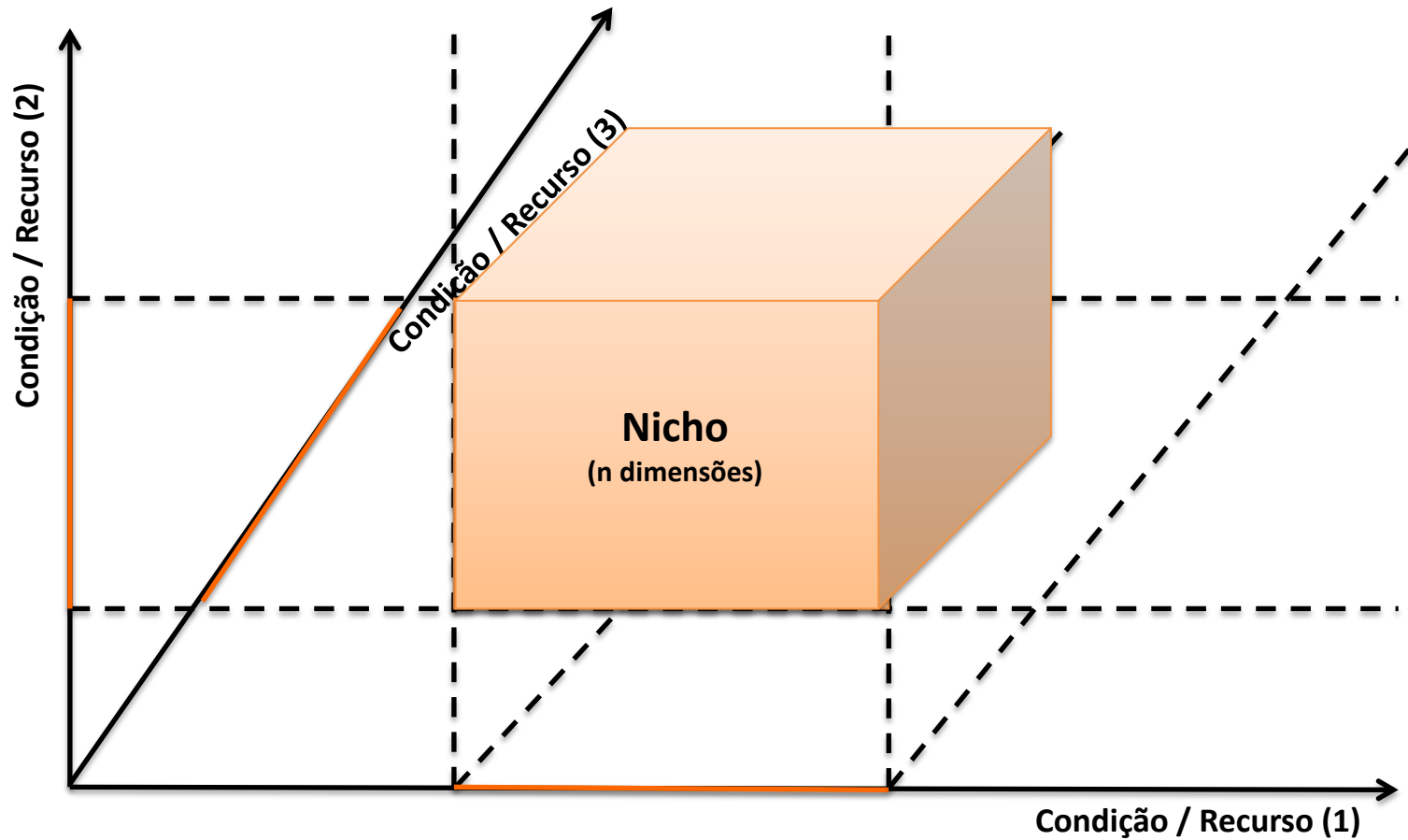
# Nicho

*“... é o conjunto de relações que cada espécie mantém com o ambiente em que vive, ou seja, trata-se do conjunto de condições físicas, químicas e biológicas necessárias para que um indivíduo cresça e se reproduza.”*



# Nicho

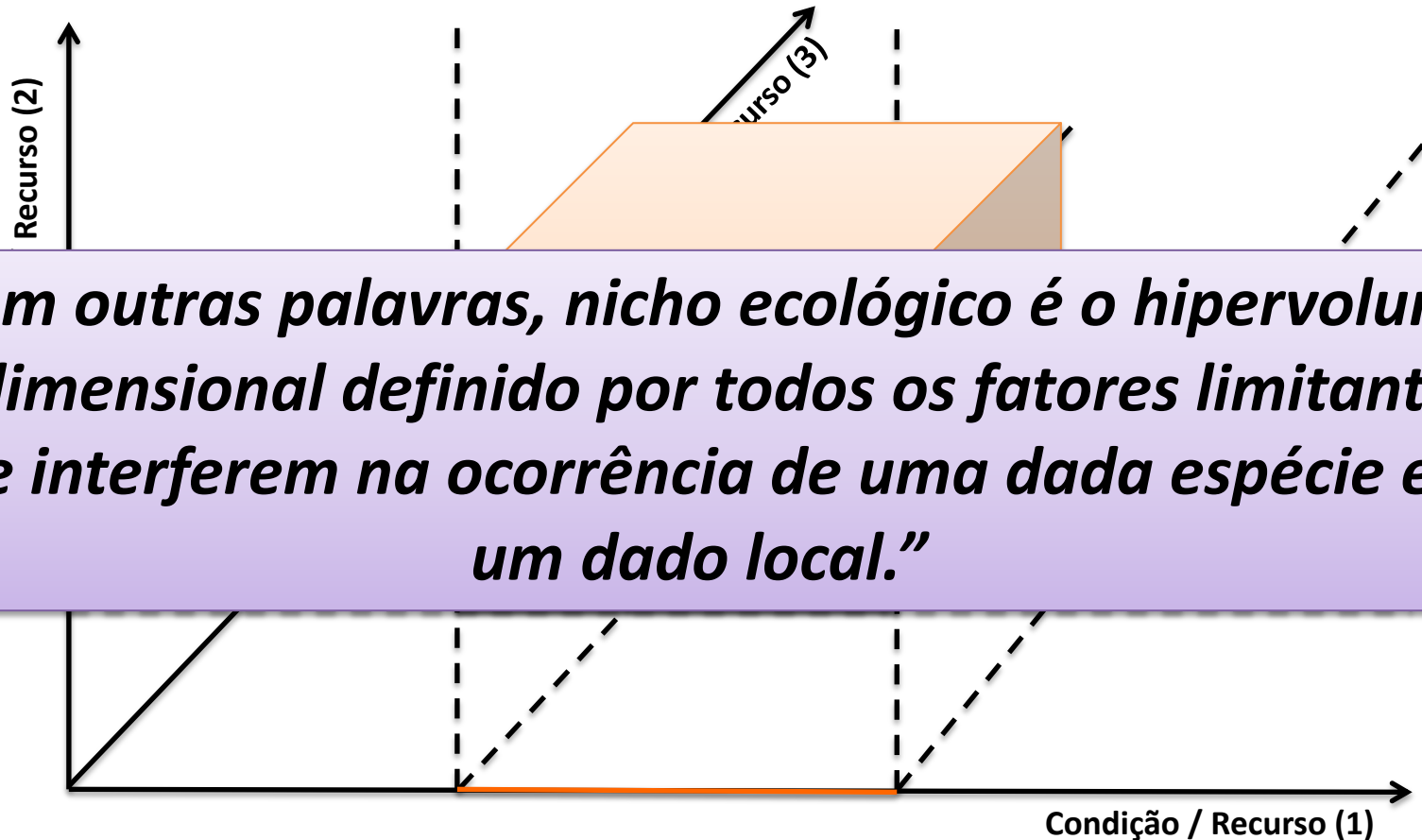
“... é o conjunto de relações que cada espécie mantém com o ambiente em que vive, ou seja, trata-se do conjunto de condições físicas, químicas e biológicas necessárias para que um indivíduo cresça e se reproduza.”



*Modelo teórico de nicho: Hipervolume Multidimensional (Hutchinson, 1957)*

# Nicho

*“... é o conjunto de relações que cada espécie mantém com o ambiente em que vive, ou seja, trata-se do conjunto de condições físicas, químicas e biológicas necessárias para que um indivíduo cresça e se reproduza.”*



***“Com outras palavras, nicho ecológico é o hipervolume n-dimensional definido por todos os fatores limitantes que interferem na ocorrência de uma dada espécie em um dado local.”***

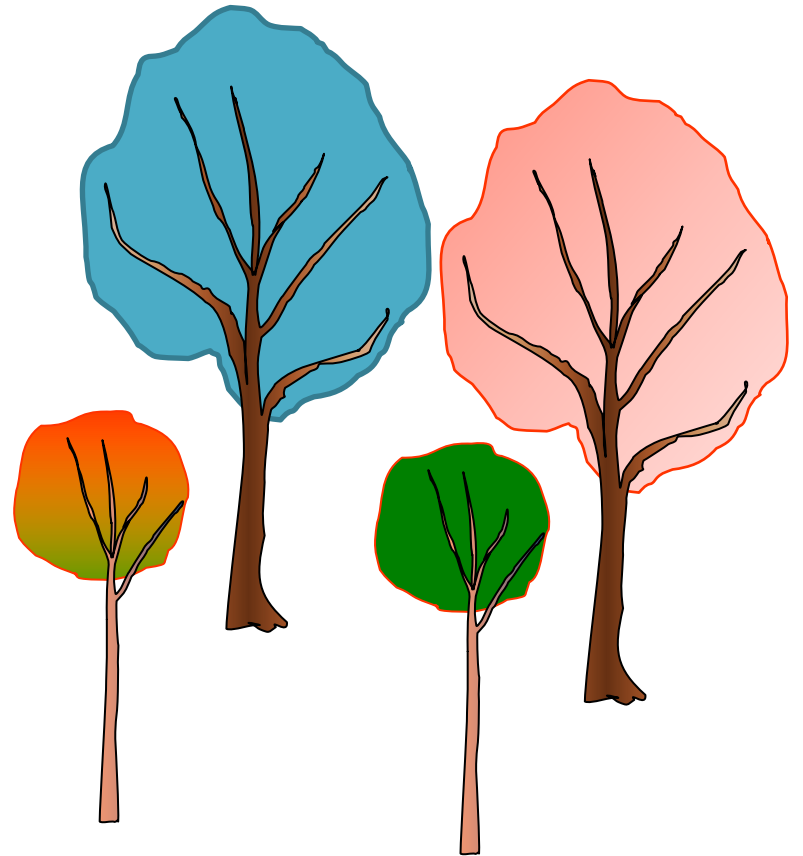
*Modelo teórico de nicho: Hipervolume Multidimensional (Hutchinson, 1957)*





# Nicho

*Relações entre nicho e atributos populacionais*



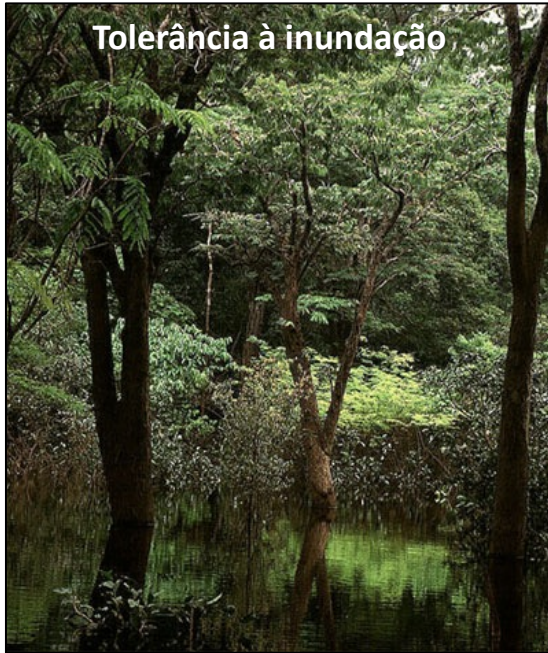
Esta espécie de ave teve a sua população duplicada após a instalação de ninhos artificiais na floresta...



... o que demonstra que provavelmente a demografia seja influenciada pela disponibilidade de locais seguros para a nidificação !

# Nicho

*Relações entre nicho e atributos populacionais*

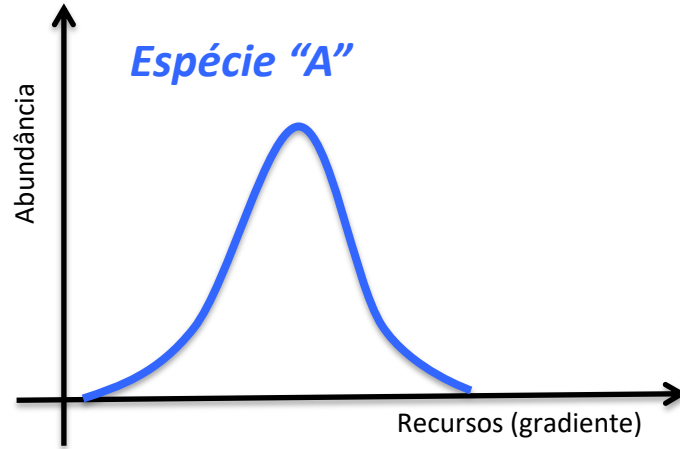


Mata de Igapó às margens do lago Amanã, AM

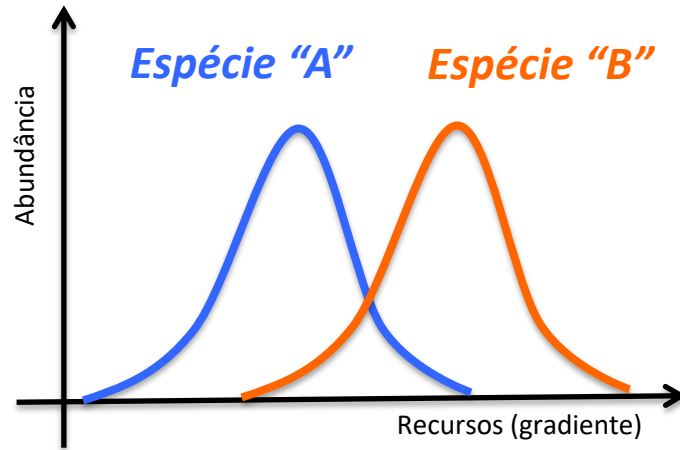


Construção da usina hidrelétrica de Balbina, AM (1988)

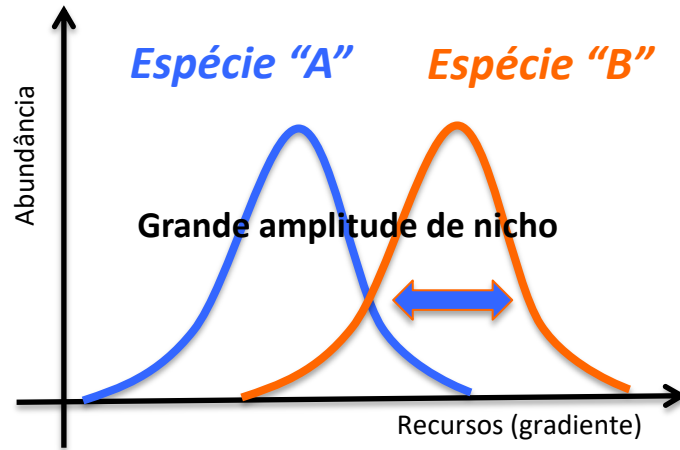
# Nicho



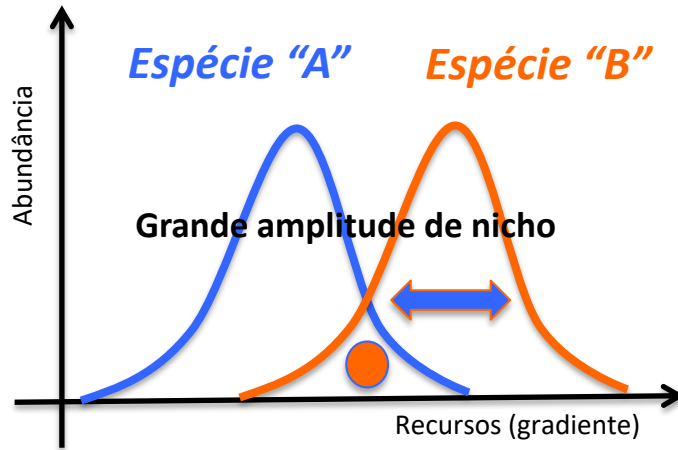
# Nicho



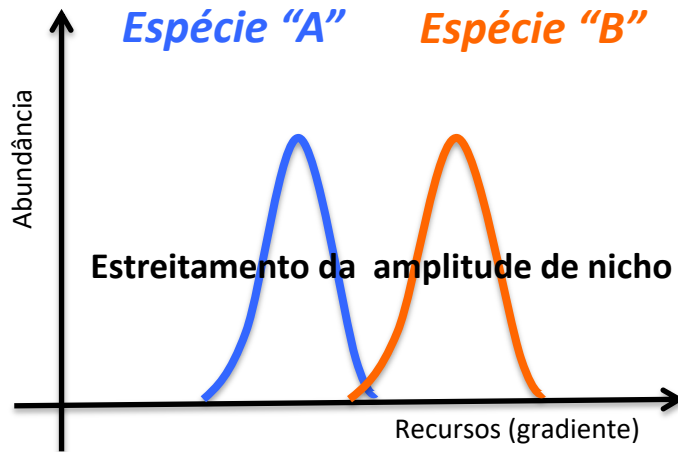
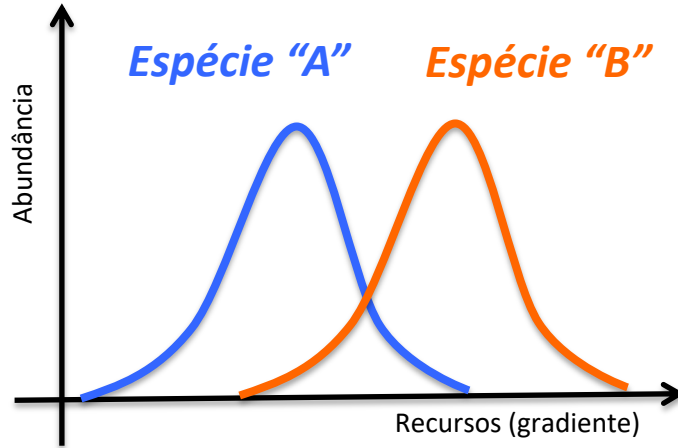
# Nicho



# Nicho



# Nicho

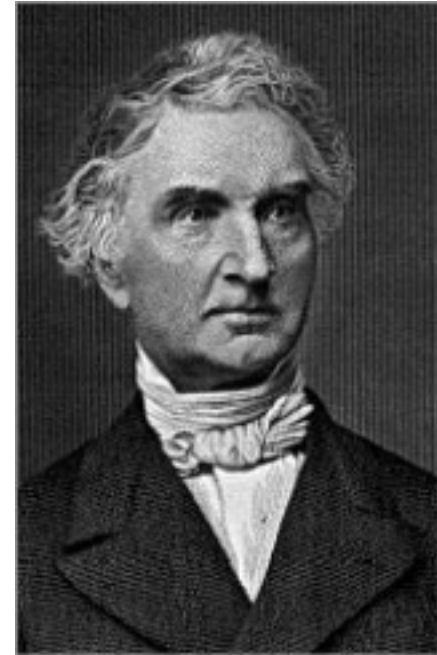


## Fatores limitantes

*“... se um nutriente vegetal está ausente [em baixa disponibilidade] ou deficiente, o crescimento da planta será limitado, mesmo que os outros elementos estejam presentes em abundância”.*

### Lei do Mínimo (1843)

- Sob condições de estado constante, o nutriente presente em menor quantidade (concentração próxima à mínima necessária) tende a ter efeito limitante sobre a planta;
- Restrição ou excesso de fatores no ambiente produz uma mudança na densidade média de equilíbrio de uma população;

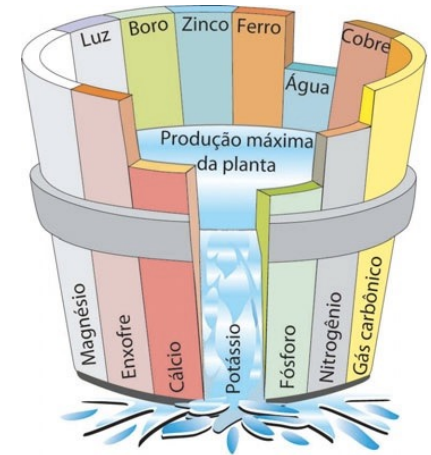
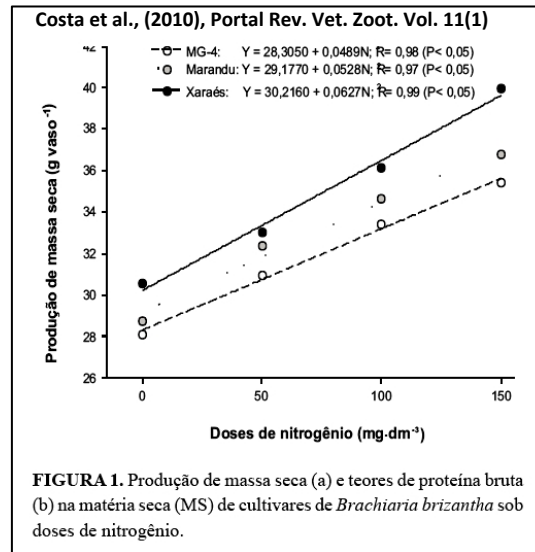


Justus von Liebig (1803-1873)  
“O Pai da indústria de fertilizantes”



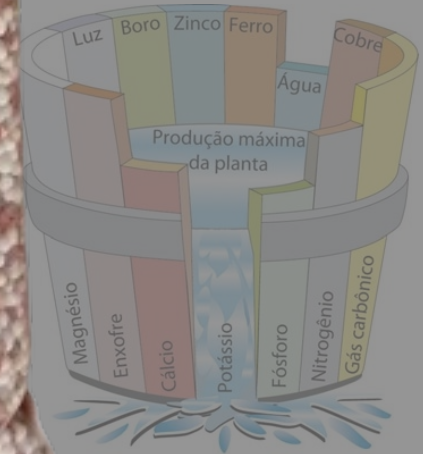
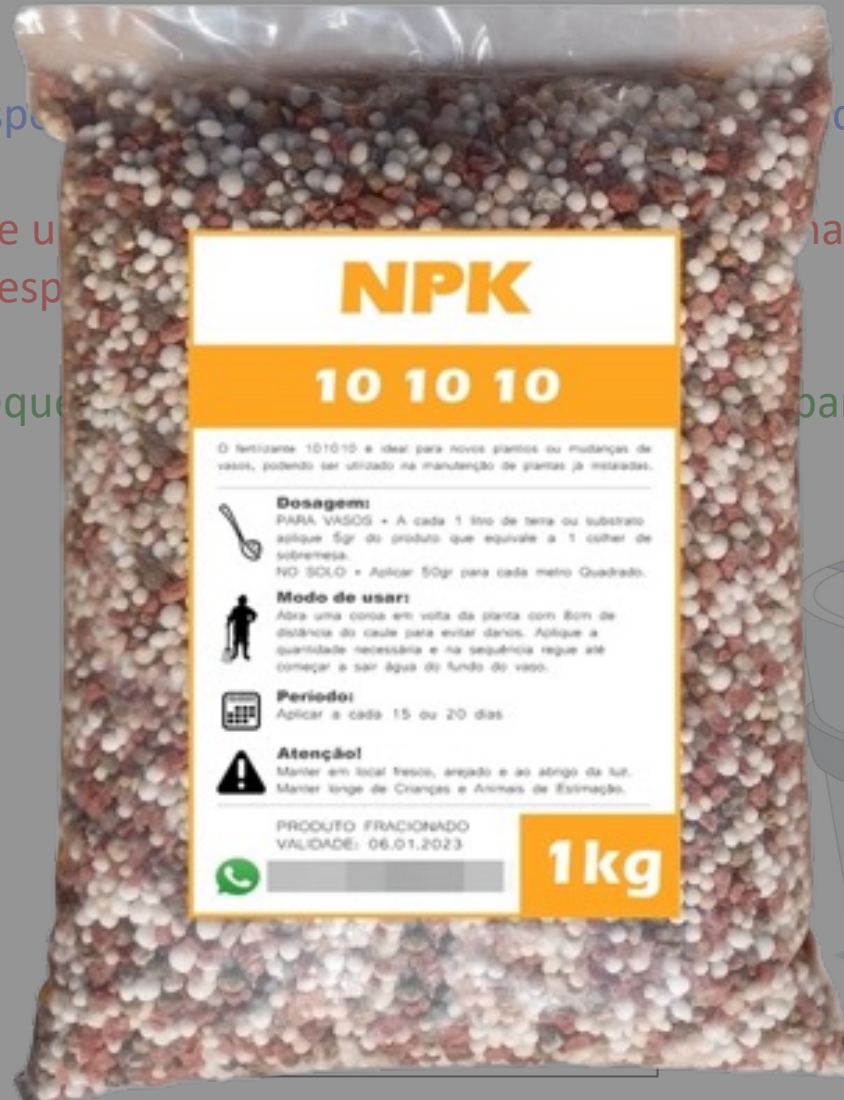
# Fatores limitantes

- A aptidão de uma dada espécie depende de uma complexa quantidade de recursos;
- A escassez ou o excesso de uma dado recurso em relação à sua demanda pode controlar a demografia de uma dada espécie ;
- Existe um valor mínimo requerido de um dado nutriente [recurso] para que o organismo se desenvolva.



# Fatores limitantes

- A aptidão de uma dada espécie para o uso de recursos;
- A escassez ou o excesso de um recurso para a demanda pode controlar a distribuição de uma dada espécie;
- Existe um valor mínimo requerido para que o organismo se desenvolva.



Macro-nutrientes essenciais para o crescimento das plantas

# Fatores limitantes



➤ A  
➤ A  
d  
➤ E  
d

r  
e

doses de nitrogênio.



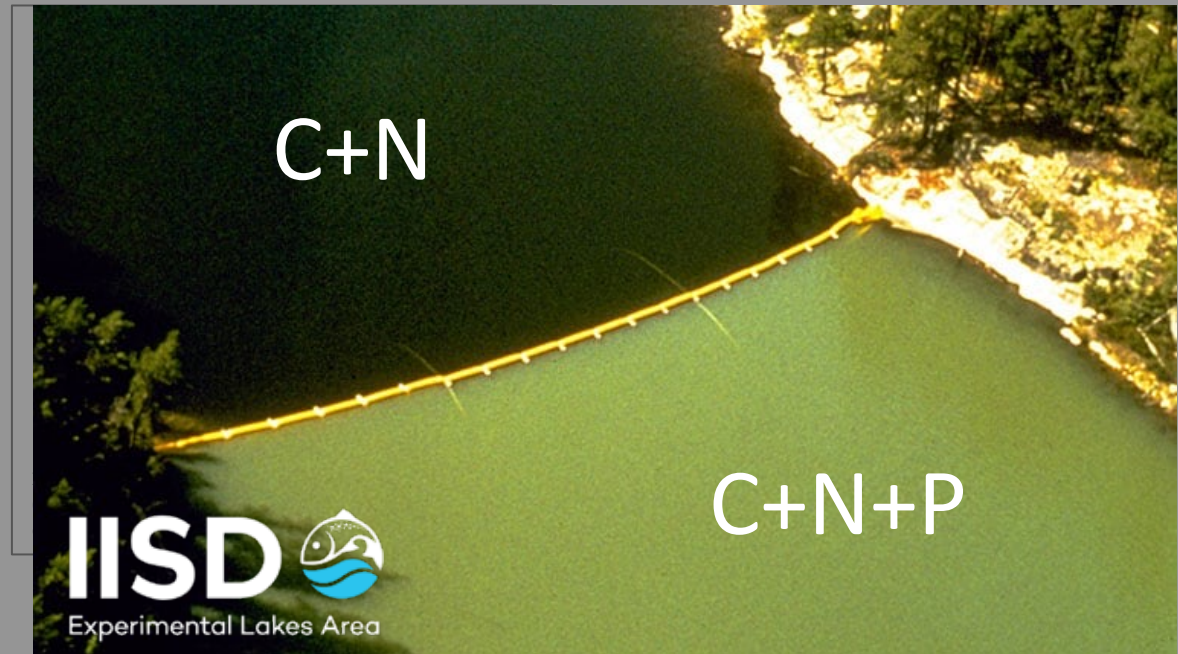
# Floração de algas

quantidade de recursos;  
sua demanda pode controlar a

[recurso] para que o organismo se

lgsonic.com

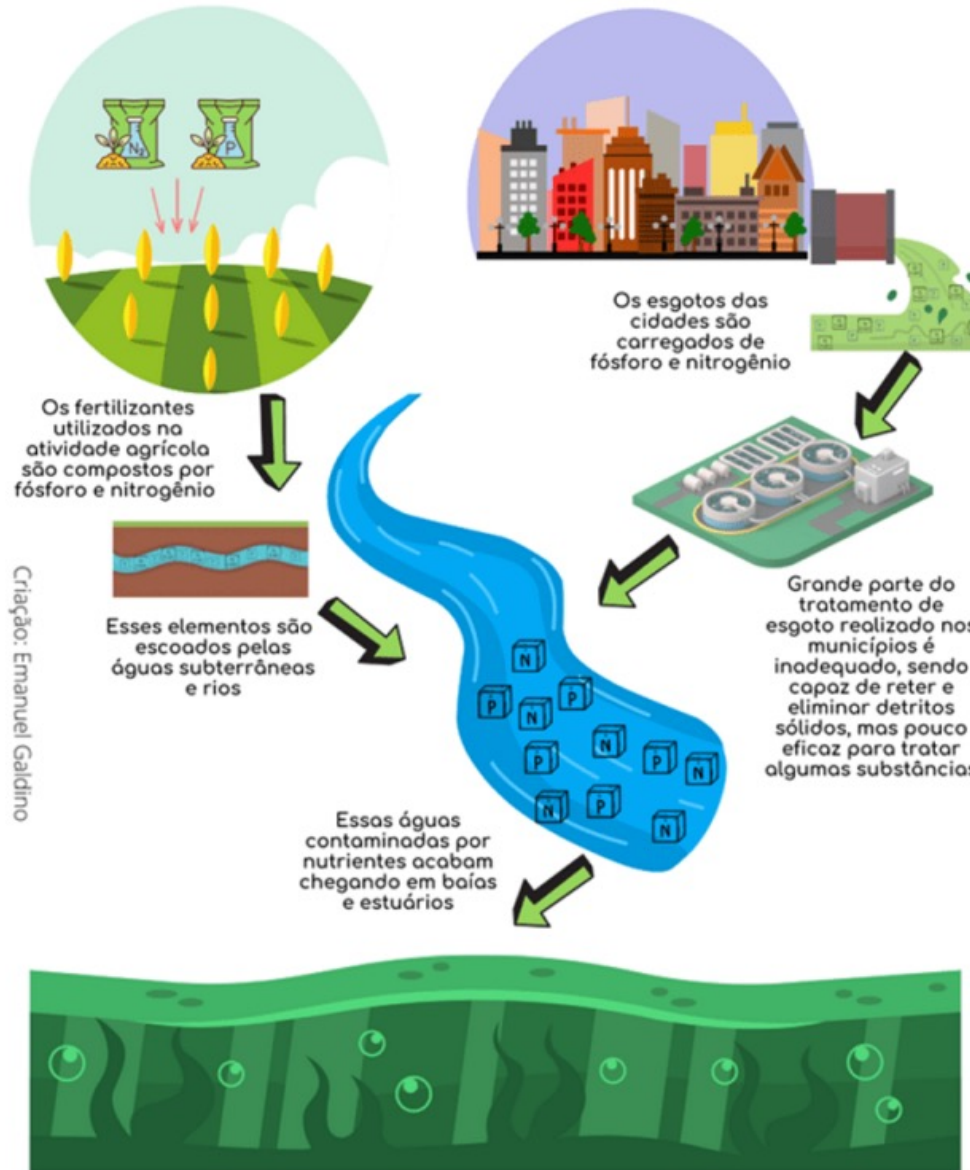
desenvolva.



<https://youtu.be/AfOGKhPW-0A>

# Eutrofização

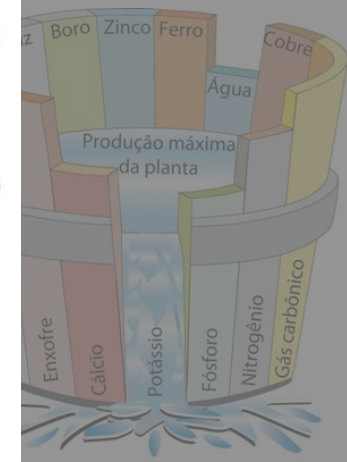
- A aptidão de uma
- A escassez ou o ex
- Existe um valor mí



Criação: Emanuel Galvão

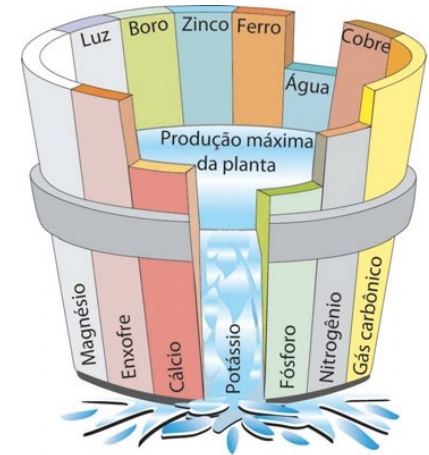
Esses nutrientes propiciam o desenvolvimento de algas que turvam a água e reduzem os níveis de oxigênio do local. A principal consequência desse processo é a perda da biodiversidade marinha, que também reflete em problemas sociais e econômicos, já que muitas famílias vivem dos recursos marinhos.

de recursos;  
da pode controlar a  
que o organismo se



# Fatores limitantes

- **Efeito Eliminatorio** - Elimina certas espécies do território com condições abióticas desfavoráveis e influencia a sua distribuição geográfica (curto prazo);
- **Efeito Restritivo** - Modifica a taxa de fecundidade e de mortalidade das espécies, influenciando a sua densidade e provocando migrações (médio prazo);
- **Efeito Adaptativo** - Favorece o aparecimento de modificações adaptativas como metabolismo, hibernação, fotoperiodismo, etc (longo prazo).



# Fatores limitantes

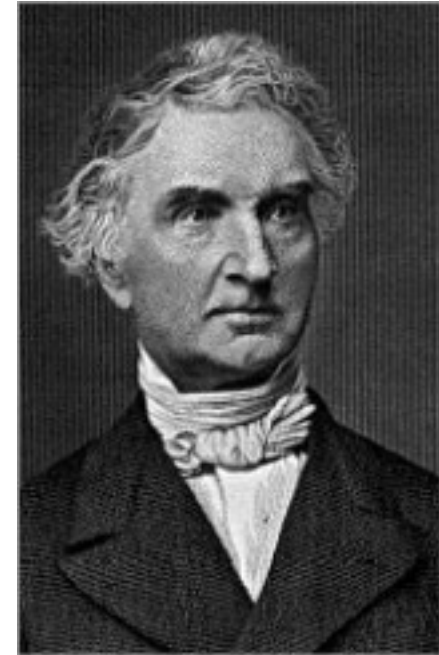
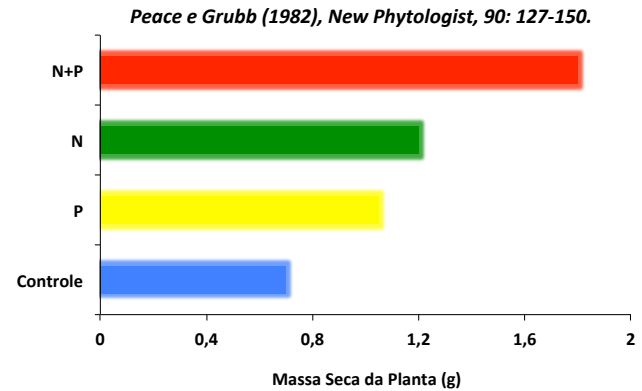
## Questionamentos sobre a Lei de Liebig (1843)

- Aplicável apenas sob condições de estado constante, ou seja, quando as entradas de matéria e energia num sistema compensam as saídas;

*Ex.: O ecossistema busca o equilíbrio constante, o que não significa que ele se encontra em tal situação.*

- Na natureza ocorre interação entre fatores, ou seja, a alta concentração de um dado elemento pode limitar a utilização de outro (sinergismo!).

*Ex.: Zinco é menos exigidos em plantas de sombra, logo, a sua necessidade sob esta condição é menos limitante do que sob condições de mais iluminação.*



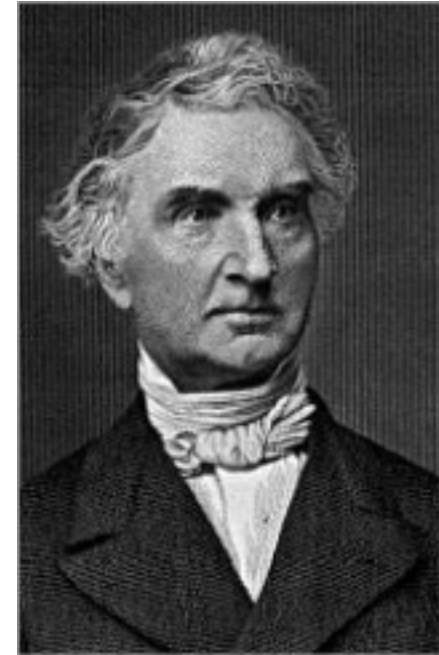
Justus von Liebig (1803-1873)  
“O Pai da indústria de fertilizantes”



# Fatores limitantes

- Diz-se que qualquer **condição** que se aproxime de, ou exceda os limites de tolerância é uma **condição limitante** ou **fator limitante**;
- Todo organismo vivo tem uma **tolerância fisiológica** limitadora para cada **condição** ou para uma combinação ou sequência de **condições** em seu ambiente.

Cada organismo possui um intervalo estreito de **condições ambientais** às quais ele está melhor adaptado, o que define o seu **ótimo**.



Justus von Liebig (1803-1873)  
“O Pai da indústria de fertilizantes”

# Fatores limitantes

*“... cada espécie apresenta amplitudes de tolerância aos fatores ecológicos, com um valor mínimo e um máximo dentro das quais consegue existir”.*

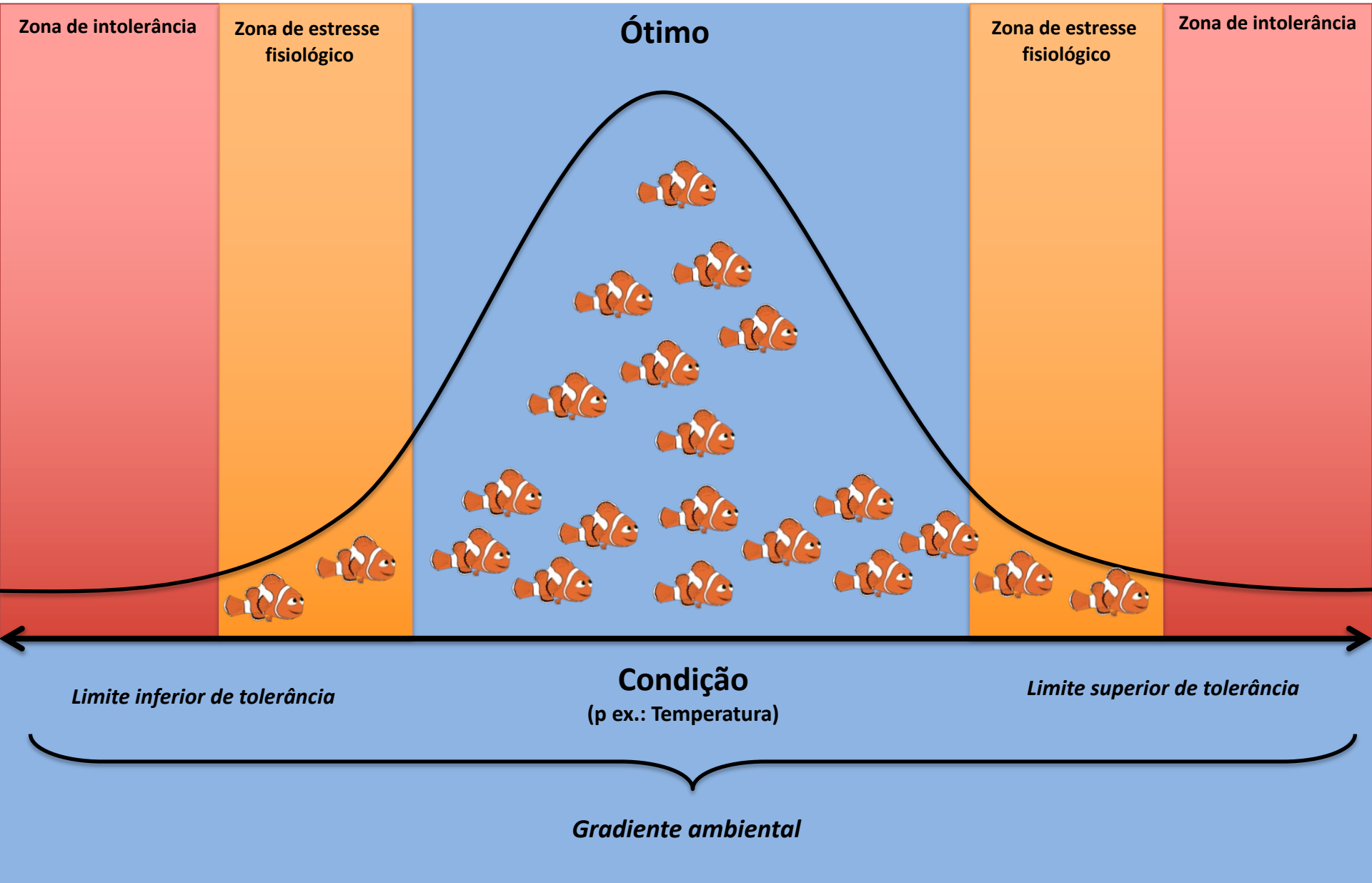
## Lei da Tolerância (1911)

- Um fator de tolerância pode existir não só por causa de uma insuficiência de algum material (Lei de Leibig), como também por um excesso;
- Os organismos apresentam amplitudes de tolerância (*limites mínimos e máximos*) aos fatores ecológicos, dentro das quais sua existência é possível, que representam os limites de tolerância;
- Estudos de Ecologia de Tolerância: “testes de estresse” para descobrir fatores significativos e determinar como tal fator afeta o indivíduo ou a população.

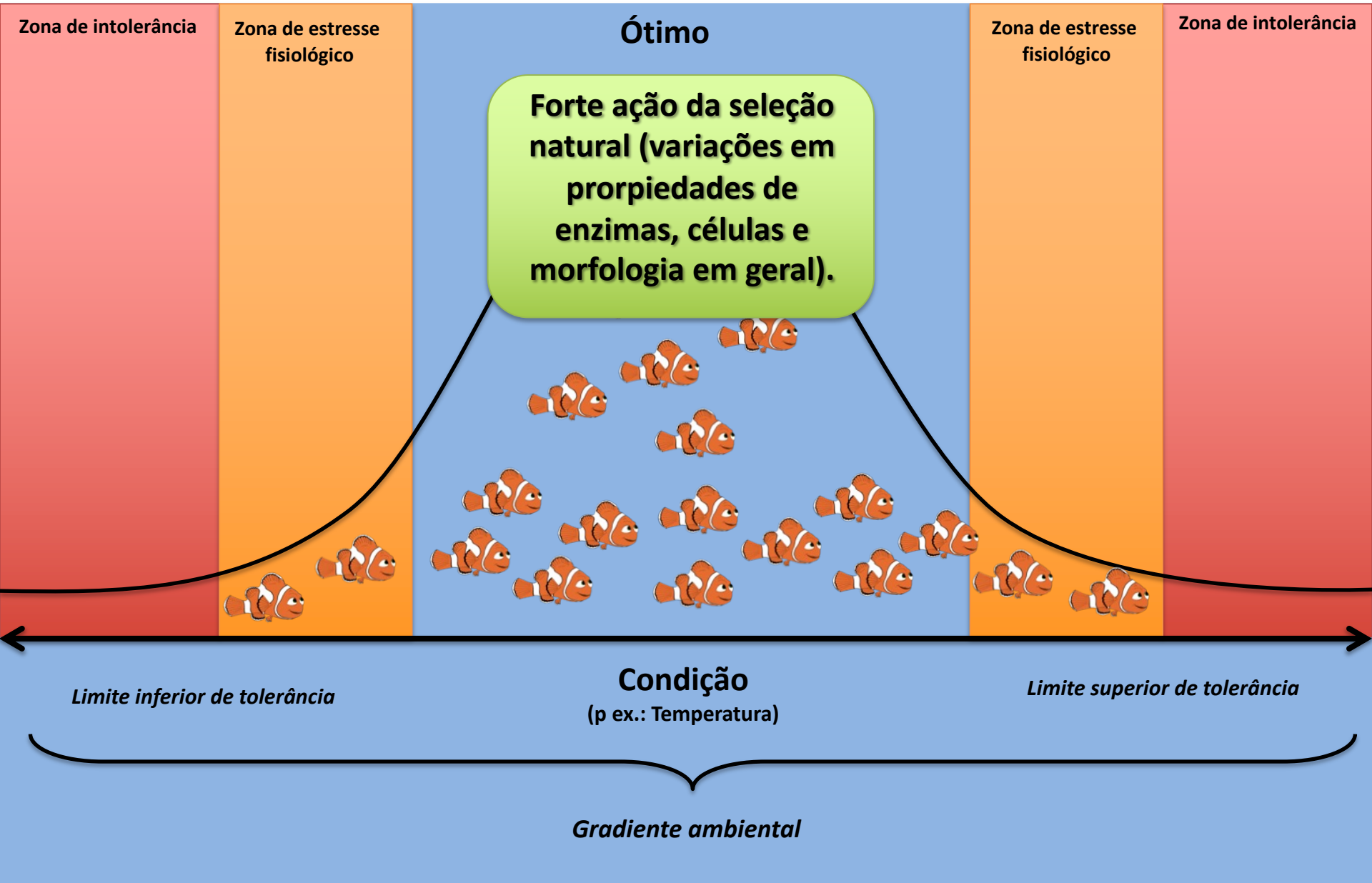


Vitor Ernest Shelford (1877-1968)

# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD



# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD



# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

Forte ação da seleção natural (variações em propriedades de enzimas, células e morfologia em geral).



*Existem adaptação e ajustes evolutivos que permitem que algumas espécies tolerem grandes variações nas condições do meio !*

# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

**The New York Times** Late Edition  
 Today, sun followed by increasing clouds, high 88. Tonight, cloudy, periodic rain, low 51. Tomorrow, mostly cloudy, pacy, high 88. Weather map is on Page C8.

© 2014 The New York Times NEW YORK, WEDNESDAY, MAY 7, 2014 \$2.50

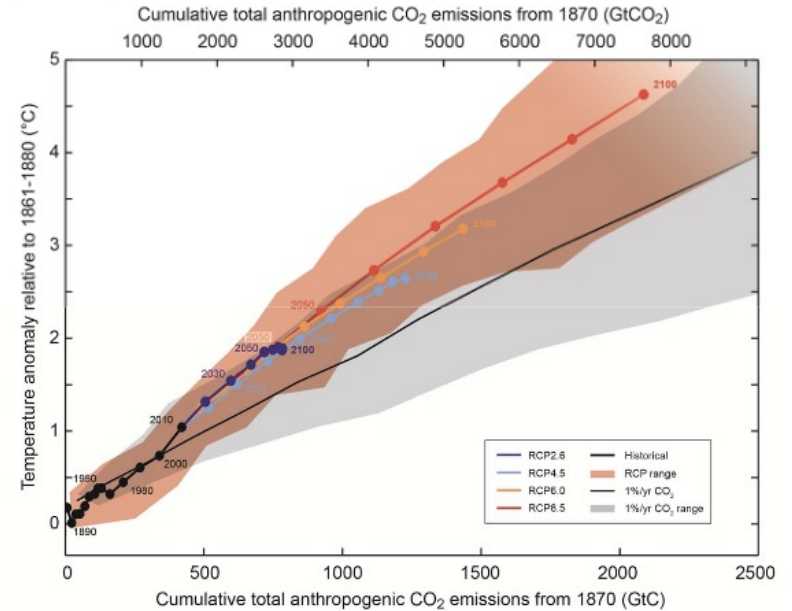
**NEW ABDUCTIONS DISTRESS NIGERIA; U.S. OFFERS HELP**  
**NO GIRLS RESCUED YET**  
 11 Taken, Local Officials Say — Terror Group Is Suspected  
 By ADAM NOSSETER  
 ABUJA, Nigeria — A second kidnapping of schoolgirls in Nigeria's northeast by Islamist militants put new pressure on the country's troubled government, which had been hoping to showcase its emergence as Africa's largest economy this week but instead has been forced to confront its failure to contain a growing insurgency in its north. Men suspected of being fighters from the radical group Boko Haram kidnapped 11 more girls in Nigeria's northeast, local officials said Tuesday, an intensification of its campaign against female education and the Nigerian government since the abduction of hundreds of schoolgirls three weeks ago. The spectacle of redoubled

**U.S. CLIMATE HAS ALREADY CHANGED, STUDY FINDS, CITING HEAT AND FLOODS**

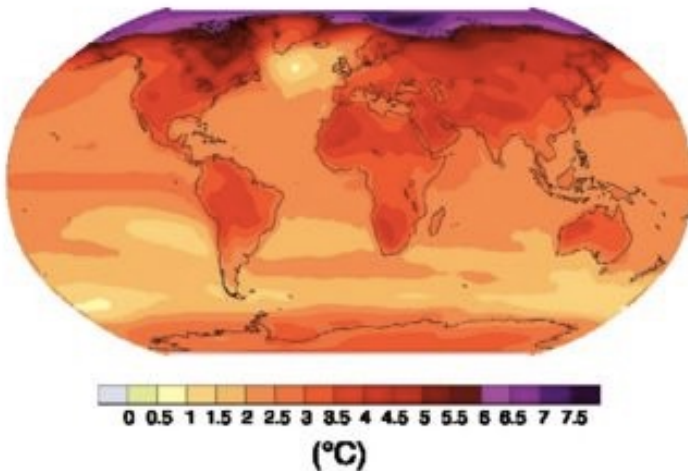
**Rising Temperatures**  
 1991-2012 average temperature compared with 1951-1980 average  
 Cooler Warmer  
 -0.5 0 +0.5 +1 +2 degrees  
 Source: National Climatic Data Center

PHOTO WALLACE THE NEW YORK TIMES

Figure SPM.10 [FIGURE SUBJECT TO FINAL COPYEDIT]



Geographical pattern of surface warming

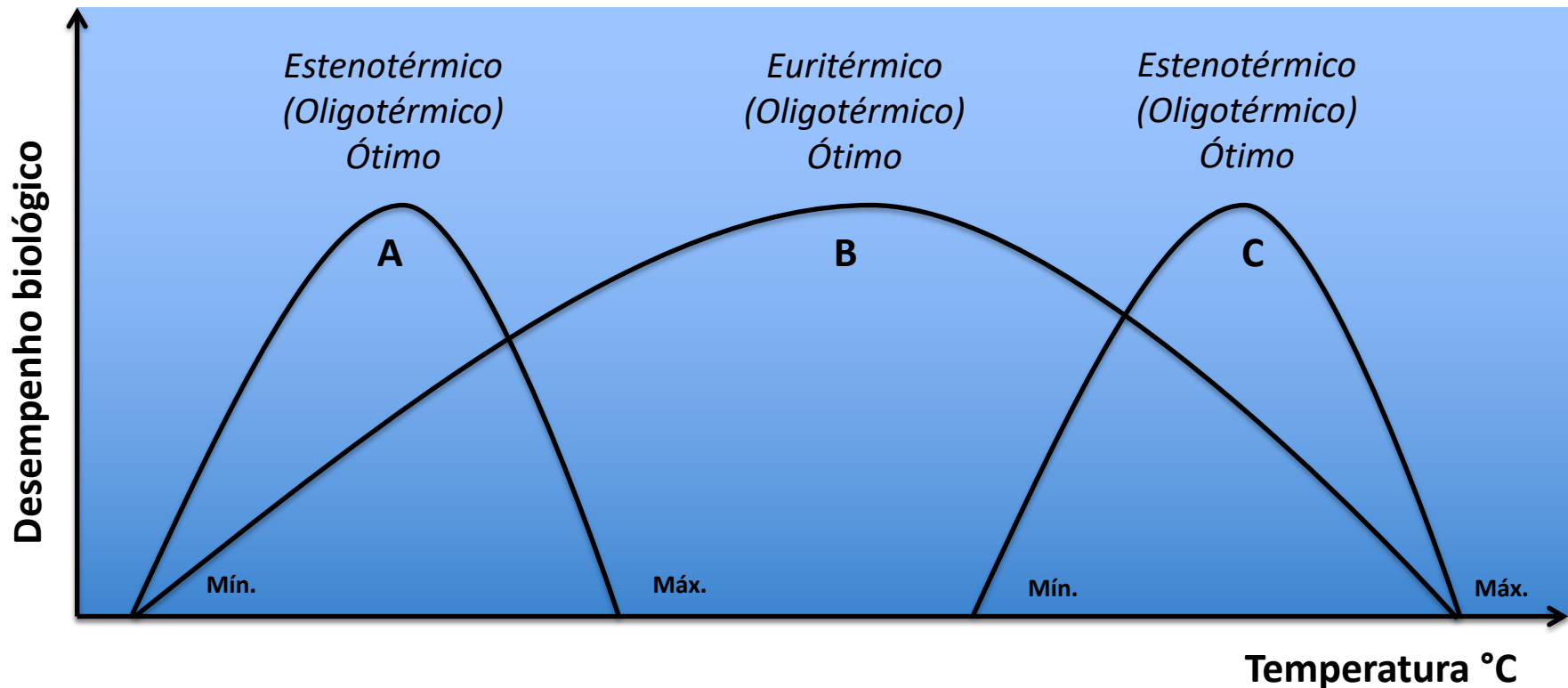


# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

“Steno” = restrito;

“Euri” = amplo

Estenotérmico	Euritérmico	Referente a temperatura
Estenoídrico	Euriídrico	Referente a água
Estenoalino	Eurialino	Referente a salinidade
Estenofágico	Eurifágico	Referente a alimentação



# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

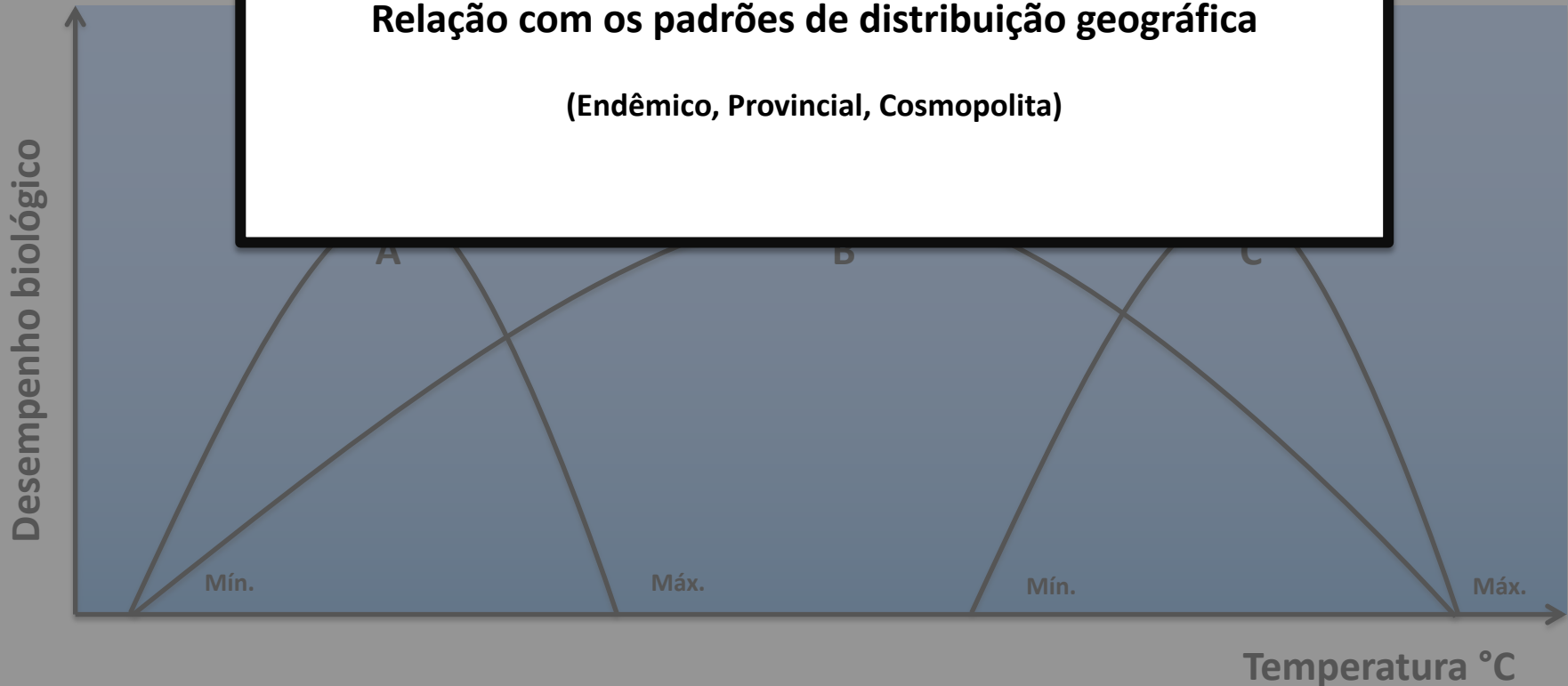
“Steno” = restrito;

“Euri” = amplo

Estenotérmico	Euritérmico	Referente a temperatura
Estenoídrico	Euriídrico	Referente a água
Estenoalino	Eurialino	Referente a salinidade
Estenofágico	Eurifágico	Referente a alimentação

**Relação com os padrões de distribuição geográfica**

**(Endêmico, Provincial, Cosmopolita)**





# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

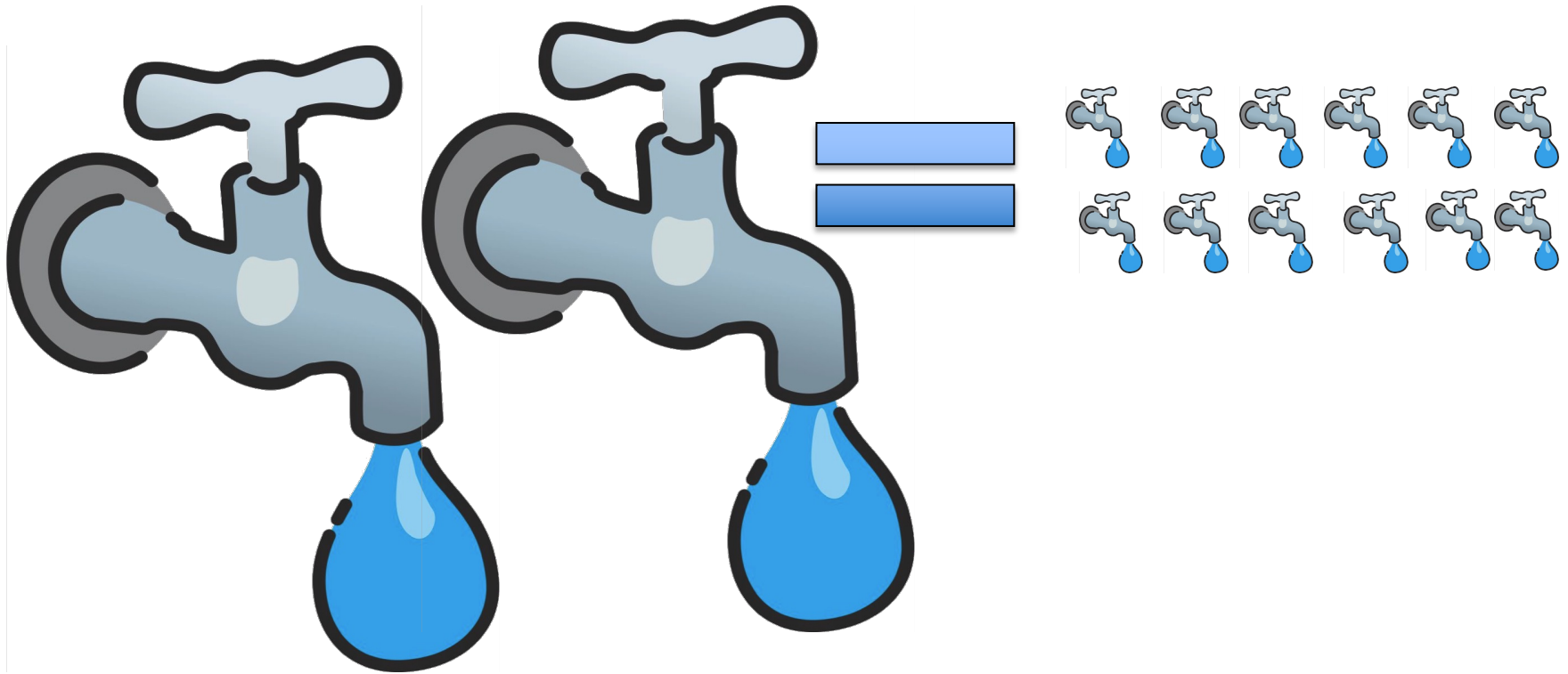
## Princípios subsidiários à Lei da Tolerância

- Os organismos podem apresentar uma larga faixa de tolerância para um fator e estreita para outro;
- Os custos metabólicos de regulação fisiológica sob condições extremas reduz os limites de tolerância;
- Condições não ótimas de um fator (ou a ação de algum fator de tensão) podem causar alterações na amplitude de tolerância a outros fatores;
- Em ambientes naturais, as espécies muitas vezes não vivem dentro da faixa ótima em relação a um determinado fator (influência de outros fatores, como presença de competidores e predadores);

# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

## Princípios subsidiários à Lei da Tolerância

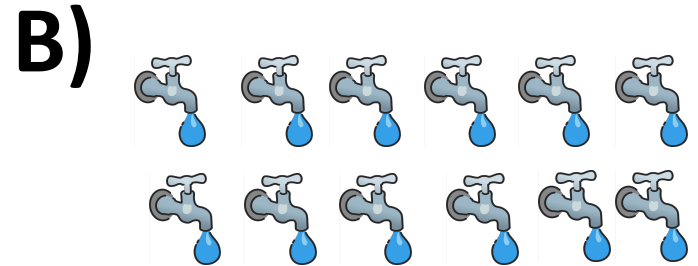
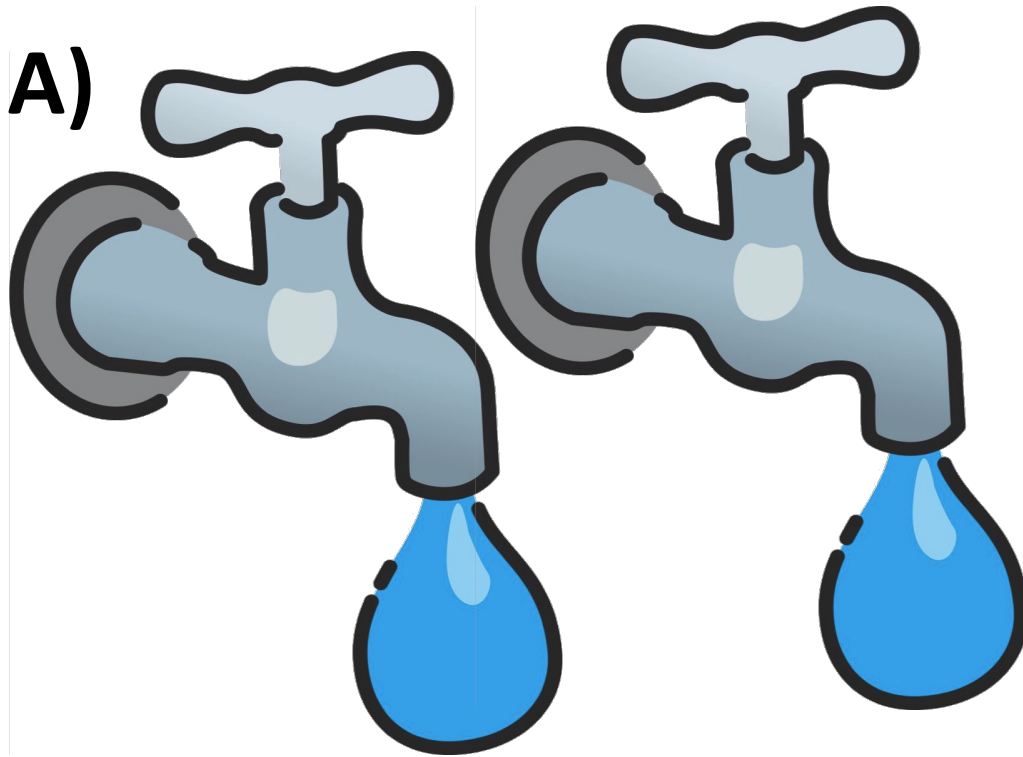
Plasticidade fenotípica e Níveis de tolerância – compensação de fatores



# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

## Princípios subsidiários à Lei da Tolerância

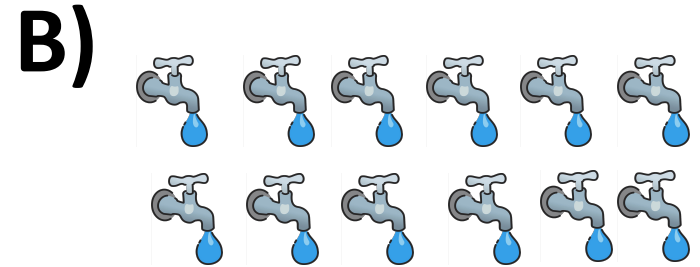
Plasticidade fenotípica e Níveis de tolerância – compensação de fatores



# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

Princípios subsidiários à Lei da Tolerância

Plasticidade fenotípica e Níveis de tolerância – compensação de fatores



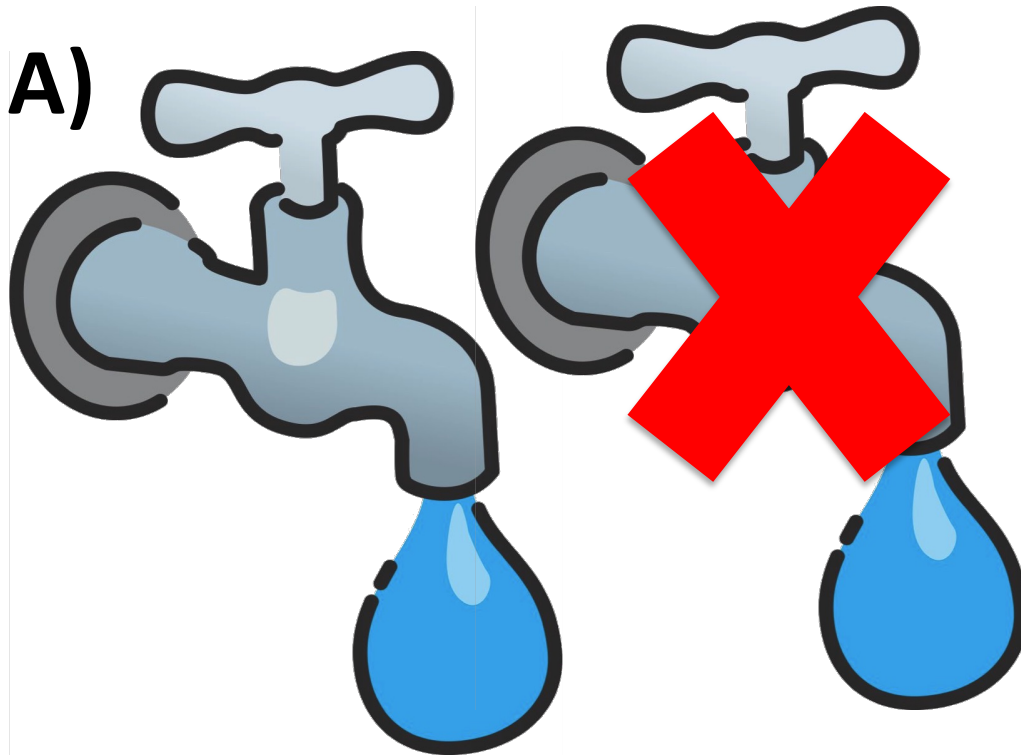
Se você desejasse implementar um sistema de torneiras para “uso racional” com bastante controle da perda de água, você escolheria o sistema “A” ou o sistema “B”?



# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

## Princípios subsidiários à Lei da Tolerância

Plasticidade fenotípica e Níveis de tolerância – compensação de fatores



Numa situação de extrema necessidade de economizar água, onde você teria maior controle da perda de água, considerando que você sempre deverá abrir bem pouco a torneira?



# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

## Princípios subsidiários à Lei da Tolerância

### Plasticidade fenotípica e Níveis de tolerância – compensação de fatores

*Ambiente com muito  $O_3$  troposférico  
(Poluído)*

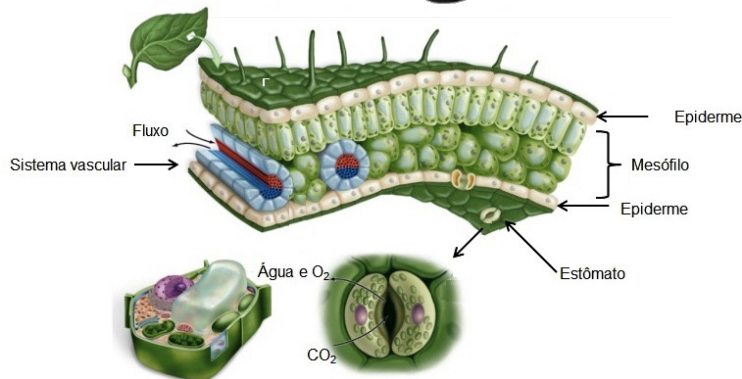


Folhas novas que nascerem no ambiente poluído terão variação na densidade e morfologia dos estômatos...



... no entanto ao retornarem a um ambiente não poluído, as folhas novas voltarão a ter o antigo padrão de densidade e morfologia estomática.

*Ambiente com pouco  $O_3$  troposférico  
(Não Poluído)*



# Lei da Tolerância (1911) - SHELFORD

## Princípios subsidiários à Lei da Tolerância

### Plasticidade fenotípica e Níveis de tolerância – condições de existência

*Ambiente com muito O<sub>3</sub> troposférico  
(Poluído)*



Utilização da periodicidade natural do ambiente para programar suas atividades vitais e aproveitar condições favoráveis...

*Ambiente com pouco O<sub>3</sub> troposférico  
(Não Poluído)*



Ex.: Fotoperiodismo, troca de pêlos, deposição de gorduras, migração.

**Verão**

**Inverno**

16,5 horas →

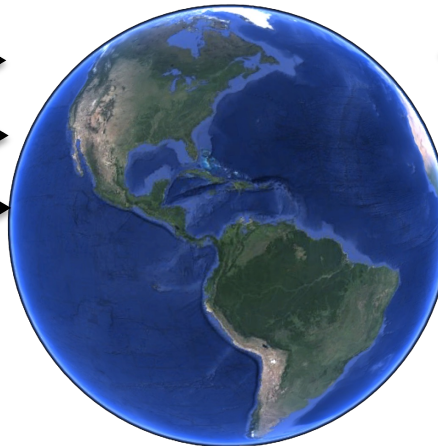
← 7,5 horas

13,5 horas →

← 10,5 horas

12 horas →

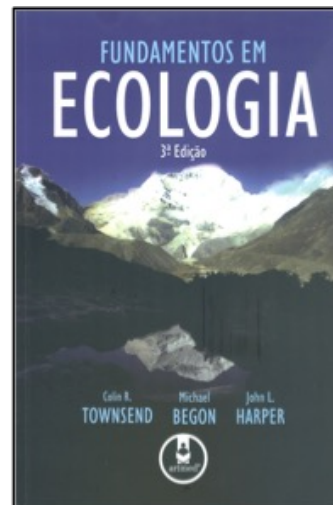
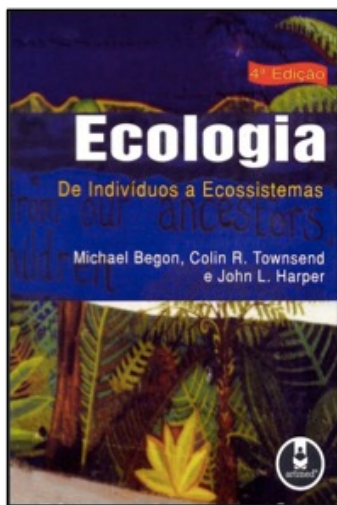
← 12 horas



*Variação sazonal e implicações nas condições e recursos!*

# Sugestão de leitura

## Livro(s)



## Artigo(s)

**THE  
AMERICAN NATURALIST**

---

Vol. XCIII May–June, 1959 No. 870

---

HOMAGE TO SANTA ROSALIA  
OR  
WHY ARE THERE SO MANY KINDS OF ANIMALS?\*

G. E. HUTCHINSON

Department of Zoology, Yale University, New Haven, Connecticut

**Conservatism of Ecological Niches in Evolutionary Time**

A. T. Peterson,<sup>1</sup> J. Soberón,<sup>2</sup> V. Sánchez-Cordero<sup>3</sup>

Theory predicts low niche differentiation between species over evolutionary time scales, but little empirical evidence is available. Biogeographic predictions based on ecological niche models of sister taxon pairs of birds, mammals, and butterflies in southern Mexico indicate niche conservatism over several million years of independent evolution (between putative sister taxon pairs) but little conservatism at the level of families. Niche conservatism over such time scales indicates that speciation takes place in geographic, not ecological, dimensions and that ecological differences evolved later.

Critical characteristics of species' biology, such as physiology, feeding ecology, and reproductive behavior, define their fundamental ecological niches (1). In the early 1990s, several theoretical community ecologists independently predicted that fundamental niches of species under natural selection could change, but slowly. Based on diverse models

that coupled population and genetic dynamics in heterogeneous environments, niche conservatism was predicted, because rates of adaptation in environments outside of the fundamental niche would often be slower than the selective process (2). However, little empirical evidence has been assembled to address these theoretical predictions (3). One study (4) that compared population response surfaces to climatic conditions in two closely related species of hawks (Falco spp.) showed that limiting conditions for the presence of populations were consistent. Another study (5) documented conservatism in geographic range size in diapicet Asian and North American

<sup>1</sup>Present address: Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Kansas, Lawrence, KS 66045, USA. <sup>2</sup>Present address: Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF 04510, México. <sup>3</sup>Present address: Centro de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF 04510, México.

\*To whom correspondence should be addressed. E-mail: hutches@yale.edu

www.sciencemag.org SCIENCE VOL 285 20 AUGUST 1999 1265

*Ecology*, 76(5), 1995, pp. 1371–1382  
© 1995 by the Ecological Society of America

**THE NICHE CONCEPT REVISITED:  
MECHANISTIC MODELS AND COMMUNITY CONTEXT**

Mathew A. Leibold  
Department of Ecology and Evolution  
University of Chicago, 1101 E. 57th Street  
Chicago, Illinois 60637 USA