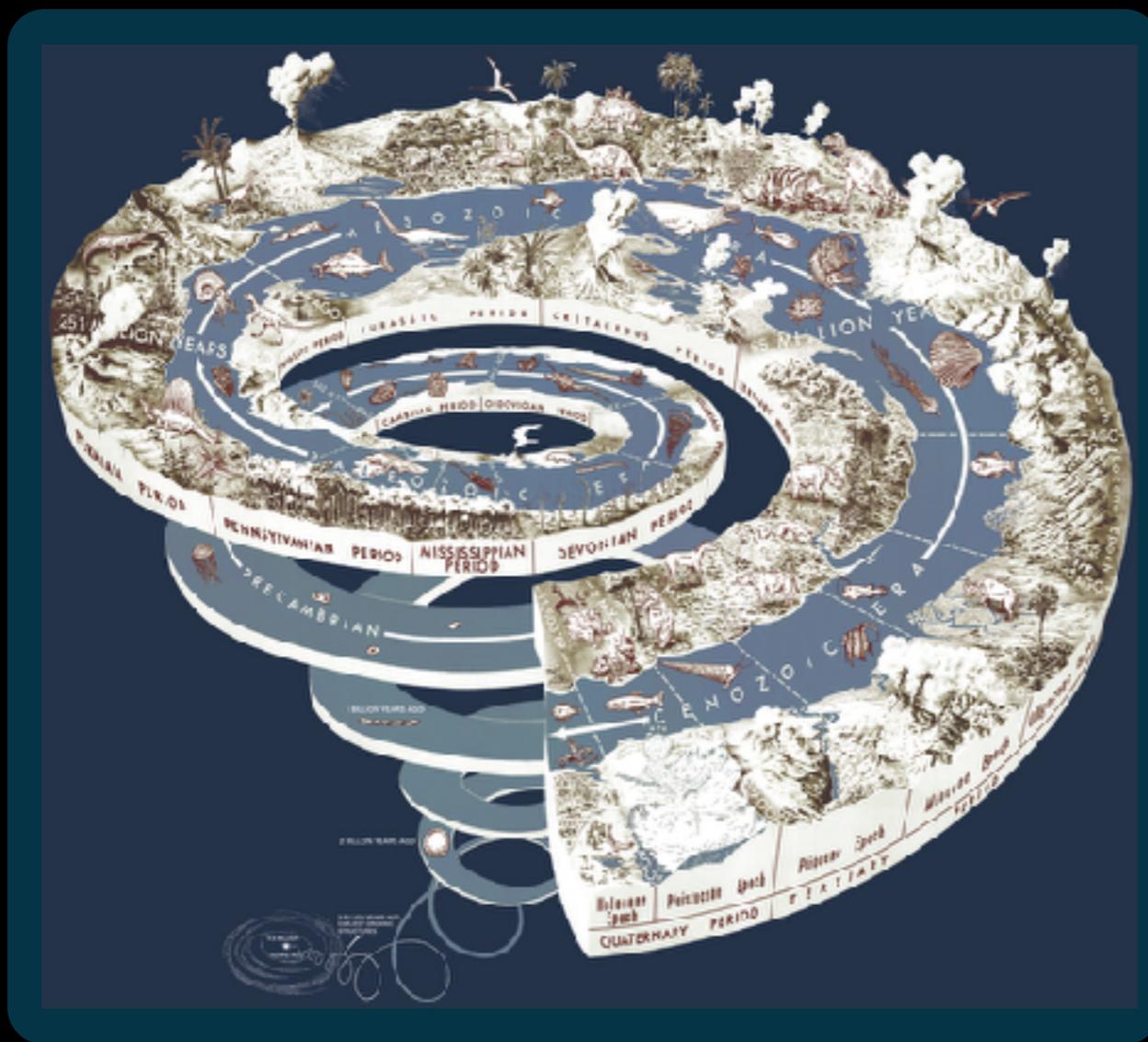


# Bloco II: Interações ecológicas e diversidade no tempo geológico

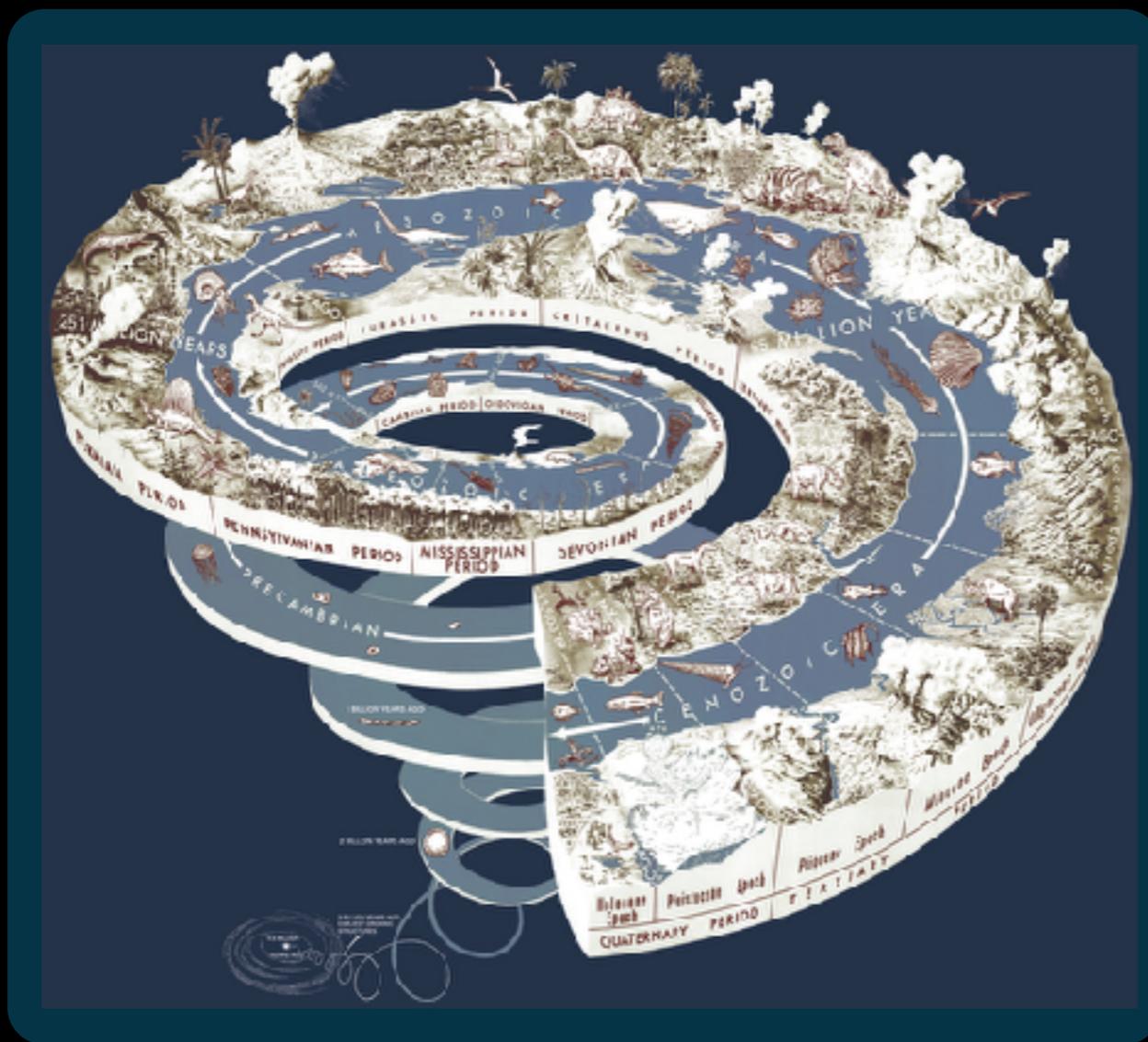


Tiago B Quental

sala: 335

email: [tbquental@usp.br](mailto:tbquental@usp.br)

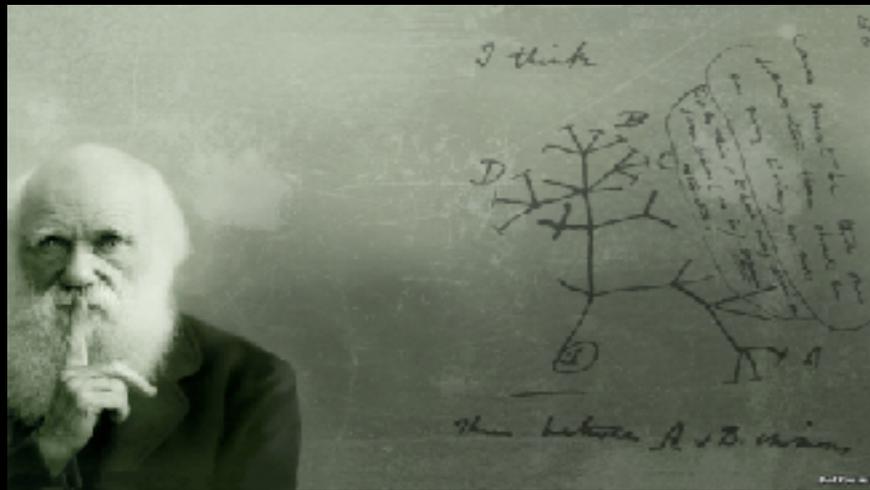
# Bloco II: Interações ecológicas e diversidade no tempo geológico



Estrutura das aulas

Leituras

Artigos para seminários



## Bloco II: Interações ecológicas e diversidade no tempo geológico

18/10	11. Aula Tiago 1: Biogeografia de Ilhas / Aula prática <u>Biog_Ilha</u>
25/10	12. Aula Tiago 2: Diversidade no Tempo Geológico I / Aula prática Fósseis 1
1/11	13. Aula Tiago 3: Diversidade no Tempo Geológico II / Aula prática Fósseis 2
8/11	14. Aula Tiago 4: Interações ecológicas no Tempo Geológico I / Aula prática Filogenia
15/11	15. não haverá aula – Feriado
22/11	16. Aula Tiago 5: Interações ecológicas no Tempo Geológico II / Exercícios
29/11	17. PROVA 2
6/12	18. SEMINÁRIOS 2

# Biogeografia de Ilhas



# Aula de hoje:



- Apresentar 3 padrões que motivaram a teoria:
  - A relação entre o número de espécies e a área de uma ilha.
  - O efeito do isolamento geográfico na riqueza de espécies.
  - A rapidez com que ilhas são colonizadas e a importância das taxas de "turn-over".
- "Construir" passo a passo a Teoria de Biogeografia de Ilhas.
- Verificar como podemos testa-la e o que aprendemos quando a teoria falha!!.

# O efeito do tamanho de uma ilha



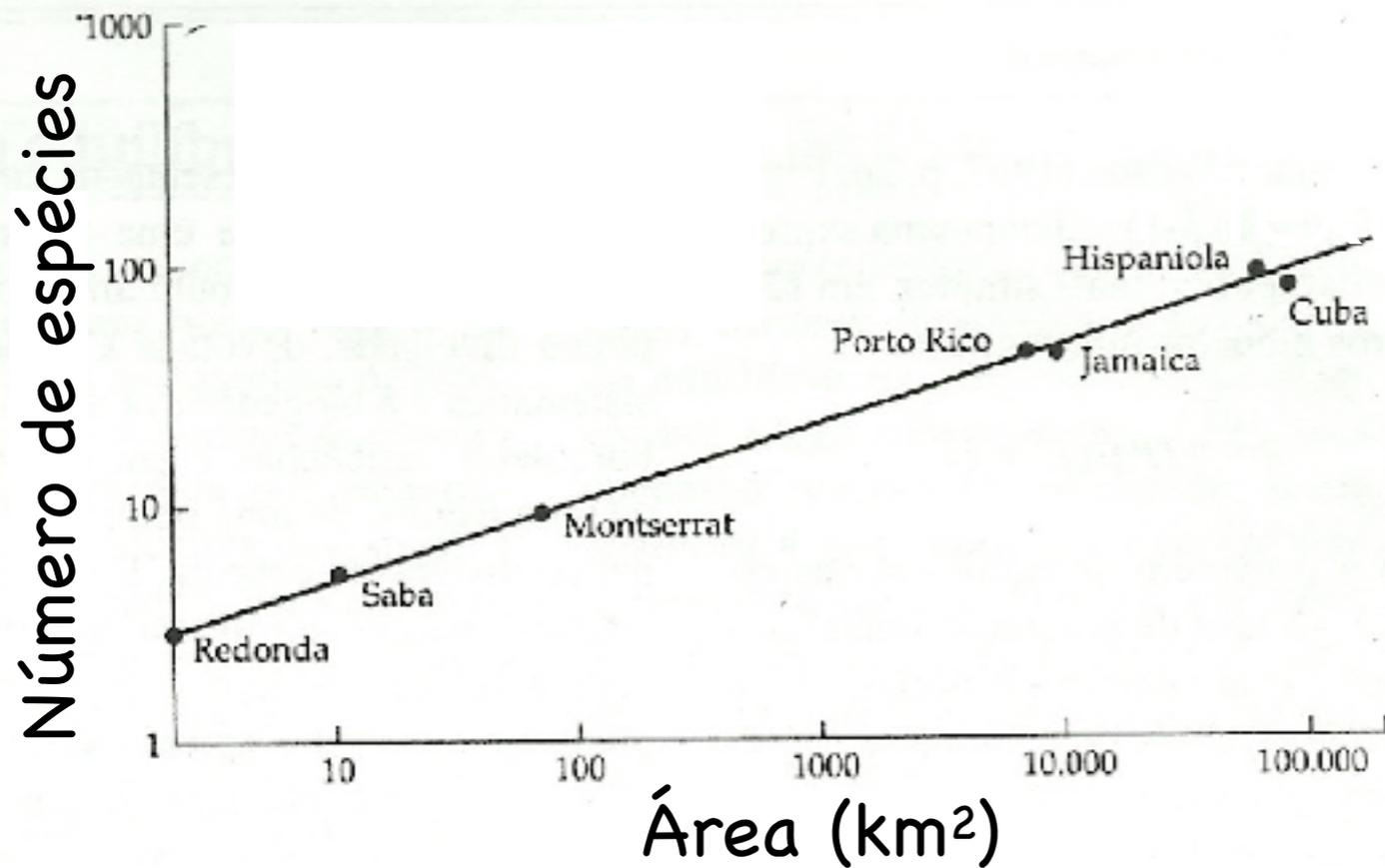
Intuição: ilhas maiores suportam mais espécies do que ilhas menores!!



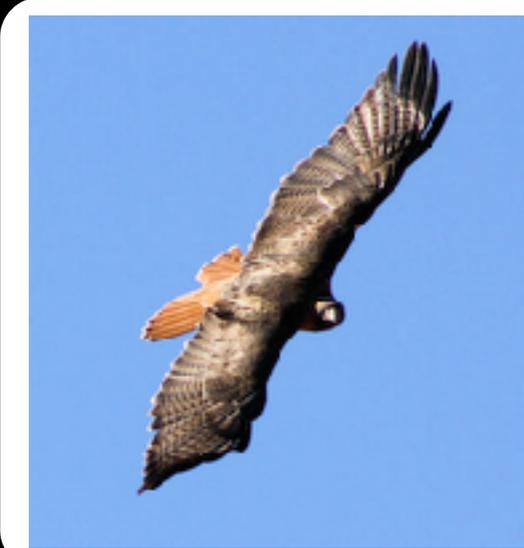
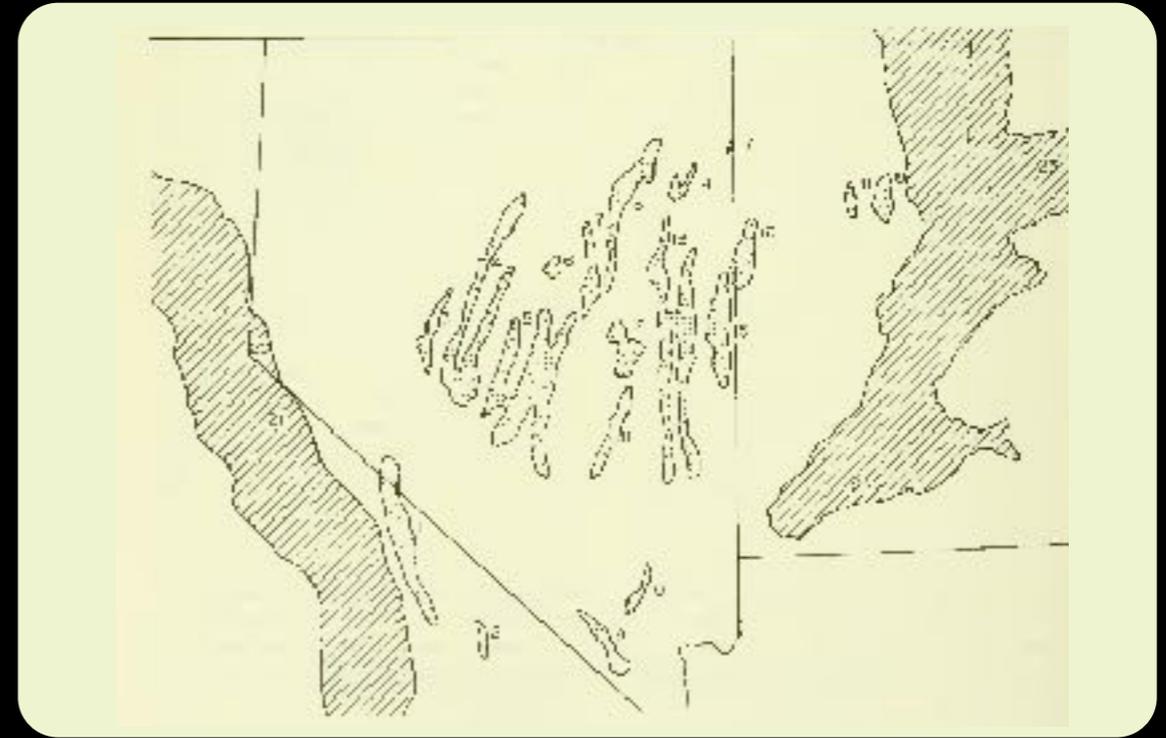
# 1 Padrão: Relação área vs riqueza de espécies



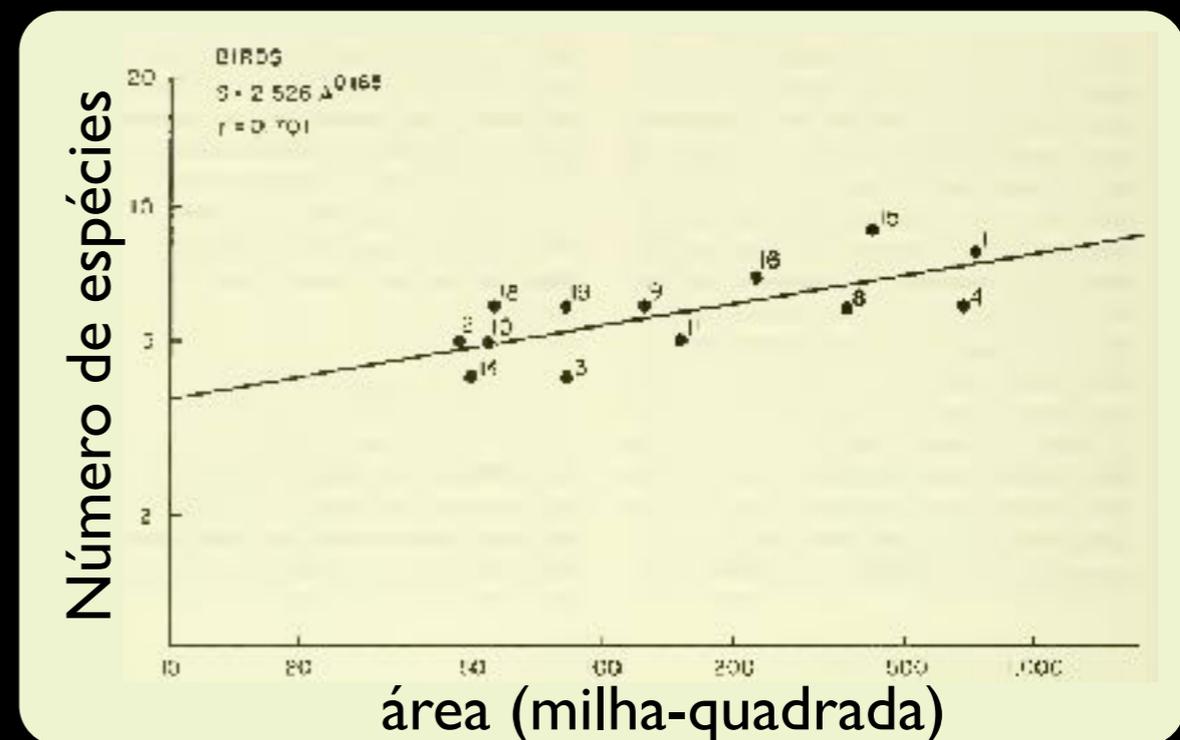
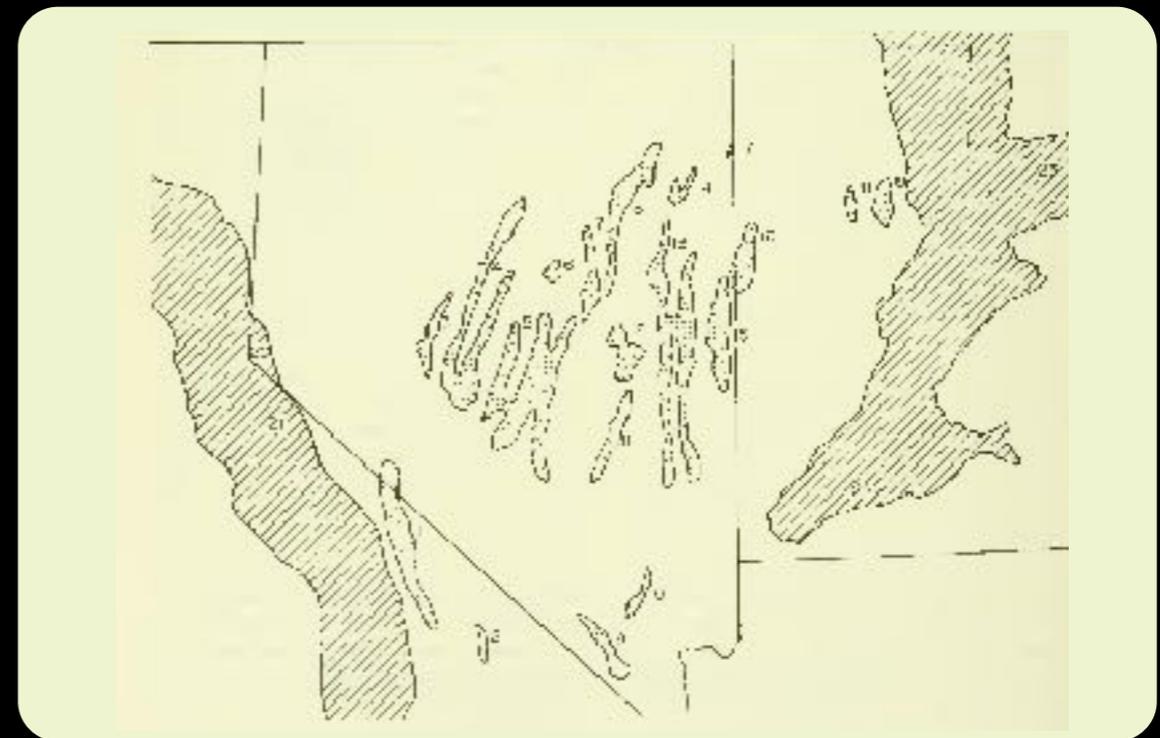
# 1 Padrão: Relação área vs riqueza de espécies



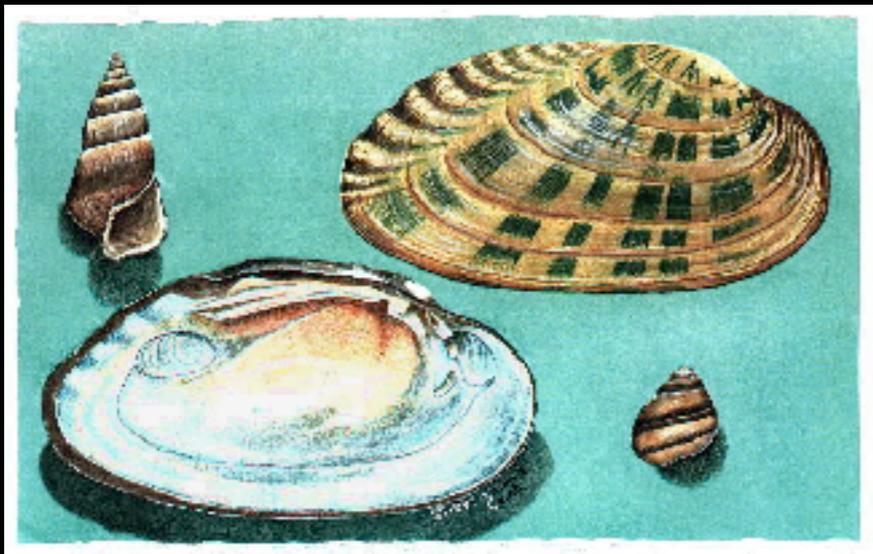
# Ilhas de topo de Montanha na região de Utah nos EUA



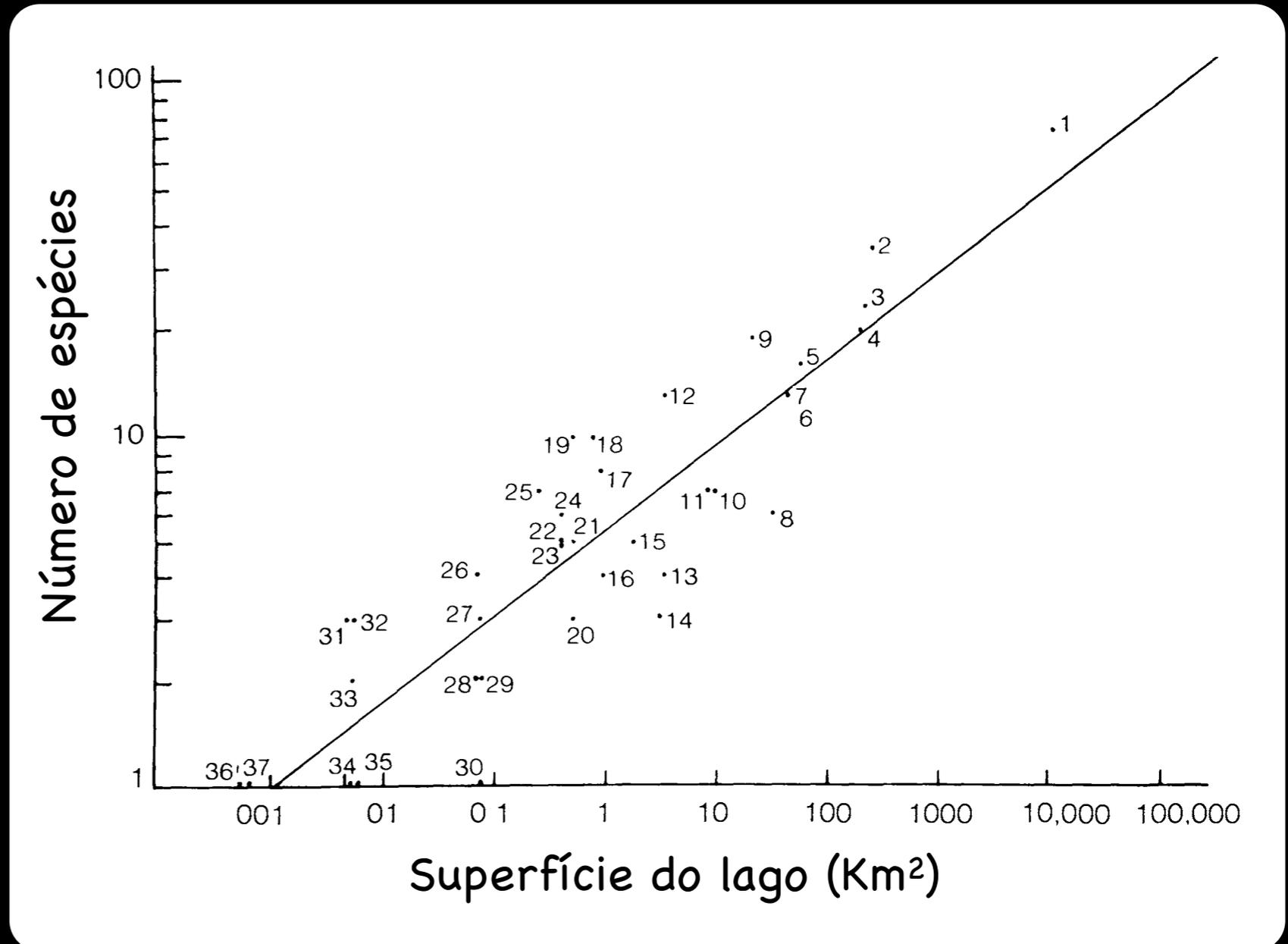
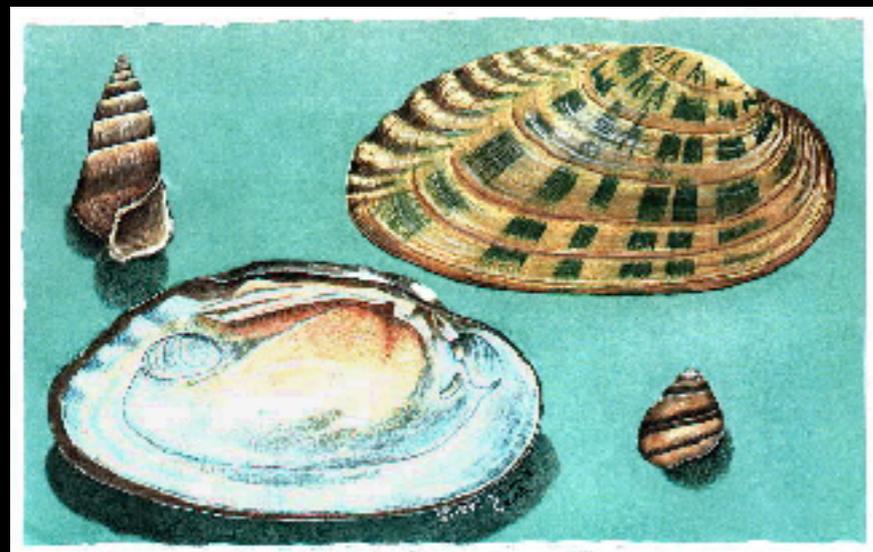
# Ilhas de topo de Montanha na região de Utah nos EUA



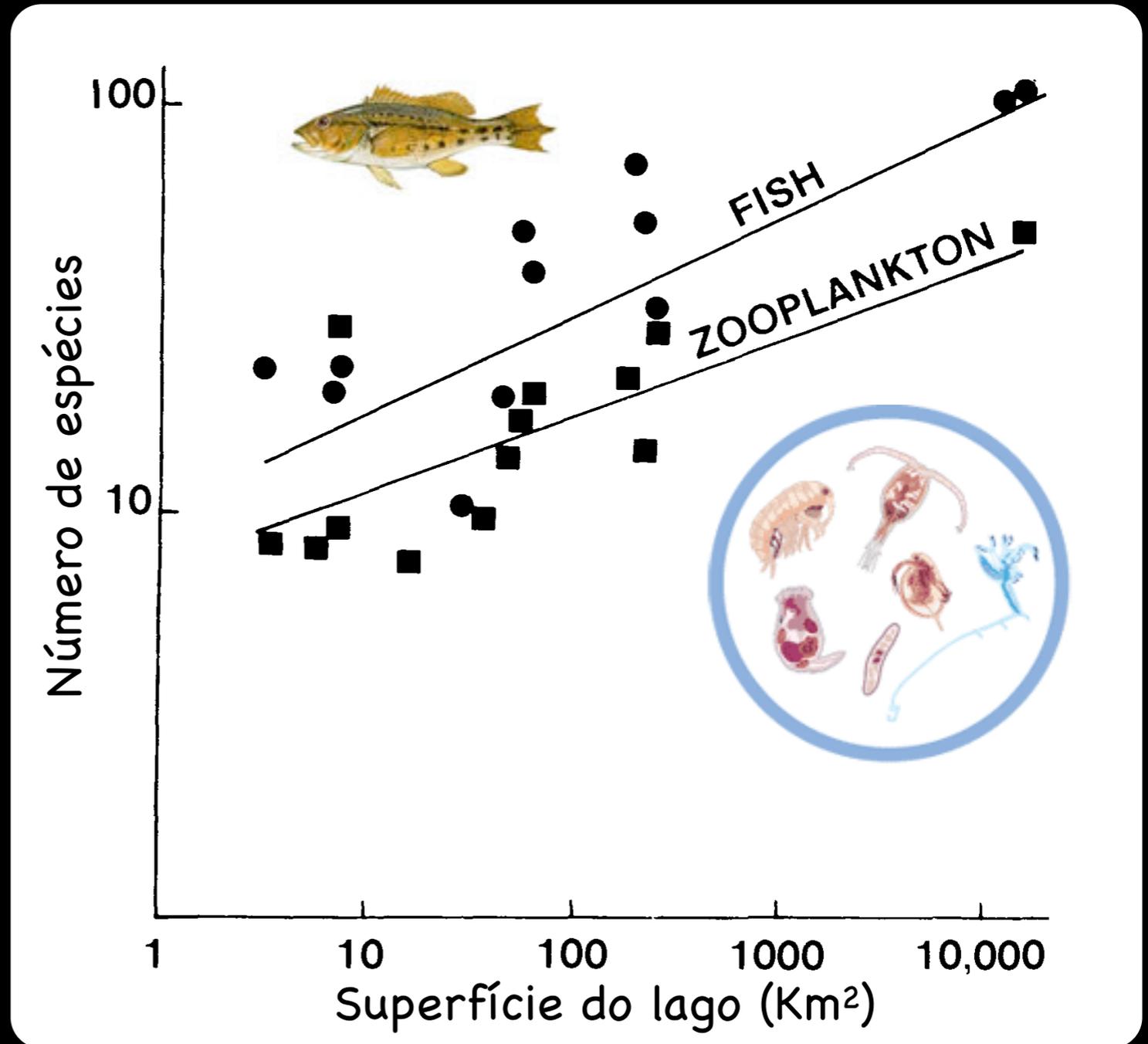
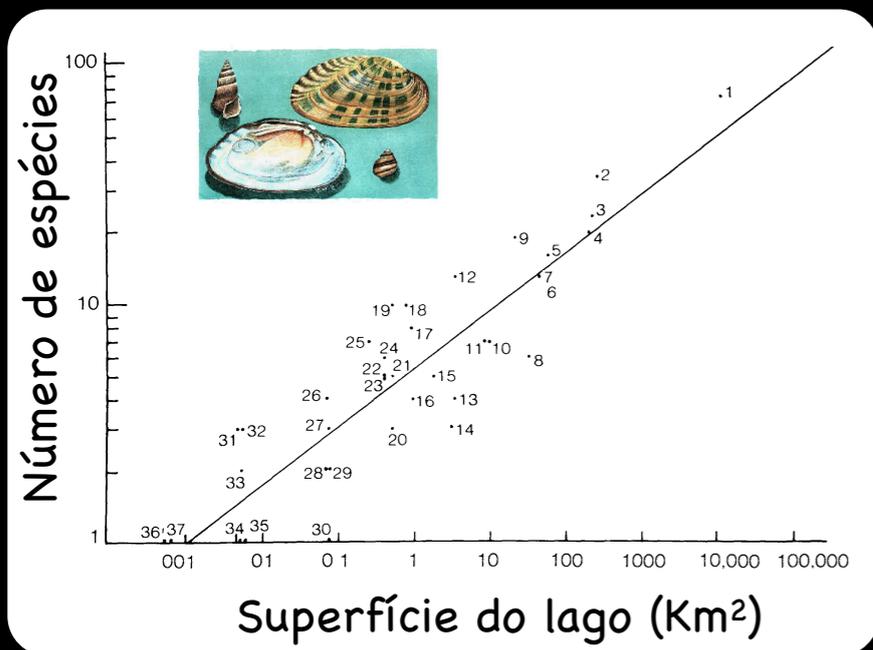
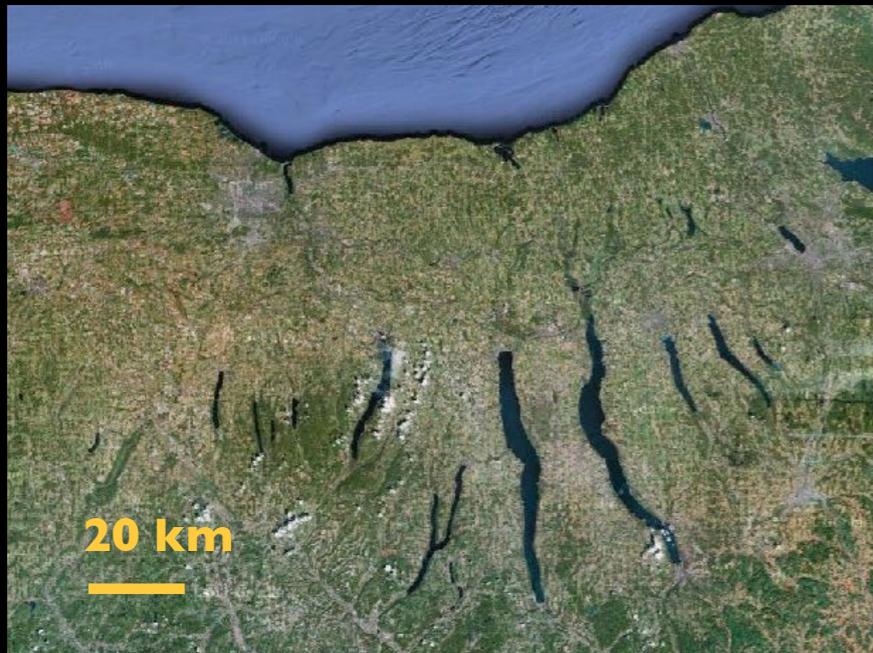
# Lagos como ilhas



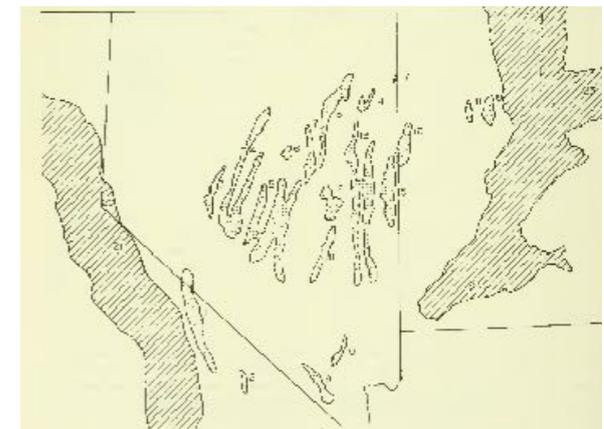
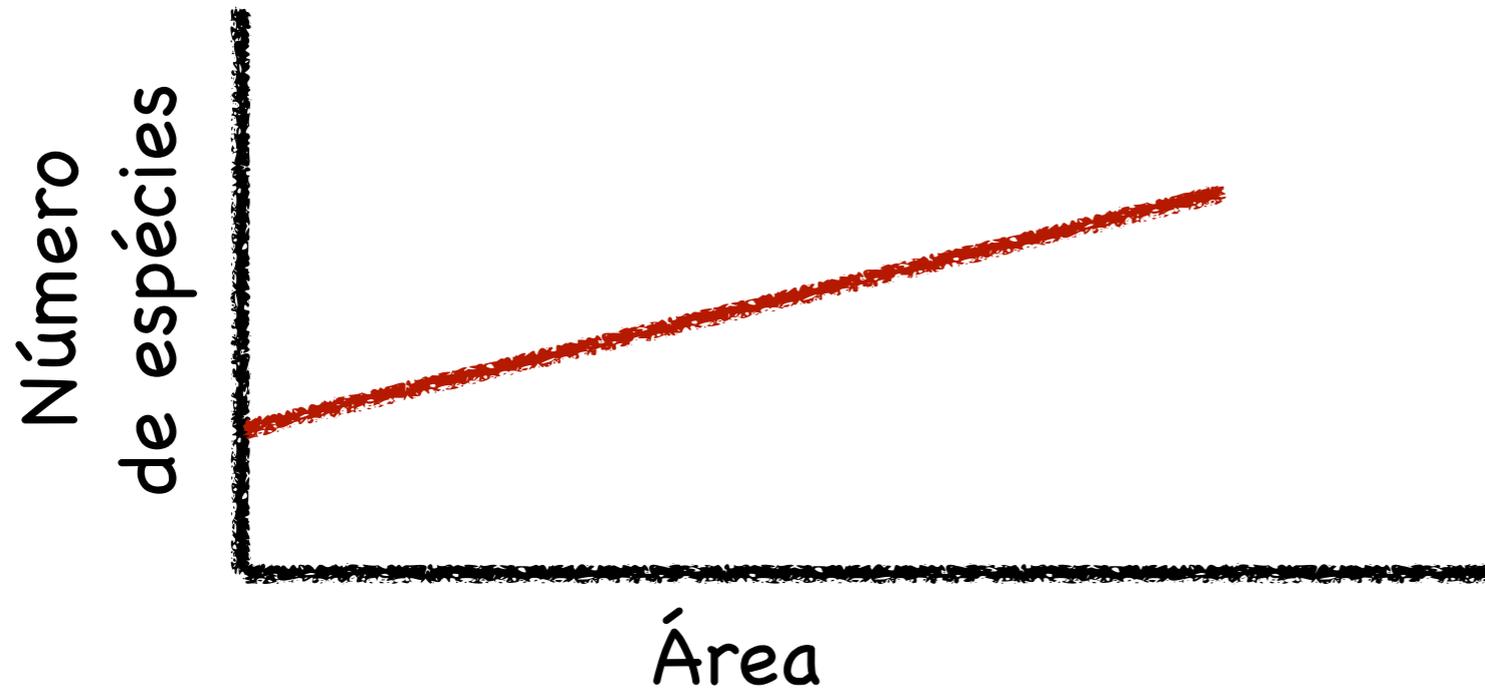
# Lagos como ilhas



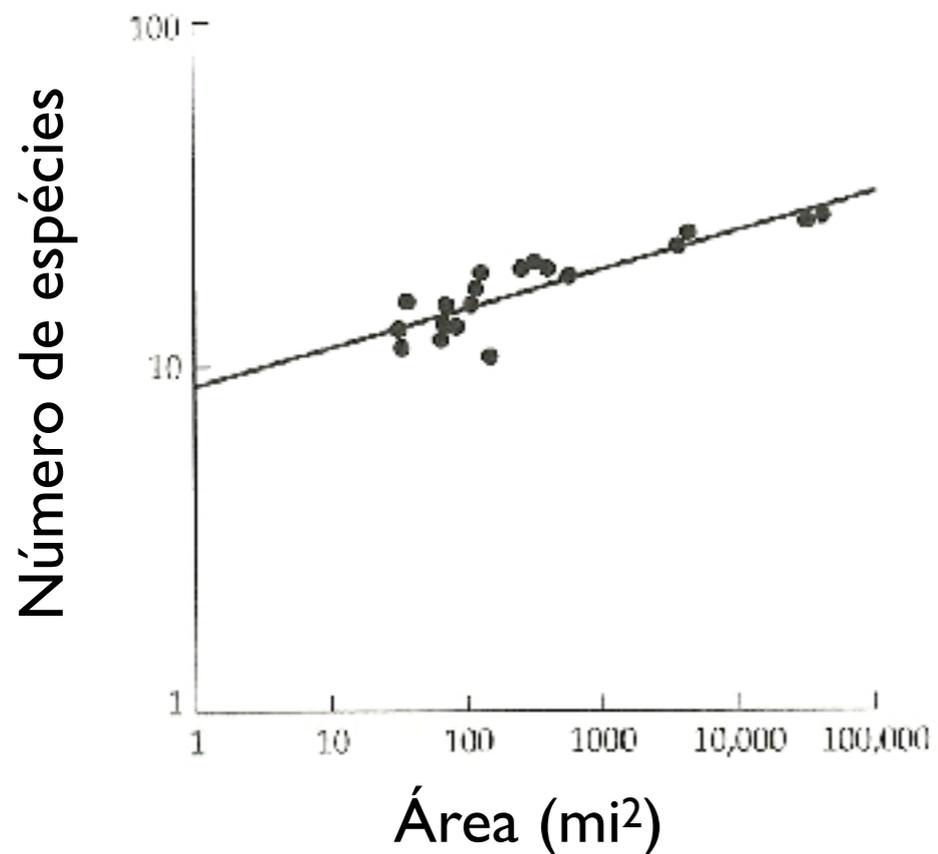
# Lagos como ilhas



# Relação área vs riqueza de espécies é uma relação universal



Como descrever  
matematicamente esta  
relação?



# Lei de Potência

$$S = cA^z$$

onde:

S= número de espécies

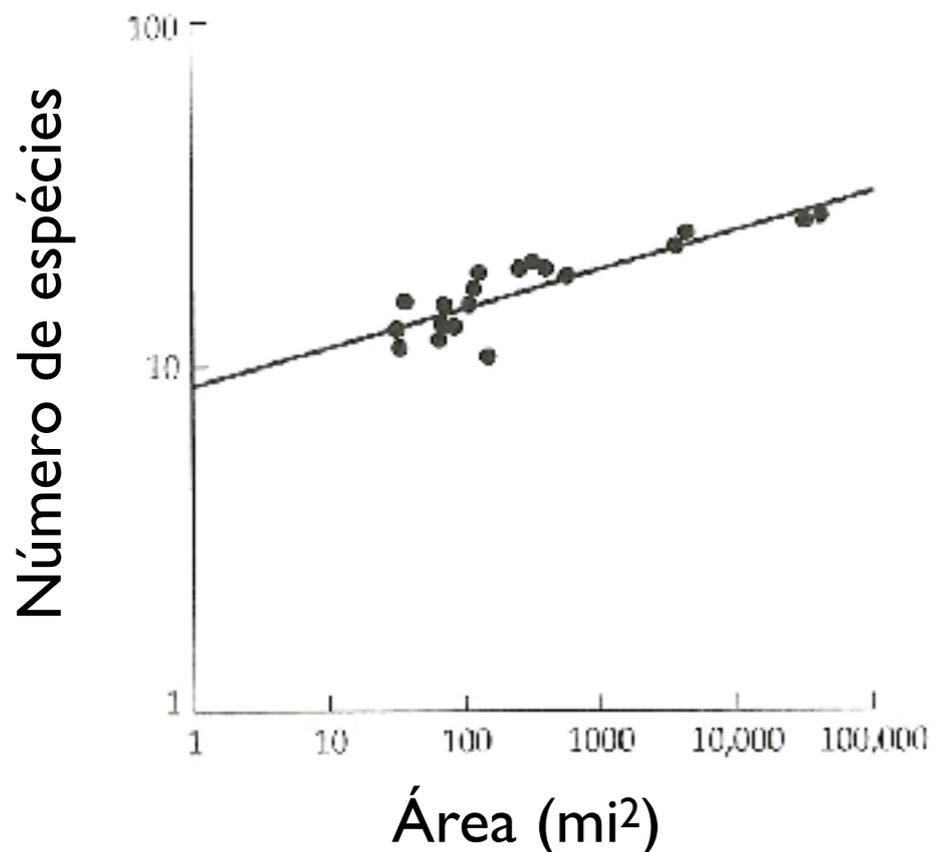
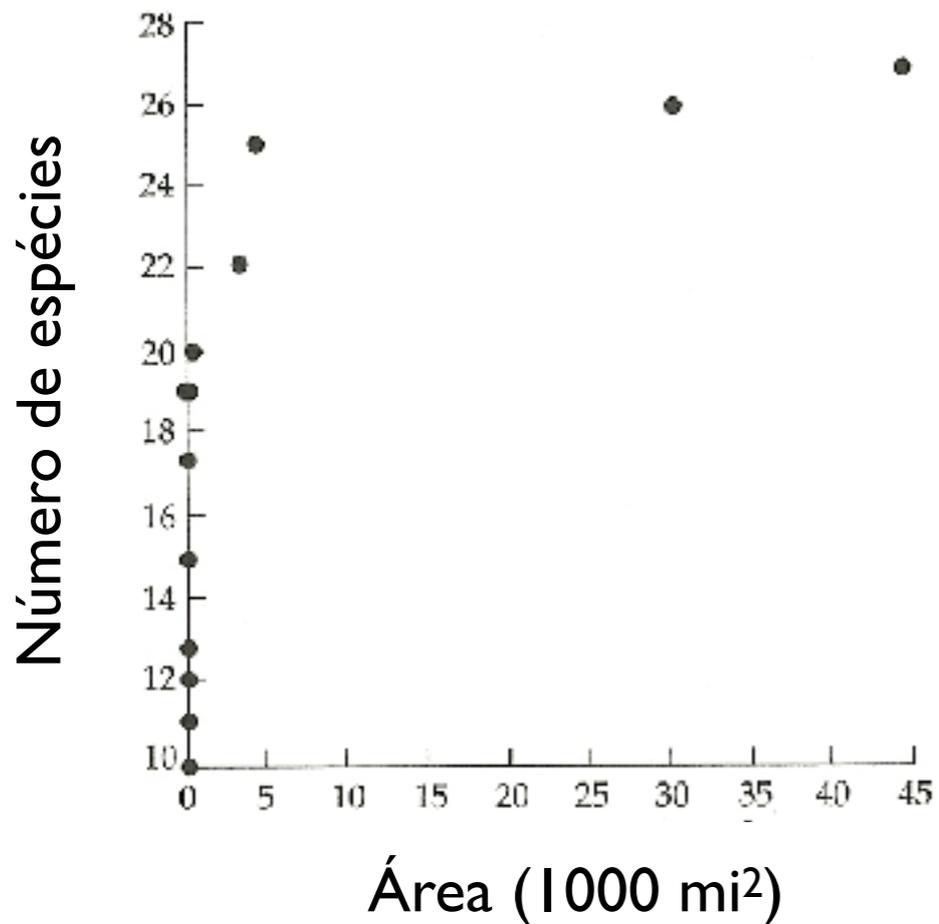
c = constante

A = área da ilha

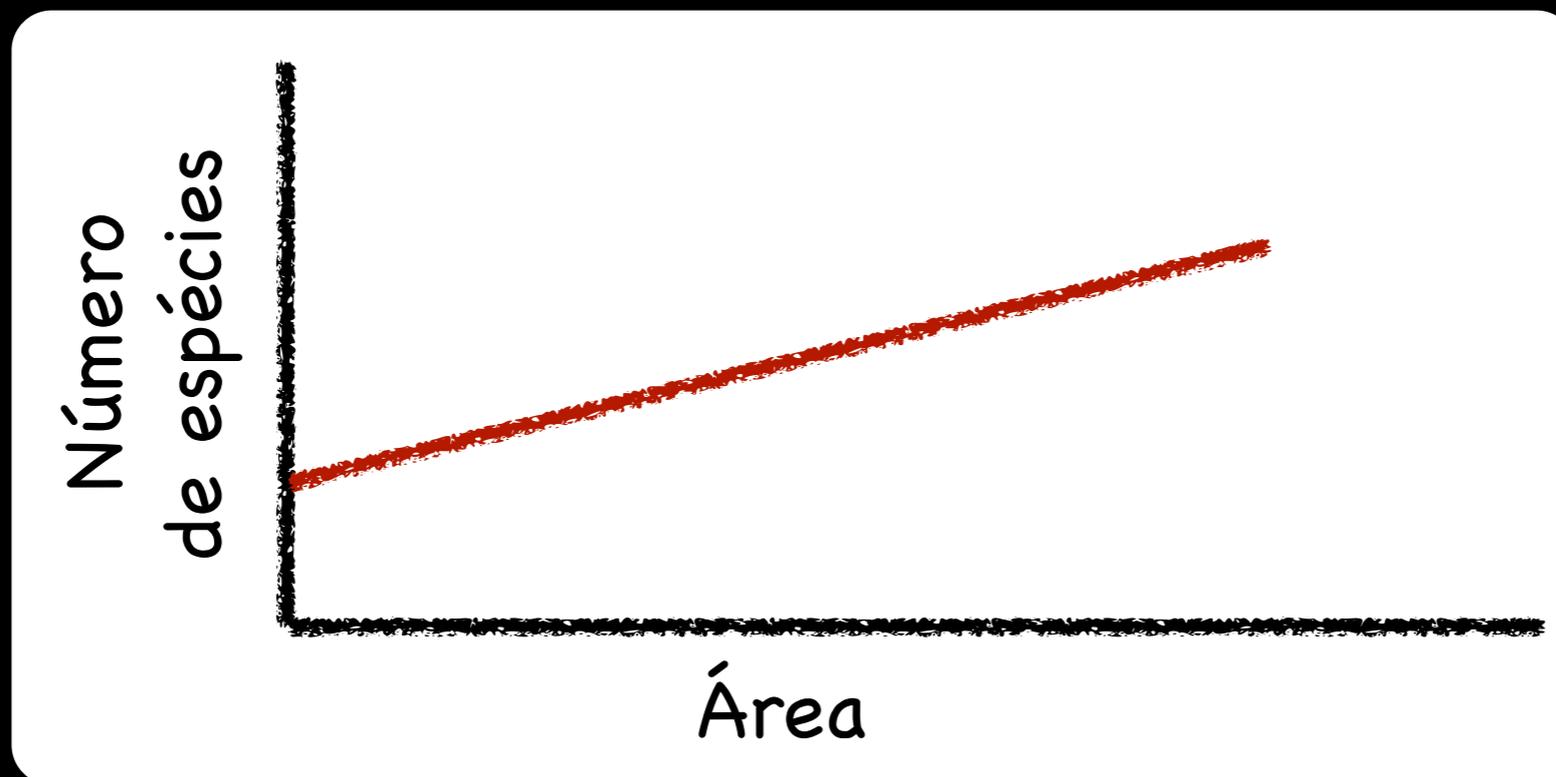
z = constante

$$\log(S) = \log(c) + z * \log(A)$$

$$y = a + b * x$$



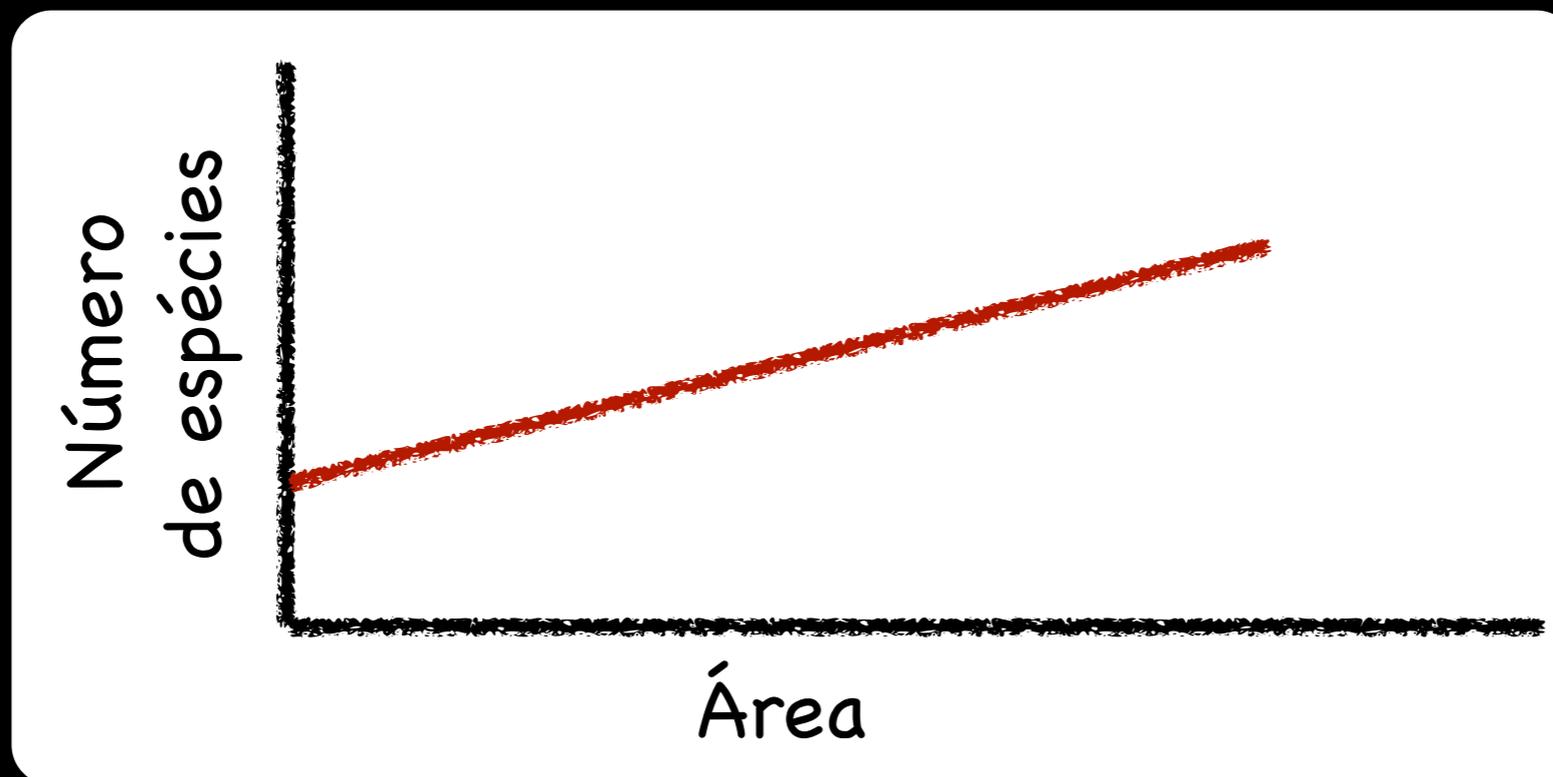
Cuidados que devemos tomar ao usar este modelo para interpretar a relação área vs riqueza



$$\log(S) = \log(c) + z \log(A)$$

$$y = a + b^*x$$

# Cuidados que devemos tomar ao usar este modelo para interpretar a relação área vs riqueza



$$\log(S) = \log(c) + z \log(A)$$

“z” é a inclinação da reta acima (log) e não da relação entre “S” e “A” no espaço linear.

# Na natureza "c" parece variar mais do "z".

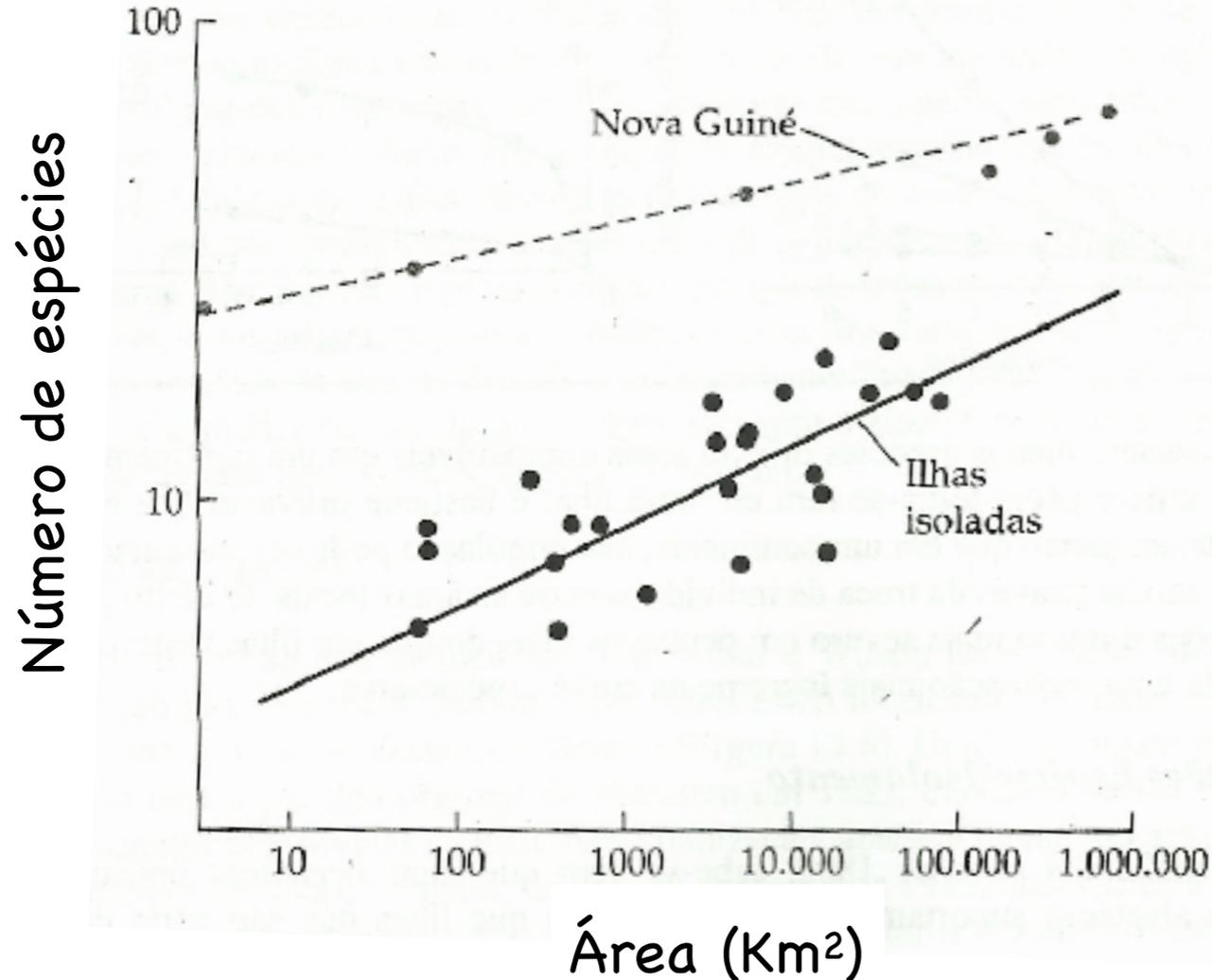
Author	$\bar{X}$ Area (km <sup>2</sup> )	Intercept	Slope
<b>Near archipelagoes</b>			
(24) Diamond (1972)* .....	7667.7	1.932	.232
(39) MacArthur & Wilson (1967) .....	67638.7	.553	.371
(60) Watson (1964) .....	38823.2	-.171	.351
(75) Schoener (1976) .....	794.9	.878	.320
(78) Schoener (1976) .....	30.2	.721	.322
(79) Simberloff (1970) .....	30.8	.778	.311
(81) Simberloff (1970) .....	12201.9	.900	.243
<b>Isolated archipelagoes</b>			
( 3) Abbot (1974) .....	1132.2	.127	.025
(14) Carrick & Ingham (1970) .....	2105.4	.817	.127
(15) Simberloff (1970) .....	982.6	1.150	.122
(27) Greenslade (1968) .....	1411.4	.906	.271
(46) Hamilton & Armstrong (1965) .....	757.9	.371	.440
(64) Harris (1973) .....	521.3	.870	.157
(74) Terborgh (1973) .....	12218.6	.979	.187
(89) Ricklefs & Cox (1972) .....	7447.0	.965	.184
(JA) Juvik & Austring (1979)† .....	840.0		.242
<b>Habitat islands</b>			
(59) Vuilleumier (1970) .....	842.7	.540	.296
(21) Cook (1974) .....	240.2	1.508	.052

\* Numbers in parentheses represent the study number designated by Connor and McCoy (1979).

† Not included in the analysis by Connor and McCoy (1979).

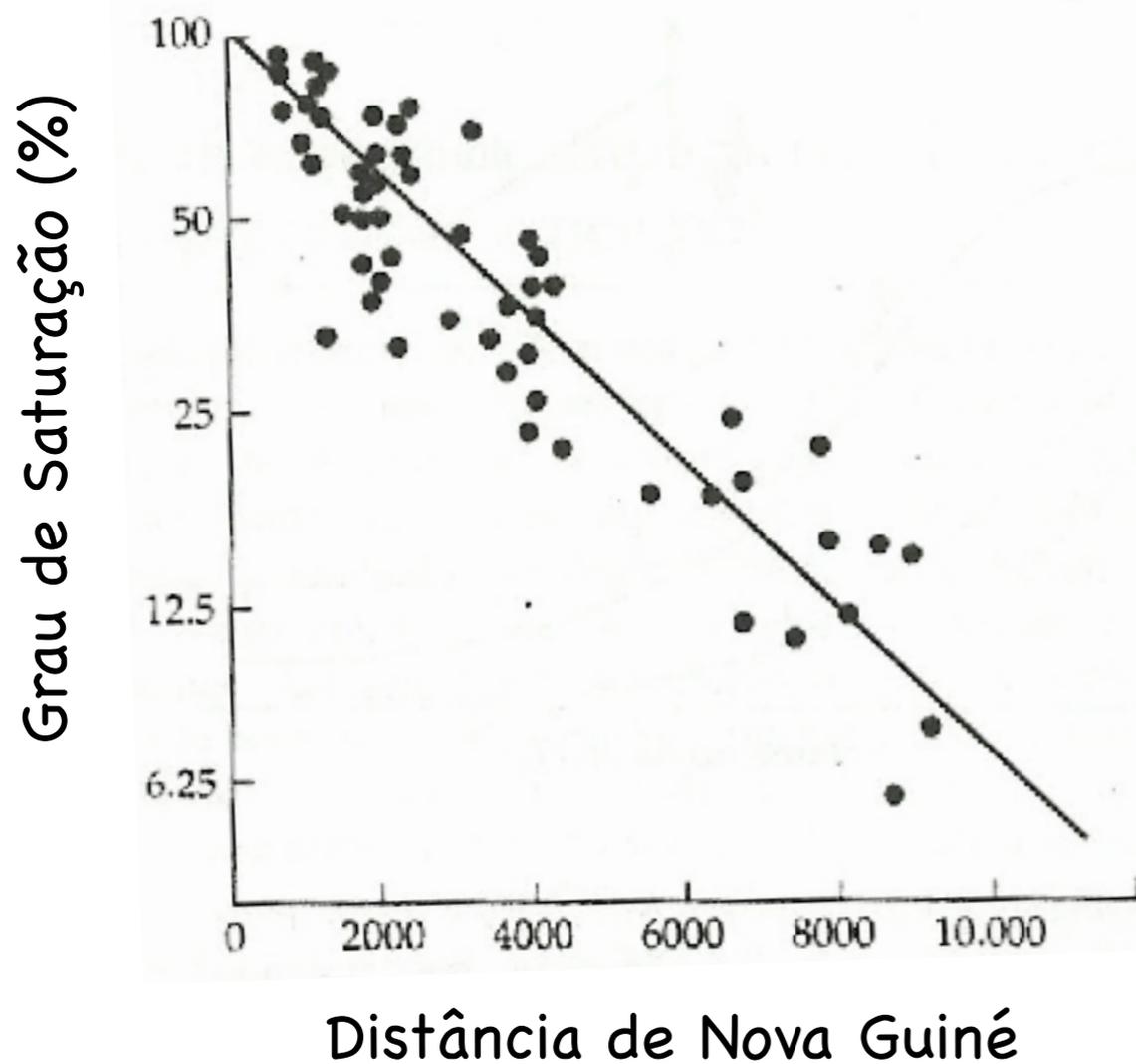
## 2 Padrão: O efeito do isolamento na riqueza de espécies

Formigas da família Ponerinae

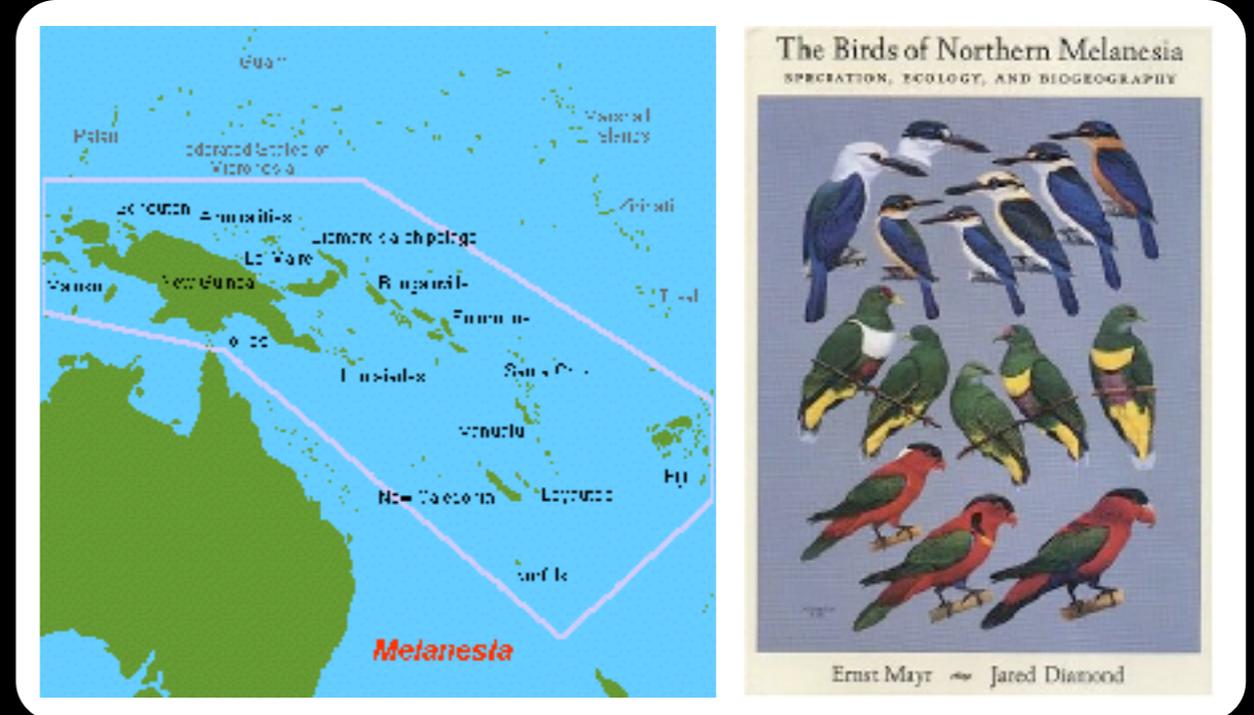


Nos continentes as populações poderiam se manter em baixas densidades sem se extinguirem devido a imigração entre áreas adjacentes

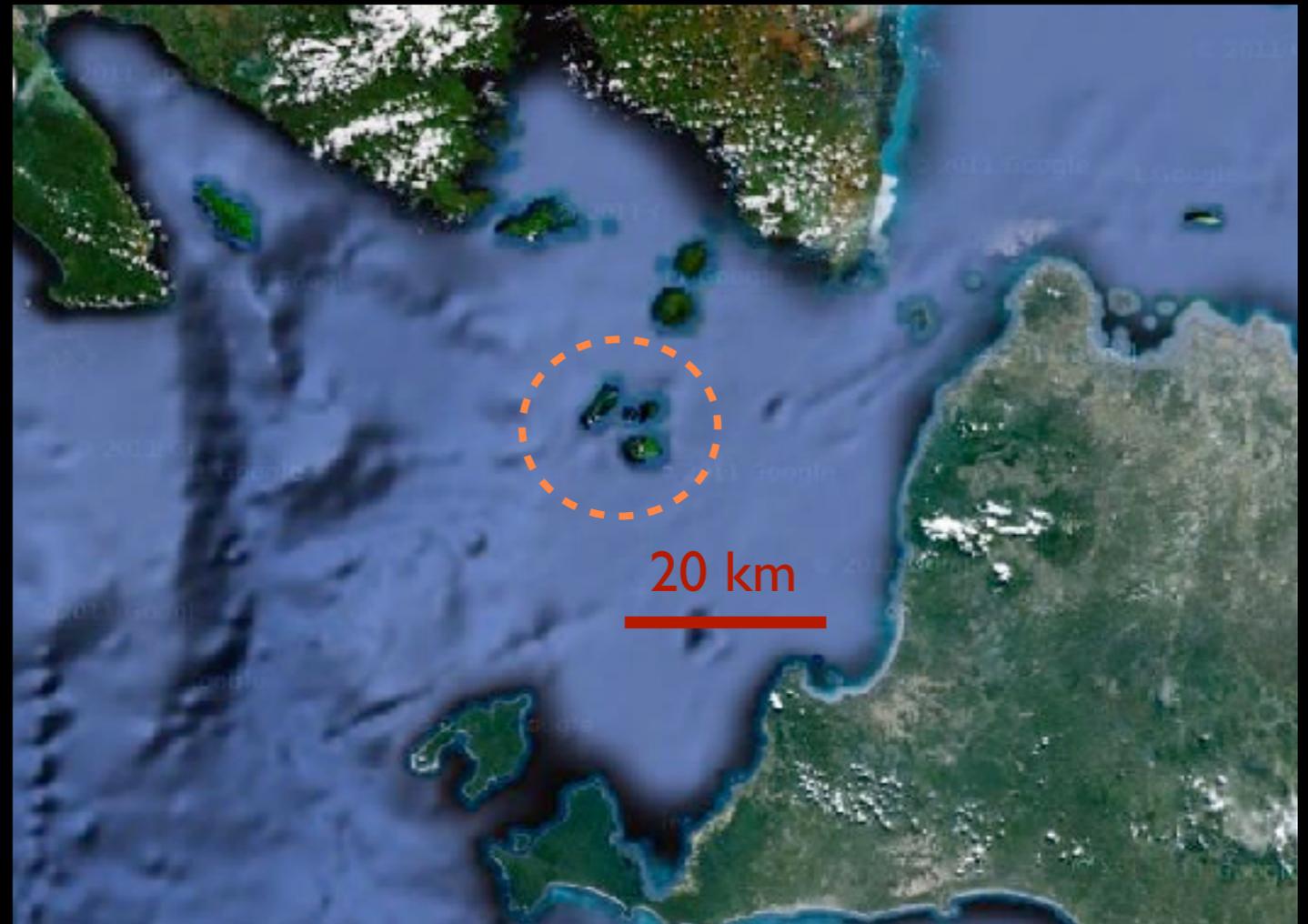
## 2 Padrão: O efeito do isolamento na riqueza de espécies



Pássaros do arquipélago de Melanésia e das Ilhas Molucas

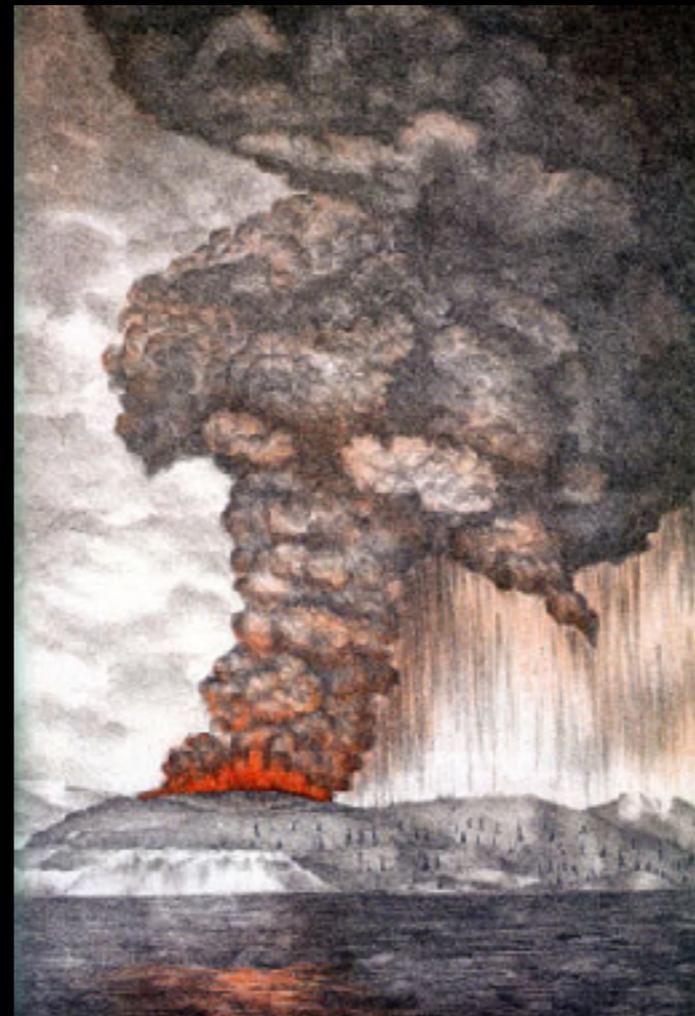


### 3 Padrão: Colonização de espécies e as taxas de "turn-over"



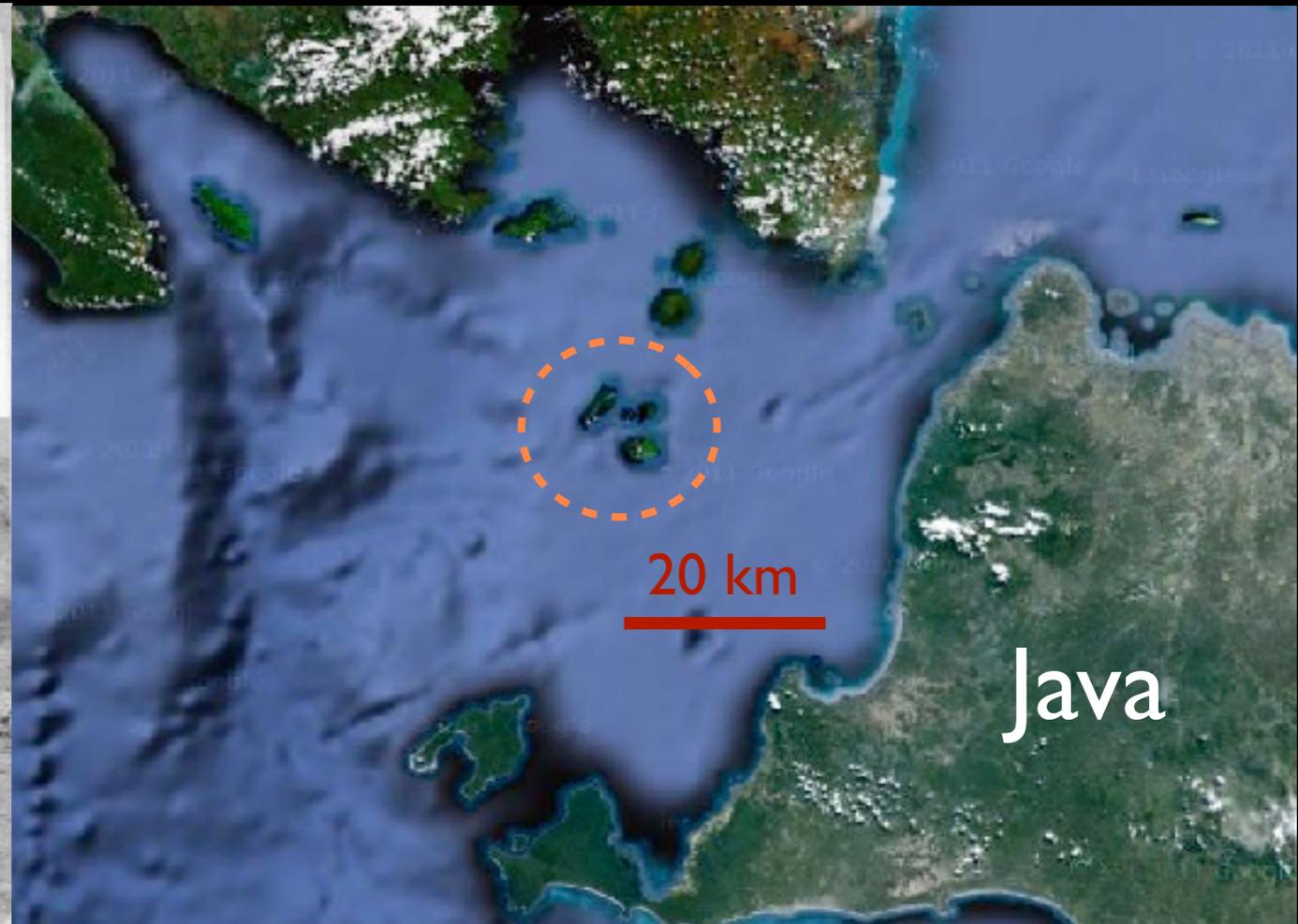
Ilhas de Krakatau

# Ilhas de Krakatau



Sertung, Panjang, e Rakata: remanescentes de uma única ilha que sofreu uma explosão vulcânica em 1883.

# Ilhas de Krakatau



Sertung, Panjang, e Rakata: remanescentes de uma única ilha que sofreu uma explosão vulcânica em 1883.

# Rápida re-colonização de espécies de pássaros

Formação das ilhas em 1883



## Rakata

	Total
1908	13
1919-1921	31
1932-1934	30

## Sertung

	Total
1908	1
1919-1921	29
1932-1934	34

Sertung Panjang

Anak Krakatau

Rakata

# "Turnover" de espécies

## Rakata

	Total
1908	13
1919-1921	31
1932-1934	30

	Extinções	Colonizações
1908 a 1919-1921	2	20
1919-1921 a 1932-1934	5	4

## Sertung

	Total
1908	1
1919-1921	29
1932-1934	34

	Extinções	Colonizações
1908 a 1919-1921	0	28
1919-1921 a 1932-1934	2	7

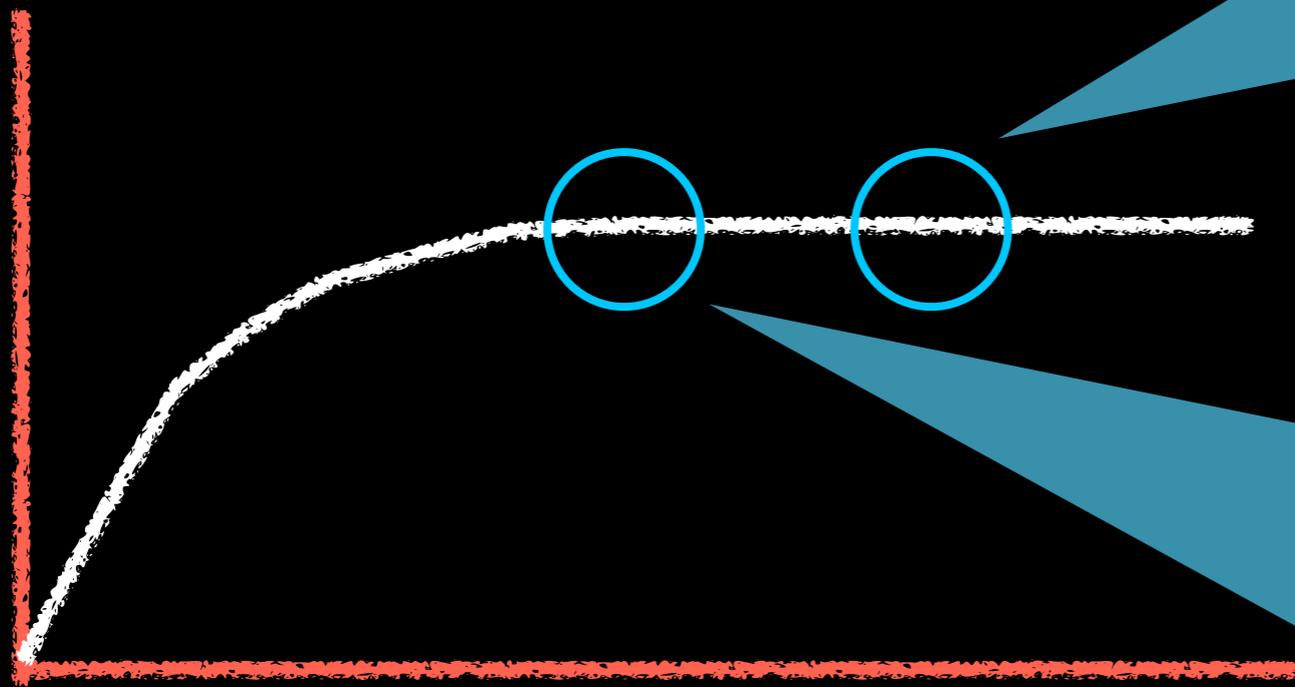
Sertung Panjang

Anak Krakatau

Rakata

# "Turnover" de espécies

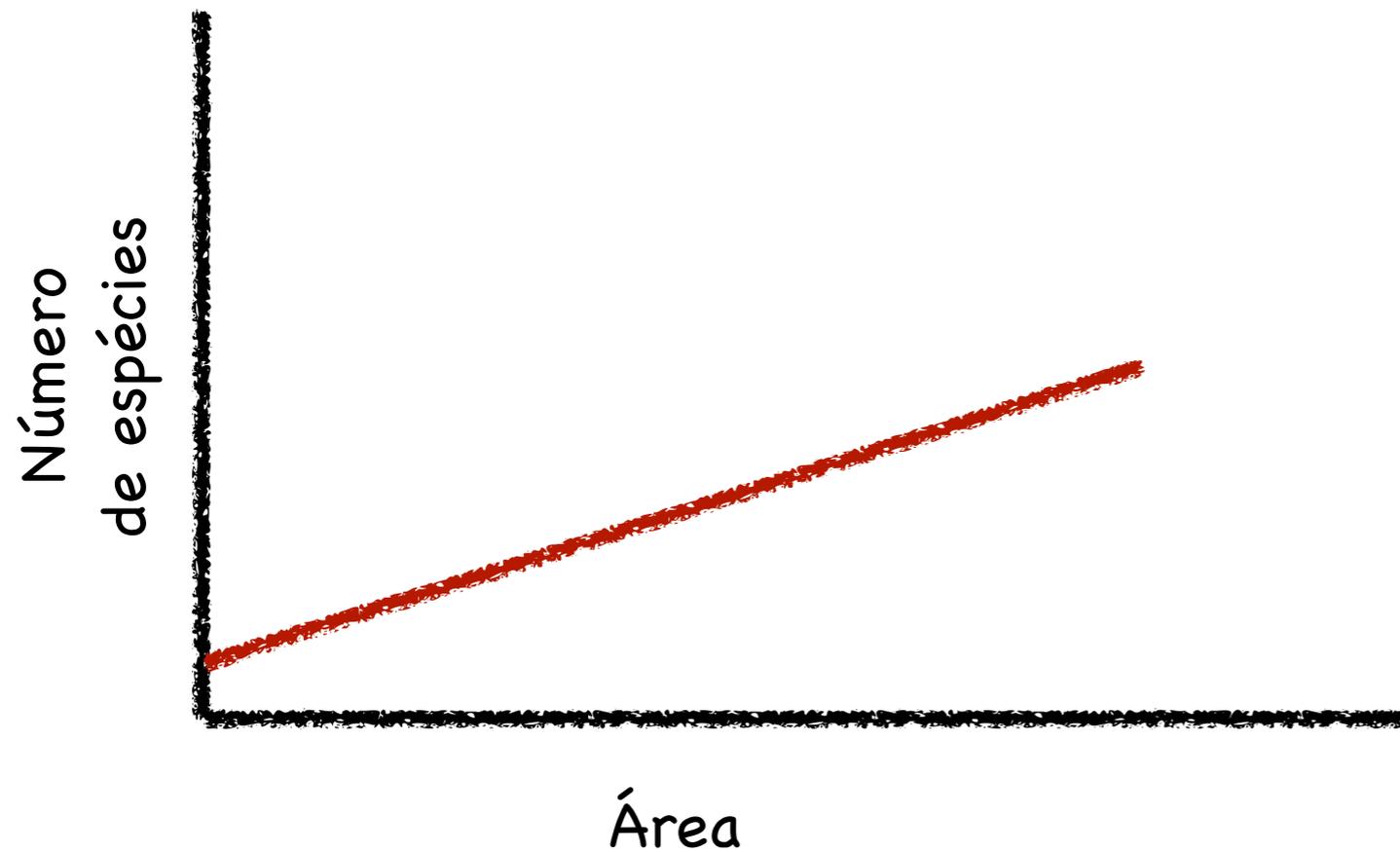
Número de espécies



Tempo

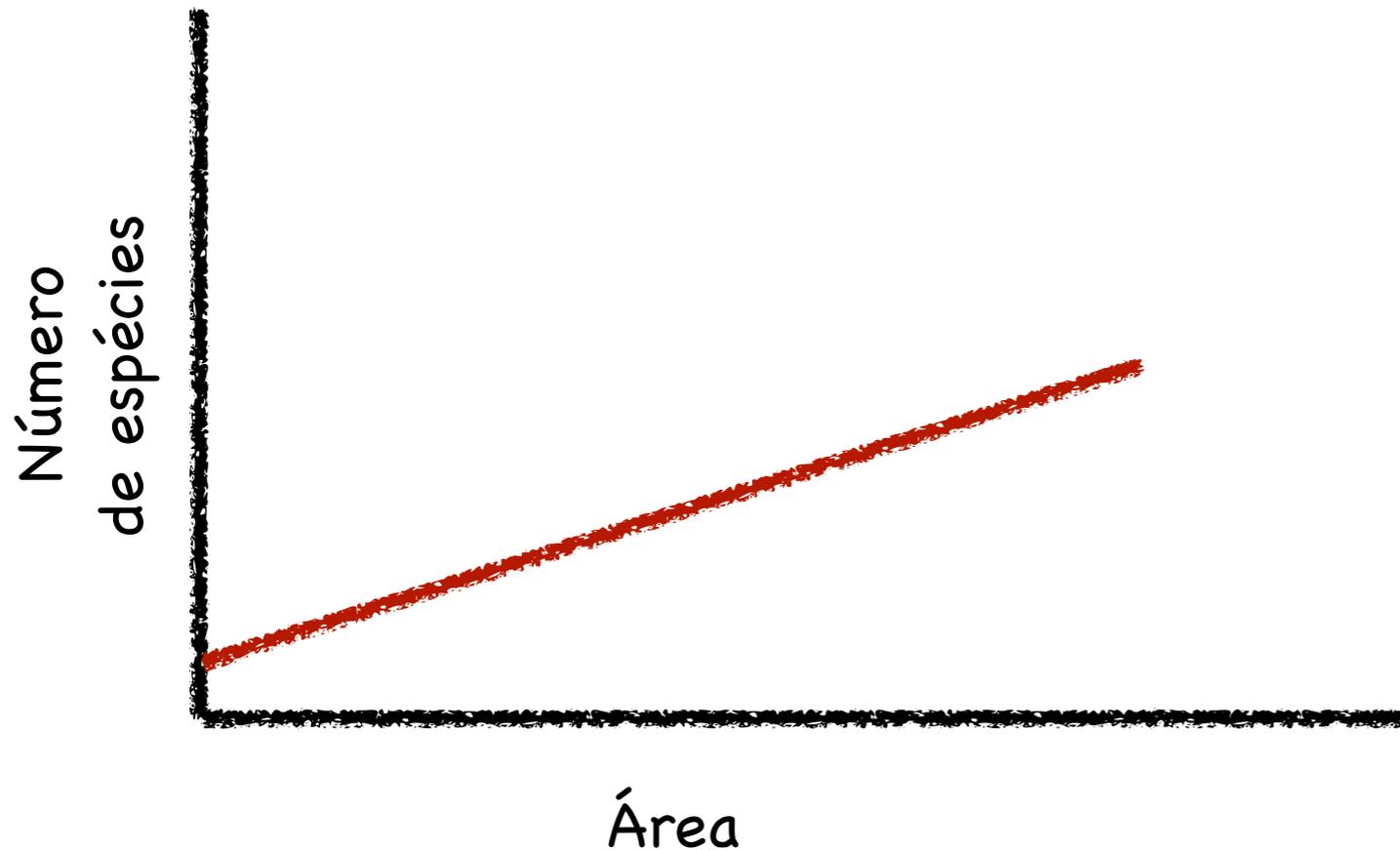


# Padrões que motivaram uma nova Teoria



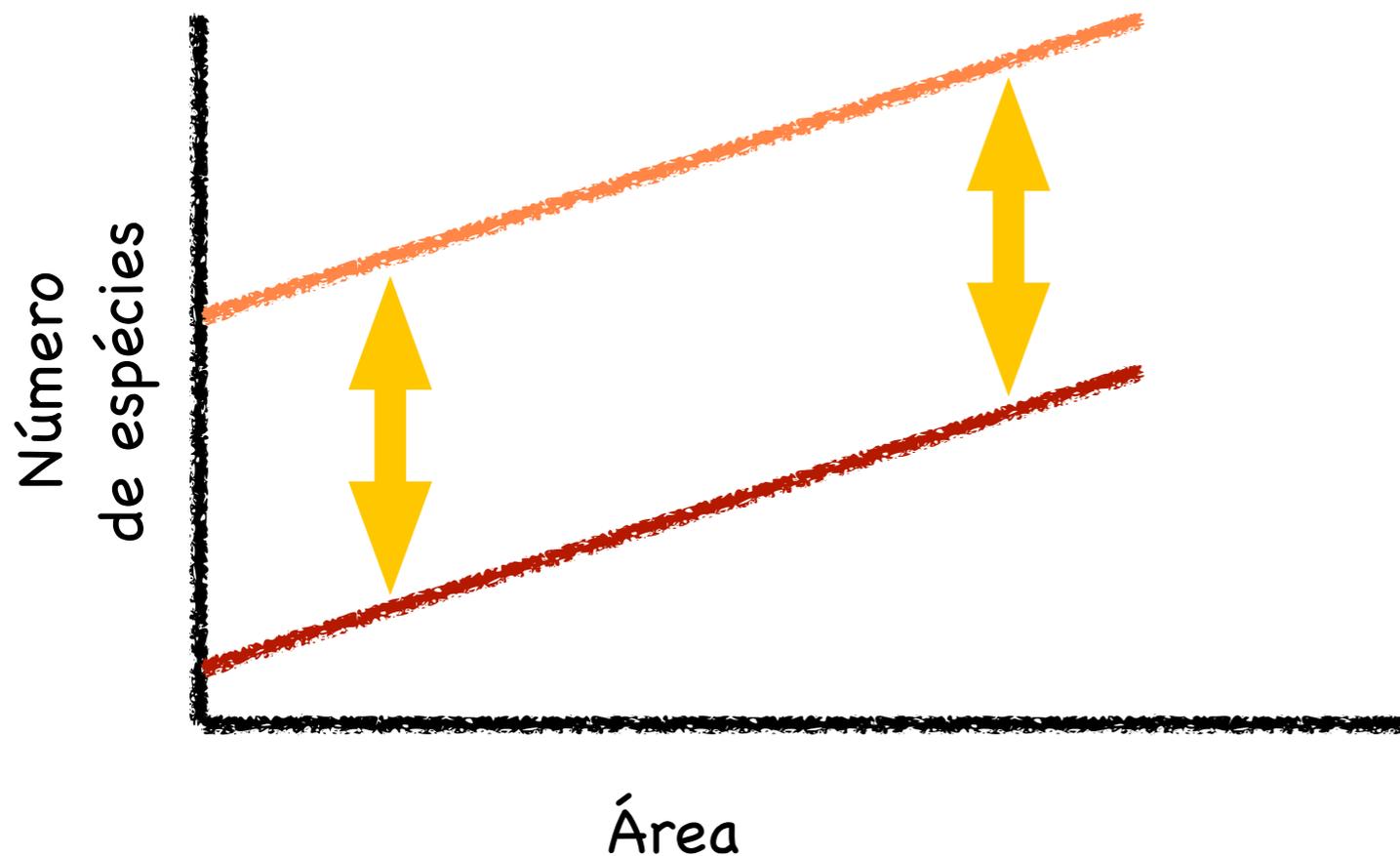
1 - Relação espécie area é universal.

“Uma das poucas leis da ecologia de comunidades.” Schoener (1976)



1 - Relação espécie área é universal.

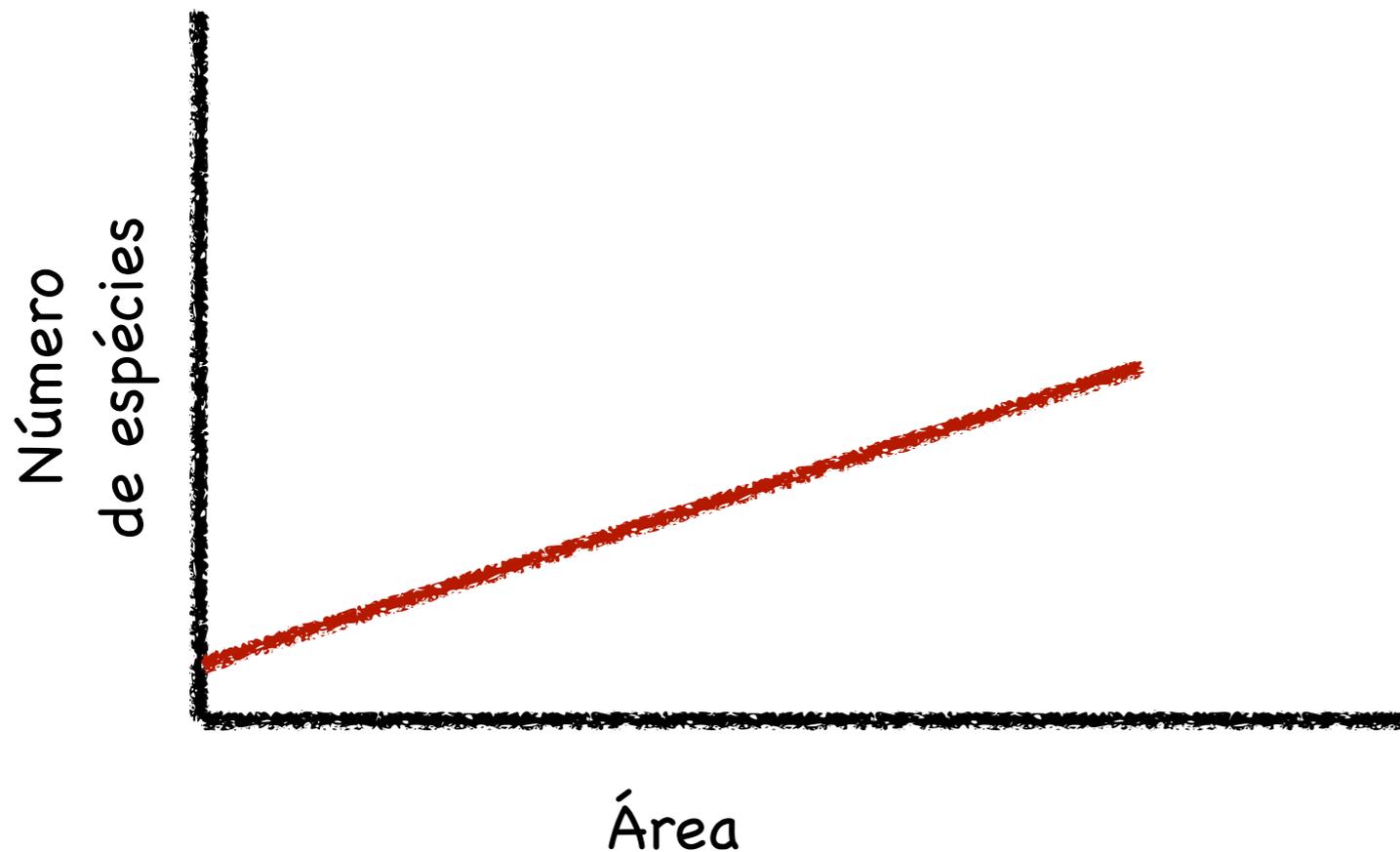
# Padrões que motivaram uma nova Teoria



1 - Relação espécie área é universal.

2- Efeito do isolamento.

# Padrões que motivaram uma nova Teoria

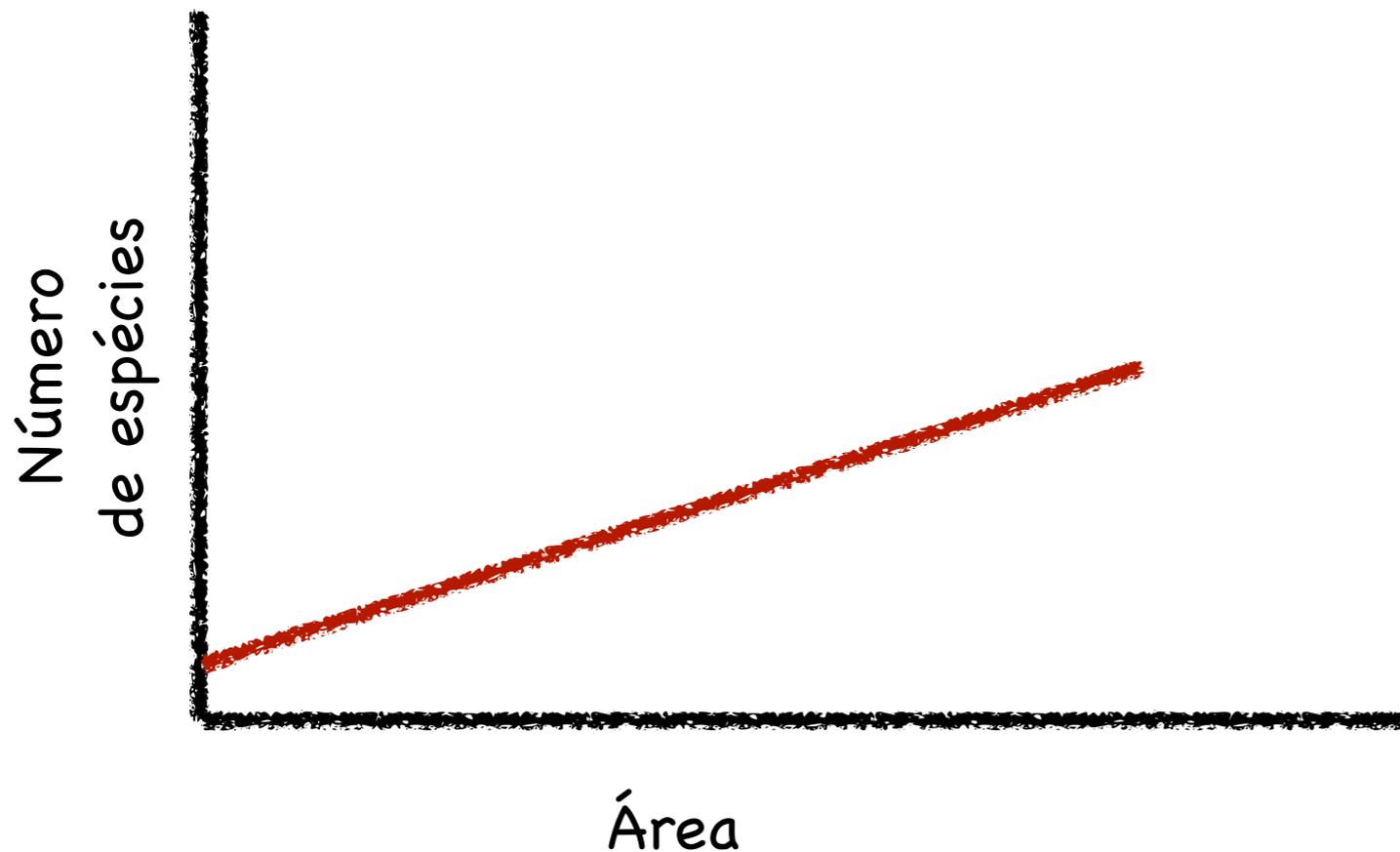


1 - Relação espécie área é universal.

2- Efeito do isolamento.

3- Riqueza parece se estabilizar rapidamente, apesar de continuarem ocorrendo imigrações e extinções

# Precisamos de uma teoria para explicar!!!

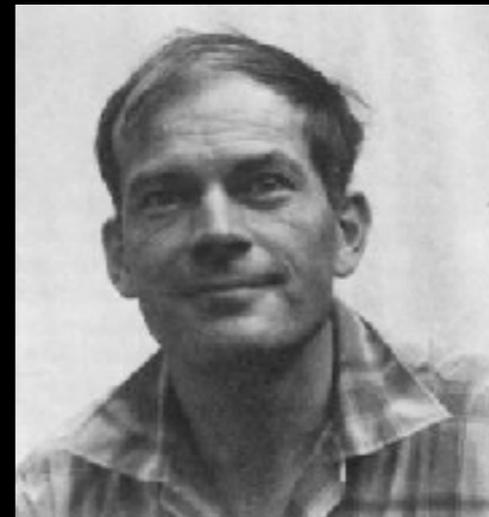
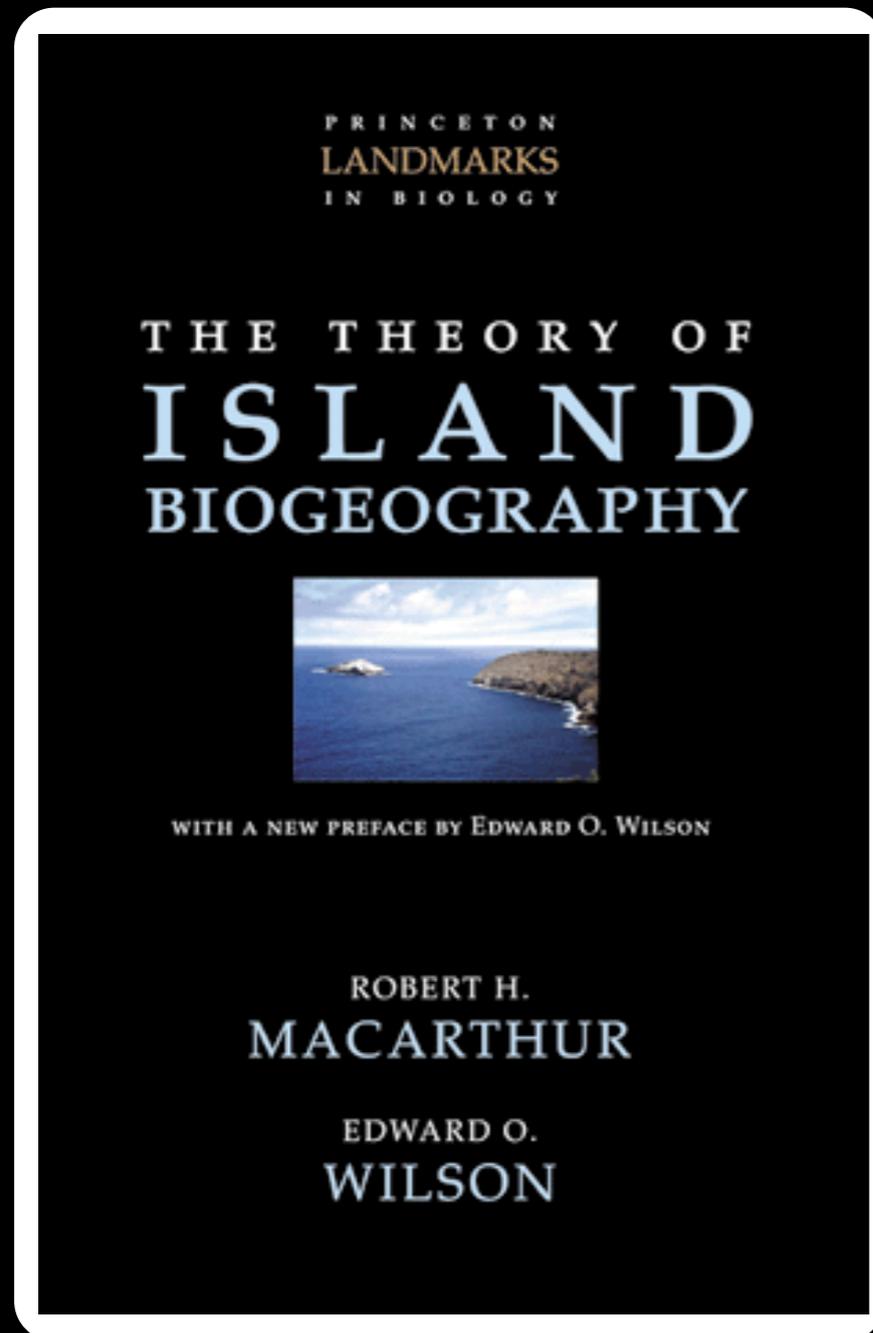


1 - Relação espécie área é universal.

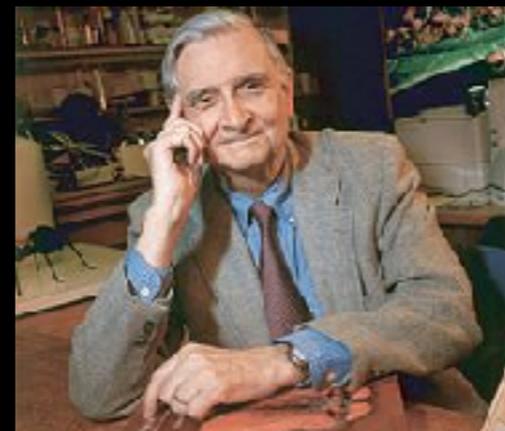
2- Efeito na distância.

3- Riqueza parece se estabilizar rapidamente, apesar de continuarem ocorrendo imigrações e extinções

# Teoria de Biogeografia de Ilhas



Robert H. MacArthur



Edward O. Wilson

1967

# Teoria de Biogeografia de Ilhas

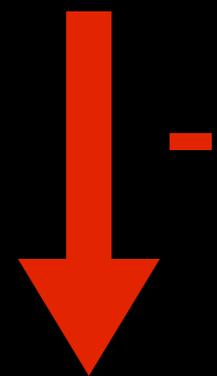
Ilha



Fonte de espécies



Número de imigrantes



Espécies que se extinguem

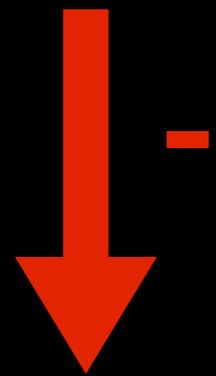
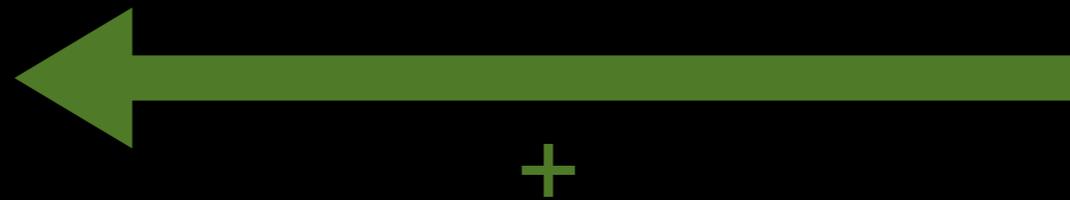
= Número de espécies

# Teoria de Biogeografia de Ilhas

Ilha



Fonte de espécies



$$\frac{dS}{dt} = i_s - e_s$$

$i_s$  = taxa de imigração

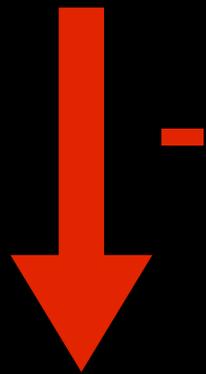
$e_s$  = taxa de extinção

# Definições

Ilha



Fonte de espécies



**Taxa de imigração ( $i_s$ ):** taxa de chegada de espécies ainda não presentes na ilha por unidade de tempo

**Taxa de extinção ( $e_s$ ):** taxa de perda de espécies já existentes em uma ilha por unidade de tempo

# Teoria de Biogeografia de Ilhas



**KEEP  
CALM  
AND**

**Faça você  
mesmo!**

# Teoria de Biogeografia de Ilhas



KEEP  
CALM  
AND

Faça você  
mesmo!

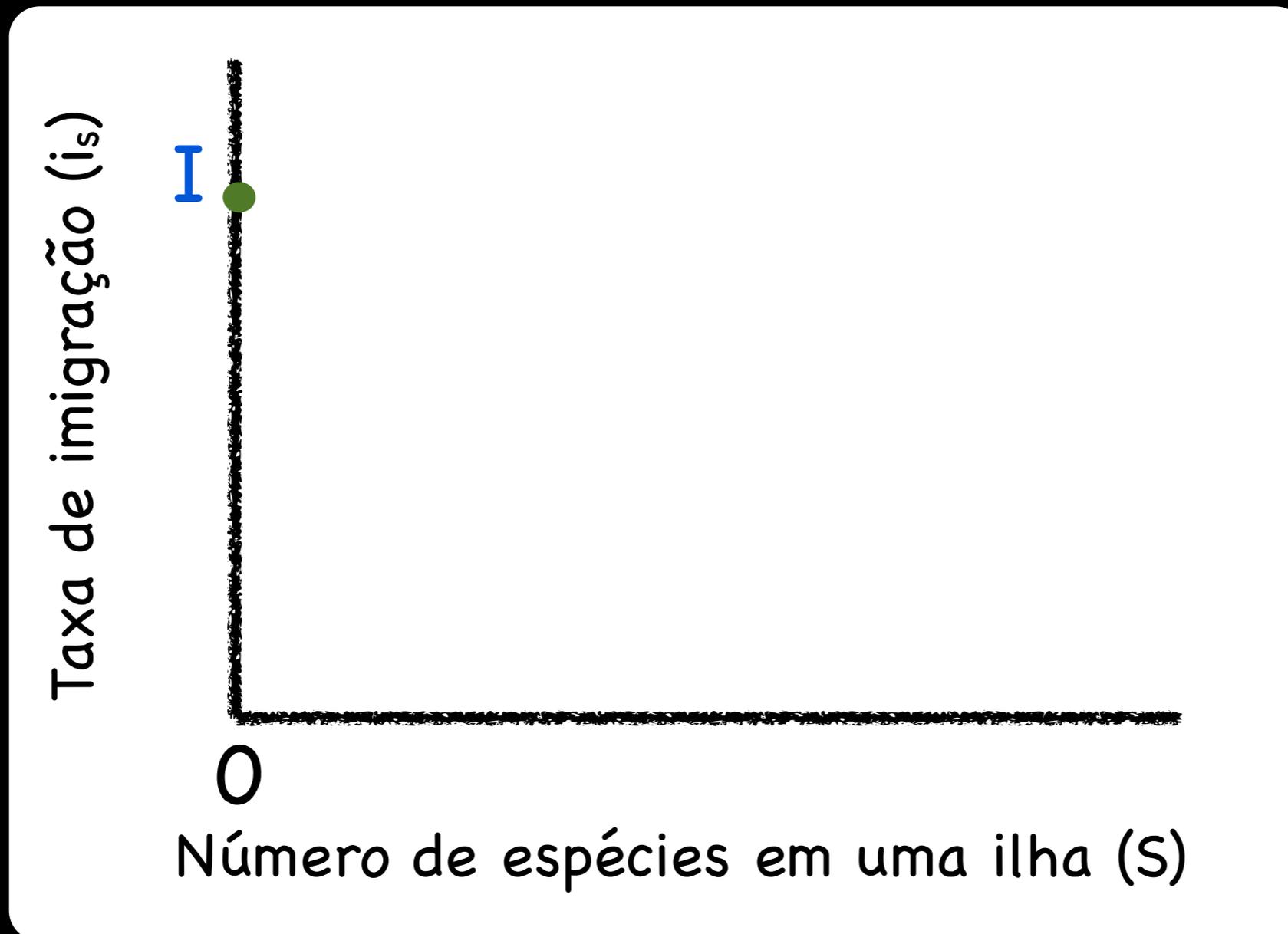
- Formular como a taxa de **imigração** varia de acordo com o número de espécies.
- Formular como a taxa de **extinção** varia de acordo com o número de espécies.
- Ser capaz de prever o equilíbrio de diversidade
- Ser capaz de explicar a relação entre número de espécies e a área de uma ilha

Taxa de imigração ( $i_s$ ): taxa de chegada de espécies ainda não presentes na ilha por unidade de tempo



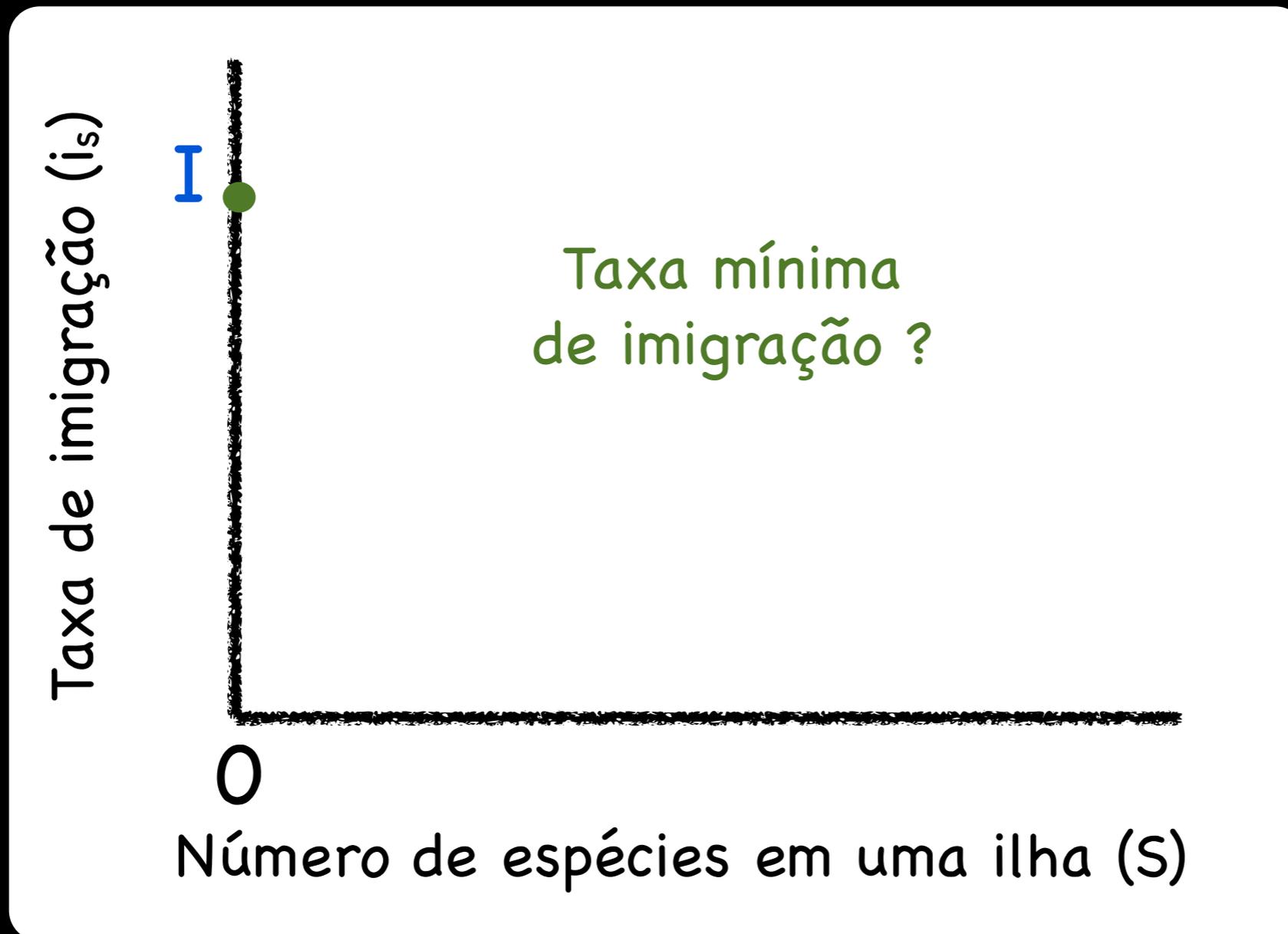
$I$  = Taxa máxima de imigração

Taxa de imigração ( $i_s$ ): taxa de chegada de espécies ainda não presentes na ilha por unidade de tempo



I = Taxa máxima de imigração

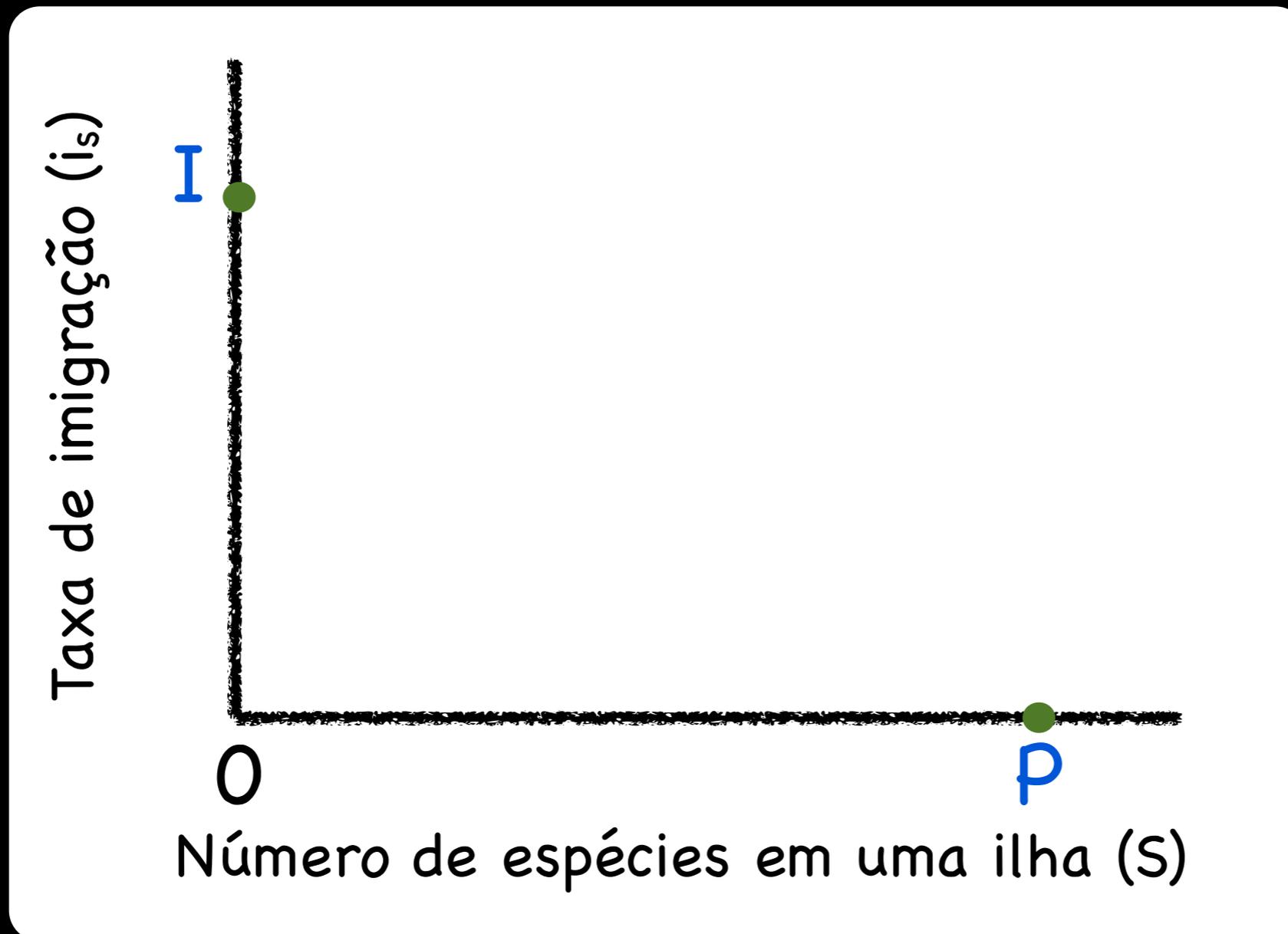
Taxa de imigração ( $i_s$ ): taxa de chegada de espécies ainda não presentes na ilha por unidade de tempo



$I$  = Taxa máxima de imigração

$P$  = taxa mínima de imigração

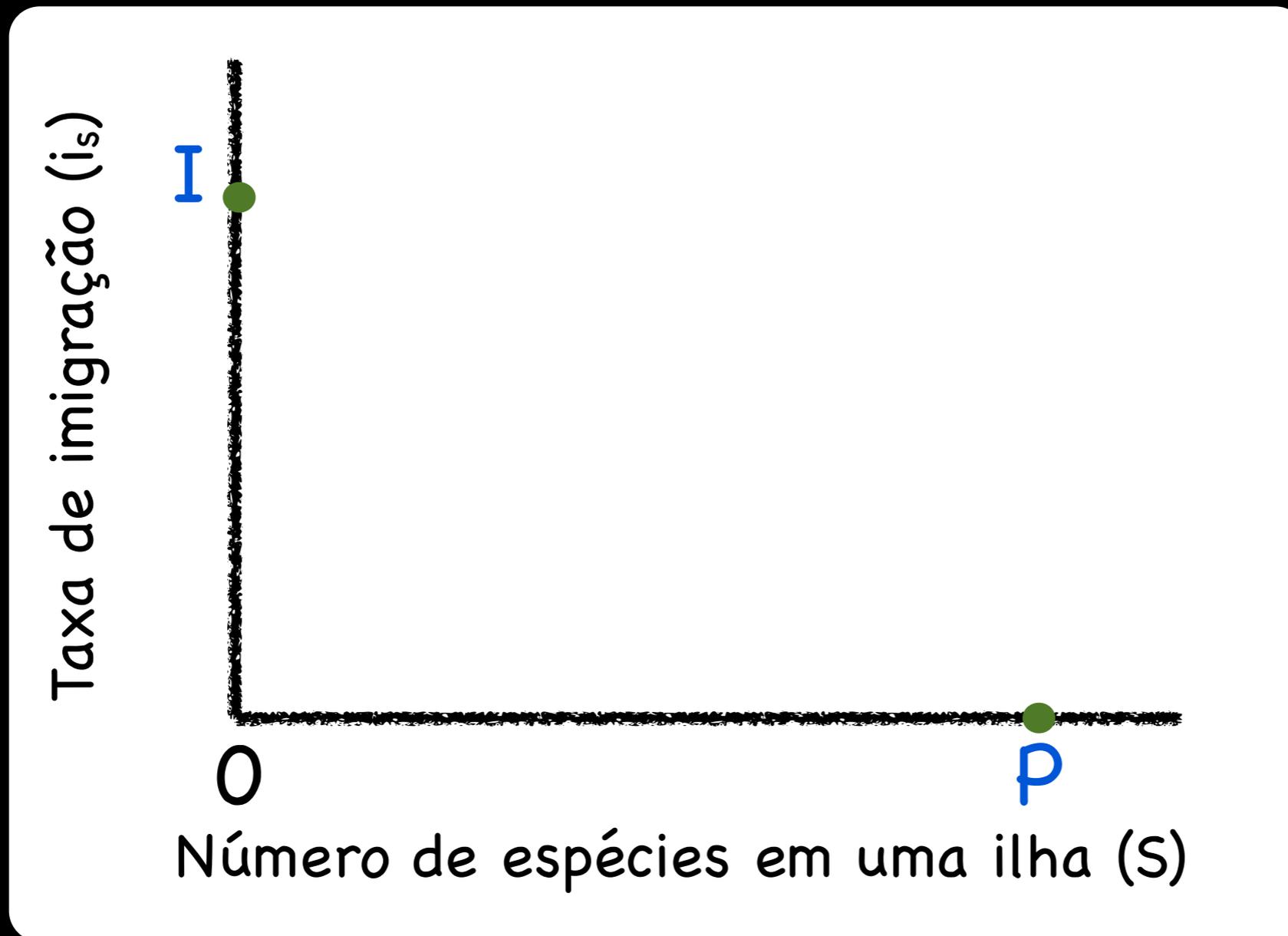
Taxa de imigração ( $i_s$ ): taxa de chegada de espécies ainda não presentes na ilha por unidade de tempo



$I$  = Taxa máxima de imigração

$P$  = ?

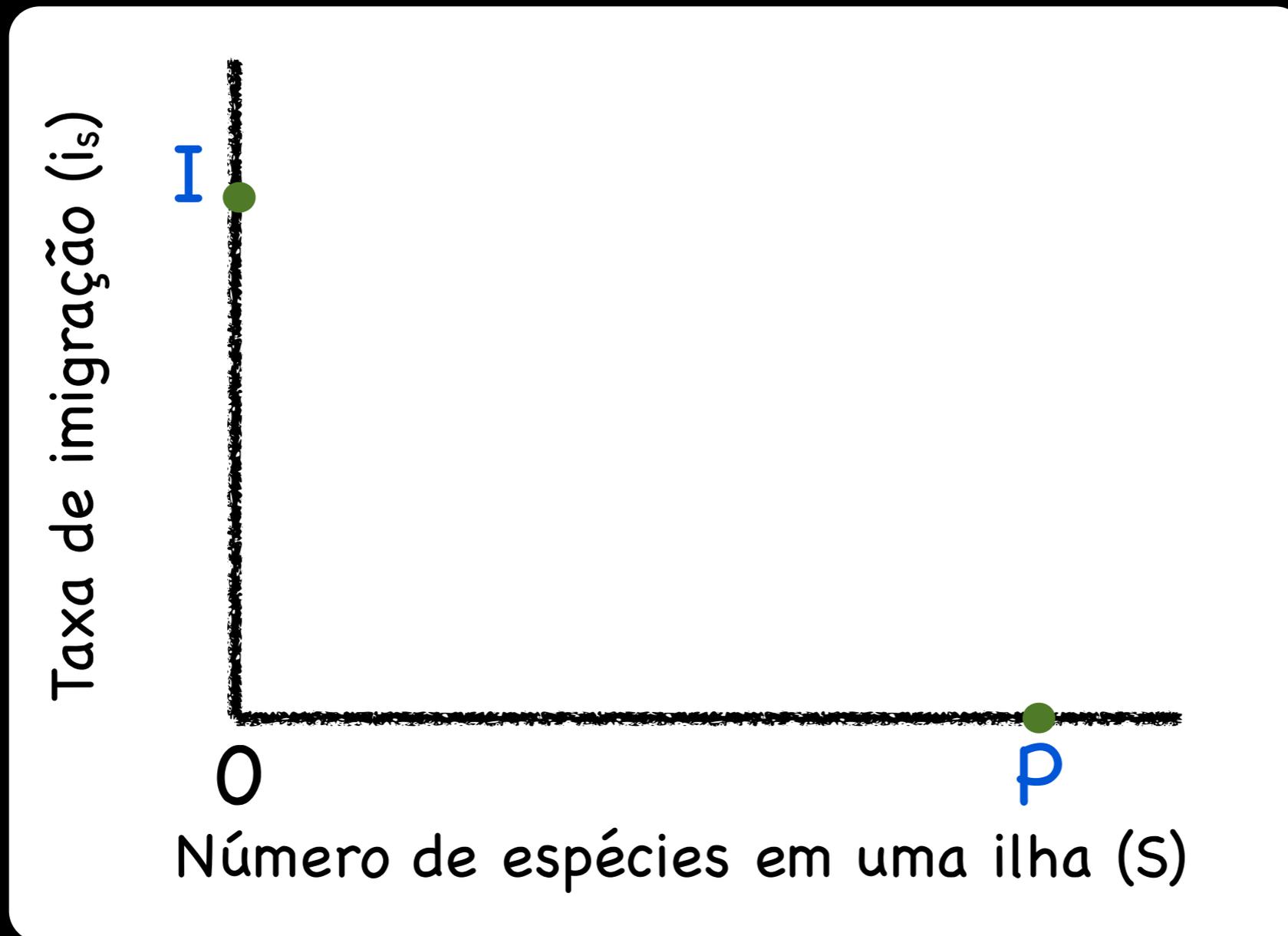
Taxa de imigração ( $i_s$ ): taxa de chegada de espécies ainda não presentes na ilha por unidade de tempo



I = Taxa máxima de imigração

P = Número de espécies na "fonte"

Qual seria a forma mais simples de descrever a relação entre taxa de imigração e o número de espécies em uma ilha?

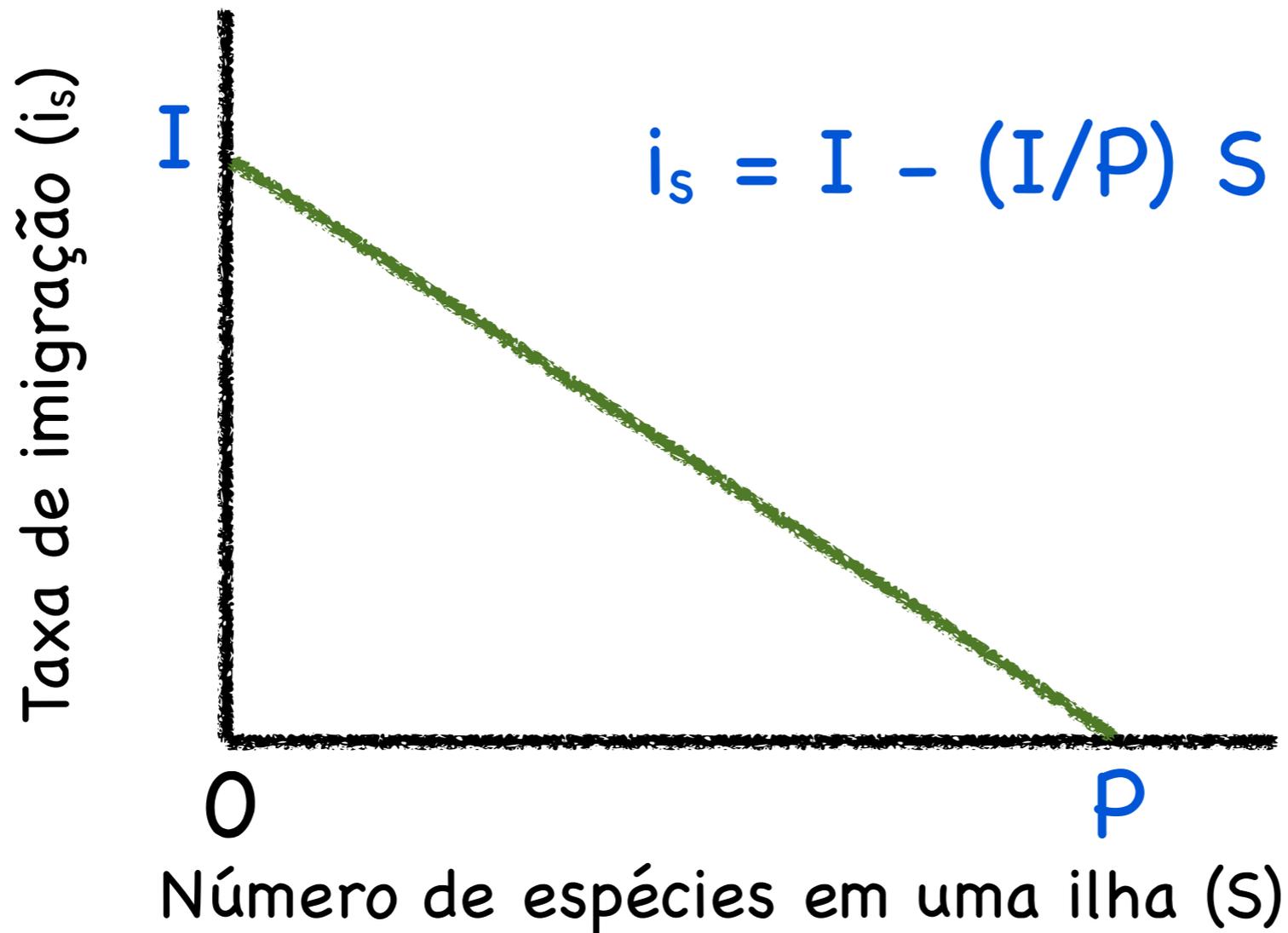


$I$  = Taxa máxima de imigração

$P$  = Número de espécies na "fonte"

# Taxa de Imigração

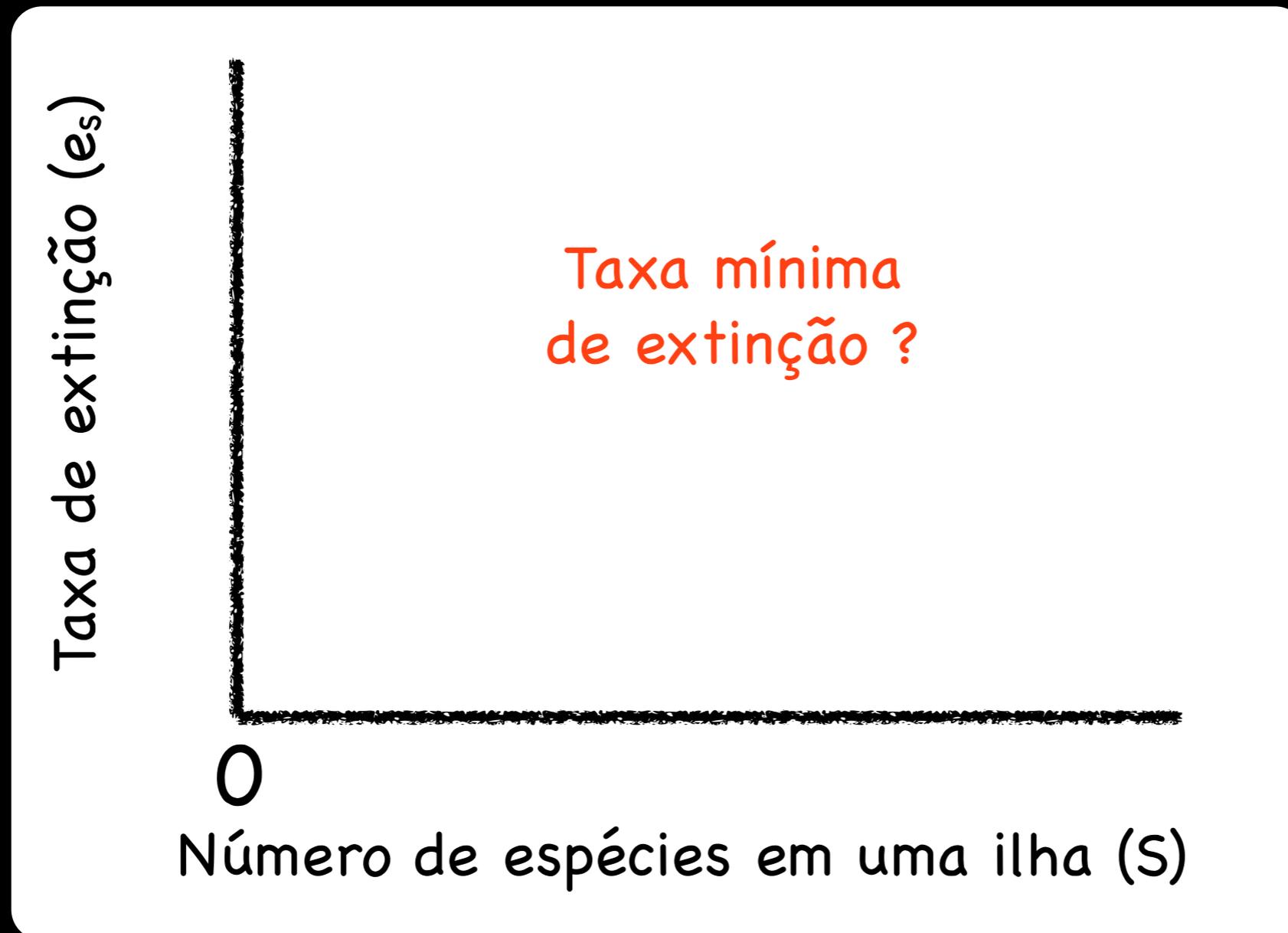
$$y = a - b x$$



$I$  = Taxa máxima de imigração

$P$  = Número de espécies na "fonte"

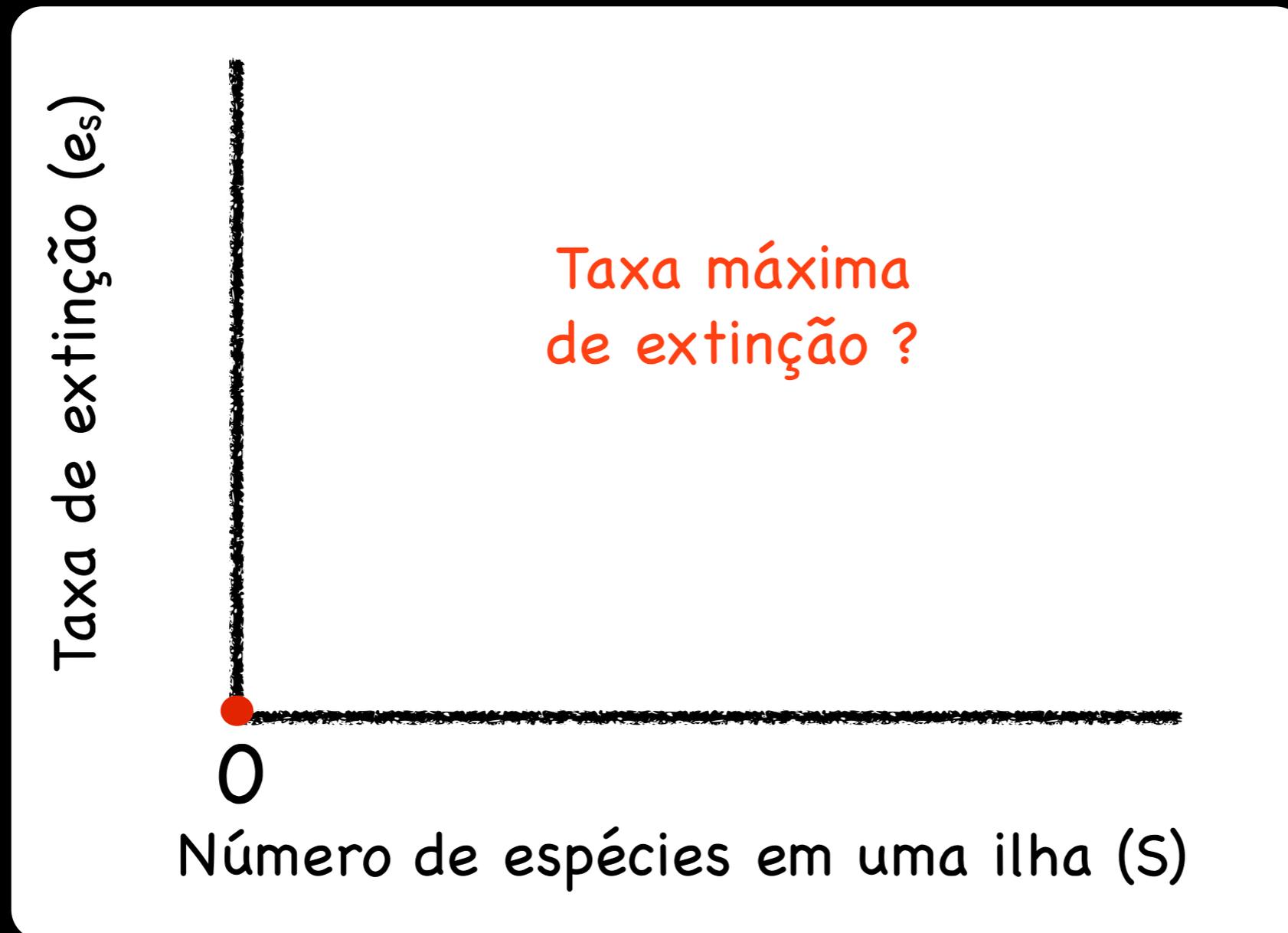
**Taxa de extinção ( $e_s$ ):** taxa de perda de espécies já existentes em uma ilha por unidade de tempo



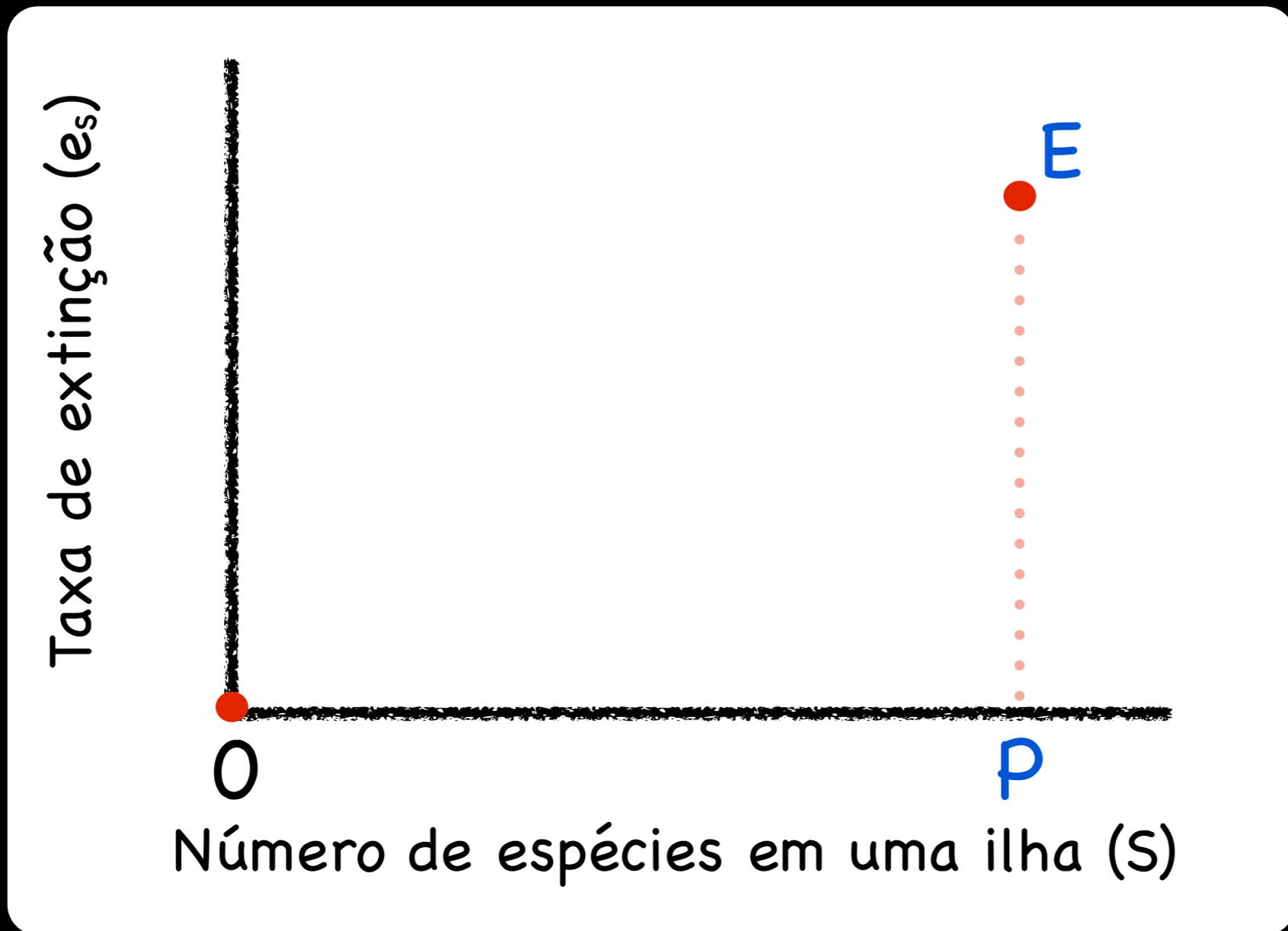
**Taxa de extinção ( $e_s$ ):** taxa de perda de espécies já existentes em uma ilha por unidade de tempo



**Taxa de extinção ( $e_s$ ):** taxa de perda de espécies já existentes em uma ilha por unidade de tempo



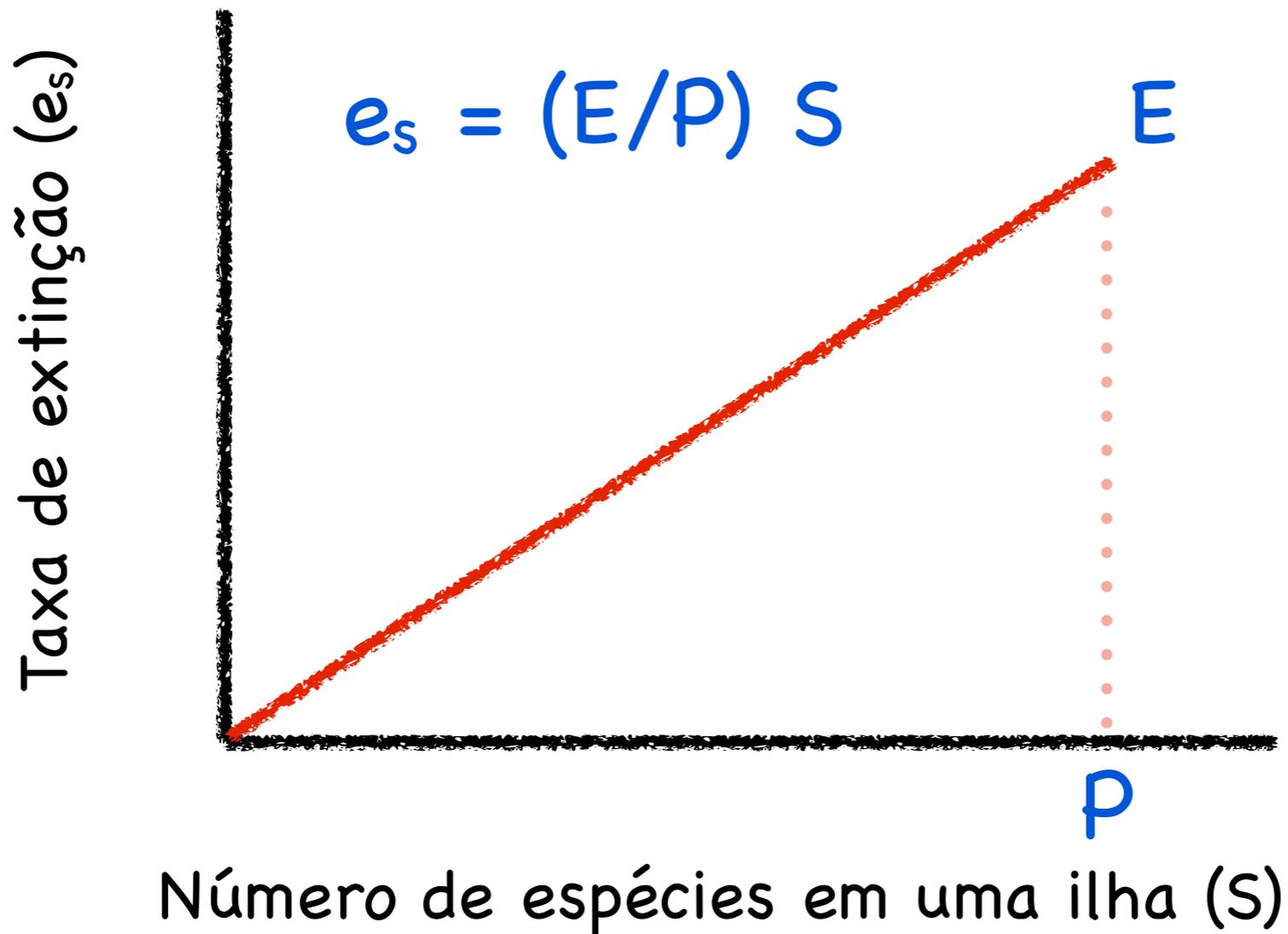
# Taxa de Extinção



E = Taxa máxima de extinção

P = Número de espécies na "fonte"

# Taxa de Extinção



E = Taxa máxima de extinção

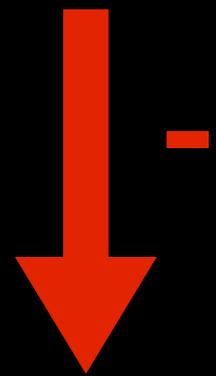
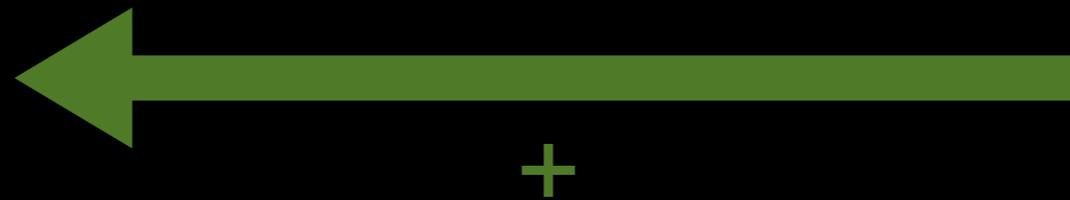
P = Número de espécies na "fonte"

# Teoria de Biogeografia de Ilhas

Ilha



Fonte de espécies



$$\frac{dS}{dt} = i_s - e_s$$

$i_s$  = taxa de imigração

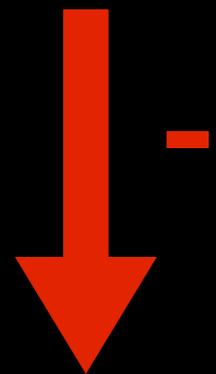
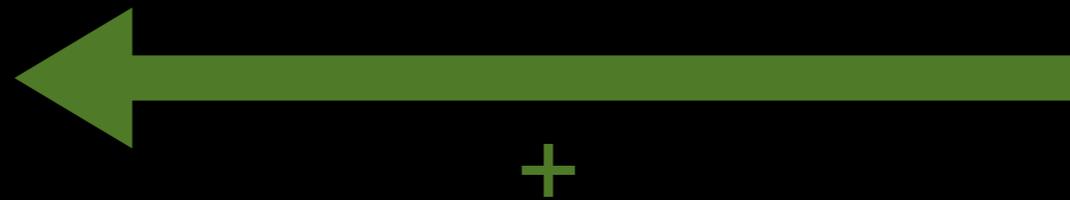
$e_s$  = taxa de extinção

# Teoria de Biogeografia de Ilhas

Ilha



Fonte de espécies



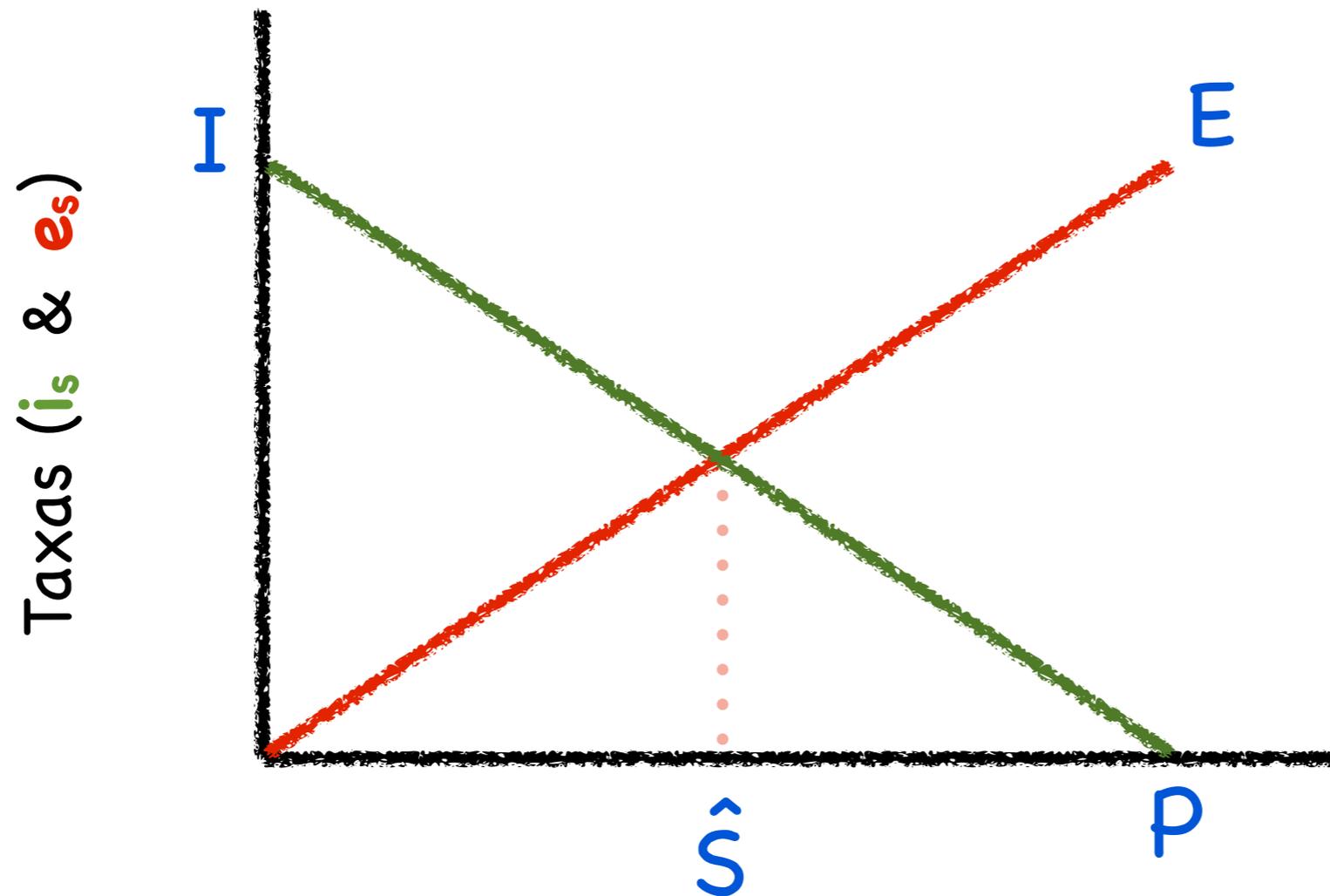
$$0 = i_s - e_s$$

$$i_s = e_s$$

$i_s$  = taxa de imigração

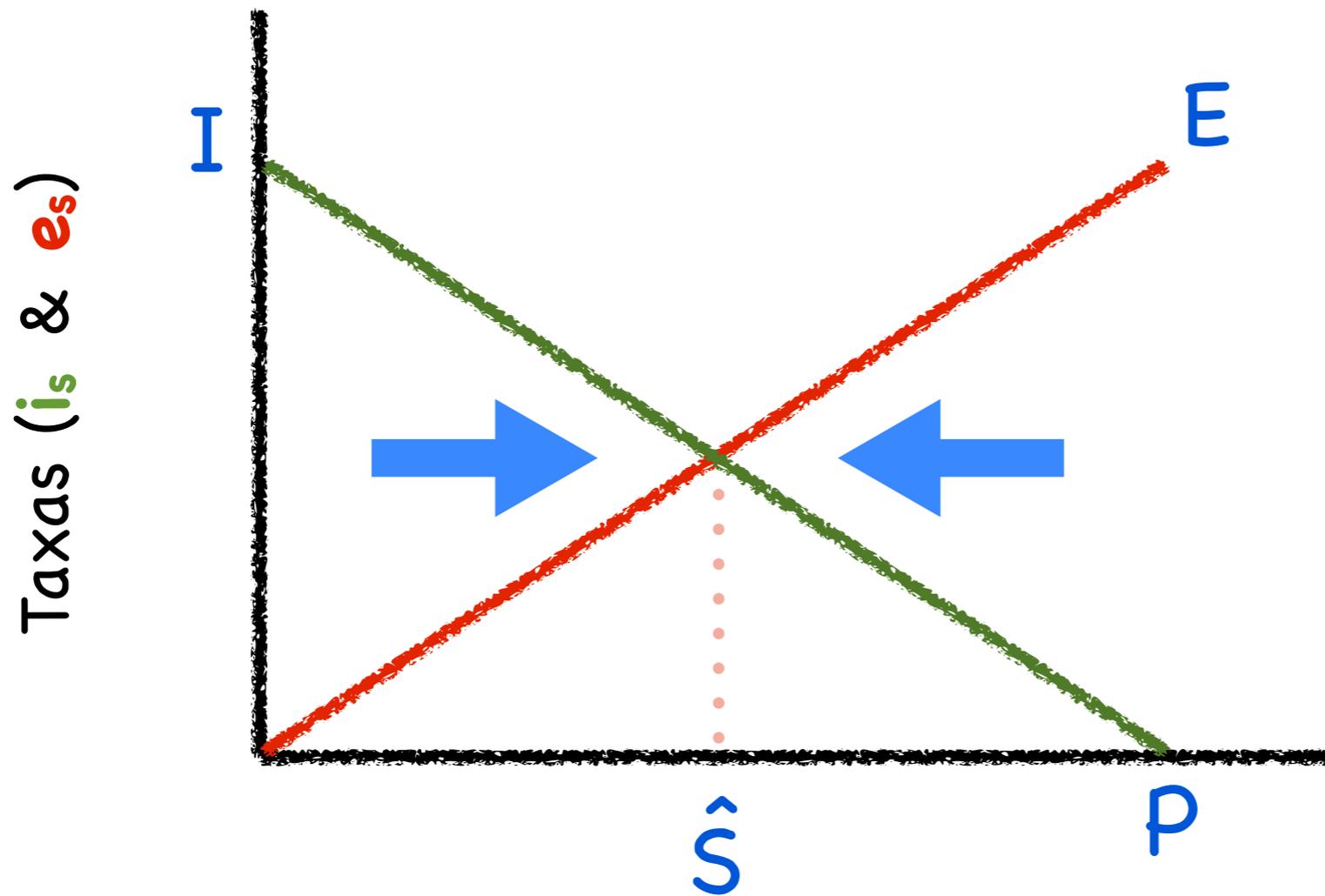
$e_s$  = taxa de extinção

# Equilíbrio de riqueza



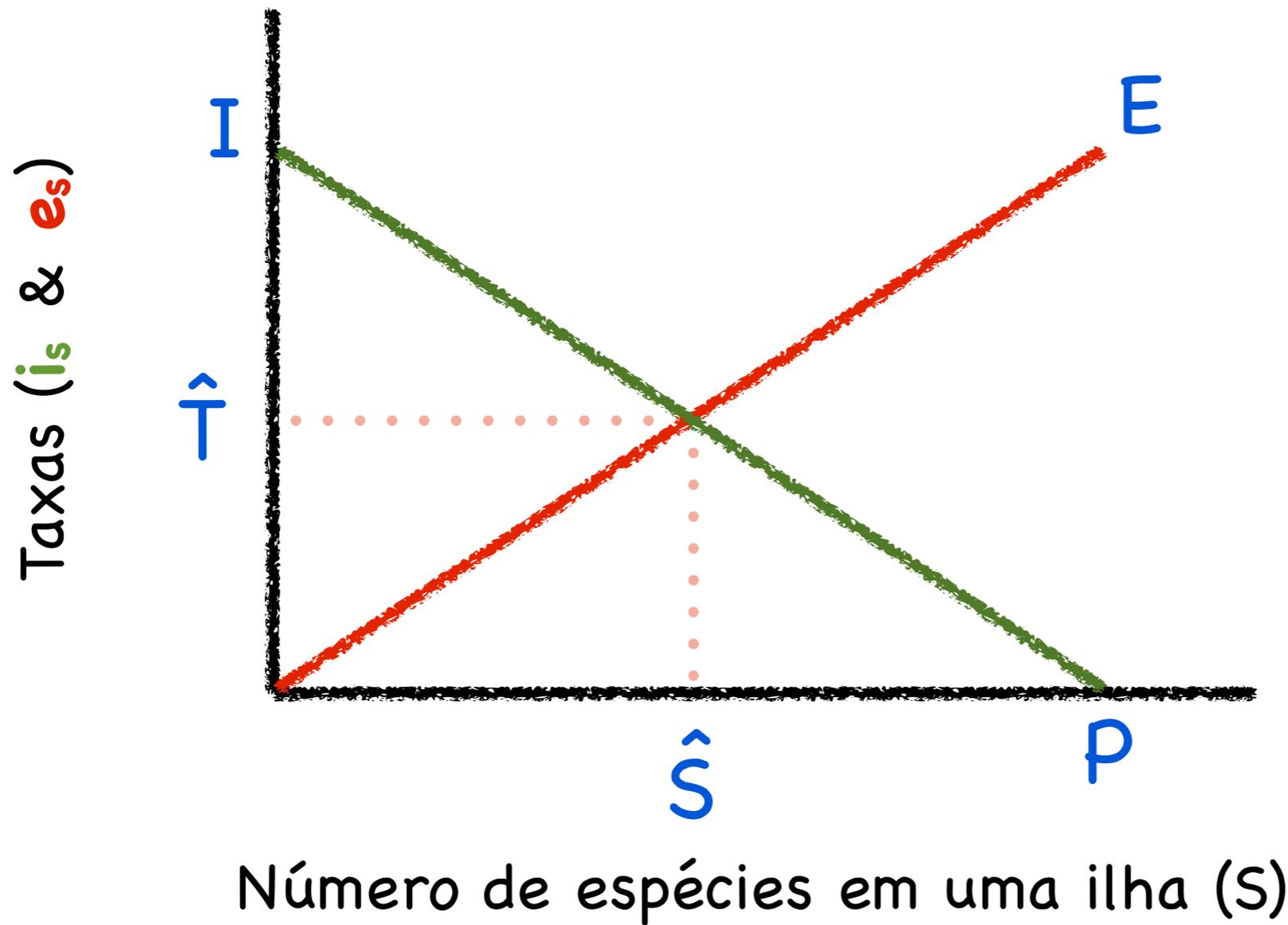
Número de espécies em uma ilha (S)

# Equilíbrio Estável

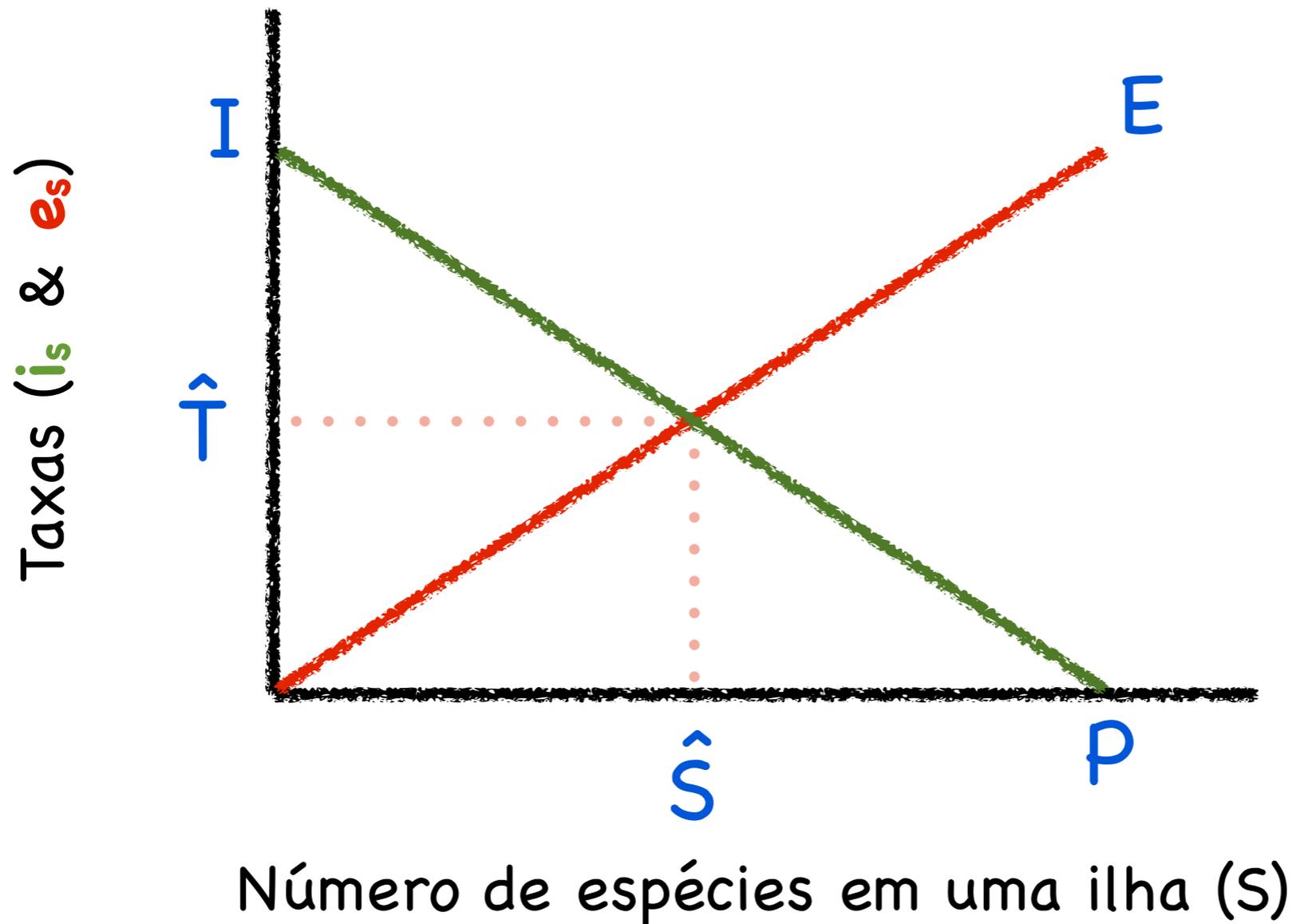


Número de espécies em uma ilha ( $S$ )

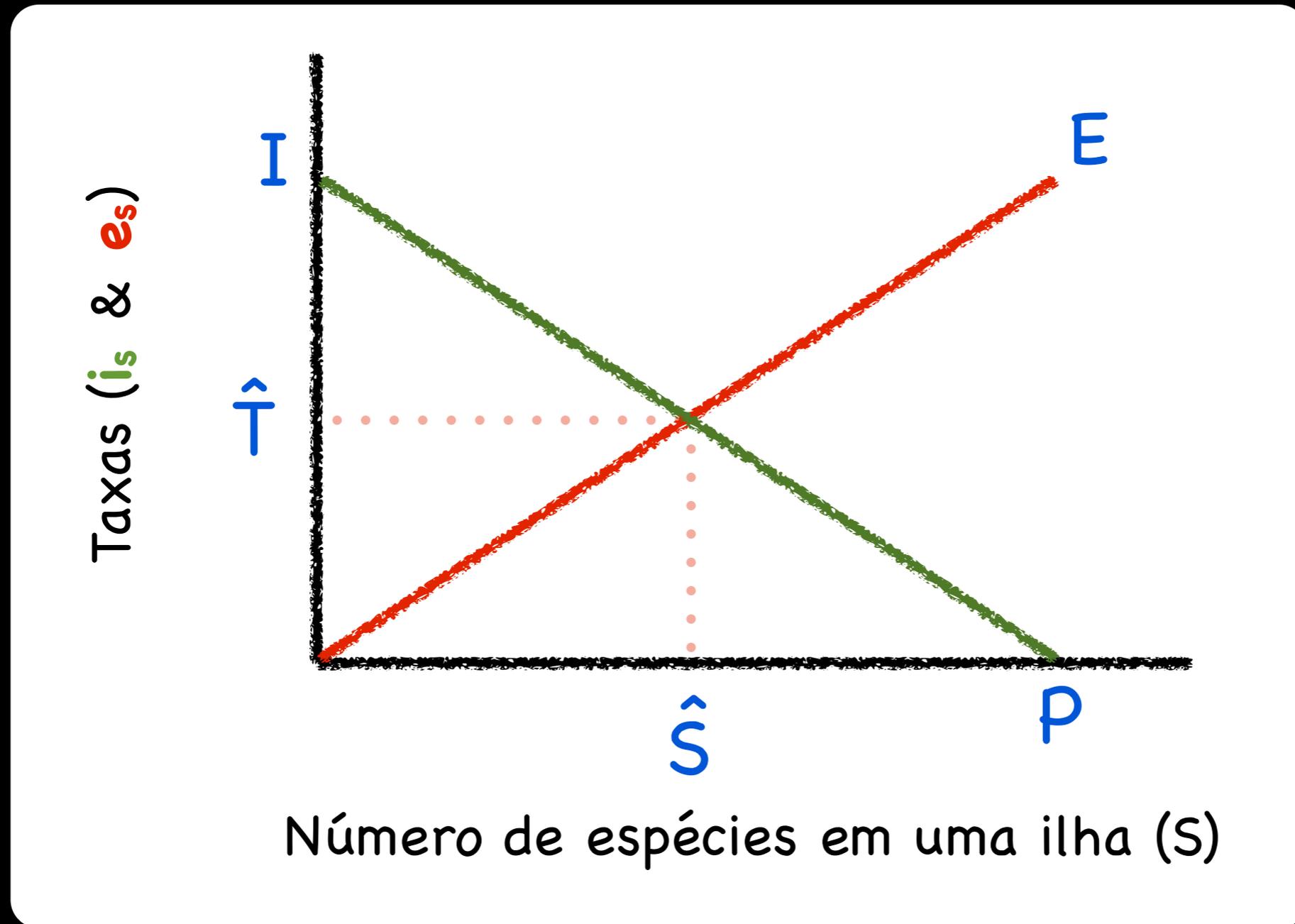
# Equilíbrio de riqueza e Taxa de "Turnover"



Taxa de "Turnover": número de espécies chegando (ou desaparecendo) por unidade de tempo quando em equilíbrio

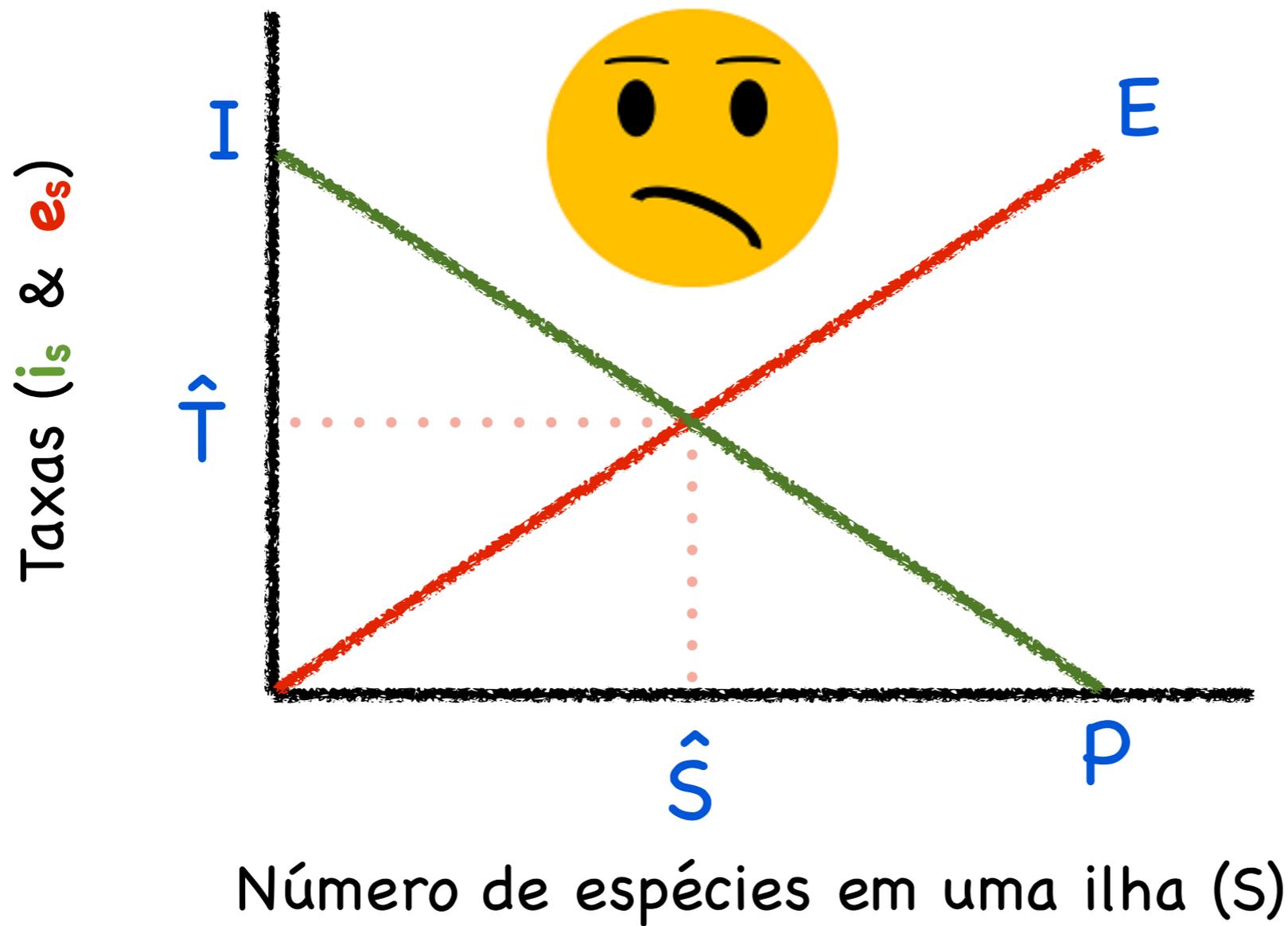


# Equilíbrio dinâmico

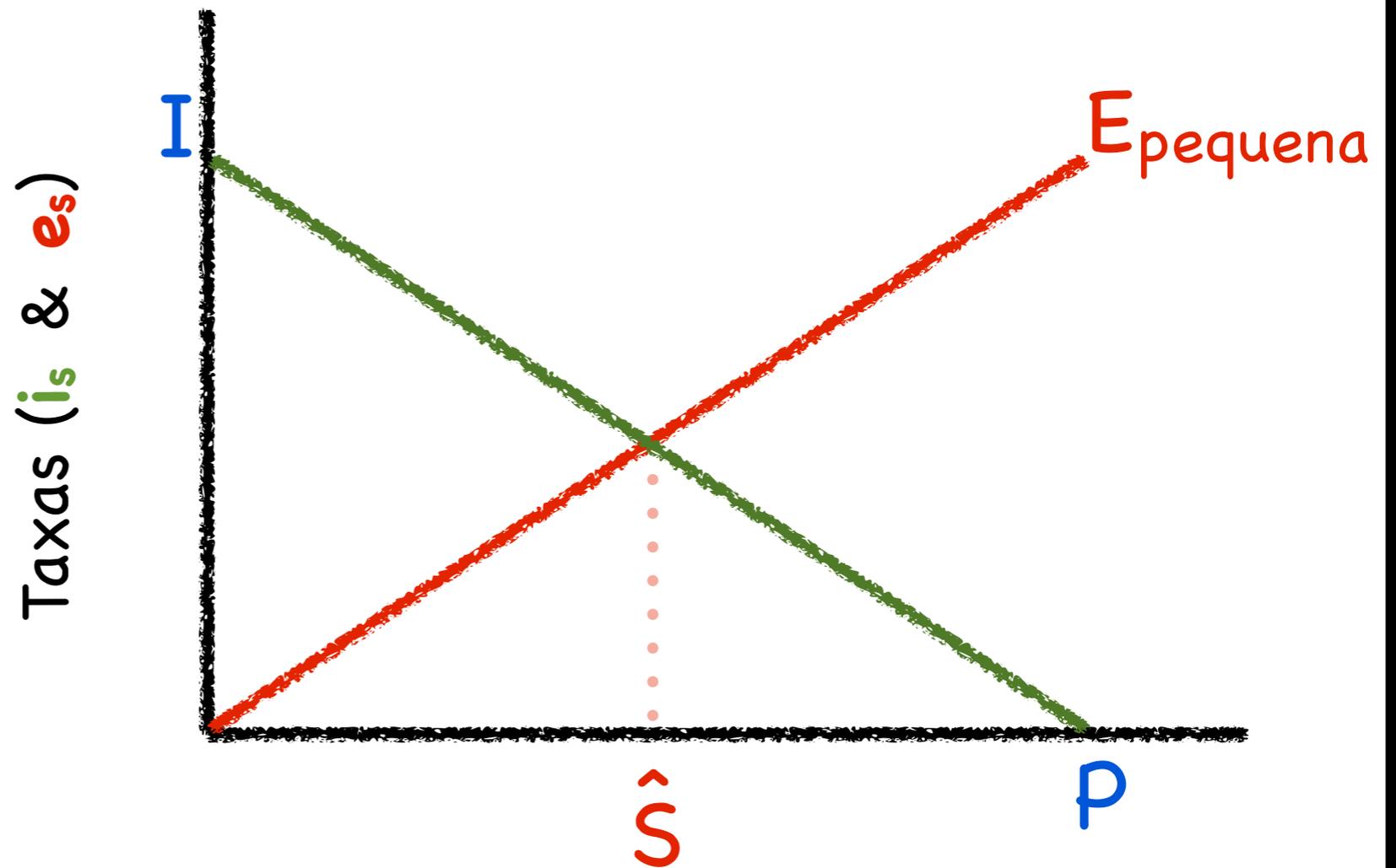


Equilíbrio chamado de dinâmico pois o balanço entre taxas de extinção e imigração geram um equilíbrio no número de espécies apesar da a composição de espécies se modificar continuamente. Continuam ocorrendo extinções e imigrações !!!

Mais ainda não explicamos a relação entre área e riqueza!!!!

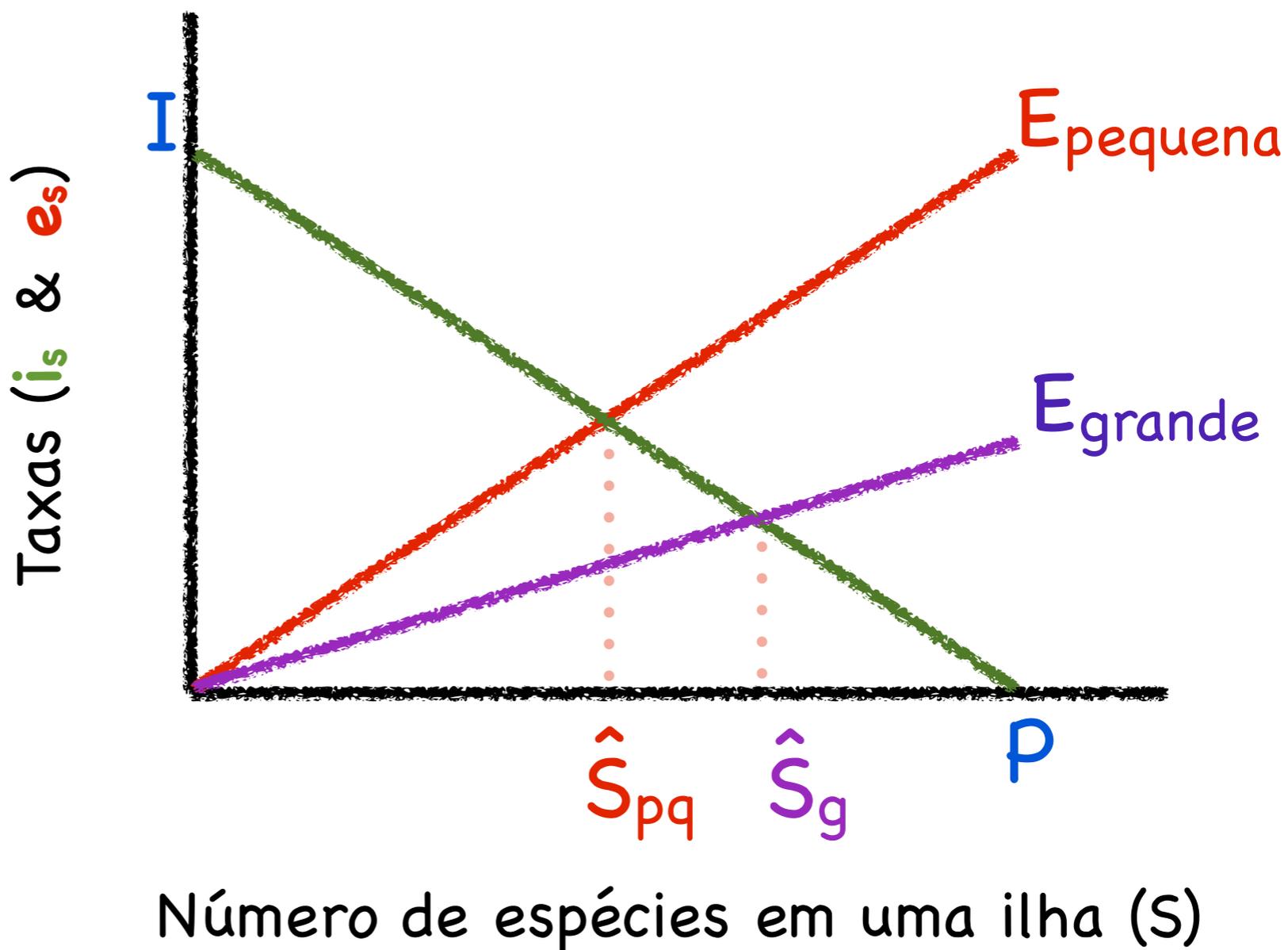


# Efeito da Área



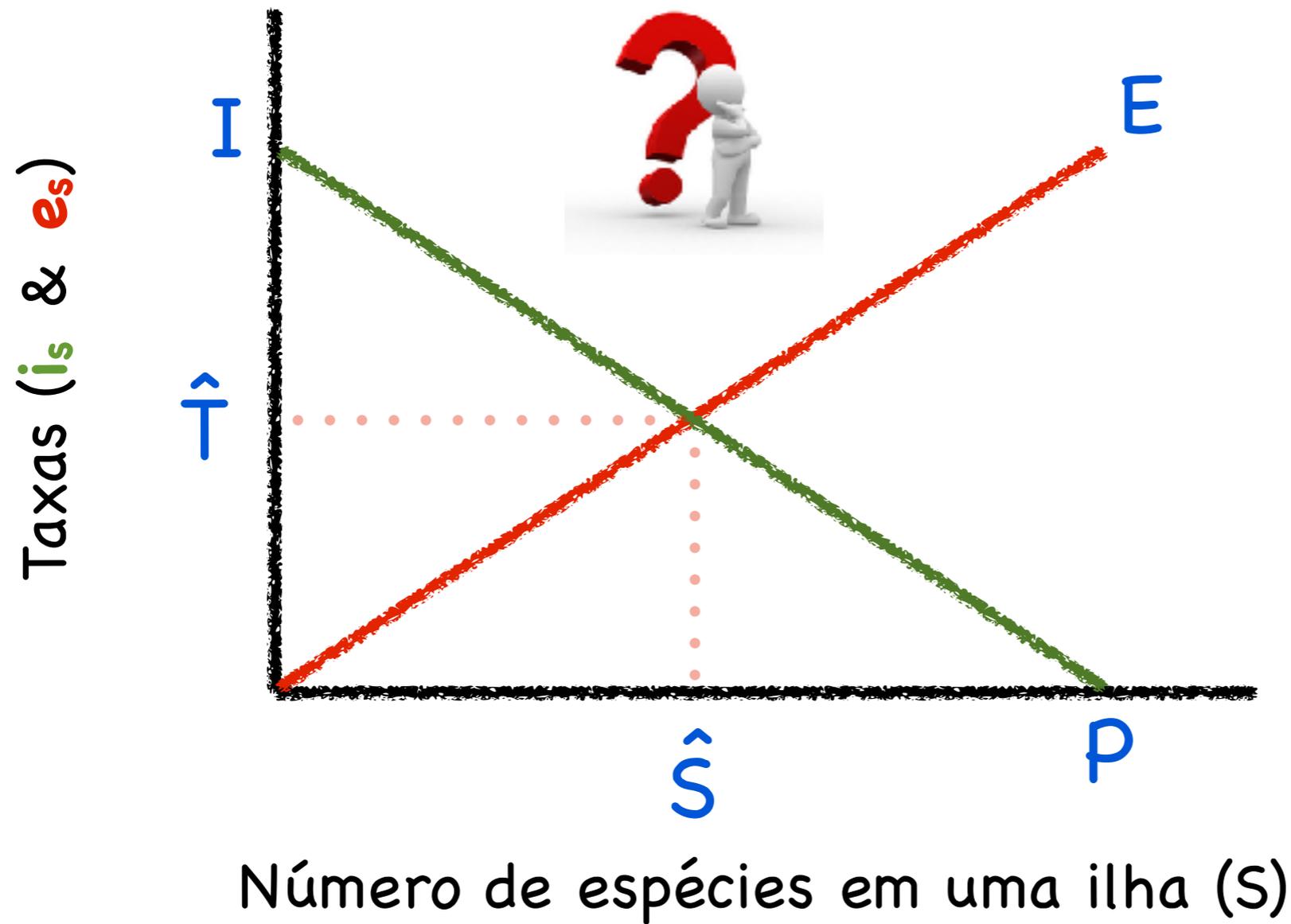
Número de espécies em uma ilha ( $S$ )

# Efeito da Área

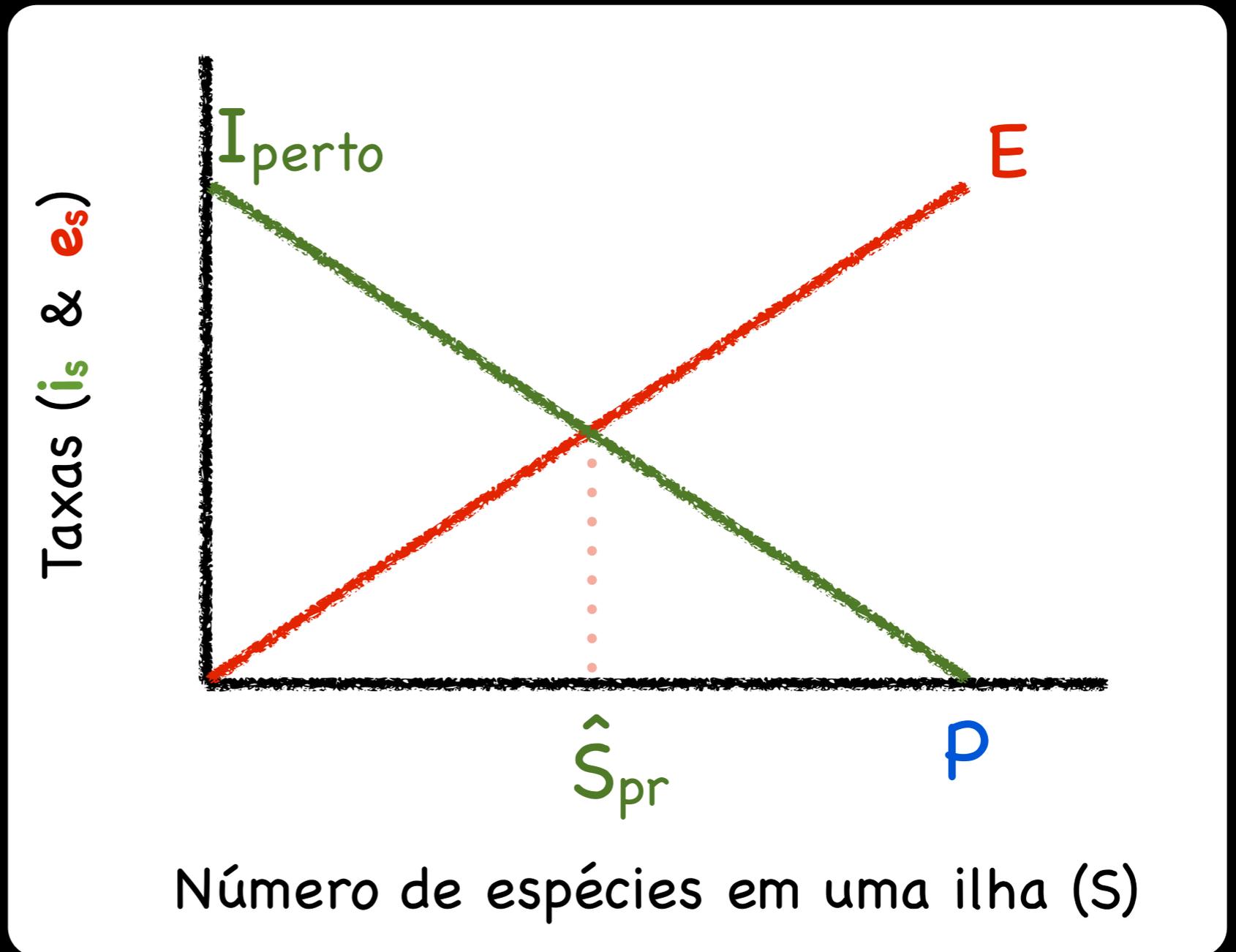


Ilhas menores tem populações menores e portanto maiores probabilidades de extinção.

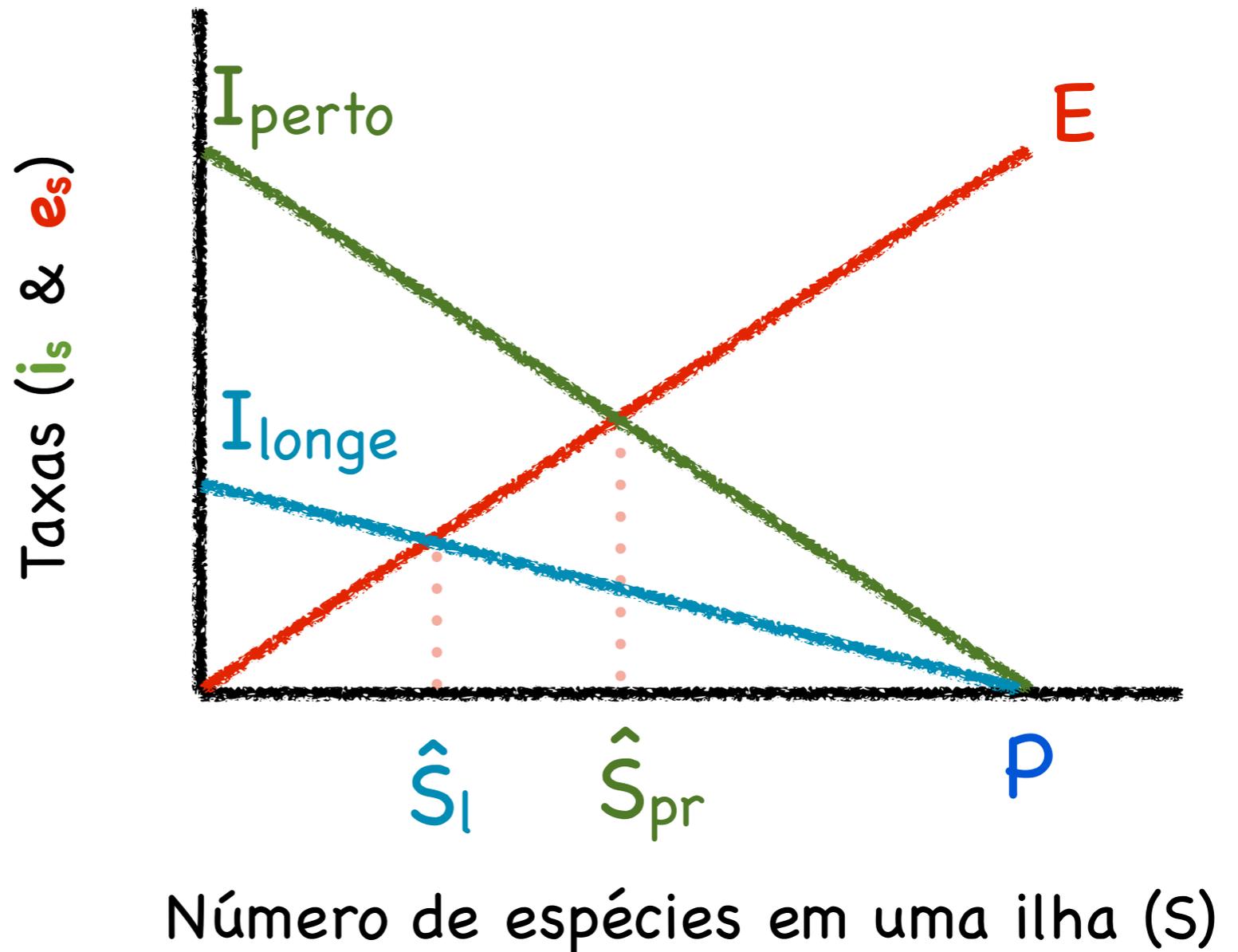
# E como incorporar o efeito do isolamento?



# Efeito do Isolamento



# Efeito do Isolamento

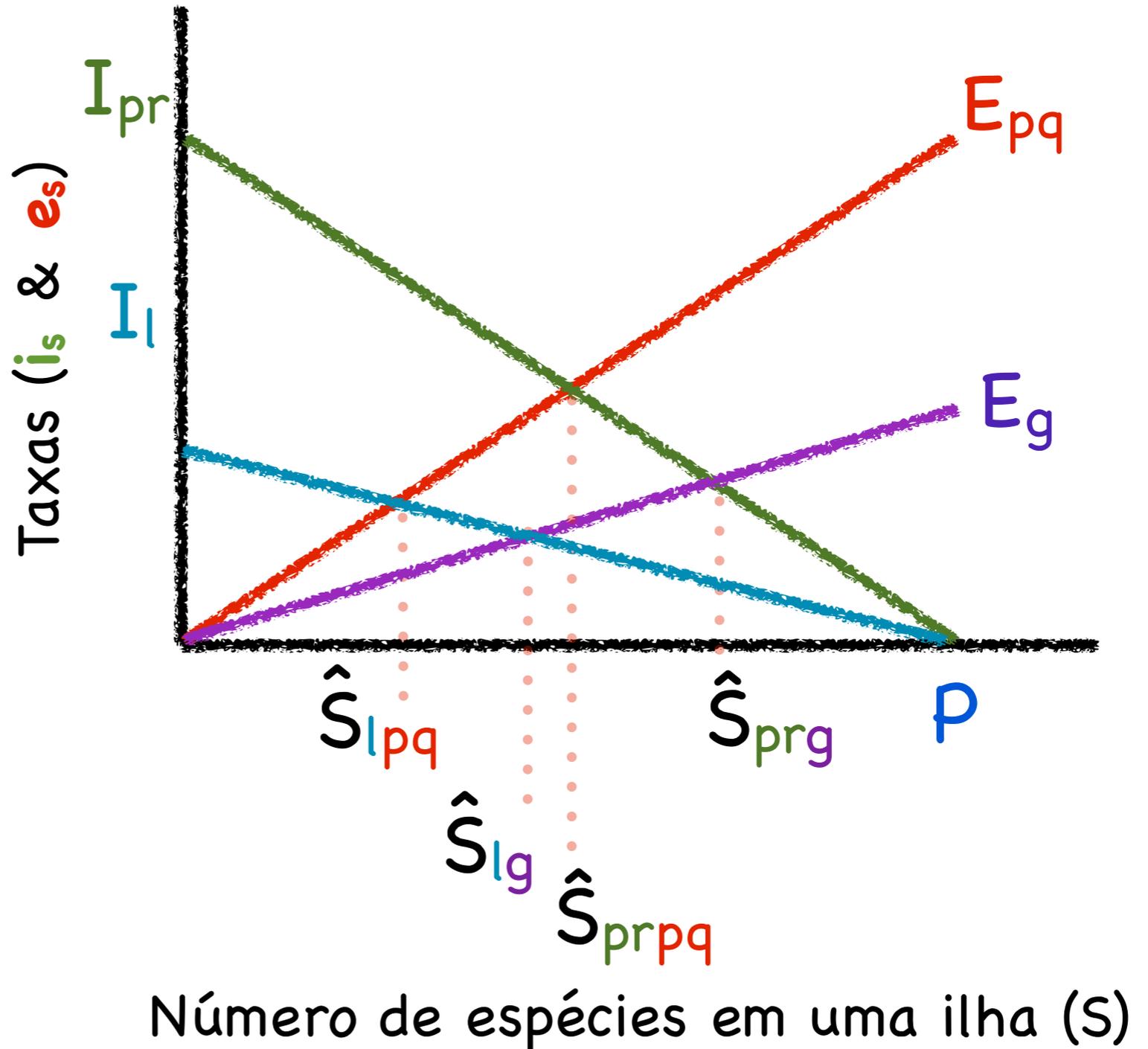
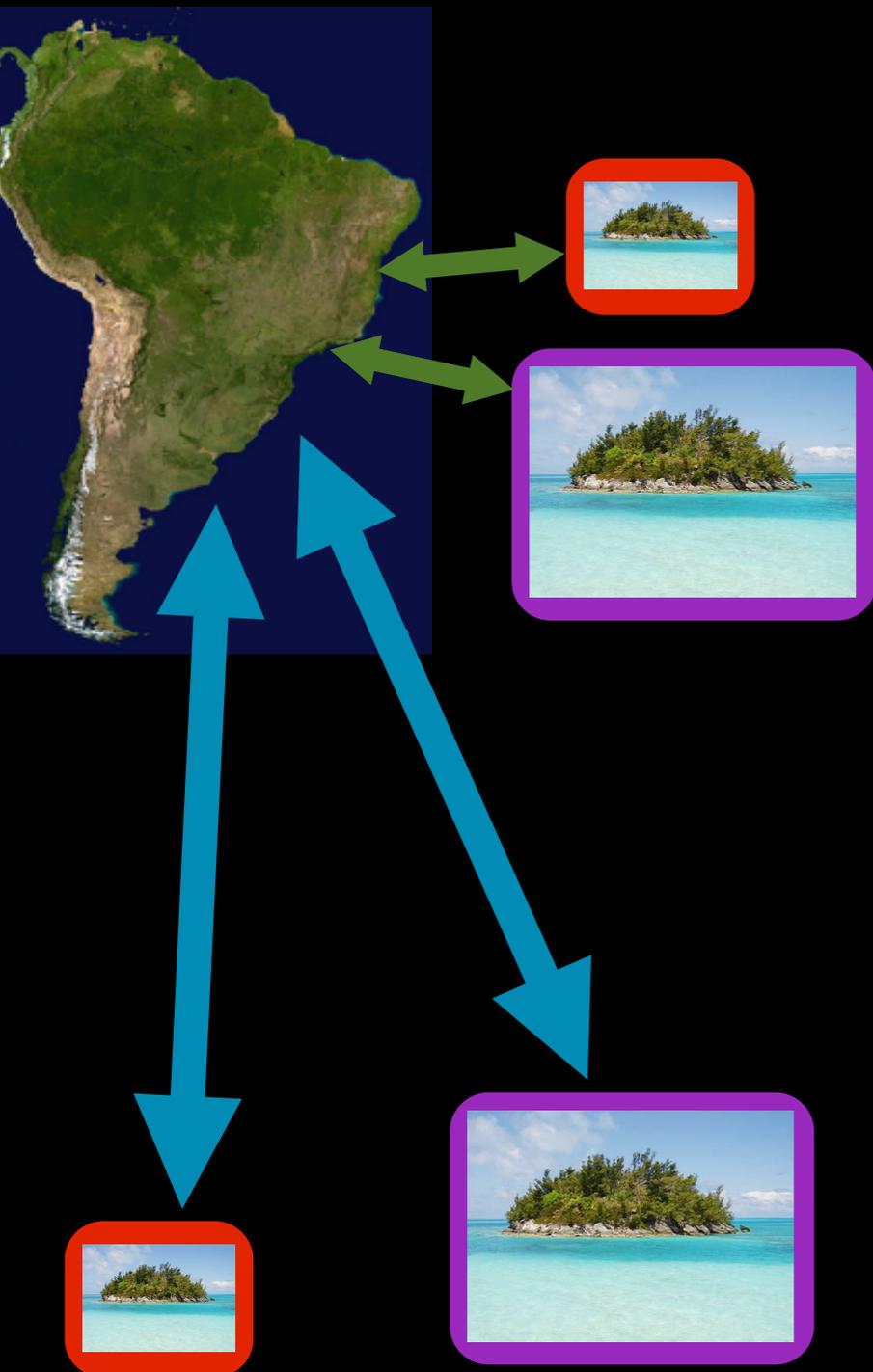


A distância deve diretamente afetar o sucesso da dispersão e portanto de estabelecimento de populações.

Tudo ao mesmo tempo agora!!!

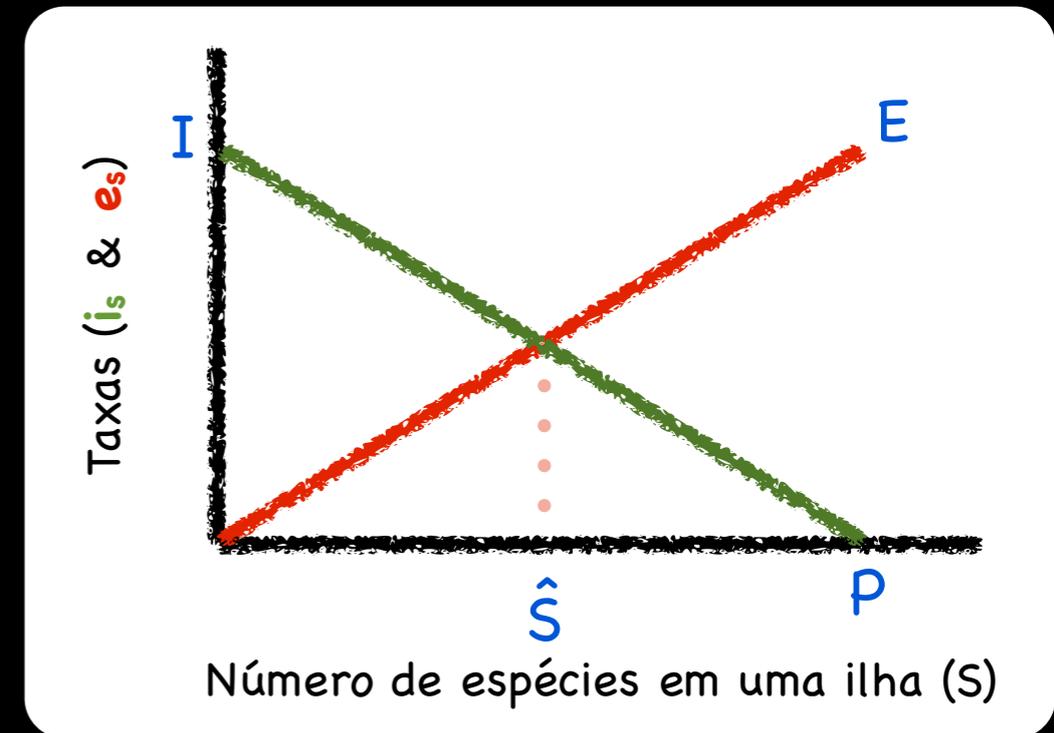


# Efeito da Distância e Tamanho

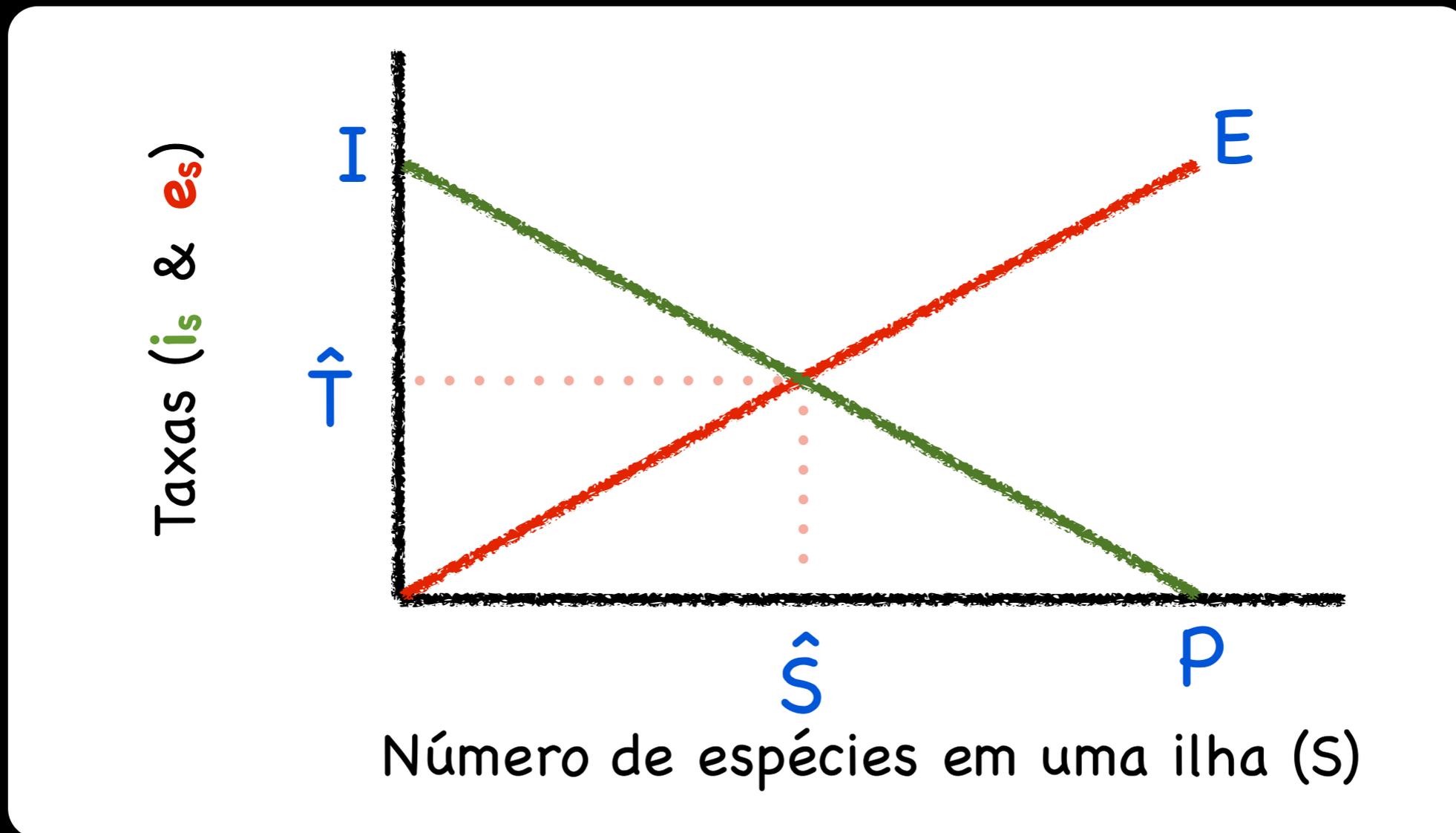


# Vantagens da Teoria

- Simples: fácil compreensão
- Modelos são simples e têm a intenção de ajudar a pensar. Balanço entre "precisão" (complexidade) e generalidade (e clareza).
- Gera hipóteses testáveis

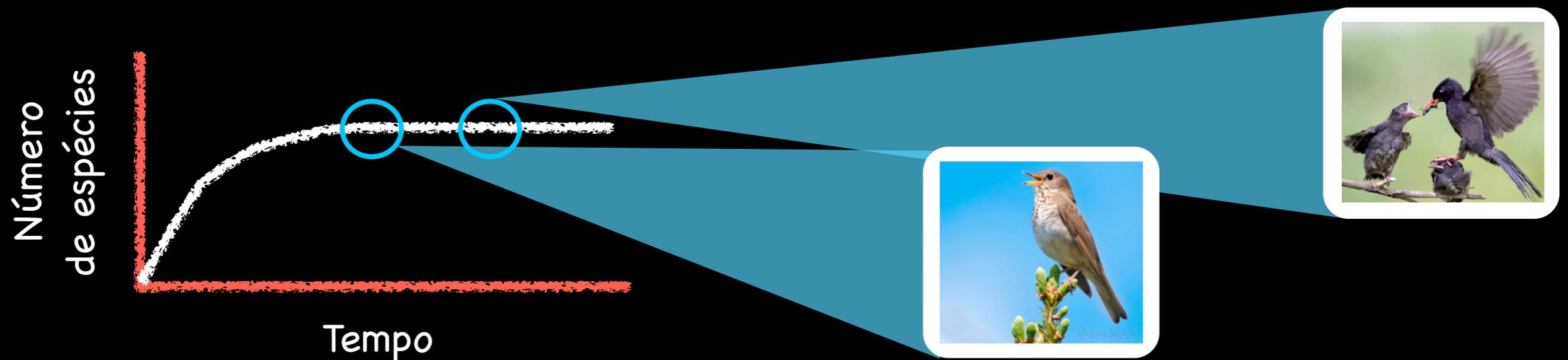


# Previsões da Teoria de Biogeografia de ilhas



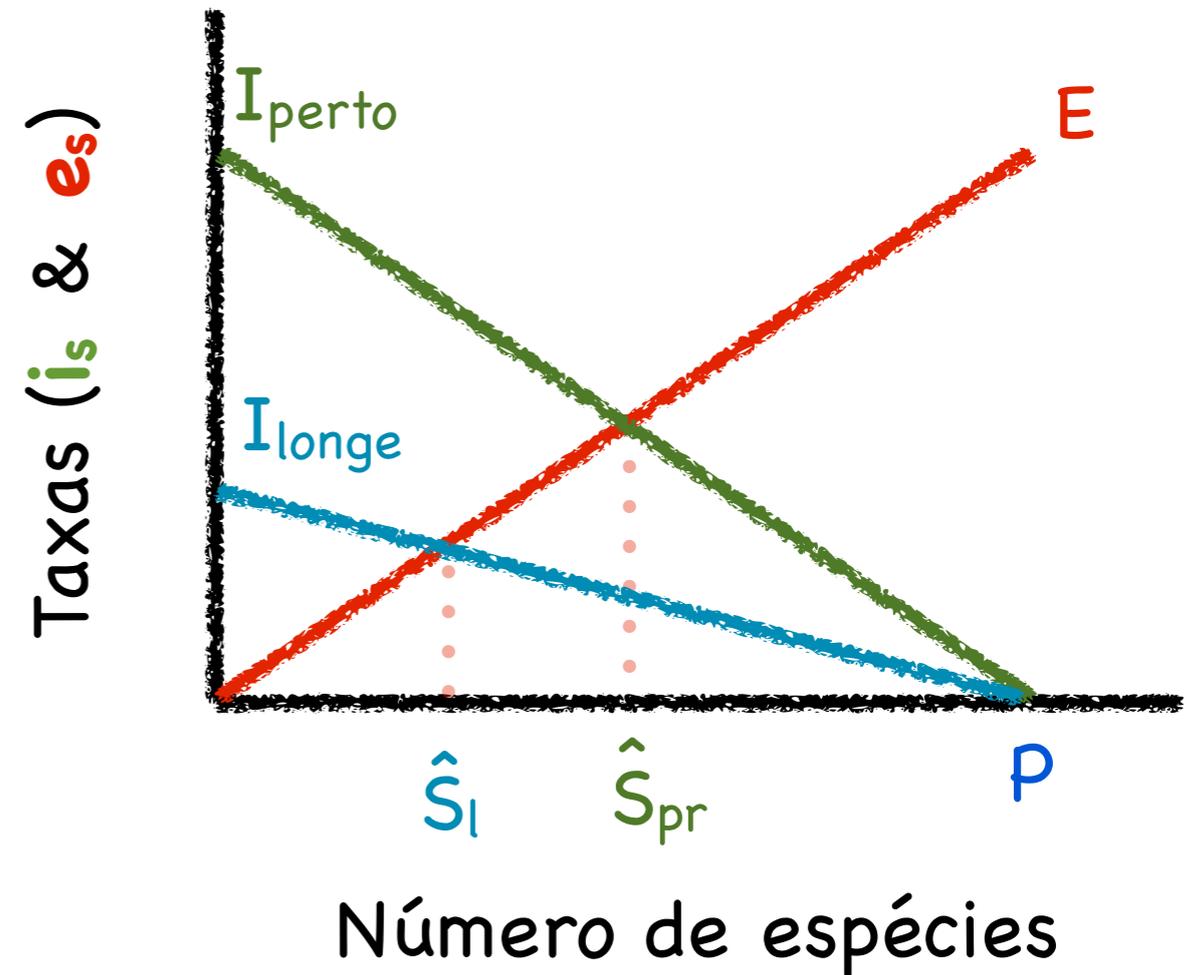
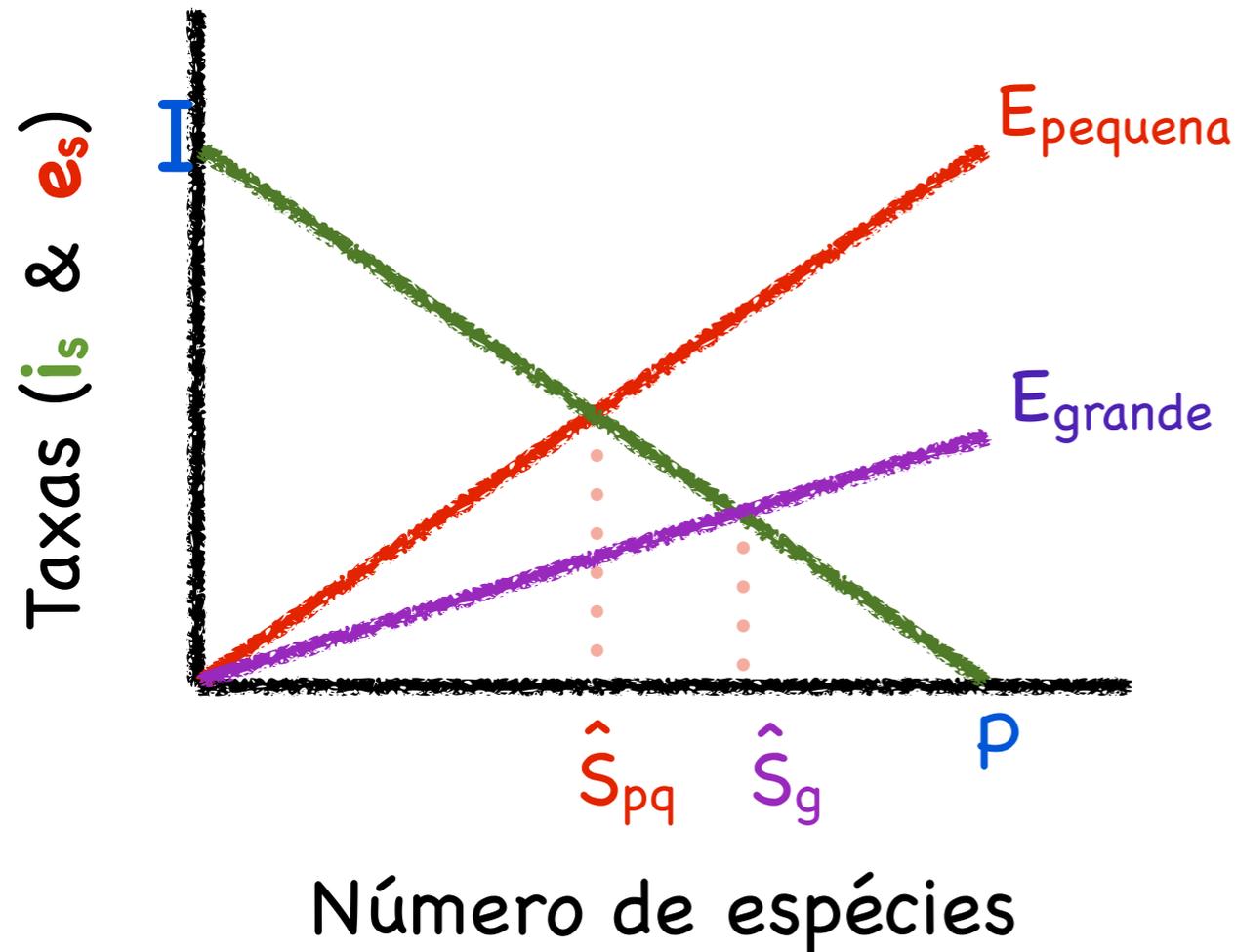
- Um equilíbrio no número de espécies resultante do balanço entre imigração e extinção.
- A composição de espécies deve mudar continuamente ("turnover") mesmo depois de alcançado o equilíbrio.

# Previsões da Teoria de Biogeografia de ilhas



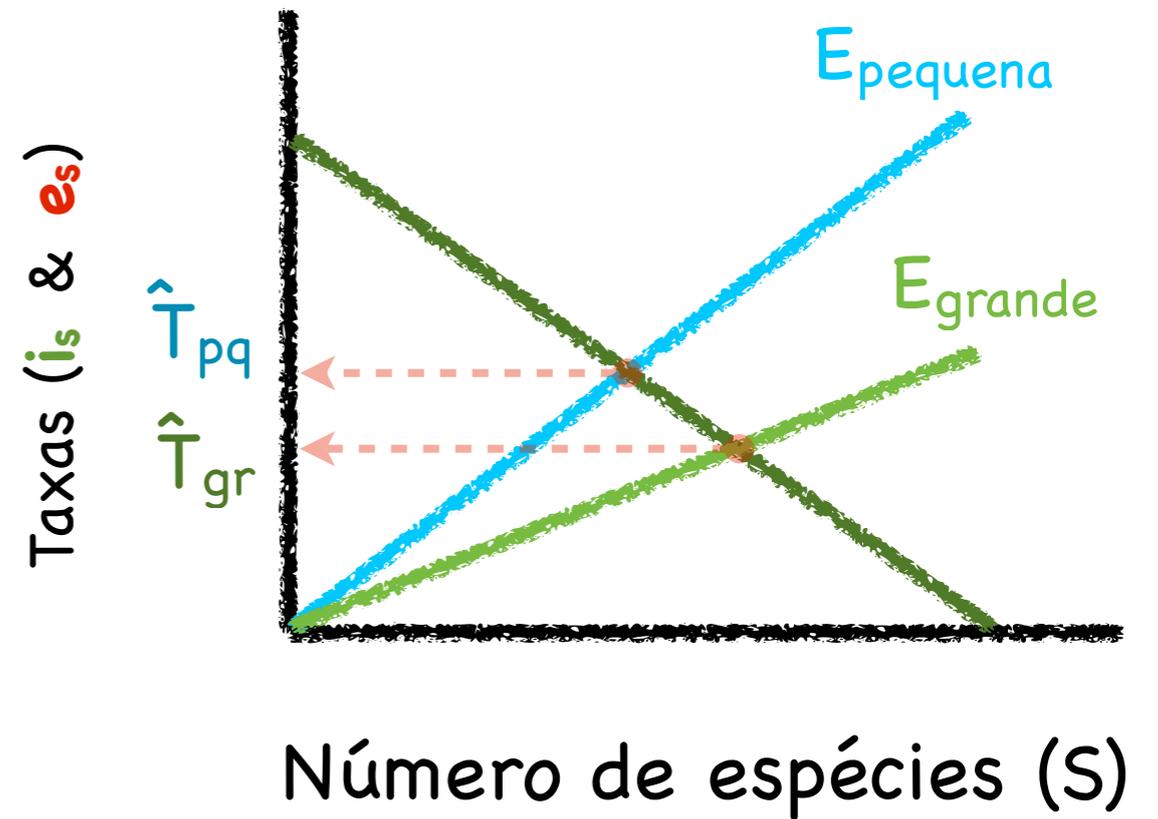
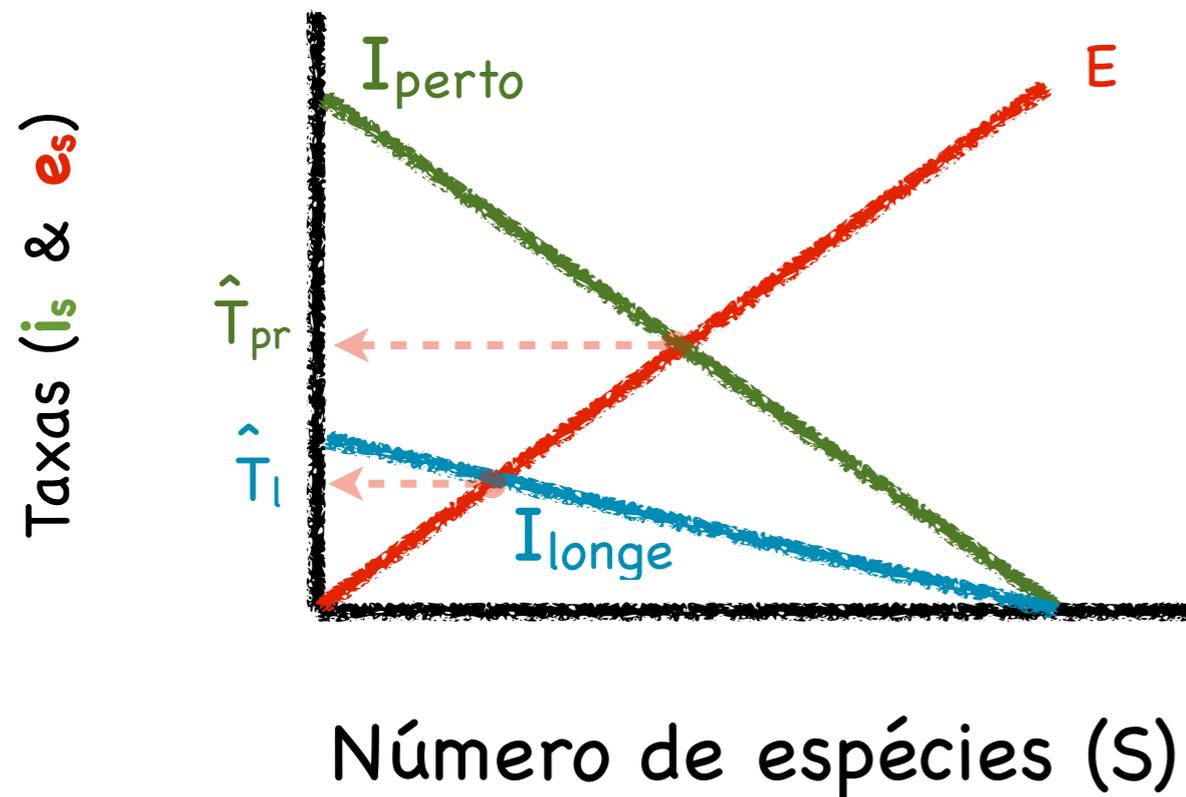
- A composição de espécies deve mudar continuamente ("turnover") mesmo depois de alcançado o equilíbrio.

# Previsões da Teoria de Biogeografia de ilhas



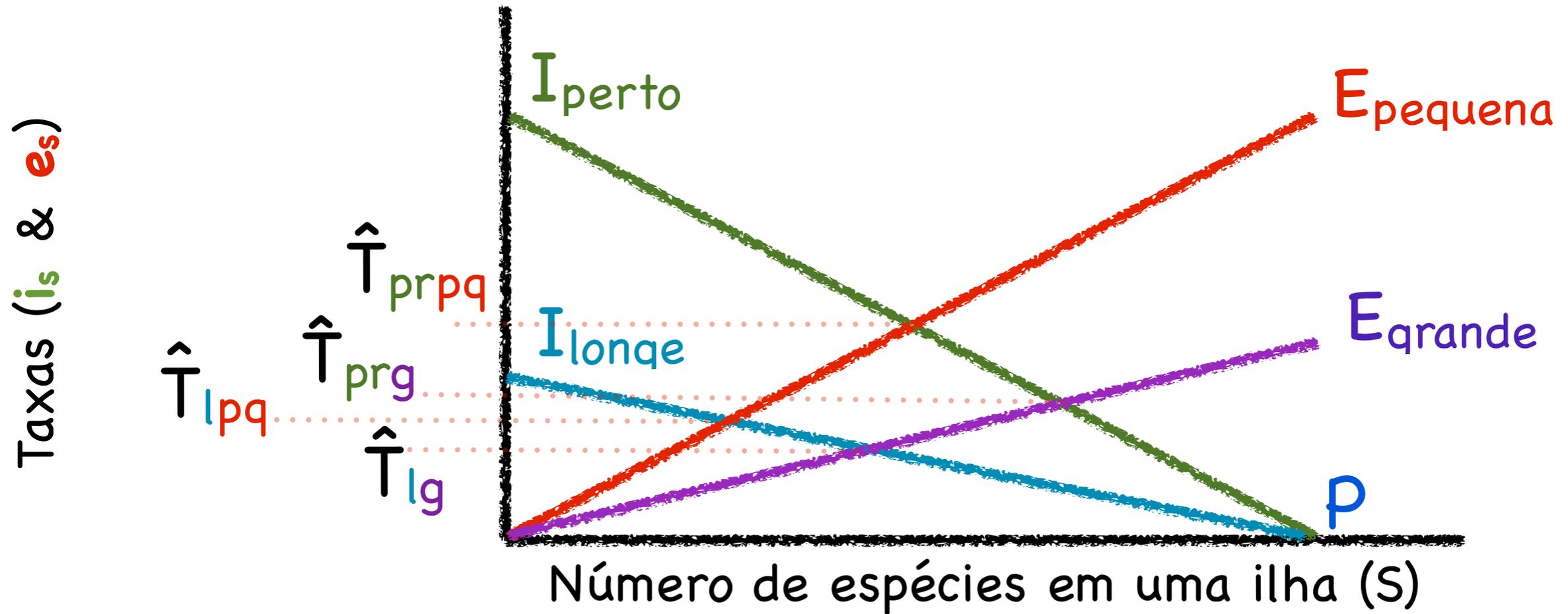
- Número de espécies aumenta com a área e diminui com o isolamento.

# Previsões da Teoria de Biogeografia de ilhas



- A taxa de "turnover" aumenta com a proximidade da fonte de espécies e diminui com aumento da área da ilha.

# Previsões da Teoria de Biogeografia de ilhas

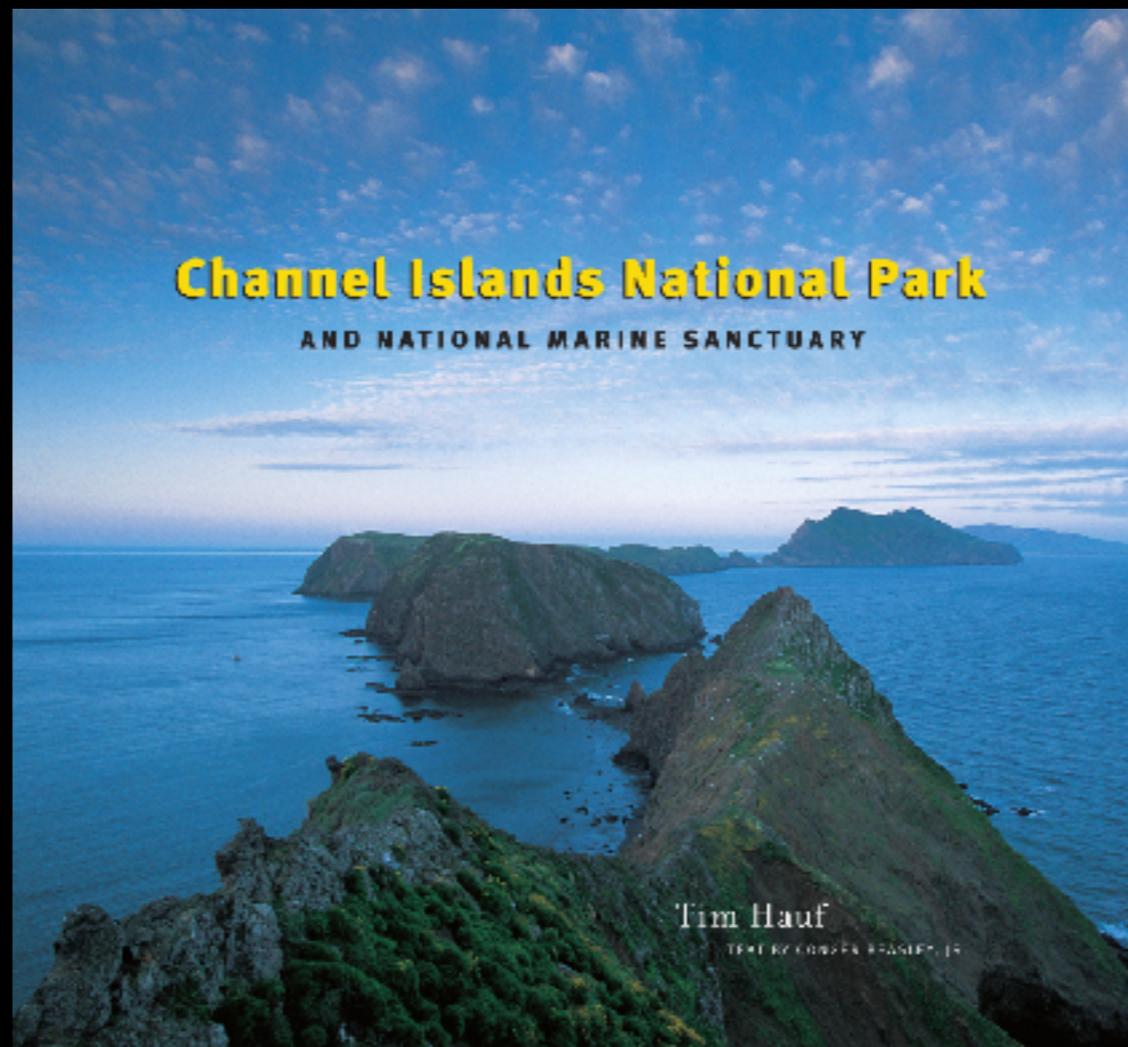


- Caso a biota seja perturbada o tamanho e o grau de isolamento irão afetar o tempo com que a riqueza de espécies retorna ao equilíbrio.

Quanto mais perto e menor a ilha mais rápido é o retorno.

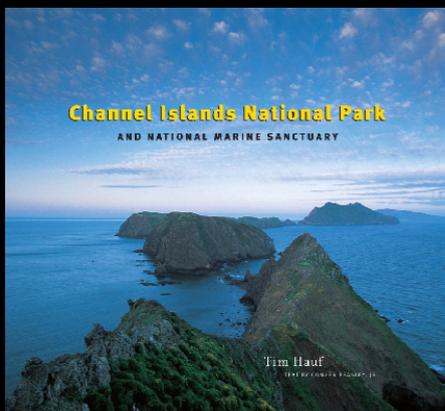
# Teste da Teoria

- Hipótese testada: “turnover” contínuo no número de espécies resultante do balanço entre imigração e extinção.



# Teste da Teoria

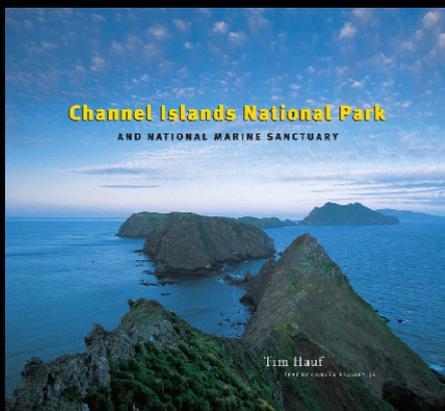
- Hipótese testada: "turnover" contínuo no número de espécies resultante do balanço entre imigração e extinção.



Ilha	# espécies		Extinções	Colonizações	Turnover (%)
	1917	1968			
Los Coronados	11	11	4	4	36
San Nicholas	11	11	6	4	50
San Clemente	28	24	9	4	25
Santa Catalina	30	34	6	9	24
Santa Barbara	10	6	7	3	62
San Miguel	11	15	4	8	46
Santa Rosa	14	25	1	11	32
Santa Cruz	36	37	6	6	17
Anacapa	15	14	5	4	31

# Teste da Teoria

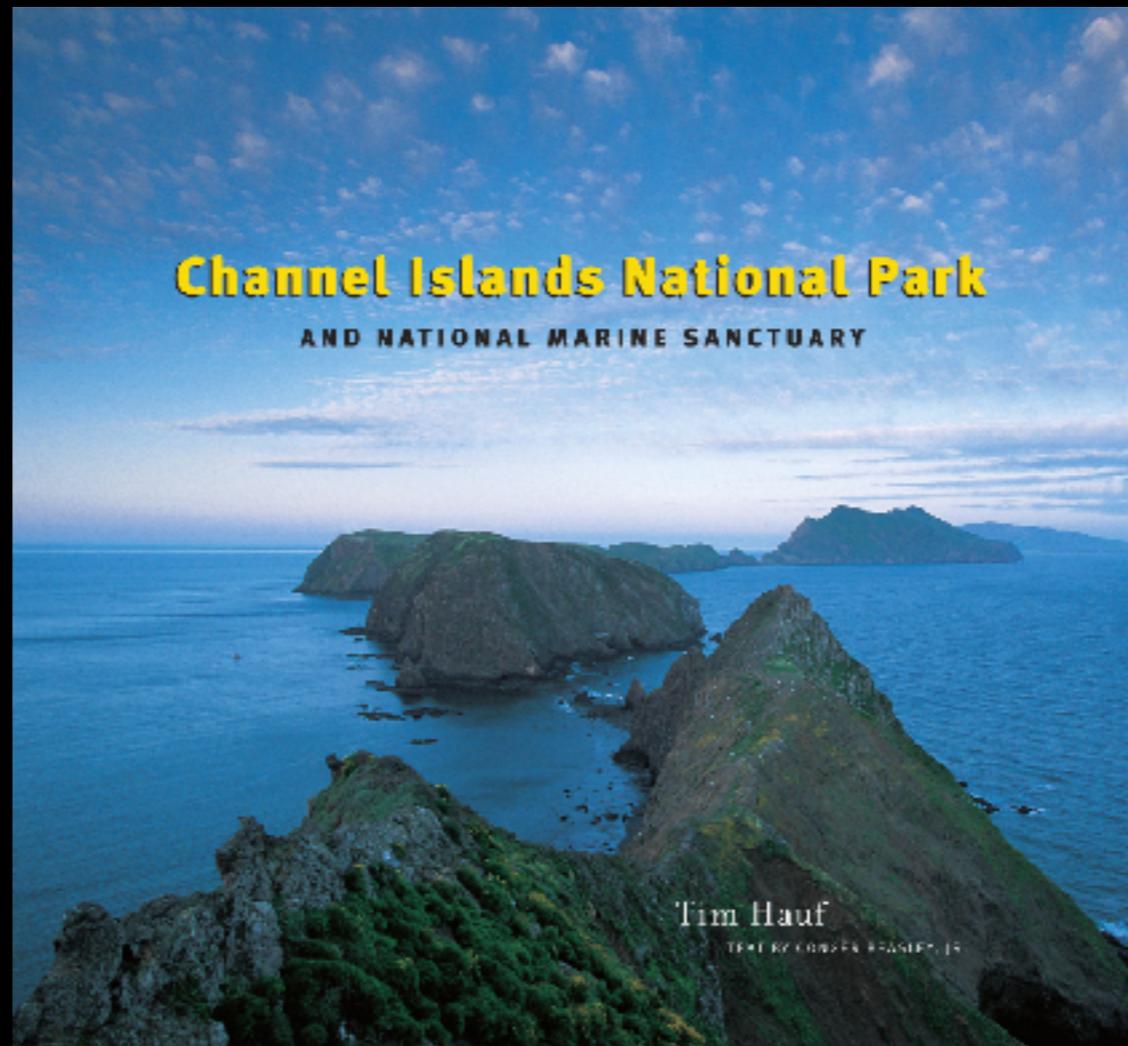
- Hipótese testada: "turnover" contínuo no número de espécies resultante do balanço entre imigração e extinção.



Ilha	# espécies		Extinções	Introduções	Colonizações	Turnover (%)
	1917	1968				
Los Coronados	11	11	4	0	4	36
San Nicholas	11	11	6	2	4	50
San Clemente	28	24	9	1	4	25
Santa Catalina	30	34	6	1	9	24
Santa Barbara	10	6	7	0	3	62
San Miguel	11	15	4	0	8	46
Santa Rosa	14	25	1	1	11	32
Santa Cruz	36	37	6	1	6	17
Anacapa	15	14	5	0	4	31

# Teste da Teoria

- Hipótese testada: “turnover” contínuo no número de espécies resultante do balanço entre imigração e extinção.



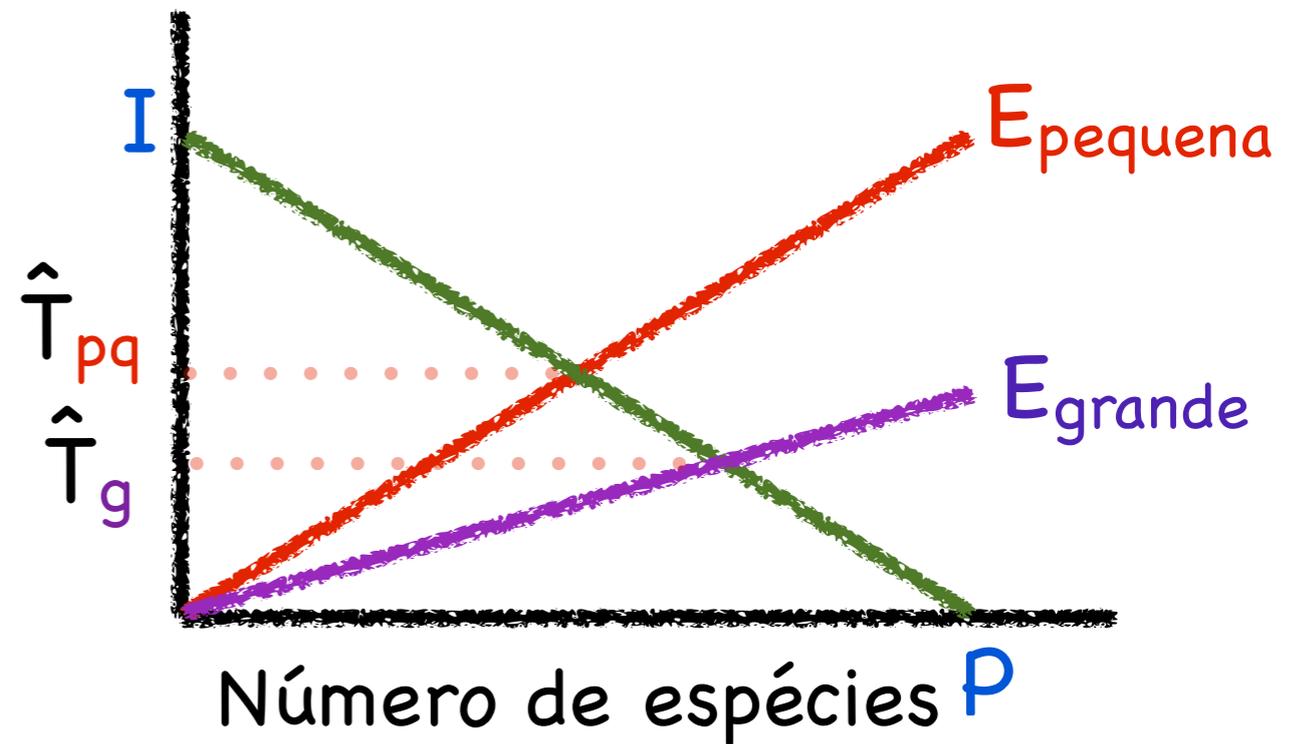
- Porém alguns pesquisadores contestaram esse resultado dizendo que parte das extinções e imigrações teriam sido causadas pelo homem....

# Teste da Teoria

- Hipótese testada: as taxas de "turnover" devem ser maiores em ilhas menores.



Taxas ( $i_s$  &  $e_s$ )



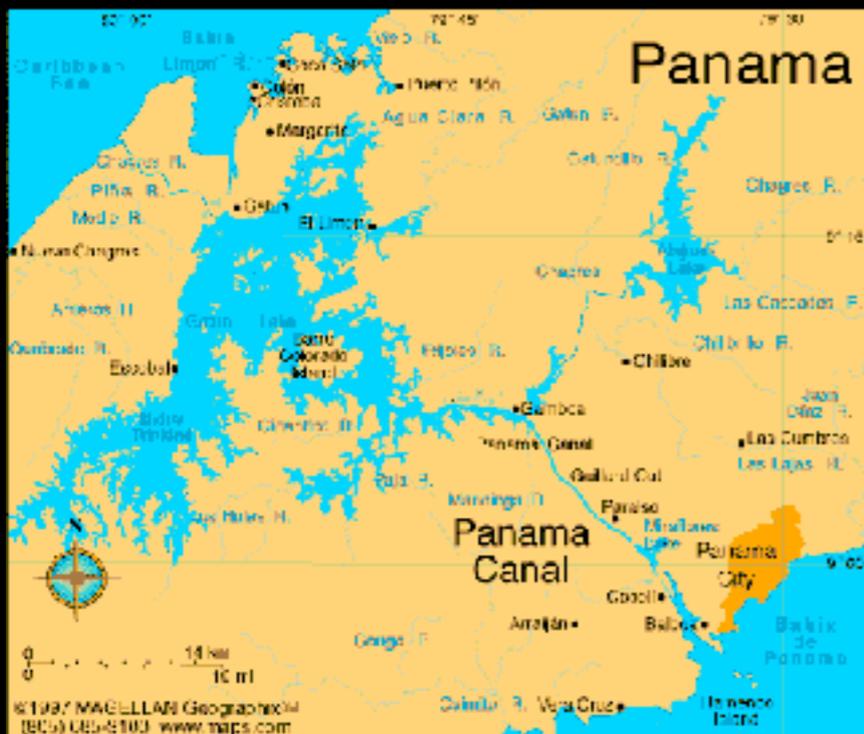
# Teste da Teoria

- Hipótese testada: as taxas de "turnover" devem ser maiores em ilhas menores.



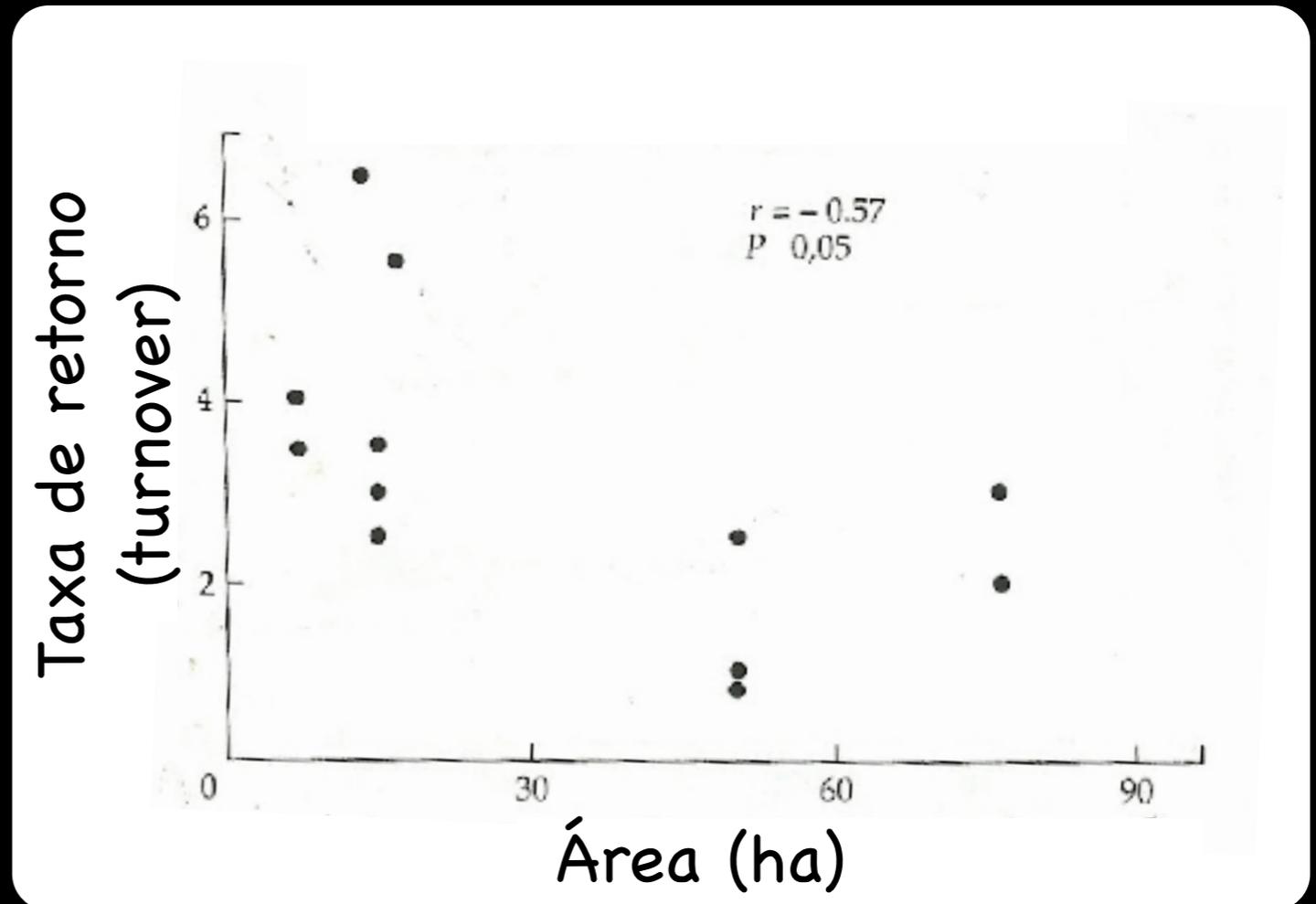
Criação do Canal do Panamá e do Lago Gatún no início do século XX.

Topos de montanhas se tornaram ilhas e ocorreu um reajuste no número de espécies.



# Teste da Teoria

- Hipótese testada: as taxas de "turnover" devem ser maiores em ilhas menores.



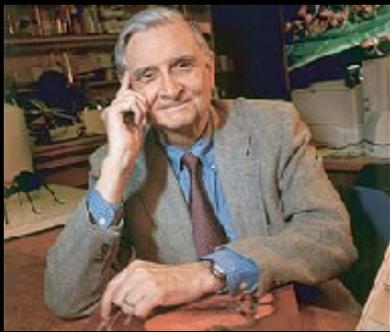
Tudo bem, mas esses não foram experimentos com intuito de testar a Teoria de Biogeografia de Ilhas!!!



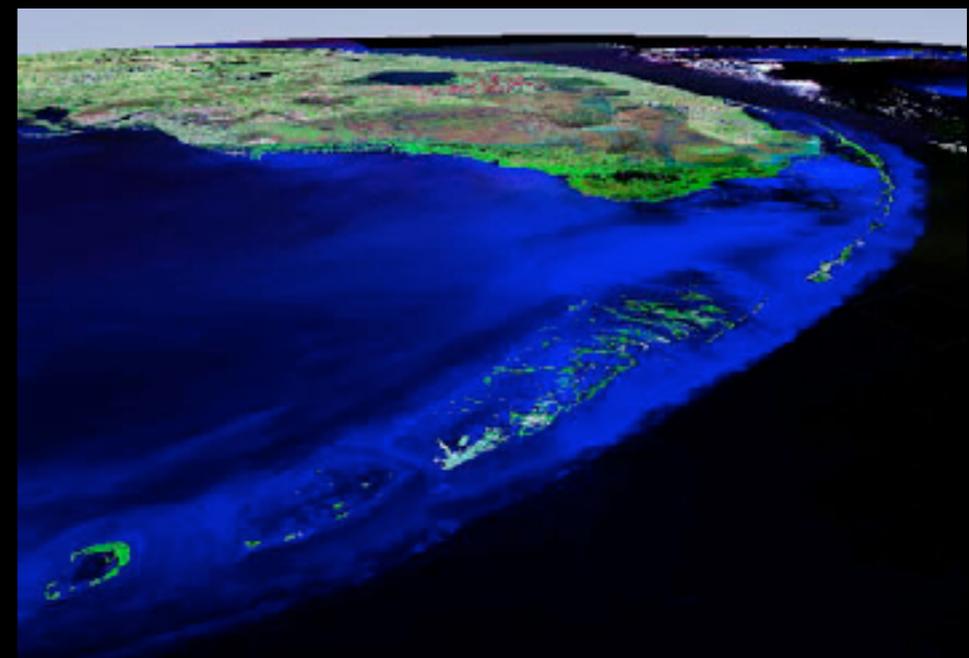
# Teste da Teoria: experimentos de larga escala

## Riqueza de Artrópodos em Florida Keys

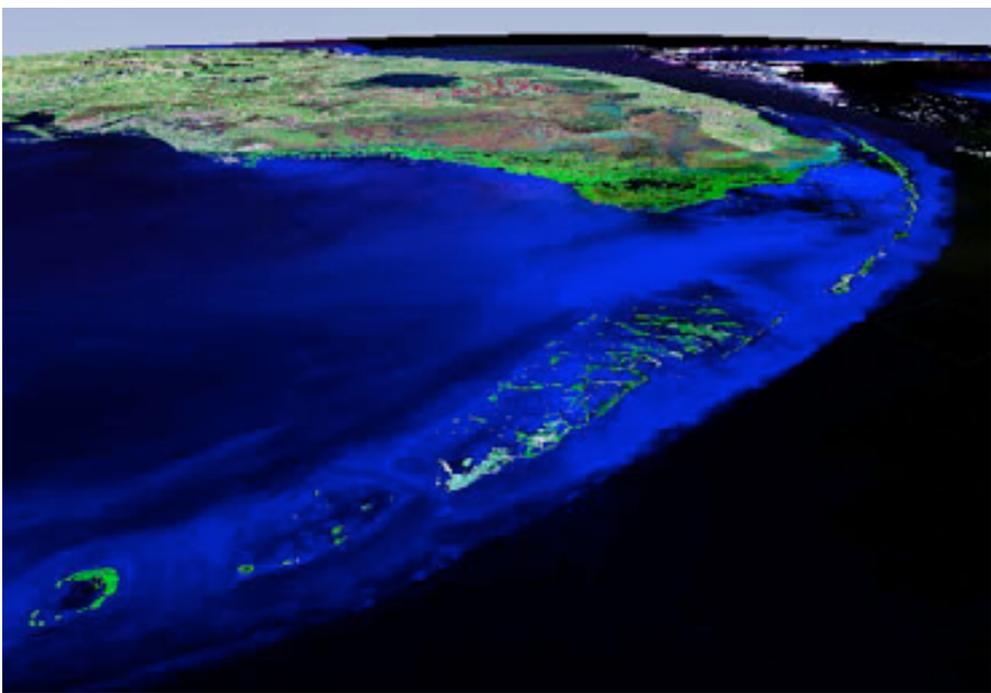
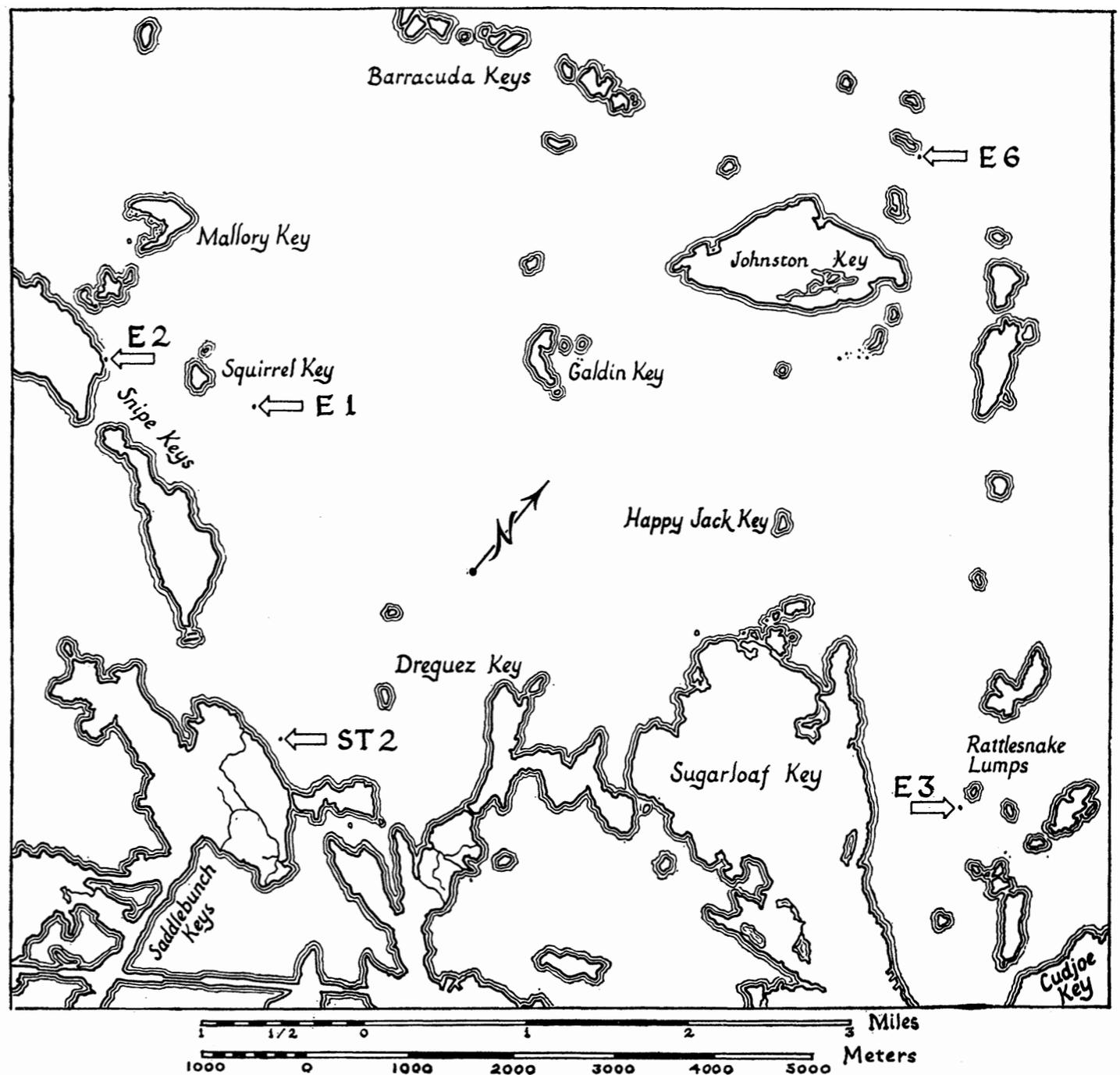
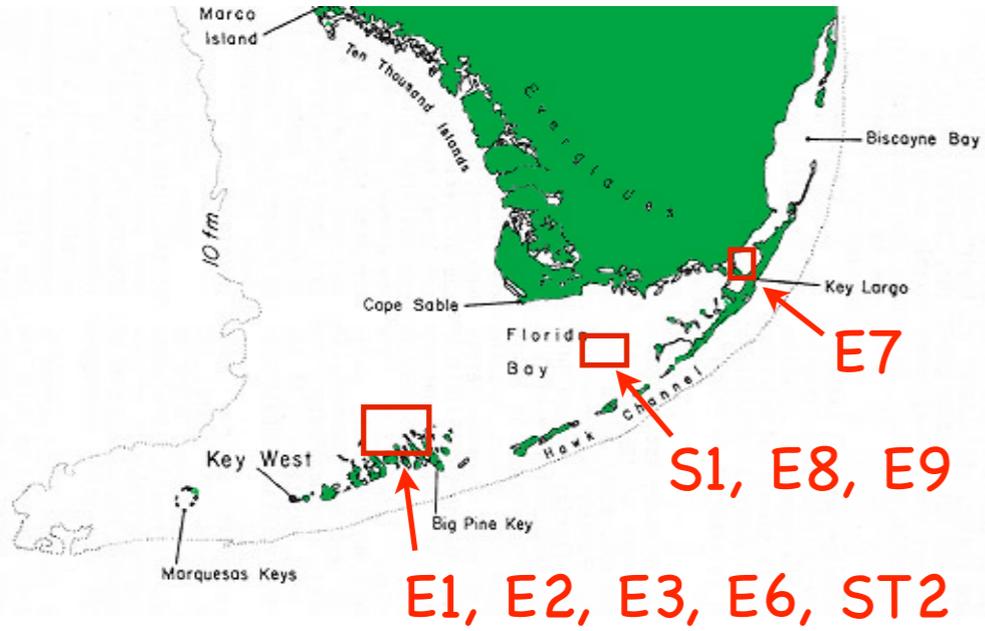
Edward O. Wilson



Daniel S. Simberloff

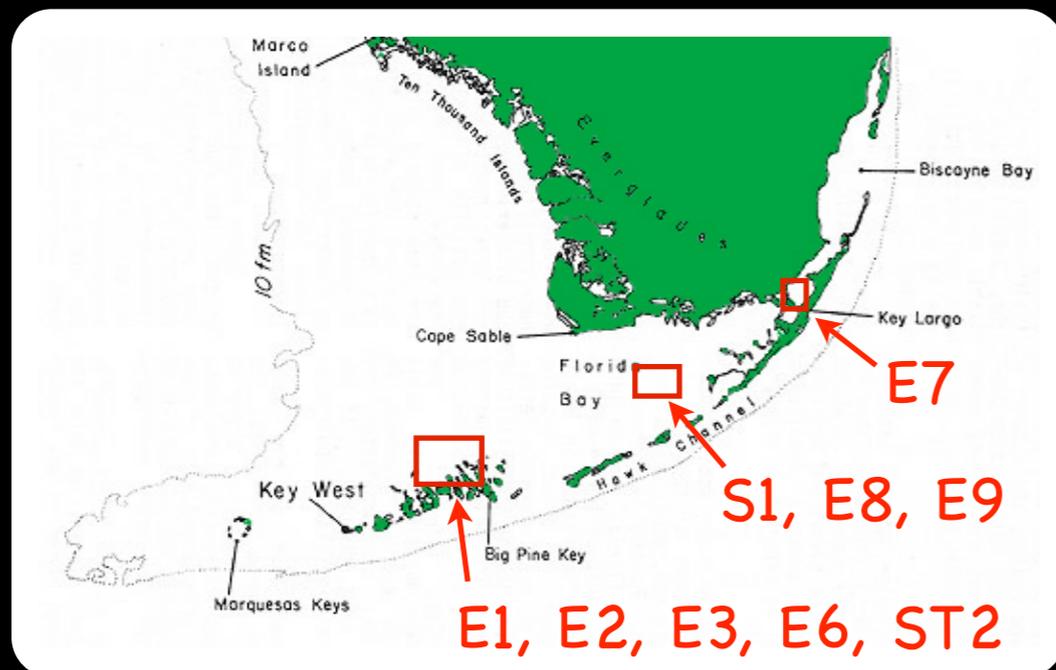


# Florida Keys



# Teste da Teoria

- Hipóteses testadas: a existência de um equilíbrio no número de espécies; A composição de espécies deve mudar continuamente ("turnover") mesmo depois de alcançado o equilíbrio.

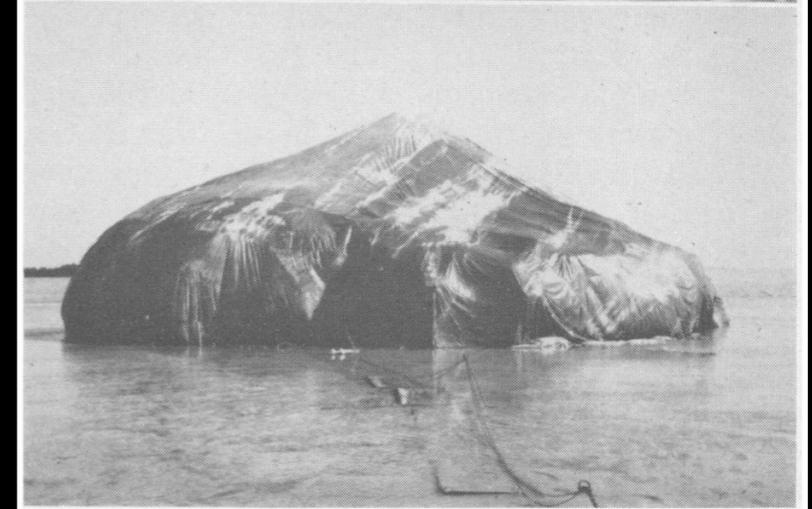
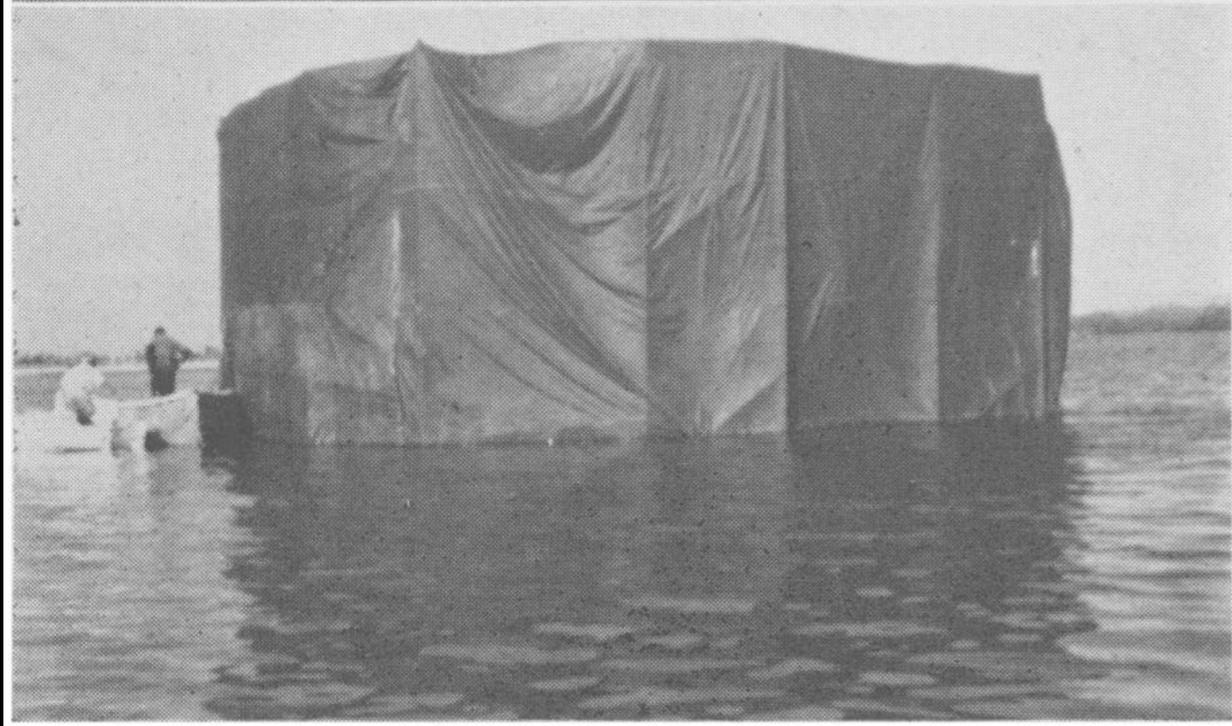
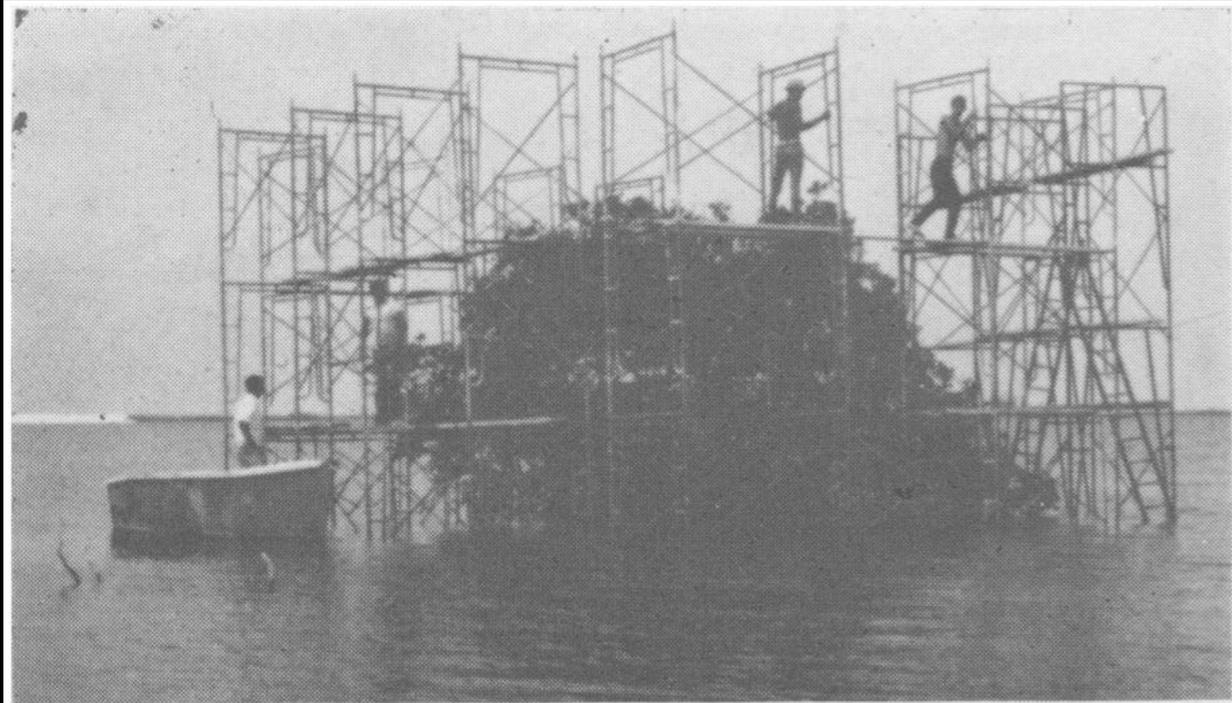


Tamanho: diâmetro de 11 a 25 metros

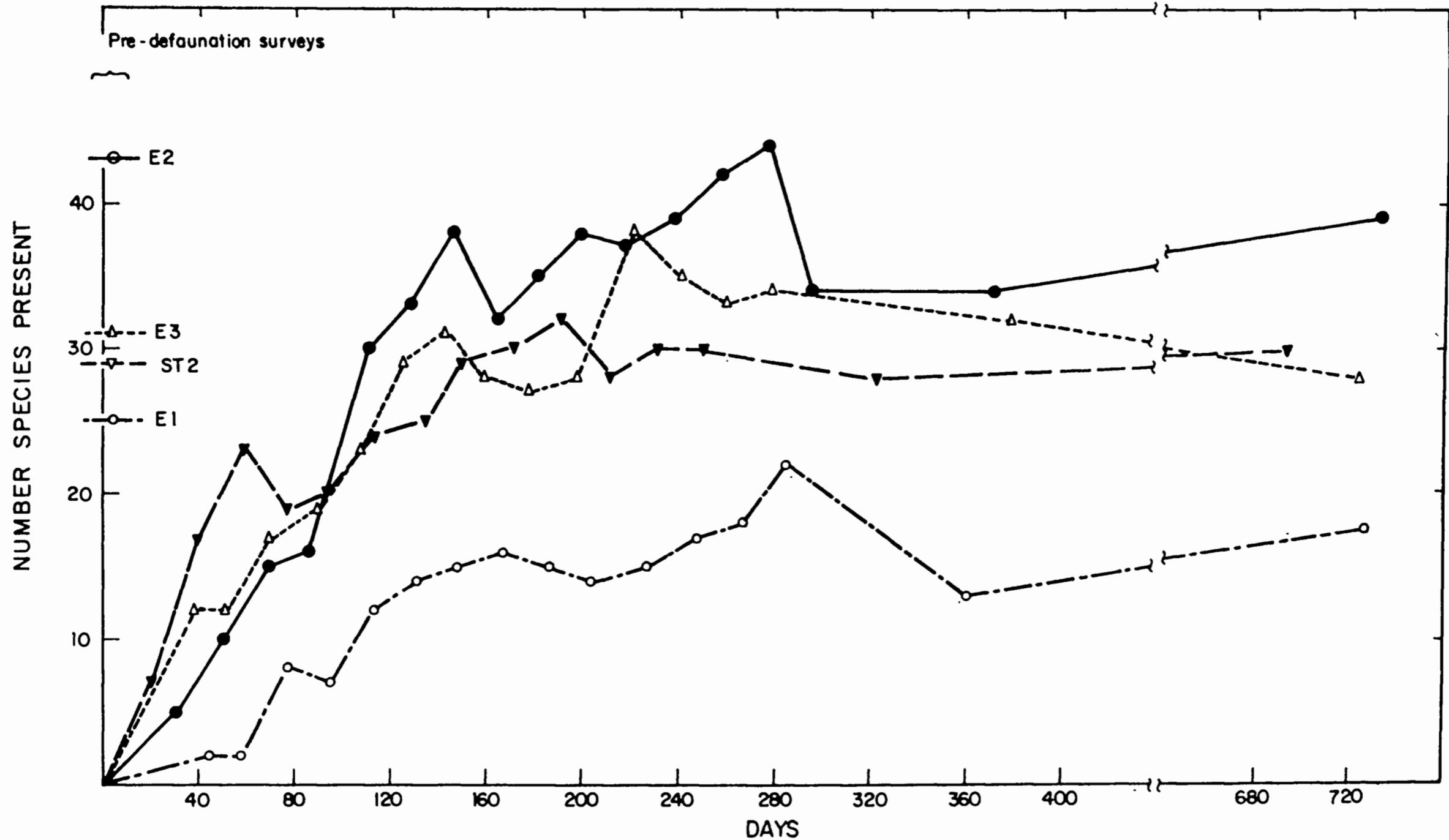
distância da fonte de espécies: 2 a 1188 metros



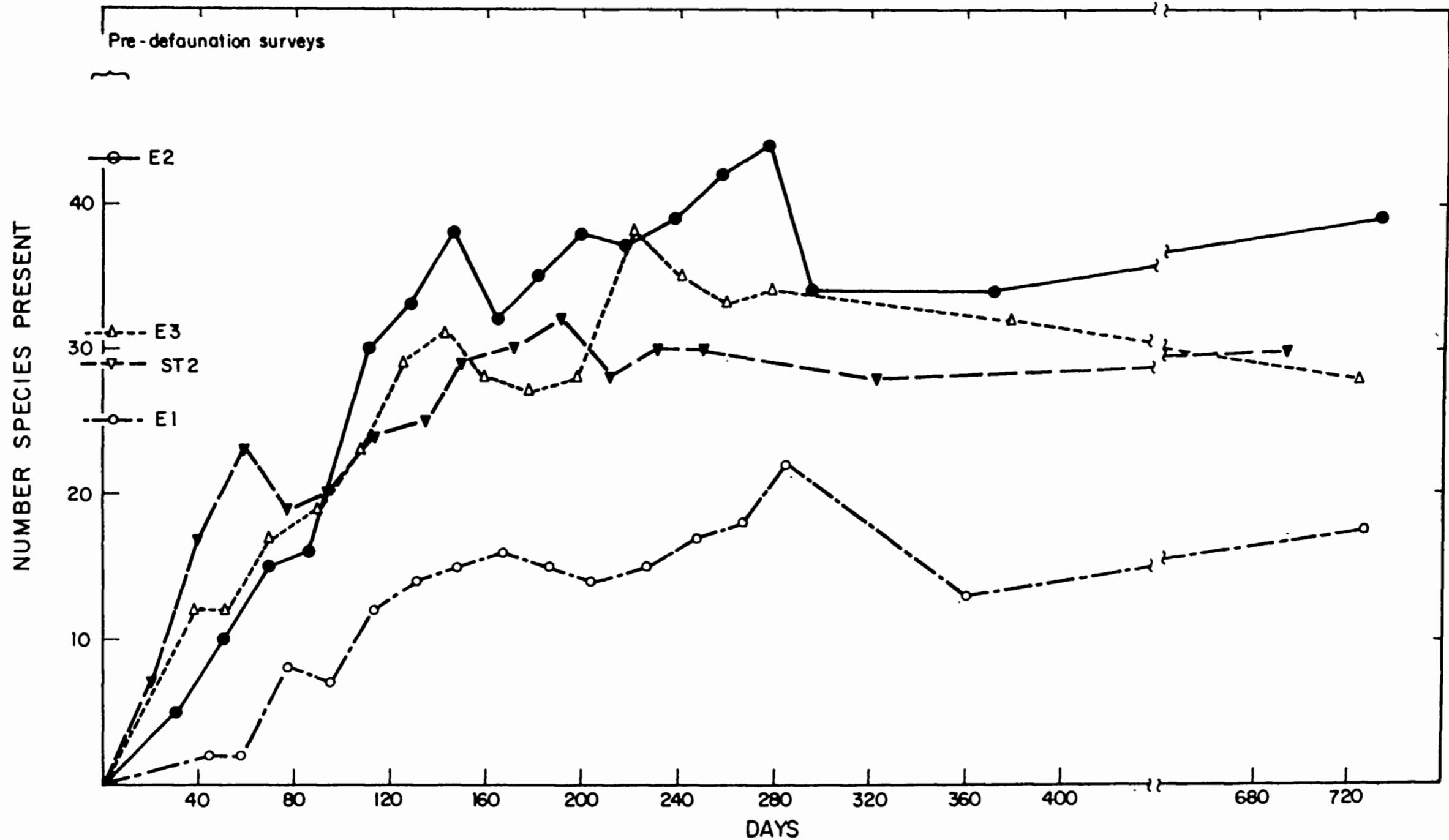
# Teste da Teoria: experimento de defaunação



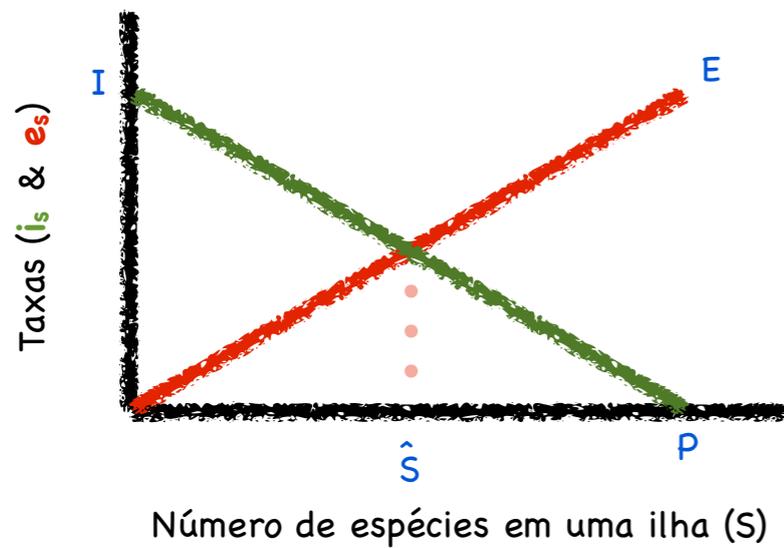
- Em um ano todas as ilhas, exceto as mais distantes, tinham praticamente recuperado o número inicial de espécies!



- Grande "turnover" de espécies mesmo após as ilhas terem atingido o equilíbrio de espécies.

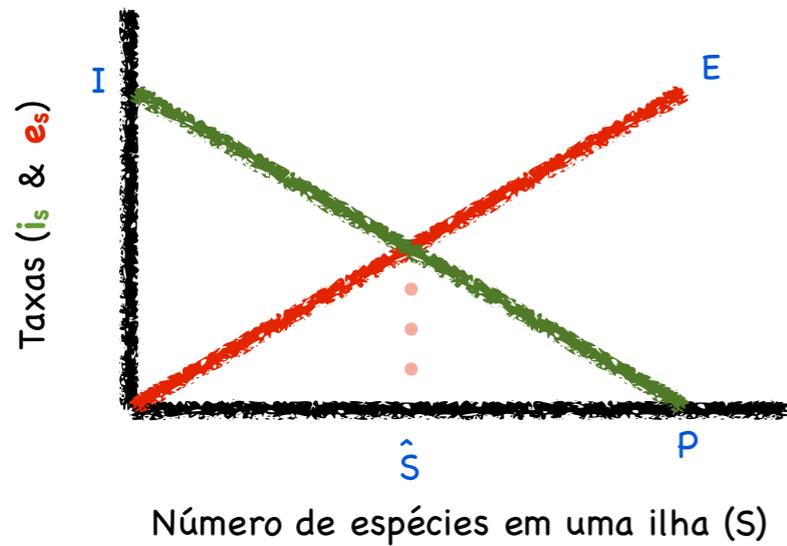


# Críticas à Teoria



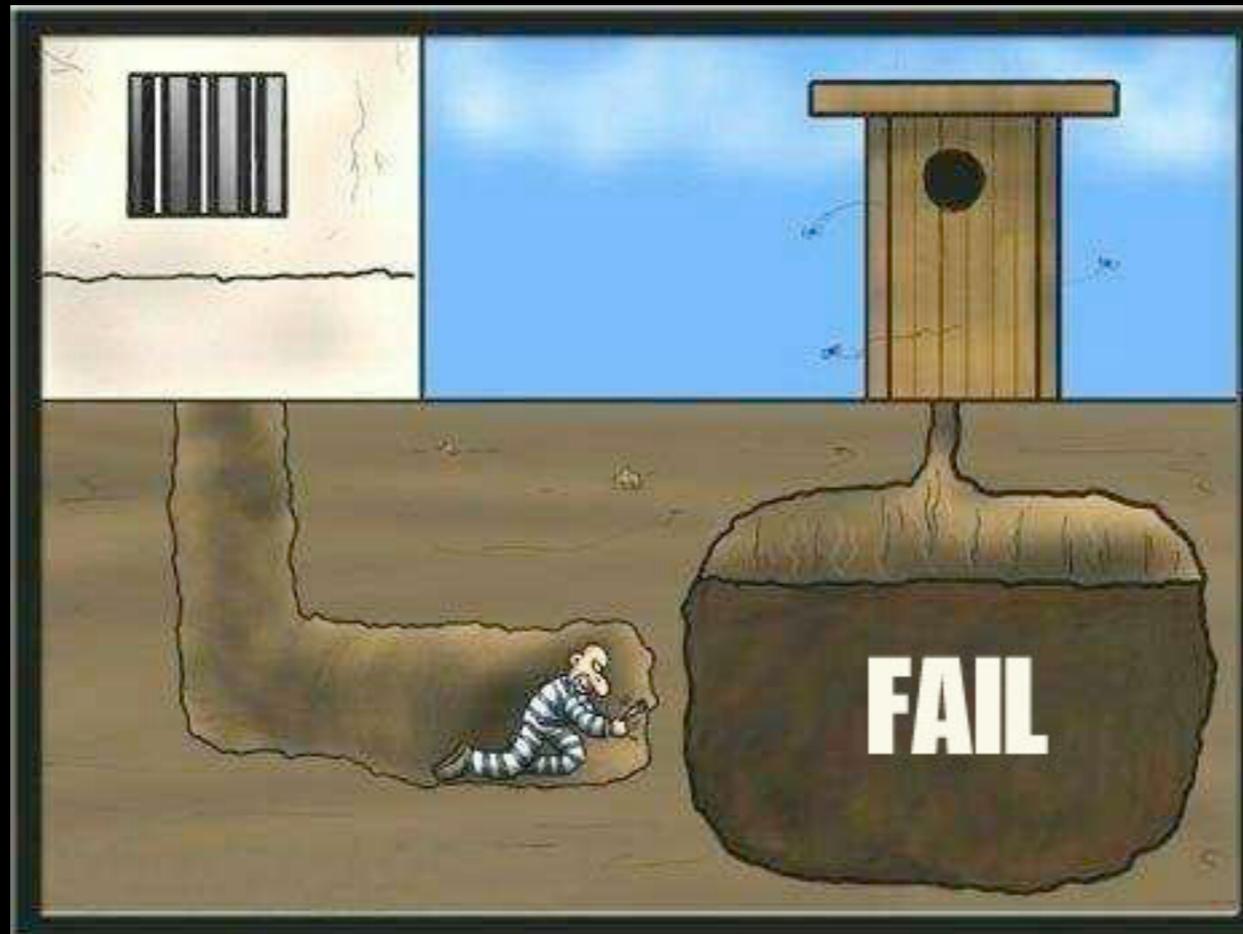
- Algumas comunidades podem nunca alcançar um equilíbrio: caso distúrbios ocorram com uma alta frequência (e.g. eventos geológicos ou climáticos).
- Modelo neutro: a identidade e características das espécies podem ser ignoradas.
- Extinção é somente afetada pela área, imigração somente pela distância.

# Críticas à Teoria



- Imigração e extinção são tratadas como processos independentes.
- Ignora evolução e portanto a possibilidade de especiação na própria ilha!!!!

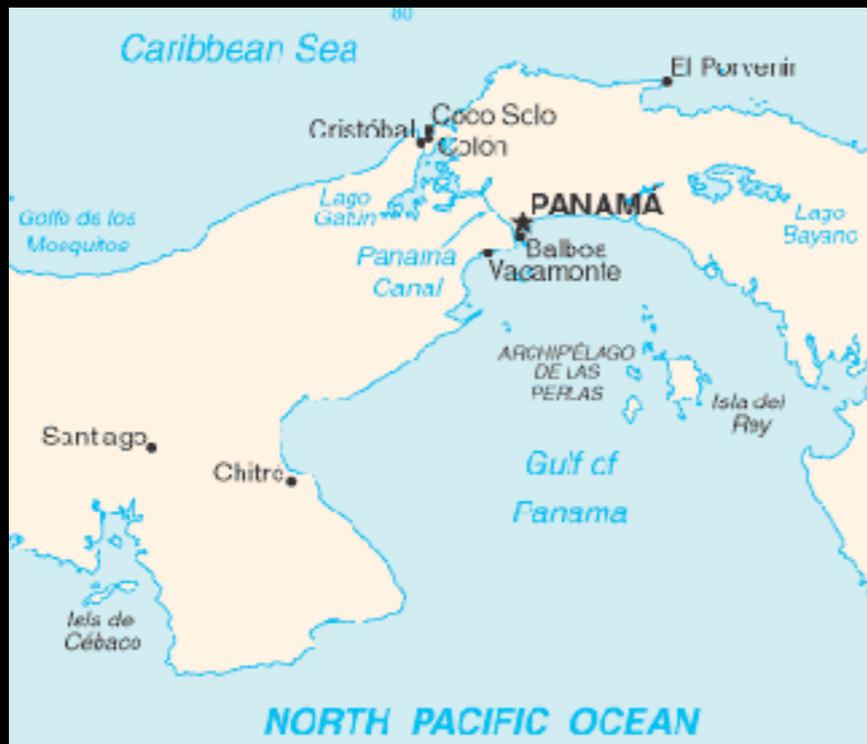
# Quando a teoria falha!



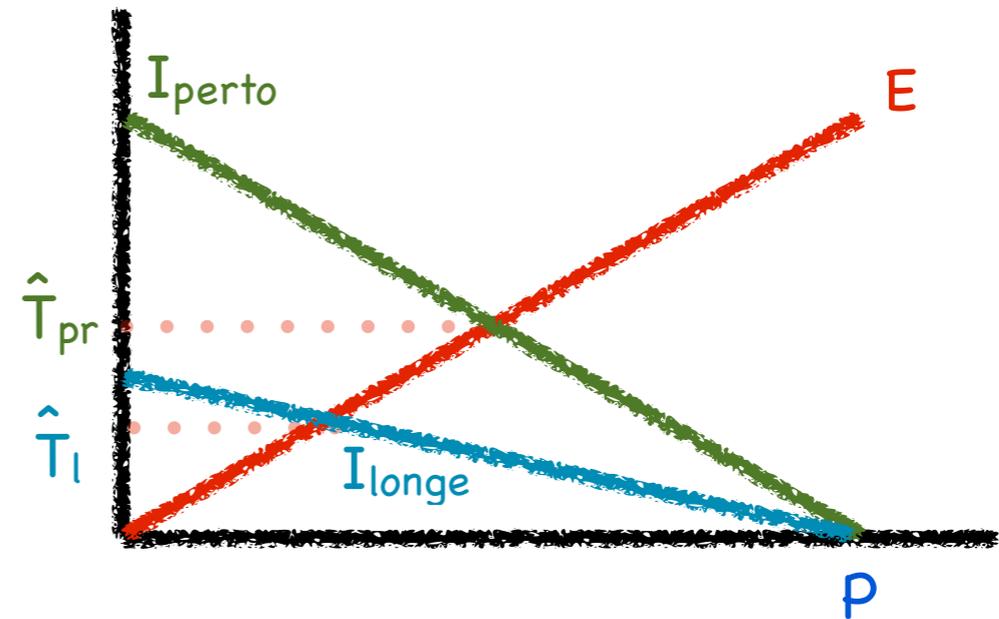
- Em geral aprendemos algo a respeito da natureza!
- Portanto os modelos nos ajudam a pensar e gerar novas hipóteses.

# Teste da Teoria: quando ela "falha"

- Hipótese testada: as taxas de "turn-over" devem diminuir com o aumento da distância das ilhas.



Taxas ( $i_s$  &  $e_s$ )

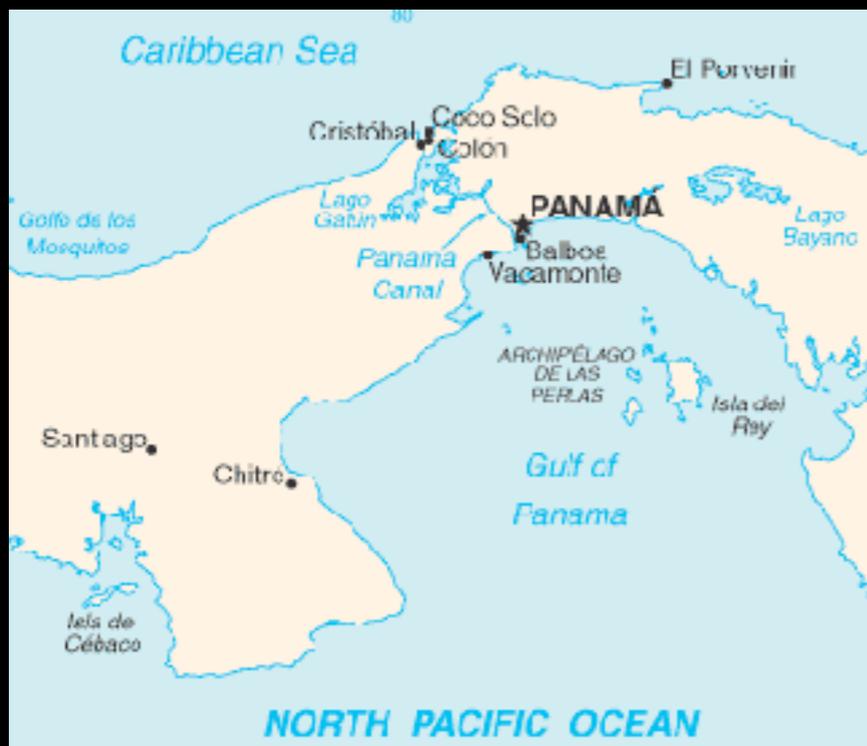


Número de espécies em uma ilha (S)

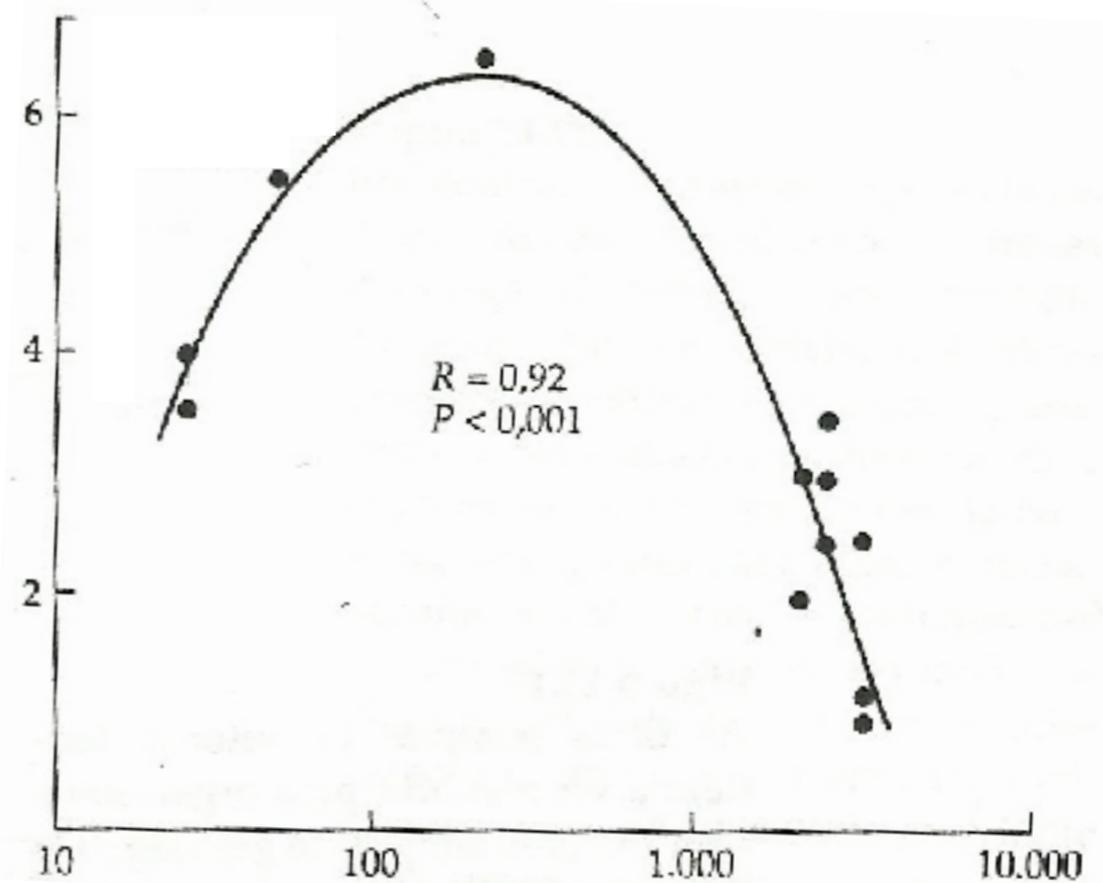


# Teste da Teoria: quando ela "falha"

- Hipótese testada: as taxas de "turn-over" devem diminuir com o aumento da distância das ilhas.

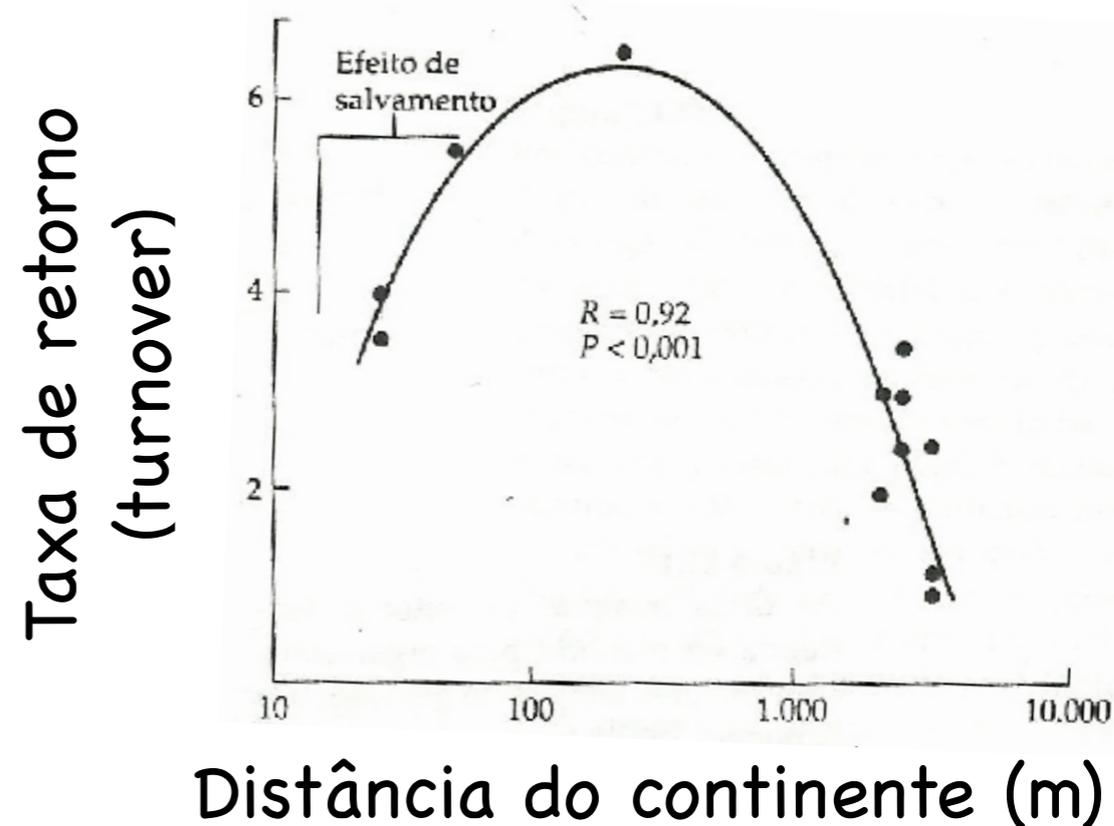
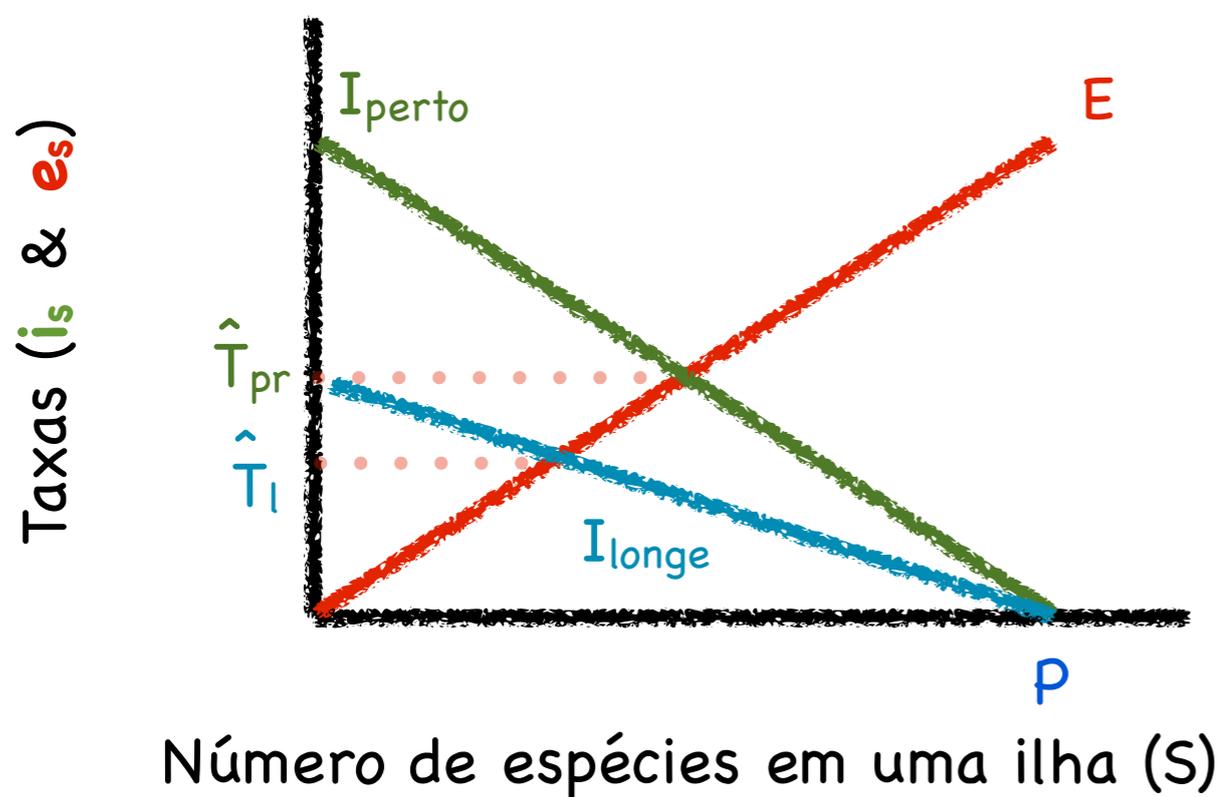


Taxa de retorno  
(turnover)



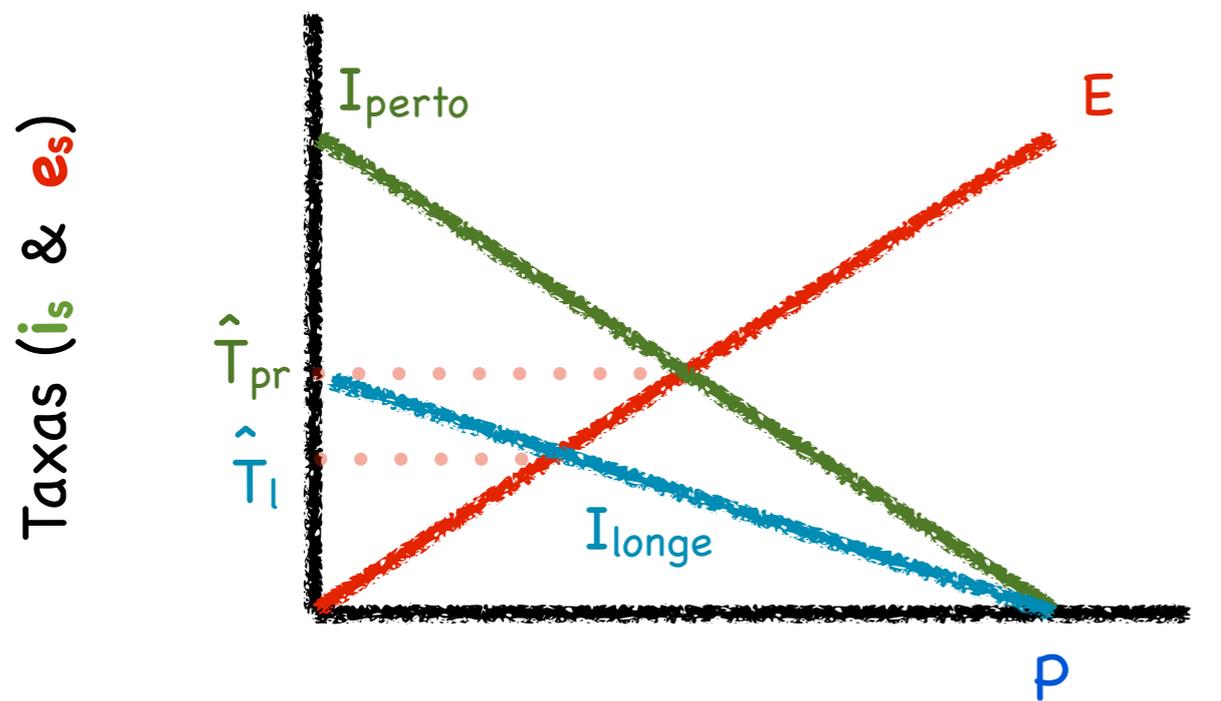
Distância do continente (m)

# Efeito do salvamento: imigração e extinção podem não ser eventos independentes

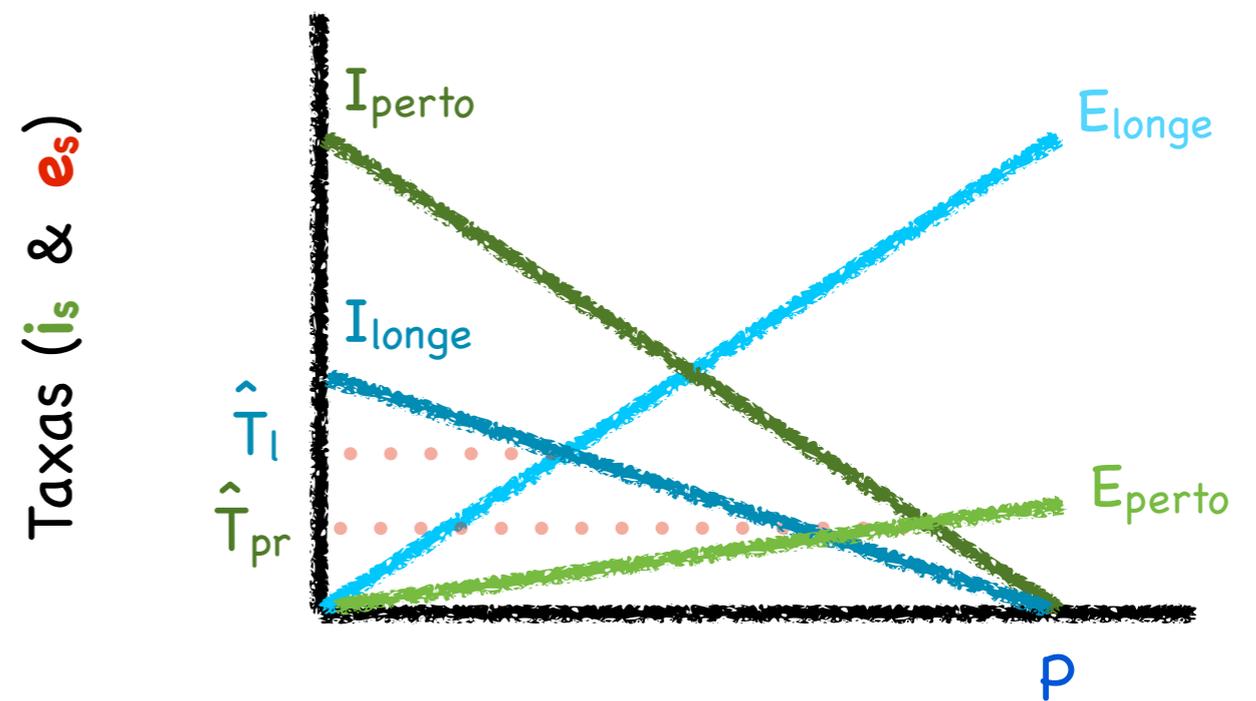


Em ilhas muito próximas, a imigração de indivíduos de espécies já presentes diminui as taxas de extinção e portanto as taxas de turnover são menores do que o esperado

# Efeito do salvamento: imigração e extinção podem não ser eventos independentes



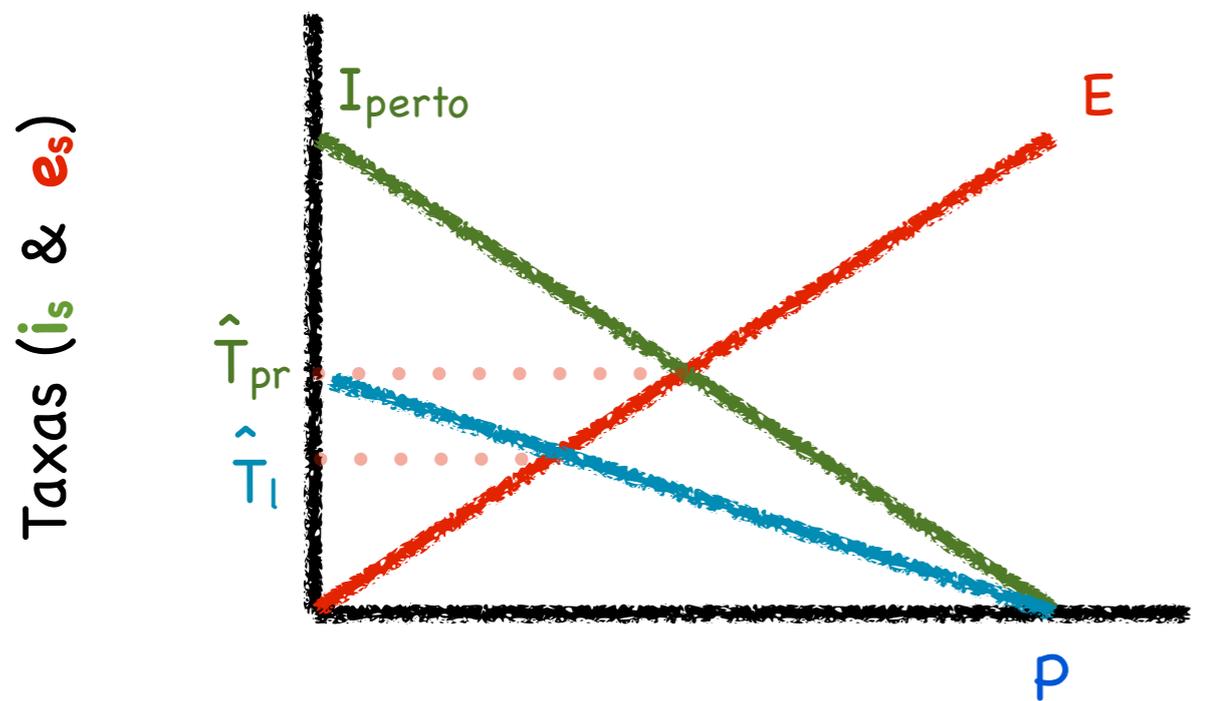
Número de espécies em uma ilha (S)



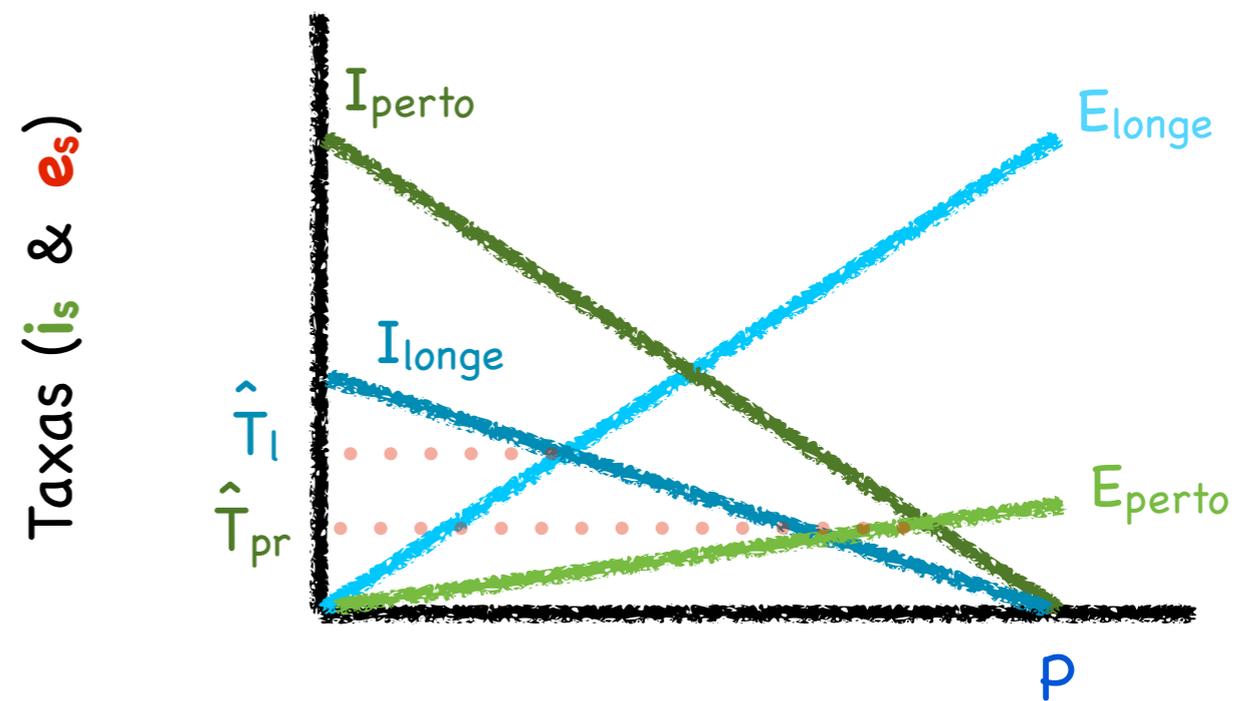
Número de espécies em uma ilha (S)

Em ilhas muito próximas, a imigração de indivíduos de espécies já presentes diminui as taxas de extinção e portanto as taxas de turnover são menores do que o esperado

# Efeito do salvamento: imigração e extinção podem não ser eventos independentes



Número de espécies em uma ilha (S)



Número de espécies em uma ilha (S)

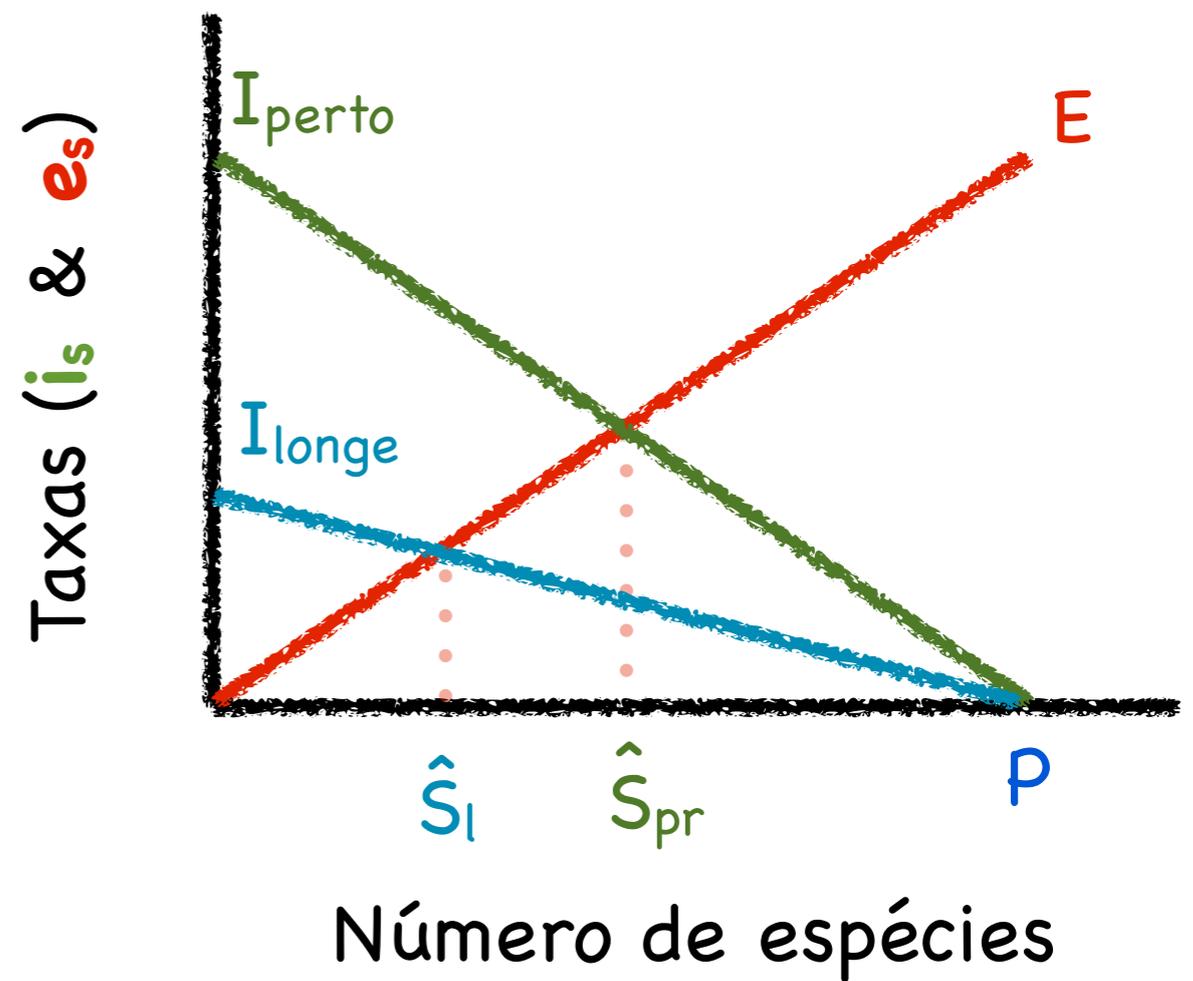
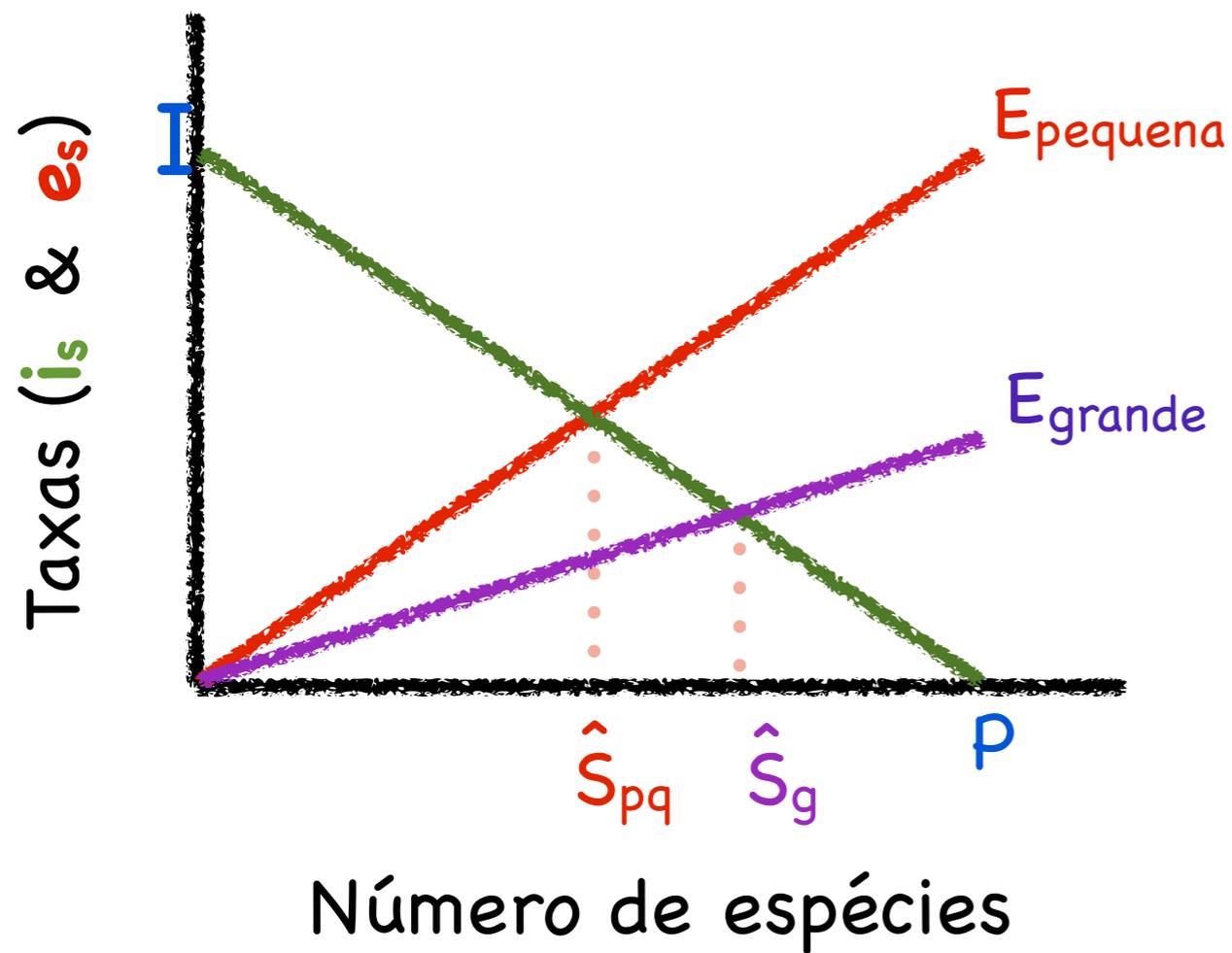
$$\hat{T}_l < \hat{T}_{pr}$$

$$\hat{S}_l < \hat{S}_{pr}$$

$$\hat{T}_l > \hat{T}_{pr}$$

$$\hat{S}_l < \hat{S}_{pr}$$

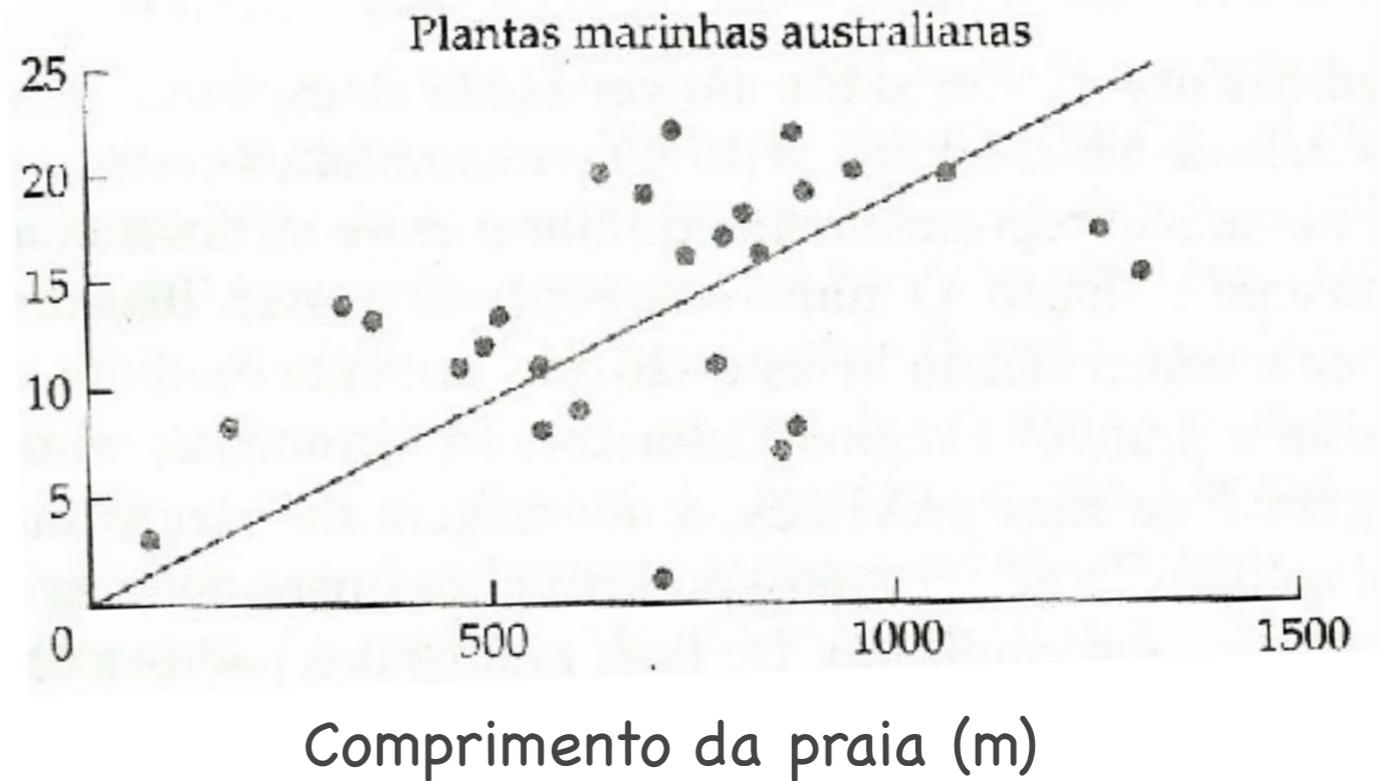
Pressuposto da teoria: a área somente afeta a taxa de Extinção.



Pressuposto da teoria: a área somente afeta a taxa de Extinção.



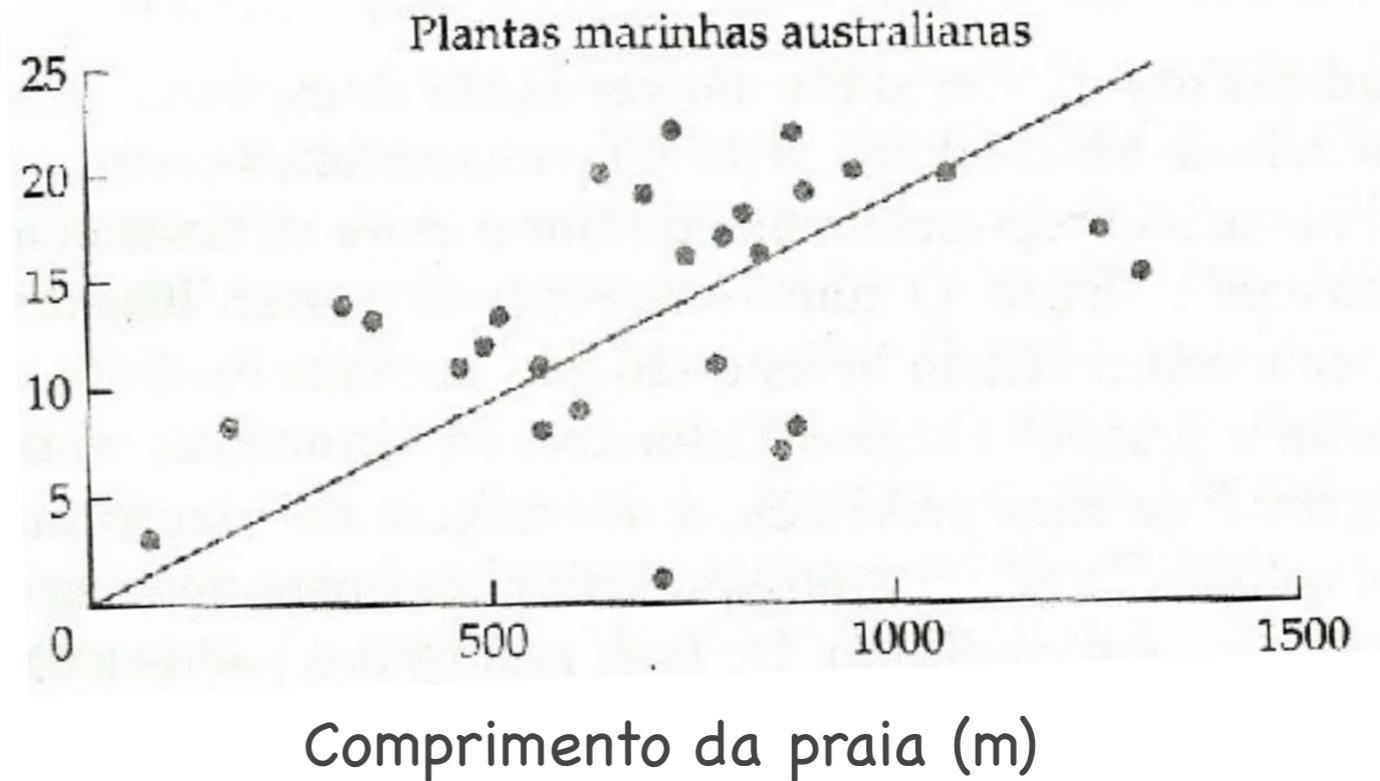
Número de espécies  
de propágulos



Efeito do alvo: o tamanho da área pode afetar também a taxa de imigração.

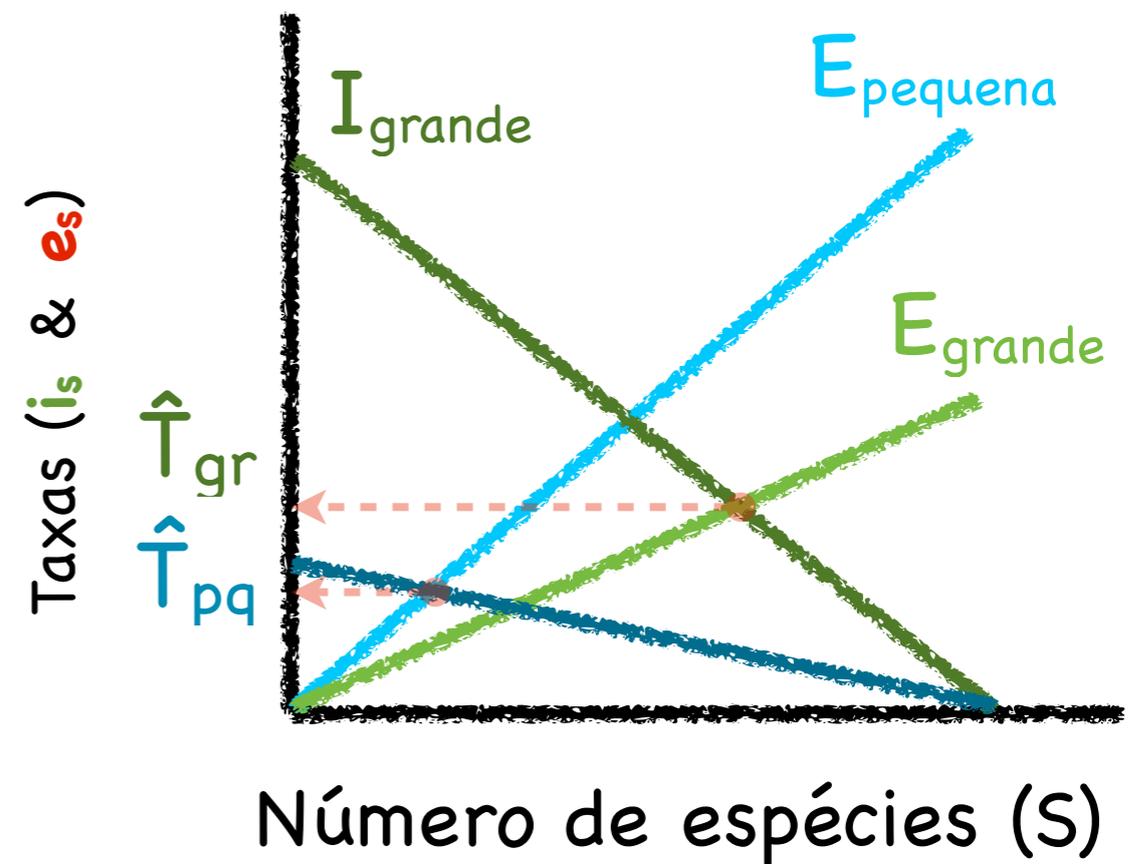
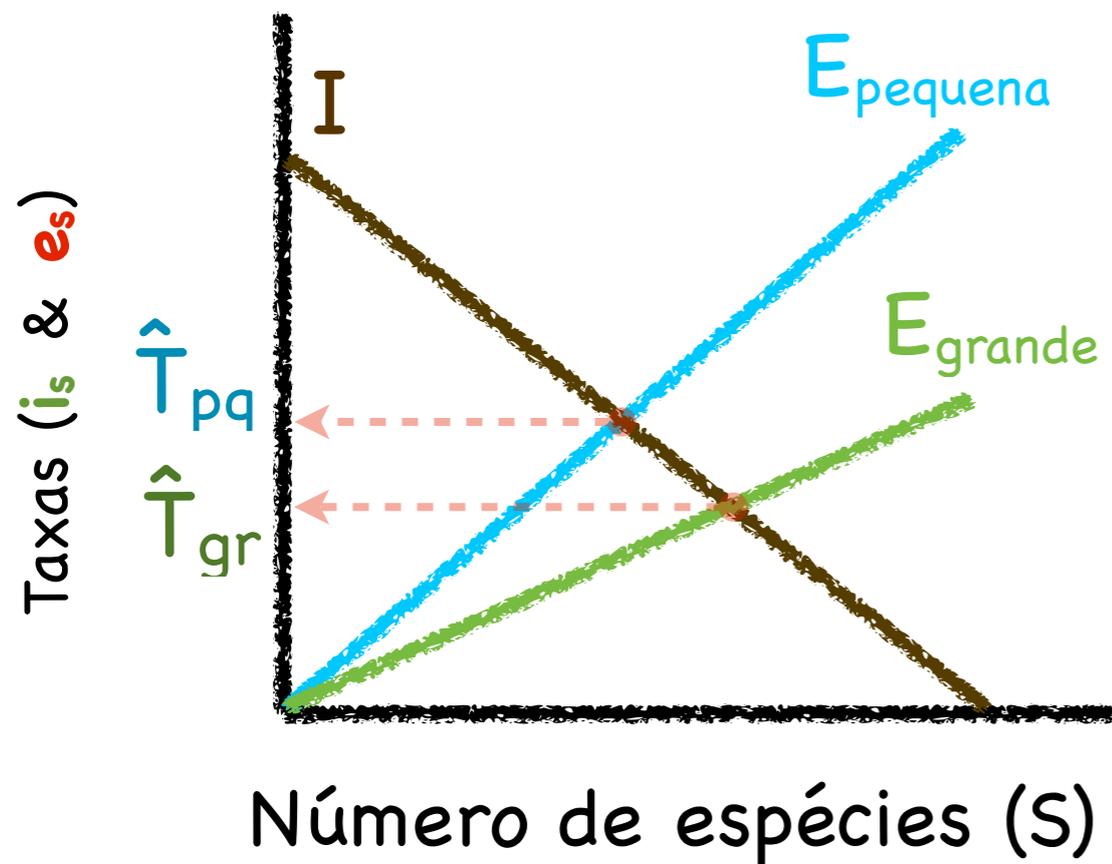


Número de espécies  
de propágulos



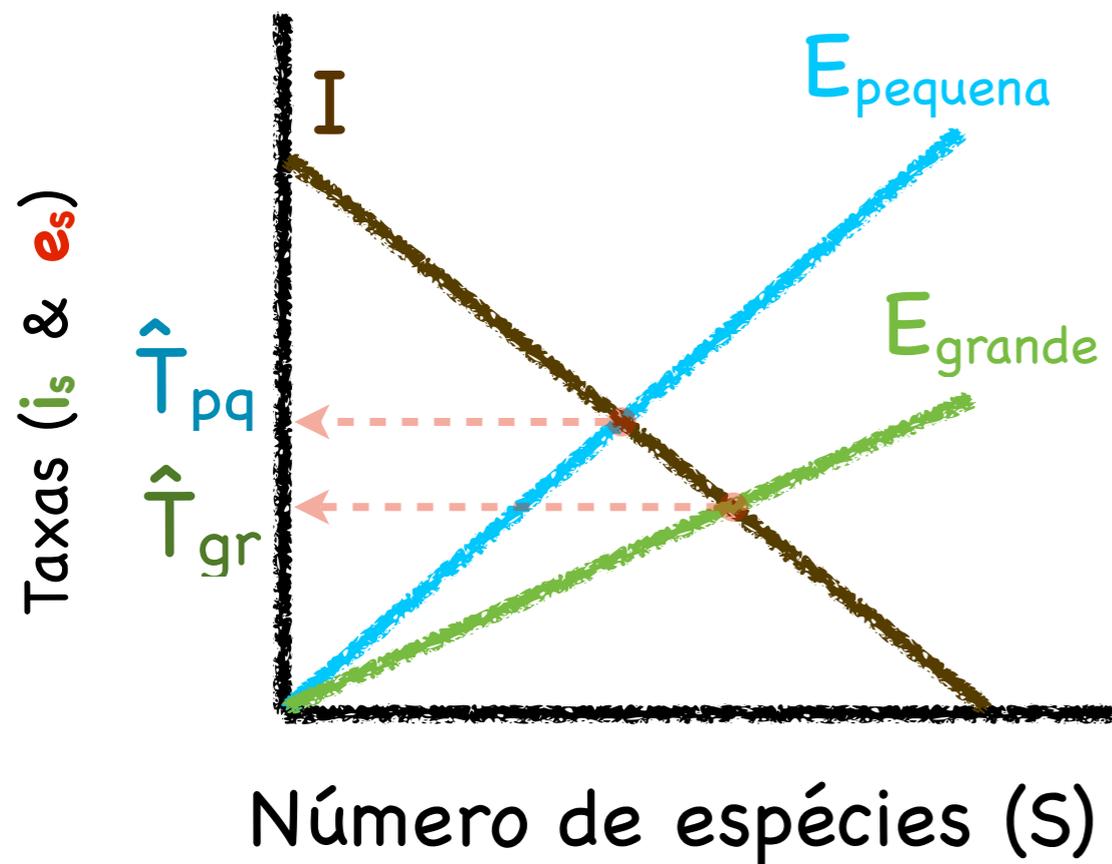
Ilhas maiores são um alvo mais fácil, e portanto poderiam ter taxas de imigração mais elevadas.

Efeito do alvo: o tamanho da área pode afetar também a taxa de imigração.



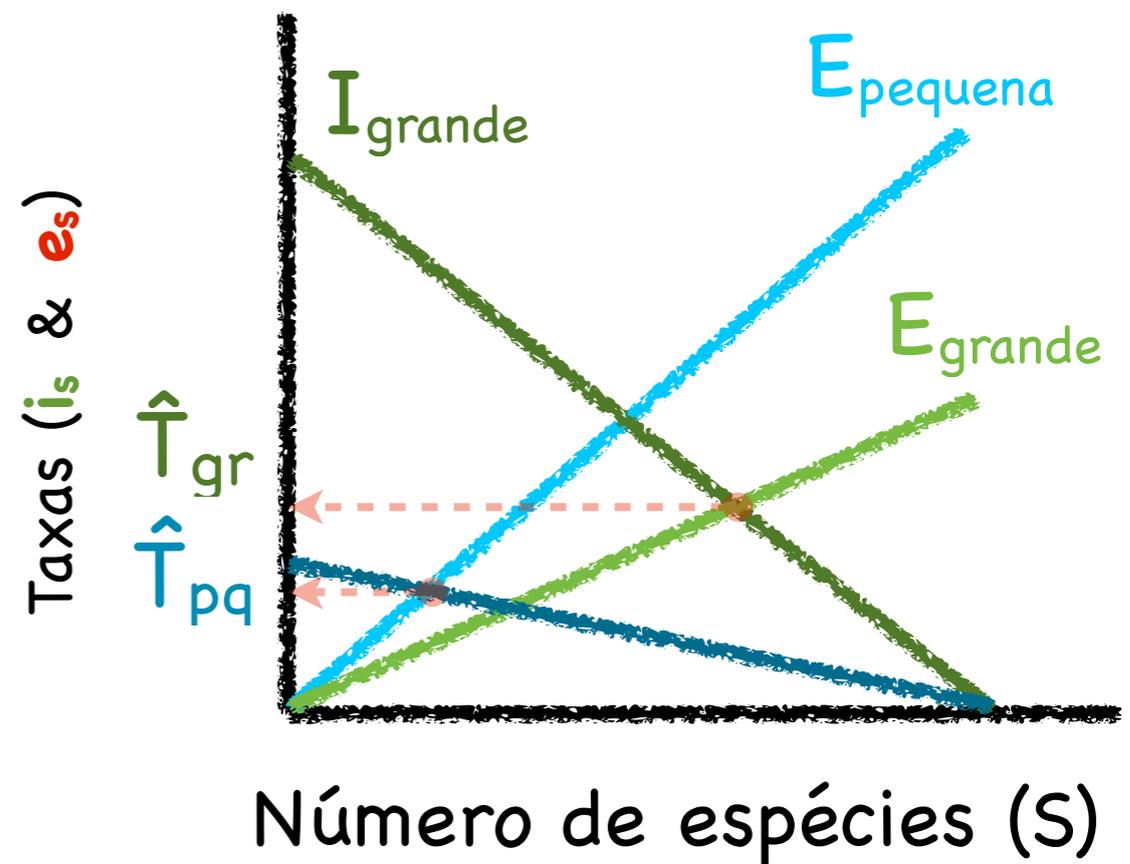
Ilhas maiores são um alvo mais fácil, e portanto poderiam ter taxas de imigração mais elevadas.

Efeito do alvo: o tamanho da área pode afetar também a taxa de imigração.



$$\hat{T}_{pq} > \hat{T}_{gr}$$

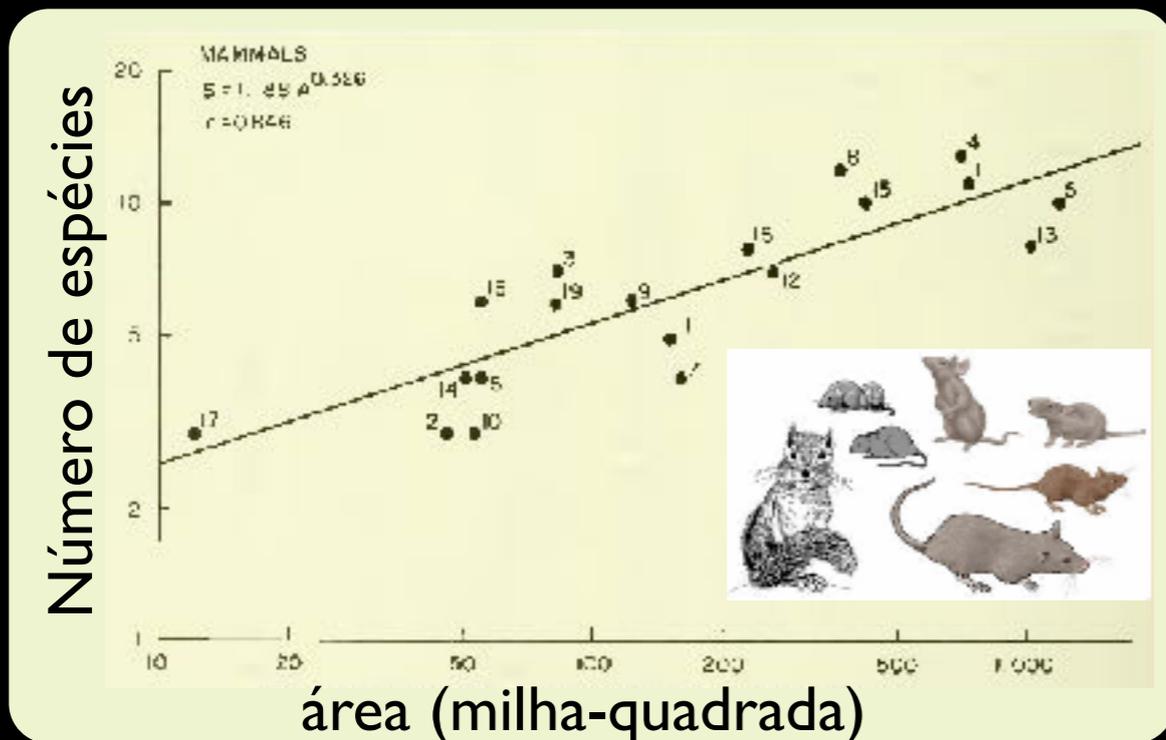
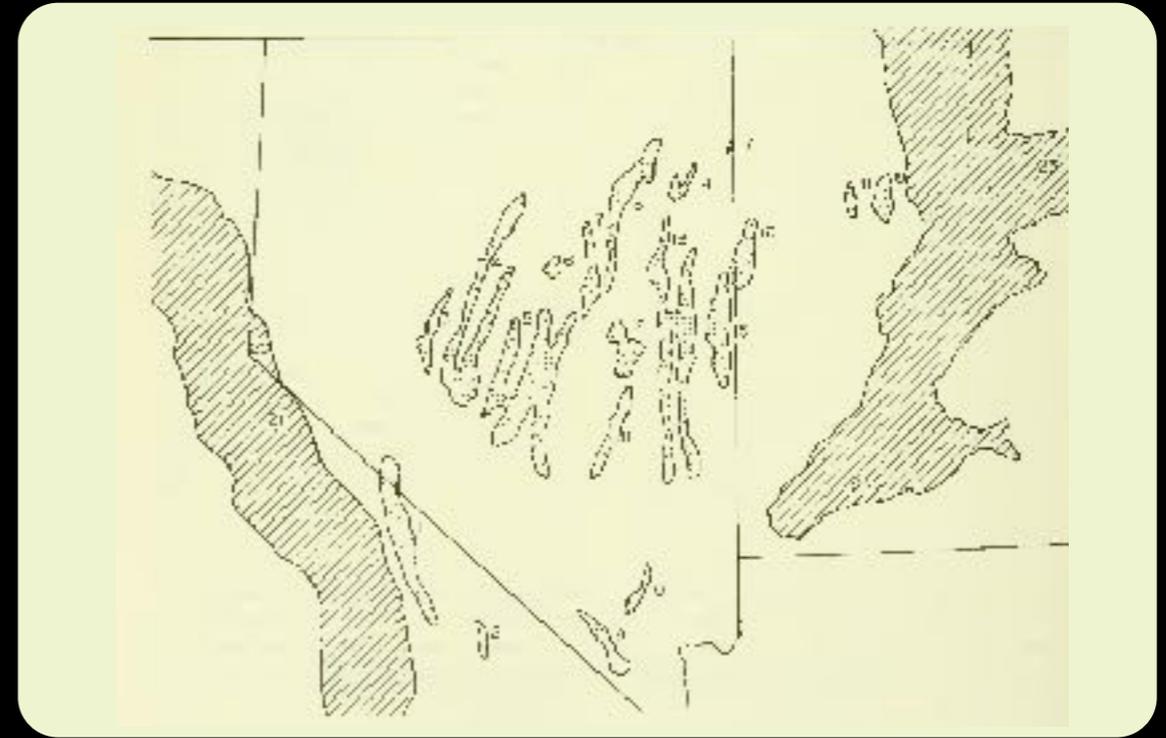
$$\hat{S}_{pq} < \hat{S}_{gr}$$



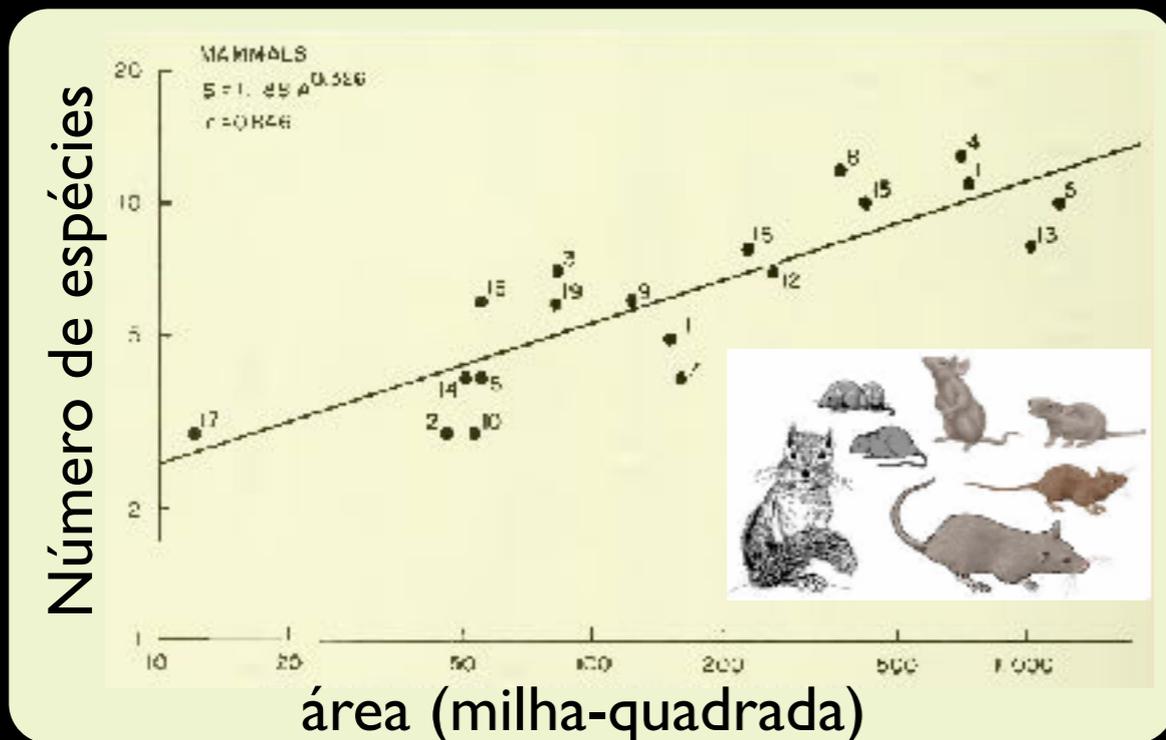
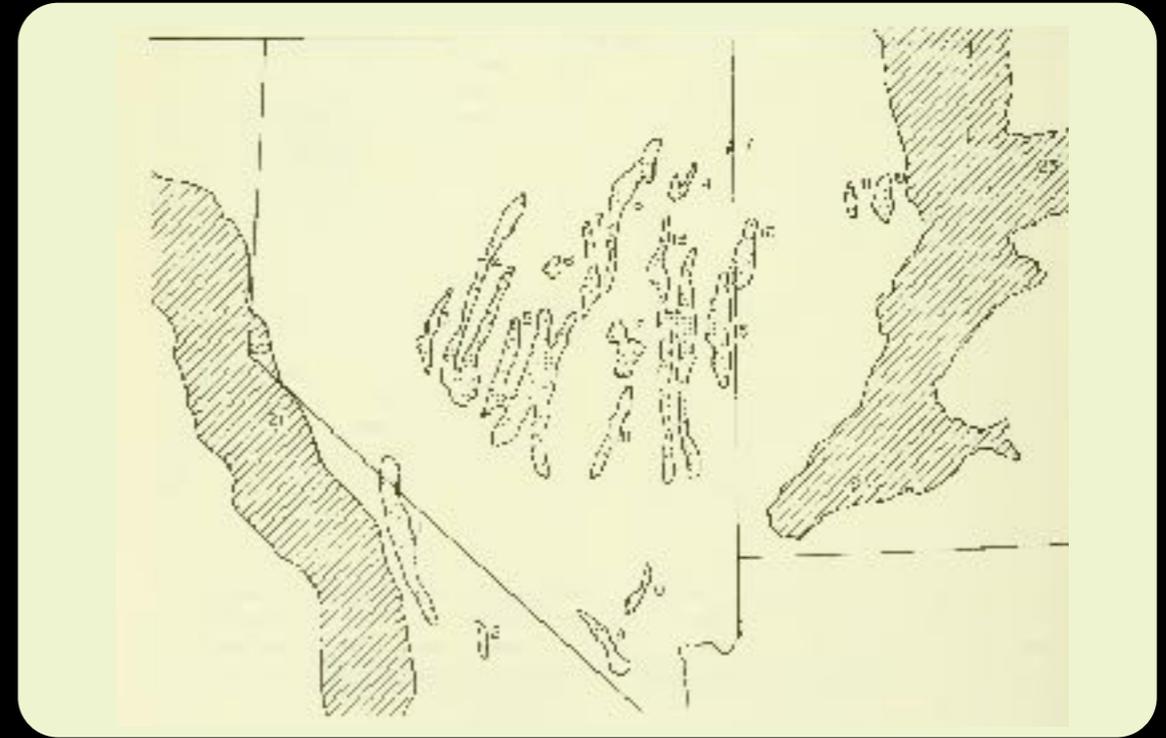
$$\hat{T}_{pq} < \hat{T}_{gr}$$

$$\hat{S}_{pq} < \hat{S}_{gr}$$

# Comunidades sem equilíbrio

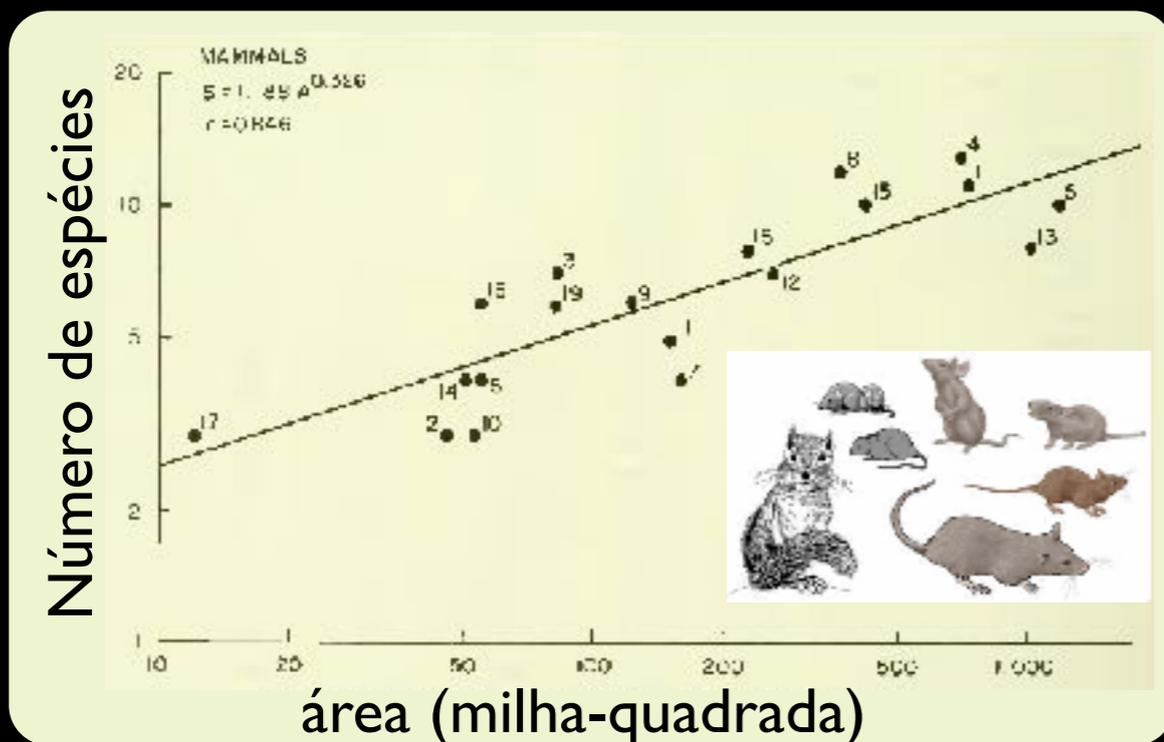
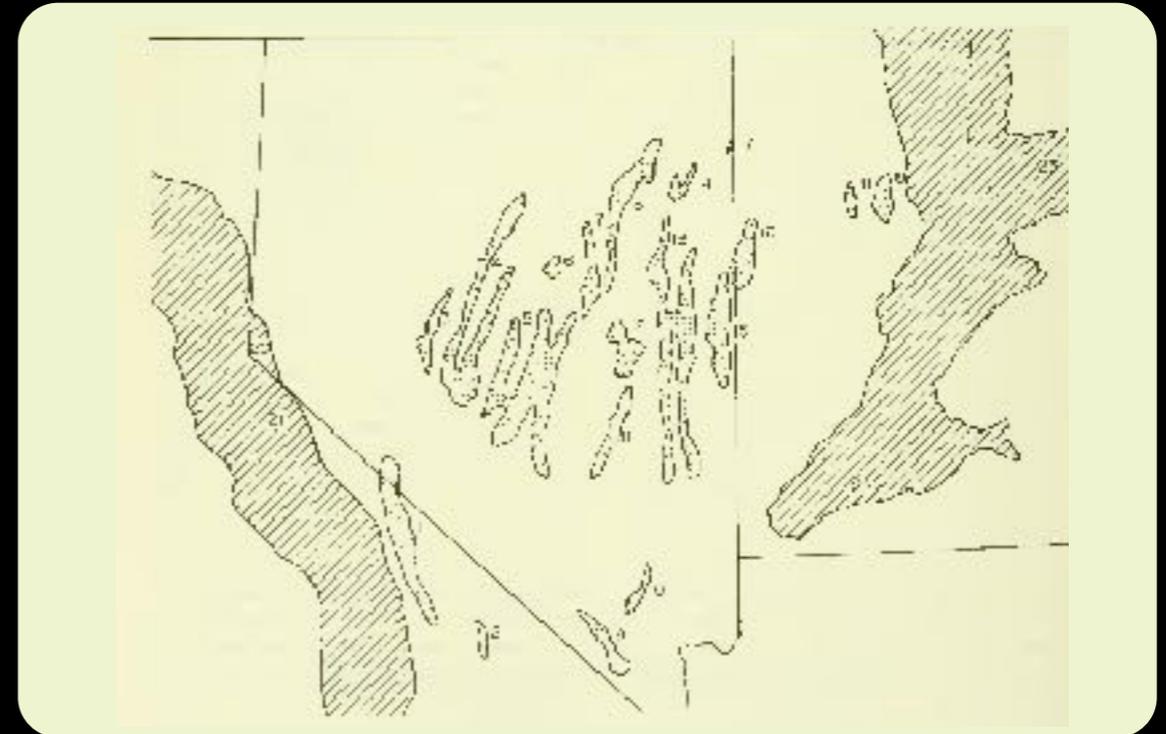


# Comunidades sem equilíbrio

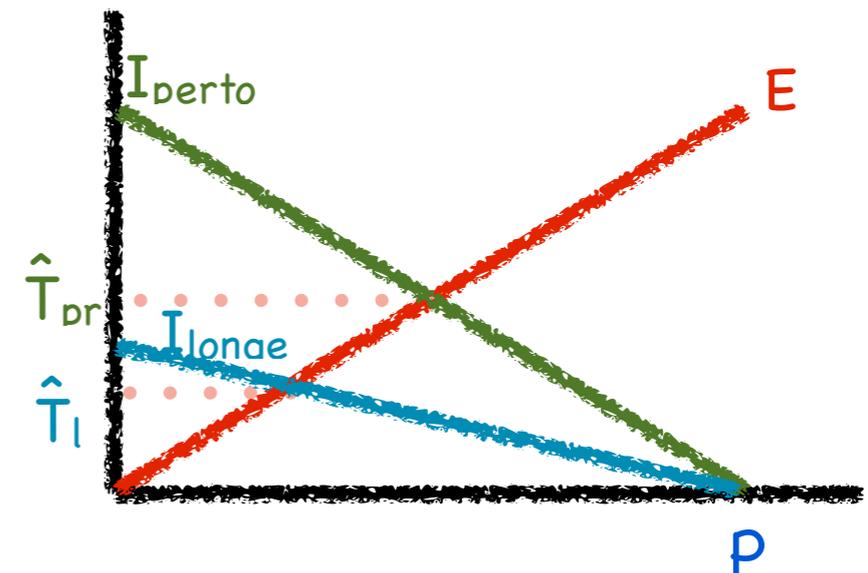


# Comunidades sem equilíbrio

- Ausência da relação entre distância e taxas de substituição



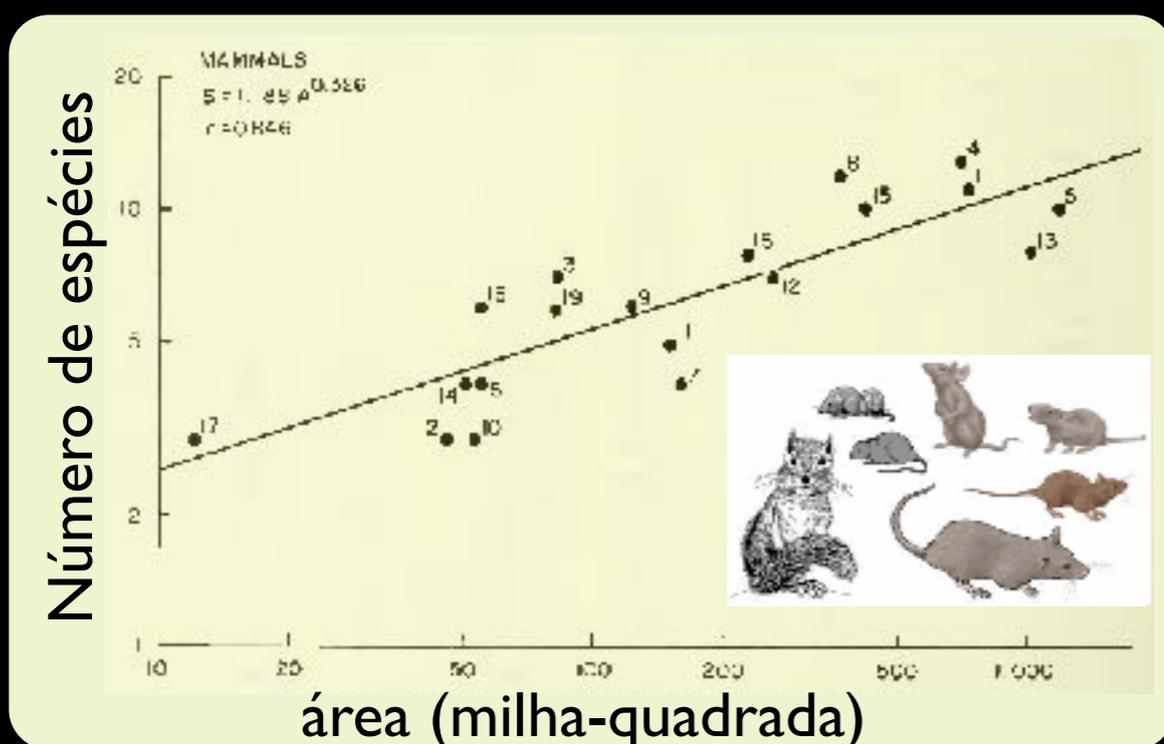
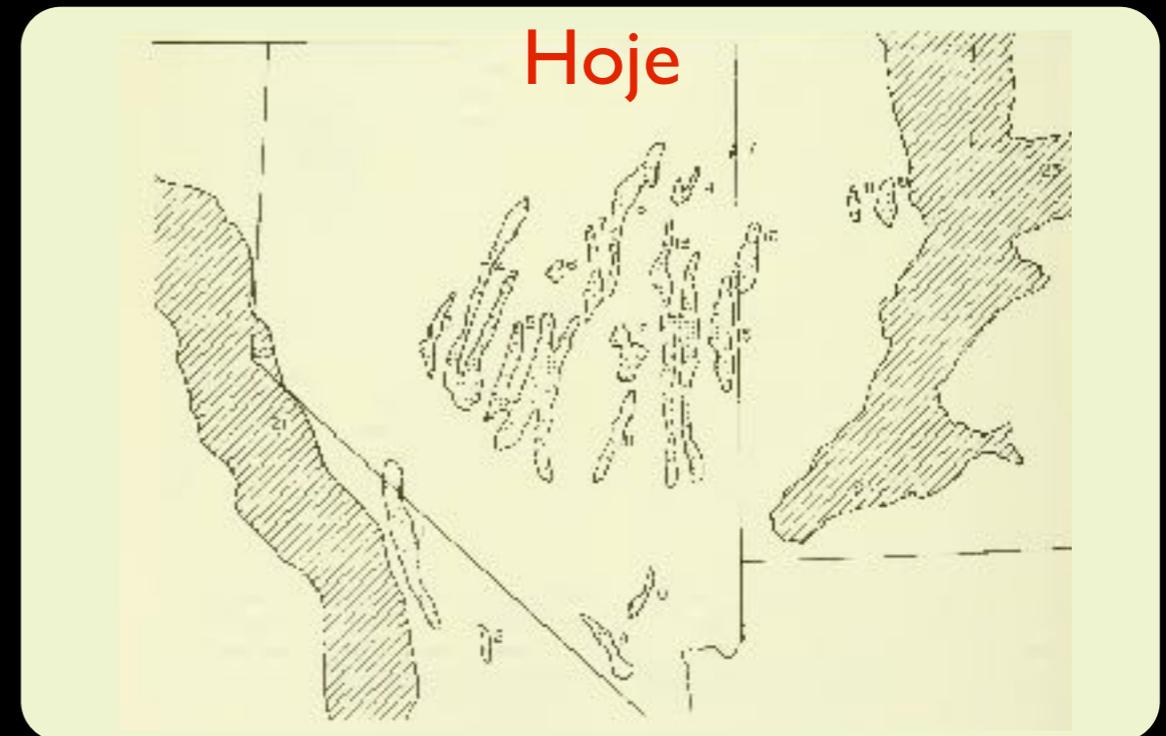
Taxas ( $i_s$  &  $e_s$ )



Número de espécies em uma ilha ( $S$ )

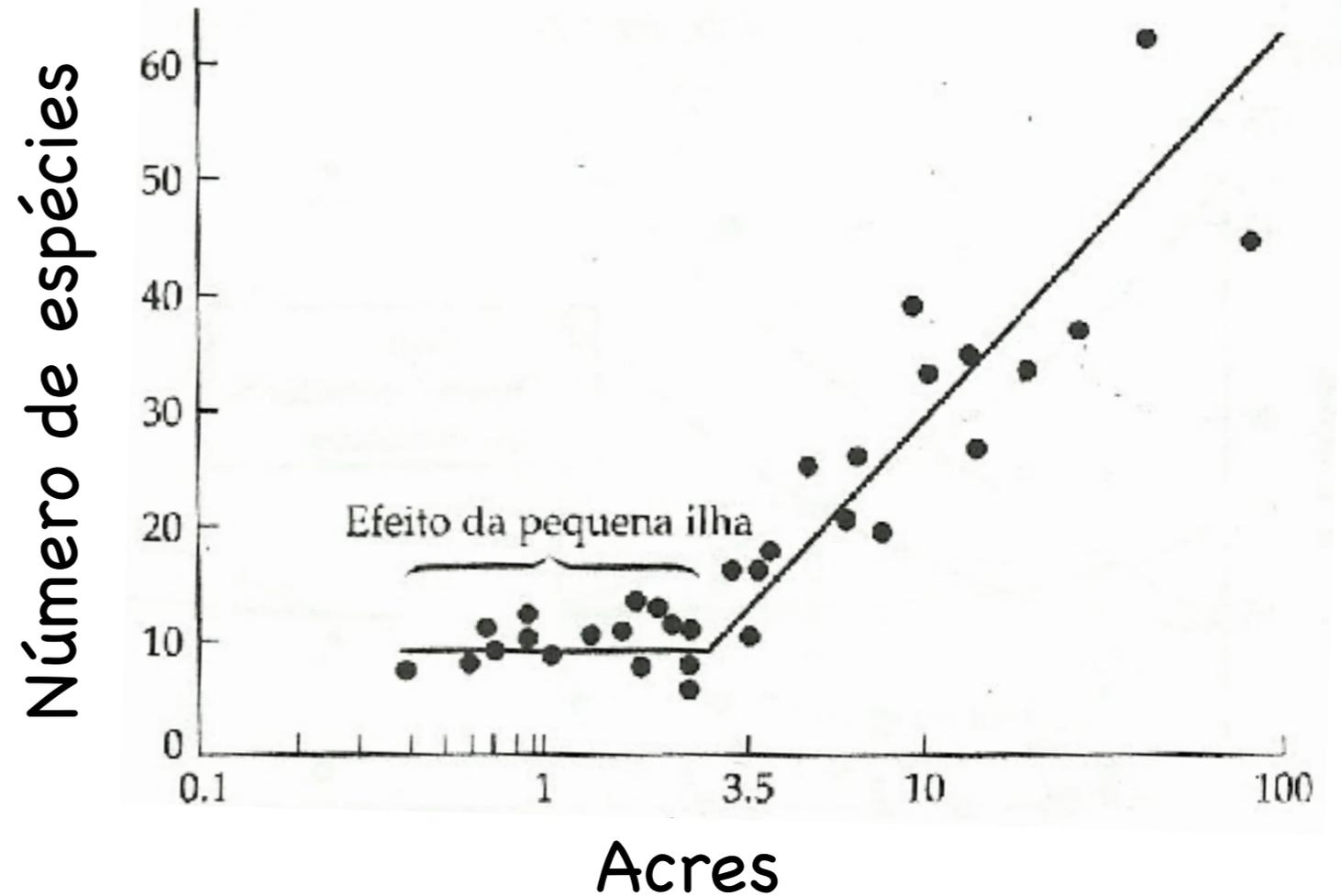
# Comunidades sem equilíbrio

- Ausência da relação entre distância e taxas de substituição
- Alta extinção, em especial em ilhas pequenas.
- Riqueza está caminhando para ZERO pois não há imigração!!!



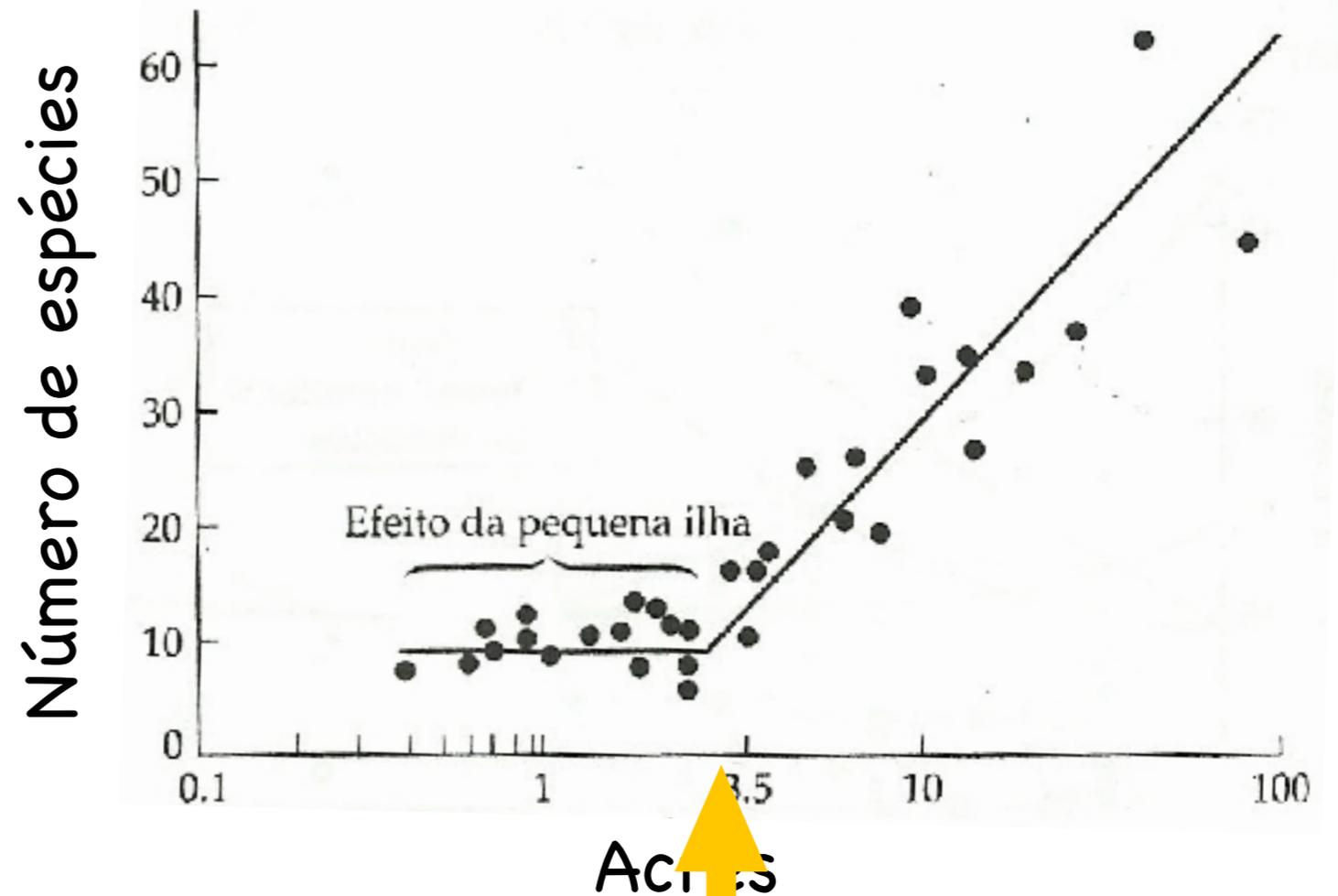
# Efeito de ilhas pequenas

Riqueza de plantas no  
Atol de Kapingamarangi  
na Micronésia



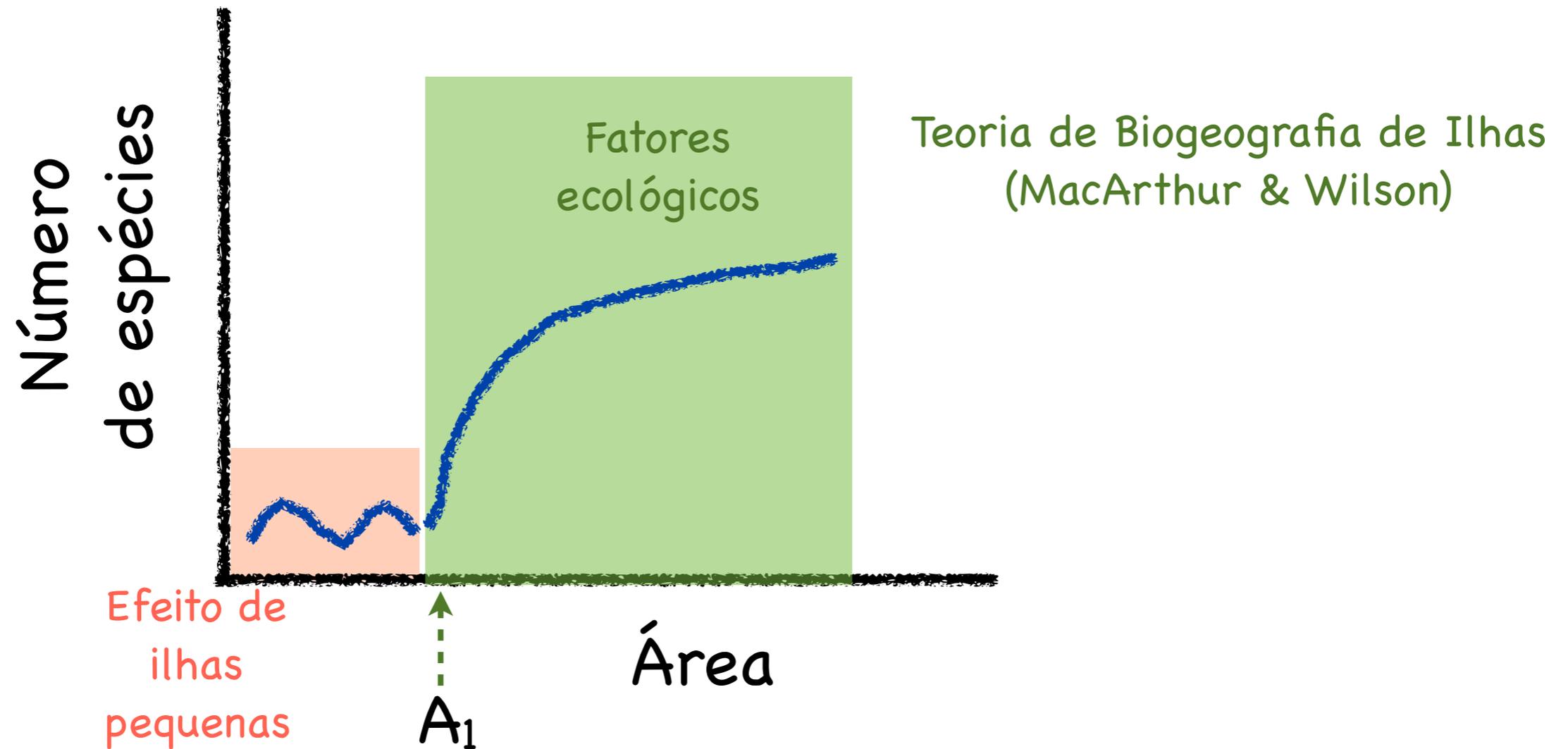
# Efeito de ilhas pequenas

Riqueza de plantas no  
Atol de Kapingamarangi  
na Micronésia

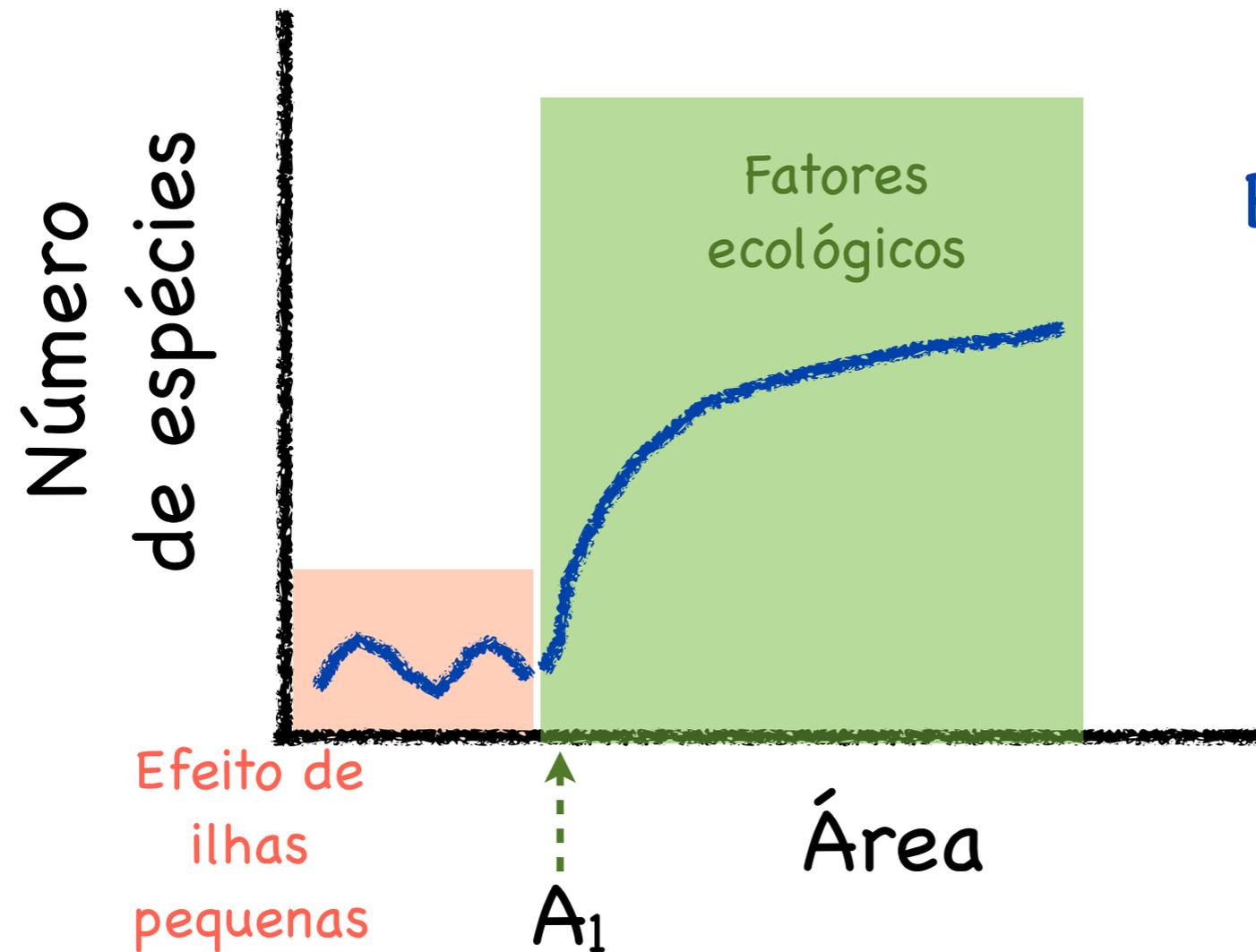


Esse valor tende a ser maior para organismos com baixa capacidade de dispersão e para arquipélagos mais isolados

# Modelo geral da relação área e riqueza

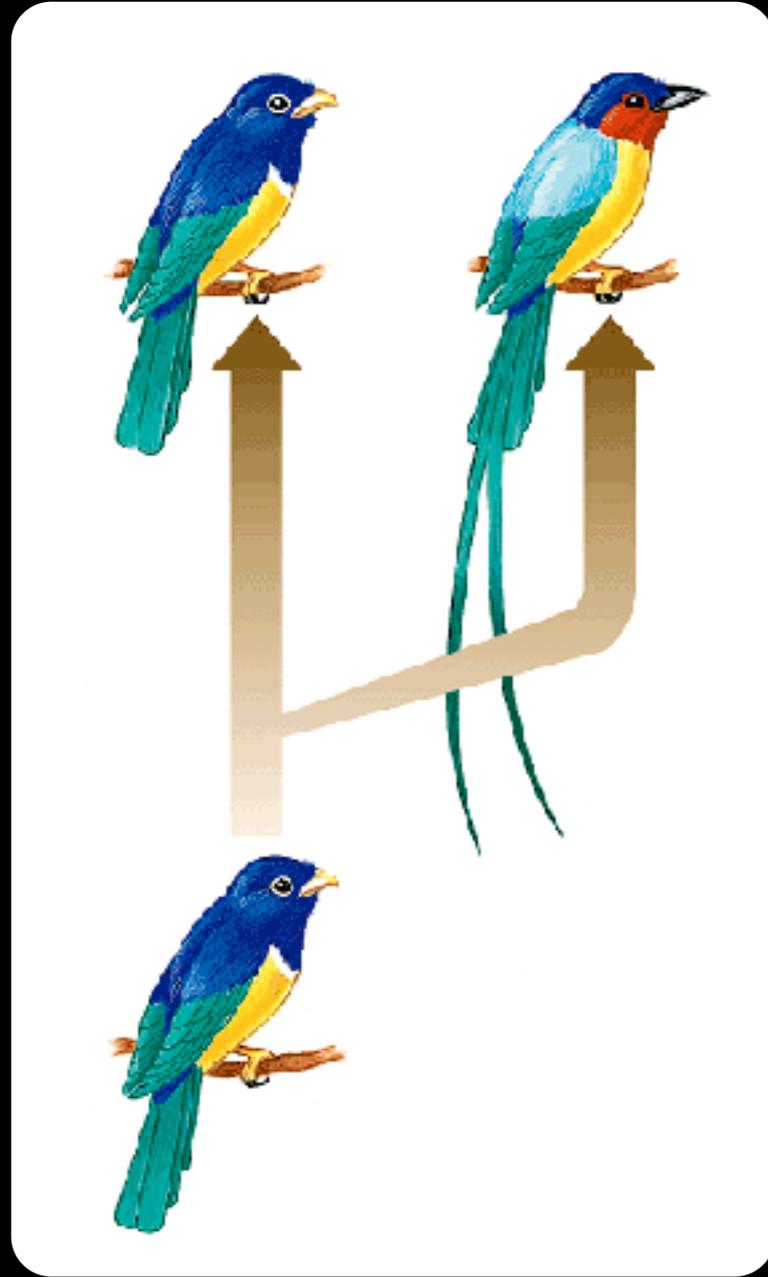


# Modelo geral da relação área e riqueza



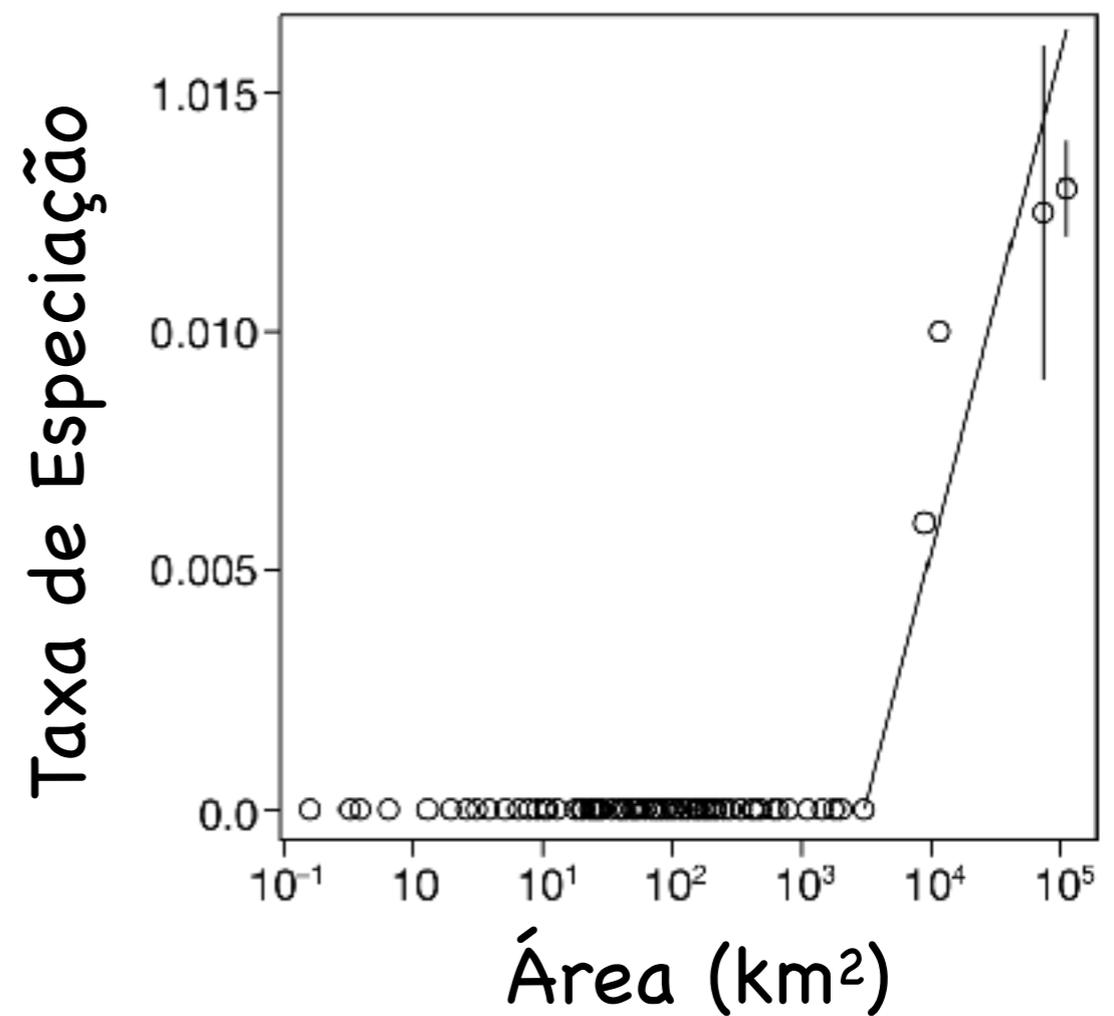
E a evolução????

# Especiaçãoção pode ocorrer dentro a ilha!!

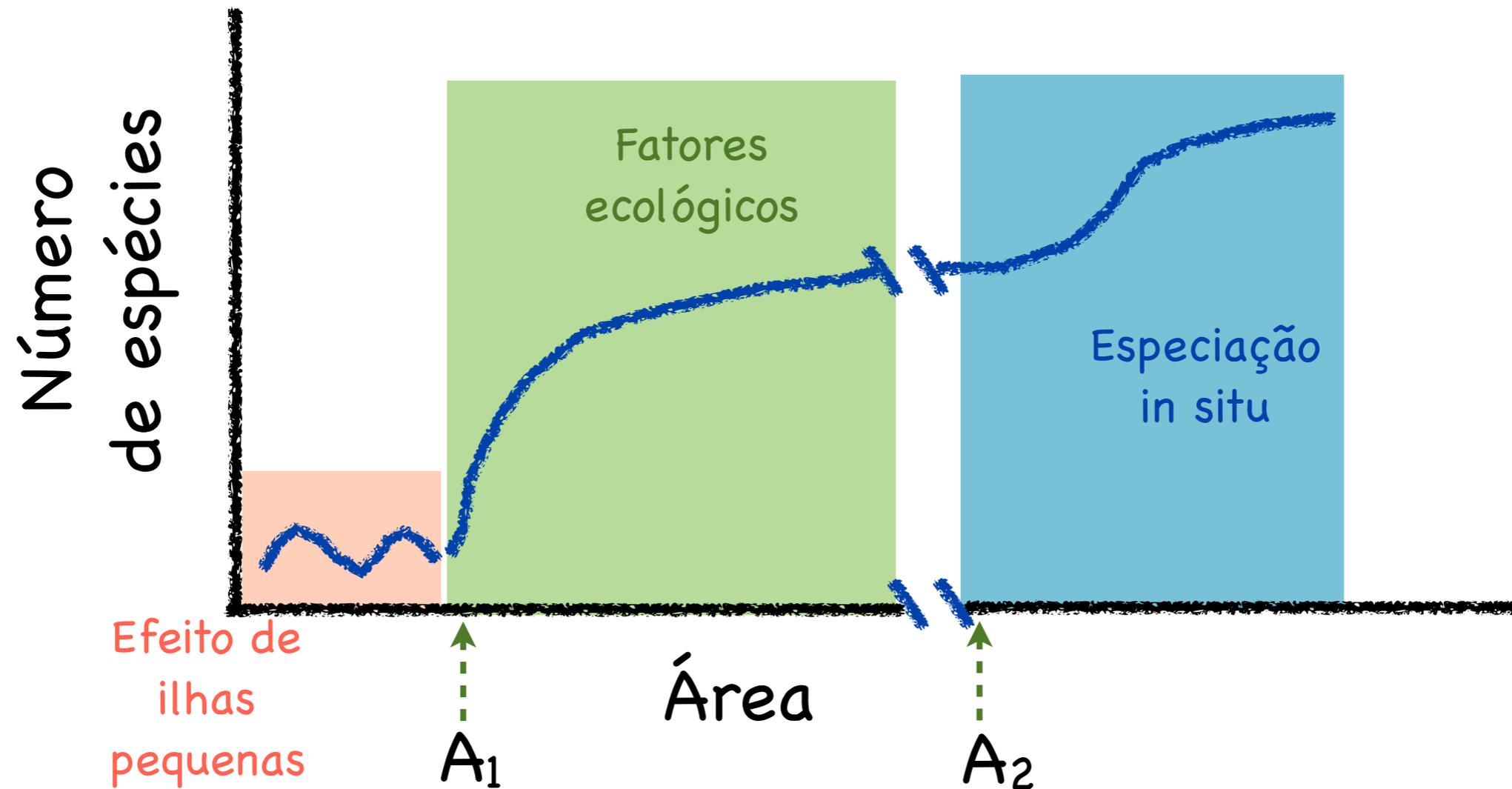


# Efeito da área na especiação

Lagartos *Anolis* das ilhas  
Caribenhas

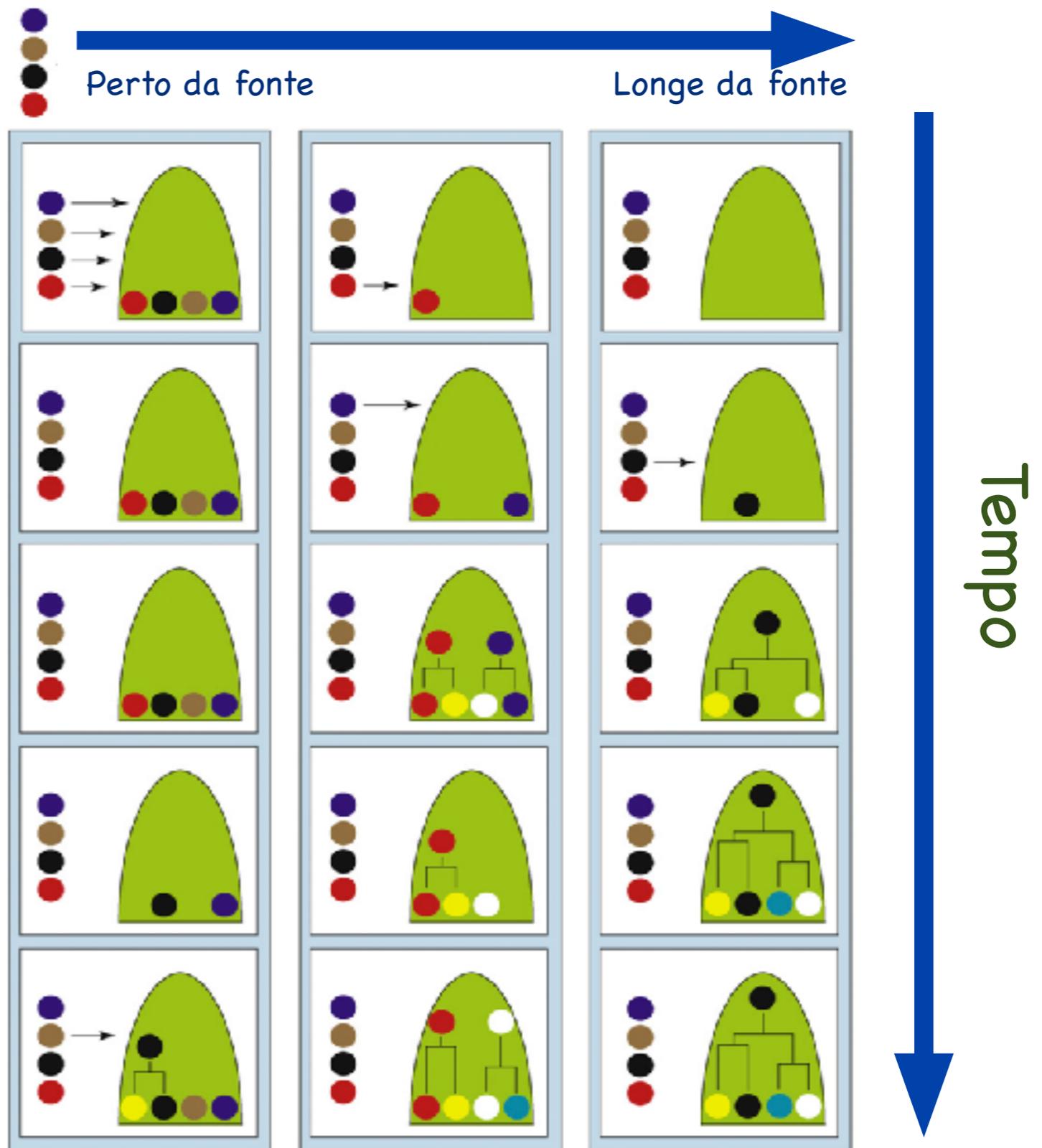


# Modelo geral da relação área e riqueza



# Contribuição da imigração e especiação na riqueza de ilhas

## Isolamento



Área  Riqueza de espécies





Relação Universal

$$\log(S) = \log(c) + z \log(A) \leftarrow$$

The equation is followed by a yellow arrow pointing left, which is bent at a right angle at its tip.

Área  Riqueza de espécies

Relação Universal

Teoria de  
Biogeografia de Ilhas

$\log(S) = \log(c) + z \log(A)$

Área  Riqueza de espécies

Relação Universal

Teoria de  
Biogeografia de Ilhas

$\log(S) = \log(c) + z \log(A)$

Taxas de Imigração e  
Extinção determinam o  
equilíbrio de espécies

Área  Riqueza de espécies

Relação Universal

Teoria de  
Biogeografia de Ilhas

$\log(S) = \log(c) + z \log(A)$

Distância e área devem  
determinar as taxas de  
imigração e extinção

Taxas de Imigração e  
Extinção determinam o  
equilíbrio de espécies

Área  Riqueza de espécies

Relação Universal

Teoria de  
Biogeografia de Ilhas

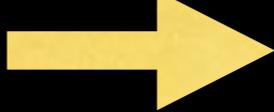
$\log(S) = \log(c) + z \log(A)$

Distância e área devem  
determinar as taxas de  
imigração e extinção

Taxas de Imigração e  
Extinção determinam o  
equilíbrio de espécies

Hipóteses que  
podem ser testadas

Área  Riqueza de espécies

Relação Universal 

Teoria de  
Biogeografia de Ilhas

$\log(S) = \log(c) + z \log(A)$  

Distância e área devem  
determinar as taxas de  
imigração e extinção 

Hipóteses que  
podem ser testadas

Taxas de Imigração e  
Extinção determinam o  
equilíbrio de espécies 

Ignora alguns aspectos  
importantes. Exemplo:  
especiação

Área  $\longleftrightarrow$  Riqueza de espécies

Relação Universal

Teoria de Biogeografia de Ilhas

$$\log(S) = \log(c) + z \log(A)$$

Distância e área devem determinar as taxas de imigração e extinção

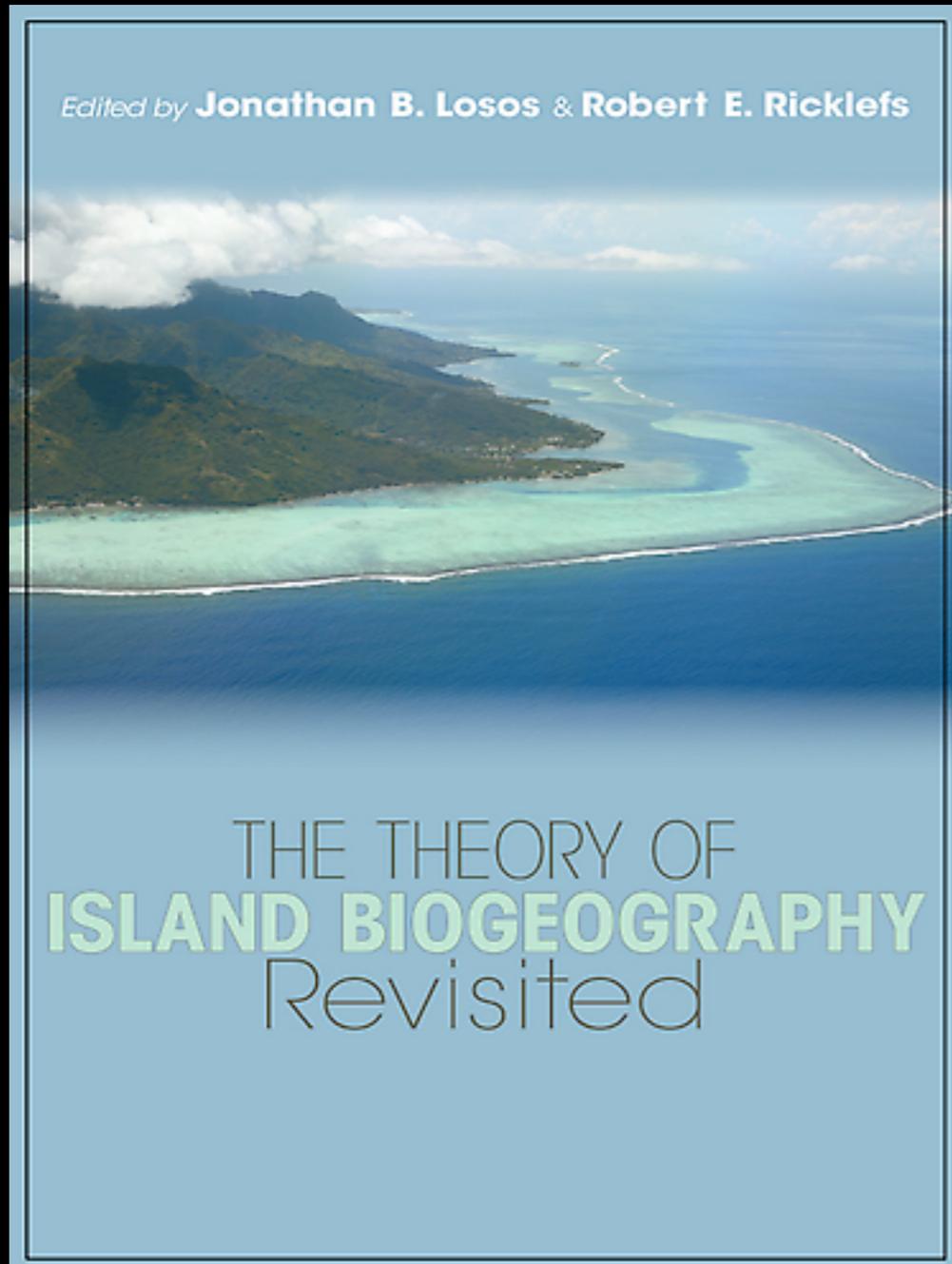
Taxas de Imigração e Extinção determinam o equilíbrio de espécies

Hipóteses que podem ser testadas

Ignora alguns aspectos importantes. Exemplo: especiação

Teoria falha; aprendemos algo de novo!

Para saber mais!



**The Theory of Island  
Biogeography Revisited**  
Edited by Jonathan B. Losos &  
Robert E. Ricklefs (2010)