

# Texto sobre Invasões Biológicas

- No que consiste o manejo adaptativo e por que é uma importante estratégia no que tange o controle de espécies exóticas invasoras?

# Invasões biológicas

Conservação da Biodiversidade  
2013

# Invasão biológica:

## ■ O que é??

Processo que compreende a instalação e grande proliferação de uma espécie não-nativa do ambiente, levando a desequilíbrios na comunidade. A espécie invasora passa a competir fortemente com as espécies nativas, levando-as à extinção local. Invasões biológicas afetam processos ecológicos, o meio físico, a biota e podem trazer danos econômicos.

CAUSA → HOMEM!

# Invasões modernas:

homem → rotas e  
vetores de dispersão



## Introduções:

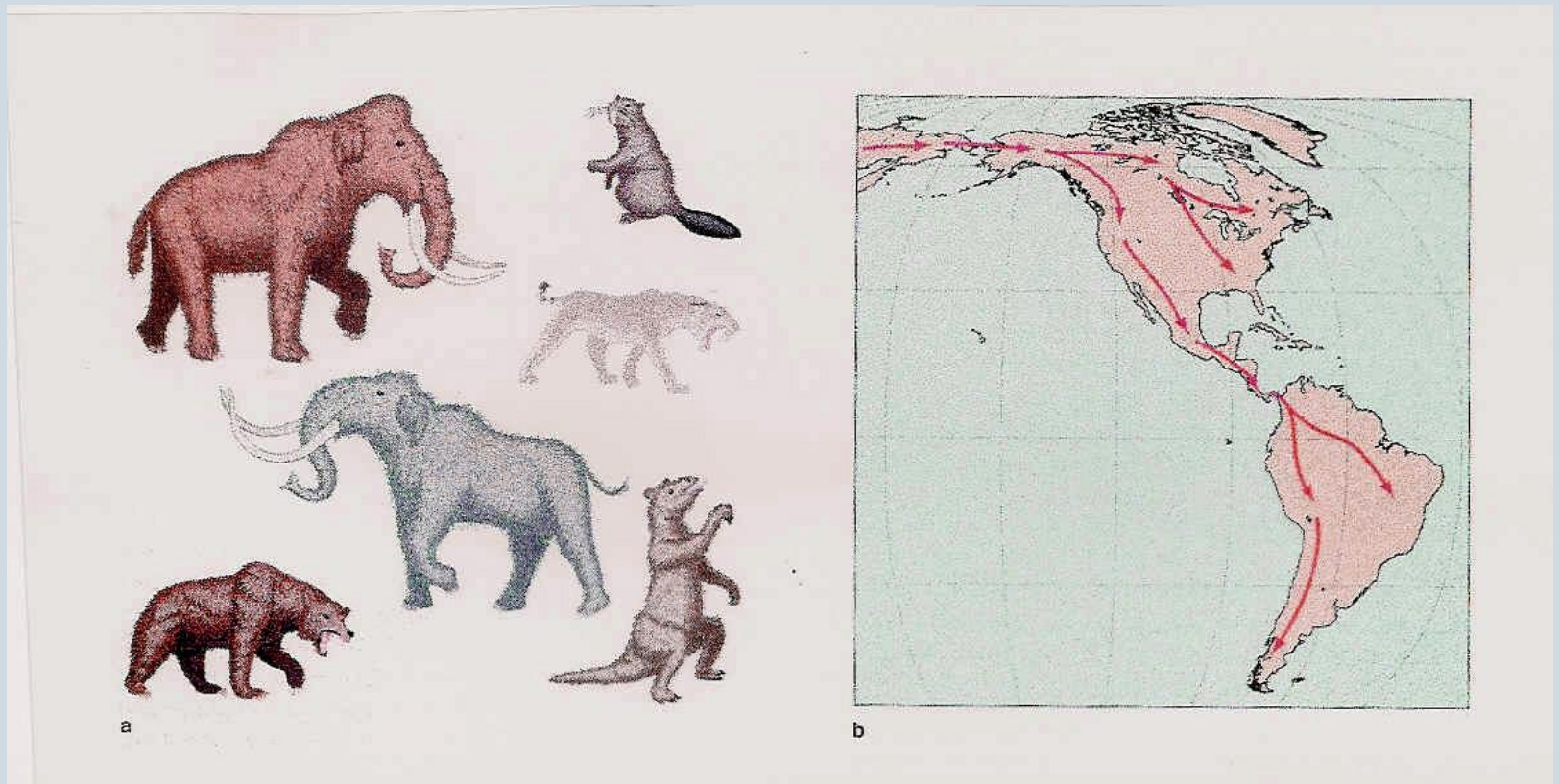
**domesticação** (agricultura, silvicultura, pecuária, aquicultura, ornamentação, medicamentos, utilitários)

**acidentais** (ervas-daninhas, parasitas, pragas, patógenos, controle biológico)

# As invasões biológicas são recentes?

“Invasões” paleontológicas → naturais

Ex: mamíferos nas Américas → fenômenos evolutivos

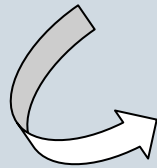


Invasões paleontológicas = naturais



fenômenos evolutivos

Invasões modernas = predom. antropogênicas



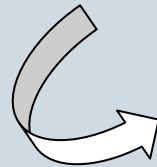
fenômenos ecológicos

Invasões paleontológicas = naturais



fenômenos evolutivos

Invasões modernas = predom. antropogênicas



fenômenos ecológicos

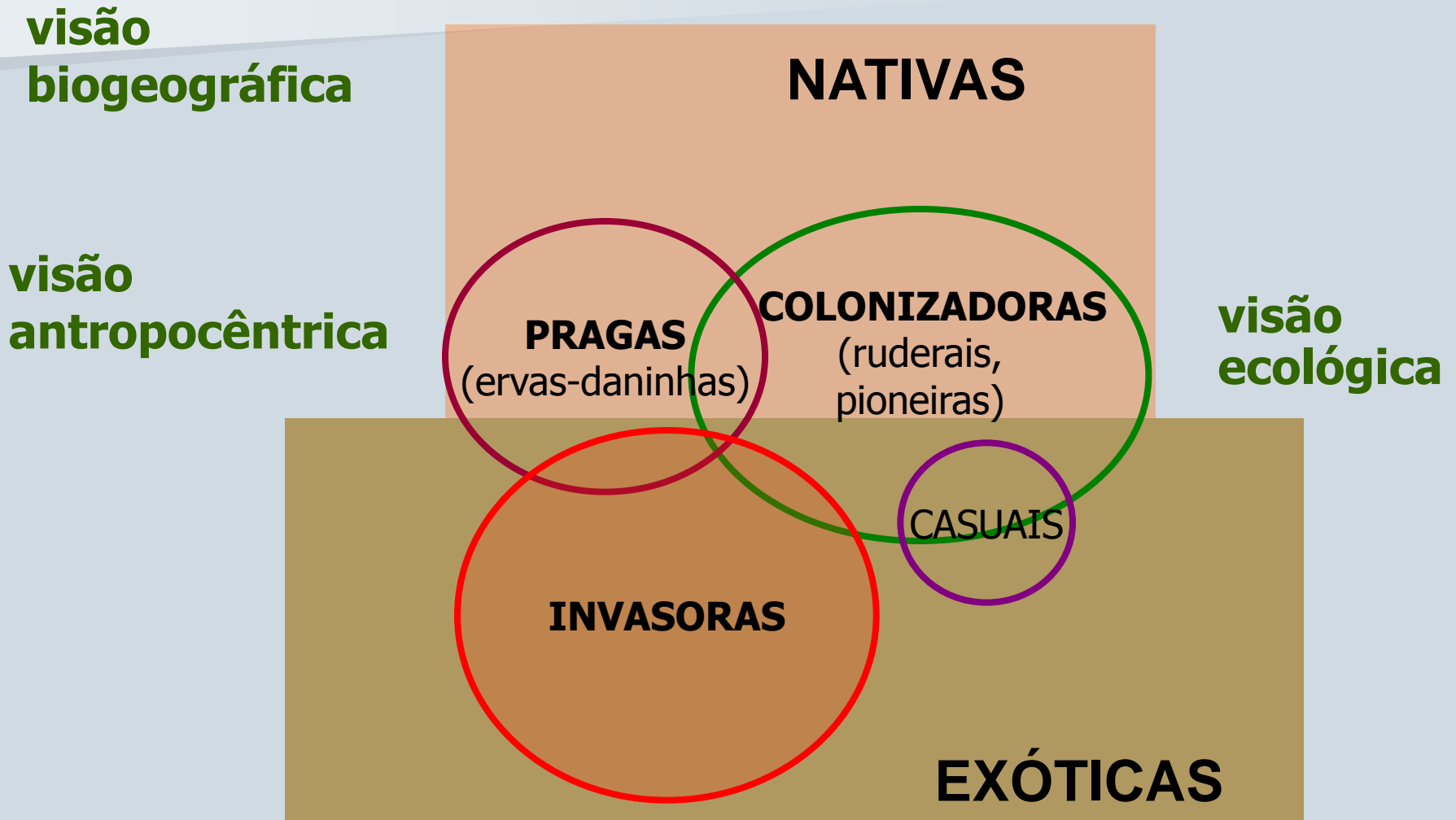
O processo envolve:

remoção de barreiras  
migração  
dispersão  
colonização  
competição  
evolução



escala  
temporal !!

# Nomenclatura conforme origem e função:





# Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

**Espécie exótica ou introduzida:** proveniente de um ambiente diferente, por ação do homem.

# Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

**Especie exótica ou introduzida:** proveniente de um ambiente diferente, por ação do homem.

**Exótica casual:** não forma população persistente.

# Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

**Exótica exótica ou introduzida:** proveniente de um ambiente diferente, por ação do homem.

**Exótica casual:** não forma população persistente.

**Exótica naturalizada:** forma população persistente mas não invade ecossistema natural ou antrópico

# Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

**Especie exótica ou introduzida:** proveniente de um ambiente diferente, por ação do homem.

**Exótica casual:** não forma população persistente.

**Exótica naturalizada:** forma população persistente mas não invade ecossistema natural ou antrópico

**Praga:** exótica ou não, indesejável no local

# Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

**Exótica exótica ou introduzida:** proveniente de um ambiente diferente, por ação do homem

**Exótica casual:** não forma população persistente

**Exótica naturalizada:** forma população persistente mas não invade ecossistema natural ou antrópico

**Praga:** exótica ou não, indesejável no local

**Invasora:** exótica, (naturalizada), tem alta taxa de reprodução e dispersão, coloniza ecossistema natural ou antrópico

# Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

**Exótica exótica ou introduzida:** proveniente de um ambiente diferente, por ação do homem

**Exótica casual:** não forma população persistente

**Exótica naturalizada:** forma população persistente mas não invade ecossistema natural ou antrópico

**Praga:** exótica ou não, indesejável no local

**Invasora:** **exótica**, (naturalizada), tem alta taxa de reprodução e dispersão, coloniza ecossistema natural ou antrópico

**Super-dominantes:** nativas que se comportam como invasoras, mediante desequilíbrio

# Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

**Espécie exótica ou introduzida:** proveniente de um ambiente diferente, por ação do homem

**Exótica casual:** não forma população persistente

**Exótica naturalizada:** forma população persistente mas não invade ecossistema natural ou antrópico

**Praga:** exótica ou não, indesejável no local

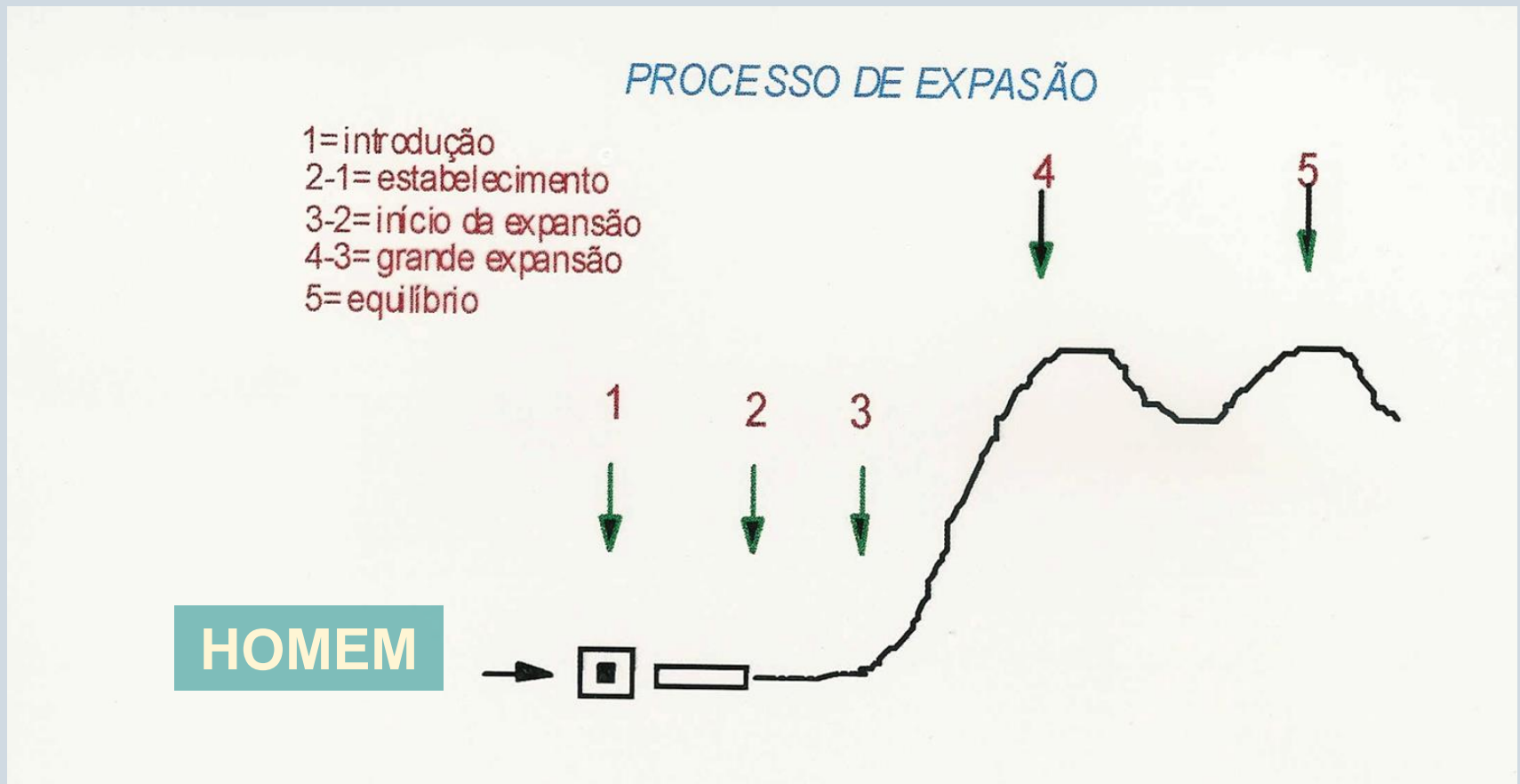
**Invasora:** exótica, (naturalizada), tem alta taxa de reprodução e dispersão, coloniza ecossistema natural ou antrópico

**Super-dominantes:** nativas que se comportam como invasoras, mediante desequilíbrio

**fenômeno ecológico e não descrição taxonômica!**

# O processo de invasão:

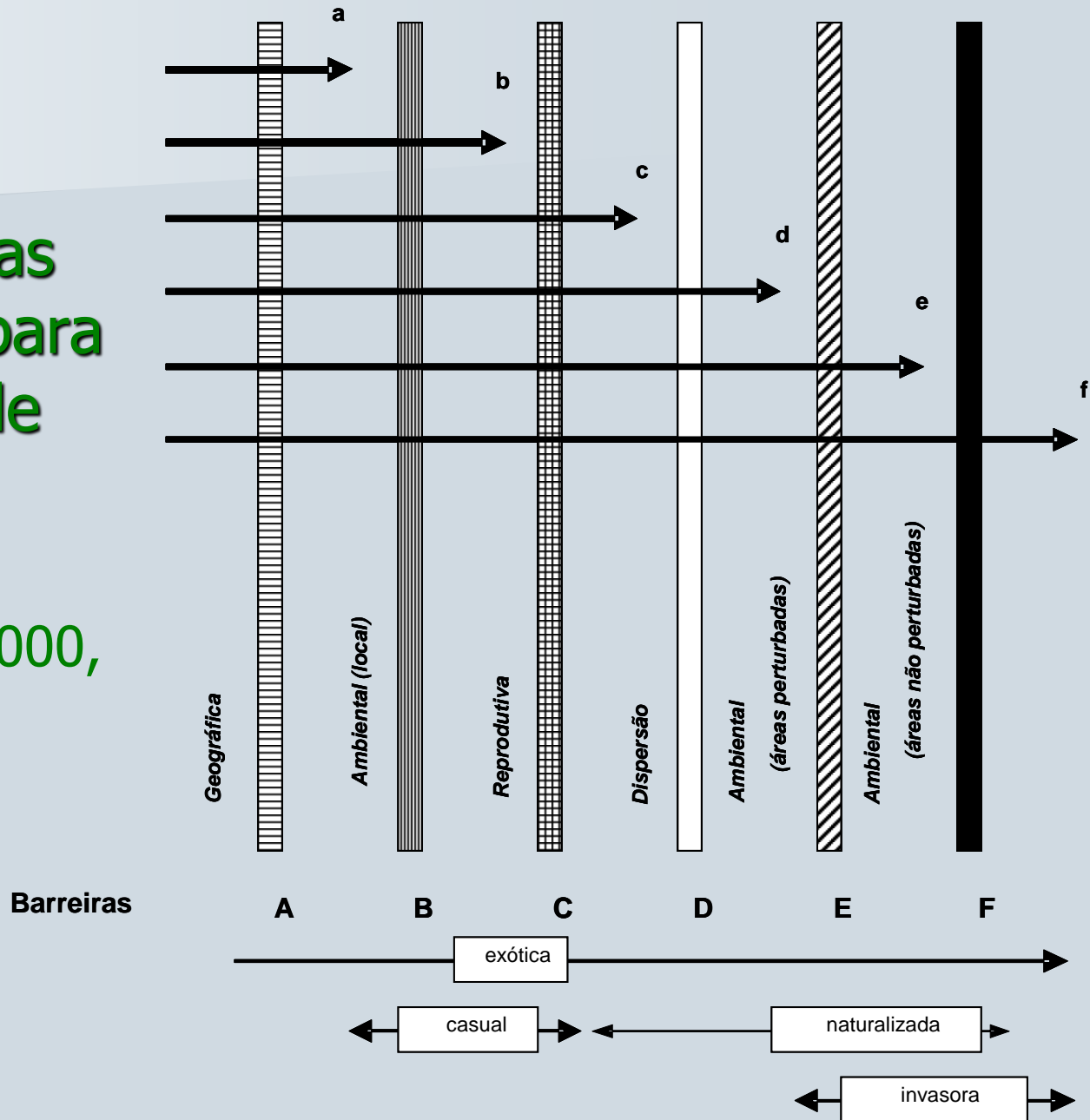
- chegada e estabelecimento
- expansão
- equilíbrio – **ecologicamente negativo!!**





# O processo de invasão:

Principais barreiras limitantes (A-F) para a disseminação de espécies introduzidas  
(Richardson *et al.* 2000, modificado)



# Capacidade de invadir

Depende de características da espécie ou do local invadido ??

# As hipóteses (estabelecimento X dominância)

Hipótese	Definição	Referências
1) inimigos naturais	sem inimigos: menor controle populacional	Darwin (1859), Elton (1958)

# As hipóteses (estabelecimento X dominância)

Hipótese	Definição	Referências
1) inimigos naturais	sem inimigos: menor controle populacional	Darwin (1859), Elton (1958)
2) naturalização (distância taxonômica)	novos gêneros têm maior sucesso que gêneros existentes	Darwin (1859), Rejmánek (1999)

# As hipóteses (estabelecimento X dominância)

Hipótese	Definição	Referências
1) inimigos naturais	sem inimigos: menor controle populacional	Darwin (1859), Elton (1958)
2) naturalização (distância taxonômica)	novos gêneros têm maior sucesso que gêneros existentes	Darwin (1859), Rejmánek (1999)
3) riqueza em espécies	> riqueza = > resistência	Elton (1958), MacArthur (1970, 1972)

# As hipóteses (estabelecimento X dominância)

Hipótese	Definição	Referências
1) inimigos naturais	sem inimigos: menor controle populacional	Darwin (1859), Elton (1958)
2) naturalização (distância taxonômica)	novos gêneros têm maior sucesso que gêneros existentes	Darwin (1859), Rejmánek (1999)
3) riqueza em espécies	> riqueza = > resistência	Elton (1958), MacArthur (1970, 1972)
4) nicho vazio	usam recursos não usados pelas nativas	Elton (1958), MacArthur (1970)

# As hipóteses (estabelecimento X dominância)

Hipótese	Definição	Referências
1) inimigos naturais	sem inimigos: menor controle populacional	Darwin (1859), Elton (1958)
2) naturalização (distância taxonômica)	novos gêneros têm maior sucesso que gêneros existentes	Darwin (1859), Rejmánek (1999)
3) riqueza em espécies	> riqueza = > resistência	Elton (1958), MacArthur (1970, 1972)
4) nicho vazio	usam recursos não usados pelas nativas	Elton (1958), MacArthur (1970)
5) pressão de propágulo	chegada de potenciais indivíduos	di Castri (1989), Williamson (1996), Lonsdale (1999)

# As hipóteses (estabelecimento X dominância)

Hipótese	Definição	Referências
1) inimigos naturais	sem inimigos: menor controle populacional	Darwin (1859), Elton (1958)
2) naturalização (distância taxonômica)	novos gêneros têm maior sucesso que gêneros existentes	Darwin (1859), Rejmánek (1999)
3) riqueza em espécies	> riqueza = > resistência	Elton (1958), MacArthur (1970, 1972)
4) nicho vazio	usam recursos não usados pelas nativas	Elton (1958), MacArthur (1970)
5) pressão de propágulo	chegada de potenciais indivíduos	di Castri (1989), Williamson (1996), Lonsdale (1999)
6) perturbação	maior adaptação a perturbações (tipo e intensidade)	Gray (1879), Baker (1974)



# As hipóteses (estabelecimento X dominância)

Hipótese	Definição	Referências
1) inimigos naturais	sem inimigos: menor controle populacional	Darwin (1859), Elton (1958)
2) naturalização (distância taxonômica)	novos gêneros têm maior sucesso que gêneros existentes	Darwin (1859), Rejmánek (1999)
3) riqueza em espécies	> riqueza = > resistência	Elton (1958), MacArthur (1970, 1972)
4) nicho vazio	usam recursos não usados pelas nativas	Elton (1958), MacArthur (1970)
5) pressão de propágulo	chegada de potenciais indivíduos	di Castri (1989), Williamson (1996), Lonsdale (1999)
6) perturbação	maior adaptação a perturbações (tipo e intensidade)	Gray (1879), Baker (1974)
7) evolução da capacidade de invasão = EICA (evolution of increased competitive ability)	ausência de inimigos no novo ambiente - recursos direcionados para maior reprodução	Blossey & Notzold (1995), Lee (2002)

# As hipóteses (estabelecimento X dominância)

Hipótese	Definição	Referências
1) inimigos naturais	sem inimigos: menor controle populacional	Darwin (1859), Elton (1958)
2) naturalização (distância taxonômica)	novos gêneros têm maior sucesso que gêneros existentes	Darwin (1859), Rejmánek (1999)
3) riqueza em espécies	> riqueza = > resistência	Elton (1958), MacArthur (1970, 1972)
4) nicho vazio	usam recursos não usados pelas nativas	Elton (1958), MacArthur (1970)
5) pressão de propágulo	chegada de potenciais indivíduos	di Castri (1989), Williamson (1996), Lonsdale (1999)
6) perturbação	maior adaptação a perturbações (tipo e intensidade)	Gray (1879), Baker (1974)
7) evolução da capacidade de invasão = EICA (evolution of increased competitive ability)	ausência de inimigos no novo ambiente - recursos direcionados para maior reprodução	Blossey & Notzold (1995), Lee (2002)
8) novas "armas"	quando exóticas = maior ação bioquímica (alelopatia) que quando nativas	Callaway & Aschenhoug (2000), Bais et al.(2003)

# As hipóteses (estabelecimento X dominância)

## Hipótese

## Evidência

1) inimigos naturais	≠ (só vale para especialistas) Siemann & Rogers 2003; Parker et al. 2006
2) naturalização (distância taxonômica)	✓ Strauss et al. 2006
3) riqueza em espécies	≠ D' Antonio & Levine 1999; Shea & Chesson 2002; Lonsdale 1999 (ESCALA! – controle de fatores extrínsecos)
4) nicho vazio	✓ Dukes 2002; Breton et al. 2005; indiretamente: 2); 3) em escala local
5) pressão de propágulo	✓ Lonsdale 1999; Rouget & Richardson 2003; Foxcroft et al 2004; Richardson 2004
6) perturbação	✓ Carino & Daehler 2002; Daehler 2003; Huston 2004; Alston & Richardson 2006
7) evolução da capacidade de invasão	✓ Garcia-Ramos & Rodriguez 2002
8) novas "armas"	✓ Vivanco et al. 2004

# Capacidade de invadir X suscetibilidade à invasão

## ■ características da espécie:

- ampla área de origem
- alta capacidade de reprodução sexuada e vegetativa
- ciclo de vida curto (geração curta)
- facilidade de polinização
- muitas sementes/filhotes, fácil dispersão
- altas taxas de germinação
- alta densidade/ cobertura
- alta capacidade de brotamento e regeneração
- tolerância ao desfolhamento e herbivoria
- eficiência fotossintética e no uso dos nutrientes
- heliófilas: metabolismo C4
- altas taxas de crescimento individual (porte/ vigor) e populacional
- alelopatia
- alta variabilidade genética
- maior introdução de propágulos
- maior tempo no local

## ■ características da comunidade/ ecossist.

- clima quente e úmido, LUZ
- habitat semelhante ao de origem
- disponibilidade de nutrientes (especialmente N)
- riqueza de espécies (?)
- relações interespecíficas fracas
- inimigos naturais
- isolamento taxonômico
- ausência de similar ecológico
- perturbações
- ambientes méxicos e abertos
- estádios iniciais de sucessão

**transpor para  
animais!**

# Conseqüências das invasões:

- alteração na produtividade do sistema
  - alteração nos ciclos hídricos e água no solo
  - alteração na disponibilidade de luz
  - alteração no ciclo de fogo
  - alteração na ciclagem de nutrientes
  - alteração nas cadeias alimentares
  - alteração nas relações interespecíficas
  - hibridizações: novos taxa
- 
- extinções e alterações na estrutura e função do ecossistema!!

# Alguns casos importantes: gramíneas africanas no cerrado



*U. decumbens*



*Melinis minutiflora*

e também: *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*,  
*Andropogon gayanus*, etc.

# Ex.: gramíneas invasoras nos cerrados de São Paulo:



## Melinis minutiflora

## Urochloa decumbens

LOCAL	frequencia relativa	Valor de importância	Frequencia relativa	Valor de importância
PIRASSUNUNGA, SP - campo cerrado (1)	2° / 52	2° / 52	4° / 52	4° / 52
STA. RITA PASSA QUATRO, SP - cerrado <i>sensu stricto</i> (2)	—	—	3° / 85	2° / 85
STA. RITA PASSA QUATRO, SP - campo cerrado (2)	1° / 36	1° / 36	—	—
ITIRAPINA, SP – campo cerrado (3)	1° / 42	1° / 42	4° / 42	5° / 42
ITIRAPINA, SP - cerrado <i>sensu stricto</i> (3)	1° / 41	1° / 41	7° / 41	6° / 41

# Pé-de-Gigante: associações interespecíficas entre graminóides

Espécie X Espécie		Fisionomia de cerrado	Tipo de associação	
			Qui-quadrado	Spearman
<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Echinolaena inflexa</i>	campo cerrado	-	-
<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Loudetiopsis chrysothrix</i>	campo cerrado	-	NS
<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Ichnanthus sericeus</i>	campo cerrado	-	-
<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Rhynchospora exaltata</i>	campo cerrado	-	-
<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Axonopus barbigerus</i>	campo cerrado	-	-
<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Axonopus marginatus</i>	campo cerrado	-	-
<i>Echinolaena inflexa</i>	<i>Loudetiopsis chrysothrix</i>	campo cerrado	+	-
<i>Urochloa decumbens</i>	<i>Rhynchospora exaltata</i>	cerrado sensu stricto	-	-
<i>Urochloa decumbens</i>	<i>Ichnanthus sericeus</i>	cerrado sensu stricto	-	-
<i>Urochloa decumbens</i>	<i>Loudetiopsis chrysothrix</i>	cerrado sensu stricto	-	-

**Pivello, V.R.; Shida, C.N. & Meirelles, S.T. 1999. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 8:1281-1294.**



# Efeito alelopático de *U. decumbens*



## Evidência de substâncias alelopáticas em *U. decumbens*



- inibição da germinação de espécies-padrão (alpiste e alface) e *M. minutiflora* por sementes de *U. decumbens*
- inibição da germinação das espécies testadas por extratos aquosos de folhas (verdes e senescentes) e raízes de *U. decumbens*, em diferentes concentrações

# Alterações no ambiente



**espécies transformadoras!**

# Outro caso bem próximo: palmeira australiana na Reserva do IB

- RFIB-USP : fragmento remanescente de Floresta Atlântica de Planalto, em ambiente urbano → pequeno (10,2 ha), isolado



## Entretanto:

- dos poucos fragmentos de Floresta Atlântica que restaram na cidade de S.P.
- grande riqueza: mais de 360 spp (árvores, arbustos, ervas, lianas, epífitas)

# Histórico da RFIB-USP

Construção da Cidade Universitária + ajardinamentos → palmeira  
*Archontophoenix cunninghamiana* H.Wendl. & Drude (Arecaceae)

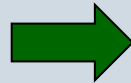


- Palmeira seafórtia: originária do Leste da Austrália, matas úmidas e sub-úmidas
- No Brasil: ornamentação (beleza)
- Trazida para os jardins e arredores da USP nos anos de 1950

# O problema

Frutos coloridos e atrativos a pássaros generalistas

dispersão



- frutifica o ano todo (mais intensamente no verão)
- mais de 3.600 frutos por cacho
- 1 a 10 cachos por indivíduo

# O problema

- 1996: identificação do problema:  
Falta de dados quantificados



# 2002: Publicação de 2 artigos científicos: despertaram a atenção para o problema

Revista Brasil. Bot., V.25, n.1, p.55-64, mar. 2002

## **A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude**

RICARDO DISLICH<sup>1</sup>, NABOR KISSER<sup>1</sup> e VÂNIA R. PIVELLO<sup>1,2</sup>

Bol. Bot. Univ. São Paulo 20: 1-11. 2002

## **TREE STRUCTURE AND SPECIES COMPOSITION CHANGES IN AN URBAN TROPICAL FOREST FRAGMENT (SÃO PAULO, BRAZIL) DURING A FIVE-YEAR INTERVAL**

RICARDO DISLICH & VÂNIA REGINA PIVELLO

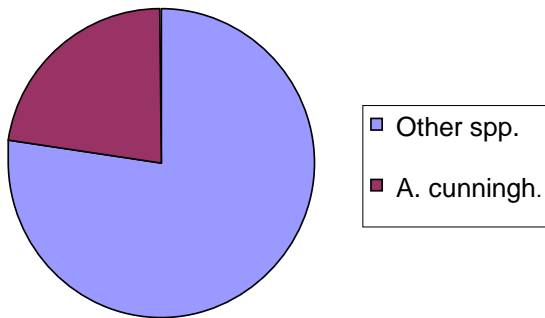
# Resultados

Estrutura e dinâmica do componente arbóreo nos levantamentos de 1999 (R. Dislich), 2002 (F.B. Russo) e 2005 (T. Zupo)

Número de indivíduos (plot de 2,1 ha; DAP > 9.5 cm)

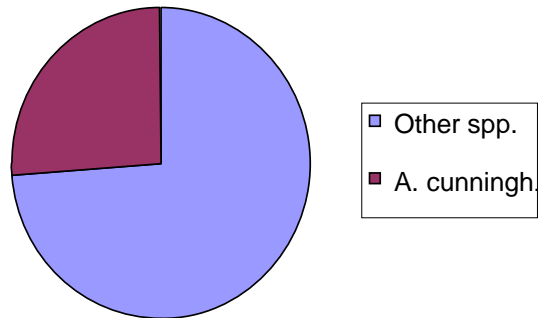
310 inds.

1999



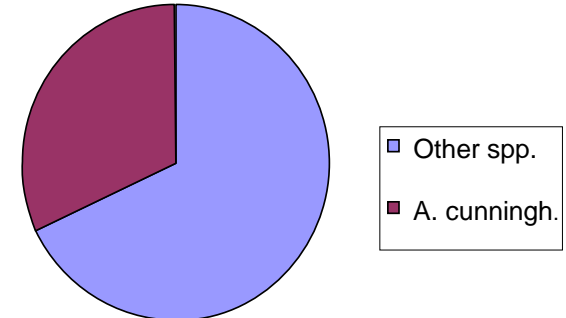
368 inds.

2002



464 inds.

2005

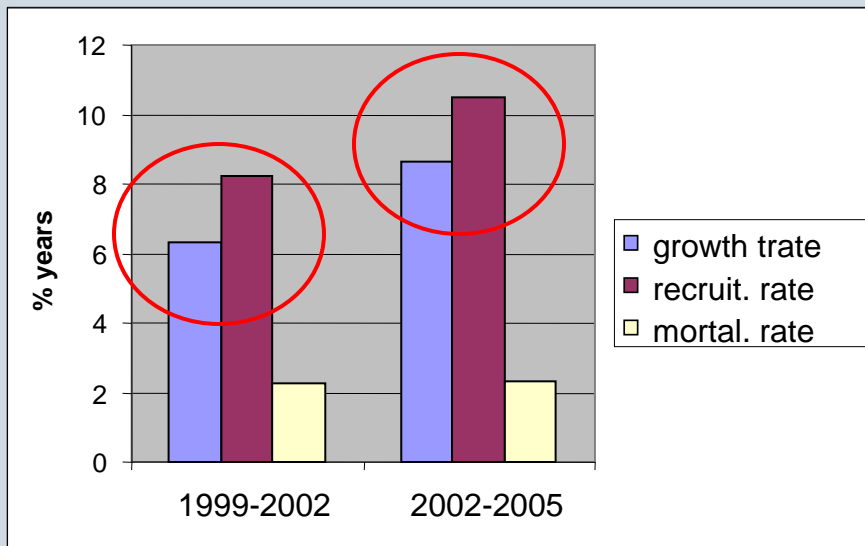




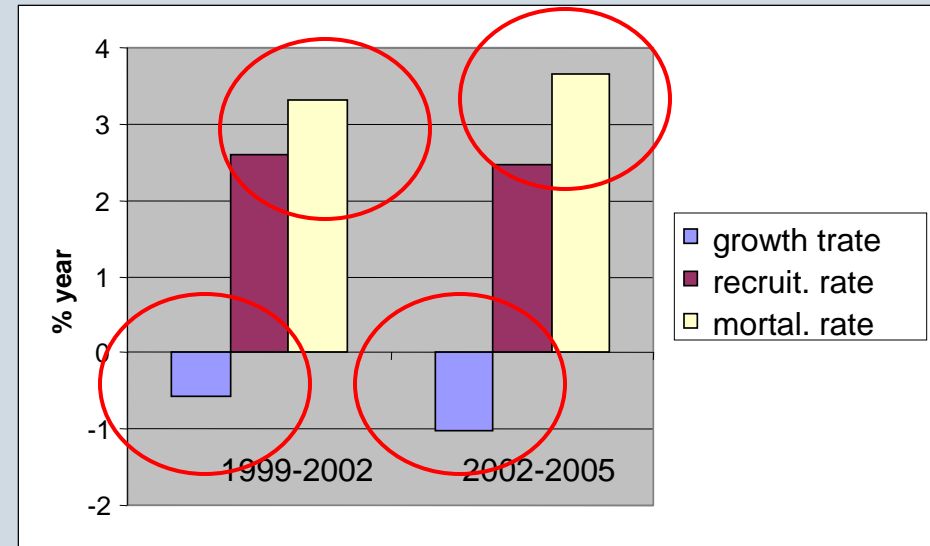
# Resultados

Taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade (plot de 2,1 ha; DAP > 9.5 cm)

*A. cunninghamiana*



Árvores nativas



*Extinção da espécies nativas?? Extinção da própria mata??*

# Plantas aquáticas invasoras

***Eichornia crassipes***: pior invasora aquática!

- Bacia Amazônica → invadiu + de 50 países

***Salvinia molesta***: Brasil → sul da África, Europa

- corpos lênticos, eutrofizados

- flutuações populacionais e reprodução assexuada: muita biomassa, anóxia



# Exemplos de animais:



*Rattus rattus* (rato preto ou de navio) Índia

invasores + disseminados e antigos: ano 1300 - peste bubônica



*Columba livia* - pombo europeu)

excrementos: + de 60 doenças



*Limnoperna fortunei* - mexilhão dourado (China)  
1991: bacia do Prata; 240 km/ano

cascos de navios, turbinas em hidrelétricas

# Mais alguns exemplos de animais:



*Sus scrofa* -javali (Norte da África)  
populações asselvajadas

- leptospirose, febre aftosa



*Achatina fulica* - caramujo-gigante 1kg!  
(Leste da África) –1980s → Brasil

# Invasões biológicas em ilhas:

## • **Havaí**

- polinésios (há 1.000 anos): ratos, minhocas e plantas X pássaros
- europeus (1778): ratos, cachorros, bois, cavalo, cabras, artrópodos X pássaros, insetos e plantas

## • **Galápagos:** porcos + javalis X répteis + aves (ovos)

gatos X aves + iguana terrestre: erradicação

pombos: programa de erradicação

goiaba, mandioca, cítricos X nativas



**grau de isolamento biogeográfico (histórico) + regime de perturbação → suscetibilidade à invasão!**



# Manejo: Como lidar?

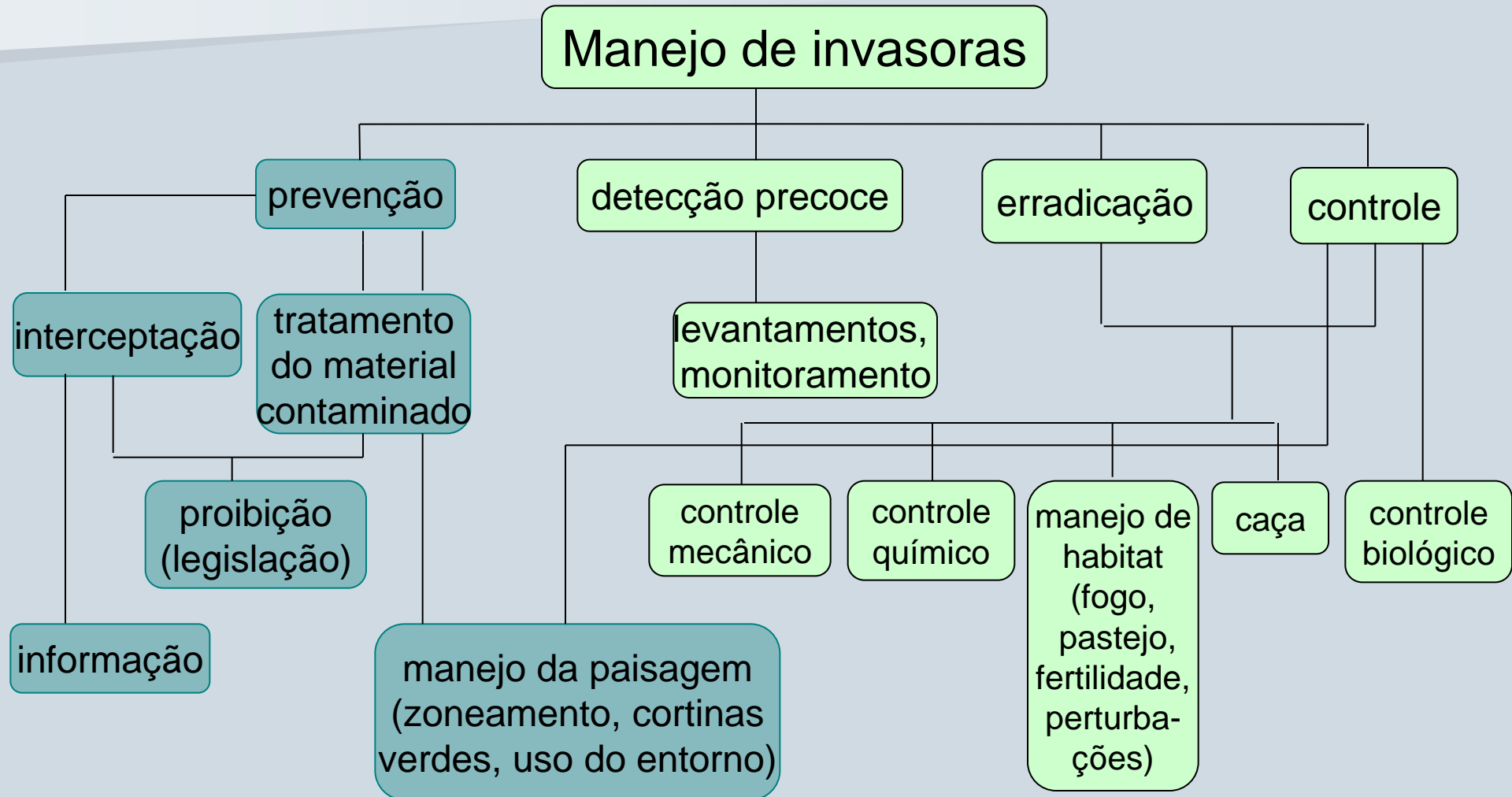
## Erradicação, contenção ou controle?

**custo financeiro X  
custo ambiental X  
condições da invasão**



**estratégias: preventivas ou remediadoras**

# Estratégias: preventivas ou remediadoras:



# Legislação atual:



- Diversas leis ou regulamentações (federais, estaduais e municipais) e acordos internacionais determinam controle ou erradicação de espécies exóticas invasoras

(Ex: Lei Municipal de São Paulo nº 10.365/ 1987; Decreto Federal nº 4.339/ 2002; Lei Federal nº 11.428/ 2006; Portaria SVMA nº 154/ 2009; Resolução CONABIO nº 5 /2009, Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras [2009], Convenção da Biodiversidade [1992], COP-5 [decisão V/8])



# Passos em direção ao manejo na USP

**Manejo efetivo:** RFIB-USP + Viveiro de plantas da USP + **arredores (jardins, ruas)**

Substituição dos indivíduos de *A. cunninghamiana* por spp nativas

desde Janeiro/2009: corte dos cachos de frutos (dispersão)

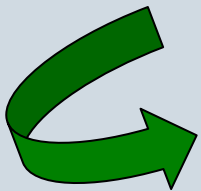


*Syagrus romanzoffiana* - jerivá



# Na RFIB → Plano de manejo

- Planejamento de ações coordenadas para se atingir um objetivo de conservação - traduz-se num documento técnico.
- Objetivo (neste caso) = controlar o processo de invasão biológica já instalado na RFIB-USP; restaurar a flora original dessa Mata Atlântica do Planalto Paulista



substituição das palmeiras invasoras por espécies arbóreas nativas, inclusive reintroduzindo-se espécies que hoje se encontram extintas no local




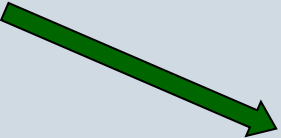

# Plano de manejo

Substituição por espécies arbóreas nativas → seleção das espécies

- Plantio de cerca de 6.000 mudas de 60 – 80 espécies da flora original dessa mata
- Levantamento histórico com base na florística e fitossociologia do local e fragmentos urbanos próximos + legislação (Resoluções SMA-42 - 26/09/2007; SMA Nº. 008 - 31/01/2008; SMA 44 - 30/06/2008)
- Considerando também: tipo de solo, altitude, estágios sucessionais, grau de ameaça, fenologia das espécies, vetores de dispersão e polinização
- Viveiros qualificados: fitossanidade + variabilidade genética

prioridade a espécies ornitocóricas!

# Parceiros em direção ao manejo

- USP  Parceria COCESP – IB
- Secretaria Estadual de Meio Ambiente - SP  Maio/2009: desenvolvimento da Estratégia Estadual para Espécies Exóticas Invasoras
- Prefeitura Municipal SP  PORTARIA 154/09 – SVMA – 05/12/2009  
Estabelece ações de manejo contra espécies invasoras , mediante plano de manejo
-  01/10/10 – SVMA - Autoriza a remoção das palmeiras na RFIB com plano de manejo, métodos e recuperação ambiental
- FEHIDRO  03/05/10: Assinatura do contrato de financiamento com o Fundo Estadual de Recursos Hídricos, que tem por objetivo dar suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos e às ações correspondentes.

# Plano de manejo: Manutenção 18 meses

- controle de formigas com iscas formicidas;
- controle de pragas diversas;
- controle manual de ervas daninhas, cipós e outras espécies invasoras que nascerem;
- remoção de novas mudas de *A. cunnighamiana* (com porte acima de 50 cm)
- replantio das mudas que morrerem;
- remoção periódica das folhas e material lignificado das palmeiras mortas, dentro da Reserva;
- irrigação das mudas de árvores quando houver necessidade



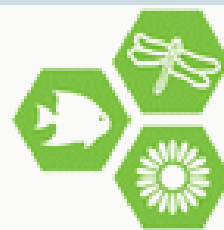
**Instituto Hórus**  
de Desenvolvimento e  
Conservação Ambiental

[Global \*\*Invasive Species\*\* Database](http://www.issg.org/database/)

[www.issg.org/database/](http://www.issg.org/database/)

[National \*\*Invasive Species\*\* Information Center](http://www.invasivespeciesinfo.gov/)

[www.invasivespeciesinfo.gov/](http://www.invasivespeciesinfo.gov/) - Estados Unidos



**iabin**

Inter-American Biodiversity  
Information Network

Invasives Information Network (I3N)

**Invasive Species:**

[www.invasive.org/](http://www.invasive.org/)