

Invasão biológica e ecossistemas alterados

Conservação da Biodiversidade
2017

Invasão biológica:

■ O que é?

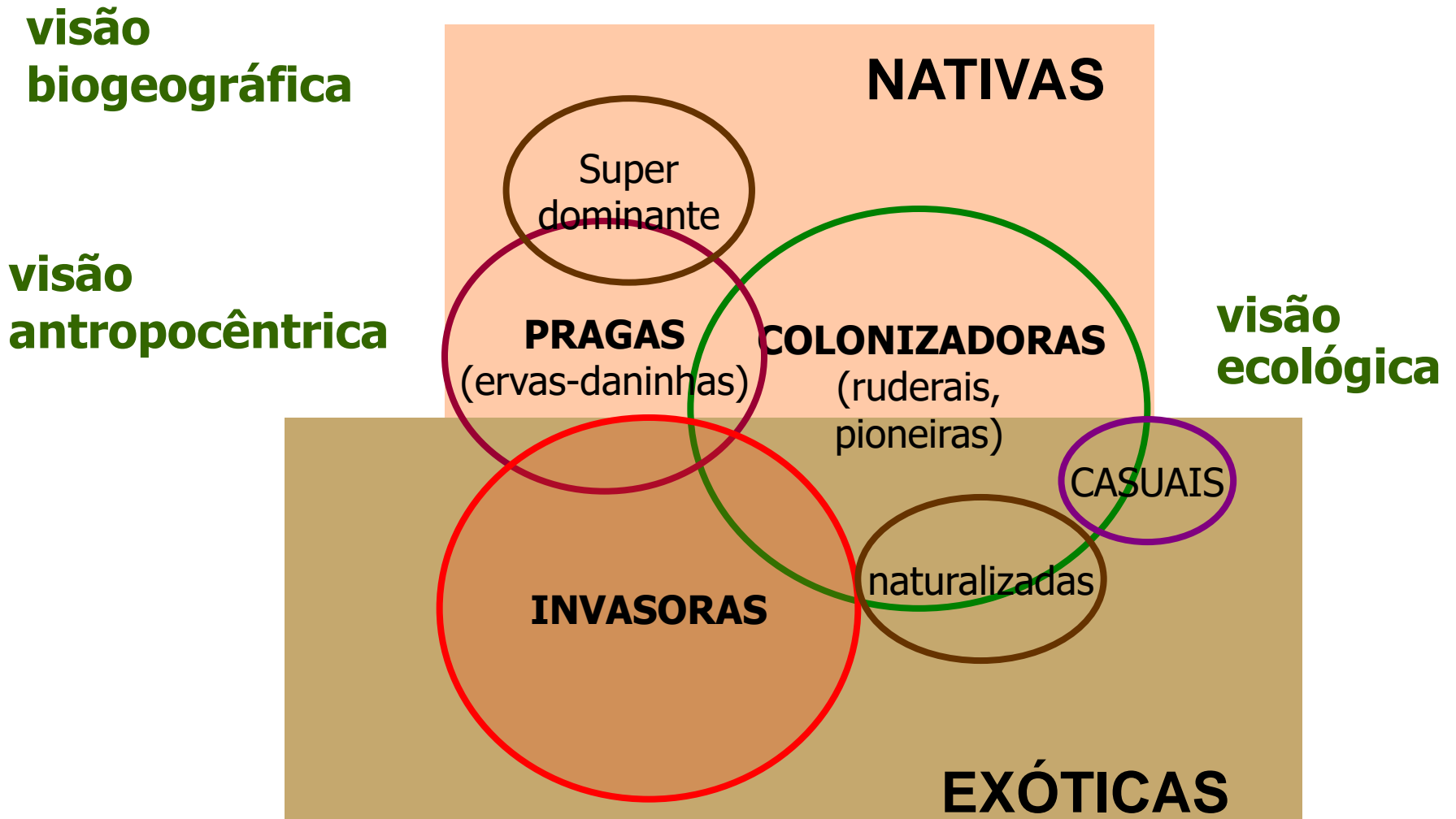
Processo que compreende a instalação e grande proliferação de uma espécie **não-nativa do ambiente**, levando a desequilíbrios na comunidade. A espécie invasora passa a competir fortemente com as espécies nativas, podendo extingui-las localmente. Invasões biológicas afetam a biota, o meio físico, processos ecológicos e serviços ecossistêmicos.

CAUSA

HOMEM!



Nomenclatura conforme origem e função:



Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

Praga: espécie indesejável no local - exótica ou nativa

Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

Praga: espécie indesejável no local - exótica ou nativa

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

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

Definições e nomenclatura: (Richardson et al. 2000)

Praga: espécie indesejável no local - exótica ou nativa

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

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

Super-dominante: nativa que se comporta como invasora, mediante desequilíbrio

fenômeno ecológico e não descrição taxonômica!

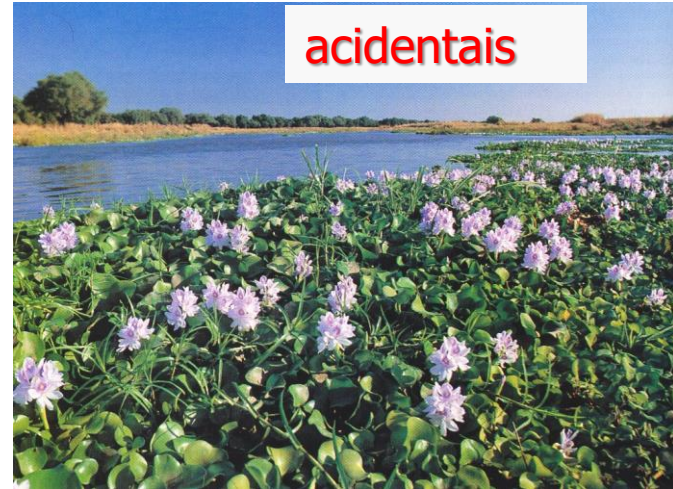
Vetores

- Invasões biológicas modernas → homem = vetor de dispersão

trocas/ fluxos



acidentais

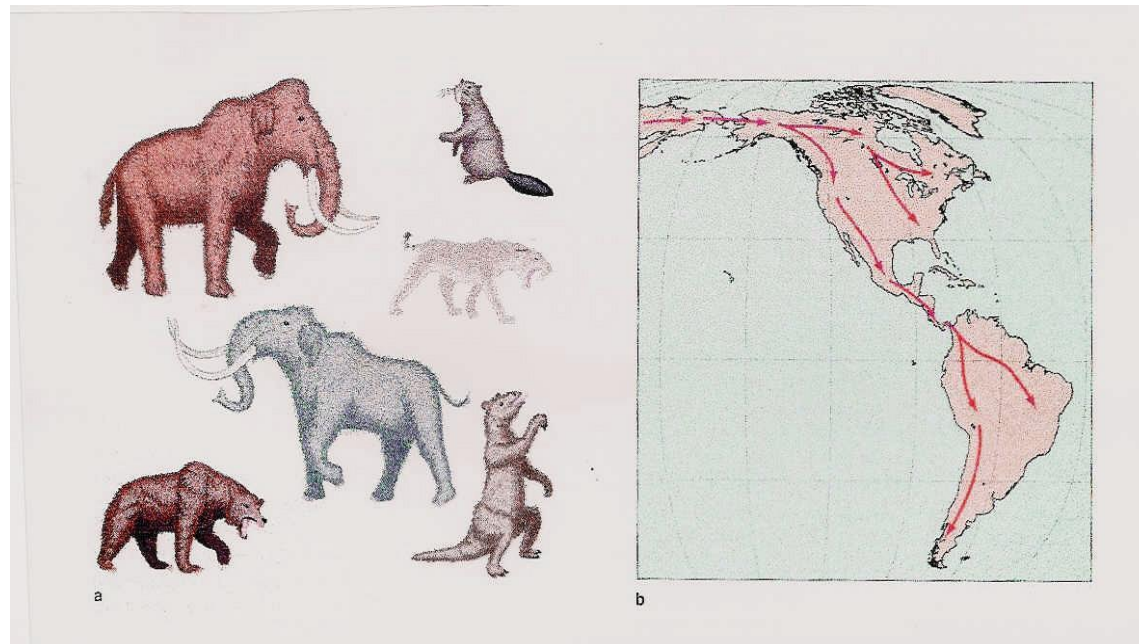


intencionais



O que difere as invasões biológicas das grandes migrações?

- Grandes migrações = naturais (“invasões paleontológicas”, ex: mamíferos nas Américas)



Invasões paleontológicas = naturais; fenômenos evolutivos

Invasões modernas = fenômenos ecológicos!

Introduções

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

Sus scrofa: javali (Norte África)
- leptospirose



Achatina fulica: caramujo-gigante (Leste África)- varias doenças, peste agrícola



Sarotherodon niloticus (África)
- competição



Limnoperna fortunei : mexilhão dourado (China)
- casos de navios, usinas hidrelétricas



Introduções

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

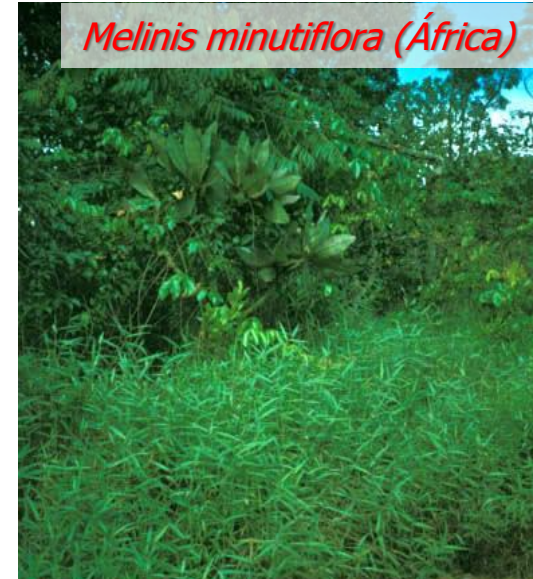
Simpatiens sp. (Norte África)-
850 espécies/ 4 invasoras



Artocarpus heterophyllus -
Jaqueira (Ásia)



Melinis minutiflora (África)



Urochloa decumbens (África)



Pinus elliottii (Norte América) - incentivos



Introduções

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



Salvinia molesta: Brasil: sul da África



*Eichornia crassipes: pior iaquática!
Bacia Amazônica: + de 50 países*

Flutuações populacionais e reprod. assexuada: muita biomassa, anóxia



Caulerpa taxifolia (África) - Mediterrâneo (aquário de Mônaco?) - mutante agressiva; toxinas



Espécies trasformadoras

Pteridium aquilinum (Península Ibérica??)

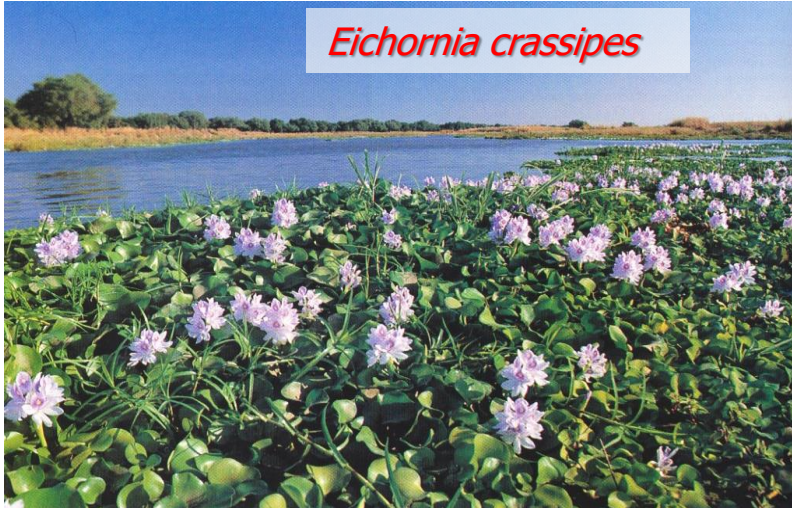


T. Phutthai

Leucaena leucocephala (Am. Central) –
incentivos: alimento animal, lenha



Eichornia crassipes



Introduções

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



Rattus rattus : rato preto (India)



Rattus norvegicus: rato marrom (China/ Europa)

Ratos: mais disseminados e antigos
1300: peste bubônica



Columba livia (Europa) – doenças, excrementos



Passer domesticus : pardal (Norte da África)

Introduções

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



Trachemys scripta: tigre-d'água
(Am. do Sul)



Betta splendens: peixe beta -
agressivo



Iguana iguana (Am. Central e do Sul)

Animais de estimação

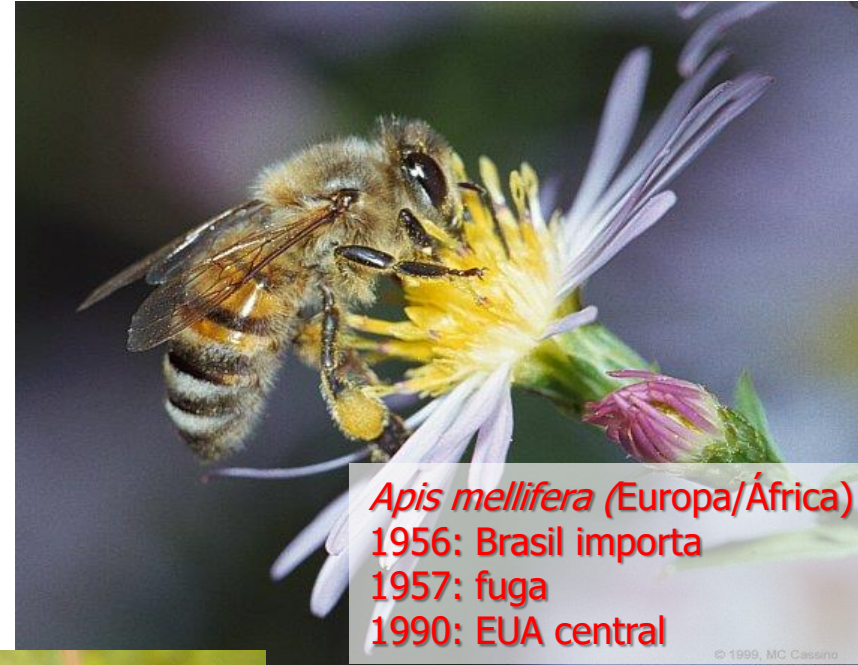
Introduções

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

Insetos



Anthonomus grandis: bicudinho-do-
algodão (Am. Central)



Apis mellifera (Europa/África)
1956: Brasil importa
1957: fuga
1990: EUA central

© 1999, MC Cassino



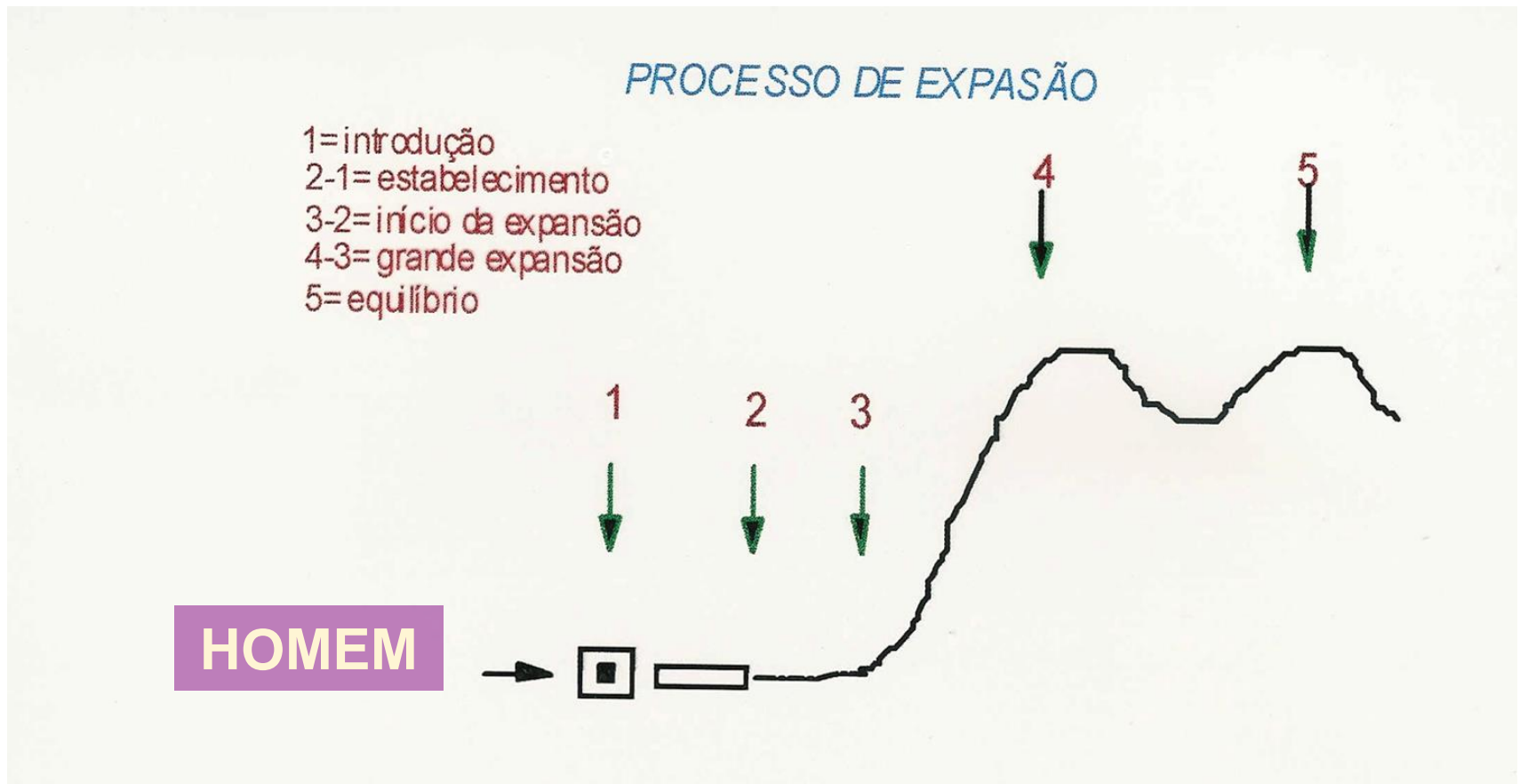
© - josef hlasek

www.hlasek.com

Cydia pomonella - lagarta-minadora-dos-citros (Eurásia)

O processo de invasão:

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

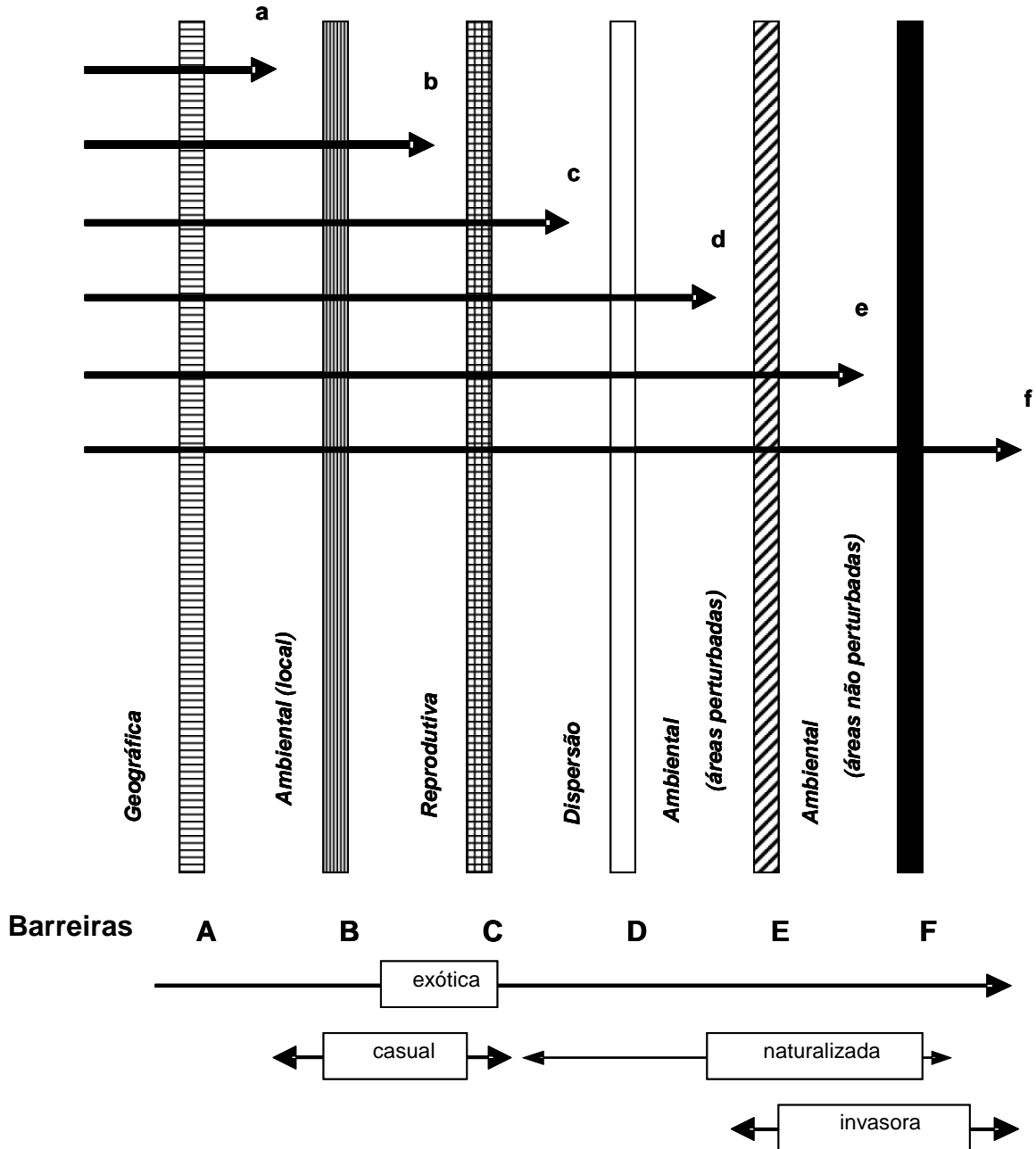
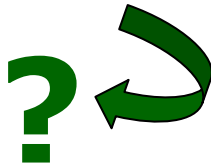


O processo de invasão:

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

Lei dos 10%:

Williamson (1996) - estima cerca de 10% de chance das espécies ultrapassarem cada barreira e se tornarem invasoras (casual – naturalizada – invasora).



O processo envolve:

remoção de barreiras/ migração

colonização

dispersão

competição

evolução



**escala
temporal !!**

Capacidade de invadir

Depende de características da espécie ou do local invadido ??



invasividade X invasibilidade

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 alocados para defesa e 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

Pressão de propágulos: fundamental!

espaço
X
tempo

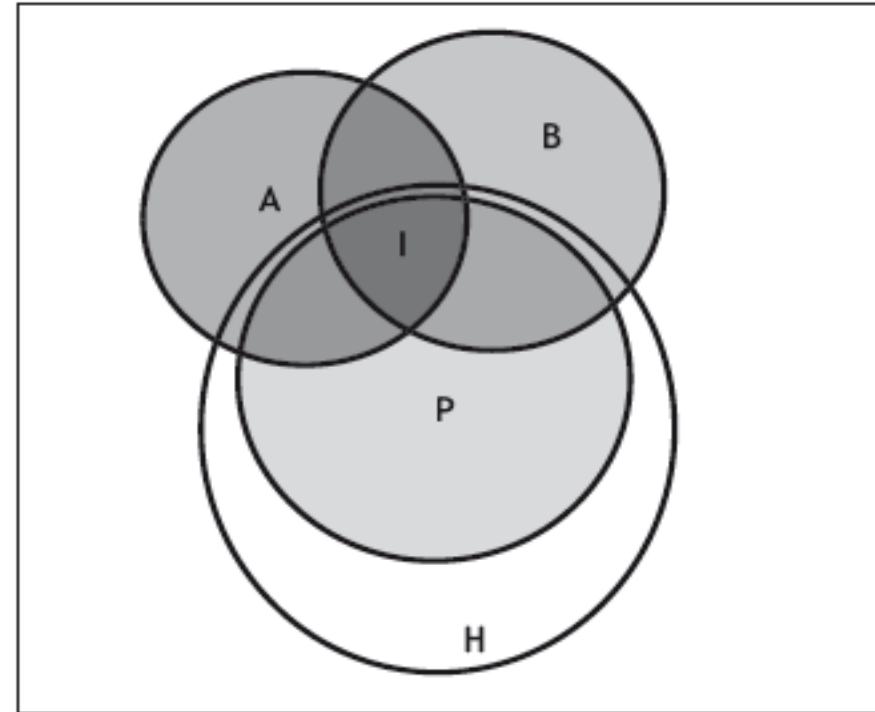


Figura 1- Diagrama ilustrando como a pressão de propágulos (P), fatores abióticos (A) e características bióticas interagem em um ecossistema ocasionando e moldando uma invasão biológica (I), e como humanos (H) modificam ou intensificam P, A e B. Há invasão (I) quando todos os fatores (círculos) se sobrepõem.

Capacidade de invadir X suscetibilidade à invasão (invasividade X invasibilidade)

• 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

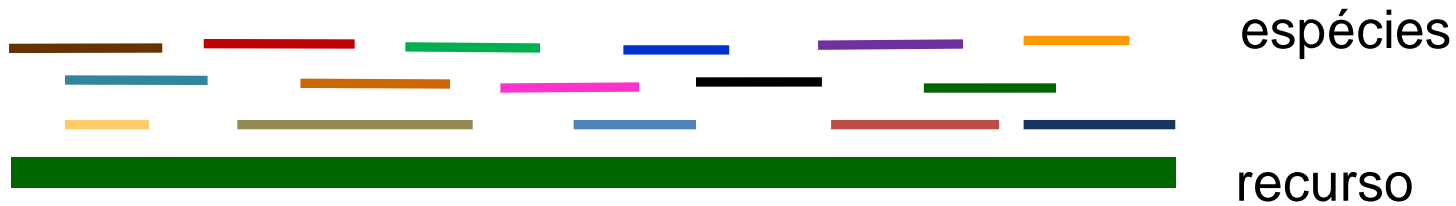
• características da comunidade/ ecossist.

- clima quente e úmido, LUZ
- ambientes méxicos e abertos
- habitat semelhante ao de origem
- disponibilidade de nutrientes (especialmente N)
- perturbações
- inimigos naturais
- isolamento taxonômico
- ausência de similar ecológico
- estádios iniciais de sucessão*
- riqueza de espécies/ grupos funcionais*
- interações tróficas fortes*

Idem para animais!

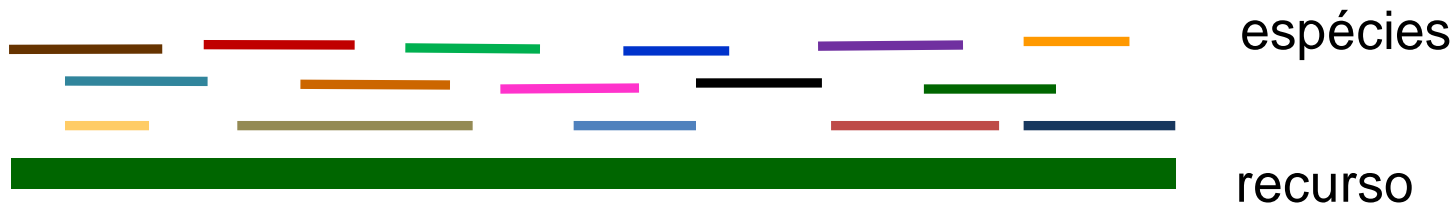
Invasibilidade: estabilidade da comunidade invadida

Comunidade **difficilmente invadida**:



Invasibilidade: estabilidade da comunidade invadida

Comunidade dificilmente invadida:



- equilíbrio
- complementariedade » resistência
 - redundância » resiliência
 - interações tróficas fracas » evitam competição intensa (mantêm competição reguladora e predadores mais generalistas)

Impactos das invasões:

- alteração na disponibilidade de luz
 - alteração nas relações interespecíficas
 - alteração nas cadeias alimentares
 - alteração na produtividade do sistema
 - alteração nos ciclos hídricos e água no solo
 - alteração no ciclo de fogo
 - alteração na ciclagem de nutrientes
-
- sinergismo entre invasoras
 - hibridizações: novos taxa – adaptabilidade?



**processos
ecológicos**

Impactos das invasões:

- alteração na disponibilidade de luz
 - alteração nas relações interespecíficas
 - alteração nas cadeias alimentares
 - alteração na produtividade do sistema
 - alteração nos ciclos hídricos e água no solo
 - alteração no ciclo de fogo
 - alteração na ciclagem de nutrientes
-
- sinergismo entre invasoras
 - hibridizações: novos taxa – adaptabilidade?



**processos
ecológicos**



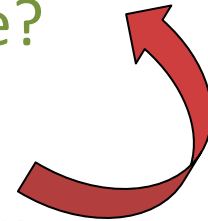
**serviços
ecossist.**

Impactos das invasões:

- alteração na disponibilidade de luz
 - alteração nas relações interespecíficas
 - alteração nas cadeias alimentares
 - alteração na produtividade do sistema
 - alteração nos ciclos hídricos e água no solo
 - alteração no ciclo de fogo
 - alteração na ciclagem de nutrientes
-
- sinergismo entre invasoras
 - hibridizações: novos taxa – adaptabilidade?

processos ecológicos

serviços ecossist.



Extinções e alterações na estrutura e função do ecossistema!

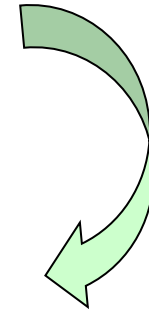
Invasões biológicas em ilhas:

● Havai

- polinésios (há 1.000 anos): ratos, minhocas e plantas X pássaros
- europeus (1778): rato, cachorro, boi, cavalo, cabra, inúmeras plantas
- Há mais espécies exóticas do que nativas!

● Galápagos:

- porcos + javalis; répteis X aves (ovos), goiaba, mandioca, cítricos
- pombos: programa de erradicação
- gatos e répteis (iguana) X aves (ovos) : erradicação



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

Um caso bem próximo: palmeira australiana na Reserva do IB

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



- 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

Um 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



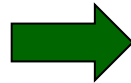
Entretanto:

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

O problema

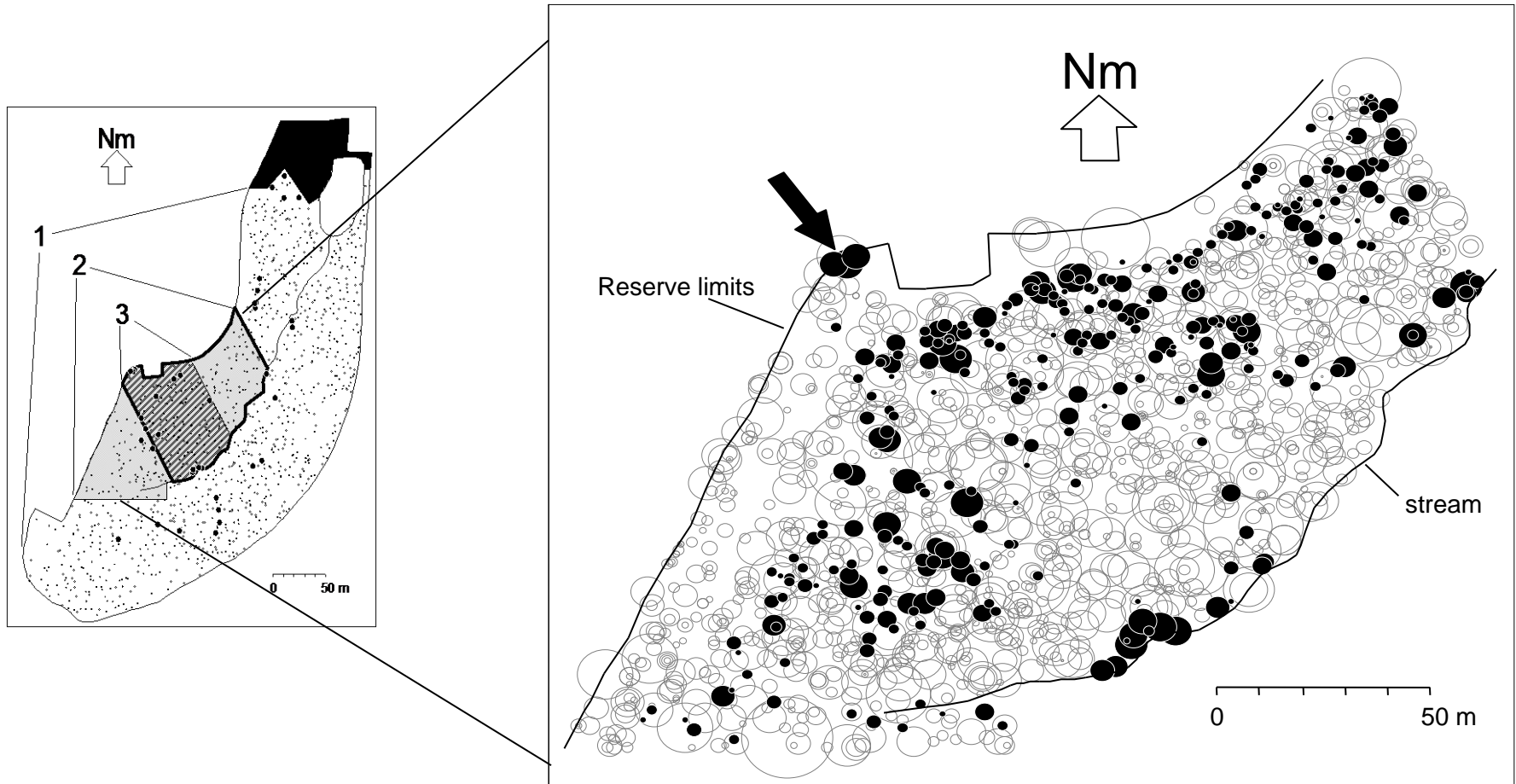
Frutos coloridos e atrativos a pássaros generalistas

dispersão



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

Distribuição espacial de *A. cunninghamiana* em 1999:

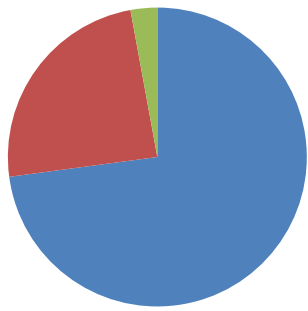


Black = *A. cunninghamiana* DBH > 9.5 cm; grey = other species

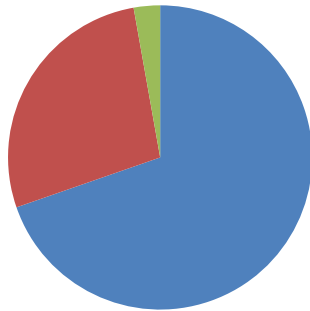


bordas + margens do riacho

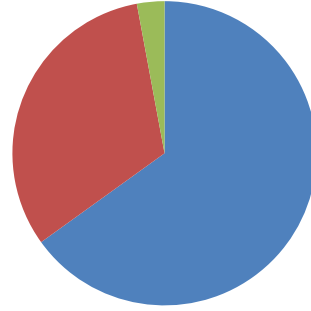
Estrutura e dinâmica das abóreas na parcela de 2.1 ha: DAP > 9.5 cm



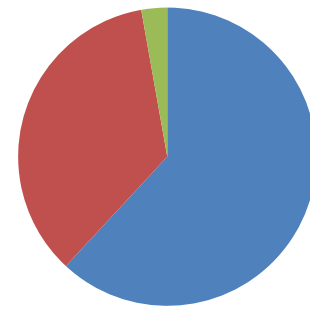
1999: 269 inds.



2002: 344 inds.



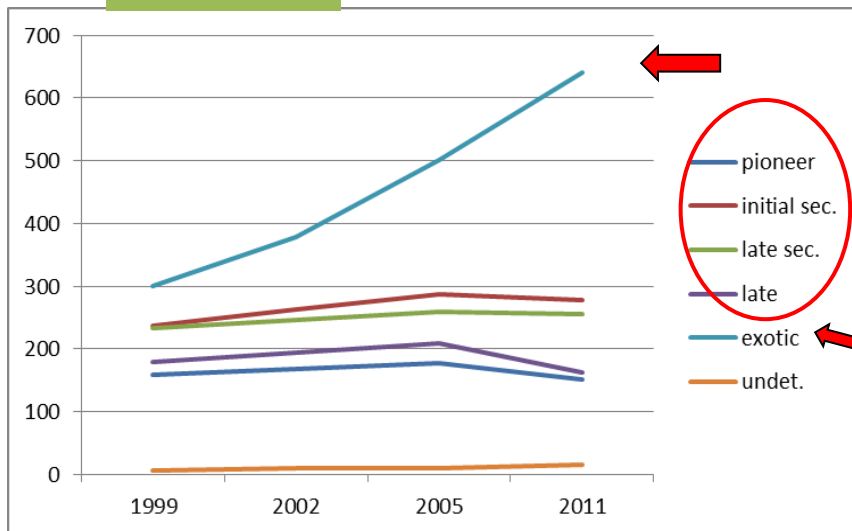
2005: 460 inds.



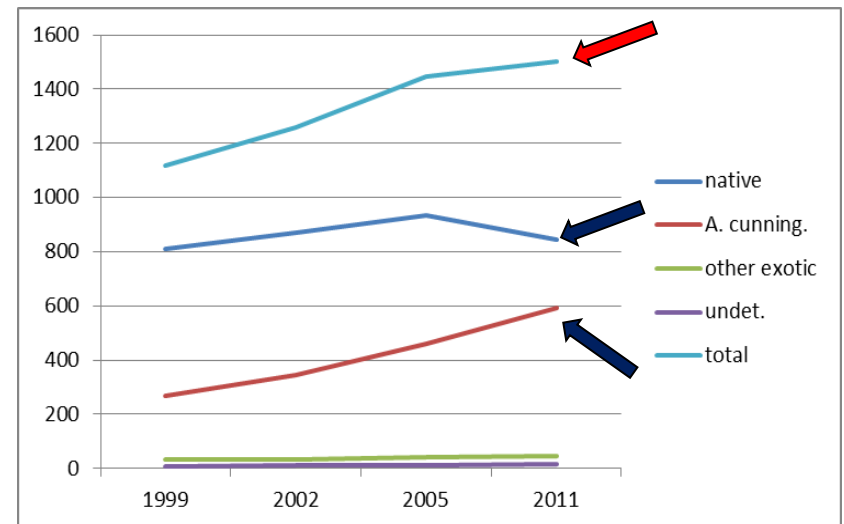
2011: 593 inds.

■ native
■ *A. cunninghamiana*
■ other exotic

Nº indivíduos

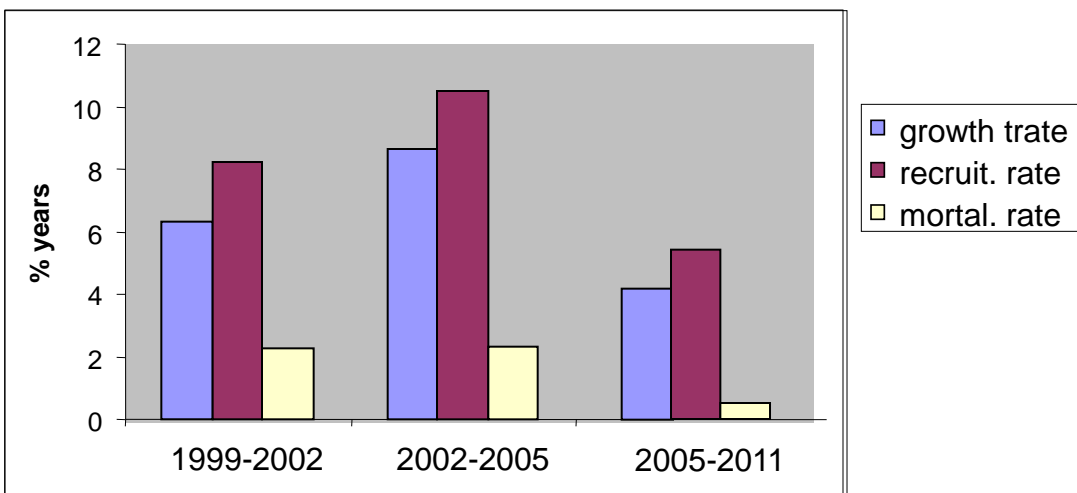


Nº indivíduos

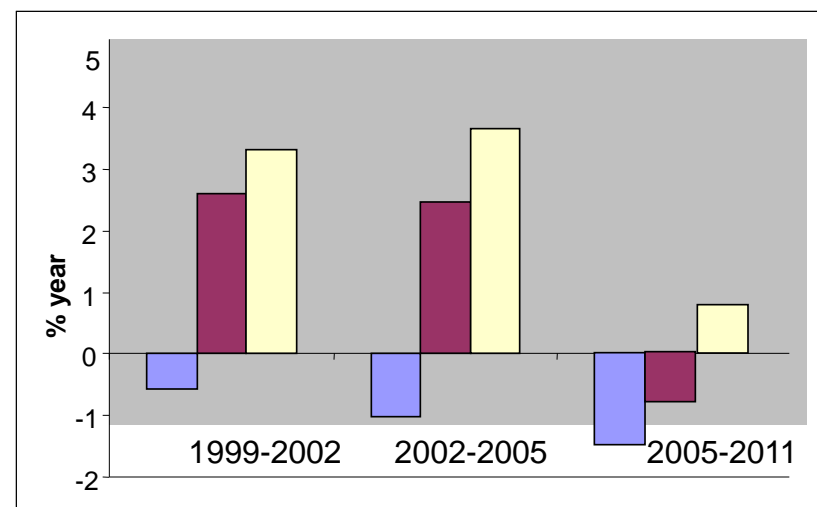


Taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade (2,1 ha; DAP > 9.5 cm)

A. cunninghamiana



Nativas (árvores)



A. cunningh. growth rate: 1999-2002 = 6.31% year⁻¹
2002-2005 = 8.63% year⁻¹
2005-2011 = 4.32% year⁻¹



Extinção das espécies nativas?



Manejo: Como lidar?

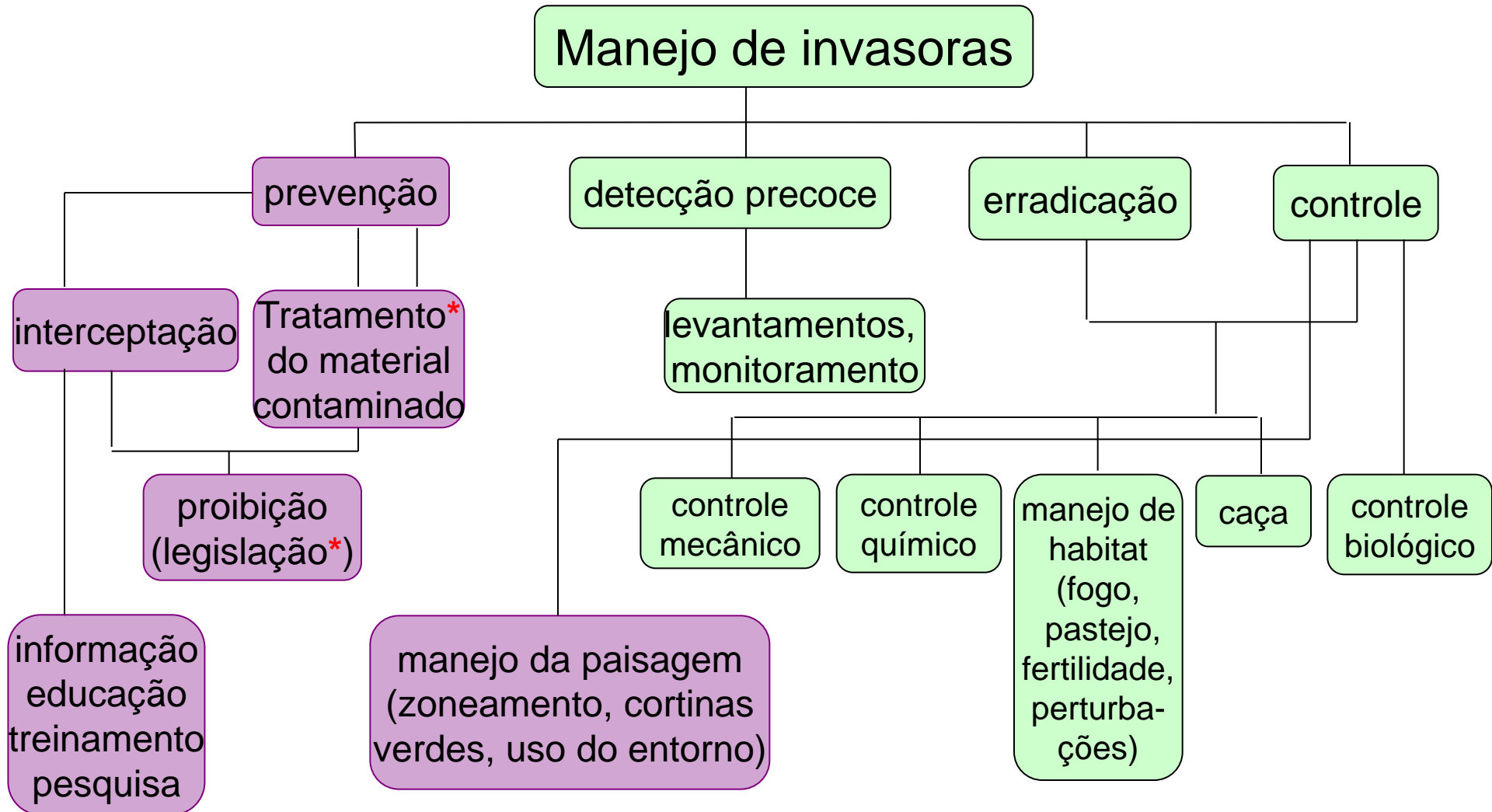
Erradicação, contenção ou controle?

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



estratégias: remediadoras ou preventivas

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

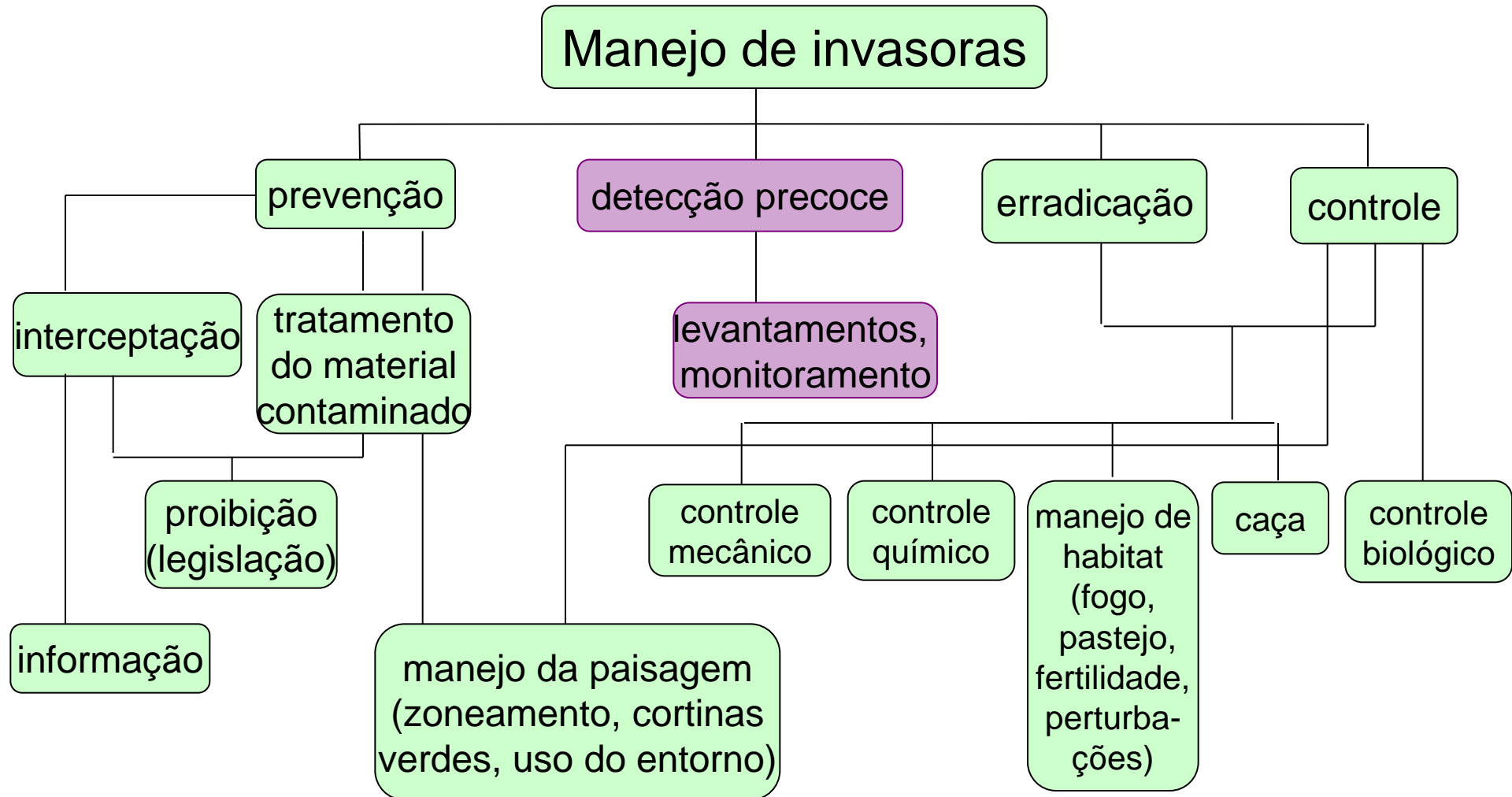
Ex: Lei 9985/00 (SNUC); Decreto Federal nº 4.339/ 2002; Lei 9605/98 (Lei de Crimes Ambientais); Decreto 3179/99; Lei Federal nº 11.428/ 2006; Decreto 24.114/34 (Defesa Sanitária Vegetal); Resolução CONAMA 237; Resolução CONABIO nº 5 /2009, Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras [2009], Convenção da Biodiversidade [1992, art. 8], COP-5 [decisão V/8], COP-6 [decisão VI/23]; diversas portarias para controle de espécies determinadas; legislações estaduais e municipais.

Cuidados e Tratamento do material:

- cuidados: lavagem de calçados, veículos, equipamentos, introdução de material (sementes, solo)
- material suspeito: quarentena, fumigação, tratamento térmico, irradiação
- invasoras arrancadas: matar, incinerar, picar, enterrar
- solo: esterilizar, estocar



Estratégias: preventivas ou remediadoras:



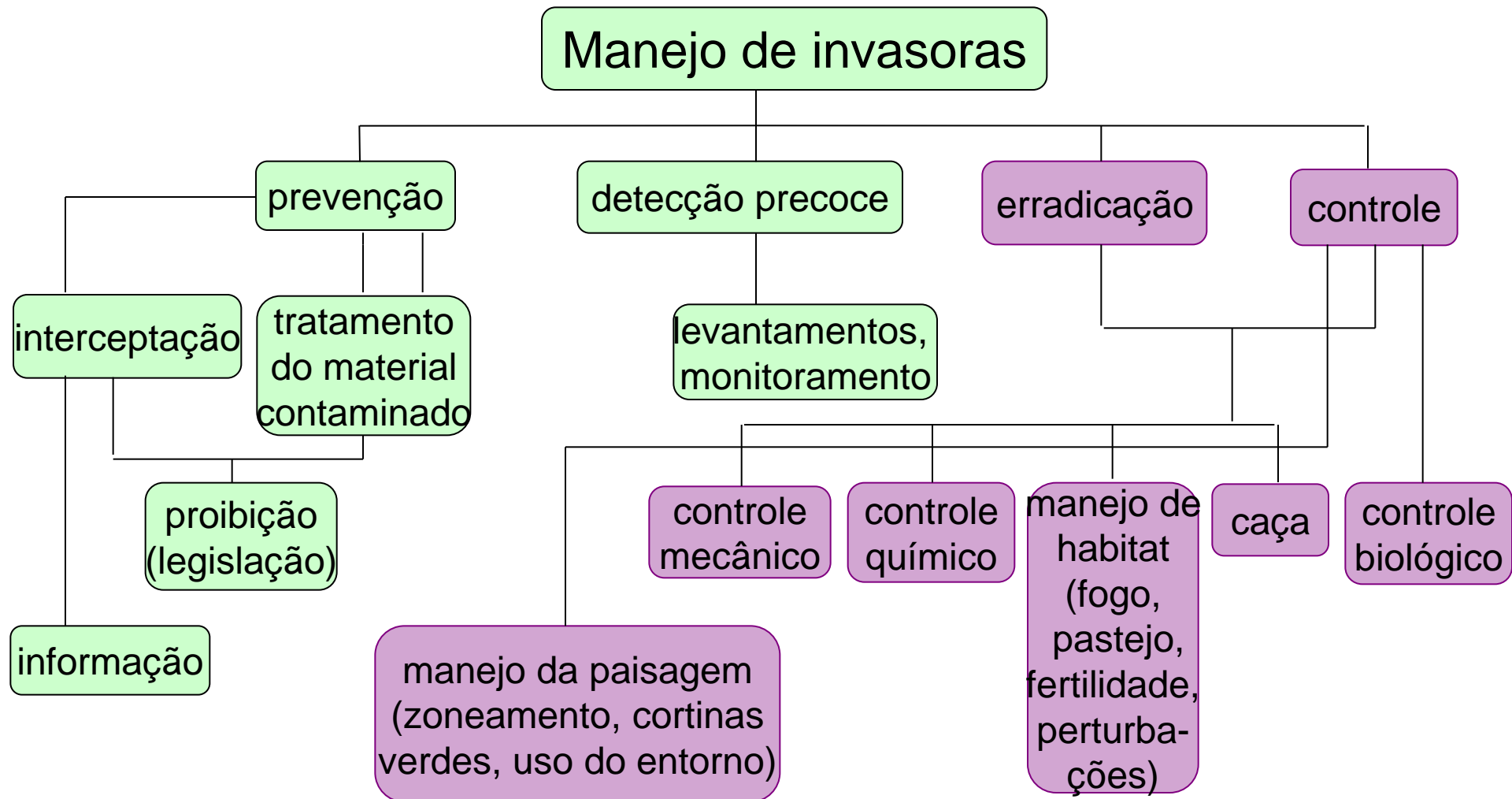
Detecção de invasão: levantamentos

- Levantamentos periódicos: dinâmica da comunidade:
 - fisionômica e estrutural (padrão)
 - composição específica (plantas e animais)
 - fitossociológica (relações de abundância)
 - espacial (mapeamento: ocorrência, dominância, área de vida)
 - temporal (dinâmica/ taxas)
 - processos afetados

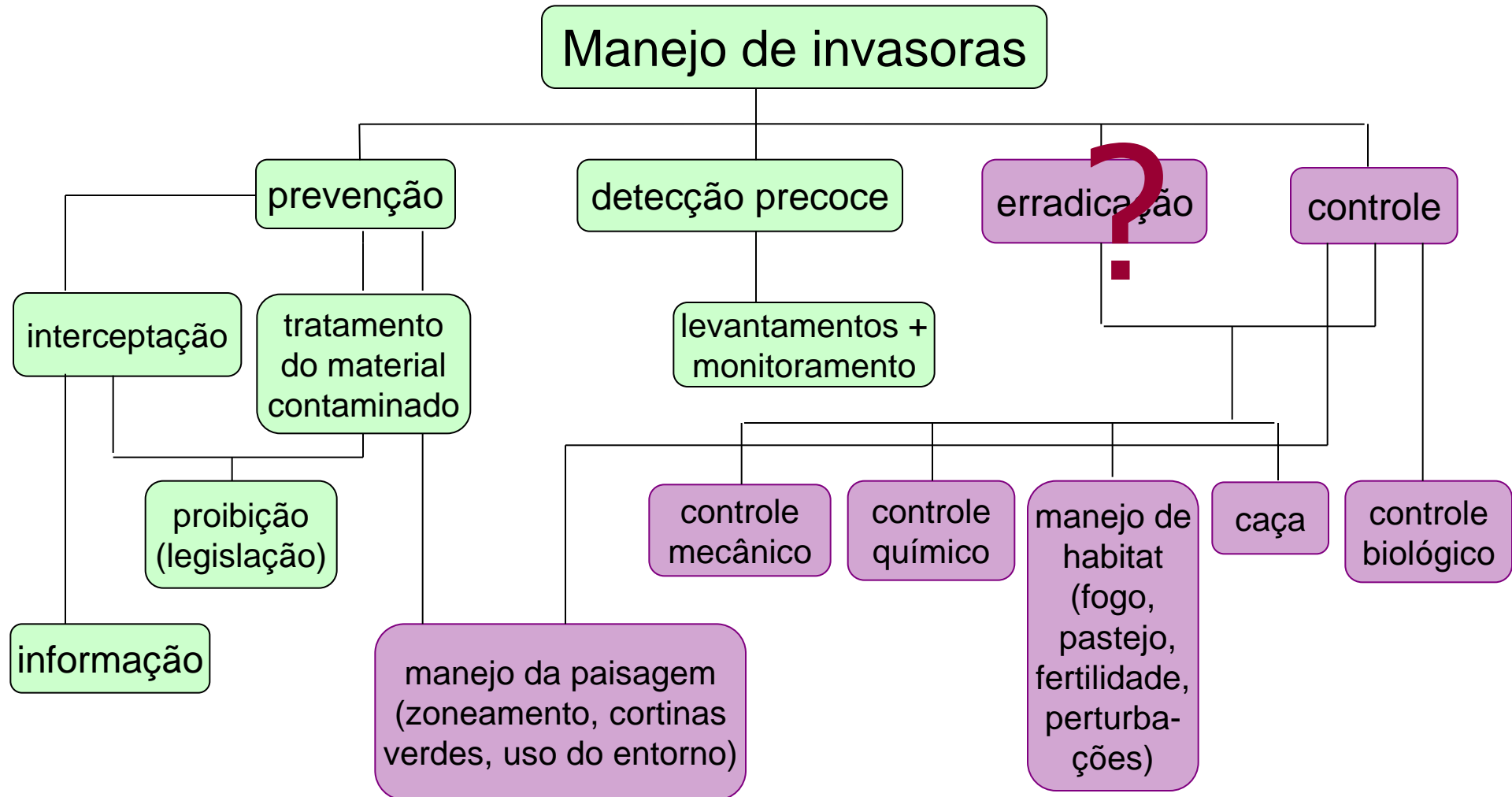


Formação de bancos de dados
Treinamento de pessoal
Planos de ação

Estratégias: preventivas ou remediadoras:



Estratégias: preventivas ou remediadoras:



Manejo do habitat:

Enfoque = aumento da competitividade das nativas (ou diminuição p/ invasoras) na comunidade

- fogo
- pastejo
- fertilidade do solo
- outras perturbações (revolvimento)

resistência da invasora

resiliência do
ecossistema/comunidade

grau de resposta a perturbações



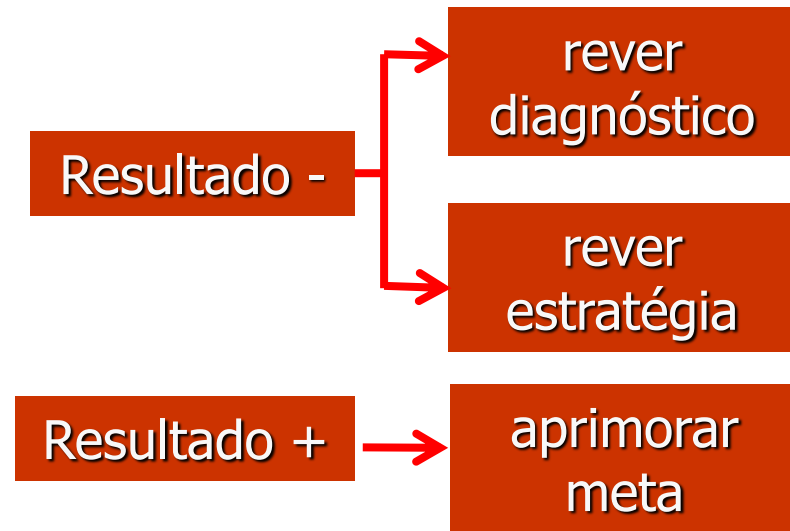
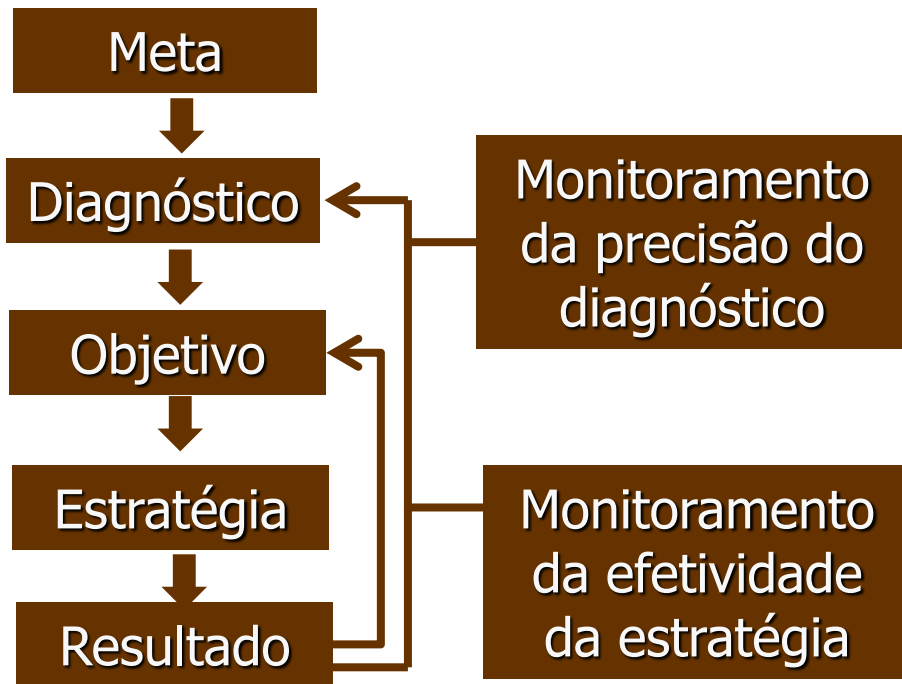
Manejo da paisagem: entorno

- zoneamento do uso das terras: dispersão das sementes
planejamento de uso no entorno
- práticas agrícolas (áreas vizinhas)
- cortinas verdes

Manejo adaptativo

incertezas

ações de controle =
experimentos



Manejo da palmeira australiana na USP

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

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



Syagrus romanzoffiana - jerivá

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



Na USP: Medidas de manejo

Reserva Floresta e Viveiro de Mudanças

- corte de 14.000 inds.
- substituição por + de 80 nativas
- monitoramento das clareiras



Corte do meristema dos adultos na Reserva e Viveiro de Mudanças



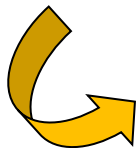
Plantio de nativas e regeneração espontânea

Plano de manejo

(Planejamento de ações coordenadas para se atingir um objetivo de conservação - traduz-se num documento técnico)

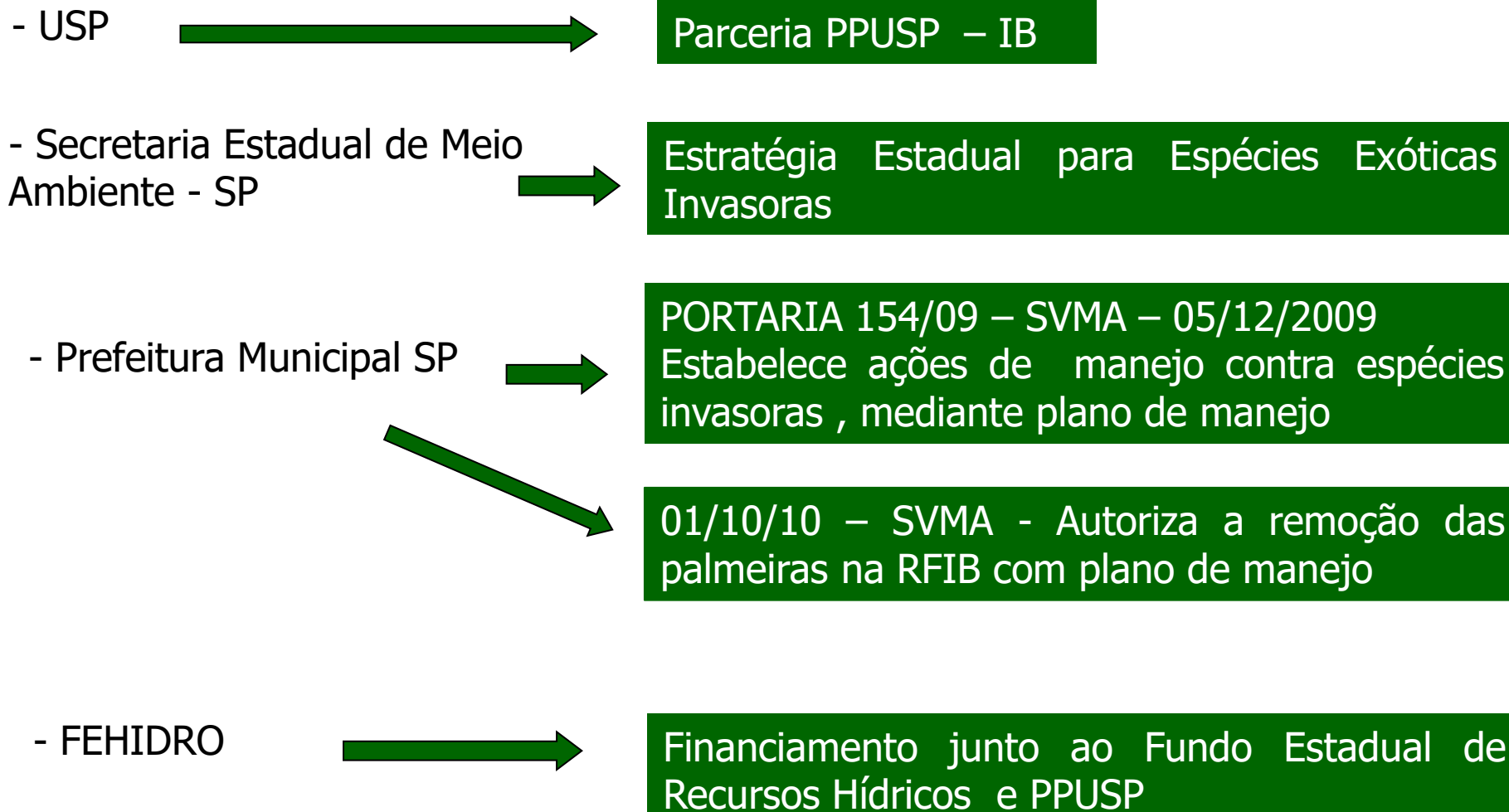
Substituição por espécies arbóreas nativas → seleção das espécies

- 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!

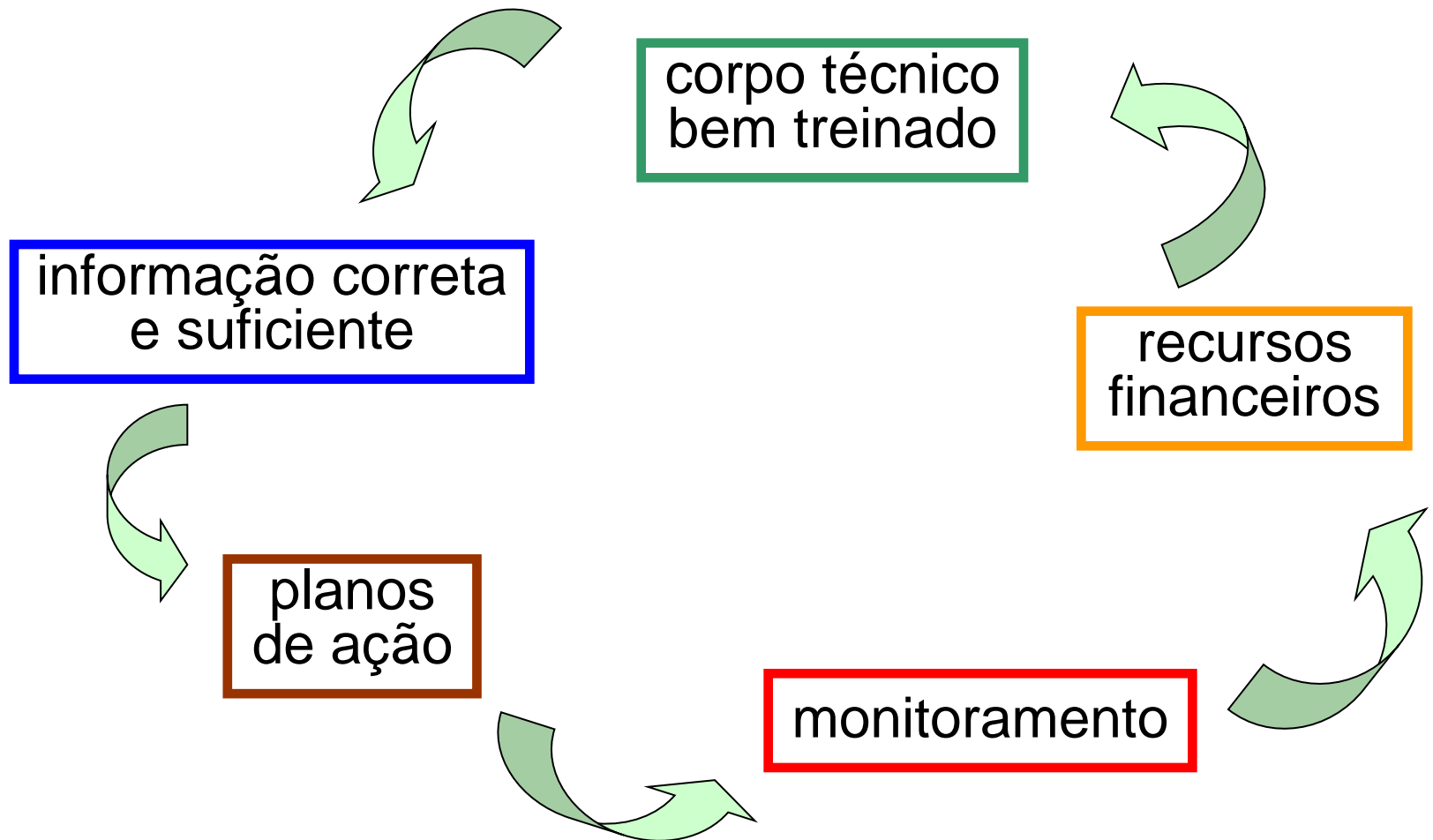
Parceiros em direção ao manejo



Monitoramento e + manejo...

- 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

Sucesso de um manejo:



Informação



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

www.issg.org/database/

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

www.invasivespeciesinfo.gov/ Estados Unidos

[Invasive Species: Information, Images, Videos, Distribution Maps](http://www.invasive.org/)

www.invasive.org/ Estados Unidos

Pergunta:

Em seu artigo "A verdadeira natureza...", Fred Pearce sugere um contraponto entre a teoria dos nichos, que prevê que os ecossistemas alcancem "um estado de equilíbrio com nichos preenchidos", ao "constante estado de fluxo" que se vê com a chegada de novas espécies numa dada comunidade. Diz também que "a análise coloca em questão a perspectiva convencional de que os ecossistemas são máquinas complexas, ou superorganismos, que emergiram por meio de um longo processo de coevolução de espécies para preencherem os nichos ecológicos." E que "Os ecossistemas começam a parecer bem mais acidentais, aleatórios e passageiros que a teoria de nicho sugere."

Você vê incompatibilidade entre essas duas versões, a teoria dos nichos e a adaptabilidade dos ecossistemas (*ecological fitting*)? Justifique.

- Naturalização – tirá-las ou não?
- Fornecimento de serviços ecossistêmicos/ restauração
- Controle – Custo/benefício
- Novel ecosystems



A forester engages in efforts to eradicate the velvet tree *Miconia calvescens* in Hawaii.

We are not suggesting that conservationists abandon their efforts to mitigate serious problems caused by some introduced species, or that governments should stop trying to prevent potentially harmful species from entering their countries. But we urge conservationists and land managers to organize priorities around whether species are producing benefits or harm to biodiversity, human health, ecological services and economies. Nearly two centuries on from the introduction of the concept of nativeness, it is time for conservationists to focus much more on the functions of species, and much less on where they originated. ■

Don't judge species on their origins