

# Aspectos da germinação de sementes e o banco de sementes do solo

## **Conteúdos da Aula**

### **Primeira parte:**

- i) Estruturas e desenvolvimento das sementes*
- ii) Fatores que afetam a germinação*
- iii) Dormência de sementes*
- iv) O significado ecológico da dormência*

### **Segunda parte:**

- i) Caracterizar o banco de sementes do solo*
- ii) Importância do banco de sementes para o processo de regeneração natural, a partir de um estudo realizado em área perturbada*

# A Semente

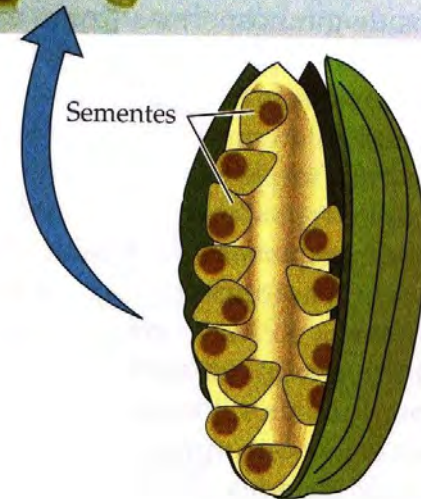
*Semente* → é o conjunto formado pelo embrião e pelas estruturas que o envolvem.

*É constituído por três unidades:*

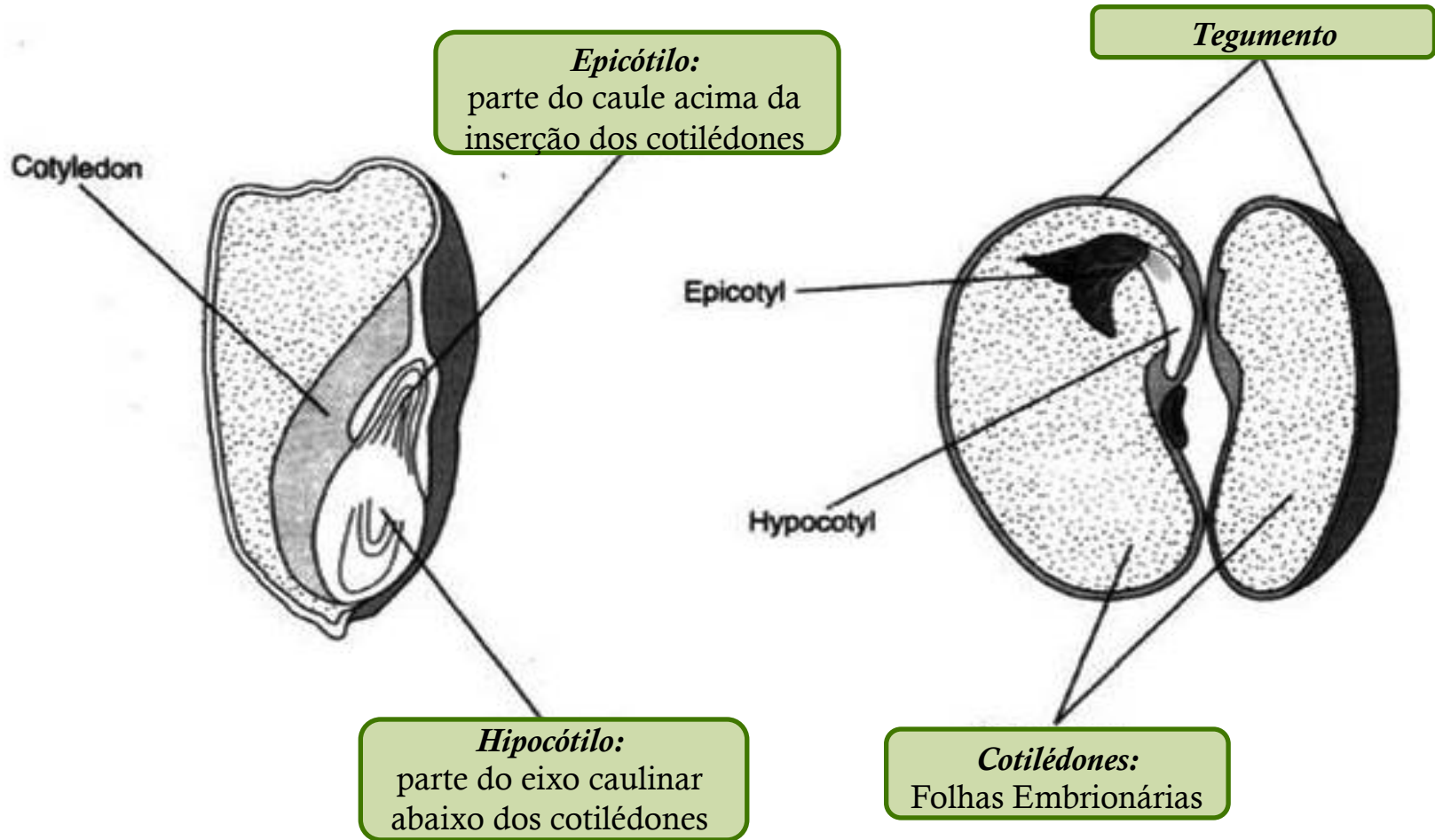
1) *Embrião*

2) *Endosperma*

3) *Tegumento ou testa*



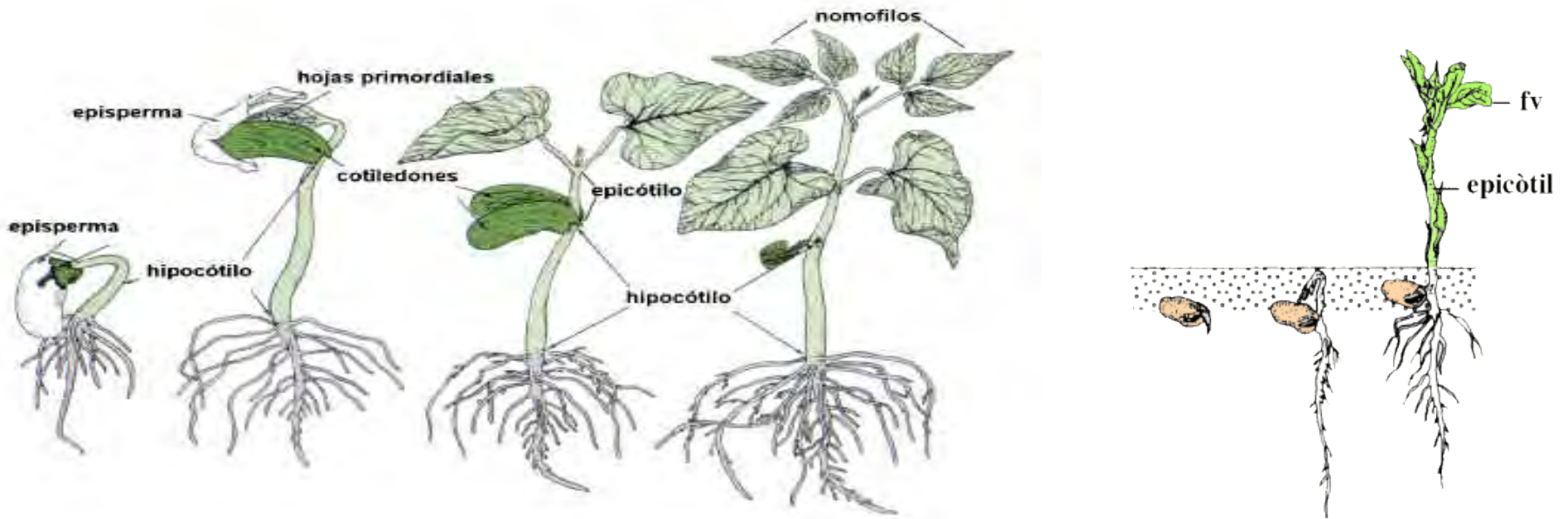
# Partes constituintes das sementes



# Posição dos Cotilédones

**Epígea** – os cotilédones se elevam acima do solo. *Exemplo: Feijão*

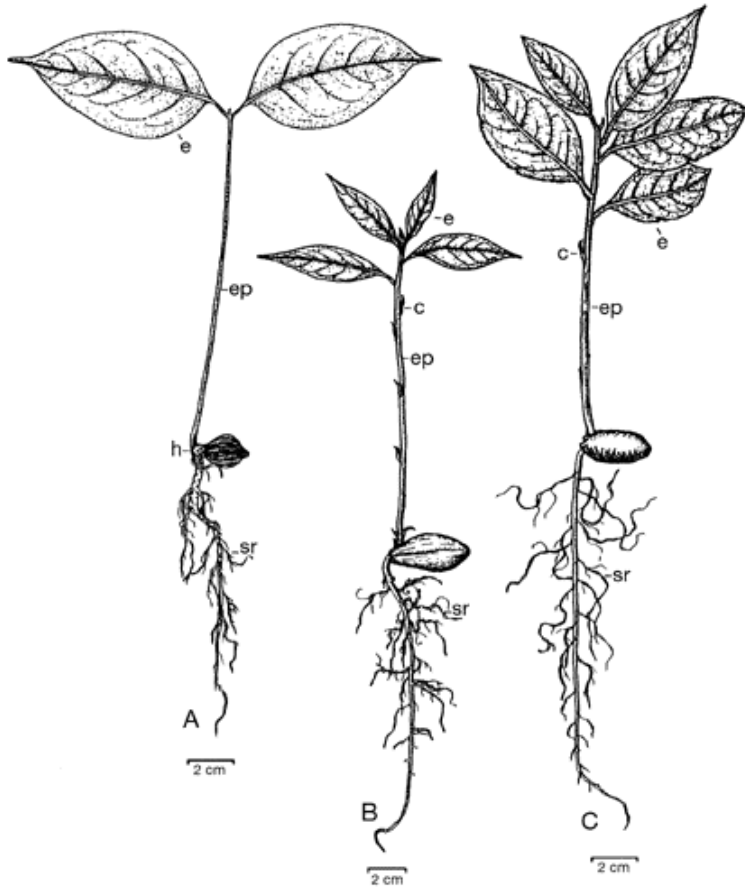
**Hipógea** – os cotilédones permanecem no solo. *Exemplo: Ervilha*





# Tipos de Cotilédones

## *Criptocotiledonar e carnoso*



*Hymenaea courbaril* (Jatobá)

<http://matoecia.blogspot.com.br/2011/05/sementes-florestais-importancia-na.html>

*Cryptocaria moschata*  
*Ocotea catarinensis*  
*Endlicheria paniculata*

# *Tipos de Cotilédones*

## *Fanerocotiledonar e foliáceo*



Myrtaceae – Fase 1



Myrtaceae – Fase 1



Myrtaceae – Fase 2

# *Desenvolvimento da Semente*

**Desenvolvimento** → conjunto de alterações na semente durante sua retenção na planta-mãe.

**Variações quantitativas** – crescimento

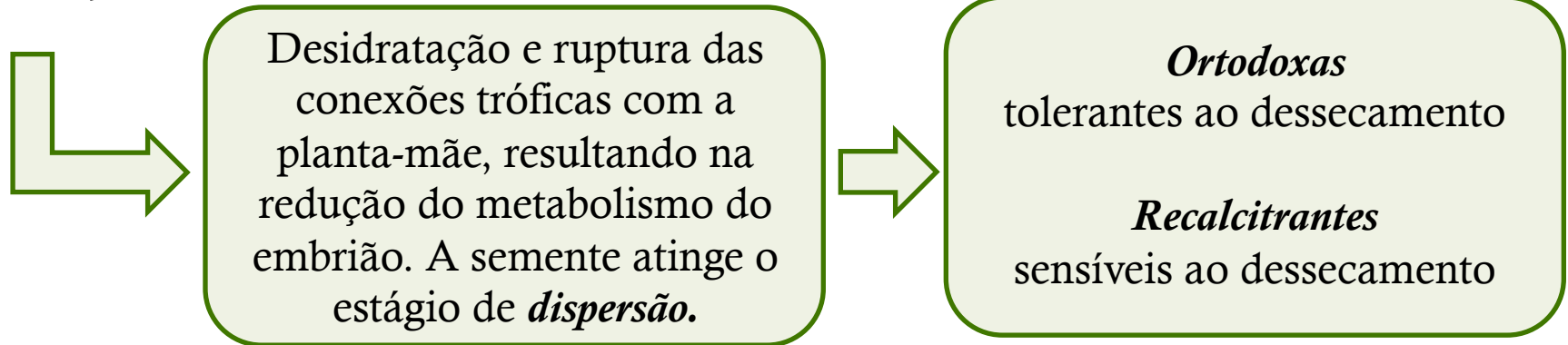
**Variações qualitativas** – diferenciação

**Etapas do Desenvolvimento:**

1) **Histodiferenciação** – formação dos tecidos que irão compor o embrião e o endosperma

2) **Maturação** – expansão celular, alocação de substâncias no endosperma, maturação do embrião

3) **Dessecação**





# Exemplos de sementes ortodoxas e recalcitrantes



Aroeira



Feijão



Barbatimão



Girassol



Palmito



Jabuticaba



Seringueira



*Pouteria* sp.

# *Hormônios Vegetais*

*Dois principais hormônios estão envolvidos:*

***Ácido Abscísico (ABA):*** *inibe a germinação das sementes.*

Produzido na fase de maturação da semente:

- Promove a aquisição da tolerância à dessecação (LEA - *late embryogenesis abundant*).
- Mantém o embrião maduro em estado de dormência (evita viviparidade).

***Giberelina (GA):*** *promove a germinação das sementes.*

O embrião sintetiza e libera GA durante a germinação:

- Estímulo da produção de enzimas que hidrolisam o endosperma.
- Estímulo de produção de enzimas que reduzem a resistência do tegumento.



# *Germinação de Sementes*

*Germinação pode ser definida como:*

*“Processo de reativação do crescimento do embrião da semente, que ao romper o tegumento, emerge e se desenvolve com suas estruturas essenciais, indicando a capacidade de produzir uma plântula normal em condições favoráveis”*

*Fatores que afetam a germinação das sementes:*

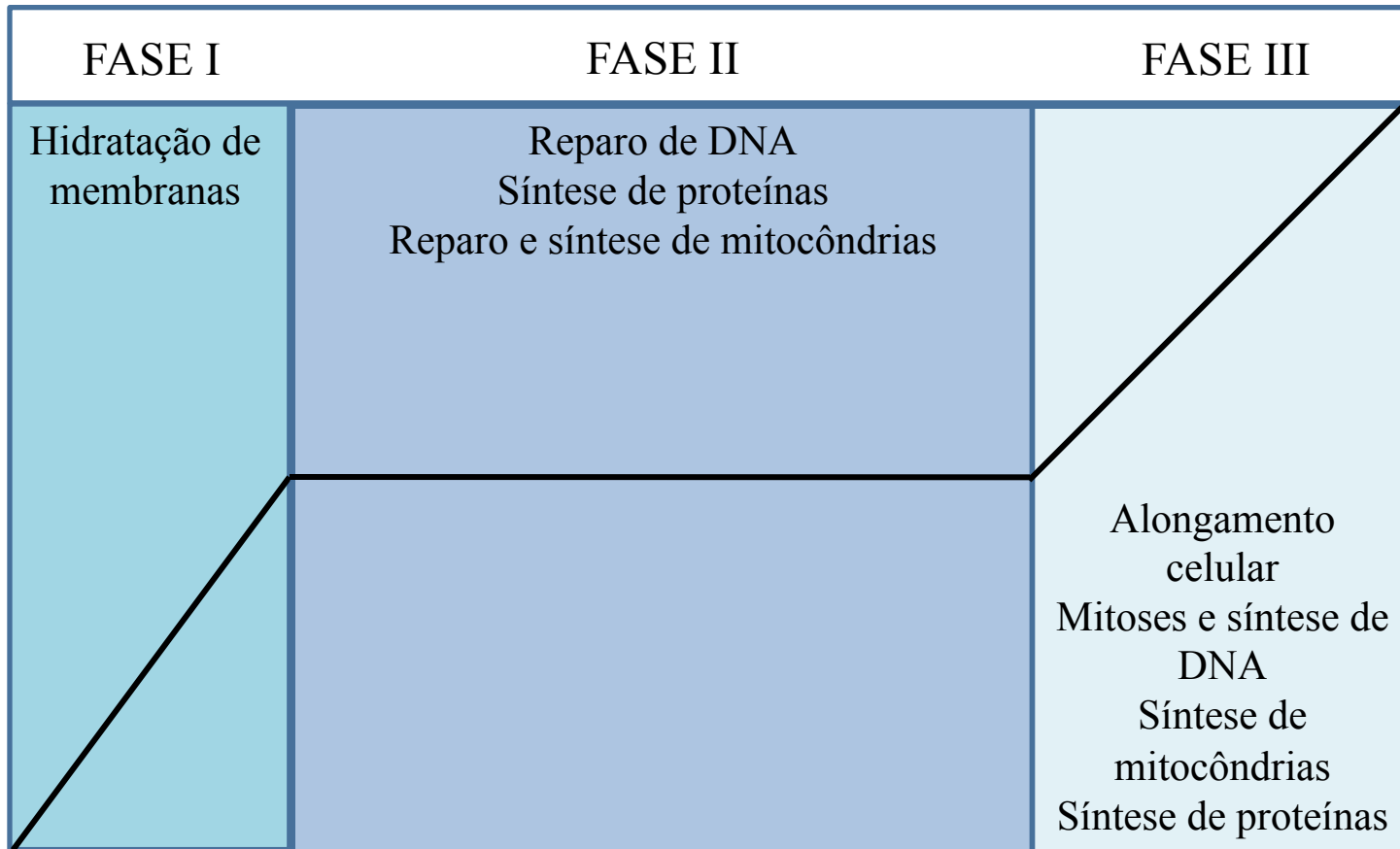
- 1) Umidade*
- 2) Temperatura*
- 3) Aeração*
- 4) Luz*
- 5) Fatores Químicos*
- 6) Fatores Bióticos*



# Germinação de Sementes



**Germinação Completa** – quando a radícula rompe os tecidos que a envolvem.



# *Dormência de Sementes*

## *Sementes Dormentes:*

*“A semente incapaz de germinar, num determinado período de tempo, quando exposta a condições ambientais que normalmente permitiriam a germinação” → Há um bloqueio interno*

## *Sementes Quiescentes:*

*“A semente que não germina porque é limitada pela ausência ou insuficiência de um ou mais fatores externos necessários para que esse processo ocorra” → Há uma limitação externa*



# *Dormência de Sementes*

*Quanto à sua origem, a dormência pode ser classificada como:*

- 1) Primária ou Inata – origem na planta-mãe*
- 2) Secundária ou Induzida – origem no ambiente externo*

*Quanto à causa da dormência, classificada em:*

- 1) Dormência Imposta pela Testa – (Dormência Física)*
- 2) Dormência do Embrião – (Dormência Fisiológica)*

# *Dormência de Sementes*

## *DORMÊNCIA FÍSICA – TEGUMENTAR OU EXÓGENA*

*Quando o embrião não é dormente, mas há uma impermeabilidade dos envoltórios da semente, restringindo a difusão total ou parcial de água e/ou oxigênio ao embrião.*

### *Mecanismos de Impedimentos:*

- 1) Ceras, súber, lignina – impedimento da passagem de água e de trocas gasosas*
- 2) Restrição mecânica - impedimento da passagem da radícula. Afrouxamento das paredes celulares do endosperma permite a germinação.*
- 3) Retenção e produção de inibidores – ABA produzido pela tegumento*

# *Dormência de Sementes*

## *DORMÊNCIA FISIOLÓGICA*

*→ O embrião é dormente (nível profundo de dormência).*

*Testa e outros tecidos circundantes não influenciam a germinação.*

*Provavelmente relacionada a:*

*→ altas concentrações de ABA*

*→ Baixas concentrações de GA*

# Fatores que Influenciam a Germinação

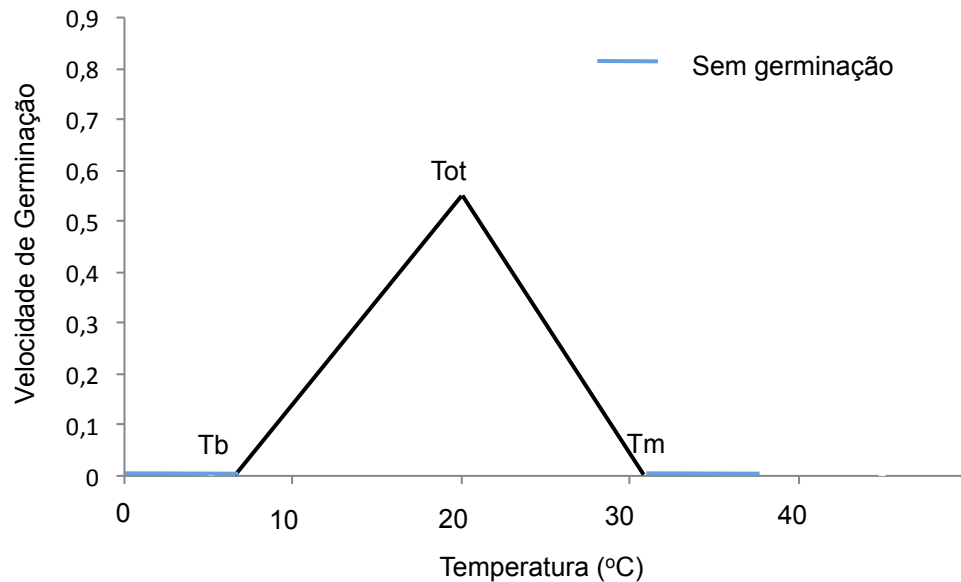
**Temperatura:** atua na indução e quebra de dormência e no crescimento embrionário.

**Temperaturas Cardeais:** parâmetros fisiológicos característicos de cada espécie ou população

$T_M$  → Temperatura máxima

$T_b$  → Temperatura mínima ou base

$T_{ot}$  → Temperatura ótima – maior germinabilidade e velocidade de germinação



→ No ambiente natural, a temperatura exibe variação cíclica.

→ Temperaturas ideais induzem a germinação.

→ Temperaturas desfavoráveis induzem a produção de proteínas que protegem a célula.

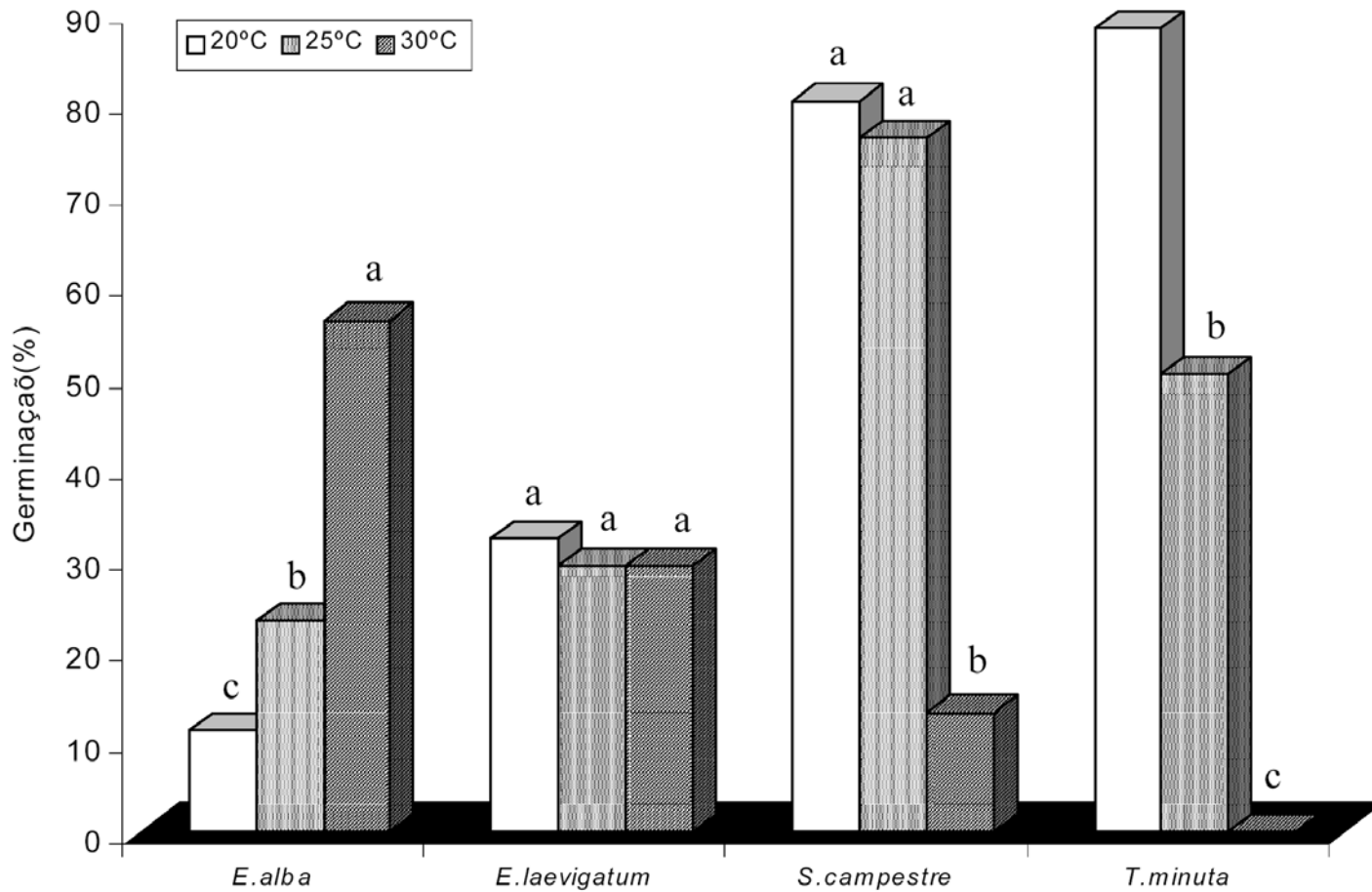


Figura 3: Porcentagem de sementes germinadas de *Eclipta alba*, *Eupatorium laevigatum*, *Stenachaenium campestre* e *Tagetes minuta*



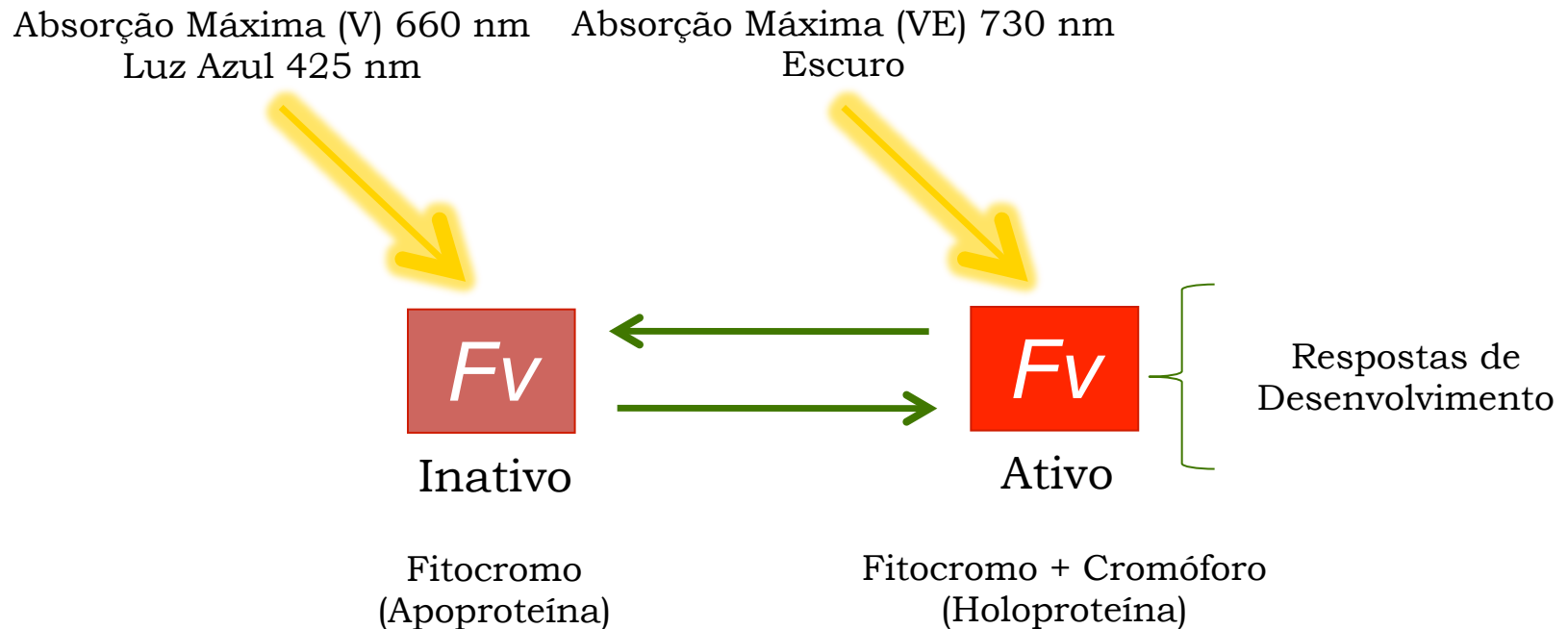
# Fatores que Influenciam a Germinação

**Luz:** atua desde a fase de maturação

**Quantidade de luz** – Fotoperíodo → está relacionado com a fenologia da planta e é o indicador mais confiável da chegada de estações favoráveis.

**Intensidade da luz** – fótons/unidade de área.

**Qualidade da luz** – Comprimentos de onda na radiação.

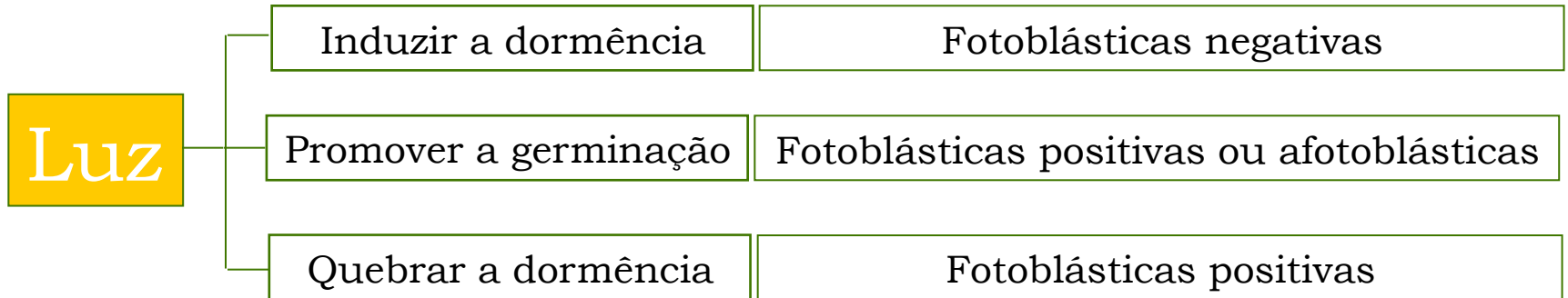


# Fatores que Influenciam a Germinação

Baixas razões de V:VE (*Fve:fitocromo total*) inibem a germinação das sementes.

## Situações:

- Sombreamento do dossel
- Cobertura dos tecidos que envolvem a semente



*Sida rhombifolia*  
Mamona, maxixe



Feijão e hortaliças



*Cecropia pachystachya*

Table 3. Seed germination (%) of seven tropical pioneer species under different R:FR ratios.

Species	R:FR	
	0.6	0.1
<i>C. hololeuca</i>	83.0	0.0
<i>C. pachystachya</i>	85.0	3.0
<i>C. glazioui</i>	48.0	0.0
<i>S. gracilimum</i>	85.0	0.0
<i>S. granuloso-leprosum</i>	54.0	0.0
<i>S. tabacifolium</i>	82.0a	79.0a
<i>M. chamissois</i>	70.0a	57.0a

Small letters compare means of different R:FR ratios. Means followed by the same letter are not significant at 5% level.

# *Fatores que Influenciam a Germinação*

***Fatores Químicos:*** *podem afetar ou promover a germinação*

## ***Substâncias Alelopáticas***

Fenilpropanóides e derivados de ácido benzóico

Liberados por matéria orgânica morta ou viva

A maioria atua inibindo a germinação, mas também podem promover.

*Sorghum halepense* (capim-massambará)

*Cyperus rotundus* (tiririca)

*Brachiaria decumbens*

*Ocotea odorifera* (canela-sassafrás)

## ***Íons - Nitratos***

Sementes são bem nutridas de íons, sua dependência de minerais é pequena

O **Nitrato** é uma exceção:

→ Promove a germinação, atuando com a luz e a temperatura

→ Pode indicar a presença de clareiras em uma floresta, já que a quantidade de nitratos aumenta juntamente com o aumento da luz e temperatura

→ Pode atuar na quebra de dormência

→ Aumentar a sensibilidade da semente por luz

# *Fatores que Influenciam a Germinação*

*Fatores Bióticos: podem afetar ou promover a germinação*

Uma vez dispersa, a semente está sujeita:

- Competição da radícula com raízes vizinhas → depleção de água
- Ação de substâncias voláteis por fungos → estimula a germinação
- Ação de larvas de insetos que penetram na semente → inviabiliza a semente
- Deslocamento por formigas
- Microorganismo do solo (*Azotobacter* spp.) → inibição da germinação



# *Quebra de Dormência*

## *MECANISMOS*

- 1) Pós-maturação – redução dos teores de umidade.*
- 2) Resfriamento – baixas temperaturas liberam as sementes da dormência.*
- 3) Luz*

# *Quebra de Dormência*

## *PROCEDIMENTOS*

- 1) Estratificação – sementes embebidas mantidas a temperaturas entre 4 a 6 °C.*
- 2) Alternância de temperatura – sementes embebidas alternando temperatura e fotoperíodo (8h a 30 °C/ 16h a 20 °C).*
- 3) Pós -maturação a seco – sementes não hidratadas mantidas em temperaturas elevadas, 40 a 60 °C por alguns dias ou vários meses.*
- 4) Tratamento químico – sementes embebidas em solução de giberelina ou nitrato.*
- 5) Escarificação – para quebra de dormência física, feita por abrasão, perfuração, imersão em substâncias corrosivas ou solventes orgânicos ou água fervente.*
- 6) Lixiviação – exposição das sementes em água corrente.*

# *Papel da Dormência de Sementes*

*Aumento da probabilidade de sobrevivência da semente!*

*Favorece:*

→ *Dispersão Secundária – induz um retardo temporal no processo de germinação, favorecendo um tempo adicional para a dispersão da semente a longas distâncias.*

→ *Germinação não sincronizada*  
– *reduz a chance de predação e mortalidade.*

# Bibliografia Recomendada

Kerbaudy, G.B. *Fisiologia Vegetal*. 2ª Edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2008.

Taiz, L. & Zeiger, E. *Fisiologia Vegetal*. 4ª Edição. Artmed, Porto Alegre, 2009.

Kendrick, R.E., Frankland, B. *Fitocromo e crescimento vegetal*. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1981.

Whatley, J. M. *A luz e a vida das plantas*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

# **Banco de Sementes**

# *Histórico: Estudos com Enfoque em Banco de Sementes*

Existência e importância do banco reconhecidas desde os tempos de Darwin, no século XIX.

- Primeiros estudos realizados em áreas agrícolas (*interesse econômico*).
- Na Floresta Tropical – Symington (1933) – Malásia
- Gomez-Pompa *et al.* (1972); Guevara-Sada & Gomez-Pompa (1972)



Base para trabalhos posteriores na década de 80, enfocando:

- *Viabilidade de sementes de espécies pioneiras*
- *Tipo de colonização após distúrbio*
- *Germinação de sementes*
- *Tamanho e composição*
- *Regeneração natural*



# *Distúrbios em Florestas Tropicais*

## ORIGEM NATURAL OU ANTRÓPICA

- Aberturas no dossel da floresta ocorrem devido à queda espontânea de ramos, partes da copa, árvores ou grupo de árvores.

### *Alterações das Condições Abióticas:*

- Aumento na temperatura do ar e da superfície do solo com variação ao longo do dia
- Diminuição no teor de umidade relativa do ar
- Aumento na intensidade e duração da luminosidade e da qualidade espectral da luz diferente do dossel

<http://www.ra-bugio.org.br>

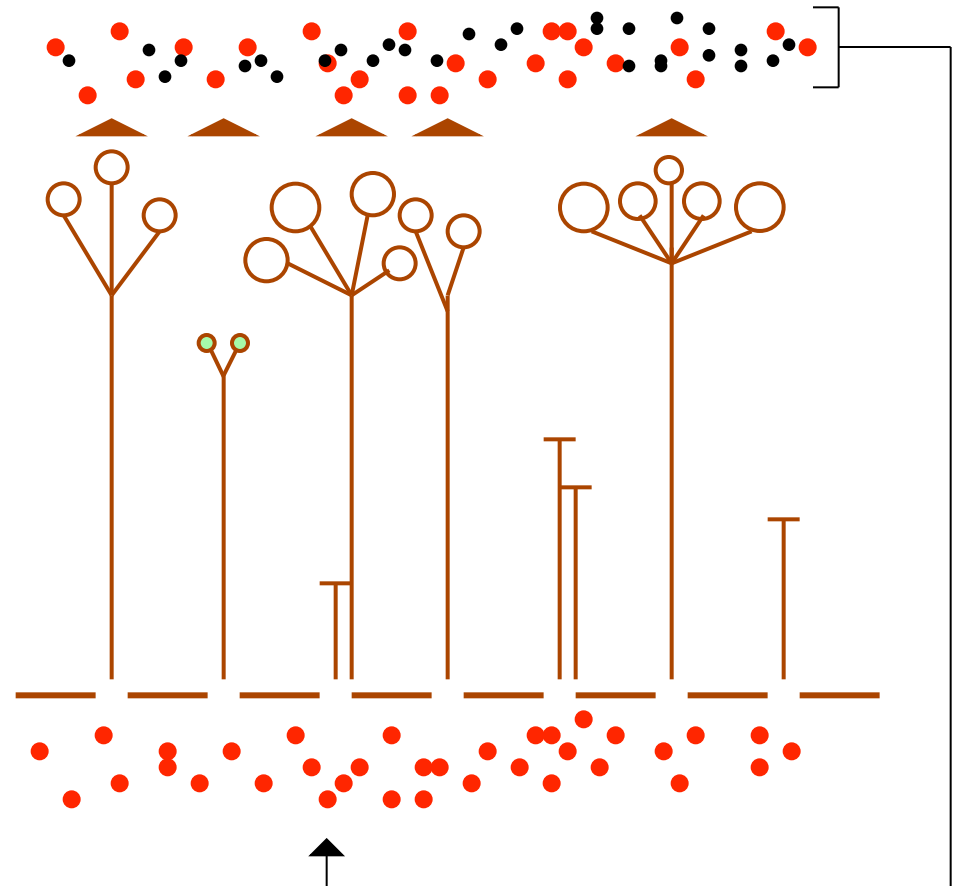


Parque Estadual da Serra do Mar

# *Regeneração em Florestas Tropicais*

**A regeneração pode ocorrer por:**

- 1) rebrota de indivíduos sobreviventes ou daqueles do dossel adjacente
- 2) via plântulas ou jovens pré-estabelecidos
- 3) via chuva e banco de sementes



# Banco de Sementes do Solo

## Conceito:

*“Estoque de sementes viáveis existentes na superfície do solo, ou armazenadas no solo, ou na serapilheira, em um dado local e momento.”*



Foto: D. Vinha (2005)

- Espécies de estádios iniciais de sucessão
- Natureza ecológica recolonizadora
- Sementes fotoblásticas positivas
- Distribuição vertical e horizontal
- Sementes Alóctones ou Autóctones



# Tamanho da Semente e Dispersão



*Trema micrantha*



*Casearia syvestris*



*Cecropia obtusifolia*



Fotos: Smithsonian Tropical Research Institute



*Cecropia* sp.

# Classificação do Banco de Sementes

- LONGEVIDADE/ DORMÊNCIA

- Transitório x Permanente

**Table 1.** Time-lines (years) among types of soil seed banks as defined by various authors

Author(s)	Seed bank types				
	Transient		Persistent		
Thompson and Grime (1979), Grime (1981, 2001)	< 1		> 1 or $\geq 1$		
			Short-term	Long-term	
Bakker <i>et al.</i> (1991), Thompson (1993)	$\leq 1$		> 1, but < 5	$\geq 5$	
Bakker <i>et al.</i> (1996), Thompson <i>et al.</i> (1997)	< 1		$\geq 1$ , but < 5	$\geq 5$	
McDonald <i>et al.</i> (1996)	< 1		> 1, but < 5	$\geq 5$	
Bekker <i>et al.</i> (1998)	< 1		1–4	> 4	
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Poschlod (1993)	< 1	1–2	Few years	Several years to few decades	Several decades
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	
Poschlod and Jackel (1993)	< 1	1–2	Some years to some decades	Some decades	

# *Riqueza de espécies e composição*

*Na floresta tropical:*

- ✓ *Solanum* spp.
- ✓ *Cecropia* spp.
- ✓ *Croton* spp.
- ✓ *Trema micrantha*
- ✓ *Miconia* spp.



Há dominância por uma ou poucas espécies.

**Composição:** varia em função do tipo, frequência, intensidade do distúrbio

- **Florestas Primárias:** espécies diferentes das do dossel
- **Florestas Secundárias:** predominância de espécies pioneiras

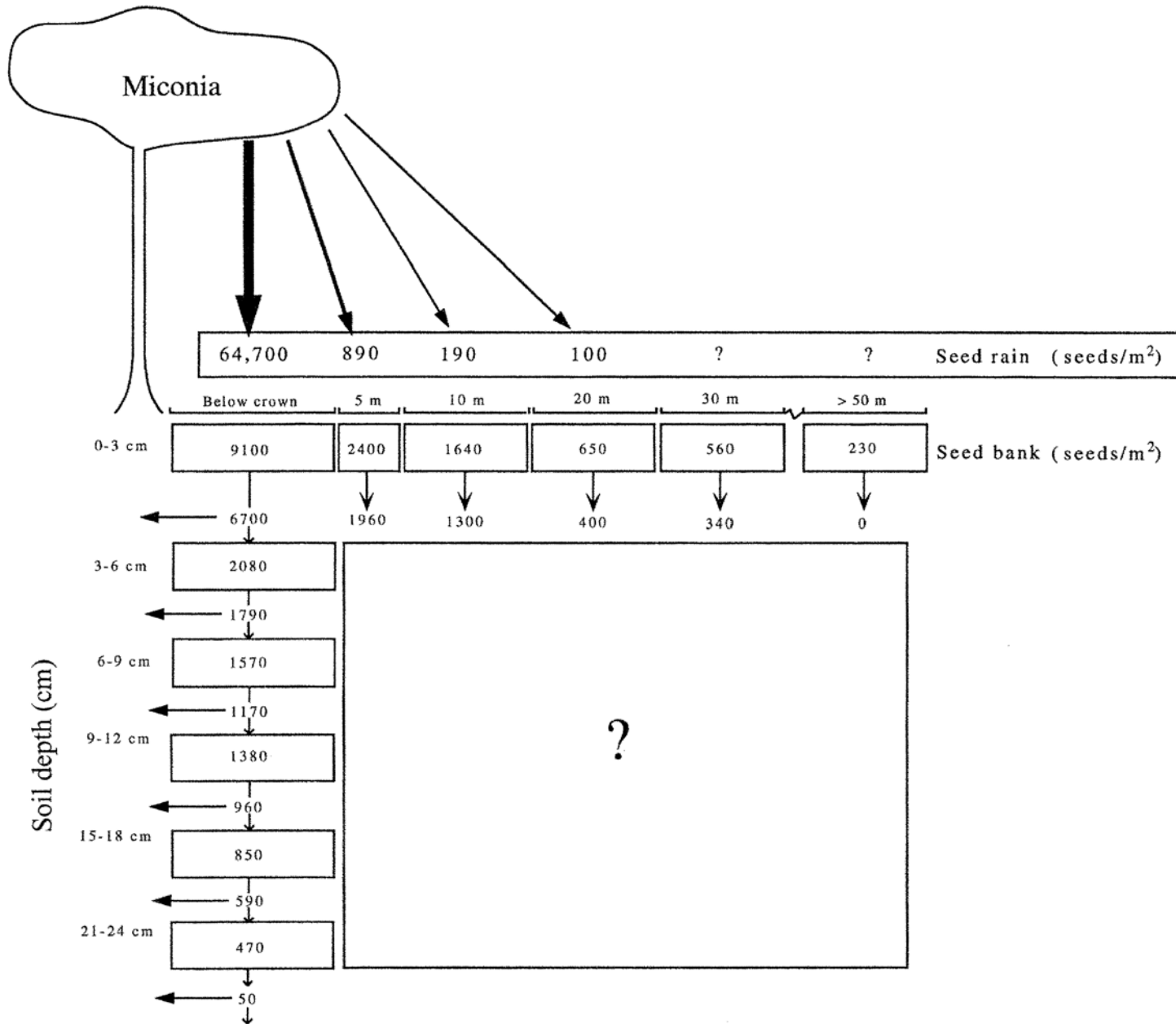


# *Densidade de Sementes*

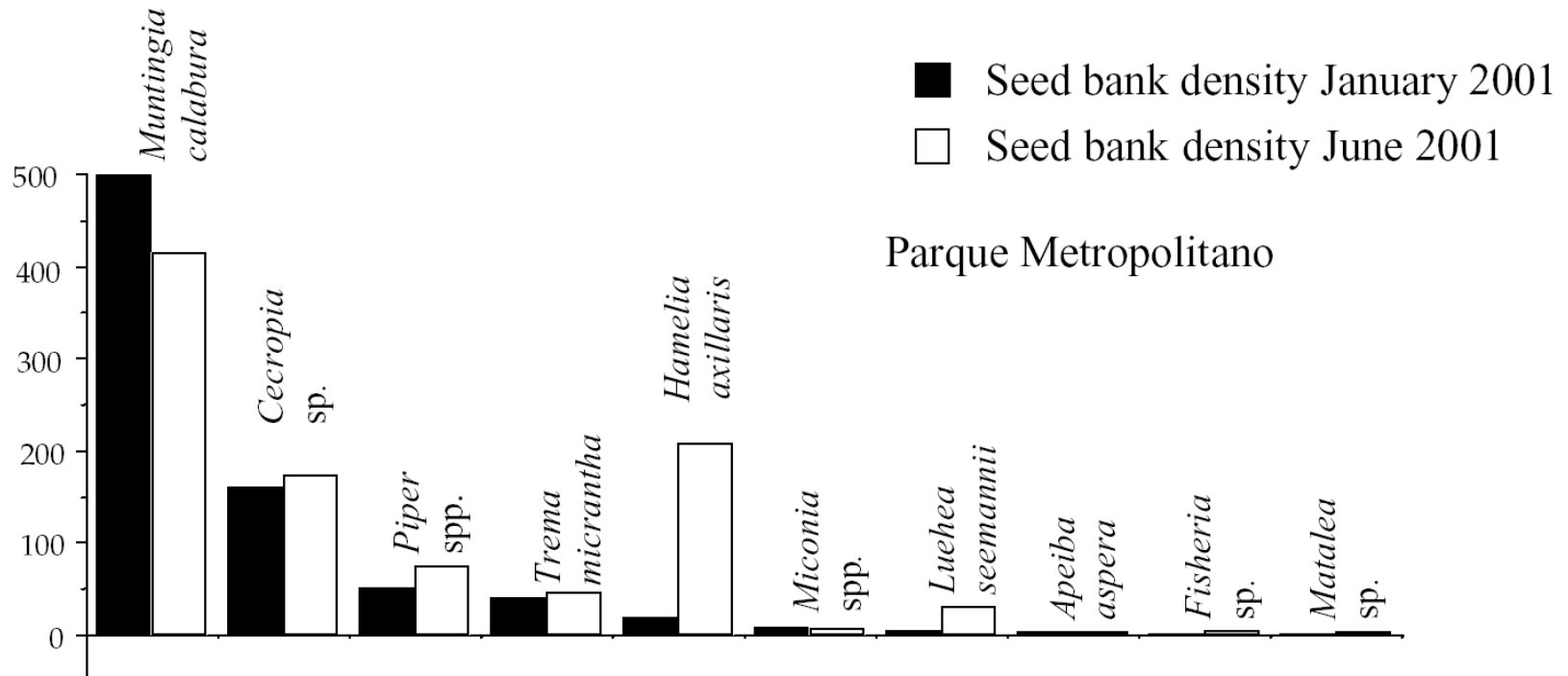
- ✓ Depende das espécies que compõem o banco
- ✓ Depende da idade sucessional de área
- ✓ Tende a declinar quando aumenta a idade sucessional da área

<b>Autor (ano)</b>	<b>Sementes/m<sup>2</sup> (situação)</b>
Baider (1994)	11028 (5); 4644 (18); 5100 (27); 872 (FC)
Roizman (1993)	412,6 (Floresta Estacional Semidecídua)
Grombone-Guaratini (2002)	32,3 (Estação Seca) e 49,6 (Estação Chuvosa)

# Densidade de Sementes



# Variações Sazonais



- ✓ Envelhecimento natural
- ✓ Predação
- ✓ Degradação por bactérias e fungos
- ✓ Germinação

# *Métodos de Amostragem*

Depende do objetivo do estudo.

## **AMOSTRAGEM**

- ✓ Muitas unidades amostrais (pequena área) X poucas unidades amostrais (grande área)
- ✓ Profundidade variável
- ✓ Serapilheira pode ser considerada
- ✓ Duração variável

## **CONTAGEM DE SEMENTES**

- Emergência de plântulas

**Vantagem:** conhecer a composição de espécies

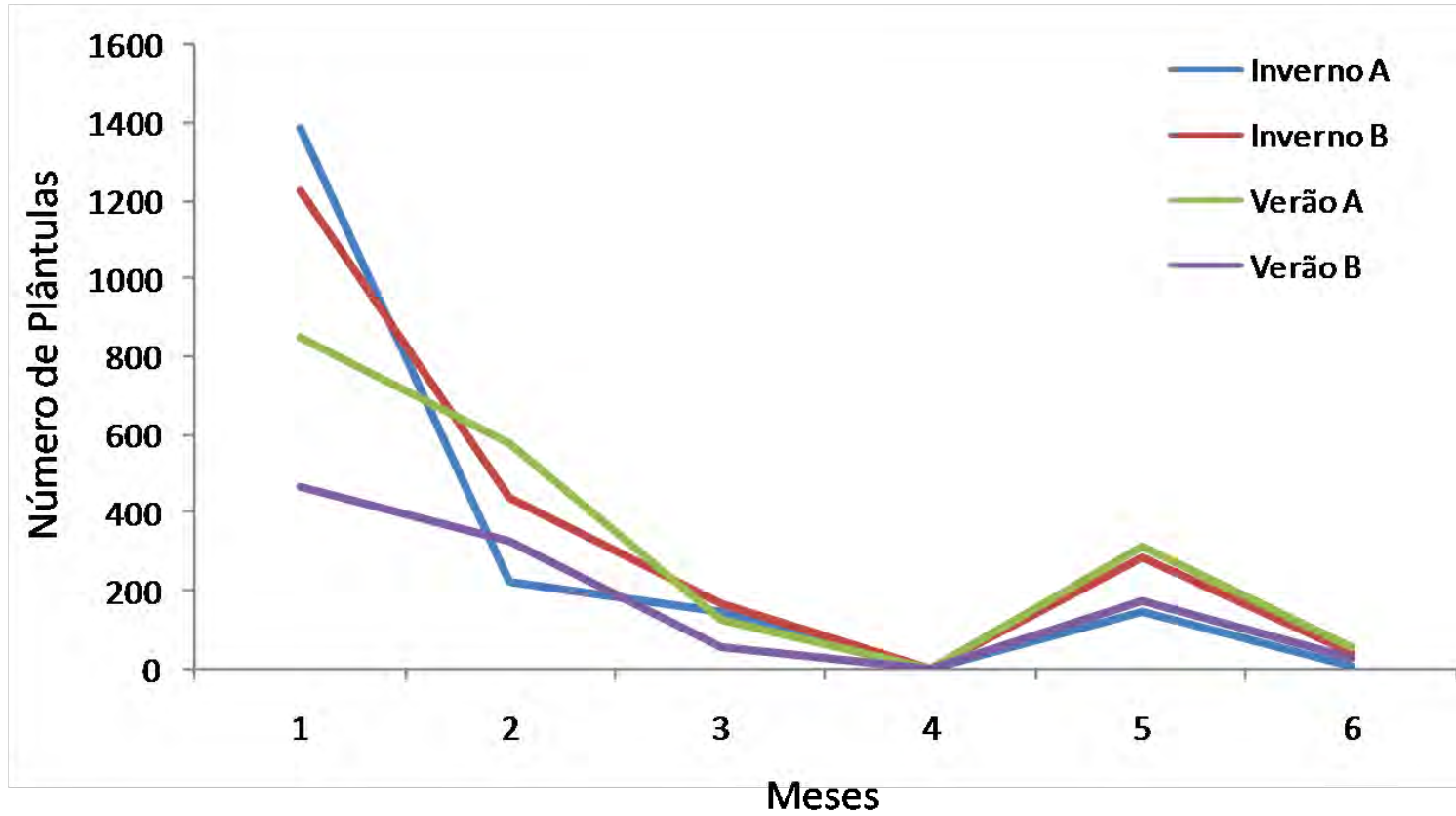
**Desvantagem:** densidade é subestimada, apenas sementes viáveis; espaço para o experimento

- Flotação, peneiras, ou outro método físico

**Vantagem:** densidade é mais precisa

**Desvantagem:** perda de informação sobre a viabilidade, método trabalhoso

# *Padrão de Germinação*



# *Aplicação do Estudo do Banco*



- Espécies de Bambusoideae geralmente são adaptadas a invadir áreas perturbadas
- Na Mata Atlântica, presença de bambus com densidades elevadas em clareiras naturais
- *Sua dominância pode afetar:*
  - 1)Recrutamento e colonização de espécies arbóreas
  - 2)Sobrevivência e crescimento de plântulas e de indivíduos adultos
  - 3)promover a morte de espécies arbóreas pelo sombreamento, influenciando a regeneração natural



# *Aulonemia aristulata* (Poaceae: Bambusoideae)



Fotos: Pedro L. Viana 2007

- ✓ Bambu lenhoso, endêmico do Brasil
- ✓ Região sudeste e centro-oeste
- ✓ Florestas Ombrófilas e Estacionais

Estado de São Paulo:

*Aulonemia aristulata* e *Aulonemia* sp.1

- ✓ Comportamento reprodutivo e o ciclo de floração são pouco conhecidos (Clark 2001)

# Área de Estudo: Caracterização Física



Parque Estadual das Fontes do Ipiranga

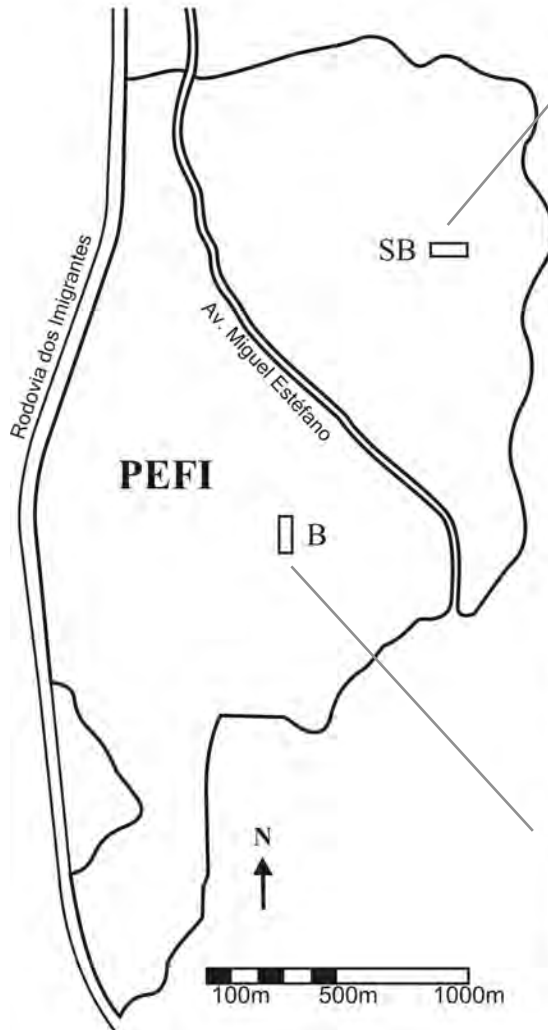
**Tamanho da área:**

536,38 ha - 350 ha vegetação

**Vegetação:** Floresta Ombrófila Densa

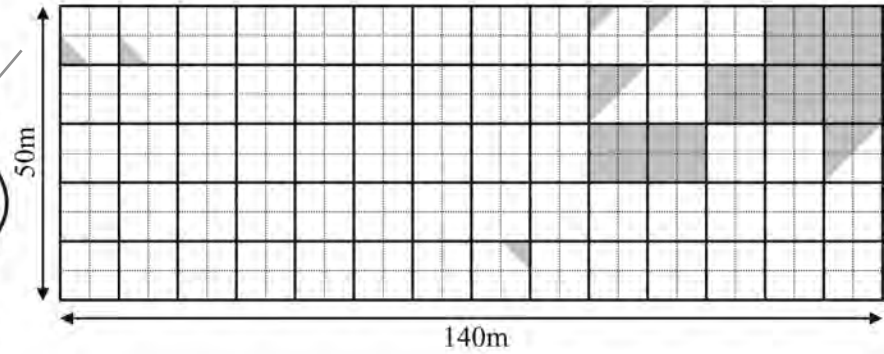


# Área Amostral



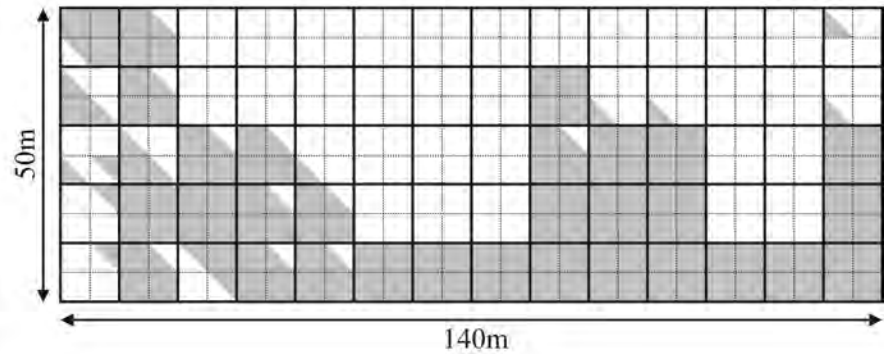
Floresta com Dossel Heterogêneo e Porte Alto

Área SB



Floresta com Dossel Homogêneo Densa  
Floresta Degradada

Área B



 *Aulonemia aristulata*



# Área com Domínio de *Aulonemia aristulata*



Foto: C. Cameiama 2007



Foto: D. Vinha 2006



# *Área Controle*

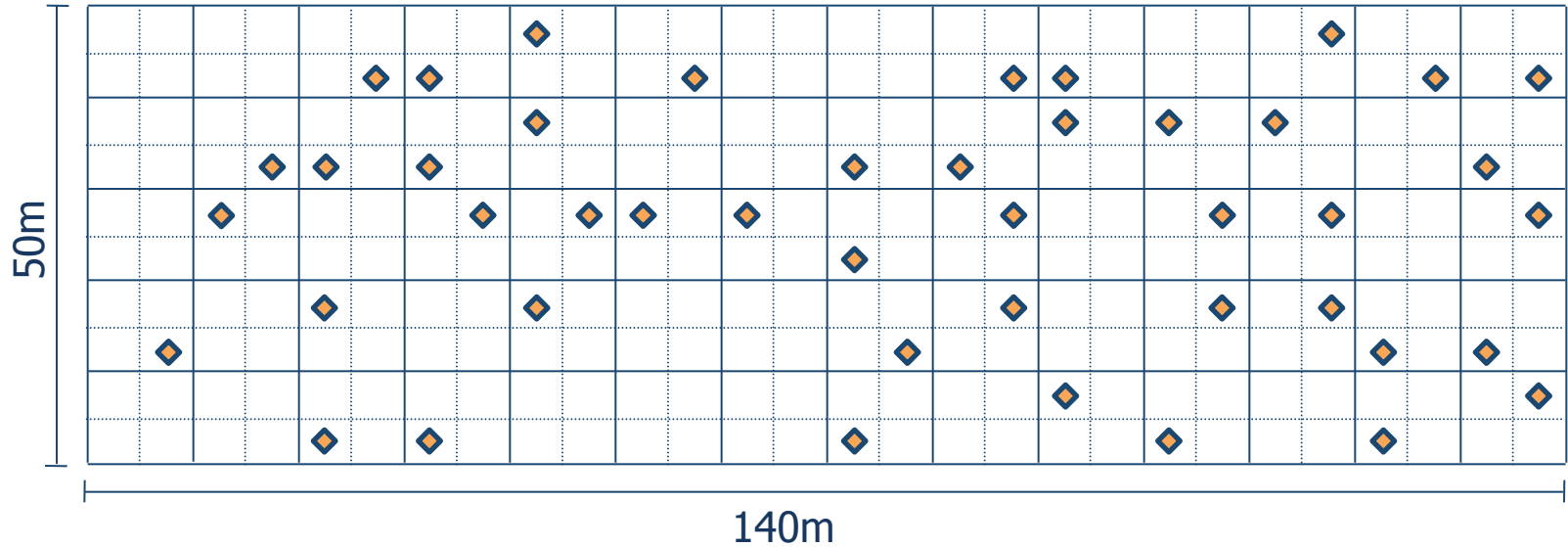


Foto: D. Vinha 2006

# *Objetivo*

Avaliar se a manutenção da floresta em estádios iniciais de sucessão secundária seria facilitada pela estrutura local do banco de sementes.

# Desenho Amostral



- Sorteio de 45 parcelas: amostras simples sem reposição
- Divisão em sub-parcelas (5 m x 5 m): novo sorteio
- Ponto exato da coleta foi determinado distanciando-se 2,5 m no sentido da diagonal da parcela a partir da estaca
- Evitar efeito do pisoteamento



# *Instalação do Experimento*



Seis bandejas com vermiculita

Duração: 6 meses

Exposição à luz natural, irrigação duas vezes ao dia, por meio de aspersores



# Contagem das Plântulas



B



SB

Método de emergência de plântulas

(HEERDT *et al.* 1996).

Semanalmente, as plântulas com tamanho suficiente para serem diferenciadas foram contadas e identificadas como morfoespécie.

Palitos coloridos: marcação

Após 100 dias, transferência de plântulas e revolvimento do solo



# *Identificação das Espécies*



# *Classificação em Categorias*

## **Grupos Funcionais:**

- Segundo o Hábito em: arbóreo, arbustivo, herbáceo e trepadeiras

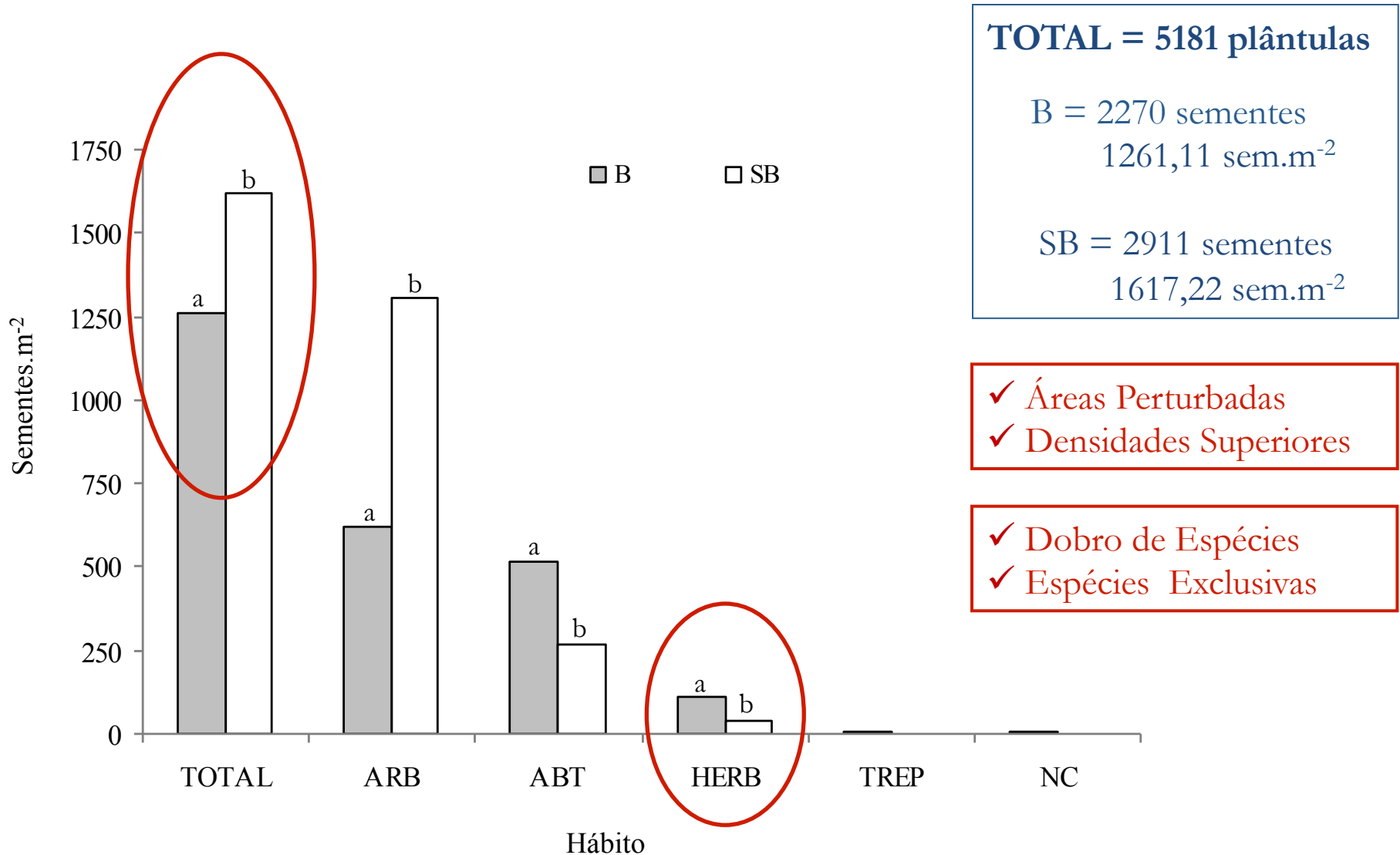
## **Espécies Arbóreas e Arbustivas, de acordo com:**

- Às Classes de Sucessão em: pioneiras e não pioneiras
- Mecanismo de Dispersão das Sementes: anemocóricas, autocóricas e zoocóricas

# *Análise dos Dados*

- Quantidade de sementes no solo
- Densidade total de sementes no solo (sementes/m<sup>2</sup>)
- Frequência absoluta e relativa
- Proporções de espécies e de indivíduos comparadas com base no hábito, classes de sucessão e síndromes de dispersão
- Estimativas de riqueza e diversidade de espécies
- Índices de Similaridade

# Densidade de Sementes x Hábito das Espécies





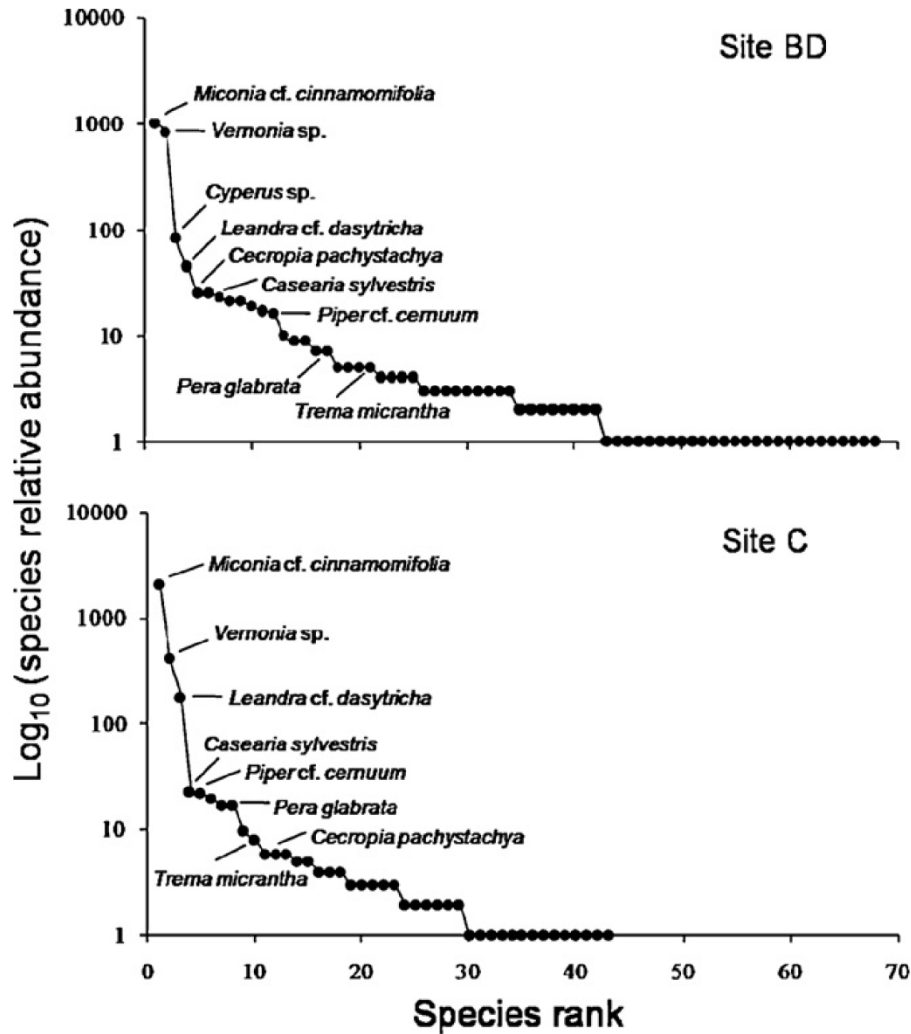
# Grupos Funcionais

**Table 1**

Richness and abundance of different functional groups of species found in samples of the soil seed bank collected in the bamboo-dominated area (BD) and in a control area (C) at the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga São Paulo, Brazil.

Functional groups	Site BD		Site C	
	Species number	Seedling number	Species number	Seedling number
Life form				
Herbs natives	12	88	2	27
Herbs non-natives	20	111	13	40
Trees	16	1121	12	2356
Shrubs	9	925	9	480
Climbers	6	16	3	3
Unknown	5	9	4	5
Regeneration group				
Early-successional	18	1990	17	2793
Late-successional	5	33	3	26
Unknown	2	23	1	17
Dispersal syndrome				
Zoochory	20	1169	15	2385
Anemochory	4	876	5	450
Autochory	1	1	1	1

# Distribuição de Espécies



**Fig. 2.** Species abundance curves of recruited seedlings from the soil seed bank sampled in a bamboo-dominated area (BD) and control area (C) in the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brazil. For each area the relative abundance of each species on a logarithmic scale was plotted against the species' rank, from the most abundant to the least abundant species.

# Conclusão

- O banco de sementes da área com bambu é uma importante fonte de regeneração, composto por espécies arbóreas e arbustivas pioneiras e zoocóricas aptas a promover a regeneração local.
- A manutenção da floresta com bambu em estádios iniciais de sucessão não é sustentada pela ausência de sementes regenerantes no banco de sementes.
- O intervalo de 7-8 anos do ciclo de vida do bambu, pode representar uma oportunidade para a regeneração das espécies que compõem o banco de sementes. Como o bambu é nativo e tem um papel ecológico no funcionamento da floresta, funcionando como habitat de aves dispersoras por exemplo, não recomendamos a remoção total do bambu. Recomendamos o revolvimento periódico do solo para expor a sementes a germinação.

▪