

Germinação de Sementes e Banco de Sementes

Daniella Vinha
Pós-Graduação em Biologia Vegetal

Disciplina: Ecologia Vegetal - BT682
2013

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:

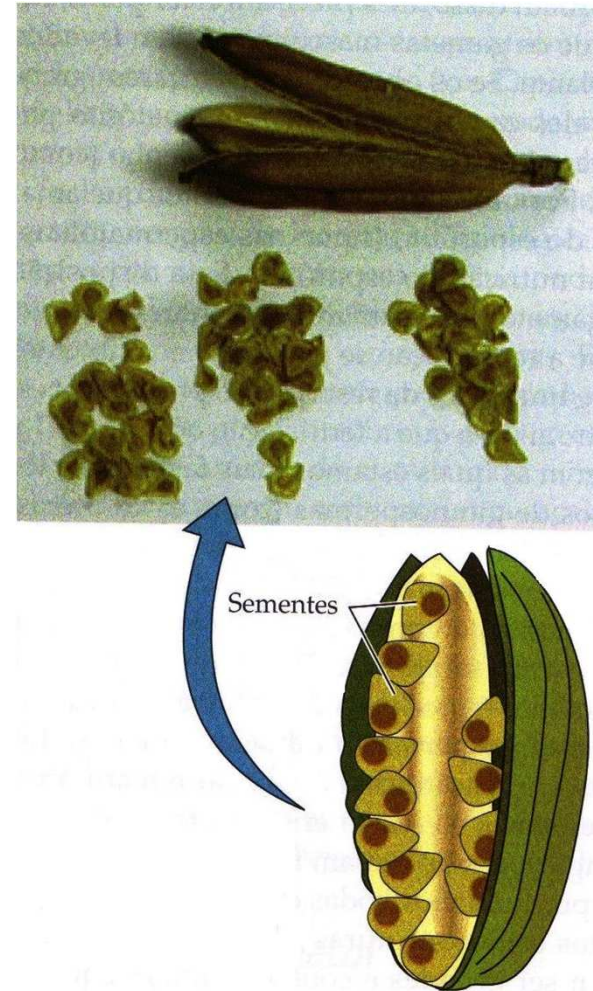
- i) Conceituar o banco de sementes do solo*
- ii) Importância do banco de sementes para o processo de regeneração natural, a partir de um estudo realizado em área perturbada*

A Semente

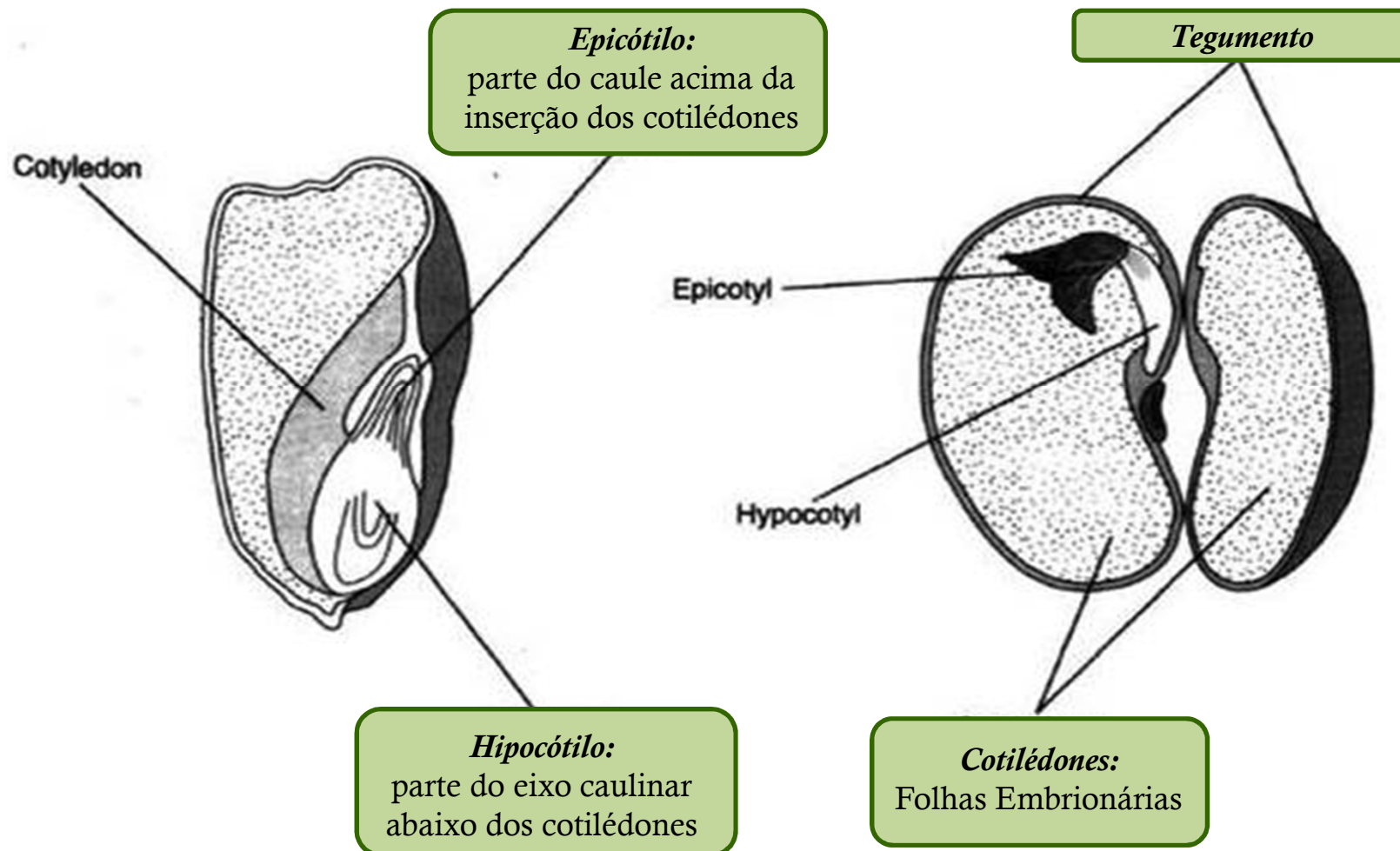
Semente → é o conjunto formado pelo embrião e pelas estruturas que o envolvem.

É constituído por três unidades:

- 1) *Embrião*
- 2) *Endosperma*
- 3) *Tegumento ou testa*



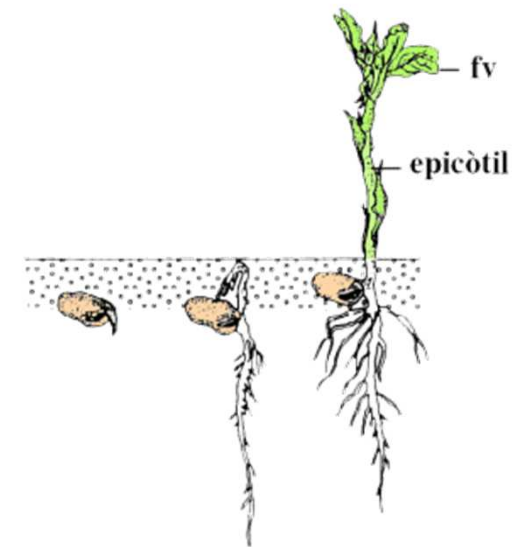
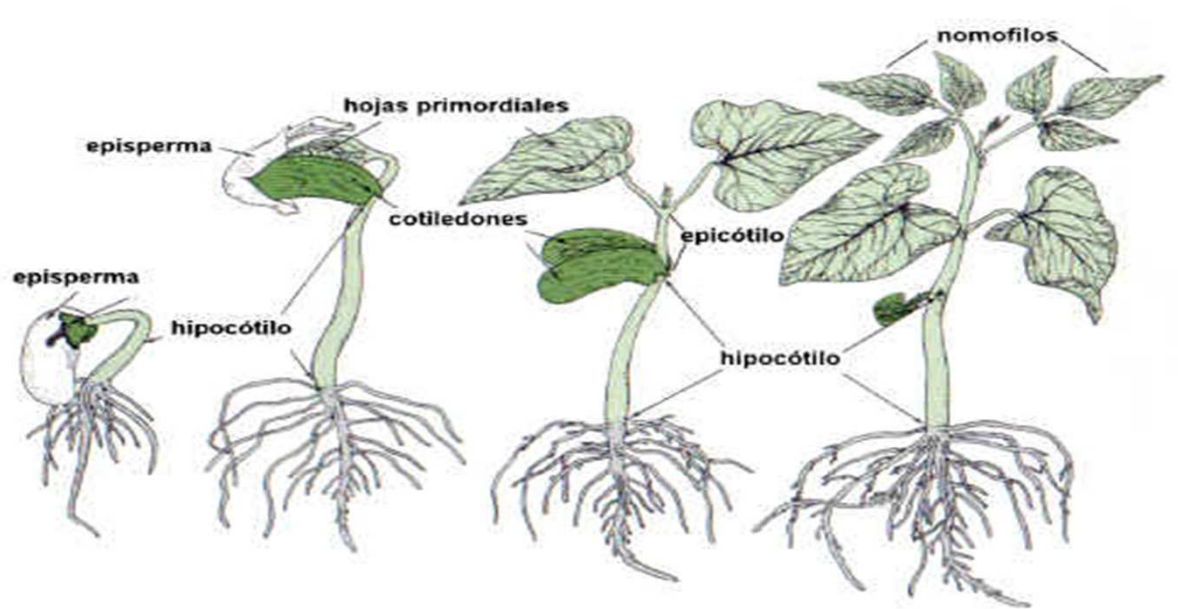
Partes constituintes das sementes



Posição dos Cotilédones

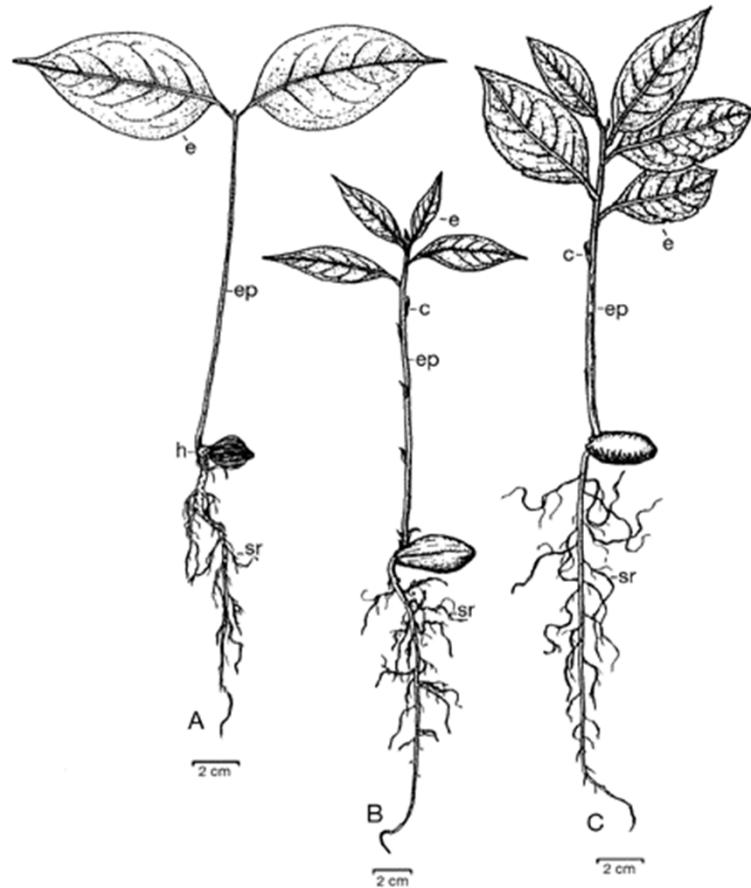
Epígea – os cotilédones se elevam acima do solo. *Exemplo: Feijão*

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



Tipos de Cotilédones

Criptocotiledonar, hipógeo e carnosos



Cryptocaria moschata
Ocotea catarinensis
Endlicheria paniculata

Fanerocotiledonar, epígeo e carnosos



Hymenaea courbaril (Jatobá)

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

Tipos de Cotilédones

Fanerocotiledonar, epígeo e foliáceo



Myrtaceae – Fase 1



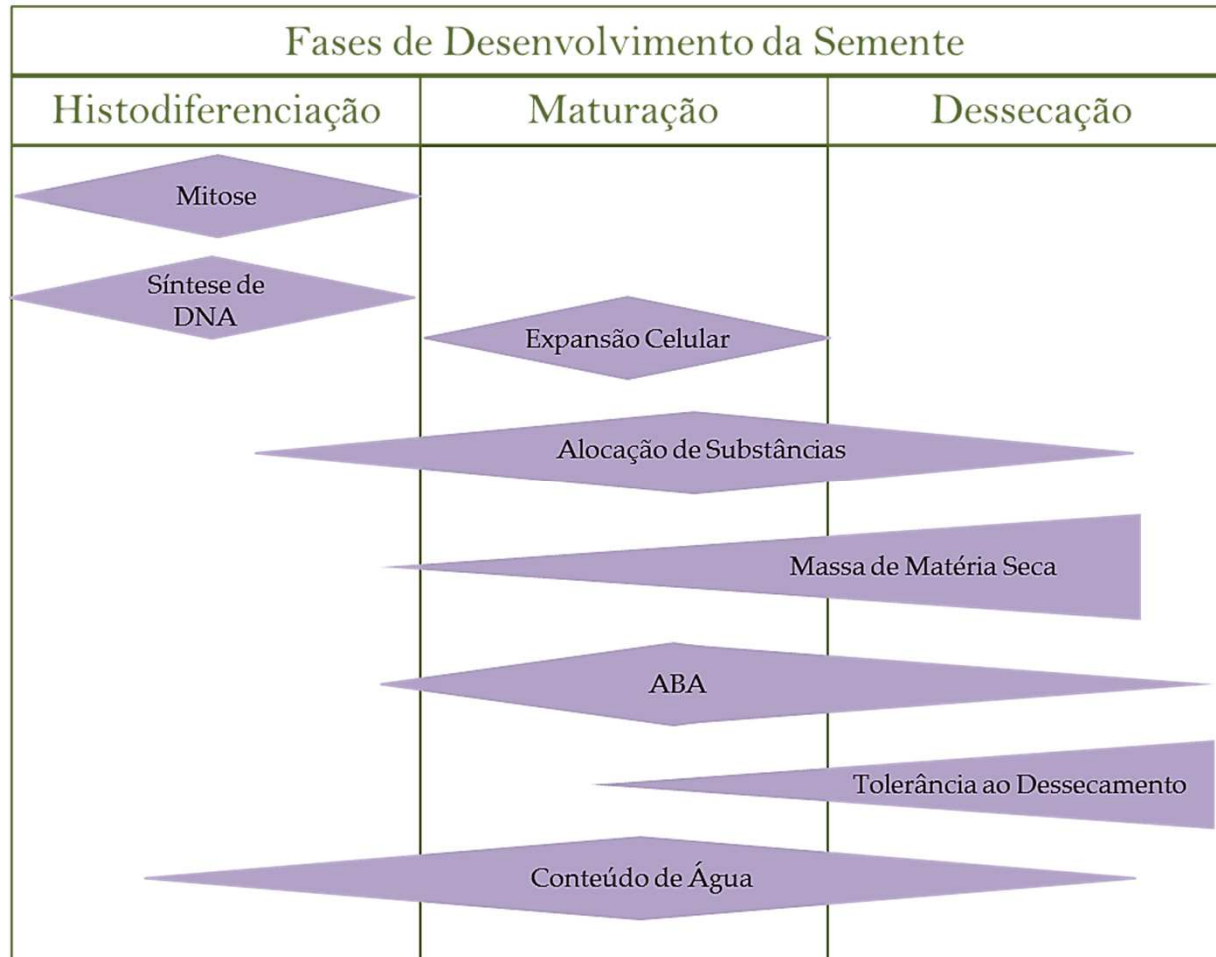
Myrtaceae – Fase 1



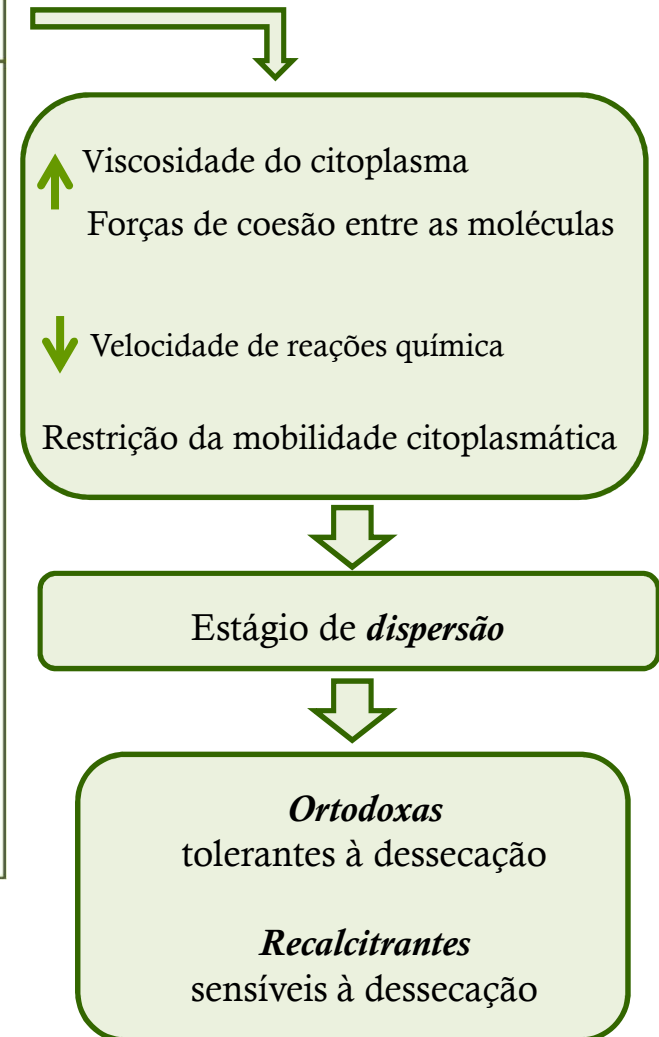
Myrtaceae – Fase 2

Desenvolvimento da Semente

Ocorre durante a conexão trófica com a planta-mãe → crescimento e diferenciação de tecidos



Dessecação - capacidade de sobrevivência à desidratação celular, até concentrações de água de 0,1g por grama de tecido seco



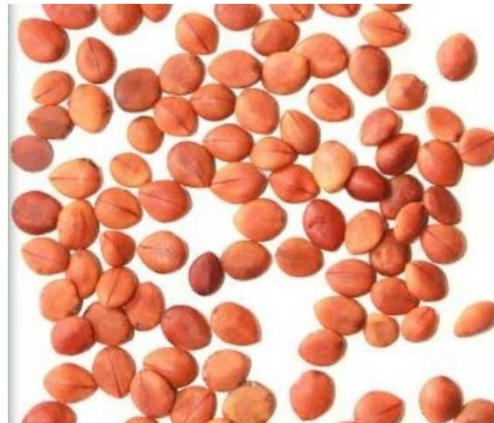
Exemplos de sementes ortodoxas e recalcitrantes



Aroeira



Feijão



Barbatimão



Girassol



Palmito



Jabuticaba



Seringueira



Pouteria sp.

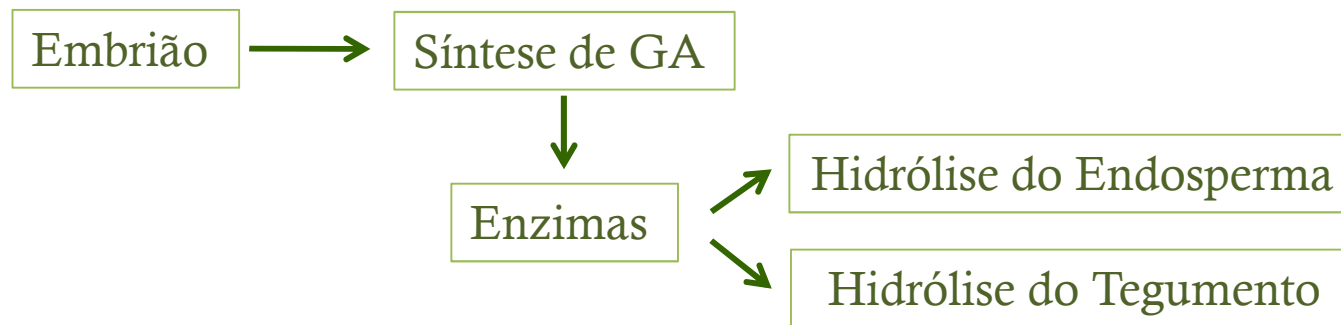
Hormônios Vegetais

Dois principais hormônios estão envolvidos:

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

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

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



Citocininas, Etileno, Ácido Jasmônico, Brassinosteróides

- promovem ou inibem a germinação.
- Efeito pouco conhecido.

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) Substâncias Químicas*
- 6) Interações Bióticas*



Germinação de Sementes

EMBEBIÇÃO



Ativação do Metabolismo



Crescimento do Eixo
Embrionário

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

FASE I (Ativação)	FASE II (Estacionária)	FASE III (Crescimento Eixo)
Hidratação de membranas (estado líquido- cristalino) Reativação de enzimas da respiração celular	Reparo de DNA Síntese de proteínas Reparo e síntese de mitocôndrias	Alongamento celular Mitoses Síntese: DNA Mitocôndrias Proteínas

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

Classificação da Dormência de Sementes

Quanto à origem:

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

Quanto à causa da dormência:

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

Classificação Internacional:

Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14: 1-16.

- 1) *Dormência Física*
- 2) *Dormência Fisiológica*
- 3) *Dormência Morfológica – embrião com desenvolvimento incompleto*
- 4) *Dormência Morfofisiológica – embrião com desenvolvimento incompleto e dormente*
- 5) *Dormência Química – inibidores químicos no embrião*

Tipos de 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.

Comum em espécies arbóreas tropicais:

Schizolobium parahyba, Erithrina speciosa, Mimosa scrabella, Senna multijuga

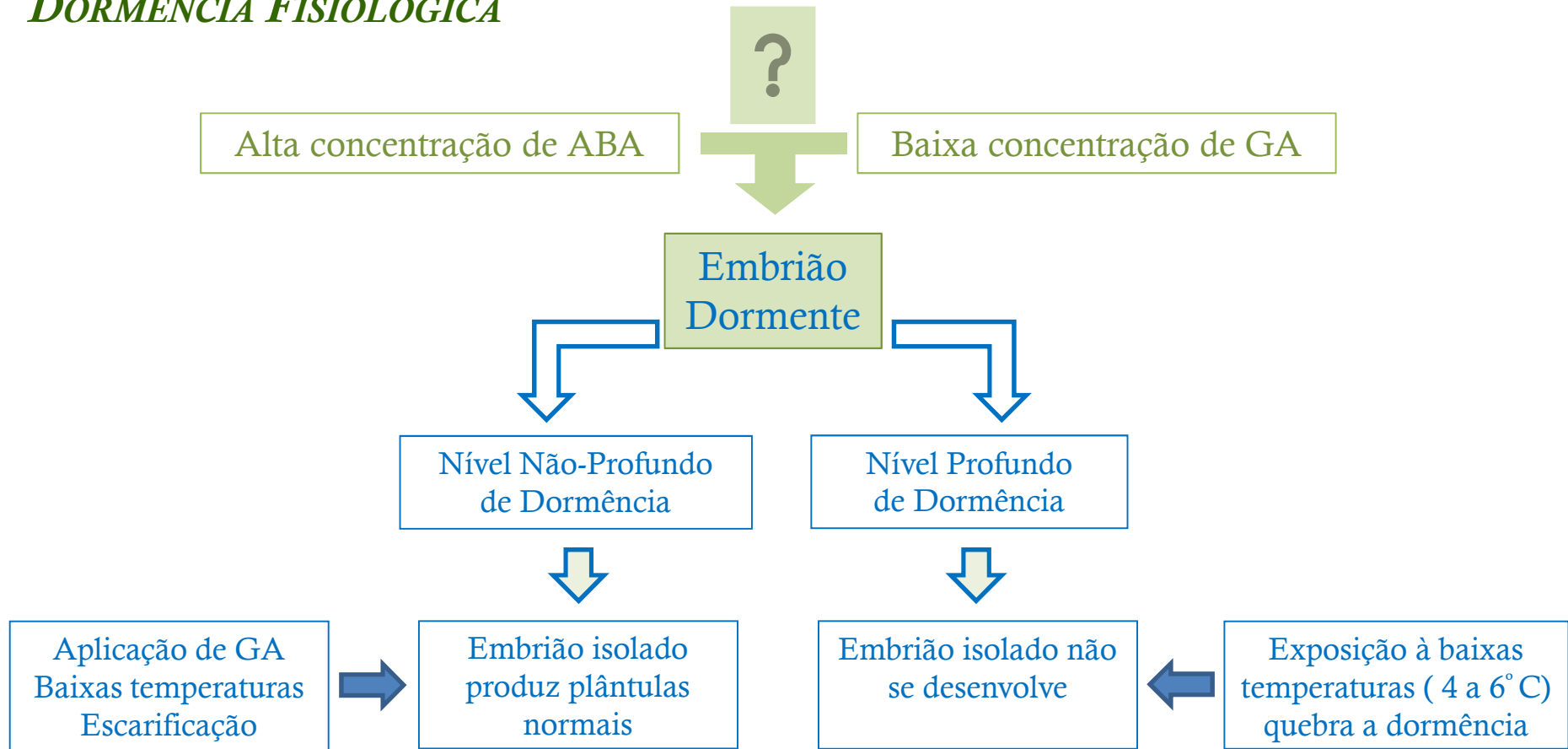
Ocorre em 9 ordens e 15 famílias de angiospermas (Baskin & Baskin 2000)

Mecanismos de Impedimentos:

- 1) Impedimento na absorção de água – tegumento com ceras, súber, lignina*
- 2) Restrição mecânica - parede celular do endosperma impede protusão da radícula*
- 3) Interferência nas Trocas Gasosas – baixa permeabilidade da testa ao O₂*
- 4) Retenção de inibidores – testa pode impedir a saída de ABA*

Tipos de Dormência de Sementes

DORMÊNCIA FISIOLÓGICA



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.

Ausência de germinação nem sempre significa dormência...

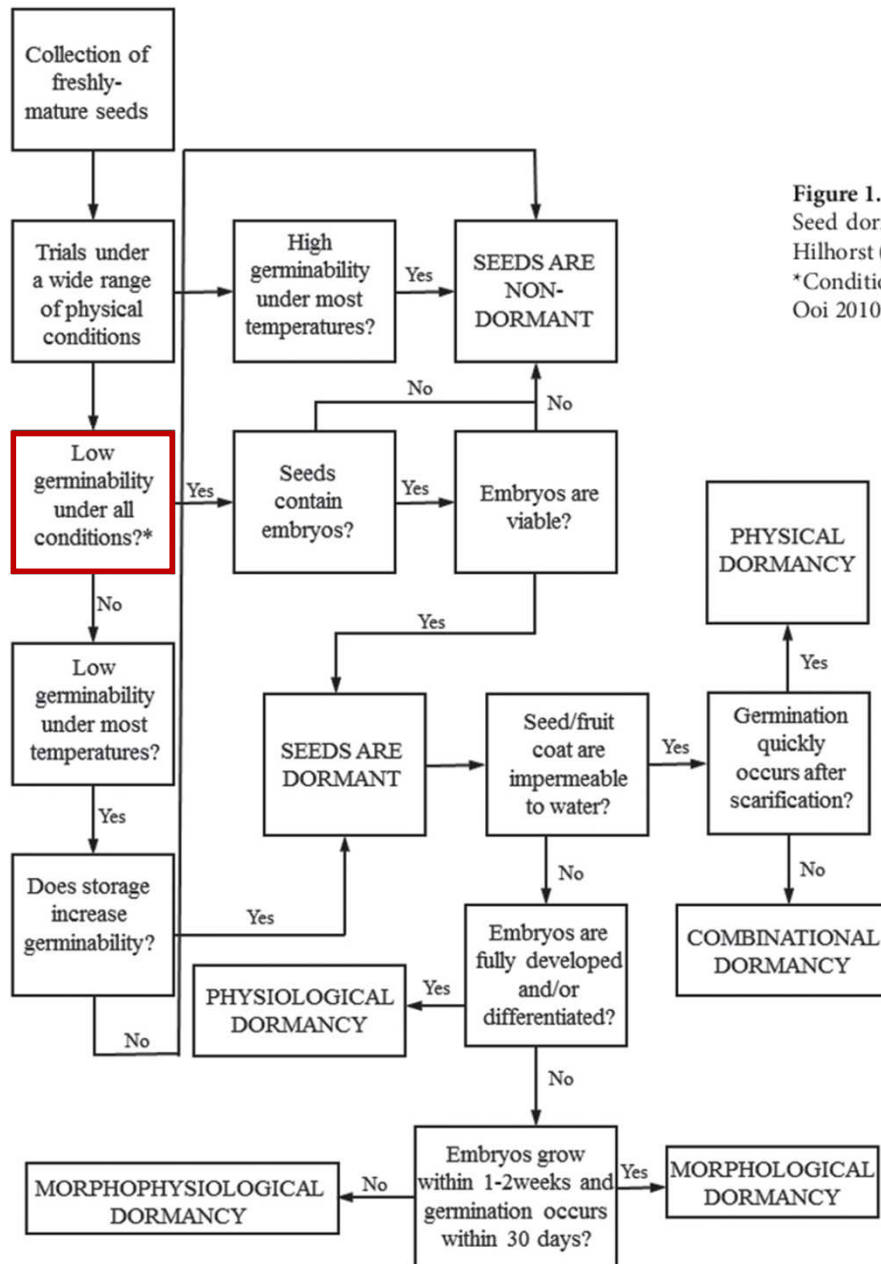


Figure 1. A conceptual framework for the development of standardized protocols in seed dormancy studies. Seed dormancy classification follows Baskin & Baskin (2004). Also refer to Baskin & Baskin (2005) and Hilhorst (2011) for further information.

*Conditions refer mainly to temperature, but germination cues may differ among species (Thompson & Ooi 2010).

Silveira 2013

Teste de Tetrazólio



Fatores que Influenciam a Germinação

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

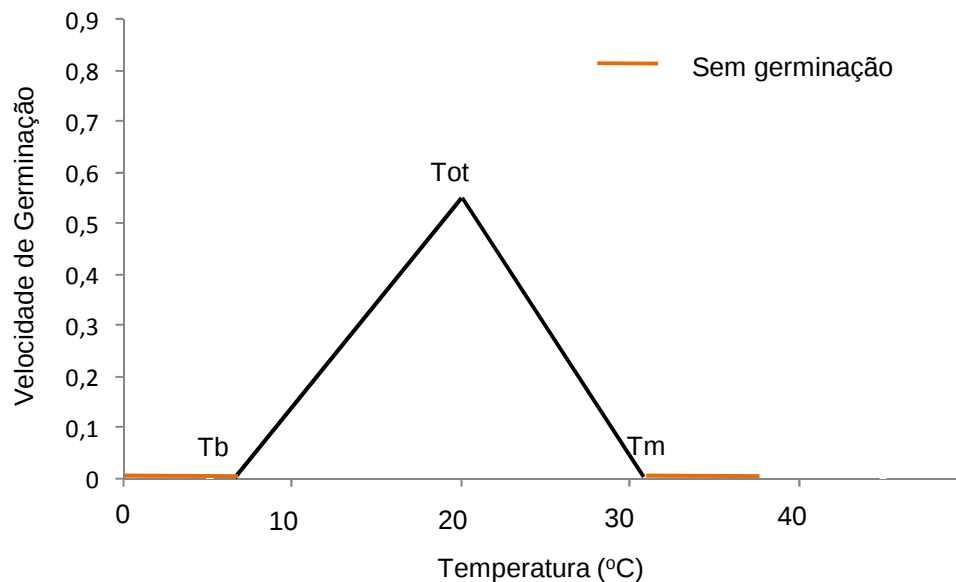
Efeitos diretos na ativação de proteínas e regulação da expressão gênica

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.

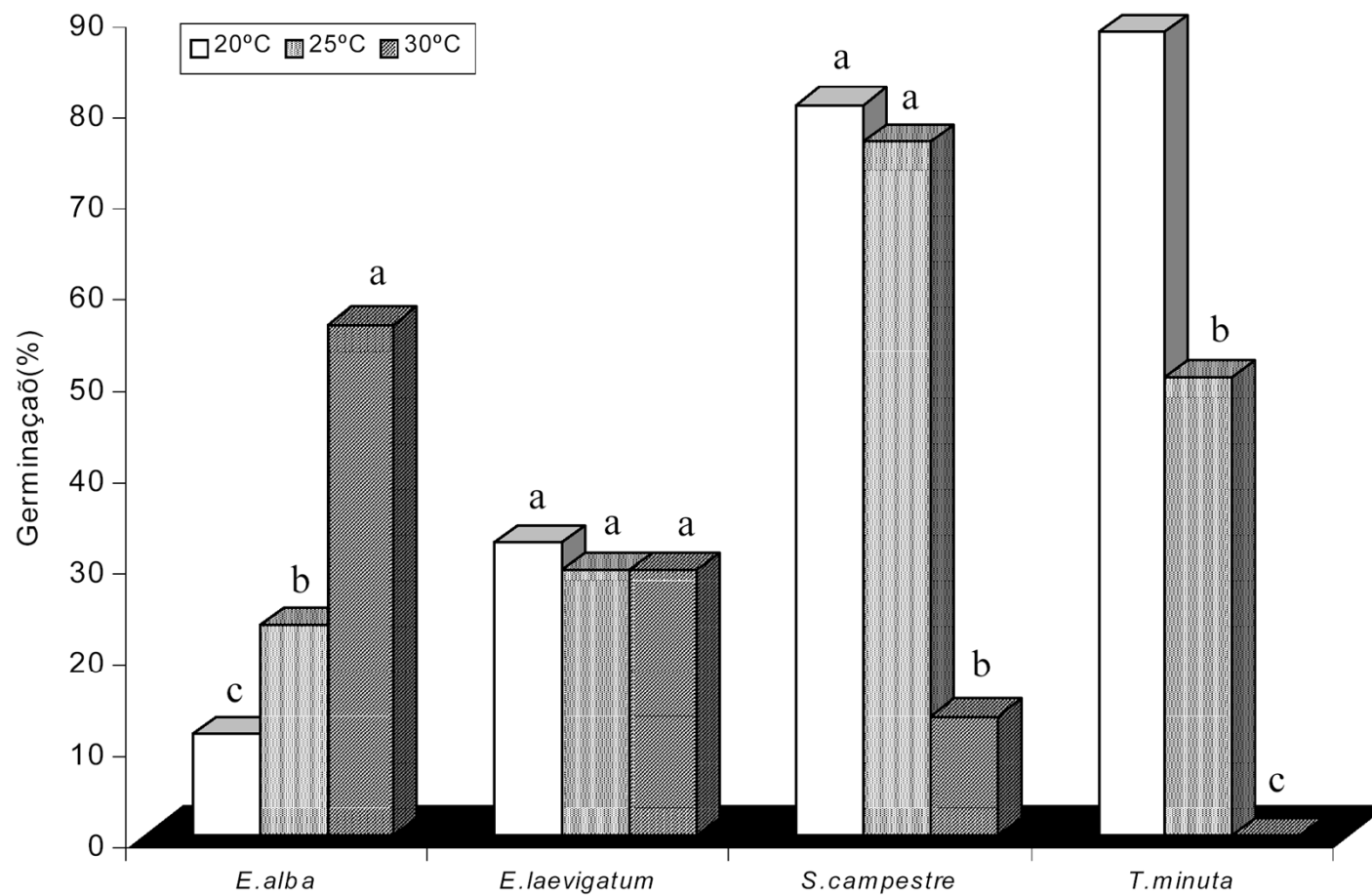


Figura 3: Porcentagem de sementes germinadas de *Eclipta alba*, *Eupatorium laevigatum*, *Stenachaenium campestre* e *Tagetes minuta*

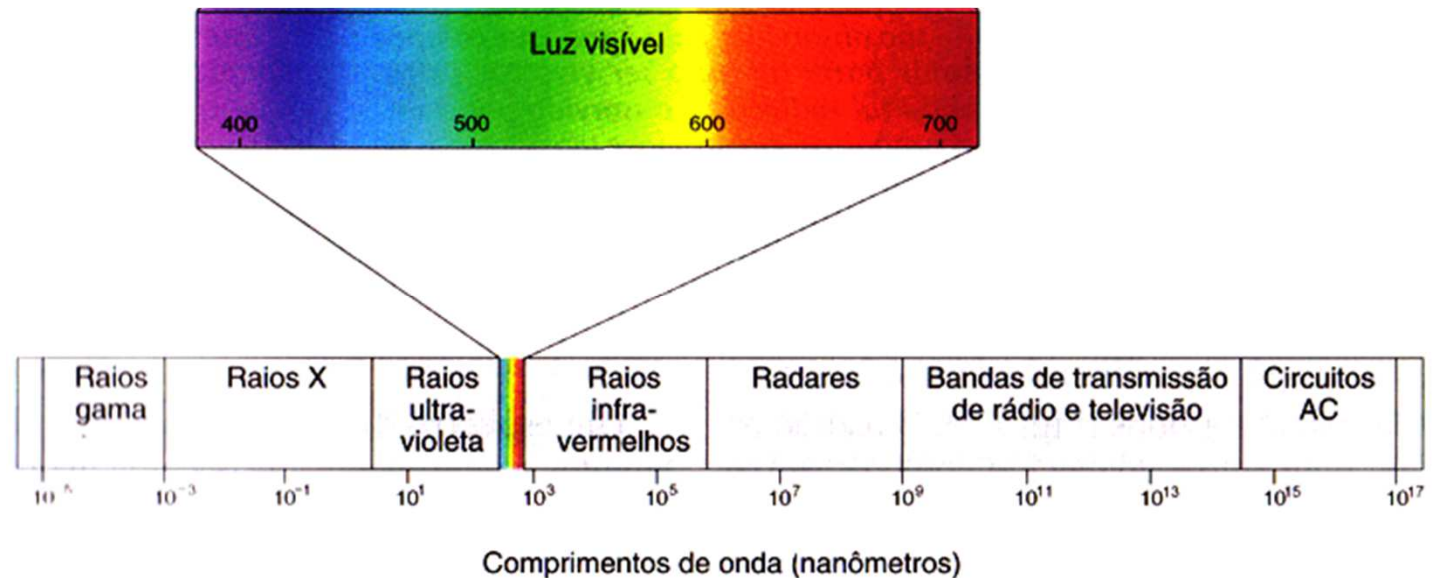
Fatores que Influenciam a Germinação

Luz: atua desde a fase de maturação. Plantas se relacionam com a luz:

Duração da luz – Fotoperíodo → relacionado com a fenologia da planta, sendo o indicador mais confiável da chegada de estações favoráveis.

Quantidade de luz – fótons/unidade de área ($\mu\text{mol.m}^{-2}$).

Qualidade da luz – Comprimentos de ondas na radiação.

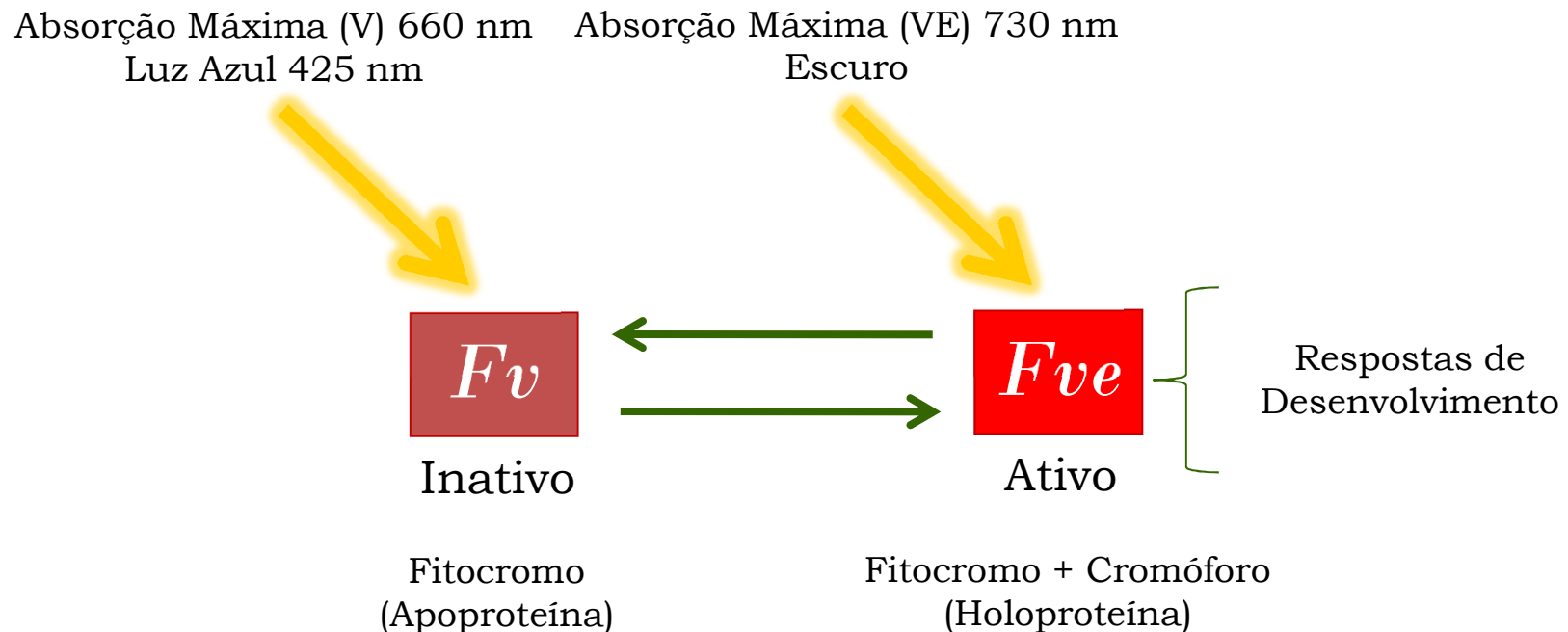


Fatores que Influenciam a Germinação

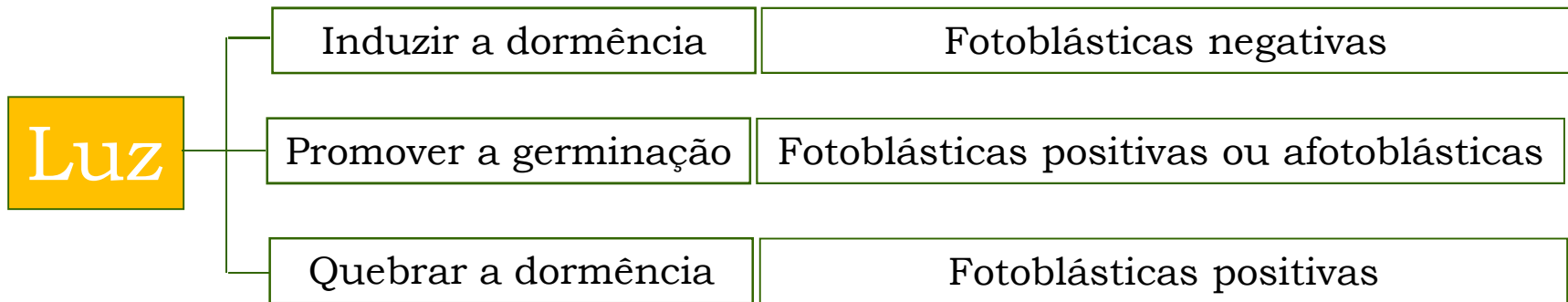
Fitocromo – proteína com duas subunidades

Respostas de Desenvolvimento:

- *Potencial de membrana*
- *Fluxo de íons*
- *Movimentação foliar*
- *Floração*
- *Influência na Germinação de sementes*



Fatores que Influenciam a Germinação



Sida rhombifolia
Mamona, maxixe



Feijão e hortaliças



Cecropia pachystachya

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

Situações:

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

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.

Válio & Scarpa 2001

Fatores que Influenciam a Germinação

Fatores Químicos e Microrganismos: *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), *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás)

Nitrato

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

→ Pode atuar na quebra de dormência

→ Aumentar a sensibilidade da semente por luz

Microrganismos

→ Ação de substâncias voláteis por fungos → estimula a germinação

→ Microrganismos do solo (*Azotobacter* spp.) → inibição da germinação

Estabelecimento Inicial



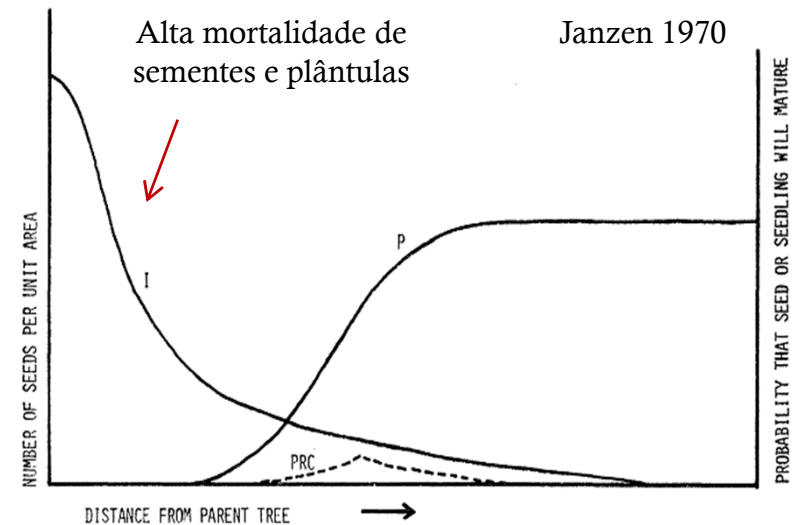
Transição semente → plântula: fase mais crítica do ciclo de vida das plantas

- Patógenos
- Predação por insetos ou mamíferos, consumo de cotilédones
- Competição da radícula com raízes vizinhas → depleção de água
- Competição por adensamento - falta de luz, nutrientes e outros recursos
- Condições ambientais severas – secas, geadas, chuvas muito intensas
- Danos físicos

Dormência da Semente

Aumento na probabilidade de sobrevivência

- Favorece a dispersão secundária
- Prevenir a germinação em momentos desfavoráveis
- Evitar germinação sincronizada



Estabelecimento Inicial

Características	Sementes Ortodoxas	Sementes Recalcitrantes
<i>Tamanho da Semente</i>	<i>Pequenas</i>	<i>Grandes</i>
<i>Endosperma</i>	<i>Sem ou baixa reserva</i>	<i>Alta reserva</i>
<i>Dormência</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>
<i>Tolerância à Dessecação</i>	<i>Tolerantes</i>	<i>Intolerantes</i>
<i>Germinação após Dispersão</i>	<i>Atrasada</i>	<i>Rápida</i>
<i>Risco de Predação da Semente</i>	<i>Baixo ?</i>	<i>Alto</i>
<i>Crescimento da Plântula</i>	<i>Rápido</i>	<i>Lento</i>

Bibliografia Recomendada

Livros:

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.

Artigos:

Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14: 1-16.

Silveira, F.A.O. 2013. Sowing seeds for the future: the need for establishing protocols for the study of seed dormancy. *Acta Botanica Brasilica* 27 (2): 264-269.

Válio, I.F.M. & Scarpa, F.M. 2001. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural condition. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 79-84.

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>

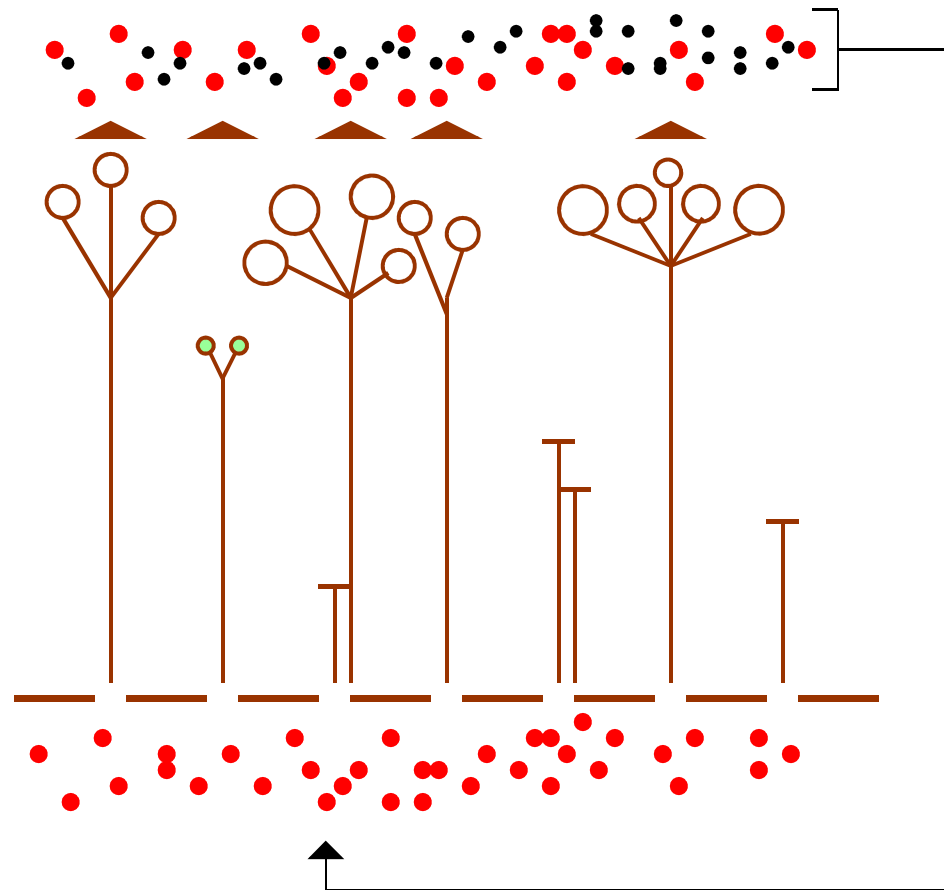


Parque Estadual da Serra do Mar

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

2 mm



Trema micrantha

2 mm



Casearia syvestris

2 mm



Cecropia obtusifolia



Fotos: Smithsonian Tropical Research Institute



Cecropia sp.

Fonte: <http://www.hilozoo.com>

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 ≥ 1
		Short-term Long-term
Bakker <i>et al.</i> (1991), Thompson (1993)	≤ 1	> 1, but < 5 ≥ 5
Bakker <i>et al.</i> (1996), Thompson <i>et al.</i> (1997)	< 1	≥ 1 , but < 5 ≥ 5
McDonald <i>et al.</i> (1996)	< 1	> 1, but < 5 ≥ 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

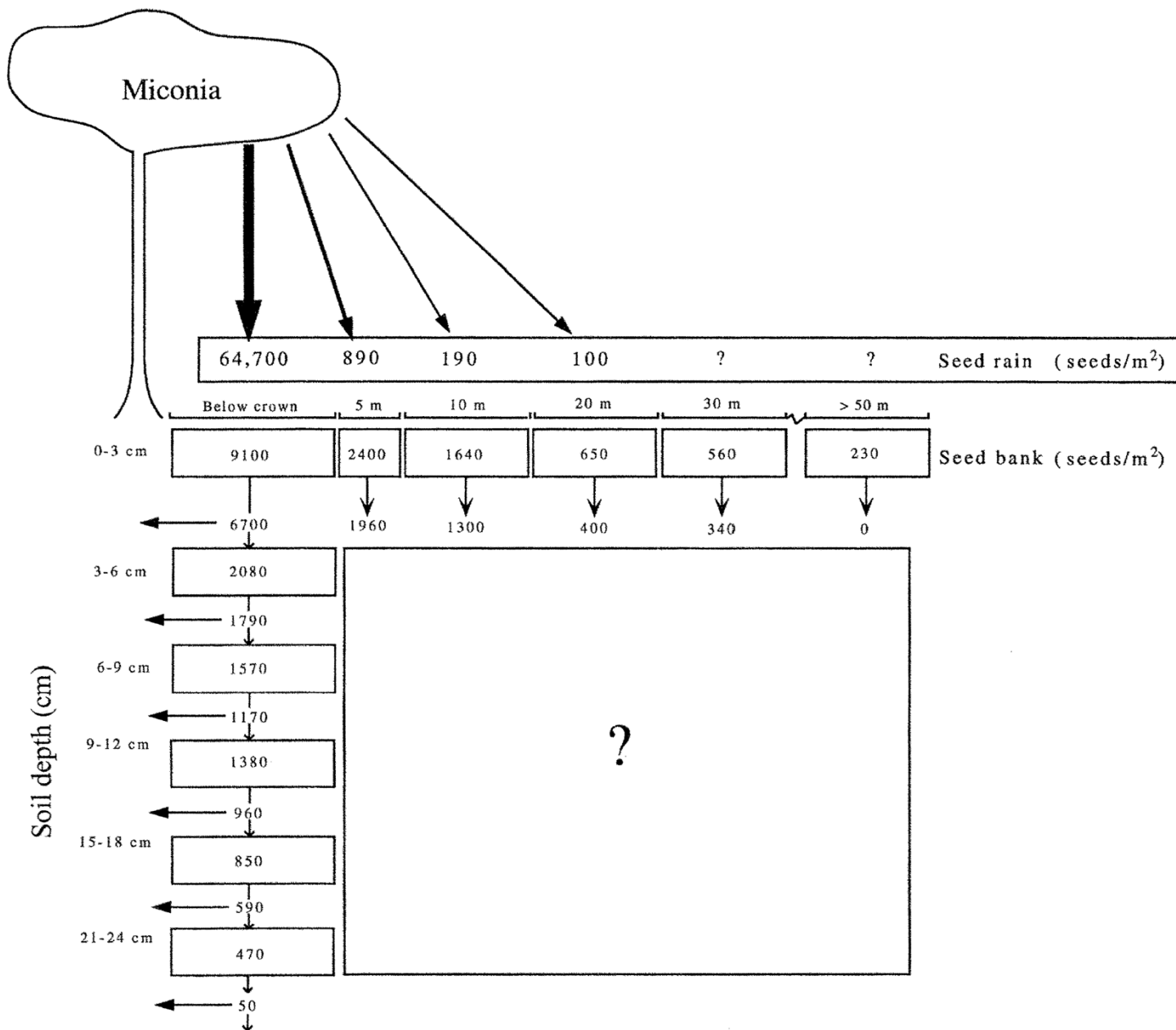
- **Florestas Primárias:** espécies diferentes das do dossel
- **Florestas Secundárias:** predominância de espécies pioneiras

Densidade de Sementes

- ✓ Depende do tipo de vegetação
 - ✓ Áreas agrícolas – 20.000 a 40.000 sem/m²
 - ✓ Florestas tropicais maduras – 1000 sem/m²
 - ✓ Florestas em regiões subárticas – 10 a 100 sem/m²
- ✓ Depende da idade sucessional de área
- ✓ Tende a declinar quando aumenta a idade sucessional da área

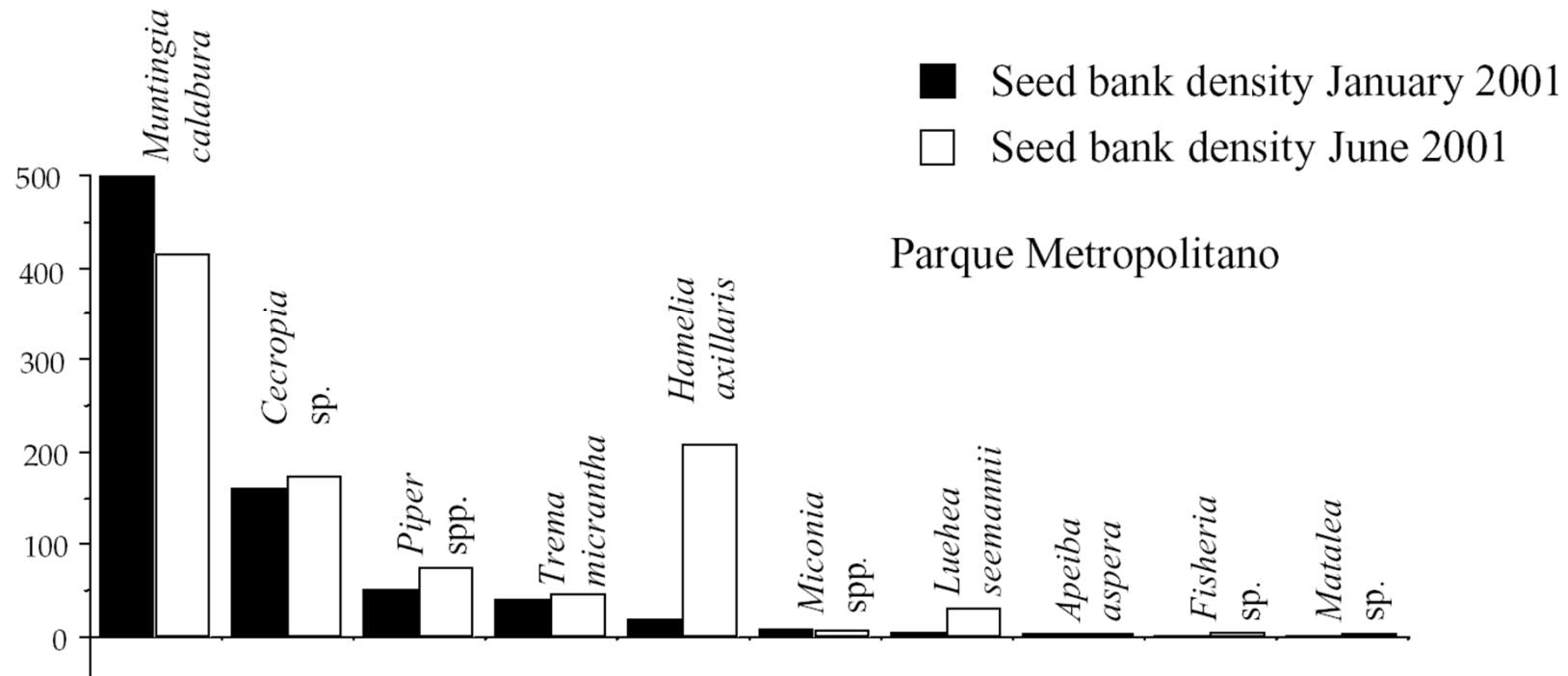
Autor (ano)	Sementes/m ² (situação)
Baider (1994)	11028 (5); 4644 (18); 5100 (27); 872 (FC)
Roizman (1993)	412,6 (Floresta Estacional Semidecídua)
Grombone-Guaratini (2002)	32,3 (Estação Seca) e 49,6 (Estação Chuvosa)

Densidade de Sementes



Dalling *et al.* 1998

Variações Sazonais



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

Tipos 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

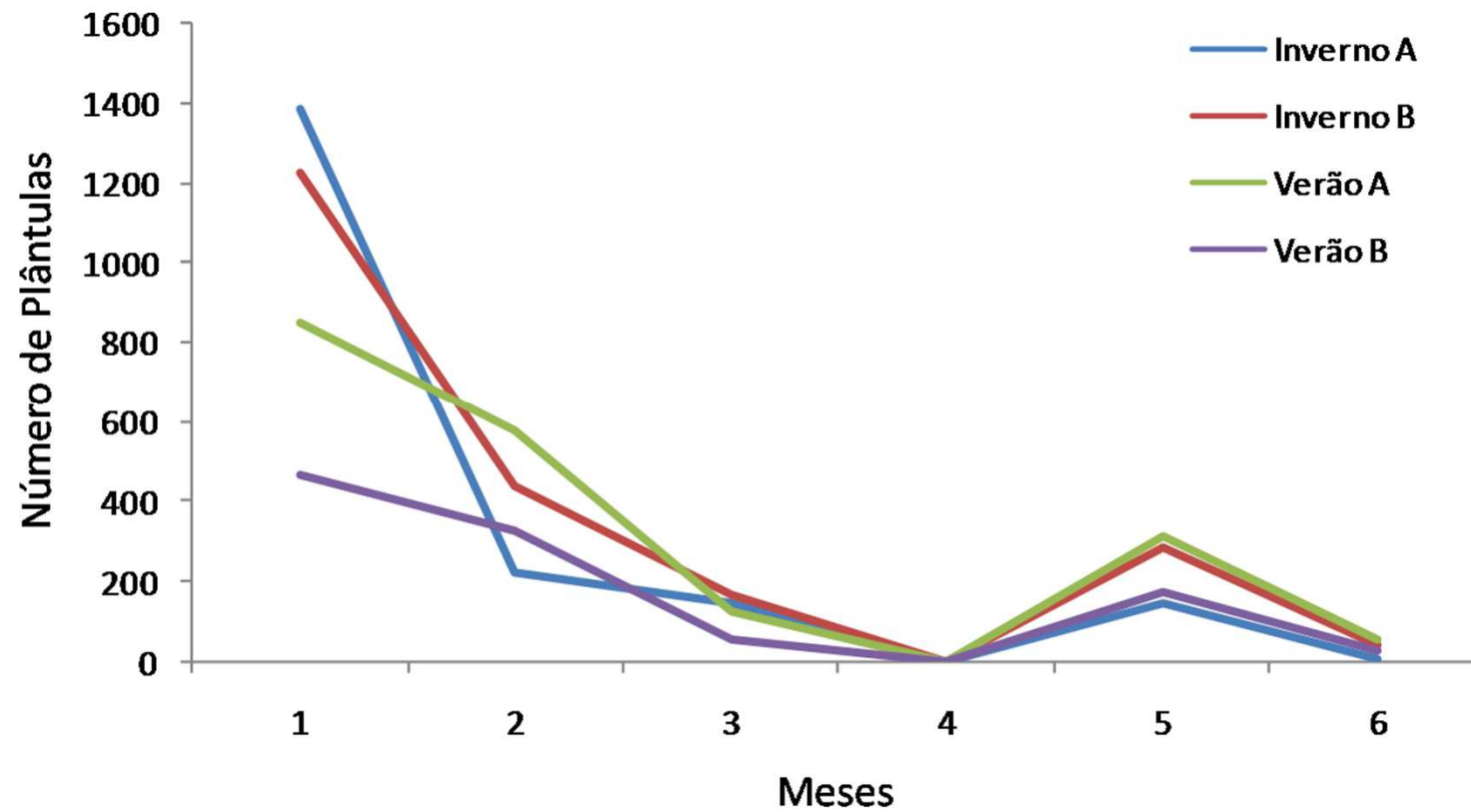
Desvantagem: densidade é subestimada, apenas sementes viáveis; espaço para o experimento

- 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) Sobrevivência e crescimento de plântulas e de indivíduos adultos
 - 2) Mortalidade de espécies arbóreas pelo sombreamento

Aulonemia aristulata (Poaceae: Bambusoideae)



Fotos: Pedro L. Viana 2007



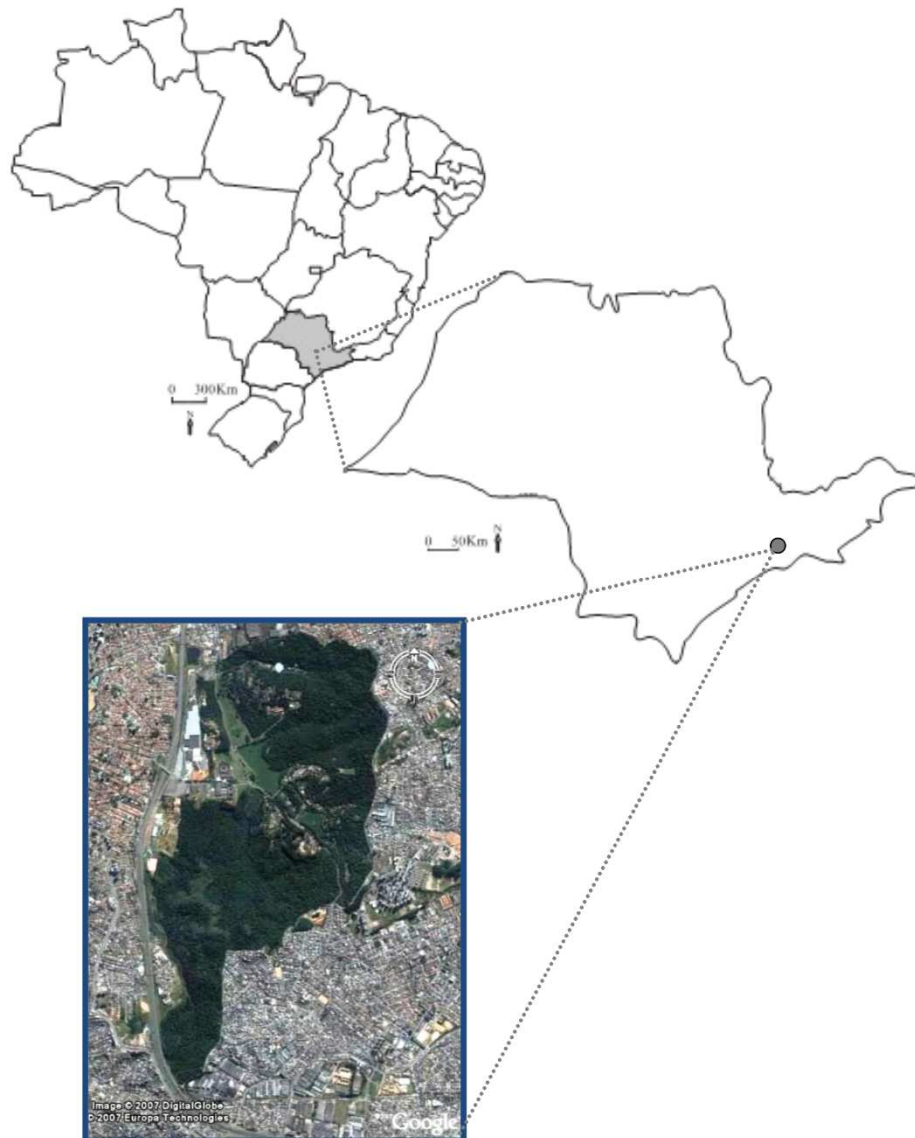
- ✓ Bambu lenhoso, endêmico do Brasil
- ✓ Região sudeste e centro-oeste
- ✓ Florestas Ombrófilas e Estacionais

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

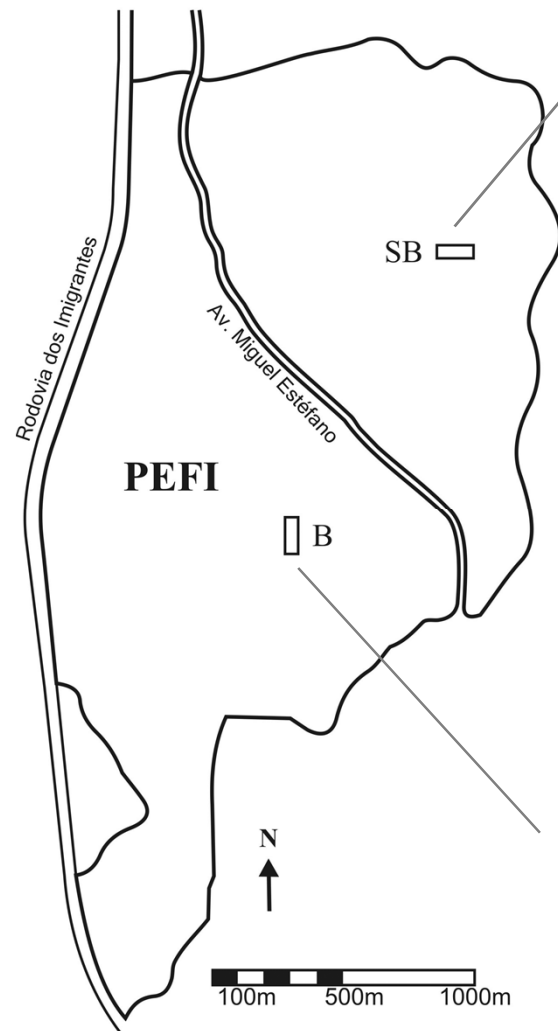
Tamanho da área:

536,38 ha - 350 ha vegetação

Vegetação: Floresta Ombrófila Densa

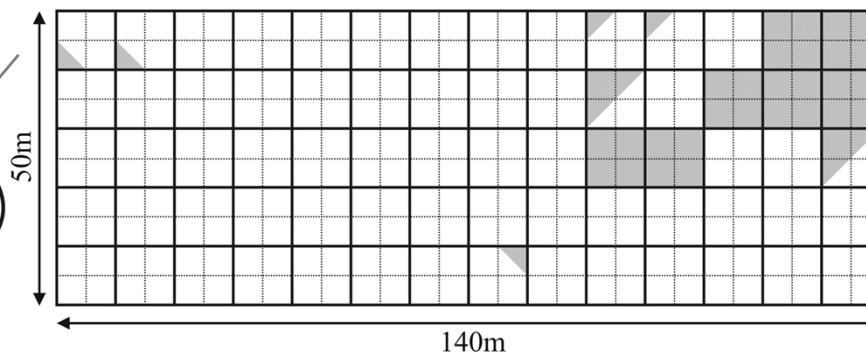


Área Amostral



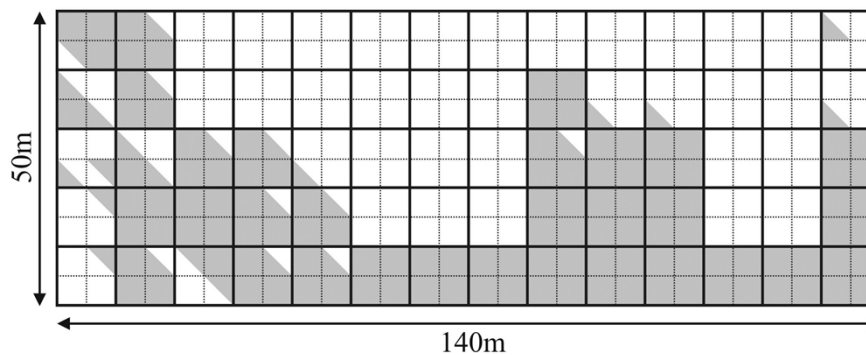
Floresta com Dossel Heterogêneo e Porte Alto

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

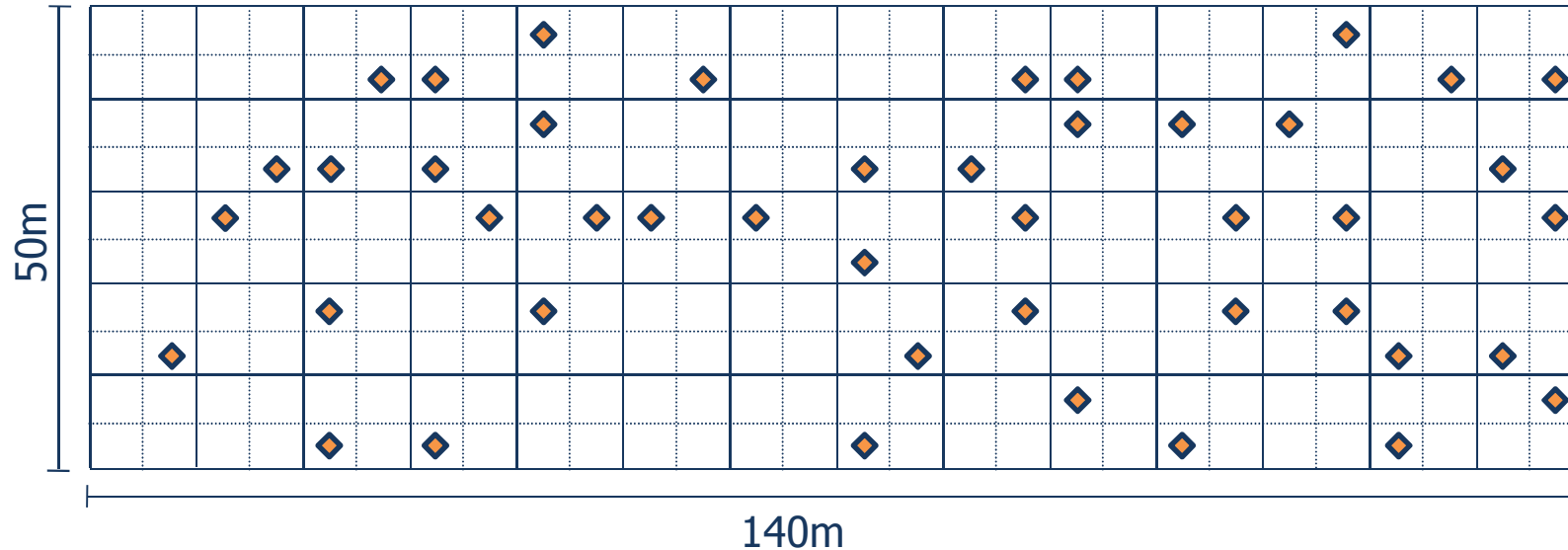


Foto: D. Vinha 2006

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



Fotos: D. Vinha 2006

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



Fotos: D. Vinha 2007

Classificação em Categorias

Grupos Funcionais:

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

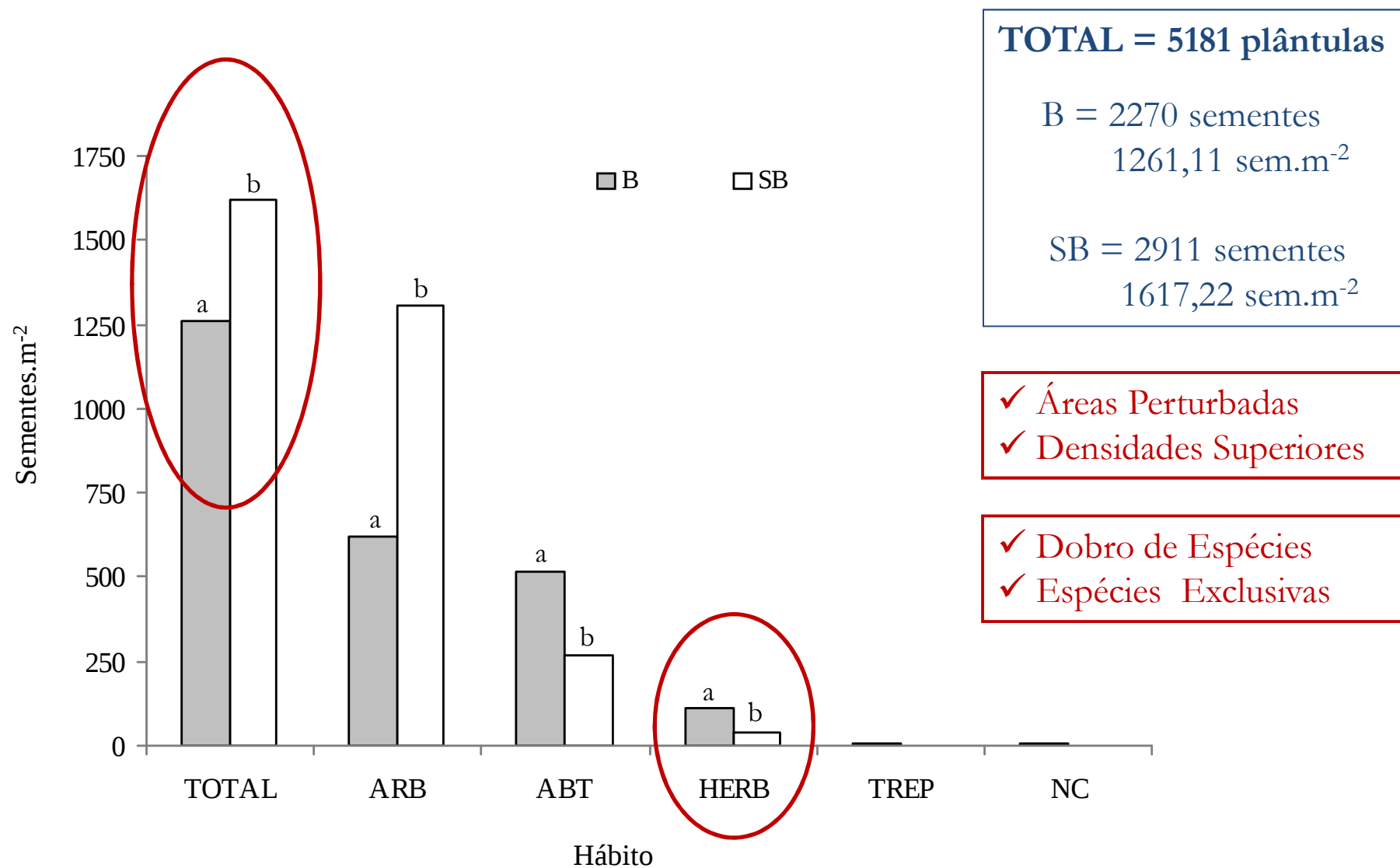
Espécies Arbóreas e Arbustivas, de acordo com:

- 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/m²)
- 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



Letras iguais não diferem a 5% de probabilidade entre cada grupo

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

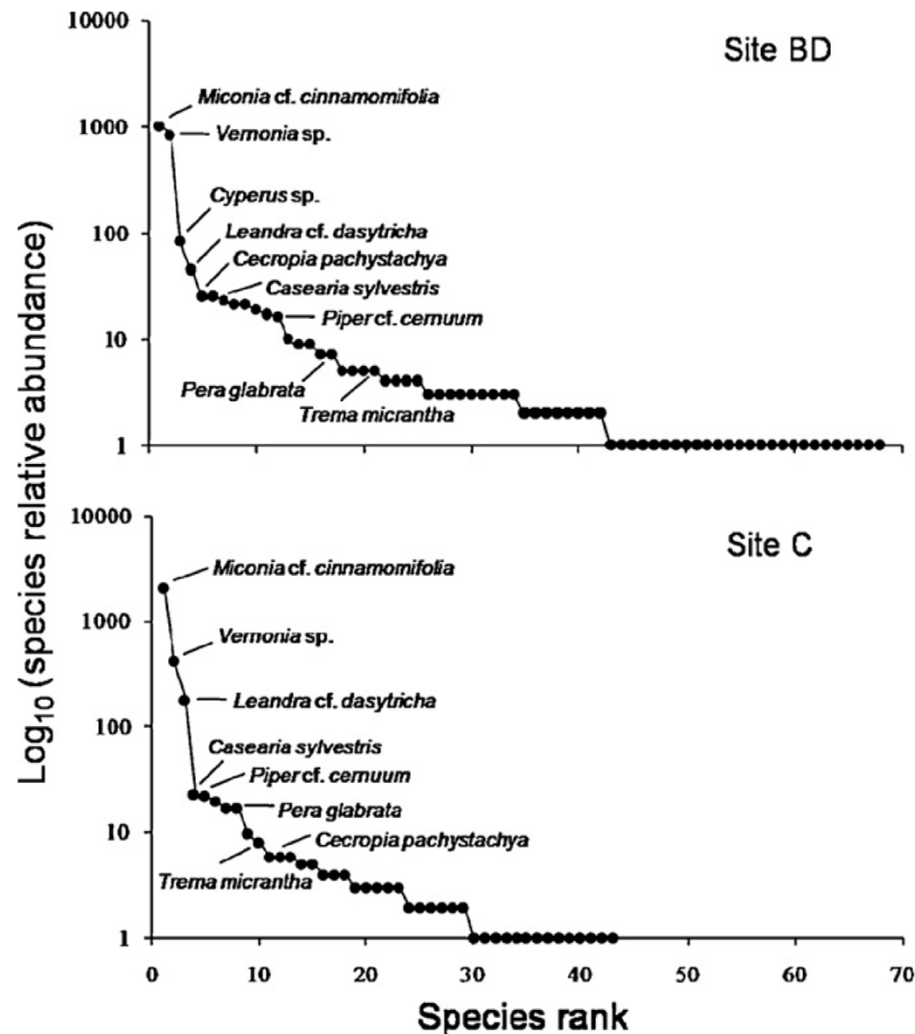


Fig. 2. Species abundance curves of recruited seedlings from the soil seed bank sampled in a bamboo-dominated area (BD) and control area (C) in the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brazil. For each area the relative abundance of each species on a logarithmic scale was plotted against 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.
- A remoção total do bambu não é recomendada. A espécie é nativa e tem um papel ecológico no funcionamento da floresta, sendo habitat de aves dispersoras.
- Recomendamos o revolvimento periódico do solo para expor a sementes a germinação.

▪